



LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS



VEIKLOS APŽVALGA
2014

LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS 2014 m.

INSTITUTO MISIJA

Vykdyti tyrimus ir kurti inovacines technologijas energetikos, termoinžine-

rijos, matavimo inžinerijos, medžiagotyros ir ekonomikos srityse, vykdant mokslinius ir taikomuosius tyrimus, dalyvaujant studijų procesuose, perkeliant

taikomujų mokslinių tyrimų rezultatus ir atradimus į pramonę ir verslą, konsultuojant valstybės, valdžios, viešasias ir privačias institucijas bei įmones klauSIMAIS, susijusias su Lietuvos darnios energetikos plėtra. Aktyviai bendradarbiauti su Lietuvos universitetais ir kitomis aukštosiomis mokyklomis rengiant specialistus Lietuvos mokslui ir ūkiui.



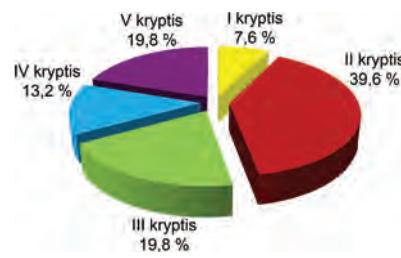
INSTITUTO MOKSLO TARYBA (pirmoje eilėje iš kairės) – dr. Arvydas GALINIS, Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos vyriausasis mokslo darbuotojas; dr. Rymantas JUOZAITIS, UAB ENG valdybos pirmininkas; prof. habil. dr. Eugenijus UŠPURAS, Mokslo tarybos pirmininkas, Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos vadovas; dr. Jūratė KRIAUCIŪNIENĖ, Mokslo tarybos pirmmininko pavaduotoja, Hidrologijos laboratorijos vadovė; dr. Nerijus PEDIŠIUS, Šilumininių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorijos vadovas; dr. Robertas POŠKAS, Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos vyresnysis mokslo darbuotojas. Antroje eilėje – dr. Albertas GRYBĖNAS, Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijos vadovas; dr. Mantas MARČIUKAITIS, Atsinaujinančių išteklių ir efektyvios energetikos laboratorijos vadovas; dr. Nerijus STRIŪGAS, Degimo procesų laboratorijos vadovas; dr. Rimantas BAKAS, AB „Kauno energija“ generalinis direktorius; dr. Gediminas RAINYS, Lietuvos pramonininkų konfederacijos generalinis direktorius; doc. habil. dr. Algirdas KALIATKA, Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos vyriausasis mokslo darbuotojas. Nuotraukoje nėra Skirmanto JUNEVICIĀUS, AB „Amber Grid“ Inžinerinio departamento direktoriaus; Mindaugo KEIZERO, UAB „Lietuvos energija“ Strategijos ir plėtros direktoriaus ir dr. Vito VALINČIAUS, Plazminių technologijų laboratorijos vadovo

INSTITUTO TIKSLAI

- vykdyti ilgalaikius tarptautinio lygio fundamentinius ir taikomuosius mokslinius tyrimus, eksperimentinės plėtros darbus, reikalingus darniai Lietuvos energetikos ir kitų Lietuvos ūkio šakų plėtrai ir integracijai į Europos energetikos sistemas ir Europos mokslinių tyrimų erdvę;
- bendradarbiaujant su verslo, valdžios ir visuomenės subjektais, panaudoti mokslo žinias techniniai ir komerciniai naudingiems procesams ir įrenginiams, užtikrantiems inovacinių energetikos technologijų plėtrą, energetikos objektų ir sistemų ekonomiškumą ir saugumą, energetikos išteklių efektyvų naudojimą ir tausojimą, aplinkos taršos mažinimą ir klimato atsilimo lėtinimą;

INSTITUTO MOKSLINĖ TIRIAMOJI VEIKLA

- I. Šiluminės fizikos, dujų ir skysčių dinamikos bei metrologijos tyrimai;
- II. Medžiagų, procesų ir technologijų tyrimai, skirti atsinaujinantiems energijos šaltiniams naudoti, vandenilio energetikai plėtoti, energetikos ištekliams efektyviai naudoti ir aplinkos taršai mažinti;
- III. Branduolinės ir termobranduolinės energetikos, kitų pramonės objektų saugos ir patikumo tyrimai;
- IV. Branduolinių atliekų tvarkymo, taip pat nutraukiant Ignalinos atominės elektrinės eksploataciją, metodai;
- V. Energetikos sistemų modeliavimas ir valdymas, energetikos ekonomika.



Mokslininkų pasiskirstymas pagal mokslinės veiklos kryptis

(IGD-TP) technologinių platformų veikloje.

2014 METŲ ĮVYKIAI IR KRONIKA

- skleisti visuomenėje mokslo žinias, skatinti inovacijomis ir žiniomis grindžiamos Lietuvos ekonomikos kūrimą;
- aktyviai dalyvauti Europos Sąjungos programose ir tarptautiniuose projektuose, plėsti bendradarbiavimą su analogiškais pasaulyje mokslinių tyrimų centrais.

asociacijos (**LMPA**), Lietuvos pramonininkų konfederacijos (**LPK**), Lietuvos šiluminės technikos inžinerių asociacijos (**LIŠTIA**), Nacionalinės kosmoso asociacijos, Dujų ūkio asociacijos (**DŪA**), Energetikos ekonomikos asociacijos ir Statybos produktų bandymų laboratorijų asociacijos (**SPBL**).

Institutas aktyviai dalyvauja ir tarptautinių organizacijų bei tinklų veikloje: European Technical Support Organisations Network (**ETSON**), European Network of Freshwater Research Organisations (**EurAqua**), European Safety, Reliability & Data Association (**EsReDA**), The European Association of National Metrology Institutes (**EURAMET**), Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions (**COOMET**), European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (**ENSTTI**), International Energy Agency Hydrogen Implementation Agreement (**IEA HIA**), New European Research Grouping on Fuel Cells and Hydrogen (**N.ERGHY**), Nuclear Generation II and III Association (**NUGENIA**).

STRATEGINIAI UŽDAVINIAI

1. Šalies ir ES energetikos plėtrai svarbūs ilgalaikiai aukščiausio lygio moksliniai tyrimai;
2. Mokslo rezultatų komercionalizavimas;
3. Instituto verslumo ekosistemos kūrimas bei jaunimo verslumo skatinimas.

NARYSTĖ ŠALIES BEI TARPTAUTINĖSE ORGANIZACIJOSE, BENDRADARBIAVIMAS

LEI yra šių Lietuvoje veikiančių asociacijų narys: Branduolinės energetikos asociacijos (**BEA**), Lietuvos elektros energetikos asociacijos (**LEEA**), Lietuvos energetikos konsultantų asociacijos (**LEKA**), Lietuvos inžinerinės pramonės asociacijos (**LINPRA**), Lietuvos mokslinių bibliotekų asociacijos (**LMBA**), Lietuvos mokslo periodikos

Taip pat institutas dalyvauja europinių Tvarios branduolinės energijos (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (**SNETP**)) ir Radioaktyviųjų atliekų geologinio laidojimo įgyvendinimo (Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform

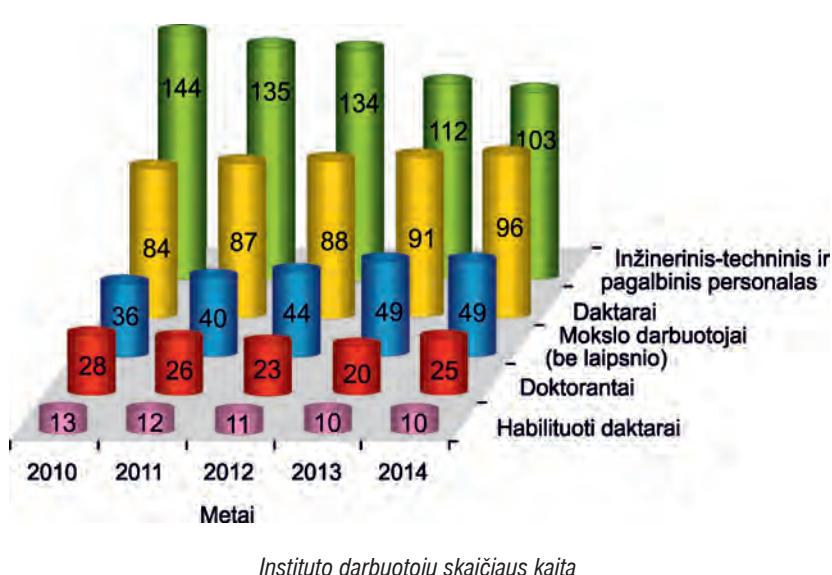
Sausis buvo gausus sveikinimais ir apdovanojimais už atliktus darbus ir pasiekimus. Dr. Jūratė Kriauciūnienė ir dr. Nerijus Pedišius apdovanoti Lietuvos inžinerinės pramonės asociacijos (LINPRA) Garbės ženklais; 2013 m. gruodžio 30 d. Lietuvos Respublikos Prezidento dekretu Nr. 1K-1686 *Dėl apdovanojimo atminimo ženklu* – prof. habil. dr. Eugenijus UŠPURAS apdovanotas Atminimo ženklu už asmeninį indėlį prisidedant prie Lietuvos pirminkavimo Europos Sąjungos Tarybai 2013 metais; prof. habil. dr. Eugenijus Ušpuras ir dr. Rolandas Urbonas gavo LR švietimo ir mokslo ministro padėką už indėlį užtikrinant Lietuvos pirminkavimo ES Tarybai sėkmę švietimo, mokslo ir mokslinių tyrimų srityje. Institute įvyko seminaras *Biokuro plėtros perspektyva Lietuvoje – nauda ir grėsmės*, lankėsi studentai iš Kazachstano.

Vasarį institute lankėsi ENSTTI mokymų vadovė p. Gabrielle Tekerian, Lietuvos elektros energetikos asociacijos atstovai, Šiaulių r. Pakapės pagrindinės mokyklos dešimtokai. Institute suorganizuota diskusija *Šilumos ir elektros sektorių raidos alternatyvos*, Latvijos ir Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programos projekto HOTRISK valdybos ir priežiūros komiteto posėdžiai. Gauta Centrinės projektų valdymo agentūros padėka už sėkmingai įgyven-

dintus 2007–2013 m. struktūrinės paramos projektus. Vasario 19 d. pasirašyta jungtinė Kauno technologijos universiteto (KTU), Lietuvos sveikatos mokslų universiteto (LSMU) ir Lietuvos energetikos instituto (LEI) veiklos (partnerystės) sutartis. Šia sutartimi įtvirtintas susitarimas sudaryti palankias sąlygas verslo įmonių ir mokslo institucijų bendradarbiavimui skatinant inovatyvių technologinių sprendimų kūrimą ir inovacijų diegimą nacionaliniu ir tarptautiniu mastu.

Kovą institutą aplankė AB Achema atstovai, NATO Energetinio saugumo kompetencijos centro atstovai, KTU studentai. Institute įvyko AB Kauno energija specializuota vieša diskusija *Nacionaliniai šilumos ūkio sektorius ypatumai, vertinant praktinių patyrimą bei prognozes*, seminaras Santaka slėnio vizijos ir tikslai tarptautiniame kontekste. Dr. Darius Jakimavičius tapo Lietuvos mokslų akademijos 2013 m. Jaunujų mokslininkų mokslinių darbų konkurso nugalėtoju biologijos, medicinos ir geomokslų darbų grupėje bei gavo premiją už mokslinį darbą *Kuršių marių vandens balanso elementų pokyčiai ir jų prognozė dėl gamtinių ir antropogeninių veiksnių*. Instituto jaunieji mokslininkai aktyviai dalyvavo Kauno technologijos universiteto organizuotose Karjeros dienose, kur supažindino studentus su Lietuvos energetikos instituto veikla, studijų ir darbo galimybėmis.

Balandži institute organizuota *Atvirų durų diena*, kurios metu moksleiviams ir studentams pristatytos instituto veiklos, parodytos laboratorijos bei skaitytos paskaitos mokslinių tyrimų temomis. Institute lankési Prancūzijos ambasados, LR Švietimo ir mokslo ministerijos bei Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros atstovai, KTU studentai, Šiaulių r. Pakapės pagrindinės mokyklos ketvirtokai, tarptautiniai partneriai iš Estijos, Latvijos ir Švedijos. Institute



Instituto darbuotojų skaičiaus kaita

īvyko Asociacijos Santakos slėnis valdybos susirinkimas, visuotinis instituto darbuotojų susirinkimas, Latvijos ir Lietuvos bendradarbiavimo persieną programos projekto HOTRISK seminaras *Rizikos vertinimui reikalingi modeliavimo įrankiai ir monitoringo duomenys* ir priežiūros komiteto posėdis bei NETZSCH-LEI seminaras *Advanced Coupling Methods in Thermal Analysis*. Instituto darbuotojai dalyvavo KTU Elektros dienose. Taip pat instituto darbuotojai sulaukė ir apdovanojimų: dr. Vidas Lekavičius gavo Pasaulio energetikos tarybos Lietuvos komiteto Padėkos raštą, dr. Raimundas Pabarčius – LR Seimo Pirmininko padéką, dr. Egidijus Babilas – LR Energetikos ministerijos sveikinimą, habil. dr. Antanui Pedišiui įteiktas Pasaulio energetikos tarybos Lietuvos komiteto skirtos Lietuvos energetikų garbės ženklo apdovanojimas.

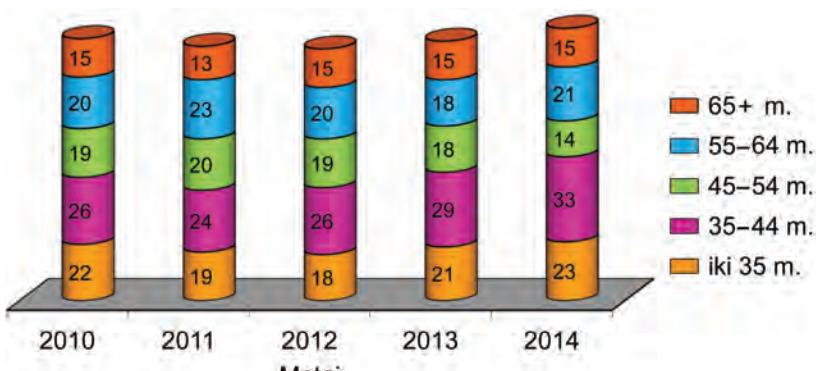
Gegužę vadovaujantis Lietuvos Respublikos Švietimo ir mokslo ministro 2014 m. gegužės 9 d. įsakymu Nr. 24.1-09-P1-304 *Dėl Lietuvos energetikos instituto direktorius* dr. Sigitas Rimkevičius 2014 m. gegužės 13 d. penkerių metų kadencijai paskirtas Lietuvos energetikos instituto direktoriumi. Kitas svarbus instituto įvykis – išrinkta nauja

instituto Mokslo taryba. Be šių išskirtinių įvykių, gegužę įvyko nemažai kitų renginių. Jau 11-ajį kartą įvyko instituto organizuojama tarptautinė konferencija *Jaunoji energetika*. Taip pat organizuoti ENSTTI (European Nuclear Safety Training & Tutoring Institute) kursai *Criticality safety and thermal-hydraulics*, kuriuos klausė dalyviai iš Malajzijos, Tailando, Ukrainos, Arménijos. Institute lankési Minsko A. Stepanovo fizikos instituto atstovai, VDU studentai, Žiburio pagrindinės mokyklos mokiniai, Šv. Kazimiero pagrindinės mokyklos septintokai.

Birželį įvyko mokslinė diskusija *Lietuvos energetikos raidos kryptys ir Nacionalinės energetikos strategijos nuostatos*, Instituto jaunujų mokslininkų sąjungos visuotiniame susirinkime išrinktas sąjungos pirmininkas ir valdyba, prof. Kazys Almenas skaitė paskaitą instituto tyrejams.

Liepą institutą aplankė LR energetikos ministras Jaroslavas Neverovičius, asociacijos LITBIOMA atstovai.

Rugpjūtį Švietimo ir mokslo ministerijoje paskelbti MTEP rezultatų komercinimo konkursu rezultatai – tarp 18 geriausių startuolių projektų, kuriems įteikti iki 70 tūkst. litų paramos čekiai pirmajai verslo pradžiai, yra ir Lietuvos energetikos institutas (MB Energetikos



Instituto mokslininkų amžiaus struktūra

sprendimų grupė). Iš 400 įmonių ir organizacijų pasirašiusių Geros verslo praktikos, įvedant eurą, memorandumą – ir Lietuvos energetikos institutas.

Rugsėjį institute įvyko mokymai, skirti ESCO modeliui taikyti, įgyvendinant energijos vartojimo efektyvumą didinančius projektus, taip pat ir kasmet visoje Lietuvoje vykstantis renginys *Tyrėjų naktis 2014*. Lietuvos mokslo akademijoje išrinkti nauji tikrieji ir užsienio nariai. Tarp jų – ilgametis instituto darbuotojas habil. dr. Algirdas Kaliatka (tikrasis narys) bei iškilmingai inauguruoti LMA užsienio nariai – prof. Kazys Kęstutis Almenas ir prof. Bal Raj Sehgal, su kuriais institutas glaudžiai bendradarbiavo.

Spalį institute įvyko Latvijos ir Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programos projekto HOTRISK mokymai, verslo ir mokslo forumas *Inovacijų ir mokslinių tyrimų bei eksperimentinės plėtros rezultatų diegimas – NEP praveržio garantas*. Lietuvos energetikos institutas ir NATO Energetinio saugumo kompetencijos centras pasirašė bendradarbiavimo sutartį. Prof. habil. dr. Eugenijus Ušpuras paskirtas MITA Fizinių ir technologijos mokslo ekspertų tarybos pirmininku.

Europos Komisija oficialiai pradėjo branduolių sintezės plėtros projektą **EUROfusion**, kuris koordinuos branduolių sintezės mokslinių tyrimų veiklą Europoje. Šiame projekte, greta kitų

28 partnerių, aktyviai dirba ir Lietuvos energetikos institutas, jau nuo 2007 m. dalyvaujantis branduolių sintezės tyrimų veiklose.

Lapkričių užsienio lietuvių mokslo premijos laureatas dr. Algirdas Marchertas skaitė paskaitą, institute įvyko seminaras-mokymai *Saulės energijos panaudojimas CŠT sistemoje*, p. Mindaugas Keizeris, UAB *Lietuvos energija* valdybos narys, Strategijos ir plėtros direktorius išrinktas instituto Mokslo tarybos nariu; institute lankési Kijevo technologijos universiteto prof. E. N. Pysmennyj. Kaip ir kasmet institute buvo ginamos Valstybės finansuojamų darbų ataskaitos.

Gruodžių institute įvyko ENSTI kurssai *Regulatory framework for decommissioning of Nuclear Facilities*, lankési LR užsienio reikalų ministerijos ir MITA atstovai, Varpo gimnazijos mokiniai, pasirašyta UAB VAE SPB ir Lietuvos energetikos instituto bendradarbiavimo sutartis, įvyko Latvijos ir Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programos projekto HOTRISK baigiamasis seminaras *Mišrios zonas ir vandens kokybė*.

Institutas taip pat buvo apdovanotas Lietuvos pramonininkų konfederacijos organizuojamo konkurso *Lietuvos metų gaminys 2014* aukso medaliu už *Darbų kompleksą užtikrinančią taršos mažinimą UAB Vilniaus energija termofikacinėje elektrinėje Nr. 2*.

NACIONALINIO ATVIROS PRIEGOS ATEITIES ENERGETIKOS TECHNOLOGIJŲ MOKSLO CENTRO (NAPC AETMC) INFRASTRUKTŪROS INDÉLIS

Sėkmingas ES struktūrinių fondų lėšų panaudojimas sudarė sąlygas institute suformuoti lygiavertę Europos Sąjungos šalių mokslo centrams tyrimų ir eksperimentinės plėtros bazę. Dabar, sustiprinus mokslinių tyrimų infrastruktūrą, Lietuvos verslui yra efektyviau teikiamos paslaugos. Panaudojant naujausią tyrimų techniką Lietuvos energetikos įmonėms buvo pasiūlyti inovatyvūs sprendimai, kurie 2011–2013 m. apdovanoti Lietuvos pramonininkų konfederacijos (LPK) konkurse *Lietuvos metų gaminys*. Taip pat ir 2014 m. kartu su Vilniaus termofikacine elektrine Nr. 2 įgyvendintam projektui *Darbų kompleksas, užtikrinantis taršos mažinimą UAB Vilniaus energija termofikacinėje elektrinėje Nr. 2* buvo suteiktas LPK konkurso *Lietuvos metų gaminys 2014* aukso medalis. Panašūs sprendimai ir toliau diegiami kitose įmonėse, siekiančiose efektyviau sudeginti kurą ir mažiau teršti aplinką.

Efektyvus naujos mokslinės įrangos ir jau buvusios tyrimų infrastruktūros panaudojimas leido institutui sėkmės dalyvauti ES 7-tosios Bendrosios programos projektuose 2010–2013 m. Iš viso buvo vykdomi 24 projektai (sėkmės rodiklis siekia 36 %). Labai tikėtina, kad naujoje programoje *Horizontas 2020* institutas pasirodys sėkmingiau. Vien tik 2014 m. kartu su partneriais jau pateikta 23 projektų paraiškos, iš kurių net 7 projektai yra finansuojami, 1-ame projekte institutas yra koordinatorius.

Pastaraisiais metais jau yra sukurtos naujos technologijos ir gaminiai, kurie tolimesniams diegimui praktikoje laukia suinteresuotų verslo įmonių:

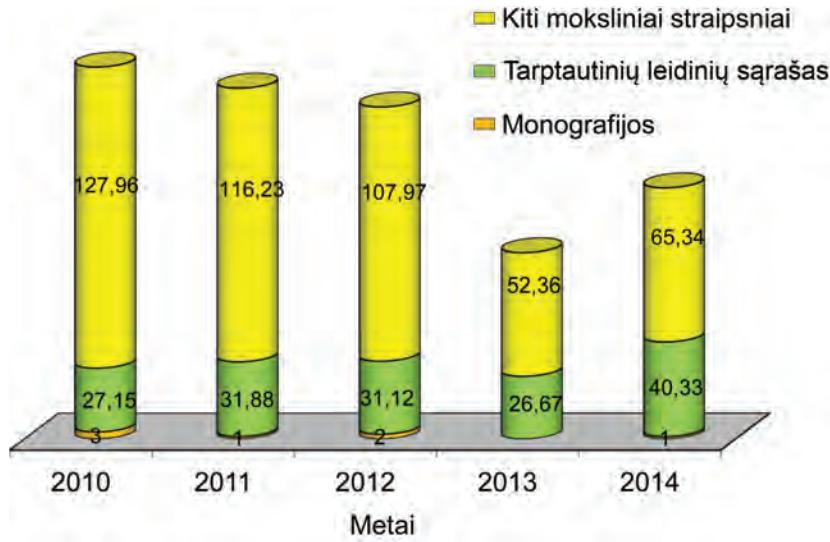
a) biomasės ir atliekų dujinimo įrenginių, skirtas gaminti žemo kalorinumo degišias dujas, siekiant pakeisti gamtines dujas šilumos ir elektros gamyboje; b) metalų ir jų lydinių hidrinimo technologija; c) metalų oksidų plaušo katalizinis reaktorius; d) branduolinių jégainių eksploatavimo nutraukimo ir demontavimo procesų programinė įranga (DECRAD).

Institutas kaip atviros prieigos centras ir toliau aktyviai bendradarbiaus su verslu, įgyvendindamas NAPC AETMC devizo *Inovatyvios technologijos, konsultacijos ir sprendimai energetikai!* nuostatas.

VALSTYBĖS SUBSIDIJOMIS FINANSUOJAMI PROJEKTAI

Institutas 2012 m. pradėjo vykdyti *Ilgalaikės mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programas*, patvirtintas 2012-02-23 LR Švietimo ir mokslo ministro įsakymu Nr. V-323:

- Atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų bei panaudoto kuro tvarkymo procesų tyrimas ir radacinio poveikio analizė.** Programos trukmė: 2012–2016 m., vadovas – prof. habil. dr. P. Poškas.
- Atsinaujinančių išteklių naudojimo efektyviai energijos gamybai ir poveikio aplinkai tyrimas.** Programos trukmė: 2012–2016 m., vadovas – prof. habil. dr. V. Katinas.
- Branduoliniuose ir termobranduoliniuose įrenginiuose vykstančių saugai svarbių procesų moksliniai tyrimai.** Programos trukmė: 2012–2016 m., vadovas – prof. habil. dr. E. Ušpuras.
- Degimo ir plazminių procesų eksperimentiniai bei skaitiniai tyrimai energijos generavimo technologijų iš atsinaujinančio biokuro tobulinimui ir aplinkos taršos mažinimui.** Programos



Mokslinių publikacijų skaičius, įvertinant autorių indėlį

trukmė: 2012–2016 m., vadovai – dr. N. Striūgas, dr. V. Valinčius.

- Energetikos sektorius plėtros ekonominė ir darnumo analizė.** Programos trukmė: 2012–2016 m., vadovas – prof. habil. dr. V. Miškinis.
- Vienfazių ir dvifazių srautų dinamikos, šilumos ir masės pernashos procesų tyrimas.** Programos trukmė: 2012–2016 m., vadovas – dr. R. Poškas.

2014 m. institute buvo vykdoma 13 valstybės subsidijomis finansuojamų darbų. 6 darbai buvo užbaigtai ir apginti:

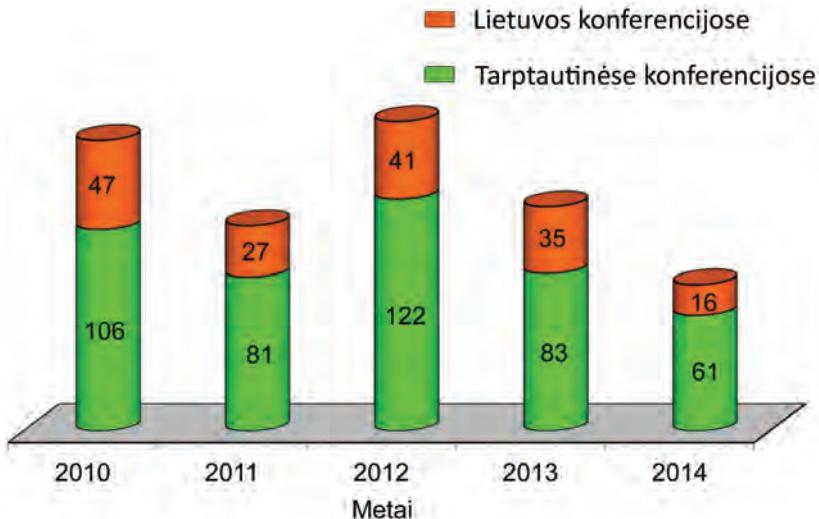
- Besikondensuojančios dvifazės tėkmės greičių lauko tyrimas horizontaliame stačiakampiaiame kanale** (darbo vadovas dr. M. Šeporaitys).
- Vėjo ir saulės energijos panaudojimo intensyvinimo ir plėtros galimybių Lietuvoje tyrimai** (darbo vadovas dr. M. Marčiukaitis).
- Naujos kartos šilumos siurblių panaudojimo šilumos gamybai tyrimas** (darbo vadovas dr. R. Škėma).
- Mg-Ti metalų hidridų, skirtų energijos saugojimui, sintezė bei charakterizavimas** (darbo vadovas dr.

D. Milčius).

- Anglies dangų sintezė argono-acetileno ir argono-vandenilio-acetileno plazmoje ir jų savybių tyrimas** (darbo vadovas dr. L. Marcinauskas).
- Ypatingos svarbos energetikos infrastruktūrų tikimybinių vertinimo metodų kūrimas** (darbo vadovas prof. habil. dr. J. Augutis).

2014 m. vykdytos Nacionalinės mokslo programos Ateities energetika projektai:

- Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas. ATE-02/2012.** Projekto vadovas dr. V. Valinčius.
- Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas. ATE-04/2012.** Projekto vadovas dr. S. Rimkevičius.
- Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas. ATE-06/2012.** Projekto vadovas prof. habil. dr. J. Augutis.
- Organinių atliekų konversija vandens garo plazmoje mažinant aplinkos taršą. ATE-10/2012.** Projekto vadovas dr. V. Grigaitienė.



Pranešimų konferencijose skaičius, įvertinant autorų indėlį

Taip pat vykdyta ilgalaikė institucinė Ekonomikos mokslinių tyrimų programa 2012–2014 metams *Lietuvos ekonomikos ilgalaikio konkurencingumo iššūkiai*. LEI dalies projekto vadovas prof. habil. dr. Valentinas Klevas.

TARPTAUTINIAI PROJEKTAI

2014 m. vykdyti **27** tarptautinių programų projektai, tarp jų:

ES programos *Horizontas 2020* projektas *Veiklų, numatytyų Kelrodyje į branduolių sintezę, įgyvendinimas Horizon 2020 laikotarpyje per Jungtinę EUROfusion konsorciumo narių programą* (Implementation of activities described in the Roadmap to Fusion during Horizon 2020 through a Joint programme of the members of the EUROfusion consortium). Instituto atstovas – prof. habil. dr. E. Ušpuras.

Dešimt 7-osios Bendrosios Programos projektų:

- Medžiagų bandymas ir normos** (MATERIALS TESTING AND RULES (MATTER)). Instituto atstovas – dr. G. Dundulis.
- Nanotechnologijomis sustiprinta aplinkai palanki ekstrūdinė sluoksniuota armuota plaušu**

- Lietuvos konferencijose
- Tarptautinėse konferencijose

a platform for enhanced societal research related to nuclear energy in Central and Eastern Europe, PLATENSO). Instituto atstovas – prof. habil. dr. P. Poškas.

- Branduolinės energijos kogenracijos pramonėje iniciatyva – mokslinių tyrimų ir plėtros koordinavimas** (Nuclear Cogeneration Industrial Initiative – Research and Development Coordination, NC2I-R). Instituto atstovas – dr. S. Rimkevičius.
- Išteklius efektyviai naudojantys miestai, įgyvendinantys pažangius išmanaus miesto sprendimus** (Resource Efficient cities implementing Advanced smart city solutions (READY)). Instituto atstovas – dr. R. Gatautis.
- Regionų pajėgumų, plėtojant naujus reaktorius, integruotas vertinimas** (Assessment of Regional Capabilities for new reactors Development through an Integrated Approach, ARCADIA). Instituto atstovas – dr. E. Urbonavičius.

Europos tyrimų erdvė

LEI mokslininkai 2007–2014 m. sėkmingai vykdė šių tarptautinių programų projektus:

- Programa *Horizontas 2020* – 1;
- 6 Bendroji programa – 12;
- 7 Bendroji programa – 23;
- Pažangi energetika Europai – 28;
- TATENA – 10;
- COST programa – 11;
- EUREKA programa – 3;
- Šiaurės šalių energetikos programa (NERP) – 2;
- Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. programa – 3;
- Pietų Baltijos bendradarbiavimo persieną 2007–2013 m. programa – 1;
- Latvijos-Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programa – 1;
- Leonardo da Vinci programa – 1.

DOKTORANTŪRA

Lietuvos energetikos institutas kartu su universitetais rengia mokslininkus doktorantūroje:

- technologijos mokslų energetikos ir termoinžinerijos kryptyje (06T) – su Kauno technologijos universitetu;
- technologijos mokslų aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos kryptyje (04T) – su Kauno technologijos universitetu ir Aleksandro Stulginskio universitetu;
- socialinių mokslų ekonomikos kryptyje (04S) – su Kauno technologijos universitetu ir Klaipėdos universitetu.

1992–2014 m. doktorantūrą baigė 92 doktorantai (iš 107 išstojusių), disertacijas apgynė – 63. 2014 m. į doktorantūrą priimti 9 doktorantai, baigė doktorantūrą 4, disertacijas apgynė 5 LEI doktorantai.

2014 m. apgintos daktaro disertacijos:

- birželio 16 d. – *Aeracijos reiškinio oro ir vandens sandūroje teorinis ir eksperimentinis tyrimas* (02P) **Adelė Vaideliénė** (Hidrologijos lab.). Mokslinis vadovas prof. habil. dr. A. Galdikas (KTU);

- birželio 30 d. – *Geologiniame atliekyne susidarančių duju sklidos tyrimas* (06T) **Darius Justinavičius** (Branduolinės inžinerijos problemų lab.). Mokslinis vadovas prof. habil. dr. P. Poškas;
- rugsėjo 19 d. – *Energetikos sistemos trikdžių įtakos energetiniams saugumui tyrimas* (06T) **Linas Martišauskas** (Branduolinių inžinerinių saugos lab.). Mokslinis vadovas – prof. habil. dr. J. Augutis;
- spalio 14 d. – *Termohidrodinaminų procesų tyrimas vandens*

garo plazmoje ir jos taikymas organinių medžiagų konversijai (06T) **Andrius Tamošiūnas** (Plazminių technologijų lab.). Mokslinis vadovas – dr. V. Valinčius;

- lapkričio 7 d. – *Tekėjimo režimo ir fizikinių savybių įtakos duju ir skysčių mechaninių debito matuoklių charakteristikoms tyrimas* (06T) **Eugenijus Maslauskas** (Šilumininių įrengimų tyrimo ir bandymų lab.). Mokslinis vadovas – habil. dr. A. Pedišius;
- lapkričio 28 d. – *Termohidraulinių*



Dr. A. Vaideliénė



Dr. D. Justinavičius



Dr. L. Martišauskas



Dr. A. Tamošiūnas



Dr. E. Maslauskas



Dr. T. Kaliatka

procesų, vykstančių branduolių sintezės įrenginiuose šilumnešio pradimo atveju, tyrimas (06T) **Tadas Kaliatka** (Branduolinių įrenginių saugos lab.). Mokslinis vadovas – prof. habil. dr. E. Ušpuras.

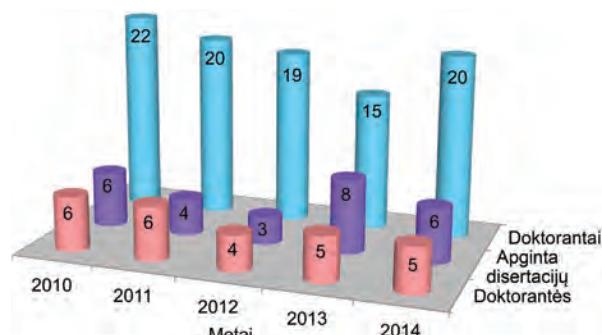
2014 m., kaip ir kasmet, buvo surengtas **Aktyviausių jaunųjų mokslininkų ir doktorantų konkursas**, kurio metu įvardijami ir skatinami doktorantai bei jaunieji mokslininkai per einamuosius kalendorinius metus aktyviai dalyvavę LEI JMS veikloje, konferencijose, publikavę daug mokslinių darbų, dalyvavę mokymuose, sėkmingai laikę egzaminus ir pan. Konurso metu surinkti duomenys taip pat padeda vystesiems kolegoms išrinkti jaunimo astovus į Lietuvos mokslo akademijos rengiamus konkursus. Aktyviausiais 2014 m. doktorantais tapo:

- pirmųjų metų – Andrius Gediminskas;
- antrųjų metų – Giedrius Gecevičius;
- trečiųjų metų – Rolandas Paulauskas;
- ketvirtųjų metų – Lina Murauskaitė.

Priėmimas į LEI doktorantūrą vyksta liepos mėn. pirmomis dienomis, likus laisvų vietų – rugpjūtį.



Doktorantų pasiskirstymas pagal mokslo kryptis



Doktorantų ir apgintų disertacijų skaičius



Ketvirtųjų metų aktyviausią doktorantę Liną Murauskaitę Seniųjų metų karnavalų metu sveikina LEI direktorius dr. S. Rimkevičius

Doktorantūros studijų metu yra galimybė dalyvauti tarptautiniuose projektuose, stažuotis užsienio mokslo centrose, dalyvauti tarptautinėse konferencijose.

Daugiau informacijos apie instituto doktorantūros studijas galite rasti instituto interneto puslapje <http://www.lei.lt>, skyrelyje – Informacija – Doktorantūra.

Kontaktinis asmuo:
Jolanta Kazakevičienė
Studijų administratorė
Tel. (8 37) 401 809
El. paštas Jolanta.Kazakeviciene@lei.lt

ŠILUMINIŲ ĮRENGIMŲ TYRIMO IR BANDYMŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS 2014 M. MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR TAIKOMUJŲ DARBU KRYPTYS IR REZULTATAI

2014 m. laboratorija vykdė svarbius Lietuvos pramonei, verslui ir mokslui darbus, aktyviai bendradarbiavo su užsakovais, atsižvelgdama į bendras mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros tendencijas kitose Europos Sąjungos šalyse, plėtojo valstybinius skysčių ir dujų srautų etalonus bei matavimų paslaugas, taip pat, plėtė mokslinius tyrimus ir kūrė eksperimentinę bazę perspektyviems įvairių rūšių biokuro tyrimams ir jo praktiniam panaudojimui.

MOKSLINIAI TYRIMAI IR EKSPERIMENTINĖ PLĖTRA

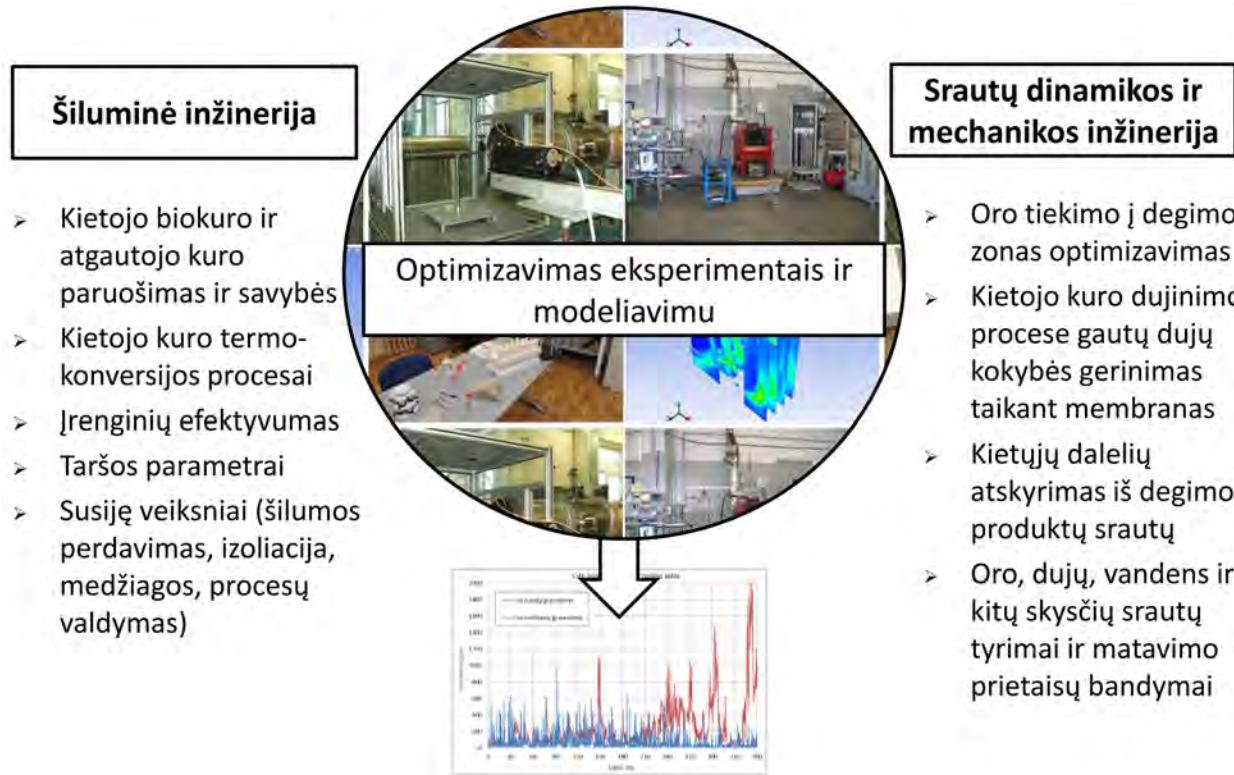
Svarbiausiu įvykiu reikėtų laikyti esminj mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros nukreipimą aktualiemis uždaviniam, suformuluotiems naujoje 2013–2015 m. tematikoje *Dujų srautų maišymosi ir jų sąveikos su struktūruizuotais paviršiais tyrimas siekiant efektyviai ir mažiausiai teršiant aplinką panaudoti biokurą šiluminiuose įrenginiuose*, spręsti:

- ištirti oro, tiekiamo į degimo zonas mažos galios šiluminiuose įrenginiuose, maišymosi procesus, siekiant nustatyti optimalias sąlygas, kurios užtikrintų efektyvų kietojo kuro (ir biokuro) sudėgimą bei minimalias emisijas į aplinką;
- ivertinti ir apibendrinti kietojo biokuro, jo mišinių ir atgautojo kuro sudėtį, šiluminingumą ir fizikines savybes bei jų degimo produktų sudėtį;
- pagerinti biokuro ir atgautojo kuro degumo savybes arba gauti naujas medžiagas taikant terminio apdorojimo technologijas;

- ištirti kietujų dalelių ir nedegiujų komponenčių atskyrimą iš degimo dujų bei dujų, gautų dujinant biokurą, taikant perspektyvias technologijas;
- plėtoti srautų mikrokanaluose dinamikos tyrimus;
- išplėtoti sukurtoje įrangos ir metodų įvairių medžiagų pralaidumui tirti ir srautų struktūrai vizualizuoti taikymą kitų sričių moksliniams ir taikomiesiems uždaviniam sprendti.

Tai lėmė pagal projektą *Nacionalinio atviros prieigos Ateities energetikos technologijų mokslo centro sukūrimas* įsigytą šiuolaikiška srautų struktūros ir pernašos procesų tyrimo aparatūra ir sukonstruoti nauji eksperimentiniai įrenginiai. Ši tematika taip pat buvo plėtojama vykdant tyrimus pagal ankstesniais metais pradėtus ir vykdytus šiuos projektus bei programas:

- Lietuvos mokslo tarybos remiamą projektą *Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas* (BIO-KONVERS), vykdytą 2012–2014 m. trijų instituto laboratorijų;
- Europos socialinio fondo agentūros remiamus projektus: *Inovatyvios terminio skaidymo technologijos kūrimas ir pritaikymas vandenvalos nuotekų dumblo utilizavimui* (INODUMTECH), projekto kodas Nr. VP1-3.1-ŠMM-10-V-02-009; *Įvairių rūšių paruošto biokuro, gaminamo iš žemės ūkio atliekų ir perdirbimo produktų, savybių bei šio kuro panaudojimo mažos ir vidutinės galios šildymo įrenginiuose tyrimai* (AGROBIOATENA), projekto kodas Nr. VP1-3.1-ŠMM-10-V-02-011;
- 2012–2016 m. ilgalaikės programos: *Vienfazių ir dvifazių srautų dinamikos, šilumos ir masės pernašos procesų tyrimas*, sprendžiant 3 uždavinius,



1 pav. Laboratorijos moksliinių ir taikomųjų darbų kryptys ir sritys

- ir *Atsinaujinančių išteklių naudojimo efektyviai energijos gamybai ir poveikio aplinkai tyrimas*, sprendžiant 2 uždavinius;
- Ūkio plėtros ir konkurencingumo didinimo programą, kuri apima kasmet planuojamus ir vykdomus MTEP darbus pagal LRV įgaliojimus išlaikyti keturių skysčių ir duju tūrio, debito ir greičio vienetų valstybės etalonų bazę ir užtikrinti tinkamą jos veikimą bei svarbių energetinių išteklių srautų apskaitą ir susietų dydžių matavimo tikslumą, atsižvelgus į Lietuvos ūkio, verslo ir mokslo poreikius bei tarptautinių mainų keliamus reikalavimus.

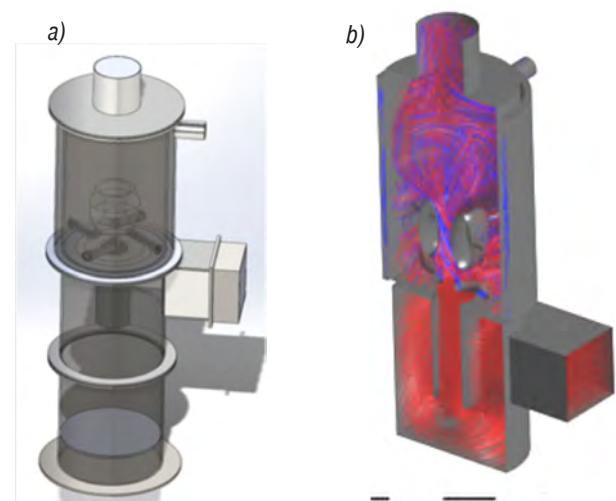
Tokiu būdu laboratorija vykdė moksliinių tyrimų ir tai- komuosius darbus dviejose kryptyse (1 pav.) – energetika ir temoinžinerija bei matavimų inžinerija, pastarojoje daugiausiai dėmesio skiriant skysčių ir duju srautų dinamikai ir jų matavimams tirti.

SVARBIAUSIEJI 2014 M. REZULTATAI VYKDANT MTEP:

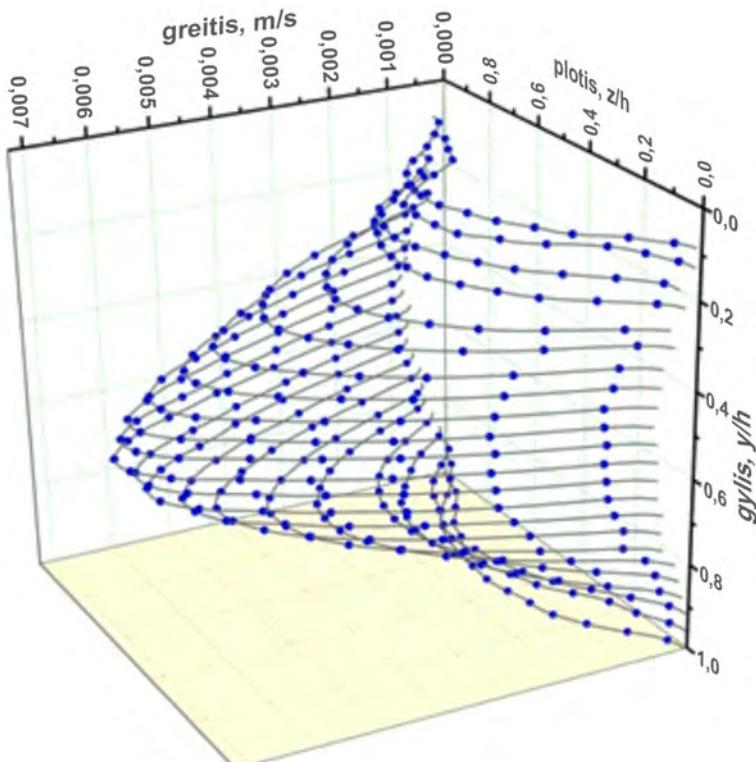
- mažos galios biokuru kūrenamų įrenginių tyrimams vykdyti sukurtas biokuro granulių dujinimo įrenginio prototipas (2 pav.), kurio konstrukcija leidžia jį panaudoti įvairių rūsių biokuro deginimo efektyvumo ir taršos mažinimo uždaviniams tirti. Sudaryta

skaitinio modeliavimo programa, apjungianti srautų dinamikos, energijos pernašos ir cheminių reakcijų lygtis, srautų dinaminiams ir šiluminiam parametrams skaičiuoti. Pradiniai rezultatai parodė, kad ji gali būti efektyviai panaudota tiriant, konstruojant ir tobulinant įrenginius, skirtus biokurui deginti su mažiausiomis emisijomis į aplinką;

- užbaigtai konstruoti 3 eksperimentiniai įrenginiai srovių maišymuisi ir plitimui, duju pralaidumui per



2 pav. a) eksperimentinis biokuro granulių dujinimo/deginimo įrenginys; b) duju bei antrinio oro srautų maišymosi modeliavimo vaizdas įrenginyje



3 pav. Greičio profiliai stačiakampio skerspjūvio kanale ($0,5 \times 0,5$) mm 2 , išmatuoti μ PIV sistema

membranas ir tekėjimams mikrokanaluose (3 pav.) tirti, taikant neinvazinius lazerinius anemometrus ir greičio matavimo sistemas, pagrįstas dalelių judėjimo vizualizacija. Atlirktyti tyrimų rezultatai patvirtinti palyginimais su teoriniaisiais skaičiavimo rezultatais ir esamais kitų tyrelių eksperimentiniais rezultatais, ir teikia plačias galimybes vykdyti perspektyvius tekėjimo kanaluose ir srovių plitimo dinamikos tyrimus.

KITI SVARBIAUSIEJI TAIKOMIEJI DARBAI IR PASLAUGOS:



4 pav. J.m.d. A. Bončkus Marijampolės šilumos tinklų katilinėje atlieka matavimus, siekiant nustatyti nebalanso priežastis

- dėl suskystintų gamtinių dujų (SGD) terminalo Klaipėdoje paskyrimo eksploatuoti pagal AB *Klaipėdos nafta* ir LR energetikos ministerijos užsakymus atlikta gamtinių dujų kokybės studija ir jos patikslinimai; parengtos matavimo priemonių tipo įvertinimo ataskaitos, skirtos dujų tūrio perskaiciavimo įtaisams FC1 (ELSTER) ir Flow-X (SPIRIT IT B.V) bei dujų chromatografui EnCal 3000 įtraukti į LR matavimo priemonių registrą; atlikta iki 50 šių įtaisų pirminių patikrų, juos sumontavus Lietuvos dujų ūkio skirstymo stotyse;
- parengtos ir įteisintos dvi naujos UAB *Sanotech* matavimo ir nuotolinio duomenų perdavimo sistemų SUPERCOM ir IZAR patikros metodikos, atliekant jų atitinkties tipui įvertinimą. AB *Kauno energija* užsakymu atlikta 125 šilumos skaitiklių nuotolinių duomenų perdavimo sistemų pirminė atrankinė patikra įvairios paskirties objektuose;
- pagal UAB *Litesko* užsakymą atliktas debitmačių, sumontuotų magistraliniuose termofikaciniu vandens tiekimo ir grąžinimo 400 mm skersmens vamzdynuose, kalibravimas dviejų spindulių neinvaziniu ultragarsiu srauto matuokliu SITRANS FUE1010 (4 pav.), siekiant išsiaiškinti šilumos tiekimo nebalanso priežastis;

- laboratorija akredituota ir paskelbta LR ūkio ministerijos matavimo sistemų, skirtų nerertraukiamam ir dinaminiam skysčių, išskyrus vandenį, kiekui matuoti, atitinkai Matavimo priemonių techninio reglamento (Europos Parlamento ir Tarybos Direktivos 2004/22/EB) reikalavimams vertinti pagal D modulį. Tai gerokai paspartins Lietuvos gamintojų gaminamų šilumos ir vandens skaitiklių atitinkies vertinimus ir sumažins jų išlaidas;
- atliktas Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos naujo Eiffel tipo oro greičio įrenginio WK 832040-E, pagaminto Vokietijoje WESTENBERG Engineering, kalibravimas prieš pradendant jį eksplloatuoti;
- laboratorijos, kaip sudedamosios atviros prieigos *Atsinaujinančios ir alternatyvios energetikos centras* dalies, veikla 2014 m. plėtėsi uždavinių, susietų su biokuro panaudojimo procesų moksliniais ir taikomaisiais tyrimais, link. Gerokai išsiplėtė užsakovams teikiamų paslaugų apimtys.

Lėšos, skirtos už atliktus taikomuosius tyrimus pagal projektus, taikomuosius darbus ir paslaugas užsakovams, 2014 m. priartėjo prie 0,58 mln. Lt.

VEIKLA TARPTAUTINIAME LYGMENYJE:

- laboratorija, vykdyma nacionalinių etalonų laboratorijos funkcijas, 2014 m. dalyvavo tarptautinės organizacijos EURAMET TK *Srautai* metiniam posėdyje ir rengė bei teikė informaciją apie kokybės vadybos sistemos funkcionavimo rodiklius EURAMET TK *Kokybė*;
- atliki tarptautiniai srautų matavimų palyginimai duju tūrio kintant debitui nuo 20 iki 1000 m³/h srityje pagal EURAMET projektą Nr. 1296, kurį organizavo CMI (Čekija) ir kuriame dalyvavo 12 Europos šalių nacionaliniai matavimų institutai, ir oro greičio nuo 0,05 iki 1 m/s srityje pagal EURAMET projektą Nr. 1225, kurį organizavo BEV (Austrija) ir kuriame dalyvavo 7 Europos šalių nacionaliniai matavimų institutai;
- palaikyti kontaktai su tarptautinius palyginimus vykdančiomis laboratorijomis, lankytos Italijos INRIM instituto ir Lenkijos Gdansko technikos universiteto laboratorijos, bendradarbiauta organizuojant BEV (Austrija) inicijuotą EURAMET projektą Nr. P1 312 *Development of a guide on air speed calibration of solid anemometers*, kuriame dalyvautų 7 Europos šalių nacionaliniai matavimų institutai.

VEIKLOS REZULTATŪ PRIPĀŽINIMAS IR PUBLIKAVIMAS:

- 2014 m. baigus reorganizuoti Valstybinę metrologijos tarnybą, Lietuvos energetikos institutas įgavo paskirtojo instituto statusą decentralizuoto Lietuvos nacionalinio metrologijos instituto sudėtyje. 2014 m. gruodžio 10 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu Nr. 1400 patvirtintos naujos keturių valstybinių etalonų matavimo ir kalibravimo galimybės;
- organizuoti seminarai: *Bioenergy promotion* projekto seminaras *Biokuro plėtros perspektyva Lietuvoje – nauda ir grėsmės*, 2014-01-16, kuriame dalyvavo ir Berlyno Freie universiteto Politinių ir socialinių mokslo departamento Aplinkosaugos politikos tyrimų centro mokslininkas Michael Krug; 2014-10-30 – VERSLO IR MOKSLO FORUMO *Inovacijų ir mokslinių tyrimų bei eksperimentinės plėtros rezultatų diegimas – NEP proveržio garantas* metu pristatytas stendinis pranešimas apie laboratorijoje atliekamų pagrindinių paslaugų spektrą komerciniams subjektams bei pristatytas vandens srauto matuoklių DN100-DN500 kalibravimo įrenginio projekto pasiūlymas;
- laboratorijoje lankėsi Lietuvos Respublikos energetikos ministras J. Neverovičius, Lietuvos užsienio reikalų ministerijos ir MITA, Prancūzijos ambasados, LR švietimo ir mokslo ministerijos, NATO Energetinio saugumo kompetencijos centro, asociacijos LITBIOMA (5 pav.) ir asociacijos *Santakos slėnis* valdybos atstovai;



5 pav. Asociacijos LITBIOMA atstovai laboratorijoje

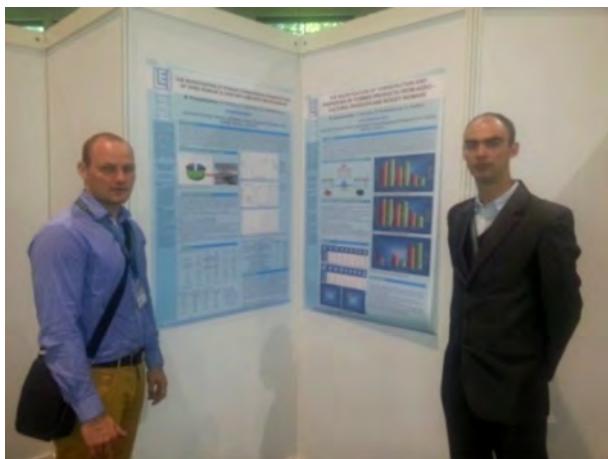
- disertacijų gynimas ir rengimas: 2014 m. lapkričio 7 d. E. Maslauskas apgynė daktaro disertaciją **Tekėjimo režimų ir fizikinių savybių įtakos duju ir**

skysčių mechaninių debito matuoklių charakteristikoms tyrimas (6 pav.); A. Tonkonogovo disertacinius darbas pateiktas jungtiniam KTU/LEI doktorantūros komitetui ir numatomas ginti 2015 m. pradžioje; studijas doktorantūroje pradėjo doktorantas M. Praspaliauskas, o doktorantai M. Valantinavičius ir T. Vonžodas jas tėsė;



6 pav. E. Maslausko disertacijos gynimas

- dalyvavimas tarptautinėse konferencijose: *21st European Biomass Conference and Exhibition*, Kopenhagoje, Danijoje; *7th St. Gallen International Energy Forum IEF*. 2014 m. lapkričio 27–28 d. Šveicarijoje; *22nd European Biomass Conference and Exhibition*, 2014 m. birželio 23–26 d. Hamburge, Vokietijoje (7 pav.); *WASET International Conference on Fluid Mechanics*, 2014 m. gruodžio 22–23 d. London, JK;



7 pav. Doktorantai M. Praspaliauskas ir M. Valantinavičius konferencijoje Hamburge

- svarbiausios paskelbtos publikacijos arba pateiktos publikuoti:
Praspaliauskas M., Pedišius N., Gradeckas A. Heavy metals (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn) concentration in stemwood of energetic trees fertilized with sewage sludge. *Pateikta į žurnalą Ecological Engineering*; Praspaliauskas M., Pedišius N. Investigation of characteristics and use possibilities of sewage sludge in Lithuania's wastewater treatment plants. *Pateikta į žurnalą Science of the Total Environment*; Maslauskas E., Pedišius N., Zygmantas G. Investigation of liquid viscosity influence on flow rate measurement by rotary vane meters. *Mechanika*. ISSN 1392-1207. 2014. Vol. 20, No. 2, p. 158–164;
- apdovanojimai:



2014-01-10 laboratorijos v. m. d., dr. Nerijui Pedišiui įteiktas Lietuvos inžinerinės pramonės asociacijos (LINPRA) Garbės ženklas;



2014-04-14 vyriaus. m. d.,
habil. dr. Antanas Pedišius
apdovanotas Pasaulio energetikos Lietuvos
komiteto Lietuvos energetikų garbės ženklu.

Dr. Nerijus PEDIŠIUS
Šiluminiai įrengimų tyrimo ir bandymų
laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 863
El. paštas Nerijus.Pedisius@lei.lt

DEGIMO PROCESŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS MOKSLINIŲ TYRIMŲ KRYPTYS:

- degimo procesų efektyvumo didinimas;
- teršalų į atmosferą skleidimo mažinimas;
- degiklių, kuro išpurškimo įrenginių kūrimas ir tobulinimas;
- kietujų kaloringų atliekų terminio skaidymo ir dujofikavimo tyrimai;
- granuliuotų terpių ir daugelio dalelių sistemų skaitinis modeliavimas;
- poveikio aplinkai vertinimas.

Degimo procesų tyrimai atliekami kuro taupymo, aplinkos taršos mažinimo ir medžiagų terminio nukenksminimo srityse.

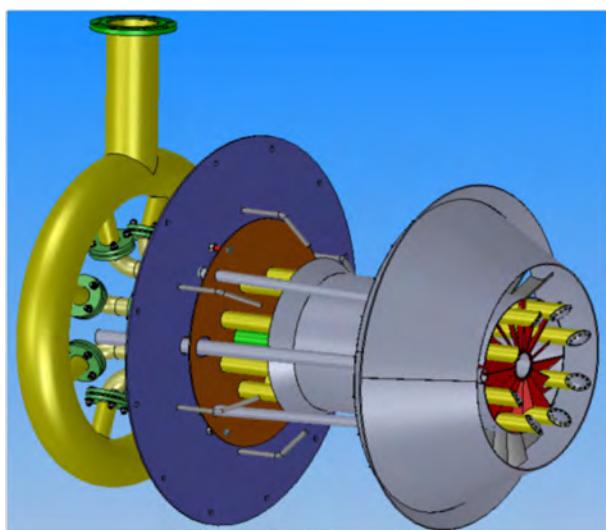
AZOTO OKSIDŲ MAŽINIMAS DEGINANT GAMTINES DUJAS SU „IŠEINANČIU“ DŪMŲ RECIRKULACIJA

Direktiva 2010/75/ES *Dėl pramoniinių išmetamųjų teršalų (taršos) integruotos prevencijos ir kontrolės*, numato griežtesnius, nei šiuo metu galiojantys, aplinkos apsaugos ir taršos reikalavimus, įsigaliosiančius nuo 2016 m. sausio 1 d., ypač susijusius su į aplinką išmetamų teršalų kiekijų sumažinimu. Deginant dujas nuo 2016 m., normos azoto oksidams (NO_x) griežtės 3,5 karto – nuo 350 iki 100 mg/nm³. Deginant mazutą nuo 2016 m. normos azoto oksidams (NO_x)

griežtės 2,7 karto (nuo 400 iki 150 mg/nm³); sieros oksidams (SO_2) – 8,5 karto (nuo 1700 iki 200 mg/nm³); kietosioms dalelėms – 2,5 karto (nuo 50 iki 20 mg/nm³). Tai sudėtingas uždavinys esamiems deginimo įrenginiams: arba keisti esamus degiklius naujais mažų azoto oksidų, arba diegti antrines azoto oksidų mažinimo priemones. Siekiant sumažinti NO_x koncentraciją, degimo zonose būtina išvengti maksimalių degimo fakelo temperatūrų (1500–1600 °C). Šiuo metu vyrauja deginimo proceso kokybės gerinimas naudojant naujo tipo degiklius su specifine periferinio oro funkcija bei tretinio oro įpūtimu virš liepsnos. Viena paprastesnių naudojamų priemonių yra dūmų recirkuliacija. Dūmų recirkuliacija nevykdė lemiančio pokyčio degimo procese, tačiau ją naudojant galima sumažinti azoto oksidų koncentraciją „išeinančiuose“ dūmuose iki 20–25 %. Norint didesnio

NO_x sumažinimo ir pasiekti 100 mg/nm³, reikia radikalesnių patobulinimų. Nors jau prieš kelis dešimtmečius sukurtos patikimos katalitinio ir nekatalitinio NO_x kieko mažinimo priemonės, tačiau pramonėje jos sunkiai atranda savo vietą dėl didelės investicinės kainos ir sudėtingo proceso valdymo. Šiuo metu pasiūlytas ir kitas metodas, kaip palaipsniui mažinti NO_x susidarymą degimo proceso eigoje: tai papildomas kuro tiekimas į karščiausią liepsnos fakelo zoną. Degimo procesų laboratorijos pasirinktuose tyrimuose naudojamos trys NO_x mažinimo priemonės: dūmų recirkuliacija, lokalus papildomo kuro tiekimas į apatinį degiklį ir perteklinio oro laipsniavimas į viršutinį degiklį apatinio degiklio atžvilgiu. LEI konstrukcijos degikliais nesunkiai buvo pasiekiamą 200 mg/nm³ NO_x ir pagal normatyvą tai buvo priimtinas rezultatas. Tačiau atsiradus nuostatai, kad ateityje teks

NO_x koncentraciją mažinti iki 100 mg/nm^3 , buvo pradėta eksperimentuoti gerinant degimo procesą vandens šildymo ir pramoniniuose katiluose. Degimo procesų laboratorija, užsibrėžus šiuos tikslus, pradėjo vykdyti eksperimentus su stačiakampės pailgos kūryklos katilu, kurio galingumas yra nuo 50 iki 70 MW. Lygiagrečiai atlikti tyrimai ir su specialiai sukonstruotais degikliais D30 vandens šildymo katilui KVGM-100. Nustatyta, kad pastarojo katilo kūrykla yra itin priimtina dujoms deginti: aerodinamika suformuota taip, kad kūryklos erdvėje vyktų dujų recirkuliacija, dėl to užtikrinamas ilgesnis degimo reakcijos kelas. Vandens šildymo katilui KVGM-100 sukonstruoti degikliai, kurie buvo apiforminti standartu D30. Šie degikliai pasižymi dviem pagrindinėm savybėm: centrinio ir periferinio oro srovių atskyrimu ir gamtinių dujų išskirstyta padavimo sistema per 8 purkštuvus aplink centrinių orą su 7 angomis kiekviename purkštuve. Konstrukcija leido sukioti kiekvieną purkštuvą atskirai, siekiant gauti geriausią degimo procesą su minimaliu oro pertekliaus koeficientu bei minimaliomis emisijomis. Šie degikliai iš pat pradžių išsiskyrė kokybišku darbu, todėl buvo atlikti kruopštūs dujų srovių tiekimo derinimai, sudarant režiminę kortelę, jau praėjus keleriems metams po degiklių pirmojo darbo etapo, kai buvo deginamas mazutinas arba dujos. Sukurtų degiklių konstrukcija idealiai atitiko kūryklos geometrijos formą, t. y. liepsnos fakelas nedegino galinio ekrano, liepsna atliko posūkius kūrykloje ir sudegimo laikas buvo maksimaliai ilgas, o CO ir NO_x koncentracijos išmetamuose dūmuose buvo minimalios. Palyginus su kitų katilų degikliais, NO_x emisija buvo daugiau nei ketvirtadaliu mažesnė. Vienoje didžiausių Lietuvoje energetikos įmonių UAB *Vilniaus energija*, kuri eksplotuoja jau minėtą vandens šildymo katilą KVGM-100 su D-30 degikliais, buvo atlikti eksperimentiniai tyrimai, papildomam NO_x mažinti recirkuliujant dūmus. Kadangi šio katilo išmetamuose dūmuose NO_x koncentracija ne didesnė nei 150 mg/nm^3 esant maksimaliam apkrovimui, o kituose didelės galios katiluose NO_x emisija dūmuose siekia iki $200\text{--}250 \text{ mg/nm}^3$, tai papildo-



Degiklio D30 bendrasis vaizdas

mai į oro srautą įpūtus dūmus būtų galima pasiekti naujoje ES direktyvoje nurodytus reikalavimus. Atlirkus eksperimentinius bandymus ir gavus teigiamą rezultatą, būtų išvengta papildomų investicijų NO_x mažinti karbamidu. Ruošiantis šiemis eksperimentams, Degimo procesų laboratorijoje *Fluent* programa modeliuojamas degimas kūrykloje, norint ivertinti galimą NO_x sumažinimo efektą, naudojant dūmų recirkuliaciją. Šiuos rezultatus palyginus su literatūroje pateikiamais duomenimis, ir su rezultatais, gautais AB *Lietuvos elektrinė*, nustatyta, kad realiai 20 % recirkuliacija gamtinių dujų deginimo atvejui NO_x koncentraciją galima sumažinti net iki 30 %. Pažymėtina, kad recirkulacijos dūmai turi būti tiekiami tolygiai, srovėmis visu oro kanalo skerspjūviu į degimui tiekiamo oro srautą bei sumaišomi dar prieš patenkant į degiklius. Atliekant eksperimentinius bandymus dūmai buvo įpučiami prieš oro pūtimo ventiliatorius. Ventiliatoriuje dūmai susimaišydavo su degimui tiekiamu oru. Jau pirmieji matavimai parodė geresnius rezultatus negu buvo tikėtasi ir laukta pagal teorinius skaičiavimus. Eksperimentiniai bandymais nustatyta, kad esant 75 ir 95 % katilo apkrovimui bei naudojant D-30 degiklius, UAB *Vilniaus*



Katilo KVGM-100 degiklių centrinio ir periferinio oro srautų ir gamtinių dujų išdėstymas



VK-5 dūmų recirkuliacijos sistemos ventiliatorius ir dūmtakiai. Raudonai pažymėtos projektavimo ribos ir projekto ribos

energija iki 2016 m. gebės įvykdyti Europos Parlamento ir Tarybos 2010 m. lapkričio 24 d. priimtą direktyvą.



Dūmų recirkuliacijos sistema vandens šildymo katilui Nr. 5 KVGM-100, objektas UAB Vilniaus energija, termofikacinėje elektrinėje Nr. 2 (E-2), Elektrinės g. 2, Vilnius, konkurse *Lietuvos metų gaminys 2014* įvertinta aukso medaliu.

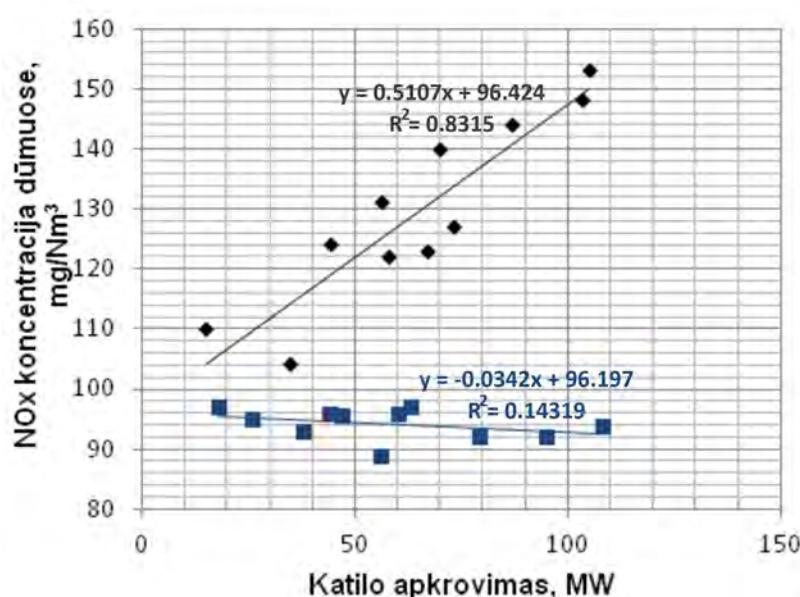
INOVATYVIOS TERMINIO SKAIDYMO TECHNOLOGIJOS SUKŪRIMAS IR PRITAIKYMAS VANDENVALOS NUOTEKŪ DUMBLUI UTILIZUOTI (INODUMTECH)

2014 m. tėsiamas ES struktūrinių fondų finansuojamas Lietuvos 2007–2013 metų laikotarpio Žmogiškųjų ištaklių plėtros veiksmų programos 3 prioriteto *Tyrėjų gebėjimų stiprinimas VP1-3.1-ŠMM-10-V Aukšto tarptautinio lygio mokslinių tyrimų skatinimas* projeketas **Inovatyvių terminio skaidymo technologijos sukūrimas ir pritaikymas vandenvalus nuotekų dumblui utilizavimui (INODUMTECH)**.

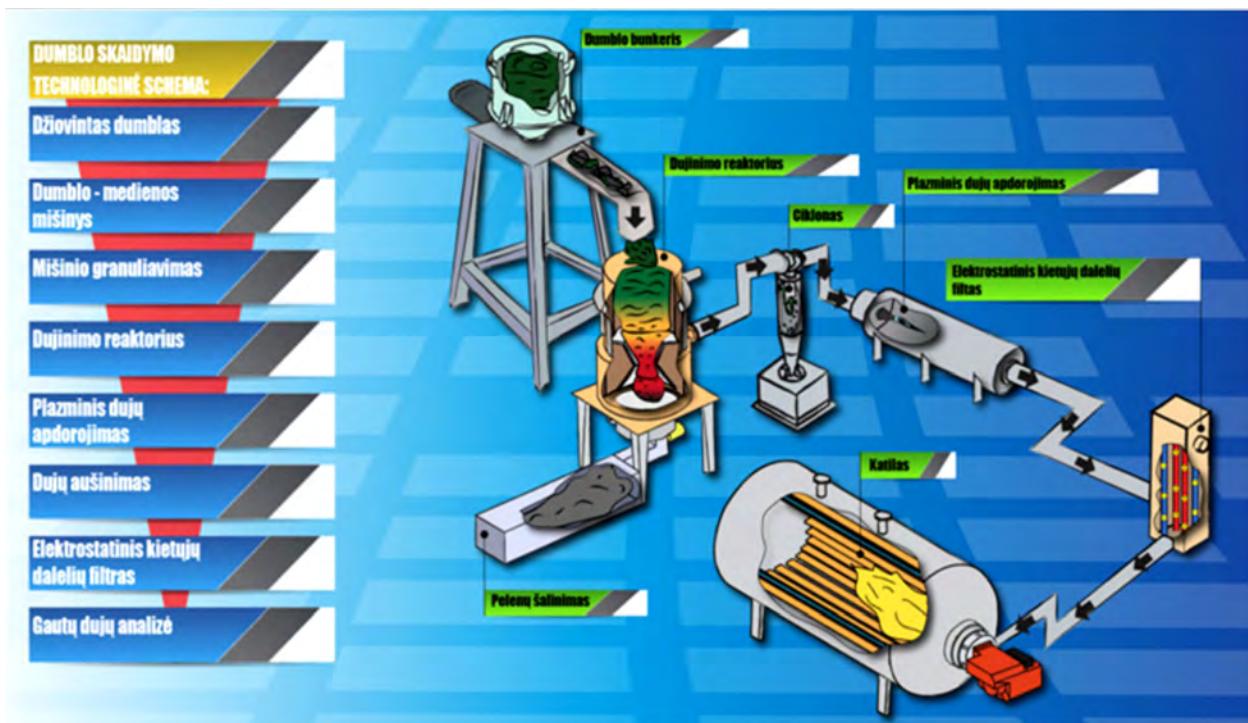


kumas vandenvalus nuotekų dumblo utilizavimui (INODUMTECH). Projektas administruojamas ESFA. Projekto pradžia 2013 m. sausis, trukmė 30 mėnesių t. y. iki 2015 m. liepos. LEI skirta 2,259 mln. litų.

Plečiantis nuotekų surinkimo ir valymo infrastruktūrai, proporciniagai didėja ir nuotekų valymo metu susidarančio dumblo kiekis. Saugojimo aikštélėse sukaupti dideli dumblo kiekiei, kurių tvarkymas iki šiol naudojamais būdais pradeda kelti grėsmę aplinkai ir prieštarauja darnios plėtros principams. Todėl ieškoma efektyvių būdų nuotekų dumblui apdoroti. Viena iš inovatyvių likutinio dumblo utilizavimo technologijų yra jo dujinimas. Taikant šią technologiją, iš dumblu terminio skaidymo metodu išskiriamas vertingas produktas – degiosios dujos, kurios gali būti panaudojamos šilumai ir elektrai gaminti. Dujinimas ne tik leidžia sumažinti susidariusio atliekinio dumblo tūrį, gauti papildomai energijos, bet ir sumažinti aplinkos taršą.



Azoto oksidų koncentracijos kitimų priklausomybė nuo katilo apkrovimo su (mėlyna) ir be (juoda) recirkuliacijos



LEI pagamintas eksperimentinis laboratorinis įrenginys. Pagrindinė jo sudedamoji dalis – dujinimo reaktorius, kuriami vyksta dumblo ir jo mišinių terminis skaidymas 800–1000 °C temperatūroje

Projektas tiesiogiai siejasi su atliekų utilizavimu, atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo plėtra ir ES pagrindiniai energetikos ir aplinkosaugos politikos tikslais: mažinti atliekų susidarymą, didinti energijos tiekimo saugą, sumažinti oro taršą bei šiltinamojo efektaukų sukeliančių dujų emisijas, sustiprinti gaminamos produkcijos konkurencingumą.

LEI darbuotojai sukūrė 100 kW galios eksperimentinį laboratorinį įrenginį, kurio pagrindinės dalys – dujinimo reaktorius (dumbblas ir jo mišinai skaidomi 800–1000 °C temperatūroje) ir plazminė dujų nukenksminimo įranga su pagalbinėmis sistemomis. Plazmos šaltiniui pasirinktas 40 kW galios linijinis atmosferos slėgio plazmos generatorius

su karštu katodu. Atlikti dumblo ir jo mišinio su mediena terminio skaidymo eksperimentiniai tyrimai. Siekiant nustatyti kuro drėgmės, peleningumo, pelenų lydumo ir lakių medžiagų išsiskyrimo dėsningumus bei kuro sudėties įtaką kuro peleningumui, buvo atlikti dumblo ir medienos mišinių terminio skaidymosi tyrimai. Šiemis tyrimams ir bandymams laboratorijoje sukompaktuota visa reikiama įranga, pradedant nuo mišinių granulių paruošimo ir jų kokybės ištirimo iki jų deginimo atskirame eksperimentiniame įrenginyje, aprūpinto visa proceso efektyvumui ir emisijoms į aplinką tirti skirta įranga ir matavimo aparatūra.

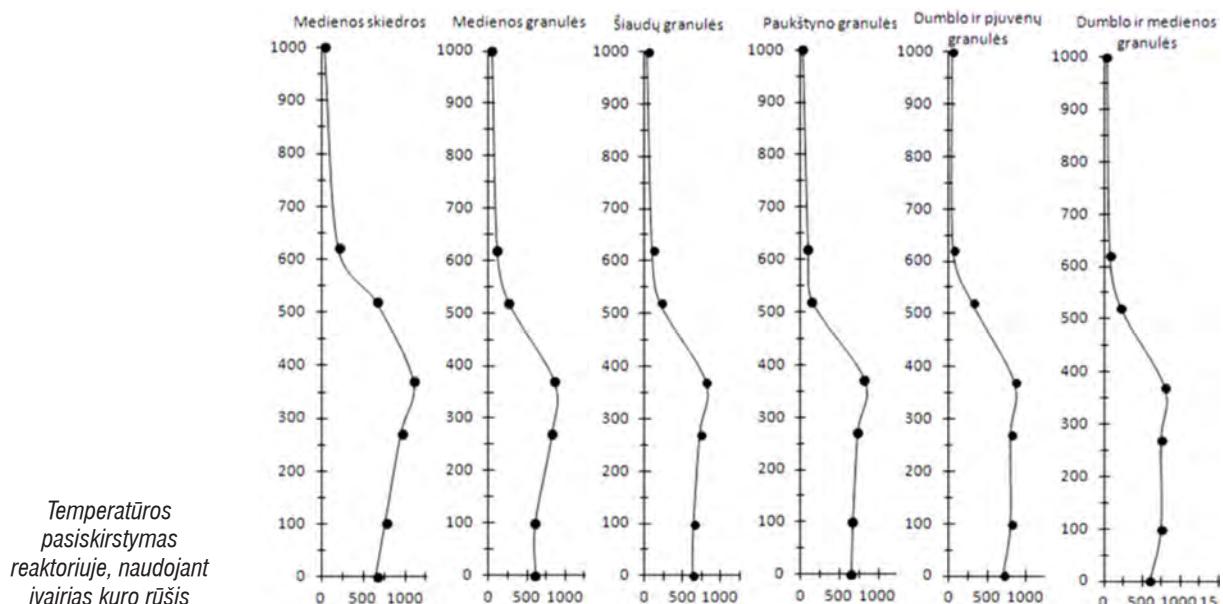
Sukurtas dumblo utilizavimo prototipas plačiai viešinamas siekiant pritraukti galimus Lietuvos ir/ar užsienio investuotojus, suinteresuotus sukurti komercinio dydžio veikiančio prototipą, tinkantį utilizuoti mažuose Lietuvos miesteliuose susidarančius dumblo kiekius.



Dujinimo reaktorius



Tirtos kuro rūšys: A – medienos skiedros (MS); B – medienos granulės (MG); C – šiaudų granulės (SG); D – paukštyno granulės (PG); E – dumblo ir pjuvėnų granulės (DPG); F – dumblo ir medienos granulės (DMG)



Skirtingų kuro rūsių dujinimo palyginimas

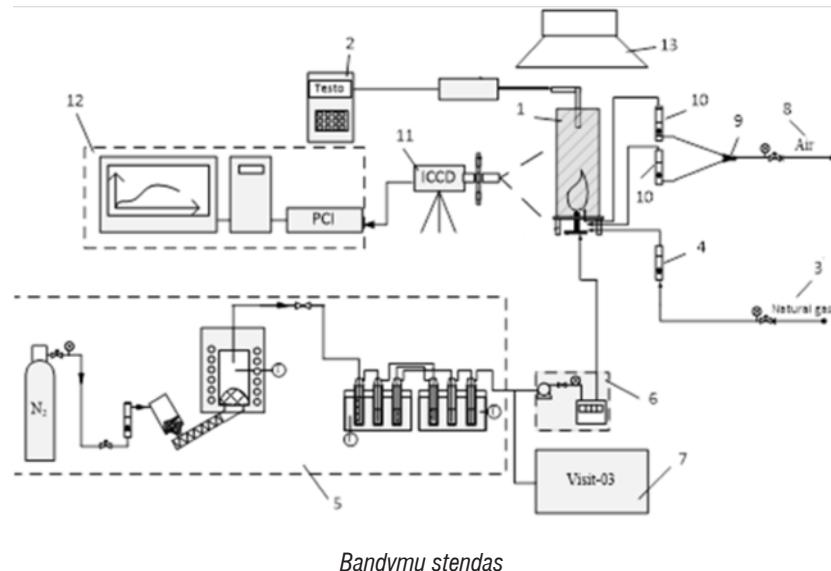
Parametrai	Įvairios medienos skiedros	Spygliuočių granulės	Šiaudų granulės	Paukštyno granulės	Dumblo ir pjuvėnų granulės	Dumblo ir medienos granulės
Kuro srautas, kg/h	63	57	47	30	28	50
Oro srautas, Nm ³ /h:	61	55	49	55	49	57
Pirminis	30	30	30	30	30	30
Antrinis	5	5	5	5	5	5
Tretinis	26	20	14	20	14	22
Oro pertekliaus koeficientas (α)	0,21	0,20	0,29	0,41	0,39	0,24
Dujos, Nm ³ /h	130	122	109	90	87	113
Dujų išeiga, Nm ³ /kg	2,06	2,14	2,32	3,00	3,11	2,26
Vidutinė dujų sudėtis, tūrio %:						
H ₂	16,40	14,01	14,43	14,55	14,00	10,37
CO	22,60	24,27	14,59	17,42	16,40	19,01
CH ₄	4,80	4,12	4,06	1,29	1,05	7,14
C ₂ H ₂	0,11	0,13	0,09	0,07	0,06	0,10
C ₂ H ₆	0,08	0,11	0,06	0,04	0,05	0,08
C ₃ H ₈	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	0,06
CO ₂	11,05	10,26	11,8	13,51	9,20	10,10
N ₂	44,90	47,07	54,96	53,09	59,22	53,14
Žemutinis dujų kaloringumas, MJ/Nm ³	6,50	6,21	4,97	4,32	4,04	6,23
Pelenų išeiga, kg/h	3	6	6	2,5	4	5
Anglies kiekis pelenuose, %	82,10	84,32	55,43	32,41	34,92	42,76
Dervos, g/Nm ³	0,43	3,31	0,41	1,11	1,24	2,15
Dujų greitis, m/s:						
Žiotyse	2,72	2,55	2,28	1,88	1,82	2,37
Redukcijos zonoje	0,51	0,48	0,43	0,35	0,34	0,44
Šaltų dujų efektyvumas, %	82,7	75,1	75,3	80,7	75,4	82,7
Karštų dujų efektyvumas, %	90,4	81,7	83,7	90,8	86,2	89,8
Tūrinis apkrovimas, MW/m ²	19,78	17,68	13,00	9,57	8,85	16,42

OPTINIŲ MIKROMECHANINIŲ JUTIKLIŲ TAIKYMAS TECHNOLOGINIAMS PROCESAMS VALDYTI



2014 m. rugpjūtį baigtas projektas pagal Lietuvos 2007–2013 metų laikotarpio Žmogiškųjų ištaklių plėtros veiksmų programos 3 prioriteto *Tyrėjų gebėjimų stiprinimas VP1-3.1-ŠMM-08-K* priemonę *Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros veiklų vykdymas pagal nacionalinių kompleksinių programų tematikas – Mikrojutikliai, mikrovykdieliai ir valdikliai mechatroniniems sistemoms (GoSmart) VP1-3.1-ŠMM-08-K01-015*, kurį administruoja Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūra. Dviejų metų trukmės projektas pradėtas 2012 m. rugpjūtį. *Go-Smart* projekto vertė 1,83 mln. Lt. Iš jų 94 tūkst. litų skirta LEI.

Tobulinant degimo įrenginių konstrukcijas, reikia atsižvelgti į tai, kad jie turi



Bandymų stendas

veikti aplinkosaugiškai, ekonomiškai ir patikimai esant įvairiems darbo režimams ir naudojant kurą su skirtingomis sudėtimis ir kaloringumu. Šiemis tikslams tinkamiausi yra degimo įrenginiai, automatiškai prisitaikantys prie darbo režimo („protinčių degikliai“). Jų sudėtinė dalis yra aktyvaus valdymo sistema, susidedanti iš liepsnos diagnostikos įrenginio, diagnostinių signalų apdorojimo ir atitinkamų parametrų parinkimo sistemos bei valdymo sistemas, kuri pagal degimo parametrus nustato de-

gliklio darbo režimą (pvz., kuro ir oro debitą ir pan.). Optinio stebėjimo ir valdymo privalumai:

- Nutolusio ir bekontakčio stebėjimo galimybė, todėl palankesnė įrangos darbinė aplinka;
- Neinvazinės tyrimas – nėra įtakos liepsnos struktūrai;
- Greitas veikimas – stebimi procesai pačioje liepsnoje, kurie atispindi optinėje struktūroje.

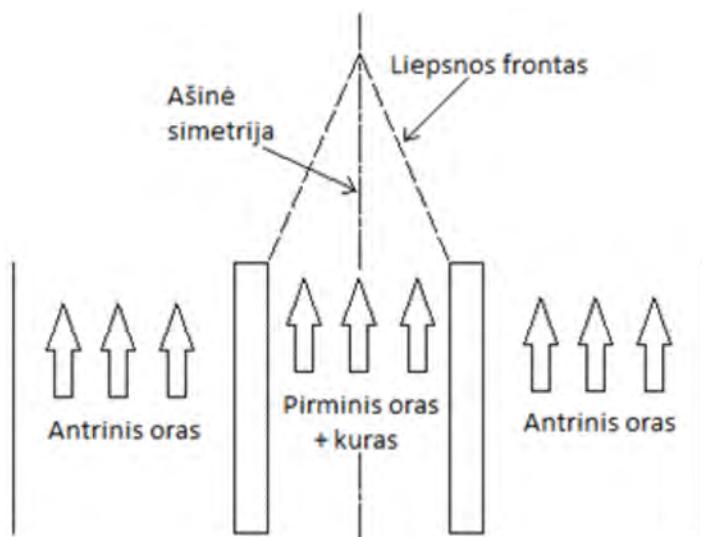
Liepsnos spektroskopiniams tyri-



Laboratorinis degiklis ir kamera liepsnos spektroskopinių vaizdų tyrimui



Liepsnos spekto matavimas skirtinguose taškuose – spektroskopas prijungtas per šviesolaidžius



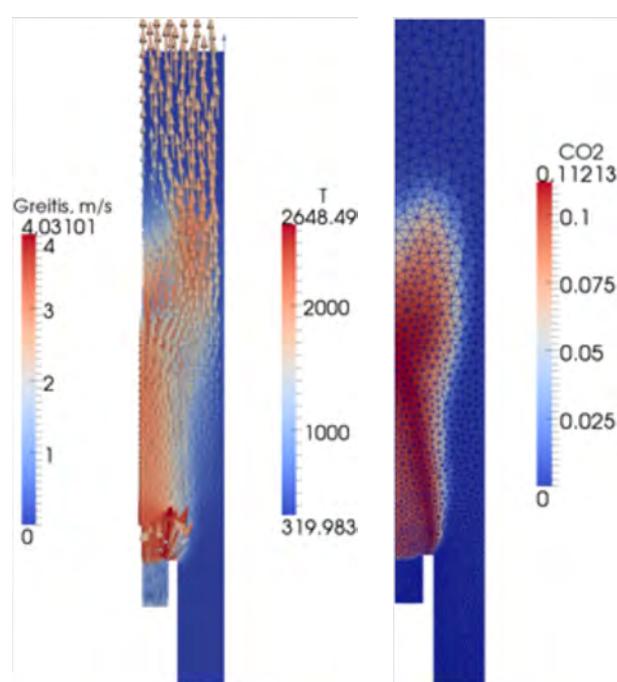
Modifikuoto Bunzeno liepsnos principinė schema

mams atlikti buvo pagamintas bandymų stendas, susidedantis iš specialiai pagaminto modifikuoto degiklio Bunzeno degiklio pagrindu, spektroskopu Andor Shamrock SR303, sujungto su padidinto jautrumo (ICCD) kamera Andor DH734, aprūpinta speciaľių interferencinių filtru rinkiniu atitinkamieems bangos ilgiams, ir laboratorinio generatorinių duju gamybos reaktorius, skirto gaminti skirtingos sudėties dujinio kuro mišiniams. Vykdant projektą buvo taikomi teoriniai, matematinio modeliavimo ir eksperimentiniai metodai.

MEDŽIO GRANULĖS DYDŽIO POKYČIŲ EKSPERIMENTINIS TYRIMAS PIROLIZĖS PROCESO METU SIEKANT SUDARYTI SKAITINĮ MODELĮ

Atsinaujinančios kuro ištaklai vis plačiau naudojami elektrai ir šilumai gaminti. Augant šių ištaklių poreikiui ir jų kainai, ieškoma būdų, kaip panaudoti prastos kokybės biokurą. Vienas iš būdų – dujinimas. Šio proceso metu kietos frakcijos kurias paverčiamos aukštesnės kokybės kuru – dujomis, kuris panaudojamas elektrai arba šilumai gaminti. Tačiau dujinimo procesui naudojant biokurą susiduriama su kuro sulipimu, kuris sustabdo dujofifikavimo procesą.

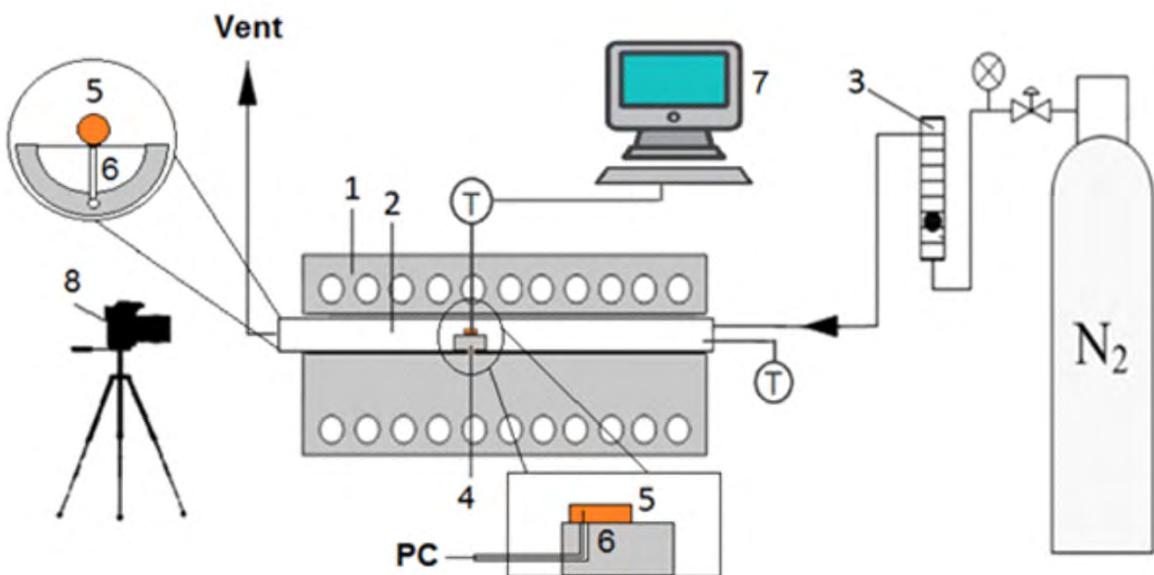
Dujinimo reaktoriuje granuliuotas medienos kuras judėdamas iš pirolizės zonas į oksidacijos zoną, dėl granulių pradinio išsiplėtimo, sulimpa į gumulą, ir taip sustabdo tolesnį dujinimo procesą. Šis reiškinys dažniausiai pasireiškia dujofikuojant iš perdirbtų atliekų pagamintas granules ir yra mažai tyrinėtas.



Dujų greičių, temperatūrų ir CO_2 masės dalies pasiskirstymas liepsnoje, modeliuotas skaitinės skysčių dinamikos ir cheminės kinetikos būdu



Medžio granulių sulipimas dujinimo reaktoriaus pirolizės zonoje



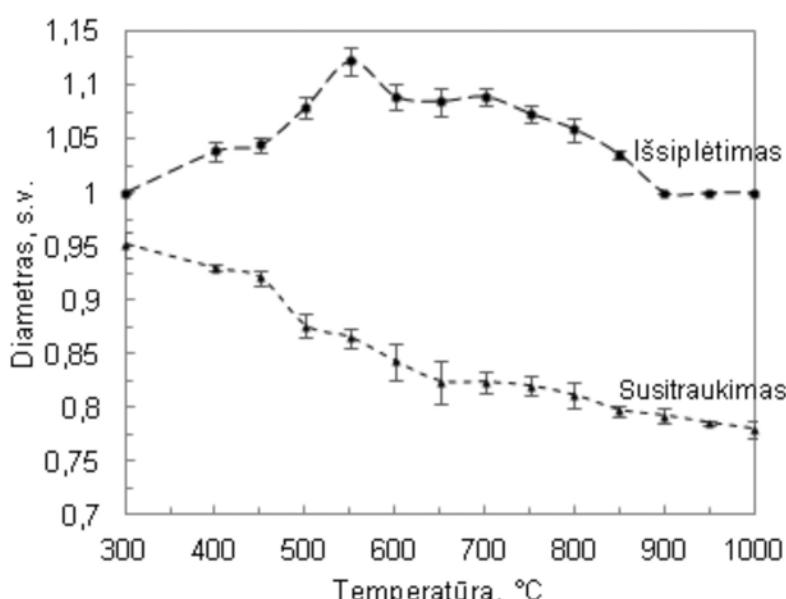
Tyrimo stendo schema: 1 – elektrinė krosnelė RS 80/500/13; 2 – keramikinis vamzdis į kurį įstatomas padėklas su bandiniu; 3 – rotometras; 4 – bandinio padėklas su įmontuota termopora; 5 – bandinys – medžio granulė; 6 – K tipo termopora; 7 – kompiuteris duomenų saugojimui; 8 – foto kamera Canon SX30 IS.

Siekiant nustatyti kuro sulipimo dėl granulių išsiplėtimo kilmę, bei surasti galimus jo išvengimo sprendimus būtina nustatyti medžio granulių dydžio pokyčių dėl aukštos temperatūros dėsningumus. Atsižvelgiant į tai, buvo

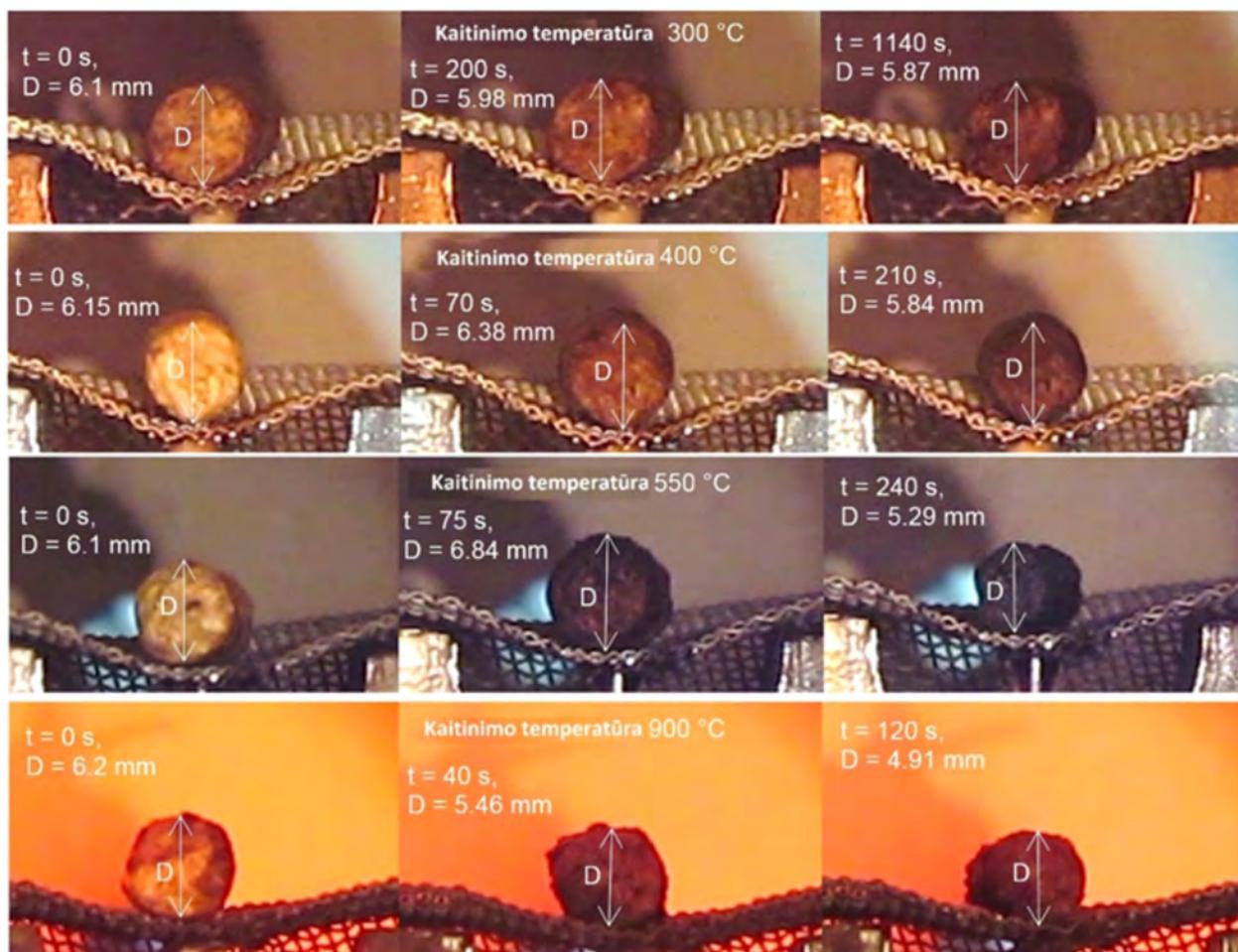
atliktas eksperimentas horizontalioje elektrinėje krosnelėje 300–1000 °C temperatūroje sukuriant inertinę aplinką, ir pagal gautus rezultatus atliktas teorinis medžio granulės pokyčių tyrimas. Šis tyrimas atliekamas taikant baigtinių

skirtumų metodą (angl. FDM) modelius. Baigtinių skirtumų metodas pagrįstas aproksimacija, t. y. daliniu išvestinių lygčių pakeitimui dalinių skirtumų lygtimi. Ši baigtinių skirtumų aproksimacija yra algebrinės formos ir ieškomo kintamojo vertė sprendimo srityje nustatoma iš greta esančių mazgų verčių. Modelis seka kiekvienos atskiros sudėtinės dalelės judėjimo, saveikos su kitomis dalelėmis ir su kitais sistemos elementais, dalelėje vykstančius procesus. Todėl modeliuojant gaunami kiekvienos atskiros dalelės parametrai, kas leidžia biokurą tirti kaip vieną dalelę arba kaip dalelių sistemą ir gautą modelį panaudoti granuliuočių biokuro degimo pramóniniuose įrenginiuose skaitiniamame modeliavime Diskretinių Elementų Metodu.

Eksperimento metu nustatyta, kad medžio granulė plečiasi nuo 400 °C temperatūros atitinkamai 3,8 % ir po to pradeda trauktis. Išsiplėtimas intensyvėja iki 550 °C išplėsdamas medžio granulės diametrą 12 % pradinio diametro. Viršijus 550 °C temperatūrą, medžio



Medžio granulės maksimalus išsiplėtimas ir susitraukimas prie skirtingu kaitinimo temperatūrų



Medžio granulės pokyčių nuotrauka skirtingose temperatūros

granulės išsiplėtimas slopsta ir pasiekus $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrą išnyksta dėl intensyvaus medžio sudėties skaidymo, kurio metu visiškai išsiskiria ląkiosios medžiagos ir formuoja anglis.

GRANULIUOTO BIOKURO DINAMIKOS IR DEGIMO PROCESŲ TEORINIAI TYRIMAI PLATESNIAM ATSINAUJINANČIŲ KURO IŠTEKLIŲ PANAUDOJIMUI IR TARŠOS MAŽINIMUI

2014 m. buvo vykdyti tyrimai (ataškaitos identifikatorius: B5-13-179.1.3T. Darbo vadovas v.m.d. A. Džiugys), kurių metu nagrinėti du uždaviniai, susiję su kietojo kuro panaudojimu energijos gavybai: eksperimentiškai ir skaitmeniškai tirtas kietojo kuro dalelės

dydžio kitimas veikiant temperatūrai, taip pat didesnės apimties struktūrų susidarymas granulių otoje terpėje, kai atskirų dalelių parametrai žinomi iš diskrečiųjų elementų modeliavimo.

Naudojant dujinimo procesui biokurą, susiduriama su kuro sulipimu, kuris sustabdo dujofikavimo procesą. Atliekant medienos granulės dujofikavimo tyrimus, pastebėta, kad dujofikatoriuje granuliuiotas medienos kurias, judėdamas iš pirolizės zonas į oksidacijos zoną, dėl granulės pradinio išsiplėtimo sulimpa į gumulą, kas sustabdo tolimesnę dujofikaciją. Su šiuo reiškiniu dažniausiai susiduriama dujofikuojant iš perdirbtų atliekų pagamintas granules ir yra mažai tyrinėtas. Siekiant nustatyti kuro sulipimo dėl granulės išsiplėtimo kilmę, bei surasti galimus jo išvengimo sprendimus, būtina nustatyti medžio

granulės dydžio pokyčių dėl aukštos temperatūros dėsningumus. Atsižvelgiant į tai, buvo atliktas eksperimentas horizontalioje elektrinėje krosnelėje $300\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje sukuriant inertinę aplinką ir pagal gautus rezultatus atliktas teorinis medžio granulės pokyčių tyrimas. Šis tyrimas atliekamas naudojant baigtinių skirtumų metodų (angl. FDM) modelius. Atlikus eksperimentinį ir teorinį dalelės dydžio kitimo tyrimą, nustatyti dydžio kitimo dėsningumai esant skirtingoms temperatūroms ir jų kitimo sąlygomis. Padalyta išvada, kad vykstančius diametro pokyčius neapsprendžia centro įkaitimo greitis, o tik aplinkos temperatūra. Apskaiciuoti centro spartos pikai nurodo vykstančius cheminius procesus granulėje ir jų intensyvumus. Skaitinio modelio rezultatai gerai koreliuoja su

eksperimento rezultatais iki 400 °C ir aukštesnėje nei 900 °C temperatūroje. Įvertinus išsiplėtimo reiškinį skaitiniame modelyje išsiplėtimo tendencija išsiskiria, tačiau granulės susitraukimas ir likutinis granulės diametras tapatus eksperimentiniams rezultatams. Surinkti eksperimento duomenys bus panaudoti koreguojant sudarytą skaitinį modelį.

Kitas šiame darbe nagrinėtas uždavinys susijęs su granulių medžiagų judrumo ir byréjimo savybėmis. Pritai-kius grafų teorijoje žinomą grupių aptiki-mo algoritmą, nagrinėtas dalelių grupių, tarp kurių pasireiškia didesnės tarpusa-vio sąveikos jėgos, susidarymas byré-jimo iš bunkerio modeliniame uždavi-nije. Granulių medžiagų mechaninės savybės priklauso nuo atskirų jas sudarančių dalelių sąveikos, dėl kurių pasireiškia makroskopiniame lygyje pastebimos jų savybės – pvz., mecha-ninis atsparumas spaudimui. Modeliuojant granuliotas terpes diskrečiųjų elementų (DEM) arba molekulinės dinamikos metodu, gaunami atskirų dalelių parametrai. Mechaninėms granulių terpių savybėms makroskopiniame lygyje didelę įtaką turi jėgų tiltelių susidarymas. Šiame tyrime nagrinėjamos jėgų grupės, t. y., susidarymas tokų dalelių grupių, tarp kurių tarpusavio sąveikos jėgos yra stipresnės, negu dalelių, esančių skirtingose grupėse. Šioms grupėms išskirti taikomas minėtas grupių išskyrimo metodas. Kaip modelinis uždavinys nagrinėjamas dalelių byréjimas iš bunkerio. Toks reiškinys sutinkamas daugelyje sričių, susijusių su granulių terpių ir birių medžiagų tyrimais ir technologija. Kaip pavyzdži galima paminėti kietojo kuro katiluose esančius granulių bunkerius. Čia nagrinėjami rezultatai, gauti pritai-kius grupių išskyrimo metodą grafams, sudartytiems atskirais laiko momentais byréjimo proceso metu pagal dalelių mechaninės tarpusavio sąveikos jėgas.

DEGIMO IR PLAZMINIŲ PROCESŲ EKSPERIMENTINIAI BEI SKAITINIAI TYRIMAI ENERGIJOS GENERAVIMO TECHNOLOGIJŲ IŠ ATSINAUJINANČIO BIOKURO TOBULINIMUI IR APLINKOS TARŠOS MAŽINIMUI

Vykstant ilgalaikės institucinės mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programą sudarytos dvi su atskirais tikslais ir uždaviniais darbo grupės – degimo ir plazminų procesų tyrimų. Tyrimų tikslams pasiekti buvo numatyti 4 uždaviniai. Šiemis uždaviniamis įvykdinti trečiuoju darbo etapu (*3 etapas. Detalūs eksperimentiniai deginimo ir dujofikavimo tyrimai, rezultatų analizė, procesų optimizavimas*) 2014 m. buvo numatyta atliliki sekančius darbus:

- Fizikinių parametrų (oro, vandenės kiekio, temperatūros, srautų paskirstymo ir pan.) įtakojančių degimo bei dujofi-kavimo procesų vyksmą tyri-mas;
- Pagrindinių procesų dėsnin-gumų tyrimas ir jų optimiza-vimas;
- Degimo proceso skaitinis modeliavimas kartu su dalelių dinamika;
- Rezultatų analizė ir apibendri-nimas.

Europos Parlamentas ir Taryba 2010 m. lapkričio 24 d. priėmė direktyvą 2010/75/ES *Dėl pramoninių iš-metamųjų teršalų (taršos) integruotos prevencijos ir kontrolės*, nustatančią griežtesnius, nei šiuo metu galiojantys, aplinkos apsaugos ir taršos reikalavimus, įsigaliosiančius nuo 2016 m. sausio 1 d. ir ypač susijusius su aplinką išmetamų teršalų normų sumažinimu. Deginant dujas nuo 2016 m. normos azoto oksidams (NO_x) griežtės 3,5 kar-

to – nuo 350 iki 100 mg/nm³. Deginant mazutą nuo 2016 m. normos azoto oksidams (NO_x) griežtės 2,7 karto (nuo 400 iki 150 mg/nm³); normos sieros oksidams (SO_2) griežtės 8,5 karto (nuo 1700 iki 200 mg/nm³); normos kietoms dalelėms griežtės 2,5 karto (nuo 50 iki 20 mg/nm³).

Tai sudėtingas uždavinys esa-miems deginimo įrenginiams reikalau-jantis papildomų investicijų arba MTEP darbų: būtina keisti esamus degiklius naujais mažų azoto oksidų, ir/arba diegti antrines azoto oksidų mažino priemones.

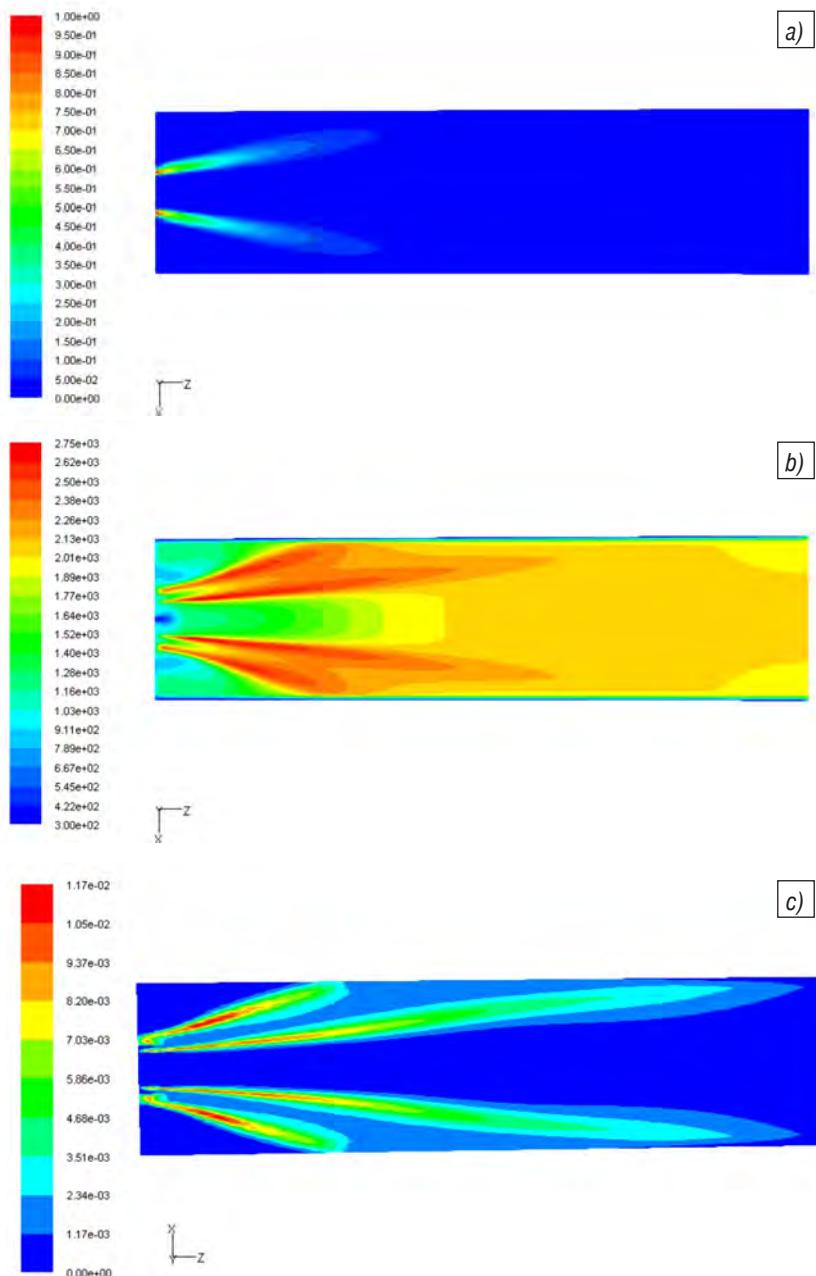
Siekiant sumažinti NO_x koncentra-ciją, degimo zonose būtina išvengti maksimalių degimo fakelo temperatūrų 1400–1500 °C. Šiuo metu vyrauja deginimo proceso kokybės gerinimas naudojant naujo tipo degiklius su specifine periferinio oro funkcija bei tretinio oro įpūtimu virš liepsnos. Viena iš paprastesnių naudojamų priemonių yra dūmų recirkuliacija. Dūmų recirkuli-acija nevykdo lemiančio pokyčio degimo procese, tačiau ją naudojant galima sumažinti liepsnos fakelo temperatūrą bei azoto oksidų koncentraciją išeinan-čiuose dūmuose iki 10–20 %. Norint didesnio efektyvesnio NO_x sumažėjimo ir pasiekti 100 mg/nm³, galima naudoti sumines azoto oksidų mažinimo prie-mones: mažų NO_x kiekių degiklius, dūmų recirkuliacija, viršliepsnilio oro padavimas ir antrinis NO_x išdeginimas. Tačiau įdiegiant visus aukščiau išvar-dintus NO_x išeinančiuose dūmuose mažinimo būdus, NO_x koncentracija gali sumažėti tik iki 60 %.

Ataskaitiniu laikotarpiu buvo tėsia-mi darbai atmosferos taršos mažinimo srityje, kurių metu taikomos pirminės degimo proceso derinimo – antrinio oro įpūtimo ir antrinio kuro išdeginimo kūryklų antrojoje dalyje – technologijos. Atliliki taikomieji eksperimentiniai tyrimai UAB *Vilniaus energija* termofikacinės

elektrinės Nr. 2 (E-2), Elektrinės g. 2 Vilnius, vandens šildymo katilinės VŠK-II eksplotuojamame vandens šildymo katile KVGM-100 Nr. 5 (VK-5). Vandens šildymo katilas VK-5 yra tiesiasrovis, II formos konstrukcijos vandens vamzdžių tipo, su priverstine vandens cirkuliacija. Katilo kūryklos tūrinis šiluminis apkrovimas ~ 350 kW/m³ bei ilgio ir ekvivalentinio diametro santykis L / De = 4,5. Vandens šildymo katilas KVGM-100 įdiegti LEI konstrukcijos degikliai D30 ir atlikus pirminius bandymus, nustatyta, kad pastarojo katilo kūrykla yra itin priimtina dujų deginimui: aerodinamika suformuota taip, kad kūryklos erdvėje vyktų dujų recirkuliaciją, dėl ko užtikrinamas ilgesnis degimo reakcijos kelias. Degikliai turi dvi pagrindines savybes: centrinio ir periferinio oro srovių atskyrimą ir išskirstytą gamtinių dujų padavimo sistemą. Degiklyje dujos išpurškiamos per 8 purkštuvus su 7 angomis sumontuotomis kiekvienam purkštuvė. Purkštuvai sumontuoti aplink centrinių orą. Ši konstrukcija leidžia reguliuoti kiekvieną purkštuvą atskirai tikslu gauti geriausią degimo procesą su minimaliu oro pertekliaus koeficientu bei minimaliomis emisijomis.

Akivaizdžiam suvokimui kaip naujodant stiprius ir ilgas antrinių dujų sroves susidaro daugiau CO dujų, skaičiavimais sumodeliuotas išryškintų dujų srovių degimo atvejis. Rezultatai yra labai akivaizdūs ir perspėjantys, kad verta saikingai naudoti didelių kuro srovių variantą. Pavyzdys pateiktas hipotetiniam atvejui, realiai srovės slenka per degančią liepsną, kur didelis turbulentišumas, mažesni deguonies ir dujų gradientai.

Šiuo metu šilumos ir elektros gamyba (CHP) mažo galingumo įrenginiuose iš biomasės yra skatinama. Kaimyninėje Latvijos respublikoje medžio apdirbimo smulkusis verslas įsigijo kelis vokiečių firmos Spanner



Oro srauto fone išpurkštotos dujos sukuria liepsną, o liepsnos pakraščiai generuoja CO ryškiomis juostomis. a) – CH_4 koncentracija (masės dalimis); b) – temperatūros (K) pasiskirstymas kūrykloje; c) – CO koncentracija (masės dalimis)

įrenginius 30 kW_e ir 80 kWh gamybai. Pažymėtina, kad kuras turi būti 10 % sausumo, o dalelių dydis didesnis už 4 mm. Žemyn judančio sluoksnio dujinimo reaktoriai generuoja tinkamas dujas vidaus degimo varikliams. Išgaravus lakioms medžiagoms reaktoriuje susidaro aerodinamiškai pralaidus anglies sluoksnis, kuris idealiai tinkta vidiniams dervų skaidymui. Šio tipo reaktoriai negali naudoti granuliuoto kuro. Tuo atveju iš kuro susidaro smulkūs anglies dalelių

sluoksnis su didele aerodinamine varža.

Pastaruoju metu išplito dviejų laipsnių dujinimo reaktoriai, kuriuose dalinė kuro pirolizė prasideda kuro tiekimo etape. Šiuo atveju kuras gali būti jvairus bei drėgnas. Paminėtiniai pilotiniai įrenginių atvejai Danijoje, Austrijoje, jie propaguojami ir kitose Europos Sąjungos šalyse. Šio tipo reaktoriuose sumontuota papildoma erdvė viršutinėje jo dalyje. I šią erdvę beriamas pirolizuotas kuras ir maišomas su pašildytu oru, kur

vidutiniškai prie $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūros dalinai oksiduojamas. Dalis anglies oksiduoja iki CO dujų, tačiau principinis naujumas tai, kad vyksta intensyvi dervų destrukcija.

Kuro rūšis tampa antraelis faktorių. Pagal jo savybes karštoje reakto riaus erdvėje galima priderinti oro srovų sistemą ir reikiama temperatūrą. Pavyzdžiui, kuro drėgmės vandens garai skatinia vandens garų konversijos reakciją, o tai didina vandenilio išeigą. Pažymėtina, kad sausos medžio granulės yra vertingas dujų generacijos šaltinis.

Šiuo ataskaitiniu laikotarpiu darbotikslas buvo eksperimentiškai nustatyti medienos kuro nestacionarios pirolizės proceso, nuo pradinio šildymo iki pilno iškaitimo, dėsningumus.

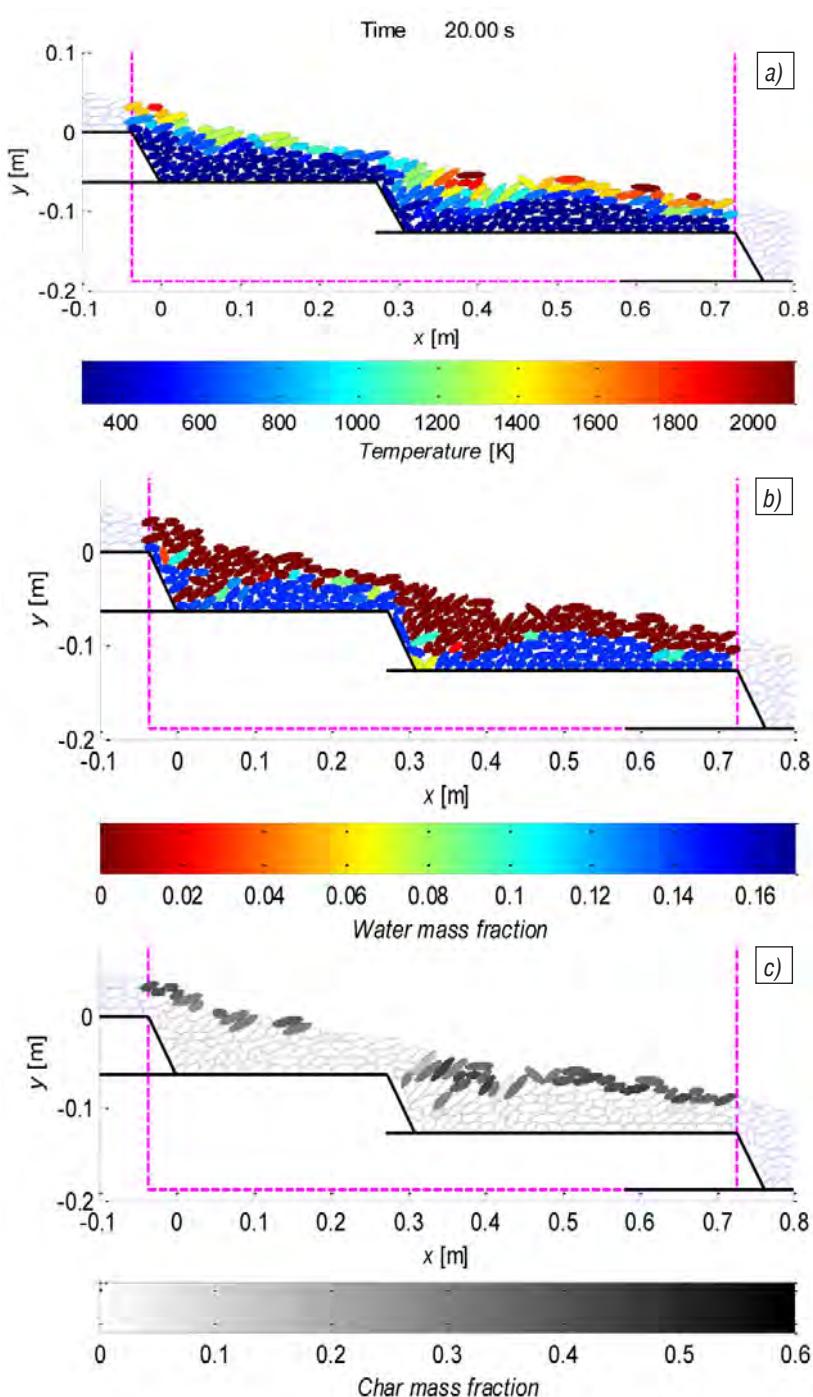
Medienos pirolizė vykdoma cilindrinėje kapsulėje. Kapsulė įdedama į karštą krosnį ir kaitinama nuo 20 iki 500 ar $680\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kapsulė pagaminta iš nerūdijančio, karščiu atsparaus plieno (AISI 316), kurio vidinis diametras lygus 55, o ilgis 170 mm. Kapsulė centre stacionariai sumontuojama K tipo termopora. kita K tipo termopora sumontuota kapsulės sienelėje. Termoporų parodymai įrašomi kompiuteriu. Pirminiai eksperimentai atliki tuščia kapsule. Gauri duomenys laikomi baziniai matavimai kitų vykstančių procesų analizei. Kitais tyrimais, nustatyta temperatūros kitimas porėtoje ir pirolizuojančio kuro aplinkoje.

Kaip vyksta porėtos medžiagos pirolizė kintamo kaitinimo sąlygomis buvo sekama matuojant generuotų dujų koncentraciją. Šylant kurui kapsulėje, susidariusios dujos išteka per kapsulės gale sumontuotą vamzdelį į degimo kamерą, kurioje jo sudeginamos. Atsišakojančiu vamzdeliu nuo kapsulės imamas dujinis mėginys analizei. Skystųjų reakcijos produkty surinkimui sumontuota kondensavimo sistema. Tyrimų eigos indikacijai, dujų koncentracija nustatoma portatyviniu

dujinimo dujų analizatoriumi VISIT 03H. Detalių dujų analizei naudotas dujinis chromatografas Agilent 7890A su šilumos laidumo detektoriumi.

Biokuro tyrimams naudotos 6 mm diametro ir 12 mm ilgio lapuočių medienos granulės bei tokį pačių išmatavimų spygliuotos medienos cilindrų.

Biomasės degimas buvo skaitiskai modeliuotas DEM būdu. Buvo skaičiuojamas pailgų šiaudų dalelių judėjimas ir degimas ant judančio ardyno. Skaitinio eksperimento rezultatai parodė, kad biomasės dalelių degimo modelis pakankamai gerai aprašo dalelių džiūvimo, pirolizės bei degimo procesus ir jų



Dalelių padėtis, temperatūra (a), drėgmė (b) ir anglies kiekis (c) po 20 sekundžių. Ardelių judėjimo periodas TA = 20 s

galima pritaikyti pramoninių biomasės deginimo įrengimų skaičiavimui. Norint pagerinti skaičiavimų tikslumą reikiariau naudoti patikslintą dalelių ir dujinės aplinkos sąveikos modelį.

Programa vykdoma nuosekliai ir be trikdžių, jau yra gauta svarių rezultatų skaitiniaiškais ir eksperimentiniai metodais tyrinėjant sudėtingus degimo ir plazminius procesus, kurie artimiausioje ateityje bus pritaikyti Lietuvos ateities energetikoje, medžiagų moksle bei naujausiose kuro deginimo technologijose. Tyrimų svarba nekelia abejonių. Atlikus tolesnius mokslinius tyrimus bus gauta svarbi informacija apie kieto kuro konversijos degimo produktuose

bei vandens garo plazmoje galimybes ir dėsningumus. Eksperimentiniai metodais ištyrus dinaminius ir šilumininius procesus, jvertinus ir patvirtinus išskeltas hipotezes bus pasiekta didelis progresas degimo ir plazminų technologijų valdymo ir pritaikymo srityje. Darbas tęsiamas. Planuotas mokslines publikacijas numatoma skelbti paskesniais programos vykdymo metais, pilnai baigus eksperimentinius tyrimus ir gavus tarptautinio lygio rezultatus.

2014 m. atspausdinti 3 straipsniai *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose žurnaluose ir 5 straipsniai

pateikti spaudai. Rezultatų sklaida kituose leidiniuose bei respublikinėse ir tarptautinėse konferencijose – 10. Visos programos vykdymo laikotarpiu (2012–2014 m.) atspausdinti 6 straipsniai *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose žurnaluose, 1 straipsnis monografijoje bei 27 kituose leidiniuose įskaitant ir konferencijos medžiagą.

Dr. Nerijus STRIŪGAS
Degimo procesų laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 877
El. paštas: Nerijus.Striugas@lei.lt

MEDŽIAGŲ TYRIMŲ IR BANDYMŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- energetinių objektų įrenginių patikimumas: metalų senėjimo procesų ir savybių degradacijos dėl eksploatacijos veiksnių poveikio tyrimai;
- daugiafunkcinių medžiagų ir kompozitų kūrimas ir tyrimai;
- medžiagų bandymai, kokybės rodiklių įvertinimas ir analizė.

ENERGETINIŲ OBJEKTŲ ĮRENGINIŲ PATIKIMUMAS: METALŲ SENĖJIMO PROCESŲ IR SAVYBIŲ DEGRADACIJOS DĖL EKSPLOATACIJOS VEIKSNIŲ TYRIMAI

Laboratorijoje atliekami tyrimai, skirti plienų ir specialių lydinių, taikomų energetinių įrenginių konstrukciniuose elementuose, senėjimo procesus dėsninių gumams pažinti, šiu procesų valdymo bei ilgaamžiškumo klausimams spręsti. Taikant mechaninius bandymus, rentgeno spinduliuotės difrakcinę (XRD), sudėties elementinę analyzes, optinę ir skenuojančią elektroninę mikroskopiją, tiriami eksploatuotų plienų bei spalvotų metalų lydinių savybių ir struktūros pokyčiai. Taikant eksperimentinius ir skaitinius metodus prognozuojamas eksploatacinis patikimumas, atsižvelgiant į eksploatacijos metu veikiančius veiksnius bei medžiagų senėjimo pro-

cesus. Vykdant darbus, daug dėmesio skiriama fundamentiniams fizikinių ir cheminių reiškiniių įtakos metalų struktūrai ir savybėms tyrimams. Šioje tyrimų kryptyje laboratorijos darbuotojai dalyvauja ilgalaikėse mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programose: *Branduoliniuose ir termobranduoliniuose įrenginiuose vykstančių saugai svarbių procesų moksliniai tyrimai* (9 uždavinys) ir *Atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų bei panaudoto kuro tvarkymo procesų tyrimas ir radacinio poveikio analizė* (5 uždavinys). Kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkais 2014 m. dalyvauta Nacionalinės mokslo programos (NMP) *Ateities energetika Lietuvos mokslo tarybos finansuojamame projekte Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas*. Šiame projekte buvo vykdomi magistralinių dujotiekiių pažeidimų priežasčių ir senėjimo

prosesų analizė bei ilgai eksploatuotų vamzdžių metalo savybių tyrimai.



Toliau buvo tęsiami darbai, pradėti vykdyti 2010 m. su UAB GEOTERMA, atliekant absorbcinių šilumos siurblių sistemoje vykstančių procesų analizę ir teikiant konsultacijas, susijusias su ličio bromido tirpalo parametru stabilumu šilumos siurbliuose palaikymu bei kitais technologiniais klausimais.

2014 m. pradėtas vykdyti Lietuvos mokslo tarybos finansuojamas projektas *Naujos kartos plieno ilgaam-*



Lietuvos
mokslo
taryba

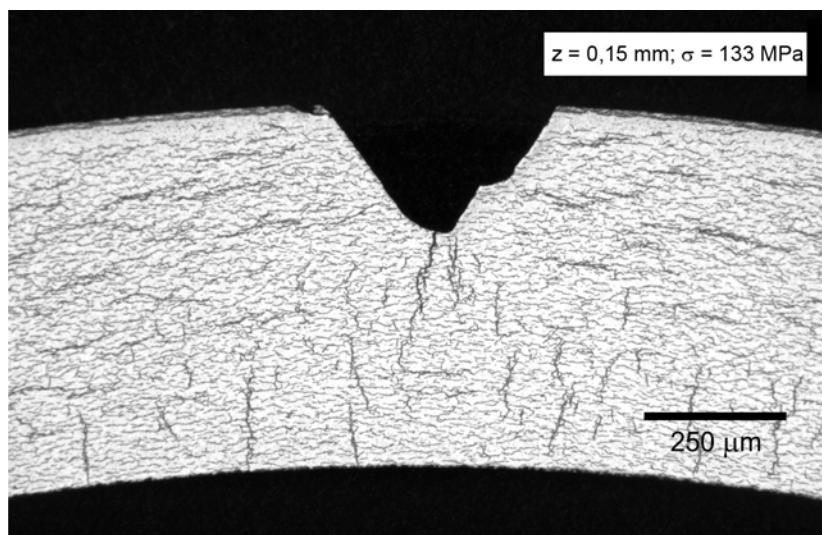
žiškumo įvertinimo modelis. Darbo tikslas – ištirti aukštose temperatūrose pliene vykstančių struktūrių pokyčių dėsningumus ir jų įtaką mechaninėms charakteristikoms bei irimo parametrams. Struktūrių pokyčių dėsningumai bus nustatomi ištyrus plieno struktūros fazinius virsmus, susijusius su difuzijos procesais, vykstančiais veikiant temperatūrai, įvertinant plieno karbidų evoliuciją bei jų kristalinių gardelių parametru pokyčius.



Laboratorija toliau tęsia 1998 m. pradėtus tyrimus, susijusius su vandenilio ir hidridų degradaciniu poveikiu cirkonio lydinams. Nuo 2011 m. laboratorija dalyvauja naujame Tarptautinės

atominės energetikos agentūros (TATENA) koordinuojamame tyrimų projekte **Cirkonio lydinių vandenilio sukeliamos degradacijos sąlygų įvertinimas branduolinio kuro eksplatacijos ir ilgalaikio saugojimo metu.** Šio darbo tikslas – sukurti eksperimentines procedūras, siekiant įvertinti hidridinio pleišėjimo sąlygas cirkonio lydinių kuro apvalkaluose bei nustatyti įtempių koncentracijos koeficientus ir temperatūros ribas, kuriose gali įvykti kuro apvalkalų suirimas. Taikant kontroliuojamą įvandenilinimą, iš cirkonio lydinių kuro apvalkalo pagaminti specialios konstrukcijos bandiniai, kuriuose keičiant įtempių lygi buvo tiriamas hidridinio pleišėjimo procesas numatytomis temperatūros sąlygomis. Darbas aktualus sprendžiant atominių elektrinių saugaus darbo užtikrinimo problemas bei įvertinant kuro apvalkalo atsparumą hidridiniams pleišėjimui panaudoto branduolinio kuro ilgalaikio saugojimo metu.

Toliau tęsiami ES 7-osios Bendrosios programos projekto **Medžiagų bandymas ir normos (MATTER, Materials TEsting and Rules)** darbai. Šis projektas pradėtas vykdyti 2011 m.



Hidridų reorientacija esant įtempiams prie imituojančios defektą įpjovos viršūnės kuro apvalkalo vamzdyste



kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkais. Pagal projekto uždavinius suformuota 15 darbinių paketų. Dalyvaujama dvių darbo grupių veikloje – *Gamyba ir suvirinimas* ir *Bandymų atlikimas palaikant projektaivimą*. Projekte pradėti vykdyti nauji tiksliniai medžiagų elgsenos IV kartos reaktorių darbo sąlygomis tyrimai. Šiais tyrimais siekiama, atsižvelgiant į medžiagų senėjimo mechanizmų ypatumus, nustatyti jų saugaus taikymo kriterijus branduoliniuose komponentuose, veikiančiuose aukštose temperatūros sąlygomis. Vienas pagrindinių šio eksperimentinio darbo tikslų – nustatyti karštyje atsparaus plieno suvirinimo siūlių, gautų taikant naujas suvirinimo technologijas, leistinas nuovargio ribas ir jų koeficientų reikšmes. Atsižvelgiant į šiuolaikinių bandymų procedūrų reikalavimus, eksperimentams atliki sudaryta tyrimų metodika. Nuovargio bandymai 550 °C temperatūroje, esant kontroliuojamos numatytos deformacijos sąlygomis, atliki taikant dinaminį bandymų mašiną *Instron (Modelis 8801, 100kN)* su specialia bandymų ir programine eksperimento valdymo įranga. Gauti šio darbo duomenys, apibūdinantys suvirinimo siūlių elgseną aukštose temperatūrose, svarbus prognozuojant jų ilgaamžiškumą reaktoriaus komponentuose bei suvirinimo technologijų tinkamumui įvertinti, vykdant tolesnius suvirinimo medžiagų bei eksplotacinių veiksnių sukeliamų procesų branduoliniuose komponentuose tyrimus. Baigiamajame šio projekto darbų etape parengtos ataskaitos, susijusios su suvirinimo siūlių nuovargio

jvertinimo metodika, jų ilgaamžiškumu bei koeficientų nustatymu, atsižvelgiant į numatytais deformacijos reikšmes. Dalis šio darbo eksperimentinių duomenų yra pateikti ir ištrauktai į MatDB duomenų bazę.

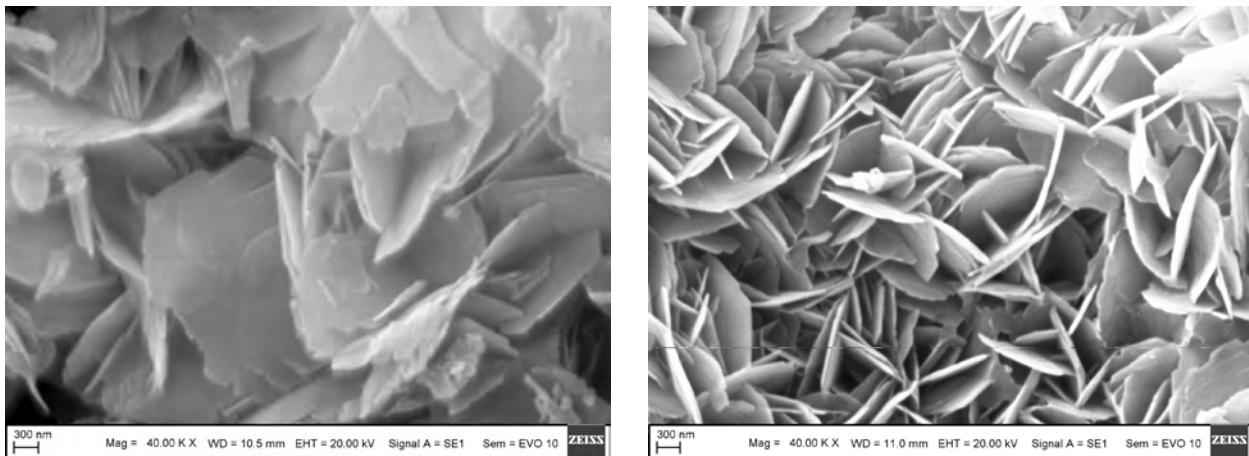
DAUGIAFUNKCIJINIU MEDŽIAGU IR KOMPOZITU KŪRIMAS IR TYRIMAI

2014 m. pradėtas vykdyti biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas ***Nanometrinio dydžio modifikuotų priedų įtakos kompozicinių medžiagų struktūrai tyrimai***. Darbas skirtas gamtinėi ir sintetinių sluoksninių nanosilikatų struktūros tyrimams ir

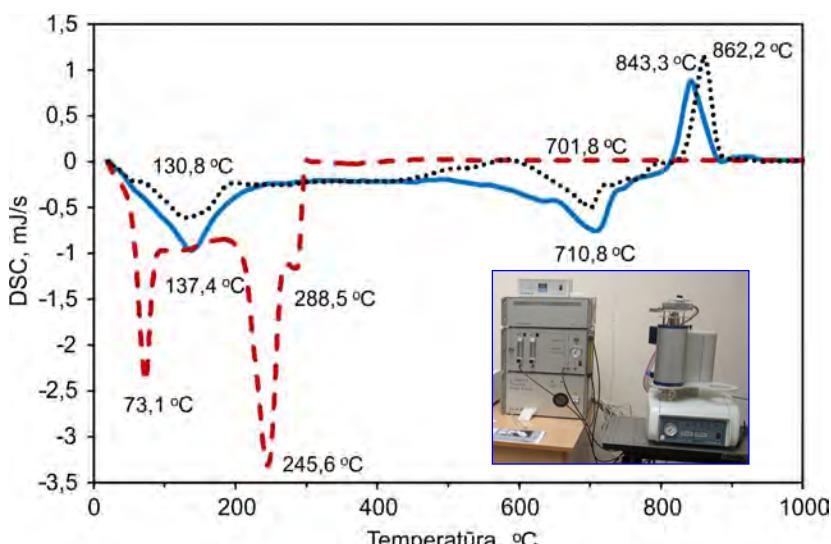
modifikavimo metodikai optimizuoti, taip pat modifikuotų silikatų ir kompleksinių nanometrinio dydžio priedų įtakos cementinių kompozicinių medžiagų morfologijai tyrimams. Šiame darbe siekiama ištirti organiniais junginiais modifikuoto sluoksninio silikato kristalų gardelės parametrų pokyčių įtaką cementinių kompozicinių medžiagų struktūrai. Taip pat svarbu ištirti cementinių rišamujų medžiagų morfologijos kitimo priklausumą nuo jidėto į kompoziciją kompleksinio nanopriedo, sudaryto iš hidrofilinio ir hidrofobinio nanosilikato. Vienalaikis kompleksinis šių priedų poveikis, atsižvelgiant į jų tarpusavio santykį, sudarys galimybę praplėsti nanopriedų panaudojimo ribas,

optimizuojant kompozicinių cementinių rišamujų medžiagų sudėtį.

Taikant rentgeno spinduliuotės difrakcinės analizės, vienalaikės terminės analizės, skenuojančios elektroninės ir transmisinės elektroninės mokroskopijos bei azoto sorbcijos metodus, patikslinta ir optimizuota sluoksninių filosilikatų modifikavimo metodika bei modifikuotų gamtinio montmorilonito ir sintetinio girolito su įterptais Na^+ jonais struktūra. Gauti rezultatai – tai pirmas žingsnis kuriant kompozicinę medžiagą, kurios sudedamosios dalys būtų pakeičiamos alternatyviomis ir aplinką tausojančiomis medžiagomis, tačiau naujos konstrukcinės medžiagos savybės išliktu nepakitusios.



Pradinio ir modifikuoto girolito SEM nuotraukos



Silikatų terminės analizės kreivės ir įranga

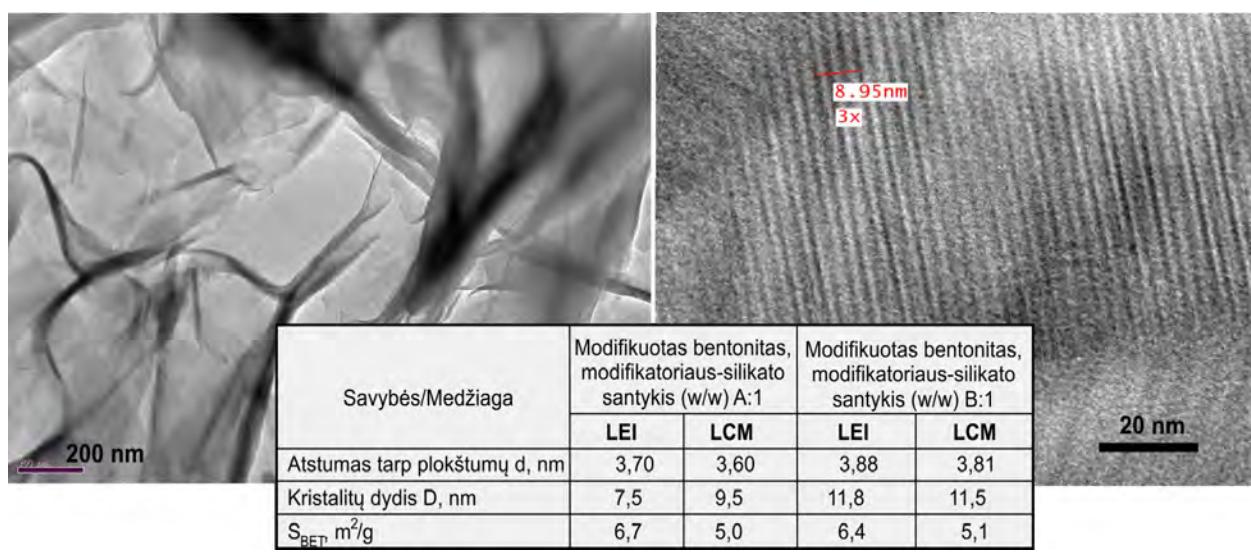


Buvo toliau tesiama ES 7-osios Bendrosios programos projekto ***Nanotechnologijomis sustiprinta aplinkai palanki ekstrūdinė sluoksniuota armuota plaušu putų cemento statybinė medžiaga (FIBCEM)*** (*Nanotechnology Enhanced Extruded Fibre Reinforced Foam Cement Based Environmentally Friendly Sandwich Material for*

Building Applications)), pradėto vykdyti 2012 m., paskutinio etapo darbai. **FIBCEM** projekte dalyvauja dešimt partnerių iš penkių Europos šalių – Italijos, Ispanijos, Jungtinės Karalystės, Danijos ir Lietuvos, kurie sėkmingai bendradarbiaudami įgyvendino **FIBCEM** projekto tikslą ir sukūrė perspektyvia, mažai energijos reikalaujančią putų cemento plokštėms gaminti technologiją, leidžiančią sumažinti išmetamojo ap-

linką anglies dioksido kiekį. Vykdant šį projektą laboratorijos darbuotojai ne tik vadovavo ketvirtajai darbo (WP4) grupėi, kurios darbo tikslas buvo sukurti filosilikatų modifikavimo metodiką, bet ir dirbo drauge su kitomis darbo grupėmis, Jungtinės Karalystės BATH universiteto bei Danijos technikos universiteto mokslininkais vykdymams programoje numatytais mokslinius tyrimus, susijusius su nanometrinii medžiagų

paviršiaus ypatumais. 2014 m. dalyvaudami galutiniame-ataskaitiniame projekte vykdytojų susitikime Alborge, Danijoje (Cembrit) laboratorijos darbuotojai pristatė gamybiniam procesui parengtą nanobentonito modifikavimo technologiją, kuri buvo sėkmingai pritaikyta projekto partnerio – Italijos Laviosa Chimica Mineraria – gamybiniuje įmonėje.



Modifikuotas nanobentonitas

MEDŽIAGŲ BANDYMAI, KOKYBĖS RODIKLIŲ ĮVERTINIMAS IR ANALIZĖ

Laboratorijos darbuotojai teikia akredituotos laboratorijos paslaugas ir atlieka medžiagų bandymus ir jų kokybės rodiklių įvertinimą (laboratorija akredituota LST EN ISO/IEC 17025 standarto atitinkėjai). Bendradarbiaujant su ūkio subjektais laboratorija vykdo tiriamuosius darbus bei konsultuoja gamybos produktų kokybės klausimais.

Laboratorija akredituota atlikti:

- * plastikinių vamzdžių,
- * izoliuotų vamzdžių,
- * statybinių skiedinių,
- * ugniai atsparių medžiagų bei gaminiių bandymus.



Paslaugos užsakovams.
Plastikinių vamzdžių sandarumo
bandymas

2014 m. laboratorijos darbuotojų atlikų tyrimų rezultatai pateiki 4-uose straipsniuose, paskelbtuose *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose žurnaluose. Perskaityti 2 pranešimai tarptautinėse konferencijose.

Dr. Albertas GRYBĖNAS
Medžiagų tyrimų ir bandymų
laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 908
El. paštas Albertas.Grybenas@lei.lt

PLAZMINIŲ TECHNOLOGIJŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- įvairios paskirties nuolatinės srovės plazmos šaltinių kūrimas ir tyrimas;
- iškrovos kanaluose, plazmos srautuose ir srovėse vykstančių procesų bei reiškinijų tyrimas;
- plazmos ir aukštos temperatūros srautų diagnostika bei diagnostikos priemonių kūrimas;
- plazmos srautų ir medžiagų sąveika įvairiuose plazminiuose-technologiniuose procesuose;
- plazminio kenksmingų medžiagų neutralizavimo procesų tyrimas ir realizavimas;
- katalizinių ir tribologinių dangų sintezė plazminėje aplinkoje bei jų savybių tyrimas;
- šiluminių ir heterogeninių procesų tyrimas, reaguojantiems produktams aptekant katalizinį paviršių;
- plazminis konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių formavimas ir modifikavimas;
- mikro ir nano dispersinių granulių bei mineralinio plaušo iš sunkiai besilydančių medžiagų sintezė ir savybių tyrimas;
- vandens garo plazmos generavimas ir jos panaudojimas kuro konversijai bei pavojingoms atliekomis neutralizuoti;
- vandenilio ir sintetinių dujų sintezė vandens garo plazmoje.

Plazminių technologijų laboratorijos mokslininkai jau beveik 50 metų dirba įvairose žemos temperatūros plazminių technologijų kūrimo, mokslinio tyrimo ir pritaikymo srityse, ir gali sėkmingai modeliuoti naujas plazmines technologijas, panaudodami laboratorijoje pagamintus plazmos įrenginius. Plazmos srautui gauti naudojamos įvairios sudėties dujos ar jų mišiniai. Laboratorija turi bandemosios gamybos technologinę įrangą, kuri naudojama įvairių medžiagų paviršių sluoksnių mechaninėms, tribologinėms, cheminėms ir optinėms savybėms keisti bei modifikuoti. Nuolat atnaujinama bei plečiama techninė bazė ir disponavimas esama analizės aparatūra leidžia atlikti plazmos šaltinių tyrimus, plazmos srovų ir srautų

diagnostiką, dujų dinaminį charakteristikų ir šilumos-masės mainų analizę.

Plazminių technologijų laboratorijoje sukauptų mokslo žinių pagrindu atliekami šie tyrimai:

PLAZMOS ŠALTINIŲ KŪRIMAS IR PLAZMOS SRAUTŲ TYRIMAS

Plazminių technologijų laboratorijoje tobulinami esami ir kuriami nauji iki 200 kW galios plazmos generatoriai. Pastaruoju metu sukurtas naujos konstrukcijos vandens garo plazmos generatorius. Vadovaujantis žiniomis apie procesus, vykstančius reakcinėse iškrovos kamerose ir pasitelkiant plazminiu procesų panašumo teoriją, api-

bendrintos jo voltamperinės ir šiluminės charakteristikos, nustatyti stabilaus darbo režimai. Vandens garo plazmos generatoriumi atlikta dujinių, kietų ir skystų organinių medžiagų konversija į vandeniliu praturtintas sintetines dujas.

Laboratorijoje toliau tiriami šilumos mainai plazmotronų reakcinėje lanko zonoje, nagrinėjamas elektros lanko stiprio kitimas esant laminariniam ir turbulentiniam tekėjimo režimui, įvairių veiksnių įtaka plazmos srautų ir srovų charakteristikoms, lanko spinduliaivimo ypatumai tekant skirtingoms dujoms. Ištirti linijinių elektros lanko dujų kaitintuvų ir reaktorių darbo režimai, jų eksploatacinės charakteristikos, nustatytos darbo trukmės padidinimo sąlygos, ištirti lanko turbulizavimo ir nauji ener-



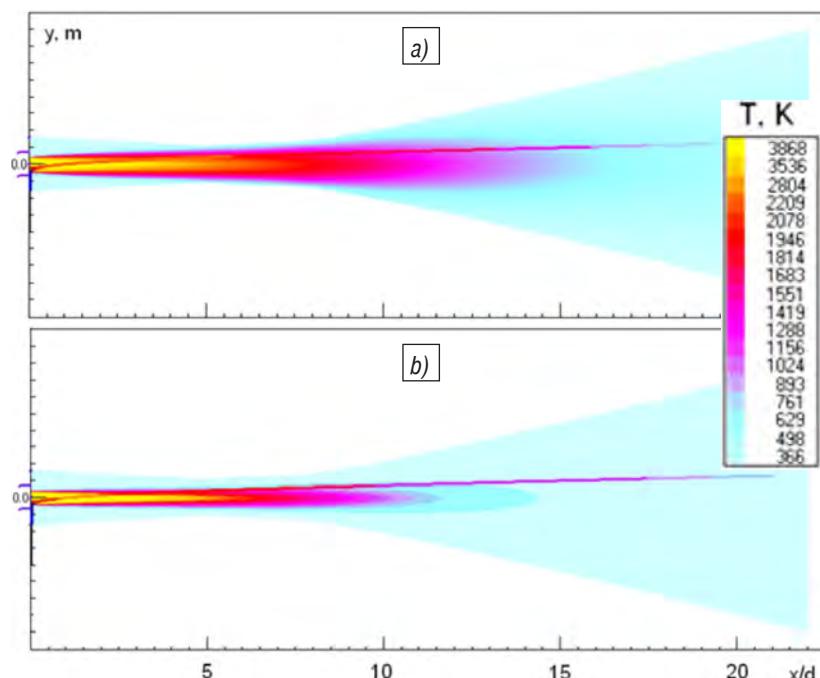
Plazmos srovė, ištekanti iš pastovios srovės linijinio vandens garo plazmos generatoriaus

gijos išnaudojimo plazminiuose įrenginiuose metodai.

PLAZMOS IR AUKŠTOS TEMPERATŪROS SRAUTŲ DIAGNOSTIKA

Laboratorijoje nagrinėjamas aukštos temperatūros dujų srauto susidarymas, jo dinamika, šilumos mainai įvairių formų kanaluose, jų įtekamosiose dalyse, šilumokaičių elementuose. Plazmos diagnostika laboratorijoje vykdoma skaitmeniniais ir eksperimentiniais metodais. Skaitmeninis įkaitintų dujų srauto kanale tyrimas atliktas taikant ANSYS Fluent hidrodinamikos programinį paketą. Skaičiavimas vykdomas pagal standartinį $k-\epsilon$ modelį, kuriame fluidui tekėti sprendžiamos pilnos Navje-Stokso ir energijos lygtys. Tačiau, tekant multifaziniams srautams, kai į srautą įpučiamos kietosios dalelės, skaičiavimai tampa sudėtingi. Taip yra dėl ypatingų plazmos savybių, todėl dvifazio plazmos srauto skaitmeniniai tyrimai atliekami taikant Jets&Poudres programinį paketą, pritaikytą modeliuoti plazmos srautams.

Pastaruoju metu plazmos diagnostikai laboratorijoje plačiai taikomi bekontakčiai metodai. Vienas jų – opti-

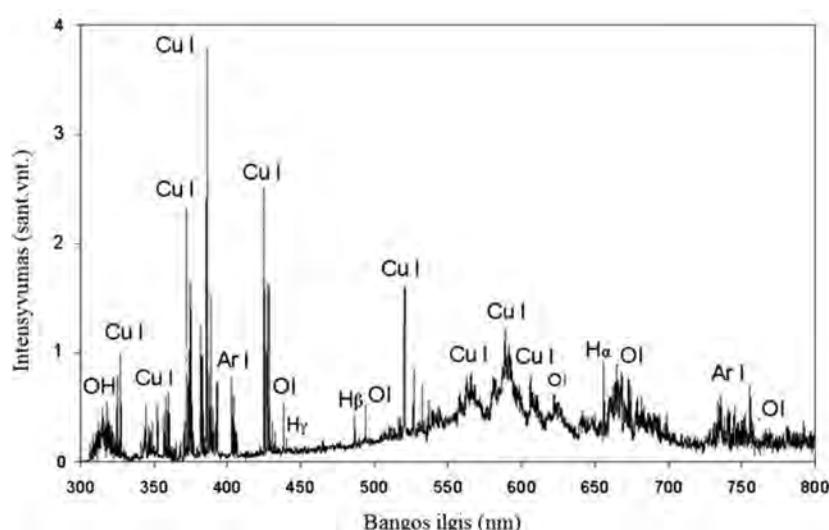


Temperatūrų (a) ir greičių (b) pasiskirstymas oro plazmos srovėje, lekiant $50 \mu\text{m} \text{ Al}_2\text{O}_3$ dalelei

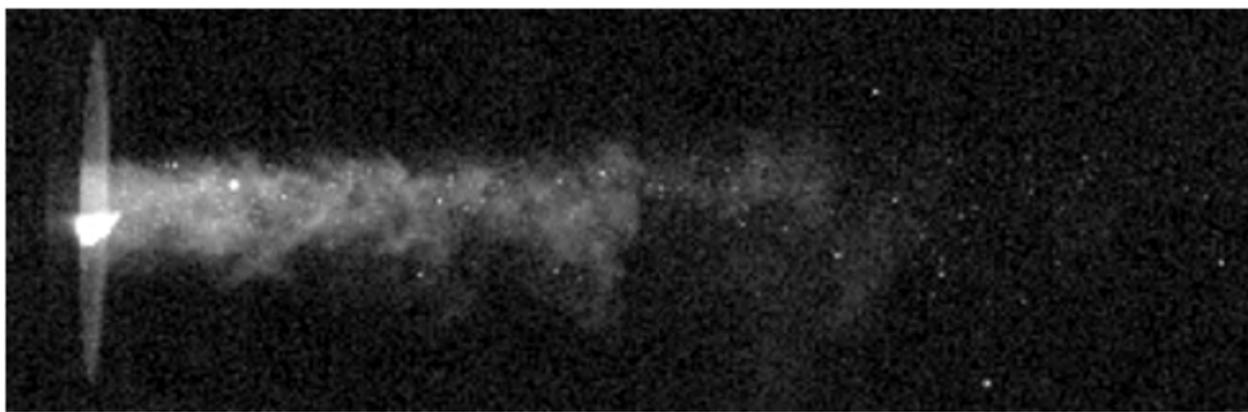
nés spektroskopijos metodas, kurio pagrindinis įrenginys – šviesolaidis spektrometras AOS-4. Tai labai greita optinė matavimo sistema, kuria galima tyrinėti dujų emisinių spektrų pikus 250–800 nm bangų ruože. Sistema naudojama plazmos elementų sudėčiai, emisiniams spektrams tyrinėti.

Multifazinių plazmos srovių vizua-

lizacijai bei kai kurioms dinaminėms charakteristikoms nustatyti naudojama greitaeigė optinė kamera su CMOS jautriuoju elementu, 1280×800 pikselių matrica, kuri leidžia greitaeigį filmavimą bei judančių objektų fiksavimą labai dideliu greičiu. Laboratorijoje naudojama Phantom Miro M310 greitaeigė kamera.



Elementinė argono ir vandens garo plazmos srovės, ištekančios iš 47,6 kW galios plazmos generatoriaus sudėtis, nustatyta optinės spektroskopijos metodu



Lydalo ir granulių judėjimas bei mineralinio pluošto susidarymo procesas viršgarsinėje oro plazmos srovėje, stebimas greitaeige vaizdo kamera

KONSTRUKCINIŲ MEDŽIAGŲ PAVIRŠINIŲ SLUOKSNIŲ FORMAVIMAS PLAZMINĖMIS TECHNOLOGIJOMIS

Dangų sintezė plazmos srovėje

Panaudojant laboratorijoje sukurtą plazminę – miltelinę dangų formavimo technologiją, buvo formuojamos katalizinės, tribologinės, apsauginės, taip pat sudaromos kietosios keraminės dangos, naudojamos konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių eksploatacinėms savybėms mechanikoje, chemijoje, energetikoje, medicinoje pagerinti. Jos padidina atsparumą korozijai 10^2 – 10^3 kartų, gerokai sumažina trinties koeficientą ir padidina atsparumą mechaniniam dėvėjimuisi. Taikant plazminę technologiją, mažėja brangių konstrukcinių medžiagų paklausa, nes jvairaus

storio dangomis padengtos pigios konstrukcinės medžiagos pakeičia didelius kiekius sunaudojamų brangių medžiagų.

Pav. pavaizduotame įrenginyje sukūrus nepusiausvirą atmosferos slėgio plazmos srautą su nebalansuotomis atskirų komponenčių temperatūromis, jvairios medžiagos aktyvinamos, sintetinamos ir apdorojamą paviršių pasiekia turėdamos skirtingas energijas. Tai sudaro reikalingas sąlygas kai kurioms cheminėms reakcijoms blokuotis ir plazmos sraute, ir substrato paviršiuje. Taip sintetinamos γ fazės Al_2O_3 dangos su labai dideliu aktyviuoju paviršiumi, ir tai labai aktualu sudarant katalizines dangas. Dangos savitasis paviršius buvo padidinamas ją pakaitinus tam tikroje temperatūroje.

Katalizinės dangos

Pastaruuoju metu pasaulyje mokslo ir gamybos srityse itin domimasi atsinaujinančiųjų energijos išteklių technologijomis, vandenilio energetika, kuro sintezės ir taupymo programomis bei aplinkos taršos mažinimo problemomis ir jų sprendimu. Nė vienoje šių sričių neapsieinama be specialios paskirties ir savitos sudėties katalizatorių. Apie 70 % visų pasaulyje vykdomų cheminių reakcijų naudojami katalizatoriai. Šiuolaikiški kataliziniai reaktoriai gaminami daug materialinių ir laiko sąnaudų reikalaujančiu cheminiu būdu, nusodinant

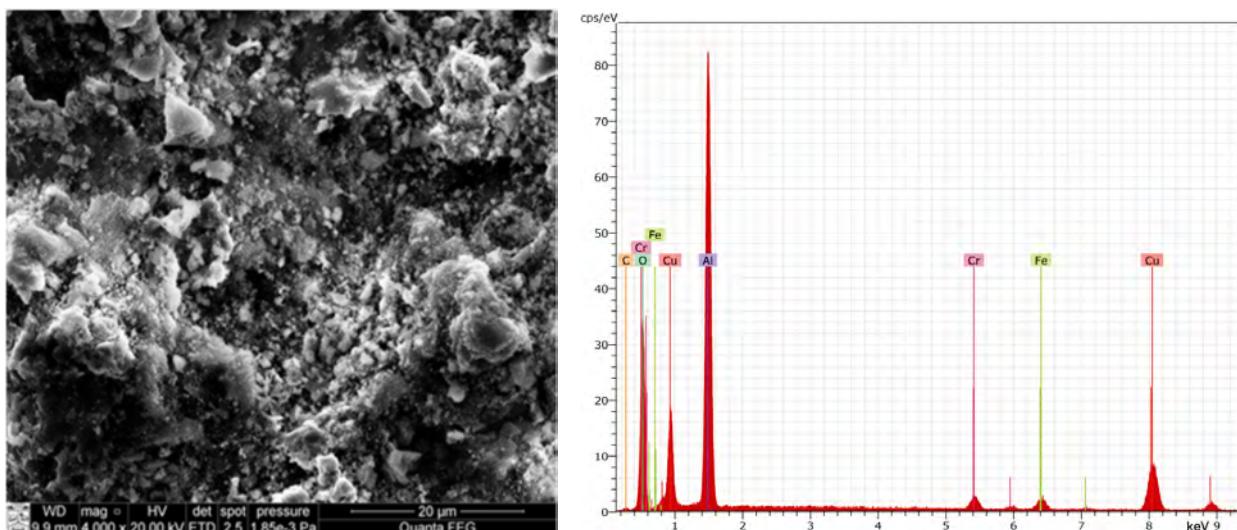
platinos grupės metalus, todėl jie yra brangūs, jų keraminiai substratai yra nepatvarūs, o substratų koriai dėl prasto šilumos laidumo dažnai išsilydo, ir KR užsikemša. Naujojoje katalizinių neutralizatorių kartoje, vietoj keramikos naudojamas metalinis substratas, o tauriuosius metalus pamažu keičia pigesni metalų oksidai, ceolitai ir kitos medžiagos, sėkmingai naudojamos kaip efektyvūs katalizatoriai.

Iš dangų pagamintuose kataliziuose reaktoriuose masės ir šilumos pernašos procesai buvo tirti laboratorijoje sukurtame katalizinių dangų savybių tyrimo įrenginyje. Propano-butano dujų degimo ore produktams susimaišius su oksidatoriumi, gaunamos išmetamosios dujos, turinčios vidaus degimo varikliams būdingas CO koncentracijas, ir pasiekiamą katalizinei teršalo oksidacijai vykti reikiama temperatūra. Darbui atligli sukurta dujų dinaminių ir šiluminių charakteristikų tyrimo pasienio sluoksnio zonoje metodika, suk komplektuota įranga ir aparatūra srauto struktūrai tirti. Nustatyti reagujančių dujų greičių, temperatūros, medžiagų koncentracijos, pasiskirstymas prie katalizatoriaus sienelės, srauto ir sienelės šilumos-masės mainų koeficientai.

Plazminių būdu sudarytų oksidinių katalizinių dangų pagrindu galima kurti veiksmingai CO, SO₂, NO_x, HC ir kitų



Jvairių metalų oksidų dangų formavimas atmosferinio slėgio oro plazmoje



Katalizinė Al_2O_3 danga (kairėje) ir jos elementinė sudėtis (dešinėje)

teršalų emisiją mažinančius katalizinius reaktorius. Jie pagal konversijos laipsnį artimi kataliziniams reaktoriams, kurių sudėtyje yra tauriųjų metalų. Šios srities darbai tęsiami vykdant 2007–2013 m. Baltijos jūros regiono programos projektą. Šiuo metu kuriamas naujas efektyvus katalizatorius TiO pagrindu, skirtas sieros junginiams oksiduoti.

Anglies darinių dangos

Konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių modifikavimas technologijomis, formuojant įvairios paskirties dangas, plačiai taikomas paviršiaus inžinerijoje. Viena iš plazminų technologijų pritaikymo galimybių – tai plazminų polimerų sintezė. Plazminai polimerai – plazminiu būdu nusodintos plones plėvelės turi daugybę pritaikymo sričių: mikroelektronika, medicina, biotechnologijos, puslaidininkų gamyba ir kt. Plazminai polimerai dažniausiai sintetinami vakuumė. Jų struktūros dar nėra pakankamai gerai ištirtos. Pvz., hidro, halo anglies polimerų ir hidrintos anglies plėvelių ar šių plėvelių grupių maža kaina ir geros mechaninės savybės, kaip atsparumas korozijai, stiprumas, nedidelė savitoji masė, mažas drėkinimo kampas, leidžia konkuruoti su geriausiomis šiuolaikiškomis medžiagomis ir

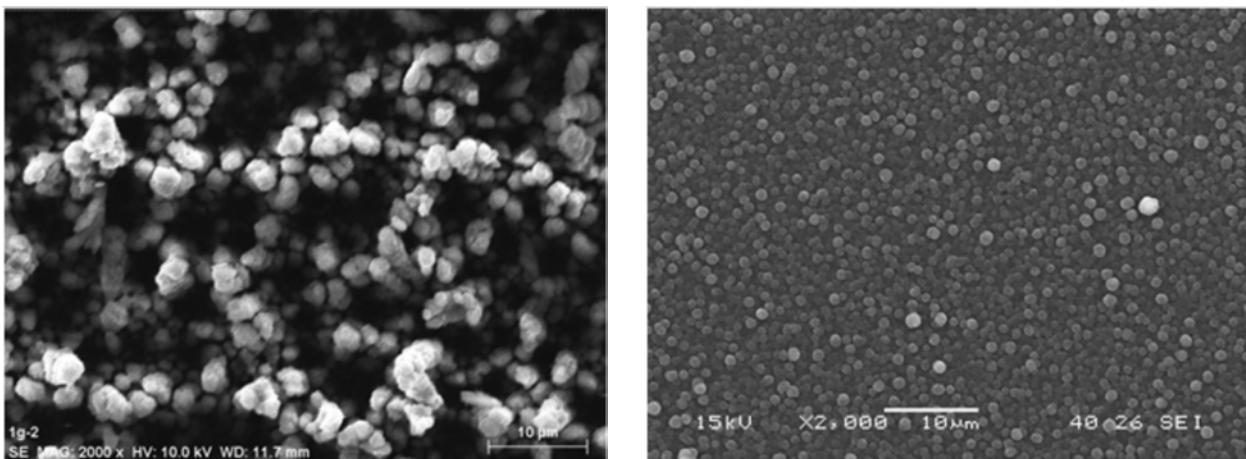
lydiniais. Vertinant padėtį, susidariusią plazminų polimerų sintezės ir tyrimų srityje, pažymétina, kad šiuo metu reikia geriau suprasti plazmos polimerizacijos procesą, ypač padengimo parametru įtaką gautų plazmos polimerų savybėms, jų laiko ir temperatūros stabiliumą. Viena iš plazminų polimerų grupių yra naujos medžiagos, sudarytos iš plazminų polimerų, sumaišytų su metalais arba keramika. Tokios kompozicinės medžiagos sudaro naują dangų klasę iš kompozitų ir nekompozitų ir pasižymi elektrinių, optinių ir mechaninių savybių įvairove. Suformuoti plazminiai polim-

erai daugiausia naudojami kaip kietos ir apsauginės dangos. Pastaruoju metu plazminų polimerų sintezėje vis plačiau naudojami anglies dariniai.

Nors plazminis dangų formavimo procesas atmosferos slėgyje jau seniai ir plačiai praktiskai naudojamas, tačiau vis dar nėra ištirtas fizikiniu požiūriu. Teigama, kad yra apie 50 veiksnių, turinčių įtakos gautos dangos cheminiems, fizikinėms, mechaninėms savybėms bei dangos elementinei sudėčiai ir struktūrai. Pagrindiniai iš jų – pradinių medžiagų sudėtis, medžiagos įvedamo vienos plazmos sraute dislokacija, plaz-



Veikiantis anglies dangų sintezės įrenginys, generuojantis argono/acetileno plazmą



Amorfinių grafito-tipo anglies dangų paviršiaus morfologija po apšvitos nanosekundinės trukmės spincliuote

motrono konstrukcija, darbo charakteristikos, atstumas nuo plazmotrono iki substrato, temperatūra, slėgis, darbo dujų rūsis. Šiuo metu daugiausia dėmesio skiriama sudaryti įvairios sudėties ir savybių kietąsių anglies darinių dangas įvairių medžiagų (plieno, Al_2O_3 , kvarcinio stiklo ir kt.) paviršiuose ir turimais metodais ištirti jų savybes.

Darbams atliki sukurtos dvi plazminės kietųjų keraminių ir deimanto tipo dangų sintezės sistemos su modifikuotais plazmos generatoriais, tiekiančiais nepusiausvirosios plazmos srautą. Įrenginiai veikia atmosferos ir išretintų dujų – azoto, argono, vandenilio, acetileno, propano-butano ir jų mišinių aplinkoje. Realizavus dangų sintezės procesą, gautos gerais adhezijos rodikliais pasižymintios dangos ant nerūdijančio plieno, kvarcinio stiklo ir silicio paviršių. Taikant SEM, XRD, IR ir Ramano spektroskopijos metodus, nustatyta dangų paviršių struktūra, jų dalelių dydis ir forma, sudėtis ir jos priklausumumas nuo plazmą sudarančių ir transportuojančių dujų sudėties, įvedimo į plazmotroną vietas ir būdo. Pastebėta, kad visų dangų IR laidžio ir atspindžio spektruose egzistuoja CH_x , OH, CO, CO_2 ir $\text{C}=\text{C}$ grupėms būdingi ryšiai.

Vadovaujantis atlirkais tyrimais, sudarant dangas atmosferinio slėgio

argono/acetileno plazmos aplinkoje, realizuotas superkondensatorių elektrodų dangų sintezės procesas ir gautos anglies darinių dangos, kurių elektrinės charakteristikos leidžia padidinti pastaruoju metu praktikoje naudojamų superkondensatorių talpą.

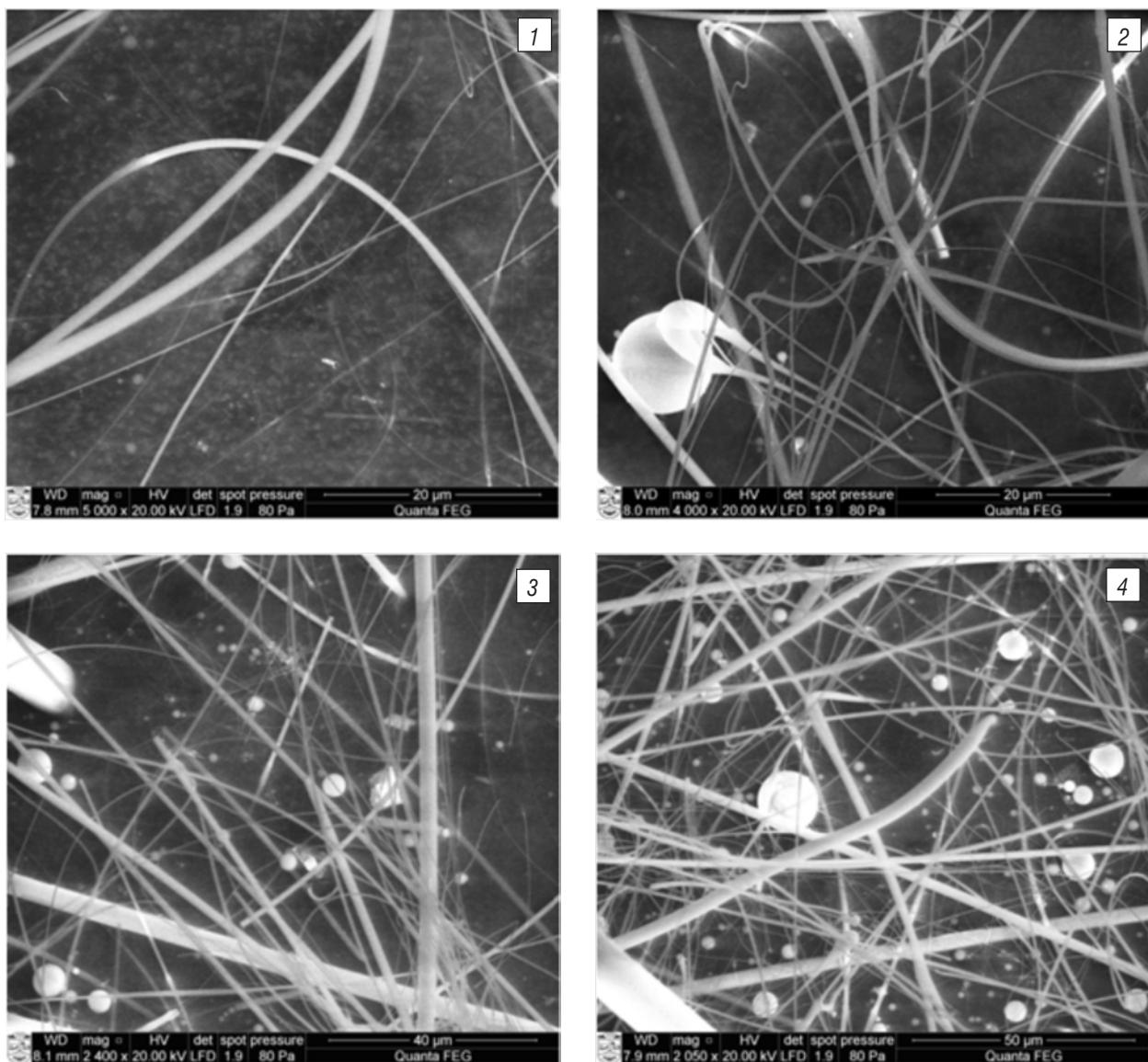
KERAMINIŲ MEDŽIAGŲ LYDYMAS IR AUKŠTOS TEMPERATŪROS METALŲ OKSIDŲ PLAUŠO SINTEZE

Mineraliniam plaušui (MP) gaminti naudojamai tradicinei technologijai ir įrenginiams būtinas nepertraukiamo veikimo procesas, sudėtingos ir brangios lydymo krosnys bei izoliacinės medžiagos. Tradiciniai metodai gaminamo plaušo kokybę ir sudėtį taip pat riboja žaliavos lydymosi temperatūrą: šis metodas neleidžia gaminti aukštos temperatūros termoizoliacinio plaušo, vis labiau naudojamo įvairose srityse.

Vienintelis alternatyvus būdas gauti aukštos kokybės aukštos temperatūros plaušą yra plazminė technologija. Ja suformuotas pluoštas pasižymi unikaliomis savybėmis, tokiomis kaip atsparumas aukštai temperatūrai, mažas šilumos laidumas, didelis cheminis stabilumas. Lydant ir plaušinant keramines medžiagas, formuojant MP

naudojamas eksperimentinis plazminis įrenginys su 70–90 kW galios plazmos generatoriumi, sukurtas LEI Plazminių technologijų laboratorijoje. Juo formuojamas plaušas iš dispersinių dalelių, naudojant orą kaip plazmą sudarančias dujas bei pagalbinius oro ir propano dujų mišinius. Kaip žaliava aukštoms temperatūroms atspariam keraminiam plaušui gaminti naudojamos pigios ir plačiai gamtoje paplitusios keraminės medžiagos, pvz., kvarcinis smėlis, dolomitas, molis, aliuminio oksidas, pramonės keraminės atliekos ir kt.

Atlikus eksperimentinius ir skaitinius tyrimus nustatyta, kad plazminiam keraminių medžiagų plaušinimo procesui lemiamos įtakos turi plazmos srauto dinaminės ir energetinės charakteristikos. Kadangi keraminių medžiagų lydymosi temperatūros siekia net iki 2500 K, visiškai išlydyti ir išplausinti keramines dispersines daleles, įtekančios į reaktorių plazmos srauto temperatūra turi būti 2500–3000 K, o greitis – 700–1000 m/s. Vidutinė masinė plazmos srauto temperatūra ir greitis per visą reaktoriaus kanalo ilgį tolygiai mažėja ir jo gale pakinta, atitinkamai, 14 ir 10 %, neatsižvelgiant į plazmos generatoriaus darbo režimus. Tai leidžia lengvai reguliuoti plazmos srauto parametrus reaktoriaus ištakėjime. Išsiaiškinus keramini



Ceolių pluošto SEM vaizdai esant skirtiniems plazmos srauto greičiams: 1 – 1600; 2 – 1500; 3 – 1200; 4 – 1000 m/s

plaušo formavimo plazmocheminiame reaktoriuje mechanizmą nustatyta, kad dalelių lydymas vyksta reaktoriaus kanale, o plaušo elementų formavimas, kuris trunka 4–10 ms, – už reaktoriaus ribų. Į reaktorių įpūtus žaliavos, dispersines daleles šilumos mainai vyksta nebe tik tarp plazmos srauto ir reaktoriaus sienelių, bet ir tarp dispersinių dalelių, kas turi įtakos plazmos srauto temperatūros sumažėjimui. Ištirta, kad plazmos srauto ir dispersinių dalelių šilumos mainai tuo intensyvesni, kuo didesnė dalelių koncentracija sraute ir mažesni jų matmenys. Didėjant masinei šaltų dispersinių dalelių koncentracijai plazmos sraute nuo 6 iki 24 %, šilumos

srautas į reaktoriaus sienelę sumažėja nuo 6 iki 31 %, dėl intensyvaus srauto šilumos atidavimo dalelėms.

Plazmos srauto greitis yra vieną pagrindinių keraminio plaušo kokybę lemiančių veiksninių, kadangi padidėjus iš reaktoriaus ištekančios plazmos srauto greičiui 60 %, formuojamo plaušo išeiga didėja 5 %, o plaušą sudarančių skaidulų skersmuo ir granulių kiekis tame mažėja.

Gautas plaušas yra nepakeiciamas mufelinių krosnių, MHD generatorių, aukštakrosnių gamyboje, o dėl puikių garsą izoliuojančių savybių – ir garso izoliacijai. Keraminis plaušas taip pat gali būti tinkamas ir įvairių filtruojančių medžiagų gamyboje, bei kaip statybinė,

betoną sutvirtinant medžiaga, o tam tikros sudėties keraminis plaušas gali tarnauti ir kaip katalizatorius.

VANDENS GARO PLAZMINĖ TECHNOLOGIJA

Racionalus gamtinių resursų naujojimas ir aplinkos apsauga nuo taršos pramoninėmis, buitinėmis, medicininėmis atliekomis yra svarbūs uždaviniai šiuolaikinėje pramonėje, o taip pat svarbu ieškoti alternatyvių energijos išteklių. Dujinių, skystų, kietų atliekų nukenksminimas vykdomas įvairiais metodais, atliekas ne tik galima utilizuoti, sumažinti teršalų emisiją į aplinką,

tačiau racionaliausia jas perdirbt i ir gauti naujus naudingus produktus. Skaidant jvairių rūsių atliekas plazminiu būdu, dėl savo unikalių savybių jis yra aplinkai itin draugiškas. Šiame plazminiam procese naudojamas vandens garas, kuris yra ir šilumnešis, ir žaliava, o šioje plazmoje galima vykdyti praktiškai visas endotermes reakcijas, patvariausius cheminius junginius suskaidyti į atomus ir pagal tokią vandens garo plazminę technologiją, skaidant organines atliekas, gali būti gaunamos sintetinės dujos ($\text{CO} + \text{H}_2$).

Proceso eigą ir efektyvumą lemia įrenginio konstrukcija, techninės charakteristikos ir plazmos srauto parametrai. Mokslinėje literatūroje nepakanka duomenų apie šilumos plazmocheminiuose reaktoriuose, elektrinius ir šiluminis procesus bei sąveiką su apdorojamomis medžiagomis, todėl laboratorijskoje atliekamų tyrimų uždaviniai – sumodeliuoti ir sukonstruoti plazmocheminį reaktorių, pritaikytą dujinėms, skystoms ir kietoms atliekoms skaidyti srauto sąveikos su skaidomomis medžiagomis mechanizmą, ištirti gautų produktų elementinę sudėtį, ivertinti proceso efektyvumą. Vandens garo masinė entalpija, esant aukštoms temperatūroms (nuo 4000 K) apie 6 kartus viršija oro entalpiją. Esant aukstai temperatūrai, vandens garas skyla į deguonį, vandenilį ir jų junginius, kurie dalyvauja plazmocheminėse reakcijose. Skaidant jvairių rūsių atliekas plazminiu būdu, dėl savo unikalių savybių jis pasižymi kaip aplinkai ypač draugiškas procesas. Vandens garo plazmoje vyksta ypač greiti cheminiai procesai, kuomet susidaro reaktyvieji elementai H ir O. Dėl šios srauto savybės, j vandens garo plazmą įvedami anglavandeniliai suskaidomi labai efektyviai. Ši technologija gali būti pritaikyta atliekoms bei aplinkai žalingoms medžiagoms skaidyti arba vykstant konversijai, jas paversti į sintetines dujas.



Veikiantis vandens garo plazminis įrenginys, skirtas organinėms atliekoms skaidyti

Atlikti jvairių organinių medžiagų skaidymo bandymai. Konversijai vykdyti, į plazmocheminį reaktorių buvo įvestos pasirinktos dujinės medžiagos – angliavandenilinės dujos, skystos medžiagos – toluolas, glicerolis, kietos medžiagos – medienos granulės.

Pasielkti rezultatai ir išvados:

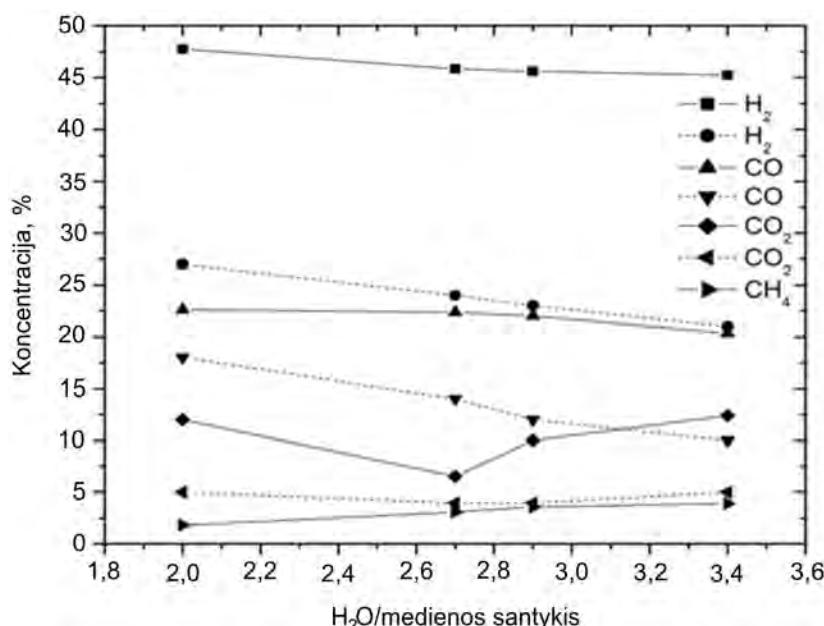
Suprojektuotas ir pagamintas linijinis nuolatinės srovės vandens garo plazmos generatorius su laiptuotu

elektrodu. Plazmotronas išbandytas prie jvairių režimų, tiekiant orą bei perkaitintą vandens garą.

Nustatyti vandens garo plazmos generatoriaus šiluminės bei elektrinės charakteristikos. Nustatyta, kad ištekancio iš plazmotrono srauto tekėjimas yra turbulentinis. Šilumos atidavimas vandens garo plazmotrone tarp elektros lanko, kaitinančių dujų ir elektrodų sienelių dažniausiai vyksta konvekcija.

Nustatyti plazmotrone kaitinančių dujų plazmos srauto parametrai: kaitinančio vandens garo srautas $2,63 - 4,48 \times 10^{-3}$ kg/s, plazmos srauto vidutinė temperatūra $2400 - 3300$ K, vidutinis srauto greitis $210 - 600$ m/s, naudingumo koeficientas $0,7 - 0,78$, Reinoldso skaičius $2750 - 6000$.

Atlikus vandens garo plazmos srauto diagnostiką optinės emisijos spektrometru, rezultatai patvirtino, kad vandens garas plazmotrono ištekėjime yra disocijuavęs ir jį sudaro OH , H_2 , $\text{O}(\text{l})$, $\text{Ar}(\text{l})$ elementai). Aptikti atominio vandenilio pikai H_a (656,2 nm), H_b (486,1 nm) ir H_g (434,1 nm) rodo, kad vandenilio atomai vandens garo plazmoje yra



Reakcijos produkų kitimo priklausomumas nuo $\text{H}_2\text{O}/\text{medienos santykio}$. Ištisinė linija – eksperimentiniai rezultatai, punktyrinė – apskaičiuoti skaitmeniniu programiniu paketu, esant 2800 K temperatūrai

sužadintos būsenos ir chemiškai labai aktyvūs. Metalų dalelių Cu ir Fe spektiniai pikai yra labai intensyvūs ir rodo didelę plazmotrono elektrodų eroziją, kuria reikia stengtis sumažinti.

Skaitiniai metodais išanalizavus aktyviųjų radikalų susidarymą vandens garo plazmoje nustatyta, kad, didėjant temperatūrai iki 4100 K, vyksta vandens garo disociacija. Vandens garo koncentracija sumažėja iki 1 %, o jų sudarančių atominio H ir O elementų koncentracija nuolat auga.

Atlikti dujinių, skystų bei kietų medžiagų konversijos bandymai parodė, kad vandens garo plazmos aplinkoje galima gauti sintetines, H_2 + CO dujas. Jų koncentracija bendrame reakcijos produkty masės balanse sudarė per 55 %.

Atlikus įvairių organinių atliekų konversijos tyrimus, nustatyta, jog didžiausias efektyvumas (67 % H_2) pasiekiamas skaidant dujines atliekas. Skaidant skystas bei kietas atliekas, gauta 34–27 % H_2 , kadangi teko suteikti papildomos energijos jiems dujinti.

LABORATORIJOJE VYKDOMI PROJEKTAI

Laboratorijos darbuotojai 2014 m. dalyvavo tarptautiniuose projektuose ir programose:

- 2012–2014 m. LMT finansuojamas mokslininkų grupių technologinės plėtros projekte *Plazminėmis technologijomis formuojamas keraminio pluošto katalizatorius teršalų emisijai mažinti*. Pagrindinis projekto tikslas – panaudojant plazminę technologiją, sudaryti pageidaujamų savybių katalizinį keraminį pluoštą, iš kurio pagaminti reikiamu savybių metalų oksidų pluošto katalizatorių, skirtą aplinkos teršalamams neutralizuoti,

suprojektuoti ir pagaminti eksperimentinį katalizinių savybių tyrimo įrenginį bei realizuoti tyrimą realių išmetamų degimo produktų srautuose.

- Nacionalinės mokslo programos *Ateities energetika* projektas *ATE02/2012 Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas*.
- Nacionalinės mokslo programos *Ateities energetika* projektas *ATE10/2012 Organinių atliekų konversija vandens garo plazmoje mažinant aplinkos taršą*.
- ES paramos priemonės *Aukšto tarptautinio lygio mokslinių tyrimų skatinimas* projekte *Inovatyvios terminio skaidymo technologijos sukūrimas ir pritaikymas vandenvalos nuotekų dumblo utilizavimui (INODUMTECH)*. Projekto metu sukurtas bandomasis iki 100 kW galios dujinimo proceso-technologijos prototipas, tinkantis utilizuoti mažų Lietuvos miestelių nuotekų valymo įmonėse susidarančius dumblo kiekius. Projekto idėja įgyvendinama kartu su LEI Degimo procesų, Branduolinės inžinerijos problemų bei Šiluminės įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorijomis.
- 2012–2014 m. biudžetinis darbas *Anglies dangų sintezė argono-acetileno ir argono-vandenilio-acetileno plazmoje ir jų savybių tyrimas*. Šiame darbe atlikta anglavandenilių dujų plazmos matavimai optiniu emisiniu spektrometru. Įvertinta argono-acetileno ir argono-vandenilio-acetileno plazmos srauto temperatūra. Nustatyta technologinių procesų (galios, dujų kiekie) įtaka ištekančio plazmos srauto temperatūrai. Ištirta argono-acetileno ir argono-vandenilio-acetileno plazmos sudėtis, vyraujančių radikalų bei dalelių tipai ir jų kitimo dėsningumai. Suformuotos anglies struktūros dangos iš argono-acetileno ir argono-vandenilio-acetileno dujų plazmos. Nustatyta acetileno dujų srauto ir atstumo (temperatūros) įtaka formuojamų anglies dangų ryšių tipui, optinėms savybėms bei savitajam paviršiaus plotui. Išmatuota kondensatorių, turinčių anglies elektrodus, talpa. Įvertinta vandenilio dujų įtaka gautų dangų morfologijai, struktūrai. Atlikta grafito-tipo anglies dangų apšvita nanosekundinės ir pikosekundinės trukmės impulsais. Nustatyta lazerinės apšvitos proceso parametru (impulsų skaičiaus, impulsų energijos, bangos ilgio) įtaka grafito-tipo anglies dangų elementinei sudėčiai, ryšių tipui, įvertintos optinės dangų savybės.
- 2012–2016 m. ilgalaikė institucinė mokslinių tyrimų ir eksperimentinės (socialinės, kultūrinės) plėtros programa. Darbo pavadinimas: *Degimo ir plazminių procesų eksperimentiniai bei skaitiniai tyrimai energijos generavimo technologijų iš atsinaujinančio biokuro tobulinimui ir aplinkos taršos mažinimui*, o programai vykdyti sudarytos dvi su atskirais tikslais ir uždaviniais darbo grupės – degimo ir plazminių procesų tyrimų. 2014 m. laboratorijoje buvo atlikti sekantys darbai:
 - Sudaryta vandens garo plazmos srauto tyrimo metodika ir parinkta analizinė aparatūra;
 - Išmatuotos ir ištyrinėtos plazmos srauto dinaminės ir

- energetinės charakteristikos;
 - Atlikta kokybinė-kiekybinė vandens garo plazmos spektrinė analizė;
 - Atliktas rezultatų neapibrėžčių įvertinimas.
- 2013–2015 m. tarptautinė veikla COST TD1208 *Plasma in Liquids*. Šioje veikloje laboratorijos darbuotojai vykdo individualų projektą **Vandens garo plazmos panaudojimas skystų atliekų perdirbimui**, kurį vykdant bus sukurtas naujas plazmocheminis reaktorius įvairios sudėties organinėms medžiagoms suskaidyti ir paversti sintetinėmis dujomis su padidintu vandenilio kiekiu. Veikloje dalyvauja 26 Europos šalių mokslininkai.
- Plazminiu technologijų laboratorijoje dirba 9 daktaro laipsnį įgiję mokslininkai, 1 jaunesnysis mokslo darbuotojas, taip pat darbo patirtį turintis pagalbinis personalas – 3 inžinieriai ir 3 aukštos kvalifikacijos meistrai.
- Laboratorijos mokslinė ir technologinė produkcija 2014 m. pristatyta tarptautinėse (8 pranešimai) ir respublikinėse (2 pranešimai) konferencijose, paskelbtí 6 straipsniai *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojuamuose žurnaluose, doktorantas Andrius Tamošiūnas apgynė disertaciją **Termohidrodinaminių procesų tyrimas vandens garo plazmoje ir jos taikymas organinių medžiagų konversijai** ir įgijo mokslų daktaro laipsnį.

Dr. Vitas VALINČIUS
Plazminiu technologijų laboratorijos vadovas
Tel.: (8 37) 401 986
El. paštas Vitas.Valincius@lei.lt

VANDENILIO ENERGETIKOS TECHNOLOGIJŲ CENTRAS

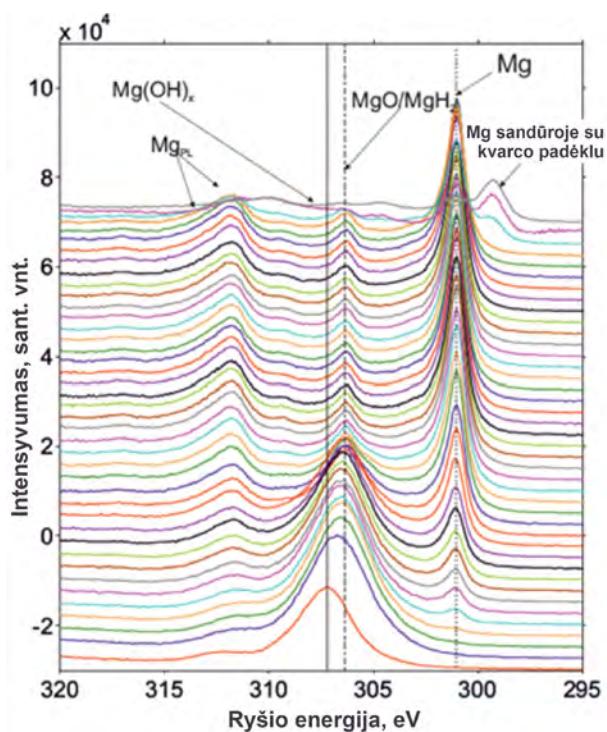
PAGRINDINĖS CENTRO MOKSLINĖS VEIKLOS KRYPTYS

- tyrimai vandenilio energetikos srityje:
 - vandenilio atskyrimo membranų sintezė ir savybių analizė;
 - vandenilio gavyba, panaudojant vandens reakcijas su metalu ir jų lydinių nanodalelėmis;
 - metalų ir jų lydinių hidridų, skirtų vandeniliui saugoti sintezė ir savybių analizė;
 - vandenilio kuro elementų anodu/elektrolytu/katodu sintezė, taikant fizikinius medžiagų nusodinimo metodus;
 - NiMH baterijų elektrodų savybių analizė.

2014 m. baigtas valstybės subsidijomis finansuojamas projektas ***Mg-Ti metalų hidridų, skirtų energijos saugojimui, sintezė bei charakterizavimas***. Pagrindinės problemas, ribojančios metalo lydinių panaudojimą, yra susijusios su hidridinimo/dehidridinimo procesu. Šiuo metu plačiai naudojami metalo lydiniai, skirti vandeniliui saugoti, yra suformuojami naudojant chemines technologijas. Gautų lydinių hidridinimo proceso metu vandenilio slėgis siekia iki 10 MPa ir dehidridinimas vyksta 500 °C temperatūroje.

Šio darbo pagrindinis tikslas – surasti dar neištirtas magnio hidrido, destabilizuoto panaudojant titano priemaišas, metastabilias būsenas, kuriose medžiaga efektyviai adsorbuoja/desorbuoja vandenilį.

Pagrindinis darbo originalumas – sintetinti Mg_7TiH_{16} plonasluoksnies struktūras naudojant magnetroninio garinimo technologijas ir kompleksinį medžiagų hidrinimą plazmoje ir aukštame slėgyje ir temperatūroje. Buvo pastebėta, kad po hidrinimo plazmine jonų implantacija stebimas visų magnio-titano bandinių kristalinių gardelių parametru padidėjimas, atsirandantis dėl vidinių įtempių tarp suformuotos dangos ir



1 pav. Vandenilio plazmoje *in situ* hidrintų magnio dangų paviršiaus RSFS spektrai

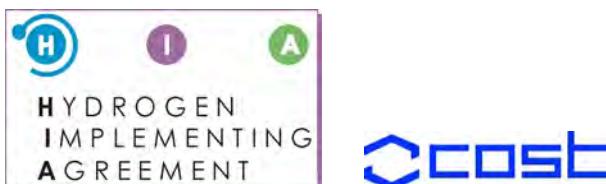
kvarco padéklo. Tačiau net ir tokiu būdu suformuotos dangos, jas hidrinant, išlaiko kristalinę pavidalą. Hidrinimo proceso vandenilio plazmoje metu metalinės Mg–Ti dangos yra tik prisotinamos vandeniliu, susiformuoja hidridų užuomazgos sandūroje „danga–padéklas“, tačiau tik nedidelė medžiagos dalis transformuojama iš metalinės į hidrido kristalinę fazę, todėl, manome, šis hidrinimo proceso modelis nėra efektyvus, formuojant magnio–titano hidrido junginius ant kvarco padéklo. Vienas svarbiausių darbo atradimų yra susijęs su eksperimentiniu faktu, kad gryno Mg plazminio hidrinimo metu, jei bandinys po sintezės yra neįstraukiamas iš vakuuminės kameros ir hidrinimas atliekamas *in situ* režimu, gaunamas ženklus kristalinės hidrido fazė kiekio padidėjimas (1 pav.). Tikėtina, kad tokie pat rezultatai būtų gaunami ir Mg–Ti plonų dangų atveju.



Bendradarbiaujant su Vytauto Didžiojo universiteto (VDU) Fizikos katedros ir KTU Fizikos katedros dėstytojais ir studentais sukurtas Vandenilio energetikos centras sutelkia tyrimams būtiną įrangą, sudaro sąlygas dėstytojams naudoti modernias mokymo priemones, ruošti aukščiausios kvalifikacijos specialistus (apimant visas studijų pakopas), plėtoti konkurencingus tyrimus. Ne mažiau svarbus faktas, kad LEI tapo stipriu jaunujių mokslininkų traukos centru (2 pav.).



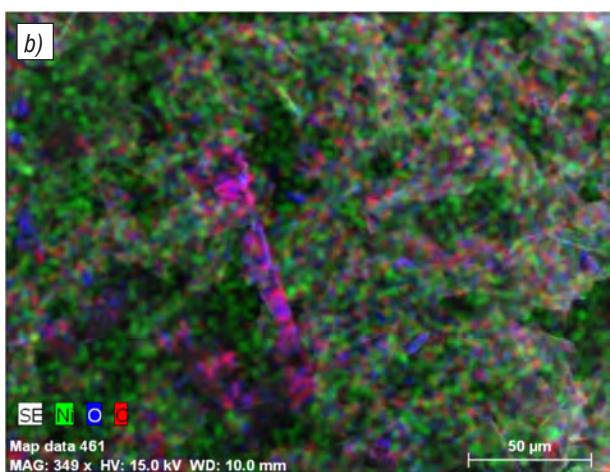
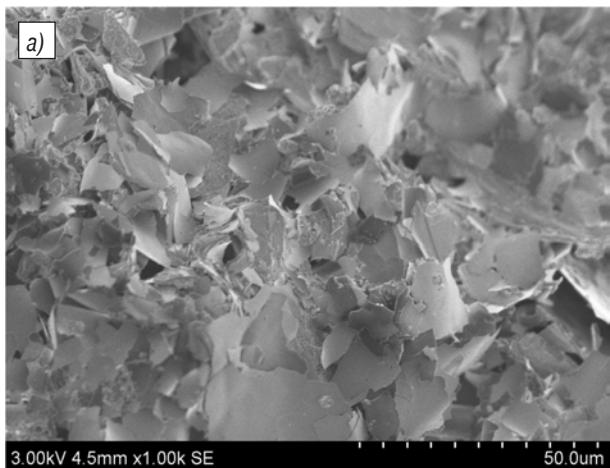
2 pav. Kauno m. universitetų studentai dažnai lankosi Vandenilio energetikos technologijų centre



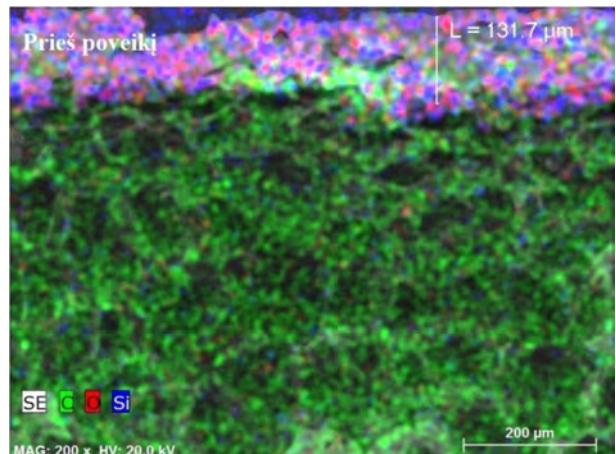
2014 m. aktyviai dalyvauta Tarptautinės energetikos agentūros vandenilio taikymo sutarties (IEA HIA) 32 grupės *Hydrogen based energy storage* tyrimuose ir ES COST programos MP 1103: *Nanostructured materials for solid-state hydrogen storage* veiklose. Šiuose darbuose metalų ir jų lydinių hidridų cheminis destabilizavimas atliekamas į medžiagą įtraukiant naujus elementus, kurie hidrido dekompozicijos metu formuoja tarpinius darinius, sistemių neleidžiant relaksuoti iki žemiausios energetinės būsenos, arba hidrinimosi metu susiformuoja destabilizuotas hidridas.

2014 m. centro mokslininkai tęsė darbus projekte *Polistireninio putplasčio paviršiaus savybių modifikavimas panaudojant nanokristalinių oksidų dangas* (NA-NOPUTPLAST; Sutarties Nr. VP1-3.1-ŠMM-10-V-02-019). Tyrimų metu buvo sukurtos dvi technologijos ir pateiktos dvi patentinės paraiškos Lietuvos Patentų biurui:

1. Nanokristalinių klasterių gavimas ant vandenye tirpių medžiagų, panaudojant magnetroninio garinimo metodą (3 pav.). Paraiškos numeris LT2014 509;
2. Polimerinių medžiagų paviršiaus apsauga, panaudojant nanokristalinių oksidų dangas (4 pav.). Paraiškos numeris LT2014 510.



3 pav. Ni klasteriai gauti ant vandenye tirpių medžiagų (a); elementinės žemėlapis (b)



4 pav. Nanokristalines SiO_2 dangos ant polistireninio putplasco paviršiaus

2014 m. centro darbuotojai paskelbė 3 mokslinius straipsnius *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose žurnaluose ir perskaite 5 pranešimus tarptautinėse konferencijose.

Dr. Darius MILČIUS

Vandenilio energetikos technologijų centro vadovas
Tel. (8 37) 401 909
El. paštas Darius.Milcius@lei.lt

BRANDUOLINĖS INŽINERIJOS PROBLEMŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS MOKSLINĖS VEIKLOS KRYPTYS:

- šilumininių procesų tyrimai energetikos įrenginių komponentuose;
- šilumos ir masės pernešimo procesų tyrimai biokuru kūrenamų objektų įrengimuose; biokuro deginimo metu su dūmais išeinančių emisijų mažinimas naudojant elektrostatinius filtrus;
- priverstinė ir mišri konvekcija; turbulentinis ir pereinamasis tekėjimo režimai; vienfazis ir dvifazis srautai; kanalo geometrijos, kintamų fizikinių savybių, šiurkštumo, nestacionarumo, išcentrinių jėgų įtaka;
- skaitinis šilumos mainų ir pernešimo procesų modeliavimas įvairiuose kanaluose bei geologinėse struktūrose;
- panaudoto branduolinio kuro tvarkymo sauga: kuro charakteristikų modeliavimas, saugojimo ir šalinimo įrenginių saugos bei poveikio aplinkai tyrimai, norminė ir įstatyminė bazė;
- radioaktyviųjų atliekų tvarkymo sauga: apdorojimo technologinės įrangos bei saugojimo ir šalinimo įrenginių saugos ir poveikio aplinkai tyrimai, norminė ir įstatyminė bazė;
- atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimo įvairių veiksnių vertinimas: eksploatavimo nutraukimo ir išmontavimo planavimas bei išlaidos; teritorijos, statinių, sistemų ir įrangos radiologinis apibūdinimas; atskirų objektų saugos bei poveikio aplinkai tyrimai; norminė ir įstatyminė bazė;
- gaisro saugos atominėse elektrinėse ir kituose svarbiuose objektuose įvertinimas;
- tyrimai, susiję su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje.



ŠVIETIMO
IR MOKSLO
MINISTERIJA

Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos mokslinkai kartu su kitomis instituto laboratorijomis koordinuoja ir vykdą dvi, 2012 m. pradžioje Švietimo ir mokslo ministerijos patvirtintas, ilgalaike mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programas:

- *Vienfazių ir dvifazių srautų dinamikos, šilumos ir masės pernašos procesų tyrimas* (2012–2016).

Programos tikslas – išplėtoti tyrimų metodus ir atliliki vienfazių ir dvifazių srautų struktūros, šilumos ir masės pernašos dėsningumų tyrimus, sprendžiant naujų šilumos energijos gamybos iš biokuro schemų efektyvumą, energijos ir masės srautų matavimo ir šilumos bei masės pernašos intensyvinimo uždavinius, pasireiškiant srautų nestacionarumams, pereinamiesiems tekėjimo režimams, fizinių savybių ir termogravitacijos jėgų poveikiui bei garo kondensacijos procesams.

- *Atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų bei panaudoto kuro tvarkymo procesų tyrimas ir radiacinio poveikio*

analizé (2012–2016). Programos tikslas – taikant skaitinius ir eksperimentinius tyrimų metodus bei atsižvelgiant į Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo procesų ypatumus, išanalizuoti ir įvertinti radiacinj poveikj žmonėms ir aplinkai radioaktyviųj atliekų ir PBK tvarkymo, saugojimo ir šalinimo metu.

ŠILUMINIŲ PROCESŲ TYRIMAI ENERGETIKOS ĮRENGINIŲ KOMPONENTUOSE

Biokuras yra gana placiai naudojamas daugelyje šalių šilumai ir elektros energijai gaminti. Jis (mediena, šiaudai, grūdai ir kt.) yra laikomas atsinaujinančiu energijos ištekliu, darančiu mažiausią poveikj aplinkai, dėl to jo suvartojimas didėja ne tik naujai pastatytose, bet ir rekonstruojamose katilinėse Lietuvoje. Tačiau vienas pagrindinių trūkumų lyginant biokuro deginimą su dujinio ar skystojo kuro deginimu yra gana dideli kietujų dalelių išmetimai į aplinką. Daugėjant biokurą deginančių įrenginių, daugėja ir kietujų dalelių emisijų. Dėl daromo žalingo poveikio žmonių sveikatai yra ribojamas kietujų dalelių kiekis kurą deginančių įrenginių išmetamuose dūmuose, t. y. statomi įvairūs filtri, kurie sugaudo šias kietasias daleles. Lietuvoje dažnai naudojamų ciklonų ir kitokių mechaninių kietujų dalelių gaudytuvų efektyvumas yra per mažas su dūmais lekiančiomis smulkiomis dalelėmis sugaudyti, gi elektrostatiniais filtrais galima pasiekti labai aukštą duju (dūmų) išvalymo efektyvumą. Deginant įvairų biokurą, su dūmais išmetamos skirtingų dydžių dalelės bei keičiasi dūmų sudėtis, dėl to pasikeičia elektrostatinių filtrų efektyvumas. Išsamiai ištýrus šiuos veiksnius galima išspręsti aktualias technologijų tobulinimo Lietuvos energetikoje problemas.



Laboratorijos mokslininkai pagal Lietuvos mokslo tyros nacionalinės mokslo programos **Ateities energetika** finansuojamą projektą **Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas** (2012–2014) kartu su kitomis instituto laboratorijomis vykdė dūmų valymo tyrimus. Projekto metu buvo pagamintas eksperimentinis įrenginys bei atlikti preliminarūs tyrimai. Tyrimams naudotas laboratorijoje pagaminto elektrostatinio filtro prototipas. Nustatyta santykinės dalelių koncentracijos

kitimas, atsižvelgiant į elektrostatiniams filtrui tiekiamą įtampą, kai išlydžio elektrodas yra teigiamas arba neigiamas. Atlirktyti tyrimai leido nustatyti elektrostatinio filtro efektyvumą.



Laboratorijos mokslininkai kartu su kitomis instituto laboratorijomis taip pat vykdo dar vieną pagal Švietimo ir mokslo ministerijos patvirtinto Žmogiškųj išteklių plėtros veiksmų programos 3 prioriteto **Tyrejų gebėjimų stiprinimas priemonę Aukšto tarptautinio lygio mokslinių tyrimų skatinimas** projektą **Inovatyvios terminio skaidymo technologijos sukūrimas ir pritaikymas vandenvalos nuotekų dumblo utilizavimui (INODUMTECH)** (2013–2015). Lietuvos nuotekų valymo įmonėse, kaip atliekos, gaunamas nuotekų dumbblas. Plečiantis nuotekų surinkimo ir valymo infrastruktūrai, proporcingai didėja ir nuotekų valymo metu susidarančio dumblo kiekis. Dumblo aikštelėse sukaupti dideli dumblo kiekiai, kurių tvarkymas iki šiol naudojamas būdais pradeda kelti grėsmę aplinkai, prieštarauja darnios plėtros principams. Todėl ieškoma efektyviausių būdų nuotekų dumblui apdoroti. Viena inovatyvių likutinio dumblo utilizavimo technologijų yra jo dujinimas. Taikant šią technologiją, iš dumblo terminio skaidymo metodu išskiriamas vertingas produktas – degiosios dujos, kurios gali būti naudojamos šilumai ir elektrai gaminti. Dujinimas leidžia ne tik sumažinti susidariusio atliekinio dumblo tūrį, gauti papildomai energijos, bet ir sumažinti aplinkos taršą. Projekto metu numatoma sukurti bandomajai iki 100 kW galios dujinimo proceso-technologijos prototipą, kuris bus plačiai viešinamas, siekiant pritraukti galimus Lietuvos ir/ar užsienio investuotojus, suinteresuotus sukurti komercinio dydžio veikiančią technologiją, tinkančią utilizuoti mažuose Lietuvos miesteliuose susidarančių dumbblų.

Vykstant šj projektą, 2014 m. laboratorijoje atlikti eksperimentiniai dūmų valymo tyrimai. Bandymų rezultatai parodė, kad deginant biokurą (medienos granules) nevalytuose dūmuose daugiausia vyrauja kietosios dalelės, kurių skersmuo nuo ~0,4 iki ~15 µm. Daugiausiai yra dalelių, kurių skersmuo siekia ~4 µm. Dūmams nuo kietujų dalelių valyti panaudojus elektrostatinį filtru, jam tiekiant 12 kV įtampą, buvo gautas kietujų dalelių kiekio sumažėjimas net ~99 %. Dujofikuojant biokuro granules, kietujų dalelių koncentracija yra didesnė, be to pats degimo ir jo valdymo procesas sudėtingesnis,



Laboratorijoje pagaminto elektrostatinio filtro prototipas

todėl dalelių koncentracijos sumažėjimas naudojant elektrostatinį filtru siekė ~85 %.

Laboratorijoje taip pat yra vykdomi šilumos mainų ir hidrodinamikos tyrimai jvairios paskirties energetikos įrenginiuose (branduolinių reaktorių, jvairių šilumokaičių elementuose ir kt.). Tieki laminarinio, tieki turbulentinio tekėjimo atvejais daugelyje energetikos įrenginių šilumos mainams gali turėti įtakos paviršiaus šiurkštumas, išcentrinių bei termogravitacijos jėgų (mišrios konvekcijos) poveikis, kuris tam tikromis sąlygomis gali tapti avarijų jvairiuose įrengimuose priežastimi. Todėl, siekiant nuodugniai ištirti šią problemą, laboratorijoje vykdomi eksperimentiniai mišrios konvekcijos moksliniai tyrimai jvairiuose kanaluose. Lygiagrečiai vykdomi ir skaitiniai tyrimai pasitelkiant programinį paketą ANSYS CFD (ANSYS, JAV), kuris plačiai taikomas visame pasaulyje, modeliuojant takuių medžiagų judėjimą ir šilumos mainus sudėtingose dvimatėse arba trimatėse sistemose. Atnaujinti į tekėjimo režimą, taikomi jvairūs laminarinio, pereinamojo ir turbulentinio pernešimo modeliai. Be to,

analizuojant IAE panaudoto branduolinio kuro šalinimo galimybes, šilumos mainų skaitiniai tyrimai vykdomi ir geologinėse struktūrose.

2012 m. laboratorija dalyvaudama atviros prieigos mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros (MTEP) centro

Santakos slėnis projekto veikloje įsigijo LDA ir PIV įrangą, skirtą tyrinėti srauto struktūrą dujose ir skysčiuose plačiose greičių kitimo ribose. Ši įranga gali matuoti tekėjimo greičius ir pulsacijas, sūkurių sukimosi dažnus, juos vizualizuoti ir t. t. Taip pat laboratorija gavo skystujų kristalų termografijos įrangą, leidžiančią nuotoliniu neinvaziniu būdu matuoti jvairių objektų temperatūrą bei atskirų tiriamo objekto vaizdo dalį temperatūros kitimą.

2013 m. pagal Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros administruojamą Europos Sąjungos struktūrinių fondų paramos priemonę **Inočekiai LT** laboratorijos mokslininkai pagerino UAB Wilara bičių duonos džiovintuvu efektyvumą. Atlikus oro srauto pasiskirstymo eksperimentinius tyrimus bei skaitinius modeliavimus buvo išspręstas džiovinančio oro srauto netolygumas.

2014 m. buvo tesiama fundamentiniai mišrios konvekcijos šilumos mainų ir tékmės struktūros eksperimentiniai ir skaitiniai tyrimai plokščiamė kanale turbulentinio ir pereinamojo tekėjimo zonose, taikant ANSYS CFD (JAV) kompiuterinę programą.

PANAUDOTO BRANDUOLINIO KURO TVARKYMO SAUGOS TYRIMAI

Ignalinos AE nusprendus panaudotą branduolinį kurą (PBK) saugoti sausojo tipo CASTOR ir CONSTOR konteineriuose, laboratorijos mokslininkai jau 1997 m. pradėjo vykdyti tyrimus, susijusius su PBK tvarkymu, saugojimo bei

šalinimo kompleksų saugos vertinimu. Konteineriams su PBK, jprasto eksploatavimo ir avarinėmis sąlygomis, atlikti radionuklidų aktyvumo kitimo saugojimo laikotarpiu, kritiškumo bei radiacijos dozių ant konteinerių paviršiaus ir apibrėžtu atstumu nuo jo bei temperatūros laukų įvertinimai.

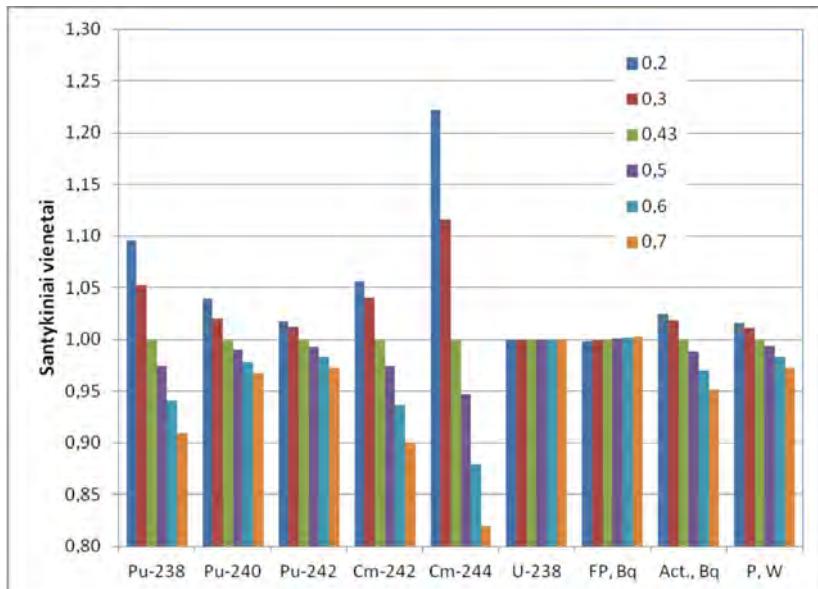
Vykdomi PBK šalinimo Lietuvoje tyrimus, Švedijos ekspertų konsultuojami laboratorijos mokslininkai pasiūlė giluminio geologinio atliekyno panaudotam branduoliniam kurui ir ilgaamžems vidutinio aktyvumo atliekoms molio aplinkoje bei kristalinėse uolienose įrengimo Lietuvoje koncepcijas, kurios nuolat tikslinamos ir optimizuojamos, atsižvelgiant į tarptautinę patirtį ir konkretios atliekyno vietas fizikines, chemines, šilumines bei mechanines savybes. Analizuojant PBK šalinimo Lietuvoje galimybes, atliktas geologinio atliekyno įrengimo išlaidų įvertinimas bei pradėtas bendrasis atliekyno saugos vertinimas.

Laboratorija kartu su GNS – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) konsorciumu vykdo didelės apimties **Laikinosios sausojo tipo saugyklos, skirtos RBMK panaudoto branduolinio kuro rinklių iš Ignalinos AE 1 ir 2 blokų saugojimui, projektavimas bei įrengimas** (2005–2015) projektą, kurio vykdymo metu analizuojami visi naujos saugyklos projektavimo, statybos, montavimo, perdavimo ir priėmimo eksploatuoti, eksploatavimo ir eksploatavimo nutraukimo veiksmai, taip pat vykdomi visi būtini darbai, susiję su PBK išėmimu, supakavimu, sandarinimu, pervezimu ir tinkamos įrangos pasirinktam projektiniams sprendimui įvykdyti eksploatavimui. Saugykloje planuojama patalpinti per 200 naujo CONSTOR tipo konteinerių su sveiku ir pažeistu PBK. Laboratorijos mokslininkai rengia šios PBK saugyklos (eksploatavimo laikas ne mažiau 50 m.) poveikio aplinkai vertinimo ir saugos

analizės ataskaitas bei teikia paramą licencijuojant saugykłą. 2007 m. sude-rinta ir patvirtinta Aplinkos ministerijoje *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita*. 2009 m. parengta bei sude-rinta *Preliminari saugos analizės ataskaita* (PSAA), ir VATESI išdavė licenciją statyti saugykłą. 2010–2011 m. buvo rengiamas PSAA priedas, kuriame vertinti pažeistų RBMK-1500 branduolinio kuro rinklių tvarkymo bei saugojimo saugos aspektai. 2014 m., atsižvelgiant į PBK saugyklos statybos metu atliktus tam tikrus techninio projekto pakeitimus, buvo rengiama *Atnaujinta saugos analizės ataskaita* bei pagal VATESI pastabas koreguojamas PSAA priedas, susijęs su pažeistų PBK rinklių tvarkymu.

2014 m. buvo tēsiamas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinių darbas *Kompleksinis radiacinės taršos susidarymo, jos poveikio ir sklaidos, nutraukiant RBMK-1500 reaktorių eksploataciją bei saugant ir šalinant radioaktyviųsių atliekas, tyrimas* (2013–2015), kuriame laboratorijos mokslininkai skaitiniai metodais įvertino kaip kinta panau-doto RBMK branduolinio kuro nuklidinė sudėtis, radiacinės charakteristikos, liekamosios šilumos išsiskyrimas ilgalaikio saugojimo metu bei kaip šie parametrai priklauso nuo reaktoriaus apkrovos, šilumnešio tankio bei modeliavimuose naudojamų skerspjūvių bibliotekų. Šis vertinimas svarbus siekiant prognozuoti jonizuojančiosios spinduliuiotės poveikį aplinkai bei užtikrinant saugią PBK saugojimo komplekso eksploataciją. IAE eksploracijos metu buvo naudojamas skirtingo U-235 įsodrinimo kuras, tačiau kaip rodo gama ir neutronų emisijos spektrų iš panaudoto kuro skaitiniai vertinimai, pradinis kuro įsodrinimas radiacinėms charakteristikoms turi mažai įtakos.

Taip pat šiame biudžeto subsidijomis finansuojamame moksliniame

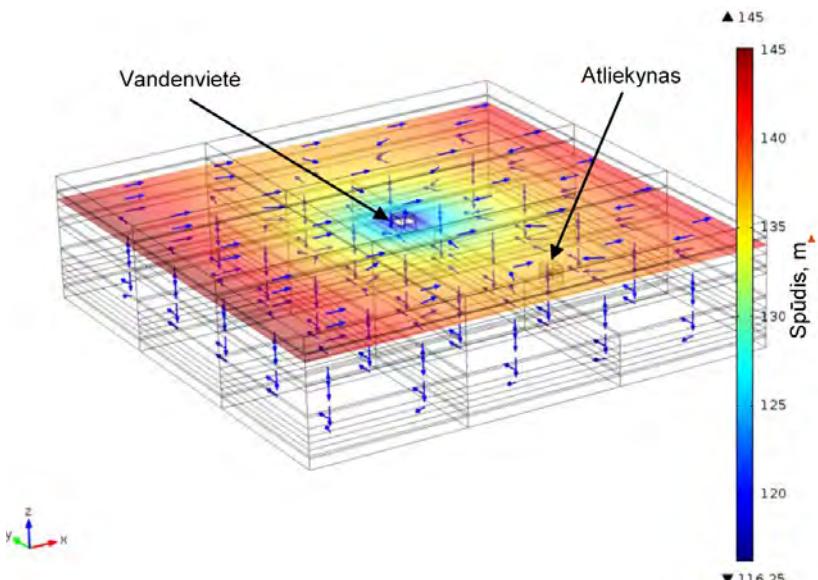


RBMK-1500 kuro rinklių charakteristikų priklausomybė nuo šilumnešio tankio

darbe buvo tēsiami geologinių atlie-kynų inžineriniuose ir gamtiniuose barjeruose radionuklidų, duju ir šilumos sklaidos tyrimai. Atsižvelgus į Ignalinos AE regiono geologines sąlygas buvo sudarytas požeminio vandens tekėjimo ir radionuklidų pernašos geologinio atliekyno įrengto kristalinėse uolienose konceptualus bei skaitinis modelis. Įvertinus gamtinį barjerų savybių įtaką radionuklidui I-129 sklaidai nustatyta, kad geofiltracijos laidumo neapibrėžtu-

mas turi didesnės įtakos radionukrido koncentracijai nei difuzijos koeficientei ir poringumo neapibrėžtumas.

Atlikus duju sklaidos vertinimą geologinio atliekyno, įrengto molin-goje aplinkoje, modulyje nustatyta, kad inžineriniai tarpeliai, tunelio užpildo medžiaga ir kasimo sutrikdyta zona (KSZ) yra pagrindinės dujinio vandenilio, susidarančio dėl plieninių PBK konteine-rių korozijos, sklaidos ir kaupimosi medžiagos. Jautrumo analizė, įvertinanti



Požeminio vandens tekėjimo kryptys Ignalinos AE regione vertinant radionuklidų sklaidą iš geologinio atliekyno (sukurta COMSOL kompiuterine programa)



*Dr. D. Grigaliūnienė ir dr. D. Justinavičius pristato tyrimų rezultatus tarptautinėje konferencijoje GEODISPOSAL
(2014 m. birželio 24–26 d. Mančesteris, Jungtinė Karalystė)*

inžinerinių tarpelių charakteristikų įtaką duju skaidai, parodė, kad maksimalus duju slėgis modulyje (baziniu ir lokaliuos jautrumo analizės atvejais) neviršija geologinės aplinkos slėgio 500 m gylyje, todėl yra nepakankamas, kad sutrikdyt mechaninj inžinerinių barjerų sistemos stabilumą ir funkcionalumą.

2014 m. dalyvauta seminare Švedijoje, kuriame labiausiai geologinių atliekynų įrengimo srityje pažengusių šalių (Prancūzijos, Suomijos, Švedijos ir Šveicarijos) mokslininkai pristatė savo atliekynų koncepcijas, pasidalijo praktine patirtimi ir iššūkiais, kylančiais įrengiant požeminius geologinius atliekynų tuneliaus PBK šalinti. Su seminaro dalyviais taip pat aplankytas Švedijos PBK laikinojo saugojimo kompleksas ir varinių PBK konteinerių gamykla Oskarshamne bei Äspo požeminė tyrimų laboratorija, įrengta kristaliniame pamate 450 m gylyje po Baltijos jūra.

Taip pat 2014 m. laboratorijos mokslininkai dalyvavo Vienoje (Austrija) vykusiame TATENA techniniame susitikime skirtame sukurti bendradarbiavimo saitus tarp suinteresuotų pusiu, įgyvendinant geologinių atliekynų įrengimo programą (angl. *Technical meeting on Understanding and Establishing an*

Adequate Engagement Process with the Relevant Stakeholders in Pursuing a Geological Disposal Programme).

Laboratorijos mokslininkai kuro charakteristikoms modeliuoti (kritiškumui vertinti), panaudoto branduolinio kuro nuklidinei sudėčiai ir evoliucijai įvertinti naudoja SCALE (JAV) programinį paketą. Vertinant radioaktyviųj atliekų atliekynų saugą naudojami PETRASIM (JAV) ir GOLDSIM (JAV) programiniai paketai, kuriais atliekamas radionuklidų/duju pernašos (vienfaziai/dvifaziai sraute) modeliavimas

porėtoje ar plyšiuotoje aplinkoje. Įvertinti termo-hidro-mechaninių bei cheminių procesų įtaką požeminio vandens skaidai geotechninėse aplinkose naujodami COMSOL (JAV) ir COMPASS (GRC, Jungtinė Karalystė) programiniai paketai.

RADIOAKTYVIŲJŲ ATLIEKŲ TVARKYMO SAUGOS TYRIMAI

Nuo 1994 m. laboratorija aktyviai dalyvauja analizuojant IAE radioaktyviųj atliekų tvarkymo problemas. Labora-



*Dr. D. Justinavičius su seminaro geologinių atliekynų įrengimo tematika dalyviais
(2014 m. gegužės 13–14 d., Oskarshamnas, Švedija)*

torijos ekspertai drauge su kompanija SKB International (Švedija) vykdė keletą projektų, kuriuose įvertinta jau esamų IAE radioaktyviųjų atliekų saugyklu sauga bei galimybės jas transformuoti į atliekynus.

2002 m. kartu su Framatome ANP GmbH (Vokietija) laboratorija dalyvavo atliekant IAE cementavimo įrenginio ir laikinosios sukietintų radioaktyviųjų atliekų saugyklos poveikio aplinkai ir saugos vertinimus.

2004–2005 m. kartu su Prancūzijos kompanijomis Thales Engineering and Consulting ir ANDRA bei Fizikos institutu laboratorija vykdė PHARE projektą – **Maišiagalos kapinyno saugos įvertinimas ir gerinimas**, kuriamė dalyvavo rengiant *Saugos analizés ataskaitą*, sukūrė duomenų bazę apie radioaktyvišias atliekas, patalpintas Maišiagalos atliekyne, bei atliko išsamią radionuklidinės sudėties analizę.

2002–2005 m. buvo vykdoma statybos vietas paieška naujam paviršiniams radioaktyviųjų atliekų atliekynui Lietuvoje bei moksliniai tyrimai, susiję su radionuklidų sklaida iš radioaktyviųjų atliekų atliekynų ir jų įtaka saugai. Švedijos ekspertų konsultuojami, laboratorijos mokslininkai nustatė kriterijus paviršinio atliekyno vietai parinkti, tobulinta paviršinio atliekyno projekto konцепcija, parengta įgyvendinimo programa. Išanalizuota heterogeniško (netolygaus) atliekų aktyvumo pasiskirstymo įtaka radionuklidų sklaidai iš modelinio paviršinio atliekyno.

2006–2009 m. laboratorijos mokslininkai vykdė projektą – **Ignalinos AE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos (158 statinio) pertvarkymas į kapinyną**. Parengtas planuojamų atliekyno ilgalaikės saugos įvertinimas, kuriamė vadovautasi galimaus saugyklos statinio pertvarkymo į atliekyną inžine-

rinių sprendimais, šalinimo sistemos komponentų, t. y. radioaktyviųjų atliekų, saugyklos statinio ir planuojamų virš jo įrengti inžinerinių barjerų bei aikštelės aplinkos charakteristikomis.

2008–2013 m. laboratorija lietuviško konsorciumo sudėtyje (UAB *Specialus montažas-NTP* – LEI – AB *Pramprojektas* – UAB *Vilstata*) vykdė **Labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų kapinyno (Landfill) įrengimas** projektą. *Landfill* atliekynas, skirtas IAE eksplotavimo ir eksplotavimo nutraukimo metu susidariusioms trumpaamžems labai mažo aktyvumo atliekoms šalinti. Visą *Landfill* kompleksą sudarys trys šalinimo moduliai ir buferinė saugykla, kurioje bus kaupiamos atliekos iki jų pašalinimo. 2009–2013 m. laboratorijos mokslininkai šiam kompleksui parengė planuojamos ūkinės veiklos *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą*, dvi preliminaries saugos analizés ataskaitas (buferinei saugyklii ir atliekų šalinimo moduliams), du bendryų duomenų sąvadus, galutinę saugos analizés ataskaitą ir numatomų šalinti radioaktyviųjų atliekų pakuočią aprašus.

2014 m. laboratorija kartu su partneriais iš Prancūzijos kompanijų AREVA TA ir ANDRA bei partneriais iš Lietuvos UAB *Specialus montažas-NTP* bei AB *Pramprojektas* tėsė **Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų paviršinis kapinynas (projektavimas)** (2009–2015) projektą. Kompleksas skirtas IAE eksplotavimo ir eksplotavimo nutraukimo metu susidariusioms trumpaamžems mažo ir vidutinio aktyvumo atliekoms šalinti. 2010–2011 m. paruoštos ir Užsakovui pateiktos bei patvirtintos projektinių sprendimų, atliekų aprašo bei galutinio aikštelės patvirtinimo ataskaitos, kurias ruošti padėjo ir laboratorijos mokslininkai. 2012 m. paruošta ir pateikta Užsakovui **Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų paviršinio atliekyno eskizinio projekto ataskaita**, kuriai laboratorijos mokslininkai pa-

vertinimo ataskaita. Taip pat parengtos dvi preliminaries saugos analizés ataskaitos (PSAA): *Ignalinos AE naujas kietujų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksas bei Ignalinos AE naujas kietujų atliekų išémimo kompleksas*.

Pirmai PSAA patvirtinta 2009 m., ir VATESI išdavė licenciją statyti saugojimo kompleksą. 2009 m. nauji parengtos dar dvi PSAA *Ignalinos AE naujojo kietujų atliekų išémimo komplekso 1 ir 2–3 moduliams*. 2010 m. abi PSAA pateiktos atsakingoms institucijoms peržiūrėti. Pirmai PSAA jau atnaujinta vadovaujantis institucijų pastabomis ir 2010 m. pabaigoje patvirtinta VATESI, o 2011 m. viduryje gautas leidimas statyti šį kompleksą. 2011–2014 m. buvo atnaujinama antroji PSAA, atsižvelgiant į institucijų pastabas. 2014 m. pabaigoje VATESI suderino saugą pagrindžiančius dokumentus *2–3 atliekų išémimo moduliams*. Šiuo metu rengiamasi išleisti po VATESI suderinimo atnaujintą PSAA. 2017–2018 m. bus ruošiama *Galutinė saugos analizés ataskaita*.

2014 m. laboratorija kartu su partneriais iš Prancūzijos kompanijų AREVA TA ir ANDRA bei partneriais iš Lietuvos UAB *Specialus montažas-NTP* bei AB *Pramprojektas* tėsė **Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų paviršinis kapinynas (projektavimas)** (2009–2015) projektą. Atliekynas, skirtas IAE eksplotavimo ir eksplotavimo nutraukimo metu susidariusioms trumpaamžems mažo ir vidutinio aktyvumo atliekoms šalinti. 2010–2011 m. paruoštos ir Užsakovui pateiktos bei patvirtintos projektinių sprendimų, atliekų aprašo bei galutinio aikštelės patvirtinimo ataskaitos, kurias ruošti padėjo ir laboratorijos mokslininkai. 2012 m. paruošta ir pateikta Užsakovui **Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų paviršinio atliekyno eskizinio projekto ataskaita**, kuriai laboratorijos mokslininkai pa-

ruošė 4 skyrius: atliekų apibūdinimas, ilgalaikės saugos įvertinimas, atliekų priimtinumo ir atliekų pakuočių aprašymas bei aplinkos stebėsenos ir priežiūros bendra apžvalga. 2014 m. laboratorijos mokslininkai baigė ruoštį preliminarią saugos analizės ataskaitą ir pateikė ją Užsakovui. Atlieka saugos analizė apima atliekyno eksplotavimo laikotarpį ir ilgalaikę saugą (laikotarpį po atliekyno uždarymo). 2014 m. parengta ir Užsakovui pateikta atliekyno aplinkos stebėsenos programa.

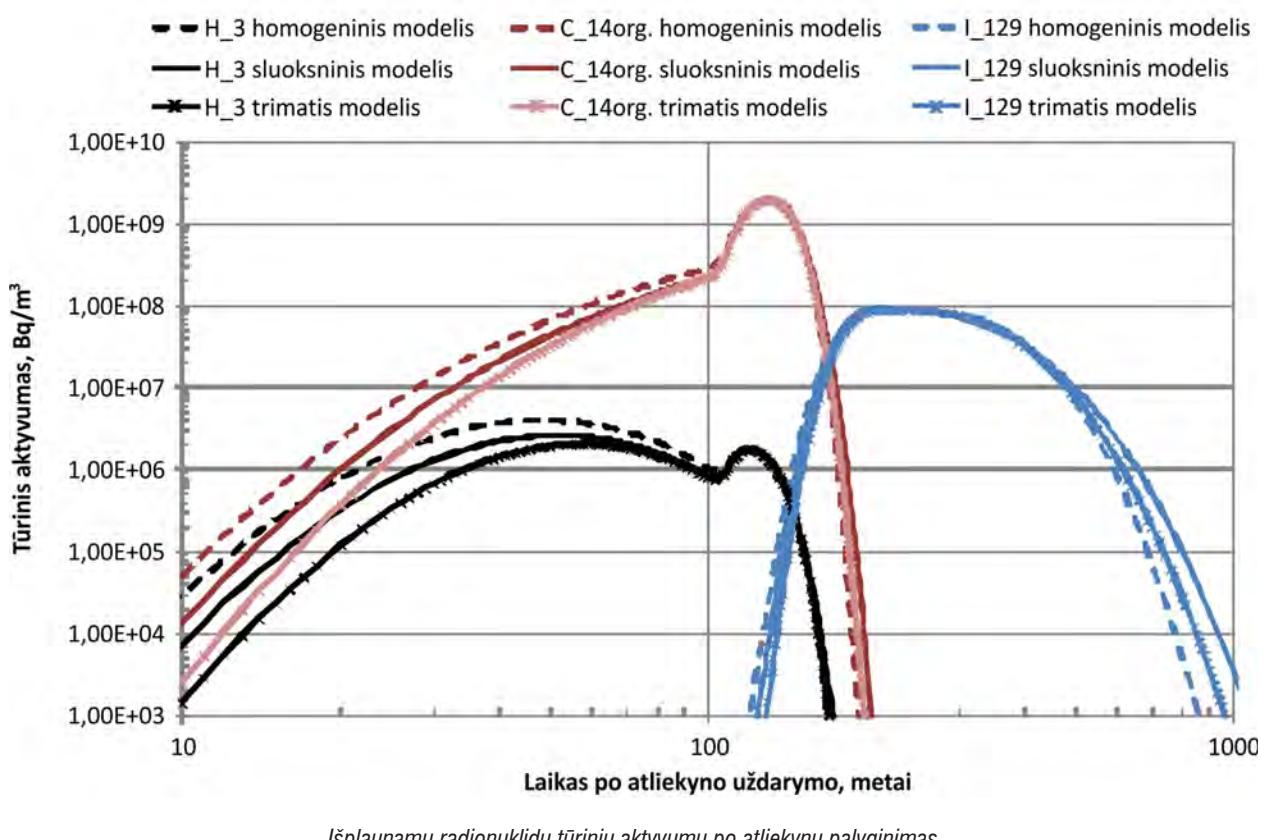
2014 m. laboratorijos darbuotojai pradėjo Radioaktyviųjų atliekų tvarkymo agentūros (RATA) parengto Radioaktyviųjų atliekų tvarkymo plėtros (RATP) programos projekto strateginj pasekmų aplinkai vertinimą (SPAV). SPAV ataskaitoje nustatytos, apibūdintos ir įvertintos galimos reikšmingos RATP programos, apimančios panaudoto branduolinio kuro ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymą, įgyvendinimo pasekmės

aplinkai. 2015 m. vyks viešas supažindinimas su Radioaktyviųjų atliekų tvarkymo plėtros programa bei SPAV ataskaita, bus konsultuojamasi su visuomene ir atsakingomis valstybės institucijomis.

2014 m. laboratorijos mokslininkai tėsė biudžeto subsidijomis finansuojamą mokslinį darbą, kuriamė atliko atliekų zonas nehomogeniškumo įtakos vertinant radionuklidų sklaidą iš paviršinio radioaktyviųjų atliekų atliekyno tyrimus. Tuo tikslu sudaryti trys skirtingo sudėtingumo atliekų zonas modeliai: homogeninis, sluoksninis ir trimatis.

Tyrimų rezultatai parodė, kad vertinant trumpaamžių radionuklidų Tyrimų rezultatai parodė, kad vertinant trumpaamžių radionuklidų sklaidą, homogeninis modelis yra labai konservatyvus (radionuklidų poveikis gaunamas stipriai padidintas). Todėl norint optimizuoti atliekyno projektą išlaikant reikiama saugos lygi, reikia naudoti sudėtingesnius atliekų zonas modelius.

Laboratorijos mokslininkai modeļuojant radioaktyvių ir neradioaktyvių teršalų sklaidą aplinkoje nauja doja AMBER (Quintessa, Jungtinė Karalystė) kompiuterinę programą. Gamtos užteršimo dėl pastovaus arba vienkartinio radionuklidų išmetimo į atmosferą, paviršinius vandenį ir dirvožemį arba pradinio jų užterštumo analizei ir žmogaus gaunamos dozės skaičiavimams naudoja GENII (PNNL, JAV) programų paketą. Kompiuterinės programos GWSCREEN (INEEL, JAV) ir DUST (BNL, JAV) naudojamos įvertinti radionuklidų išplėvimą iš paviršinio tipo radioaktyviųjų atliekų saugyklių. Vandens balansui modeliuoti, prognozuoti požeminio vandens lygi, įvertinant klimato kaitos scenarijus, naudojama kompiuterinė programa GARDENIA (BRGM, Prancūzija). Geocheminiai vertinimai atliekami EQ3/6 (Lawrence Livermore National Laboratory, JAV) kompiuterine programa, kuri leidžia sudaryti nagrinėjamose vandens/kietos fazės sistemose



vykstančių cheminių procesų eigos ir trukmės modelius, skirtus teršalų (radionuklidų) cheminiams kitimams, tirpumui ir sorbcijai vandens/kietos fazės sistemoje modeliuoti.

ATOMINIŲ ELEKTRINIŲ EKSPLOATAVIMO NUTRAUKIMO ĮVAIRIŲ VEIKSNIŲ ĮVERTINIMAS

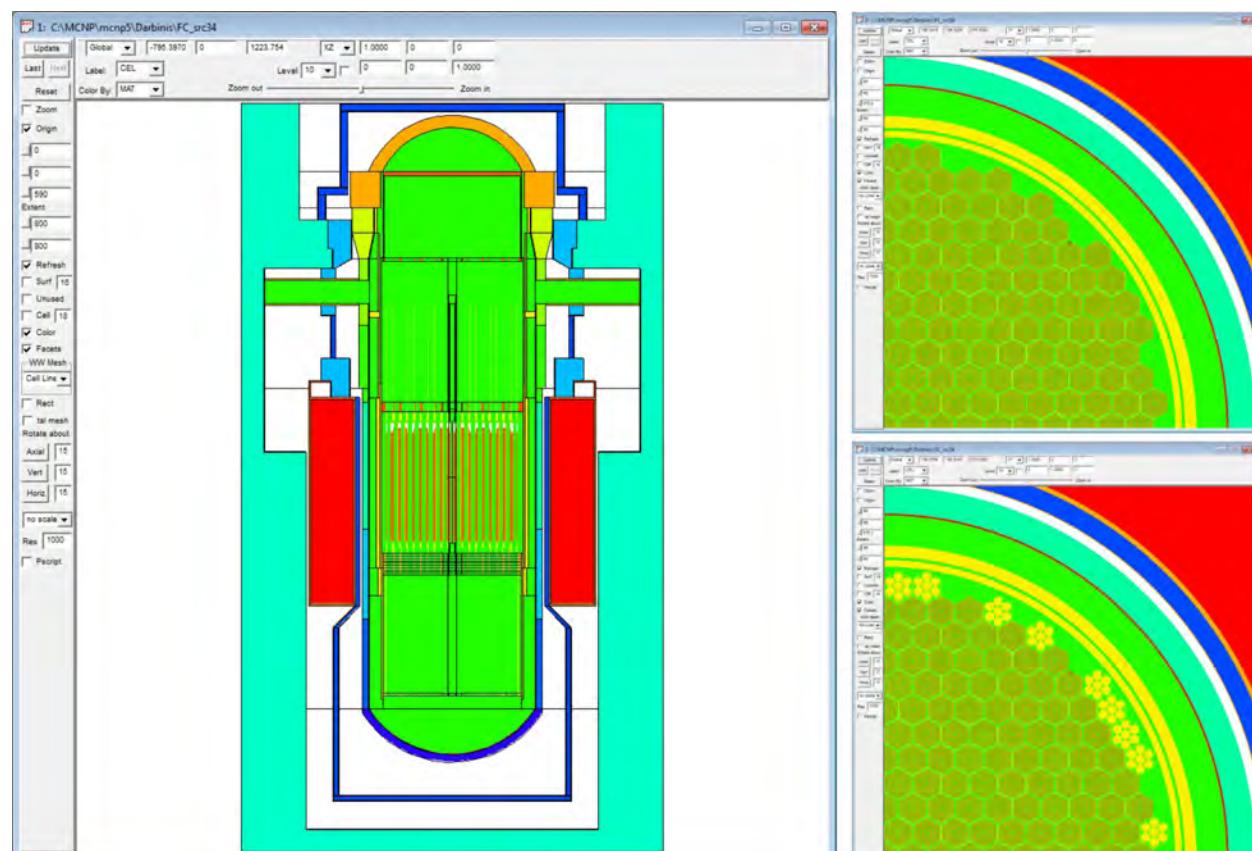
Dar 1998 m. laboratorijos mokslininkai pradėjo tyrimus, susijusius su IAE eksploatavimo nutraukimu. Mūsų ekspertai dalyvavo PHARE projekte rengiant *Preliminaruą Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo planą* bei *Galutinį IAE eksploatavimo nutraukimo planą*. 2004 m. laboratorijos mokslininkai LR ūkio ministerijos užsakymu parengė IAE eksploatavimo nutraukimo programos ir jos įgyvendinimo priemonių plano 2005–2009 m. projektus. Kartu su

Fizikos instituto 2005–2008 m. vykdytas *Ignalinos AE įrangos ir įrenginių radiologinių tyrimų programos rengimas* projektas.

Nuo 2007 m. laboratorija aktyviai dalyvauja IAE išmontavimo projektuose. LEI, būdamas konsorciumo Babcock (buvusi VT Nuclear Services Ltd.) (Jungtinė Karalystė) – LEI – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) partneriu, vykdė *IAE 117/1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas* (2007–2010) projektą. 2009 m. laboratorijos specialistų paruošta ir su institucijomis suderinta *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita*, 2010 m. parengtas *Atliekų šalinimo bendrujų duomenų sąvadas*. Laboratorijos specialistai dalyvavo rengiant *Darbo projektą*, kuris 2010 m. suderintas ir perduotas Užsakovui, bei *Technologinių projektų* ir *Saugos pagrindimą*, kurie buvo sude-

rinti su institucijomis. Laboratorijos mokslininkai išanalizavo 117/1 pastate esančią įrangą, susidarančius atliekų kiekius bei jų charakteristikas ir atliko ekonominį planuojamų vykdymą išmontavimo ir dezaktyvavimo darbų vertinimą. Ignalinos AE darbuotojai pagal parengtą dokumentaciją 2010 m. gruodžio 1 d. pradėjo 117/1 pastate esančių įrenginių išmontavimo ir deaktyvavimo darbus, kurie buvo baigti 2011 m. spalį.

LEI Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos mokslininkai taip pat būdami konsorciumo Babcock (Jungtinė Karalystė) – LEI – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) partneriais vykdė *IAE V1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas* (2009–2012) projektą. 2010 m. laboratorijos specialistai baigė rengti *Atliekų šalinimo bendrujų duomenų sąvadą*. 2011 m. laboratorijos specialistai parengė ir suderino su Aplinkos



VVER-440 reaktoriaus modelis sukurtas MCNP kompiuterine programa

ministerija *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą*. 2012 m. suderinti su institucijomis *Technologinis projektas ir Saugos pagrindimas* bei Užsakovui pateiktas *Darbo projektas*. 2012 m. Ignalinos AE darbuotojai pagal parengtą dokumentaciją pradėjo V1 pastato įrangos išmontavimo ir deaktyvavimo darbus. 2013 m. pabaigoje užbaigta D1 išmontavimo fazė, kurios metu išmontuota apie 640 tonų įrangos. 2023–2028 m. planuojama vykdyti pastato V1 išmontavimo D2 fazę.

2014 m. LEI Branduolinės inžinerijos problemų laboratorija, būdama tarpautinio konsorciumo (UAB *Specialus montažas-NTP* – FTMC – LEI – ATP (Bulgarija) – INRNE (Bulgarija)) partnerė, toliau vykdė **Kozloduy AE 1–4 blokų sukauptų medžiagų įvertinimas ir radiologinių inventoriavimas** (2012–2015) projektą. Šis projektas skirtas Kozlodujaus (Bulgarija) AE 1–4 reaktorių (VVER) blokus apimančių pastatų, patalpų, įrangos, teritorijos ir radioaktyviųjų atliekų radiologiniams charakterizavimui bei radioaktyviųjų ir pavojingų medžiagų kiekiui nustatyti. 2014 m. laboratorijos ekspertų pagrindiniai atlikti darbai buvo patikrinamieji neutroninės aktyvacijos ir dozės galių skaičiavimai (verifikacija) 3-ijo bloko reaktoriaus VVER-440 konstrukcijoms.

2014 m. toliau buvo tobulinamas 2009 m. laboratorijos mokslininkų sukurtais DECRAD kompiuterinių programų paketas. Pagrindinis DECRAD kompiuterinių programų paketo naudojimo tikslas – įvertinti atominių elektrinių išmontavimo ir dezaktyvavimo darbų sąnaudas, išlaidas, numatyti darbo jėgos poreikį, apskaičiuoti darbuotojų gaunamą apšvitos dozę, planuoti susidarančių radioaktyviųjų atliekų kiekį bei aktyvumus, įvertinti pakuočių skaičių bei kitus parametrus, susijusius su branduolinių energetinių objektų eks-

ploatavimo nutraukimu. Šis programų paketas gali būti taikomas įvairių atominių elektrinių bei atskirų pastatų ar blokų eksploatavimo nutraukimo darbams planuoti bei analizuoti. Taip pat DECRAD programa galima atlikti daugiakriterinių sprendimų analizę (angl. *Multi-Criteria Decision Analysis*). Programoje taikomas AHP metodas (angl. *Analytic Hierarchy Process*), yra tinkamiausias branduolinių įrenginių išmontavimo alternatyvoms parinkti.

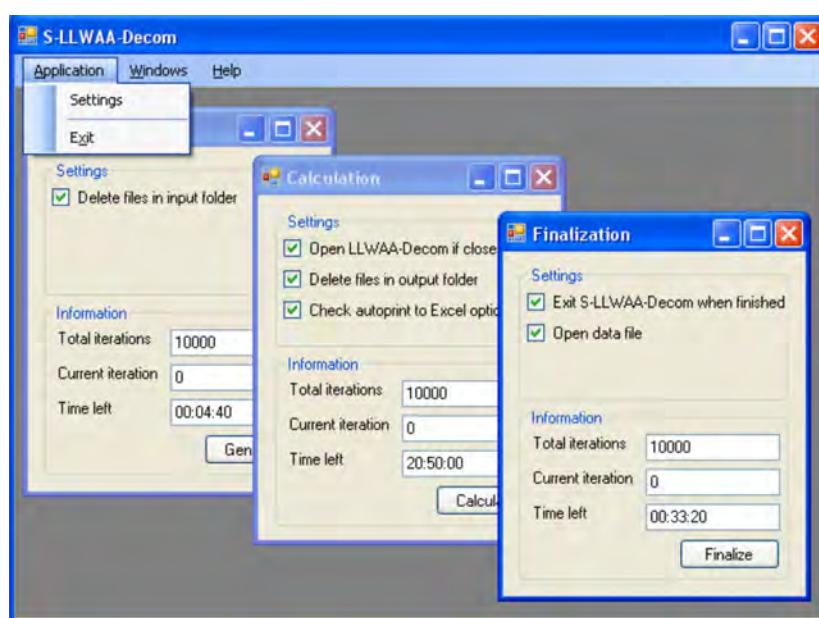
2014 m. toliau tobulinta DECRAD-ACT programa (sukurta 2013 m.), kuri išplečia DECRAD funkcionalumą ir yra skirta duomenims apie aktyvuotus branduolinių reaktorių komponentus kaupti ir apdoroti. Ši programa taikoma jau minėtame Kozloduy AE projekte.

Radioaktyvaus užterštumo rezultatų neapibrėžtumo, atsiranandancio dėl įvesties parametru neapibrėžtumo ir įvesties parametru reikšmingumo analizei, laboratorijos mokslininkai .NET platformoje sukūrė LLWA-Decom programos išplėtimo modelį ir sąsają su MATLAB programa. Ši sistema panau-

dota analizuojant Ignalinos AE sistemų radiologinį užterštumą.

2014 m. laboratorijos mokslininkai tėsė biudžeto subsidijomis finansuoja mą mokslinį darbą, kurio tikslas – taikant šiuolaikinius skaitinių tyrimų metodus įvertinti ir patikslinti RBMK reaktorių eksploatacijos nutraukimo bei išmontavimo metu susidarančių radioaktyviųjų atliekų charakteristikas, nulemiančias atliekų tvarkymo metodų parinkimą, tvarkymo ir saugojimo kompleksų bei atliekynų inžinerines konstrukcijas, kompleksiškai išnagrinėti radioaktyviųjų atliekų ir panaudoto branduolinio kuro sąlygojamos Jonizujančiosios spindulių išlaidų radiacinį poveikį darbuotojams ir gyventojams.

2014 m. laboratorijos mokslininkai toliau dalyvavo TATENA koordinuojamame projekte ***Duomenų analizė ir surinkimas atliekant tiriamųjų branduolinių reaktorių išmontavimo išlaidų įvertinimą (DACCORD)*** (2012–2015). Šio projekto tikslas – patekti priemones, patarimus bei pagalbą paruošiant preliminarių išlaidų įvertinimą



LLWA-Decom programos išplėtimo modelis ir sąsaja su MATLAB programa



J.m.d. G. Poškas su kitais DACCORD projekto dalyviais (2014 m. lapkričio 24–28 d., Viena, Austrija)

valstybėms, kurios vykdo ar planuoja vykdyti mažų branduolinių objektų ar tiriamųjų branduolinių reaktorių išmontavimą.

Laboratorijos mokslininkai šioje srityje kompetenciją tobulino dalyvau-
dam i Ignalinos AE organizuotame tar-
tautiniame moksliniame-praktiniame

seminare urano-grafito branduolinių
reaktorių eksplotavimo nutraukimo
klausimais (2014 m. liepos 15–16 d.,
Visagine), TATENA organizuotuose
mokymo kursuose *Profesinės apšvitos
įvertinamas patekus radionuklidams
i kūno vidų* (2014 m. birželio 2–6 d.,
Atėnai, Graikija) bei TATENA organizuotuose
regioniniame seminare *Radiolo-*

*ginio charakterizavimo ir aktyvacijos
skaičiavimų patirtis atliekant eksplota-
vimo nutraukimą* (2014 m. gruodžio
15–19 d., Visaginas (Ignalinos AE)).

Nuo 2002 m. laboratorija atlieka
gaisro saugos atominėse elektrinėse ir
kituose svarbiuose objektuose vertini-
mus. Laboratorijos mokslininkai, kon-



Dr. E. Narkūnas ir Dr. A. Šimonis su kitais mokslinio-techninio seminaro dalyviais Ignalinos AE 1-ojo bloko reaktoriaus centrinėje salėje
(2014 m. liepos 15–16 d., Lietuva)



Dr. A. Šimonis su TATENA mokymo kurso dalyviais Graikijos branduolinės energetikos komisijoje (EEAE) (2014 m. birželio 2–6 d., Atėnai, Graikija)

sultuojami Švedijos ekspertų, įvertino IAE 1-ojo ir 2-ojo blokų gaisro saugą. Taip pat įvertino kai kurių atnaujintų pakeistos paskirties IAE patalpų bei naujai projektuojamų IAE panaudoto branduolinio kuro ir radioaktyviųjų atliekų saugyklos gaisro saugą, vertintas išorinio gaisro poveikis IAE naujajam kietujų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksui bei komplekso vidinio gaisro rizikos analizė pavojingiausiose gaisro atveju patalpose. 2009 m. vertintas gaisro poveikis, atliekant IAE 117/1 pastato išmontavimo ir deaktyvavimo darbus, taip pat įvertinta naujai projektuojamo *Landfill* atliekyno buferinės saugyklos ir šalinimo modulių gaisro sauga. 2010 m. vertintas gaisro poveikis, atliekant IAE V1 bloko išmontavimo ir dezaktyvavimo darbus. 2012 m. atsižvelgiant į detalaus projekto dokumentaciją, įvertintas gaisro poveikis labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų buferinėje saugykloje, o 2014 m. rengiant mažo ir vidutinio aktyvumo atliekų atliekyno saugą pagrindžiančius dokumentus atlikta šio komplekso gaisro pavojaus analizė.

2014 m. pabaigoje laboratorijos mokslininkai pradėjo vykdyti tiriamaji

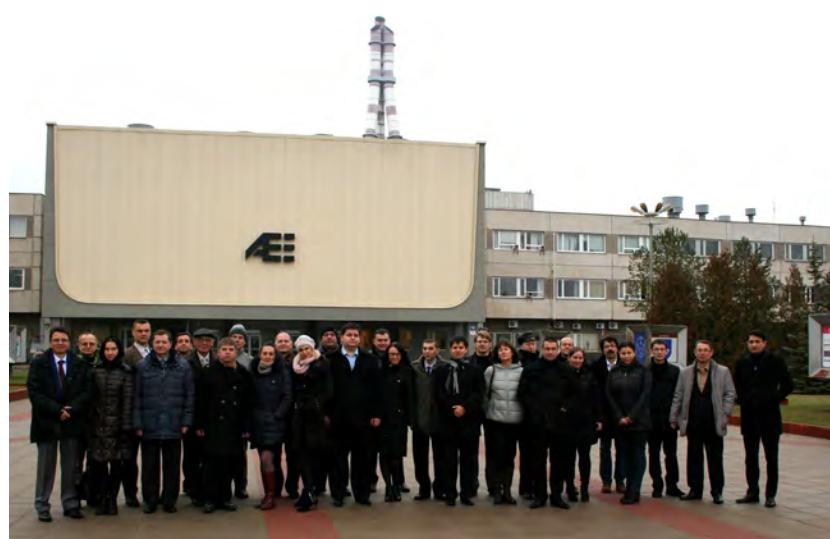
darbą **Bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos gaisro pavojaus analizė** (2014–2015), kuriame atliks gaisro pavojaus analizę Ignalinos AE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugykla.

Modeliuojant neutronų, fotonų ir elektronų (spinduliuotės) pernašą, laboratorijos mokslininkai naudoja MCNP-MCNPX (Los Alamos National Laboratory, JAV) programinį paketą. Išskaidytos gama spinduliuotės, sklidančios iš jvairių branduolinių objektų (pvz., radioaktyviųjų atliekų saugojimo ir šalinimo kompleksų ir pan.), įvertinimas

atliekamas MicroSkyshine kompiuterine programa. Darbuotojų efektinė dozė vertinama VISIPLAN (SCK-CEN, Belgija) ir MICROSHIELD (GroveSoftware, JAV) kompiuterinėmis programomis. Jvairių taršos šaltinių išmetamų teršalų sklaidos modeliavimas atliekamas AERMOD VIEW (Lakes Environmental Software, JAV) kompiuterine programa. Gaisro modeliavimas atliekamas PYROSIM (JAV) programiniu paketu.

TYRIMAI, SUSIJĘ SU NAUJOS ATOMINĖS ELEKTRINĖS STATYBA LIETUVОJE, IR LABORATORIJOS TARPTAUTINĖ VEIKLA

2007–2009 m. laboratorijos mokslininkai konsorciume su Pöyry Energy Oy (Suomija) vykdė tyrimus, susijusius su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje. Parengtos *Naujos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo programa* ir *Naujos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo ataskaita*. PAV ataskaitoje, pasitelkus kitų Suomijos ir Lietuvos institucijų (Botanikos instituto, Ekologijos instituto, Nacionalinės visuomenės sveikatos priežūros laboratorijos) specialistus bei eksper-



Dr. E. Narkūnas su TATENA regioninio seminaro dalyviais Ignalinos AE (2014 m. gruodžio 15–19 d., Lietuva)



Dr. A. Šmaižys TATENA regioniniame seminare *Radiologinių pasekmių analizė* (2014 m. rugsėjo 1–5 d., Jerevanas, Arménija)

tus, įvertinti galimi poveikiai aplinkai naujos AE statybos ir eksploatacijos metu. 2009 m. pagal PAV ataskaitą išatsakingų institucijų gautos teigiamos išvados dėl planuojamos ūkinės veiklos, ir Aplinkos ministerija, vadovaudamasi PAV ataskaita, priėmė sprendimą dėl naujos atominės elektrinės statybos Lietuvoje galimybių.

2014 m. dalyvauta Jerevane (Arménija) vykusiamse TATENA regioniniame seminare *Radiologinių pasekmių analizė*, kuriame buvo aptariami klausimai, susiję su neprojektinių ir sunkiųjų avarių sukeltų radiologinių pasekmių vertinimu. Susitikimo metu pristatytas pranešimas *Radiological Consequence*

Analysis in EIA Report of Planned New NPP in Lithuania, pateikta neprojektinių ir sunkiųjų avarių radiologinio poveikio vertinimo Lietuvoje apžvalga.

Nuo 2008 m. laboratorijos mokslininkai aktyviai dalyvauja Europos Sąjungos 7-osios bendrosios programos (7BP) finansuojamuose moksliniu tyrimu bei koordinavimo ir paramos veiklos projektuose. Jau baigtai vykdyti projektai – ***Apšvitintų grafito ir kitų anglies atliekų apdorojimas ir šalinimas (CARBOWASTE)*** (2008–2013), ***Geologiniuose PBK/RA atliekynuose susidarančių duju elgsena (FORGE)*** (2009–2013), ***Naujų valstybių narių prisijungimas glaudžiam bendradar-***

biamui EURATOM moksliniuose tyrimuose (NEWLANCER) (2011–2013), ***Nepriklausomos techninės eksperimentinės tinklas radioaktyviųjų atliekų šalinimo srityje (SITEX)*** (2012–2013). 2014 m. laboratorijos mokslininkai tėsė darbus trjuose 7BP finansuojamuose projektuose:



- ***Radioanglies (C-14) šaltiniai (CAST)*** (2013–2018). Šiuo projektu siekiama išplėtoti mokslinių supratimą apie radionuklido C-14



Dr. E. Narkūnas su CAST projekto dalyviais susitikime Briuselyje (2014 m. spalio 21–22 d., Belgijos Karalystė)

susidarymą radioaktyviosiose medžiagose ir jo sklaidą esant salygoms, būdingoms radioaktyviųjų medžiagų pakavimui ir šalinimui geologiniuose kapinynuose. Daugiausiai dėmesio bus skirtama C-14 sklaidai iš apšvitintų metalų, jonų-mainų dervų ir grafito. Projektą vykdo 33 partneriai iš 12 ES šalių ir 3 ES nepriklausančių šalių. 2014 m. buvo surinkta ir susisteminta informacija apie reaktorių RBMK-1500 apšvitintame grafite esančios radioanglies inventoriaus ir pasišalinimo vertinimus bei apie radioanglies vertinimus saugos analizė Lietuvoje. 2014 m. spalį taip pat dalyvauta CAST projekto generalinės asamblėjos susitikime Briuselyje (Belgijos Karalystė).

- Kompleksinis regiono galimybių statyti naujus reaktorius vertinimas (ARCADIA) (2013–2016).** Projekto tikslas – naujosiose



Europos Sąjungos šalyse remti ir plėtoti branduolinius mokslinius tyrimus, susijusius su IV kartos reaktorių plėtojimu, daugiausiai dėmesio skiriant ALFRED (švinu aušinamas reaktorius) demonstraciniams įrenginiui. Projektą vykdo 26 partneriai iš 14 ES šalių. Šiame projekte laboratorijos mokslininkai dalyvauja kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorija.



- Platformos kūrimas stiprinant socialinius tyrimus, susijusius su branduoline energetika Vidurio ir Rytų Europoje (PLATENSO)** (2013–2016). Projekto tikslas –

stiprinti mokslo institucijų galimybes, Vidurio ir Rytų Europos šalims dalyvauti ES moksliniuose tyrimuose, susijusiuose su valdymo, socialiniais ir sociologiniai aspektais branduolinėje energetikoje. Projektą vykdo 19 partnerių iš 12 ES šalių. 2014 m. įvyko du PLATENSO partnerių susitikimai, vienas Varšuvoje (Lenkijoje), o kitas Barselonoje (Ispanija), kuriuose pristatyti projekto pasiekimai ir aptarti būsimi darbai.



International Atomic Energy Agency
Atoms For Peace

Laboratorijos mokslininkai nuolat dalyvauja TATENA koordinuojamose tyrimų projektuose ir programose. Jau baigti vykdyti – **Paviršinių radioaktyvių atliekų kapinynų ilgalaikės saugos įvertinimo metodologijos tobulinimas**



Dr. A. Šmaižys TATENA koordinuojamo mokslinių tyrimų projekto dalyvių susitikime (2014 m. lapkričio 10–14 d. Tokijas, Japonija)

(ISAM) (1998–2001), *Paviršinių radioaktyviųjų atliekų kapinynų ilgalaičės saugos įvertinimo metodologijos taisykmas (ASAM)* (2002–2005), *Mažo ir vidutinio aktyvumo AE eksploatavimo nutraukimo atliekų laidojimo aspektai* (2002–2006), *Skaitinių metodų panaudojimas charakterizuojant geologinių kapinynų vietą bei atliekant jų patikimumo tyrimus* (2005–2010). 2014 metais buvo vykdyti du projektai:

- *Reikalavimai RBMK-1500 apšvitinto grafito apdorojimui siekiant atitinkti atliekų šalinimo reikalavimus Lietuvoje* (2010–2014); šis projektas vykdomas bendro TATENA koordinuojamo tyrimų projekto *Apšvitinto grafito apdrojimas siekiant atitinkti atliekų šalinimo priimtinumo kriterijus* rėmuose. 2014 m. užbaigtai visi numatyti darbai, susiję su RBMK-1500 apšvitinto grafito radiologinių savybių tyrimais Lietuvoje, o 2015 m. TATENA planuoja išleisti bendrą projekto ataskaitą.
- *RBMK-1500 panaudoto branduolinio kuro ir saugojimo konteinerių savybių tyrimas labai ilgo saugojimo laikotarpiu* (2012–2016); šis projektas vykdomas bendro TATENA koordinuojamo projekto *Panaudoto branduolinio kuro ir saugojimo sistemos komponentų charakteristikų vertinimas labai ilgo saugojimo laikotarpiu* rėmuose. 2014 m. lapkritį Tokijuje (Japonija) įvyko antrasis projekto dalyvių susitikimas, kuriame aptarti įvairiose šalyse vykdomų tyrimų



KTU rektorius prof. habil. dr. P. Baršauskas įteikia D. Justinavičiui daktaro laipsnio diplomą
(2014 m. rugėjo 24 d.)

rezultatai bei pateikti RBMK-1500 panaudoto branduolinio kuro ir saugojimo konteinerių savybių tyrimai Lietuvoje, aplankytas Tokai Nuclear Development Corporation (NDC) branduolinių tyrimų centras.

PAGRINDINIAI REZULTATAI

2014 m. užbaigtas Lietuvos mokslo tarybos nacionalinės mokslo programos *Ateities energetika* finansuojamas projektas *Vietinio kuro terminio skaidymo procesų tyrimas kuriant efektyvias ir ekologiškas technologijas* (2012–2014), vykdytas su kitomis instituto laboratorijomis.

2014 m. birželio 30 d. laboratorijos darbuotojas Darius Justinavičius apgynė technologijos mokslo srities energetikos ir termoinžinerijos mokslo krypties disertaciją *Geologiniame*

atliekyne susidarančių duju skaidos tyrimas ir jam suteiktas mokslo daktaro laipsnis.

Laboratorijos darbuotojai vykdė 17 taikomujų darbų bei uždirbo beveik milijoną litų. Taip pat aktyviai tobulino kvalifikaciją dalyvaudami įvairiose mokymo programose, koordinaciuose susitikimuose, perskaitė 5 pranešimus tarptautinėse konferencijose (Portugalijoje, Jungtinėje Karalystėje, Čekijoje ir Lietuvoje) ir 3 pranešimus respublikinėse konferencijose, paskelbė 6 moksliinius straipsnius Thomson-Reuters duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose žurnaluose.

Prof. habil. dr. Povilas POŠKAS
Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos vadovas
Tel.: (8 37) 401 891
El. paštas: Povilas.Poskas@lei.lt

BRANDUOLINIŲ ĮRENGINIŲ SAUGOS LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- branduolinių jėgainių saugos vertinimas;
- termobranduolinės sintezės reaktorių saugos analizė;
- naujų atominių elektrinių analizė;
- termohidraulinės avarinių ir pereinamujų procesų analizė;
- termohidraulinės parametru kūrimo atominių elektrinių apsauginiuose gaubtuose ir kitose patalpose įvertinimas;
- radionuklidų bei aerozolių pernešimo patalpose modeliavimas;
- branduolinių reaktorių reaktyvinių avarinių procesų analizė bei aktyviosios zonas modifikacijų pagrindimas;
- branduolinių įrenginių eksploatacijos nutraukimo ir išmontavimo darbų saugos analizė;
- energetikos sistemų patikimumo vertinimas ir kontrolė;
- branduolinių įrenginių 1 ir 2 lygio tikimybinė saugos analizė;
- sudėtingų techninių objektų statybinių konstrukcijų, vamzdynų ir kitų elementų stiprumo analizė;
- sudėtingų techninių sistemų gedimų analizė ir inžinerinis įvertinimas;
- pramonės objektų pavojaus ir rizikos įvertinimas;
- energijos tiekimo saugumo vertinimas;
- energijos tiekimo tinkluose vykstančių procesų modeliavimas ir patikimumo vertinimas;
- tikimybinis neįprastų įvykių modeliavimas ir analizė;
- modeliavimo rezultatų jautrumo ir neapibréžtumo analizė;
- fundamentiniai šiluminės fizikos tyrimai.

2014 m. kartu su šalies ir užsienio subjektais laboratorijos darbuotojai vykdė 30 projektų: 3 biudžeto subsidiomis finansuotus mokslo tiriamuosius darbus; 2 nacionalinės mokslo programos **Ateities energetika** projektus; 1 ilgalaikę institucinę mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programą; 22 tarptautinius projektus (8 jų Europos Sajungos (ES) 7-osios BP); 2

projektus pagal Lietuvos ūkio subjektų užsakymus.

1. NACIONALINĖ MOKSLO PROGRAMA *ATEITIES ENERGETIKA*

2014 m. laboratorijos mokslininkai tėsė du nacionalinės mokslo programos (NMP) **Ateities energetika** Lietuvos



Lietuvos
mokslo
taryba

mokslo tarybos finansuojamus projektaus.

Lietuvos mokslo tarybos administruojamos nacionalinės mokslo programos **Ateities energetika** 2012–

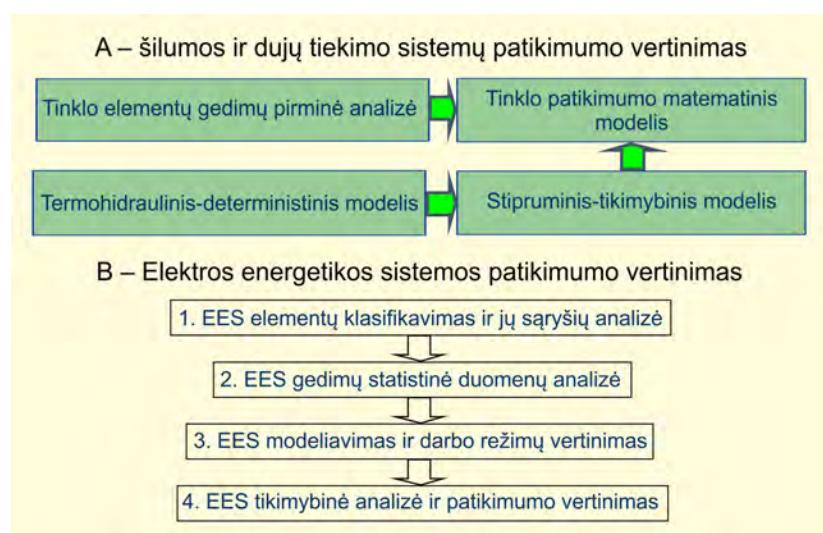
2014 m. įgyvendinto projekto **Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimas** (ATE-04/2012) tikslas – atlikti Lietuvos energetikos sistemos patikimumo ir rizikos tyrimą, pagal 2010–2011 m. vykdytame projekte ATE-10/2010 sukurtą metodiką. Tyrimas apima pagrindines energetikos sistemas dalis – elektros, centralizuotu šilumos tiekimo ir dujotiekų sistemas. Energetikos sistemų patikimumui vertinti buvo taikoma kompleksinė metodika, apimanti tikimybinius ir deterministinius metodus. Taikyta metodika apima tikimybinių saugos analizę, sistemų patikimumo teoriją, Monte-Karlo modeliavimą, deterministinę termohidraulinę analizę bei deterministinę ir tikimybinių konstrukcijų stiprumo analizę, atliekamą taikant baigtinių elementų metodą. Siekiant atlikti energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimą, svarbu turėti patikimą pradinių duomenų bazę, todėl projekte daug dėmesio buvo skirta įvairių energetikos sistemų ir jų komponentų patikimumo (bei, tuo pačiu, gedimų) duomenims surinkti ir jų analizei. Surinkti duomenys pirmiausia buvo naudojami atskirų energetikos sistemų (t. y. elektros, šilumos ir dujų tiekimo sistemų) patikimumo tyrimui bei tikėtinoms avarijomis modeliuoti. Avarių modeliavimo rezultatai ypač svarbūs atliekant sistemų keliamos rizikos vertinimą. Visos energetikos sistemos yra glaudžiai susijusios ir priklausomos viena nuo kitos funkcionavimo. Siekiant įvertinti atskirų energetikos sistemų sąveiką, vidinius ir išorinius energetikos sistemos trikdžius, saugos sistemas ir barjerus, taip pat atliktas ir bendras visos Lietuvos energetikos sistemos rizikos tyrimas, apjungiant pagrindines Lietuvos energetikos sistemas į vieną modelį.

Atlikus Lietuvos Elektros energetikos sistemos (EES) statinių ir dinaminų režimų tyrimą, nustatyta, kad 2014 m. darbo režimų metu (žiemos didžiausių,

žiemos mažiausią, vasaros didžiausią, vasaros mažiausią apkrovų metu) EES tenkins N-1 patikimumo kriterijų, o daugelyje sistemos darbo režimų tenkinamas ir viršprojektinis N-2 kriterijus. Atlikę EES tyrimą galime teigti, kad Lietuvos EES patikimumas yra aukštas ir sistema gali dirbti stabiliai.

Atliekant centralizuotos šilumos tiekimo sistemos (CSTS) avarių modeliavimą ir patikimumo tyrimą, Kauno šilumos tinklai buvo pasirinkti pagrindiniu

tiriamuoju objektu. CSTS vamzdynų stiprumo vertinimas bei struktūrinio vientisumo tikimybinių analizė buvo atliekama pavojingiausiems CSTS ruožams, parinktiems atsižvelgiant į gedimų statistinių duomenų bei termohidraulinės analizės rezultatus. Nustatyti vamzdžio suirimo tikimybės priklausomumai nuo slėgio ir nuo vamzdžio siebelės storio korozijos pažeistoje vietoje bei atskirų magistralinio vamzdyno trasų trūkio tikimybės.



Supaprastintos energetikos sistemų patikimumo schemas: A – šilumos ir dujų tiekimo sistemos, B – Elektros energetikos sistemių

Vykstant magistralinių dujotiekų tinklų analizę, atlikta Lietuvos magistralinių dujotiekų charakteristikų ir pažeidimų statistinė duomenų analizė. Nustatyti pažeidimų priežastys bei dažnis, taip pat jų kitimo tendencijos, kurios palygintos su kitų šalių dujotiekų avaringumo statistiniais duomenimis. Viena pagrindinių Lietuvos magistralinių dujotiekų pažeidimų priežascių – pitinė korozija, taip pat siūlių defektai, kurių žymi dalis susijusi su gamybos broku. Atlikus eksplotuotų (27–45 m.) ir rezervinių (51 m.) buvusių vamzdžių metalo elementinę analizę ir mechaninius bandymus, gauti reikalingi duomenys dujotiekų vamzdynų stiprumo

analizei atlikti. Atlikus magistralinių dujotiekų vamzdynų su plyšiais struktūrinio vientisumo tikimybinių įvertinimą, nustatyti magistralinio dujotiekio vamzdyno trūkio tikimybės, atsižvelgiant į trasų vamzdynų amžių ir ilgi.

Atliekant integruotas Lietuvos energetikos sistemos (įskaitant elektros, dujų ir šilumos tiekimo sistemas) rizikos tyrimą, realizuota nauja energetikos ypatingos svarbos infrastruktūrų kritiškumo metodika, pritaikoma mišrių energetikos sistemų infrastruktūroms vertinti, modeliuojant funkcinius sąryšius tarp infrastruktūrų ir jų elementų. Vertinant energetikos sistemų kritiškumą nustatyta, kad dažniausiai

miestų CŠT sistemų vartotojų energijos poreikių užtikrinimą sutrikdo vienamzdės gamtinį dujų tiekimo sistemos atkarpos (kai dvivamzdė sistema pereina į vienamzdę). Elektros sistemos atžvilgiu kritiniai elementai ir jų deriniai taip pat yra sudaryti iš gamtinį dujų tiekimo sistemos elementų, kadangi gamtinės dujos yra pagrindinis kuras, naudojamas didelės galios jégainėse. Įvertinus NMP ATE projekte *Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas* sukurtą ir taikomą energetinio saugumo vertinimo metodiką bei joje naudojamus energetinio saugumo indikatorių, buvo pateikt išnagrinėtų energetikos sistemų patikimumo rodikliai, reikalingi energetinio saugumo lygiui vertinti.

2014 m. baigtas kitas NMP *Aeti ties energetika* 3-ų metų projektas *Lietuvos energetinio saugumo tyrimas ir energetinio saugumo lygio įvertinimas*, vykdytas kartu su Vytauto Didžiojo universitetu. Projekto pagrindinis tikslas – įvertinti Lietuvos energetinį saugumą, vadovaujantis LMT finansuoto projekto ATE-08/2010 metu sukurta metodika. Tuo yra siekiama maksimaliai užtikrinti ATE-08/2010 projekto tēstinumą ir NMP priemonės 1.1 *Lietuvos energetinio saugumo analizés modelio sukūrimas ir tyrimas* tikslų pasiekimą.

Šis atliktas tyrimas yra tarpdisciplininis darbas, apimantis energetikos sistemų modeliavimą, techninių, ekonominių, gamtinį, sociopolitinių ir kitų grėsmių bei jų pasekmių analizę, integralaus energetinio saugumo lygio vertinimą. Dėl šios priežasties projektą vykdė įvairių sričių (energetikos, matematikos, politologijos, sociologijos) tyrėjai.

Darbe gautus rezultatus galima apibendrinti taip: sukurti energetikos sistemas ekonominis ir tikimybinis vertinimo modeliai skirti energetiniams trikdžiams modeliuoti ir jų pasekmėms

vertinti. Ekonominis modelis skirtas įvairiems energetinės sistemos ilgaalaikiams plėtros scenarijams modeliuoti, energijos gamybos kaštų ir trikdžių sukeltomis pasekmėmis sumažinti. Tikimybinis modelis pagrįstas tikimybine saugumo analize ir leidžia tikimybiškai įvertinti visus galimus trikdžių vystymosi scenarijus ir jų sukeliamas pasekmes. Gautos pasekmių tikimybinės charakteristikos sudaro prielaidas įvertinti, kurie trikdžiai yra pavojingiausi energetikos sistemai, kokios apsaugos priemonės yra efektyviausios energetinio saugumo prasme.

Darbo metu sukurta energetinio saugumo lygio vertinimo metodika, pagrįsta saugumo indikatorių sudarymu ir daugiakriterine analize. Indikatoriai apima visas energetinio saugumo dalis ir leidžia energetinį saugumą išreikšti viena integralia charakteristika. Darbe sukurtas dinaminis indikatorių vertinimo modelis vadovaujasi Bajeso, MKM, porinių koreliacijų ir algebriniu metodais bei įgalina prognozuoti indikatorių reikšmes, skaičiuoti energetinį saugumo lygį iki 2020 m. ir palyginti įvairių energetikos projektų įtaką energetinio saugumo lygiui. Sukurtos energetinio saugumo vertinimo technologijos pagrindu atliktas Lietuvos energetinio saugumo lygio įvertinimas. Naudojant indikatorius palygintas Baltijos valstybių energetinio saugumo lygis. Gauti rezultatai panaudoti atnaujinant Lietuvos energetikos strategiją.

2. BRANDUOLINĖS ENERGETIKOS OBJEKTŲ SAUGOS TYRIMAI

Laboratorijos mokslininkai dalyvauja pažangiausiuose tarptautiniuose branduolinės energetikos mokslinių tyrimų projektuose, skirtuose naujiems branduoliniam reaktoriams kurti bei juos ateityje panaudoti pramonėje ne

vien elektrai, bet ir šilumai gaminti, taip pat kitiems svarbiems, su branduolinės energetikos sauga susijusiems, klausimams spręsti. Tęsiamas bendradarbiavimas projektuose, skirtuose mokymams bei žinioms perduoti kitoms šalies branduolinės energetikos infrastruktūros organizacijoms. Visi šie darbai padeda stiprinti Lietuvos kompetenciją branduolinės energetikos srityje, kuri būtina kiekvienai valstybei, turinčiai branduolinės energetikos objektų (branduolinių jégainių, branduolinio kuro ir radioaktyvių atliekų saugyklių bei atliekynų ir pan.) ir vykdančiai šalies branduolinę programą.

Ilgalaikė institucinė mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programa Branduoliniuose ir termobranduoliniuose įrenginiuose vykstančių saugai svarbių procesų moksliniai tyrimai

Šios 2012 m. pradėtos 5 metų trukmės programos tikslas – parengti kompleksinę deterministinės ir tikimybinės analizės branduolinių ir termobranduolinių įrenginių saugai vertinti metodologiją, atsižvelgiant į neapibrėžtumus ir sunkiuju avarių scenarijus. Šiuo metu nėra sukurtos vieningos saugos vertinimo metodologijos, o saugai vertinti atskirai naudojamos deterministinės ir tikimybinės saugos analizės neįvertina tarpusavio sąryšio aspektų. Vykdomas darbas yra kompleksinis, kuriamo saugai vertinti rengiama bei taikoma integruota deterministinės ir tikimybinės analizės metodika, apimanti neutronų kinetikos, termohidraulikos, stiprumo analizės, medžiagotyros, matematinio modeliavimo sritis.

2014 m. buvo tęsiamas deterministinėi avarių analizei naudojamų priemonių tinkamumo naujos kartos branduoliniam reaktoriams ir termobranduoliniam įrenginiams tyrimas. Pagal QUENCH eksperimentų rezultatus

buvo modeliuojami procesai, vykstančios branduolinio kuro rinklėse sunkiųjų avarijų metu, taip atlikta sukurtų kompiuterinių modelių validacija. Buvo tēsiamas termobranduolinės sintezės įrenginių šilumos nuvedimo kontūrų ir plazmos indų modelių kūrimas, naudojant RELAP5 programų paketą, bei vandenilio maišymosi ir degimo branduolinių elektrinių apsauginiuose kiautuose modeliavimas ASTEC programų paketu. Lygiagrečiai buvo atliekami aerozolių ir radioaktyvių nuklidų pernešimo ir nusėdimo reaktoriaus aušinimo kontūre ir apsauginiuose kiautuose tyrimai. Stiprumo analizės srityje buvo rengiama branduolinių reaktorių pagrindinio cirkuliacinio kontūro struktūrinio vientisumo įvertinimo metodika ir termobranduolinės sintezės įrenginių konstrukcijų ypatumų apžvalga. Be to, buvo rengiama gelžbetoninių konstrukcijų struktūrinio vientisumo, veikiant statinėms apkrovoms, įvertinimo metodika. Medžiagotyros srityje buvo atliekamas suvirinimo siūlių nuovargio tyrimas aukštoje temperatūroje kontroluojamos deformacijos sąlygomis. Visi šie minėti darbai ir skaitiniai tyrimai vėliau bus apjungti ir panaudoti rengiant skėtinę kompleksinę (deterministinės ir tikimybinės) saugos analizės metodologiją.

Programos vykdymo metu atlikti tyrimai ir sukaupta patirtis svarbi didinant branduolinės energetikos srityje dirbančią Lietuvos mokslininkų kompetenciją, kuri būtina siekiant įvertinti tiek Lietuvoje, tiek kaimyninėse šalyse statomų ar planuojamų statyti branduolinių jégainių saugą visais AE gyvavimo etapais – parenkant jégainę, projektuojant, statant, eksploatuojant ir nutraukiant jos darbą bei tvarkant radioaktyvišias atliekas. Dalyvavimas termobranduolinės sintezės įrenginių projektavimo ir analizės darbuose leis neatsilikti nuo pažangiausių technologijų ir išlaikyti aukštą pasaulinio lygio moksliųjų potencialą.



Baltijos regiono iniciatyva dėl ilgalaikių branduolinių technologijų

Nors energijos tiekimo saugumas yra vyraujantis klausimas visose regiono šalyse, branduolinės energetikos situacija Baltijos šalių regione yra savita ir jos plėtrai iškyla įvairių kliūčių. Lenkijos, Lietuvos, Latvijos ir Švedijos mokslinių tyrimų institucijos ir GE-Hitachi kompanija parengė ir pateikė H2020 EURATOM programos projektą **BRILLIANT – Baltijos regiono iniciatyva dėl ilgalaikių branduolinių technologijų** (angl. *Baltic Region Initiative for Long Lasting Innovative Nuclear Technologies*). Projekto tikslas – nustatyti realias kliūtis, su kuriomis susiduria branduolinės energetikos plėtra, ir pasirengti jas įveikti. Projekto dalyviai sutaria, kad kiekvienai šaliai atskirai sudėtingos kliūtys gali būti paprasčiau įveikiamos bendradarbiaujant regioniniu lygiu. Projektas apima tokius klausimus, kaip santykiai mažos galios elektros sistemos, branduolinės energetikos programų įtaka makroekonomikai ir energetiniams saugumui, branduolinės energetikos mokslinių tyrimų ir plėtros gebėjimų stiprinimas regione, regioninis bendradarbiavimas plėtojant branduolinių atliekų tvarkymo ir branduolinio kuro uždaro ciklo technologijas, visuomenės informavimas apie branduolinės energetikos ir nacionalinių bei regioninių gebėjimų stiprinimo naujų technologijų plėtros ir naudojimo srityse naudą.

II ir III kartos branduolinių reaktorių asociacija

NUGENIA asociacija, apimanti Darnios branduolinės energetikos platformos (SNETP) bei kompetencijos

tinklų NULIFE ir SARNET veiklas, tėsė savo darbus. 2014 m. asociacija vienijo pramonės, mokslinių tyrimų ir saugos organizacijas, vykdančias bendrus mokslinių tyrimų ir plėtros projektus branduolinės energetikos srityje. Asociacija inicijuoja ir koordinuoja ES valstybėse eksploatuojamiesiems II ir III kartos branduoliniams reaktoriams aktualius mokslinius tyrimus. NUGENIA veikla organizuota aštuoniomis mokslinių tyrimų kryptimis ir apima kryptis, apibrėžtas SNETP *Strateginiame mokslinių tyrimų plane*. 2014 m. NUGENIA asociacija labai aktyviai įsitraukė į HORIZONTAS 2020 EURATOM projektų pasiūlyų rengimą. Tuo tikslu buvo sukurta NUGENIA atvira inovacijų platforma, kuriuoje talpinami visi rengiami projektai ir kiekvienas prisijungęs prie šios platformos galėjo rasti informaciją, rašyti komentarus ir t. t. Tokiu būdu, bendromis asociacijos narių pastangomis, projektai ištobulinami. Tačiau HORIZONTAS 2020 kvietimams parengtų projektų paraiškos gali būti pateikiamos vertinimams tik gavus Valdybos „NUGENIA etiketę“, o tai garantuoja projekto kokybę.

LEI yra NUGENIA asociacijos narys ir kartu su kitais dalyviais aktyviai dalyvauja visose aštuoniose NUGENIA asociacijos mokslinių tyrimų ir plėtros srityse. Naudojantis atvira inovacijų platforma, dalyvaujama daugelio rengiamų projektų veikloje. Penkios iš septynių projektų pasiūly, kurias laboratorijos specialistai pateikė pagal HORIZONTAS 2020 EURATOM 2014–2015 m. kvietimus, buvo parengtos atviros inovacijų platformos dėka.

Papildomai asociacija surengė NUGENIA+ projektų kvietimą. Šio kvietimo tikslas buvo papildomai remti

NUGENIA asociaciją, stiprinant jos vaidmenį bei koordinuojant Europos mokslinius tyrimus II ir III kartos branduolinių įrenginių saugos srityje, taip pat inicijuoti tarptautinį bendradarbiavimą. Šiam kvietimui LEI, kartu su kitais asociacijos nariais, parengė ir pateikė dar du mokslinio tyrimo projektus. Visų pateiktų projektų pasiūlų likimas paaškės 2015 m. pradžioje.



Europos techninių saugos organizacijų tinklas

Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkai nuo 2009 m. dalyvauja ***Europos techninių saugos organizacijų tinklo (ETSON)*** veikloje. ETSON sudaro devynios organizacijos narės: BelV (Belgija), GRS (Vokietija), IRSN (Prancūzija), VTT (Suomija), UJV Rez (Čekijos Respublika), LEI (Lietuva), VUJE (Slovakija), PSI (Šveicarija), INRNE BAS (Bulgarija) ir trys organizacijos – asocijuotos narės: SSTC (Ukraina), JNES (Japonija) ir SEC NRS (Rusija). Pagrindiniai ETSON tikslai yra:

- būti branduolinės saugos srities mokslinių tyrimų ir plėtros mainų forumu;
- prisidėti skatinant branduolinės saugos praktikos Europoje ir už jos ribų suvienodinimą;
- planuoti branduolinės saugos mokslinio tyrimo programas ir skatinti jų įgyvendinimą;
- paspartinti ES direktyvos dėl branduolinės saugos taikymą;
- bendradarbiauti įgyvendinant saugos vertinimo ir mokslinių tyrimų projektus.

LEI atstovai aktyviai dalyvauja ir turi savo atstovus visose pagrindinėse ETSON organizacijos struktūrose ir

grupėse. ETSON tinkle yra įsteigta keturiolika ekspertų grupių svarbiausiose branduolinės saugos mokslinių tyrimų srityse. Laboratorijos atstovai dalyvauja vykdant visas šias išvardytas veiklas, išskyrus elektros sistemų analizę:

1. Eksplatacinės patirties vertinimas, išskaitant avarinių įvykių ir jų priežasčių analizę;
2. Mechaninės sistemos;
3. Elektros sistemos;
4. Sunkios avarijos;
5. Įrangos atestacija aplinkos sąlygoms;
6. Šilumnešio saugos sistemos, išskaitant pagalbinės sistemas;
7. Žmogaus ir organizacijos faktorių įtaka;
8. Tikimybinė saugos analizė,
9. Eksplatacijos resurso valdymas (įrangos senėjimas);
10. Termohidraulinė analizė (perreinamieji įvykiai, avarijos);
11. Saugos konceptijos, apsauga „i gylį“;
12. Procesai reaktoriaus aktyviojo zonoje;
13. Avarinė parengtis ir reagavimas;
14. Branduolinės atliekos ir AE eksplatacijos nutraukimas.

Dirbdami ekspertų grupėse, specialistai rengia Saugos įvertinimo vadovus. Šiuose dokumentuose pateikiamas rekomendacijos, kaip ekspertizę atliekančioms įstaigoms įvertinti su branduoline veikla susijusius saugos klausimus. Tokių dokumentų tikslas – pasiekti, kad kiekvienoje ETSON narėje šalyje nepriklasoma techninė analizė būtų atliekama pagal tas pačias taisykles/metodiką. Taip siekiama ETSON šalyse narėse suderinti ir palaikyti aukštų lygių branduolinės saugos praktikas. Dar iki 2014 m. visose šalyse buvo suderinti ir patvirtinti trys Saugos įvertinimo vadovai:

- Įvykių peržiūros ir prekursorių analizės,
- Sunkiųjų avarių deterministinės analizės,
- Žmogaus ir organizacijos faktorių branduolinių įrenginių konstravimo ir modifikacijų procesų analizės.

2014 m. parengtas ir patvirtintas naujas Saugos įvertinimo vadovas *Perreinamųjų procesų ir projektinių avarių analizė*. Taip pat parengtas ir netrukus bus oficialiai paskelbtas *Šilumnešio saugos sistemų įvertinimo vadovas*.

ETSON ekspertų bei koordinuojančių grupių susitikimuose nuolat aptariamas ETSON narių dalyvavimas planuojamuose ir vykdomuose ES projektuose, pvz., HORIZONTAS 2020. Šiuose Europos valstybių ekspertų susitikimuose galima tiesiogiai susipažinti su naujausiomis deterministinėmis saugos, rizikos vertinimo bei tikimybinės analizės atlikimo ir taikymo idėjomis ir prisidėti prie naujų mokslinių ir taikomujų darbų vykdymo branduolinių saugos analizės srityje.



Naujos kartos reaktorių saugos įvertinimas

Tarptautinis ES 7-osios BP projektas ***SARGEN IV***, kurio tikslas sukurti suderintą Europos šalių metodiką, skirtą ketvirtosios kartos greitujų neutronų spektro reaktorių, planuojamų pastatyti Europoje, saugai vertinti, oficialiai buvo užbaigtas 2013 m. pabaigoje. 2014 m. baigiamos derinti ir galutinai parengtos penktosios užduoties *Mokslinių tyrimų ir plėtros metodikos, skirtos greitujų neutronų spektro reaktorių saugai Europos šalyse, sukūrimas ataskaitos*.

Šios užduoties tikslai buvo: (1) kitose užduotyse atliktų darbų sklaida; (2) ankstesnėse užduotyse likusių atvirų klausimų iškėlimas; (3) preliminarios darbų programos, skirtos greitųjų reaktorių saugos moksliniams tyrimams ir plėtrai, pasiūlymas.

LEI dalyvavo identifikuojant neišspręstus klausimus, susijusius su greitųjų neutronų spektro reaktorių moksliniais tyrimais saugos srityje. Naudojant įvairius programų paketus bei taikant sukauptą patirtį, buvo įvardyti nauji moksliniai tyrimai, kurie apimtų visus greitųjų neutronų spektro reaktoriuose vykstančius procesus ir įgalintų sukurti bei patikrinti tuos procesus modeliuojančius kompiuterinius programų paketus. Taip pat buvo dalyvauta rengiant rekomendacijas greitųjų neutronų spektro reaktorių saugos analizės ataskaitai.

Tokiu būdu, bendradarbiaujant 22 projekte dalyvaujančioms ES institucijoms (tarp jų ir LEI) ir koordinuojant Radiacinės ir branduolinės saugos institutui (IRSN, Prancūzija), buvo sėkmingai atlikti visi **SARGEN-IV** projekte iškelti uždaviniai.

ytas technologinės platformos SNETP strateginiame tyrimų ir inovacijų plane:

- 1) ESNII per paramą skystu švinu aušinamo IV kartos reaktoriaus statybai Rumunijoje ir
- 2) NUGENIA per paramą sprendžiant likusius III kartos branduolinių reaktorių saugos klausimus.

Iš viso projekte dalyvauja 26 Europos šalių organizacijos, projektą koordinuoja Rumunijos kompanija INR. Projekto darbų programa apima 7 darbo paketus. LEI dalyvauja 5-iuose, iš kurių LEI yra 2-ą darbo paketu (WP5 – Bendradarbiavimas ir rezultatų sklaida ir WP6 – Tyrimų reaktorių tinklas skystuoju švinu aušinamų reaktorių technologijai ir padidintai vandeniu aušinamų reaktorių saugai) koordinatoriai. 2014 m. įvyko du posėdžiai: 1-asis posėdis įvyko birželio 11–13 dienomis Bolonijoje (Italija); 2-asis posėdis įvyko spalio 14–17 dienomis šalia Prahos (Čekija), Řež miestelyje esančiame mokslinių tyrimų centre. Šio posėdžio akcentas buvo pažintis su kitais branduolinės energetikos tematikoje vykdomais projektais, pavyzdžiu, ALLEGRO, ALLIANCE, ASAMPSA2, ASAMPSA-E, SUSE, t. t.

NC2I-R

Nuclear Cogeneration Industrial Initiative – Research

Branduolinės energijos kogeneracijos pramonėje iniciatyva – mokslinių tyrimų ir plėtros koordinavimas

2014 m. buvo tėsiama 7-osios BP Euratom inicijuotas tarptautinis projektas **NC2I-R Branduolinės energijos kogeneracijos pramonėje iniciatyva – mokslinių tyrimų ir plėtros koordinavimas**. Strateginis **NC2I-R** projekto tikslas – struktūruoti Europos viešojo ir privataus sektorų mokslinių tyrimų ir plėtros pajėgumus, pristatant visuomenei branduolinės energijos kogeneracijų parodomajį pramoninį objektą, kuris visiškai atitinka rinkos poreikius. Šio projekto, kurį koordinuoja Lenkijos branduolinių mokslinių tyrimų centras NCBJ bei Jame dalyvauja įvairių šalių mokslo tyrimo institucijos bei pramonės įmonės (iš viso 21 dalyvis), metu vertinama galimybė branduolinius reaktorius panaudoti ne tik elektrai, bet ir šilumai gaminti. Laboratorijos mokslininkai



Regionų pajėgumų, plėtojant naujus reaktorius, integruotas vertinimas

2014 m. buvo tėsiami ES 7-osios BP projektas **ARCADIA** (angl. *Assessment of Regional Capabilities for new reactors Development through an Integrated Approach*) projekto darbai. Šis projektas apima dvi branduolinės energetikos įgyvendinimo sritis, numai-



atliko darbus, numatytius projekto 3 užduotyje *Sauga ir licencijavimas*, t. y. surinkta medžiaga apie Lietuvos patirtį diegiant bei plėtojant šalyje branduolinę kogeneraciją, taip pat teisinės bazės apžvalga bei parengtas skyrius ataskaitai, apibendrinančiai gaires ir nurodymus kaip vykdyti prototipinės kogeneracinės jégainės licencijavimo procesą Europos mastu. LEI atstovai dalyvavo projekto koordinaciniame metiniame susitikime.

cesam

CODE FOR EUROPEAN SEVERE ACCIDENT MANAGEMENT

ASTEC programų paketo kaip sunkiųjų avarijų valdymo Europoje priemonės įtvirtinimas

ES 7-osios bendrosios mokslinių tyrimų, technologinės plėtros ir demonstracinių veiklos programos projekto **CESAM Europos sunkiųjų avarijų valdymo programų paketas** (angl. *Code for European Severe Accident Management*) prasidėjo 2013 m. balandžio 1 d. Projekto tikslas – ASTEC programų paketą įtvirtinti Europoje kaip pagrindinę priemonę sunkiosioms avarijoms valdyti visose Europos II ir III kartos AE (PWR, BWR, CANDU). Projekto trukmė 4 metai, jis suskirstytas į keturias sritis:

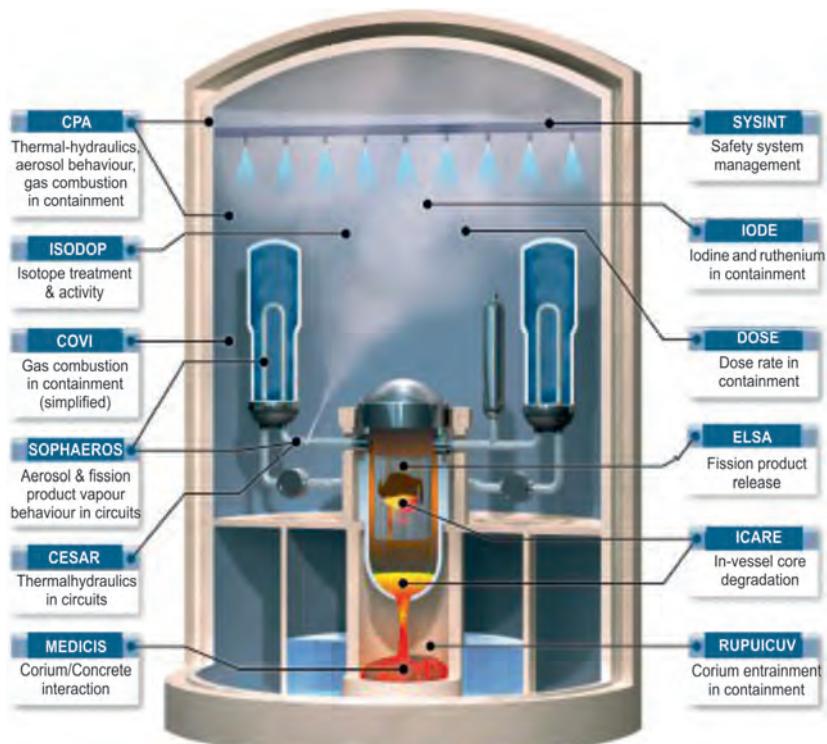
- ASTEC programų paketo mokslinis palaikymas, t. y. naujų modelių įtraukimas į programų paketą,
- naujų modelių kūrimas įvertinant žinias apie naujausius egzistuojančius fizikinius modelius,
- programų paketo validacija naujodant eksperimentinius duomenis ir palyginamujų skaičiavimų atlirkimas,
- ASTEC programų paketo taikymas jégainių analizėje ir sunkiųjų ava-

rijų valdymo efektyvumo gerinimo metu bei Europos jégainių su PWR ir BWR tipo reaktoriais tipinių (angl. *reference*) įvesties rinkinių sudarymas.

Šiame projekte dalyvauja 18 ES institucijų, tarp kurių yra ir LEI. LEI mokslininkai dalyvauja EK Jungtinio tyrimų centro JRC koordinuojamoje darbo grupėje *Pritaikymas jégainėse ir sunkiųjų avarijų valdymas* (angl. *Plant Applications and Severe Accident Management*). LEI specialistai, naudojant ASTEC programų paketą, projekto metu kartu su partneriais sudarys branduolinių jégainės su GE BWR4-Mark I tipo reaktoriumi modelį bei atliks pasirinktos BWR tipo jégainės panaudoto kuro baseinų palyginamuosius skaičiavimus, tam naudojant ASTEC ir RELAP/SCDAPSIM programų paketus.

Naudojant ASTEC-V2.0R3p2 programų paketo MEDICIS modulį, LEI specialistai 2014 m. sudarė pradinio GE

BWR4-Mark I tipo jégainės modelio dalį. MEDICIS moduliu galima modeliuoti išsilydžiusios aktyviosios zonas sąveiką su betonu. Modeliavimui taikomas sutelktų parametrų metodas, naudojant suvidurkintus lydalo sluoksnius. LEI specialistų sudarytu modeliu galima nagrinėti betono abliačijos, lydalo oksidacijos ir nesikondensuojančių duju (H_2 , CO , CO_2) išmetimo į apsauginį kiautą procesus. LEI parengtas pradinis BWR tipo jégainės panaudoto kuro baseinų modelis, sudarytas pagal ASTEC programų paketo V2.0R2p2 versiją, modifikuotas atsižvelgiant į pasirinktą tyrimams jégainės tipą bei pakeitimus ASTEC programų paketo ICARE modulyle, atsiradusius pereinant nuo ASTEC-V2.0R2p2 į V2.0R3p2 versiją. Taip pat papildytas pradinis panaudoto kuro baseino RELAP/SCDAPSIM modelis, įvertinanči GE BWR4-Mark I tipo jégainės specifiką.



ASTEC programų paketo struktūra

ASAMPSA-E *Pažangi saugos vertinimo metodologija taikant išplėstinę tikimybinę saugos analizę (Advanced Safety Assessment Methodologies: Extended PSA)*

Konsorciume, vadovaujamaame IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Prancūzija), nuo 2013 m. LEI dalyvauja įgyvendinant naują ES 7-osios BP projektą **Pažangi saugos vertinimo metodologija taikant išplėstinę tikimybinę saugos analizę** (angl. *Advanced Safety Assessment Methodology: Extended PSA*). Projekto veiklos pradžia – 2013 m. liepos 1 d., projekto trukmė – 36 mén. Projekto partneriai yra 28-ios organizacijos iš 18-os Europos šalių, projekte taip pat dalyvauja ir keli asocijuoti nariai: US-NRC, JANSI bei TEPCO.

2014 m. buvo tēsiamas pradėtos veiklos visuose penkiuose pagrindiniuose projekto darbiniuose paketuose:

- WP10: Ryšys su naudos gavėjais;
- WP21: Pradinių įvykių (vidinių ir išorinių pavoju) modeliavimas;
- WP22: Kaip į 1-o lygio TSA įtraukti pavojas ir visas galimas įvykių kombinacijas?;
- WP30: Bendri klausimai dėl išplėstinės TSA apimties ir taikymų;
- WP40: 2-o lygio TSA specifiniai klausimai.

LEI, dalyvaudamas visų projekto darbo paketų veikloje, 2014 m. daugiausiai dėmesio skyrė veikloms, susijusioms su pradinių įvykių (vidinių ir išorinių pavoju) identifikavimu, projekto veiklas apimantių literatūros šaltinių bei klausimyno naudos gavėjams ir surinktos informacijos analize. **ASAMPSA-E** Europos valstybių projektuose leidžia

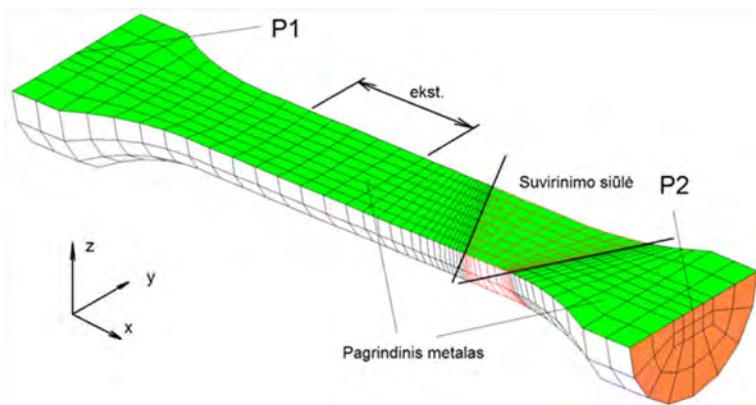
projekto klausimyno naudos gavėjams atsakymams apsvarstyti buvo suorganizuotas specialus seminaras, kuriamė dalyvavo ~60 dalyvių iš skirtingu Europos ir kitų šalių (pvz., Japonijos, P. Korėjos, Ukrainos, JAV). Naudos gavėjams skirtame seminare daugiausia dėmesio buvo skiriamas atsakymams, atsižvelgiant į ankšciau parengtą klausimyną, aptarti. AE operatoriams ir regulatoriams skirtą klausimyną sudarė beveik 100 klausimų apie pažangią saugos vertinimo metodologiją, taikant išplėstinę tikimybinę saugos analizę. Taip pat dėmesys buvo fokusuojamas į įvairių išorinių ekstremalių įvykių (meteorologinių, seisminių ir kt.) analizę bei tuo pačiu vyko atskiruose projekto paketuose vykdomų veiklų aptarimas. Seminaro pabaigoje suformuluotos klausimyno atsakymo apžvalgos ir parengtos rekomendacijos projekto tolesniams vykdymui. Toliau tēsiant darbus numatyta atsižvelgti į visas seminare apibendrintas 64 rekomendacijas. Be to, nutarta, kad WP21 darbiniame pakete LEI bus atsakinga už meteorologinių įvykių vertinimo tematikos koordinavimą. WP22 darbiniame pakete AMEC ir LEI kartu atsakingos už darbinę sritį *Link between external initiating events of PSA and NPP design basis conditions*. Kituose darbiniuose paketuose LEI kartu su kitomis organizacijomis savo veiklas taip pat siejo su bendradarbiavimu ETSON PSA ekspertų grupėje bei su TATENA dokumentų rengimu.

Dalyvavimas šiame projekte parodė, kad pastaruoju metu daugelis mokslo institucijų, net ir su AE tiesiogiai nesusijusių (pvz., Vienos universitetas), specializuojasi tikimybiniame įvykių ir saugos vertinime ir plėtoja atitinkamus metodus bei juos plačiai taiko užtikrinant ir demonstruojant AE saugą. Dalyvavimas tokiuose kaip **ASAMPSA-E** Europos valstybių projektuose leidžia

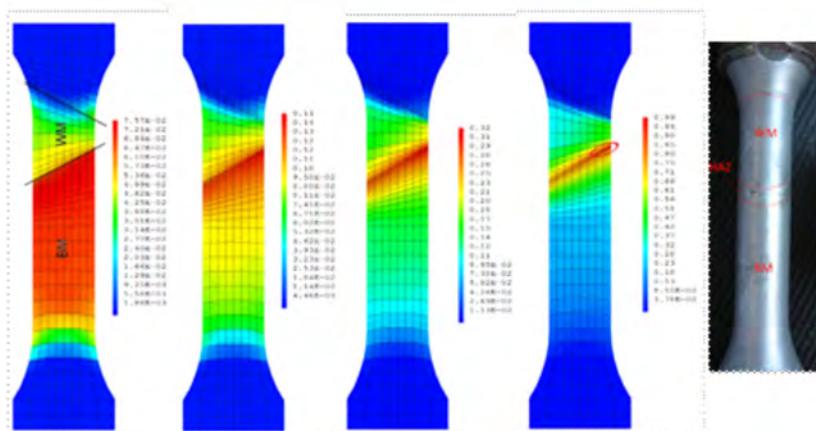
betarpiškai susipažinti su naujausiomis rizikos vertinimo bei tikimybinės analizės atlikimo ir taikymo idėjomis ir prisidėti prie naujų mokslinių ir taikomų tyrimų saugos analizės srityje. Ateityje bus siekiama aktyviau plėtoti ir dvišalį bendradarbiavimą su **ASAMPSA-E** projekto dalyviais.

MATTER *Medžiagų bandymas ir normos (MATERIALS TEsting and Rules)*

Toliau buvo tēsiamas ES 7-osios BP projektas **MATTER** (pradžia 2011 m. sausio 1 d.). Projekto vykdymo metu siekiama atlikti išsamius medžiagų elgsenos tyrimus, esant IV kartos branduolinių reaktorių eksplotavimo sąlygom. Darbe dalyvauja Branduolinių įrenginių saugos ir Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijų mokslininkai. 2014 m. buvo atliekami P91 plieno suvirinimo siūlių nuovargio tyrimai ir nustatyti suvirinimo koeficientų reikšmės 550 °C temperatūroje, atsižvelgiant į numatyto deformacijos reikšmes. Šiuos darbus atliko Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijos mokslininkai. Lygiagrečiai šiemis eksperimentiniams tyrimams buvo atliekami suvirinto bandinio nuovargio skaitiniai tyrimai, taikant baigtinių elementų metodiką. Baigtinių elementų analizės rezultatai leido išsamiai suprasti medžiagos elgseną esant bandinio nuovargiu. Nuovargio skaitinio tyrimo metu buvo naudojama baigtinių elementų programa Cast3m, surukta bei tebeplėtojama Atomines energetikos centre CAE, Prancūzijoje. Jos dėka sukurta baigtinių elementų modelis su skersine suvirinimo siule. Reprezentacinių nuovargio pažidimo kaupimosi rezultatai, esant 0,5 % deformacijai, pavaizduoti paveiksle žemiau. Šiuos darbus atliko Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkai.



Baigtinių elementų modelis su skersine suvirinimo siūlė



Suvirinto bandinio esant 0,5% deformacijai pažeidimo sritis prognozavimas

3. BRANDUOLINĖS SAUGOS ŽINIŲ PERDAVIMAS IR MOKYMŲ ORGANIZAVIMAS

enstti
TRAINING & TUTORING NUCLEAR SAFETY

Europos branduolinės saugos mokymo ir konsultavimo institutas

Europos branduolinės saugos mokymo ir konsultavimo institutas **European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (ENSTTI)** įkurtas 2010 m. Ši institutą įkūrė ETSON organizacijos, inicijuojant Radiacinės ir branduolinės saugos institutui IRSN. ENSTTI steigėjai yra IRSN (Prancūzija) ir LEI (Lietuva). Šiuo metu instituto nariais, be minėtų

organizacijų, taip pat yra GRS (Vokietija) ir BelV (Belgija). Institutas glaudžiai susijęs su Europos techninių saugos organizacijų tinklu ETSON ir šiame tinkle dalyvaujančiomis ES bendrijos techninės saugos organizacijomis. ENSTTI tikslas yra teikti mokymo, konsultavimo ir praktikos paslaugas, vertinant branduolinę ir radiacinę saugą. Stengiamasi, kad techninės paramos organizacijos dalytusi patirtimi, siekiant pagerinti branduolinę saugą, skleidžiant žinias ir praktinę patirtį branduolinės saugos kultūros srityje.

Kaip ir kiekvienais metais, 2014 m. ENSTTI organizavo tradicinius keturių savaičių vasaros įvadinius branduolinės energetikos saugos mokymo kursus, vykusius 2014 m. birželio 11–liepos 6 d. GRS mokslo tyrimų centre Vokietijoje. Paskaitas apie branduolinių jėgainių išmontavimo strategijas ir Ignalinos AE išmontavimo problemas skaitė laboratorijos darbuotojai. Vis dėlto ENSTTI veikla neapsiriboją tik tokiais parengiamaisiais įvadiniais kursais. Nuo 2013 m. Europos Komisijos užsakymu vykdomas dvių dalių mokymų projektas **Branduolinio reguliavimo institucijų ir jų techninės paramos organizacijų mokymas ir parengimas**. Pirmajai projekto daliai (LOT1) *Branduolinės saugos reguliavimas, licencijavimas ir vykdymas* sudarytas konsorciumas iš branduolinę saugą reguliuojančių institucijų ir techninės saugos organizacijų.

FOUNDING MEMBERS	Belgium	France	Germany	Lithuania
CONTRIBUTORS	Czech Republic	Finland	Slovakia	Ukraine
COOPERATION WITH ETSON	Japan	Russia	Switzerland	
COOPERATION WITH TSOs	Italy	Spain		
WITH NRAs	France	Belgium	Spain	

ENSTTI veikloje dalyvaujančios organizacijos



Mokymo kursų **Reaktorių fizika ir termohidraulika** dalyviai ir dėstytojai
(LEI, 2014 m. gegužės 16 d.)

Be ENSTTI sudarančių minėtų keturių organizacijų, konsorciume dalyvauja: FANC (Belgija), ASN (Prancūzija), CSN (Ispanija), BBM (Austrija), RCR (Čekija), SSTC (Ukraina). Antrajai projekto dalimai (LOT2) *Branduolinės saugos įvertinimas ir inspektavimas* sudarytas kitas konsorciumas iš techninės saugos organizacijų, kur, be ENSTTI, jeina CIEMAT (Ispanija), ENEA (Italija), RCS (Čekija), VUJE (Slovakija) ir SSTC (Ukraina). Šie mokymai skirti besivystančioms ir branduolinę energetiką plėtojančioms (ar planuojančioms plėtoti) šalims: Tunisas,

Indonezija, Malaizija, Jordanija, Baltaurusija, Gruzija, Vietnamas, Marokas, Filipinai, Ukraina, Arménija, Egiptas, Meksika ir Brazilija. Kursuose, sumokėjė dalyvio mokesčių, taip pat gali dalyvauti ir kitų šalių klausytojai. Kursų metu nagrinėjami specifiniai branduolinių įrenginių saugos klausimai. Kursai skirti jau turintiems patirties klausytojams, o jiems paskaitas skaitantys specialistai turi būti atitinkamos srities ekspertai.

2014 m. LEI darbuotojai skaitė paskaitas šešiuose mokymo kursuose,

iš kurių du vyko LEI:

1. *Radiacinė sauga ir apsauginio kiauto sistemos*, Paryžius, Prancūzija, kovo 17–21 d.
2. *Senėjimas ir mechaninė analizė*, Kelnas, Vokietija, kovo 24–28 d.
3. *Reaktorių fizika ir termohidraulika*, Kaunas, Lietuva, gegužės 16–20 d.
4. *Branduolinio kuro ciklo sauga*, Marcoule, Prancūzija, rugsėjo 8–19 d.
5. *Branduolinių reaktorių sauga I*, Bolonija, Italija, lapkričio 17–21 d.
6. *Branduolinių objektų eksploatacijos nutraukimo norminė bazė*, Kaunas, Lietuva, gruodžio 8–12 d.

LEI specialistų aktyvus dalyvavimas šio projekto veikloje leidžia įgyti patirties organizuojant panašius kursus bei tobulinti savo kvalifikaciją. Tokia patirtis gali būti naudinga prasidėjus Visagino AE statybai, kai reikės ruošti naujus jos bei prižūrinčiųjų organizacijų darbuotojus.



Mokymo kursų **Branduolinių objektų eksploatacijos nutraukimo norminė bazė** dalyviai ir dėstytojai (LEI, 2014 m. gruodžio 8 d.)



Europinės reguliavimo metodologijos ir praktikos perdavimas Baltarusijos branduolinės saugos institucijoms

2014 m. toliau buvo tesiama BY3.01/09 (BE/RA/07-A) projekto *Techninio bendradarbiavimo, teikiant pagalbą branduolinės saugos reguliavimo institucijoms, plėtra* darbai. Šio projekto tikslas – teikti pagalbą Baltarusijos Gosatomnadzor branduolinės saugos reguliavimo veikloje,

licencijuojant statomą Baltarusijos AE licencijos paraišką, taip pat apmokant Baltarusijos ekspertus, kad jie galėtų tinkamai atlikti su branduoline veikla susijusią dokumentų peržiūrą. 2014 m. LEI vykdė darbus pagal 2.2 užduotį *Atskirų saugos klausimų, nagrinėtų preliminarioje saugos analizés ataskaitoje, peržiūra*. Šiame darbe, be LEI, dalyvavo ekspertai iš IRSN (Prancūzija), GRS (Vokietija), STUK (Suomija) ir SSTC (Ukraina). Darbams vadovavo IRSN atstovas. ES ekspertai nagrinėjo ankstesnio projekto vykdymo metu išrinktus atskirus saugos klausimus. Nagrinėjimo rezultatai buvo aptariami su Baltarusijos branduolinės saugos regluijančiosios institucijos specialistais bei Jungtinio energetinių ir branduolinių tyrimų instituto (SOSNY) darbuotojais, atliekančiais Baltarusijos AE preliminarios saugos analizés ataskaitos peržiūrą. Baltarusijos specialistai buvo mokomi nagrinėti techninius klausimus bei kaip parengti sąlygas licencijos galiojimui. LEI nagrinėjo klausimus, susijusius su léktuvo kritimo tikimybės įvertinimu, reaktoriaus statinių atsparumu žemės drebėjimui, reaktoriaus apsauginio kiauto atsparumu išoriniams poveikiams ir panaudoto branduolinio kuro baseinų aušinimo problemomis. Darbo vykdymo metu taip pat buvo suorganizuotas TATENA seminaras, skirtas Baltarusijos Gosatomnadzor personalui mokyti. LEI atstovas skaitė paskaitas avarinės parengties klausimais. Projekto vykdymo metu visiems nagrinėtiems saugos klausimams buvo parengtos sąlygos licencijos galiojimui. Jos reikalauja pateikti papildomą, saugą pagrindžiančią informaciją. Baltarusijos Gosatomnadzor surinko 27 savo specialistų darbo grupę, kuri dalyvavo projekto veikloje ir mokėsi. Šie specialistai ateityje peržiūrės saugos analizés ataskaitas ir rengs licencijos sąlygas tiek pirmajam, tiek antrajam Baltarusijos AE reaktoriams.

Tokia parama kaimyninei šaliai būtina, siekiant laiku užtikrinti Baltarusijos branduolinio reguliavimo institucijų efektyvią statomos branduolinės jégainės priežiūrą. Tai yra labai svarbu ne tik Baltarusijai, bet ir Lietuvai (kurios pasienyje statoma ši jégainė) bei visai Europai.



FUSENET Termobranduolinės sintezės mokymų tinklas

FUSENET asociacija yra Europos termobranduolinės sintezės mokymų tinklas, vienijantis Europos universitetus, mokslinio tyrimo centrus ir pramonės organizacijas, dalyvaujančias moksliniuose termobranduolinės sintezės tyrimuose. Šiam tinklui priklauso ir ITER tarptautinė organizacija. Nuo 2013 m. vidurio LEI yra šios asociacijos narys. Dalyvavimas šios asociacijos veikloje suteikia galimybę doktorantams ir jauniesiems mokslininkams efektyviai dalyvauti įvairiuose mokymuose ir mainų programose visose FUSENET asociacijos organizacijose. 2014 m. vasario 4 d. Barselonoje (Ispanija) įvyko 3-iasis FUSENET Generalinės asamblėjos posėdis, kuriamo pirmą kartą dalyvavo LEI atstovas E. Urbonavičius. Posėdyje buvo aptartos 2013 m. dalykinė ir finansinė ataskaitos ir darbų planai 2014–2015 m., patvirtinti nauji FUSENET tarybos nariai.

4. MOKSLINIAI BRANDUOLIŲ SINTEZĖS TYRIMAI

Pagal 7-ąją BP programą vykdytas projektas **EURATOM–LEI asociacijos sutartis** pasibaigė 2013 m. gruodžio 31 d. Tačiau branduolių sintezės moksliniai tyrimai Europoje nenutrūko, ir 2014 m. buvo baigtas rengti bei su-

Europos Komisija pasirašytas naujas projektas **EUROfusion**. Šio projekto koordinatorius yra Makso Planko plazmos fizikos institutas (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik IPP). Tai pirmasis ir didžiausias ne tik finansiniu indeliu, bet ir ambicingumu ES mokslinių tyrimų ir inovacijų programos projektas. Jame kartu su 28 partneriais aktyviai dirba ir LEI, jau nuo 2007 m. dalyvaujantis branduolių sintezės tyrimų veiklose. **EUROfusion** konsorciumas leidžia Europos nacionalinėms laboratorijoms dar efektyviau sutelkti savo resursus įgyvendinant vis sudėtingesnius, didelės apimties projektus, pavyzdžiui, ITER, DEMO, W7-X. Programa siekia dviejų pagrindinių tikslų: pasiruošti eksperimentams statomame bandomajame ITER reaktoriuje ir sukurti branduolių sintezės demonstracinės jégainės koncepcijas. Universitetai ir mokslinių tyrimų centralai, gaudami finansavimą per Europos mokslinę programą HORIZONTAS 2020, jau atlieka būtinus tyrimus. Ši tyrimo programa, palyginti su ankstesniaja, labiau įtraukia pramonę į komponentų projektavimą ir techninių sprendimų paieškos procesą.

EUROfusion projekte LEI toliau tėsia anksčiau pradėtus mokslinius tyrimus. Šiame projekte instituto mokslininkai yra atsakingi už keleto užduočių koordinavimą ir įgyvendinimą. I projekto veiklą įtraukiama doktorantai, jaunieji mokslininkai. Didžiausias LEI indėlis yra darbų pakete WPSAE, skirtame branduolių sintezės reaktorių saugai įvertinti. Vykdant darbo planą atlikta kompiuterinių programų paketų, skirtų saugai analizuoti, apžvalga, pradėta sudaryti saugos analizės kokybės užtikrinimo

programa ir pradėta DEMO reaktoriaus sistemų analizė. WPPMI darbų pakete vykdoma tikimybinė DEMO reaktoriaus analizė. WPJET darbų paketas skirtas darbams, susijusiems su šiuo metu didžiausiu Europoje eksploatuojamu branduolių sintezės reaktoriumi JET. Dauguma JET atliekamų eksperimentų yra tiesiogiai susiję su plazmos elgėsių tyrimu. Vienas matavimo parametru yra plazmos galios pasiskirstymas vakuuminiame inde, kurį netiesiogiai matuoja bolometro įrenginiai. LEI atlieka bolometro duomenų analizę, kai analoginis įrenginio signalas paverčiamas tomografiniu plazmos galios žemėlapiu tokamako vakuuminiame inde. Vykdant branduolių sintezės reakcijai, didelė susidariusios energijos dalis tenka neutronams, todėl neutroninių procesų analizė yra itin svarbi. LEI atlieka radiacino poveikio įvertinimą branduolių sintezės reaktoriaus komponentų sudedamosioms medžiagoms. Analizės rezultatas suteikia vertingos informacijos apie JET įrenginio komponentų radiacinių aktyvumą ir dozės galią.

LEI ir Greifswalde (Vokietija) įsikūrusio Makso Planko plazmos fizikos instituto (Max-Planck-Institut für Plas-



LEI tyrėjai prie W-7 įrenginio darbo vizito metu (Greifswaldas, Vokietija)

maphysik IPP) padalinio, kuriam priklaušo eksperimentinis termobranduolinės sintezės įrenginys Wendelstein7-X (W7-X), bendaradarbiavimas prasidėjo 2007 m. ir buvo tęsiamas iki 2014 m. Viena paskutinių su šiuo bendaradarbiavimu susijusių veiklų buvo **W7-X plazmos indo patikimumo, parengtumo, remonto ir inspekcijos (angl. RAMI) analizė.**

Efektyviai termobranduolinio eksperimentinio įrenginio W7-X darbui

buvo siekiama užtikrinti kuo mažesnį jo gendamumą bei sumažinti neparengtumą darbui, t. y. minimizuoti prastovų dėl gedimų ir remontų skaicių bei jų trukmę. Tęsiant tarptautinį bendaradarbiavimą LEI ir Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Teilinstitut Greifswald 2013 m. buvo pasirašė sutartį *Reliability Analyses of the Divertor Target Cooling Circuit ACK10 & Plasma Vessel / Ports Cooling Circuit ABK10*, kurios tikslas – atlkti dviejų W7-X aušinimo kontūrų patikimumo ir parengtumo analizę ir pateikti rekomendacijas, kaip užtikrinti efektyvų šio įrenginio darbą. Pagrindinis šio MTEP darbo rezultatas – įvertinti plazmos taikinio aušinimo kontūro ACK10 bei plazmos indo aušinimo kontūro ABK10 patikimumo ir parengtumo lygius skirtingiemis W7-X įrenginio veikimo atvejams. Taip pat buvo nustatyti pagrindiniai sistemos neparengtumą salygojantys veiksnių (galimi įrangos gedimai ir personalo klaidos). Atliktų mokslinių tyrimų pagrindu pateiktos termobranduolinio W7-X įrenginio techninės patikimumo ir parengtumo bei bendrosios saugos gerinimo rekomendacijos.

Kartu LEI mokslininkų pastangomis buvo plėtojami ir kuriami nauji



Pasirašyta EUROfusion sutartis – Robert-Jan Smits ir prof. Sibylle Günter
(Teamwork © Fred Guerdin)

sistemų patikimumo modeliai, kuomet taikomi gedimo medžių ir patikimumo diagramų sudarymo metodai bei naujojama specialiai tam skirta programinė įranga RiskSpectrum PSA. Šių modelių, metodų ir programinės įrangos taikymo sritys yra daug platesnės, nei buvo numatyta pagal įvykdytą sutartį. Tai siejama ir su įvairių termobranduolinių, kitų sudėtingų įrenginių saugos analize bei rizikos vertinimu pagrįstų sprendimų priemimu.

5. ENERGIOS TIEKIMO SAUGUMO VERTINIMAS

2014 m. baigtas 3-ų metų biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis tyrimas *Ypatingos svarbos energetikos infrastruktūrų vertinimo metodų kūrimas ir taikymas*. Darbo metu buvo sukurti ypatingos svarbos energetikos infrastruktūrų kritiškumo tikimybiniai vertinimo metodai, jie pritaikyti Lietuvos energetikos sistemos analizei. Sukurta nauja energetikos sistemų infrastruktūros kritiškumo vertinimo metodika, kurioje atsižvelgiama į sistemų elementų tarpusavio sąryšius, patikimumą, riziką ir sistemų stochasticinę veiklą. Kritiškumo vertinimas atliekamas vartotojuj atžvilgiu. Sukurta metodika ir modeliai leidžia išsamiau nustatyti sistemų kritinius elementus ir jų grupes, kurie turi didžiausią kritiškumą energetikos sistemoms, atsižvelgiant ir į visos sistemos stochasticinę aplinką. Atlirk mokslinių tyrimų rezultatai leidžia įvertinti energetikos sistemų infrastruktūros kritiškumą ir palyginti įvairių energetikos plėtros scenarijų įtaką infrastruktūros kritiškumui. Tai leidžia nustatyti energetikos infrastruktūrų kritiškiausius elementus bei jų sukelius trikdžių procesus energetikos sistemose. Pagal gautus rezultatus įvertintas Lietuvos energetikos sistemų infrastruktūros kritišumas, nustatytos kritiškiausių elementų grupės

bei įvertinta dujų plėtros scenarijų įtaka energetikos sistemų kritiškumui.

Baltijos energetinio saugumo mokslinių tyrimų platforma

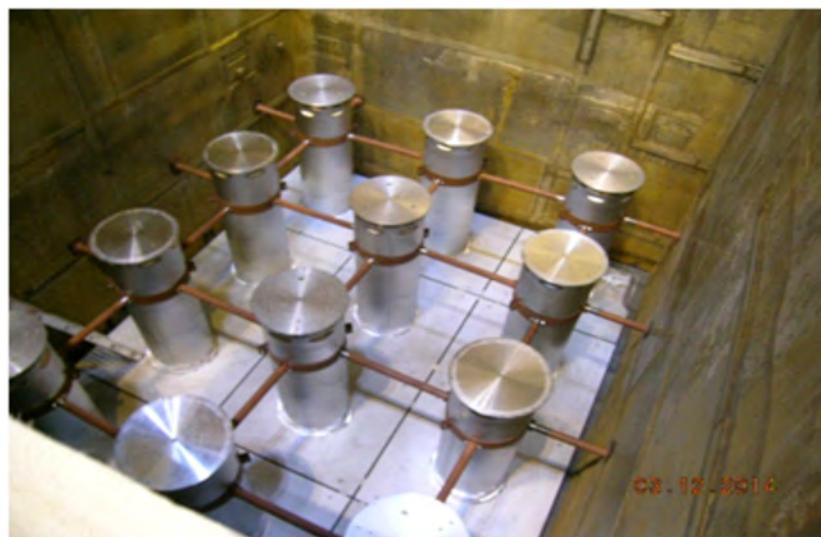
2014 m. toliau buvo vykdoma Baltijos energetinio saugumo mokslinių tyrimų platformos (angl. *Baltic Energy Security Research Platform*) veikla. Šios platformos tikslas – plėsti Baltijos jūros regiono valstybių mokslininkų, vykdantį tyrimus energetinio saugumo ir ypatingos svarbos infrastruktūrų tematikoje, bendradarbiavimą ir atlkti energetinio saugumo lyginamuosius tyrimus Baltijos jūros regione. 2014 m. liepą EK Jungtinių tyrimų centras ir Fizikinės energetikos institutas Rygoje suorganizavo konferenciją, kurioje platformos dalyviai pristatė savo vykdomus darbus energetinio saugumo ir ypatingos svarbos infrastruktūrų srityje.

6. BRANDUOLINIŲ ĮRENGINIŲ EKSPLOATACIJOS NUTRAUKIMAS

2014 m. buvo tēsiams darbai pagal kontraktą su GNS (Gessellschaft für Nuklear-Service mbH, Vokietija) **Panaudoto branduolinio kuro baseinų salėse**.

doto branduolinio kuro konteinerių pagalbinių aptarnavimo sistemų modifikacijos arba pakeitimas Ignalinos AE panaudoto kuro baseinų salėse.

Darbas vykdomas bendradarbiaujant su AB *TECOS* bei mašinų gamykla AB *ASTRA*. Projekto vykdymo metu numatoma pagaminti ir IAE kuro baseinų salėse sumontuoti 6 amortizatorius (po tris skirtingus amortizatorius kiekviename Ignalinos AE bloke) bei kitą panaudoto branduolinio kuro konteinerių aptarnavimo įrangą. Pagrindinių šios įrangos komponentų, amortizatorių, paskirtis – absorbuoti energiją branduoliniu kuru užpildyto konteinerio avarinių kritimų ir žemės drebėjimo atvejais ir užtikrinti, kad apkrovos pastato ir konteinerio konstrukcijoms neviršys leistinų reikšmių. 2014 m. buvo tobulinama trečio tipo amortizatorių konstrukcija ir AB *ASTRA* gamykloje buvo pagaminti bei sėkmingai surinkti trys (iš 6) amortizatoriai. Vienas pirmojo tipo amortizatorius sumontuotas Ignalinos AE pirmojo bloko panaudoto branduolinio kuro baseine. Taip pat vienas 2-ojo tipo absorberis sėkmingai pristatytas į Ignalinos AE pirmajį bloką bei ruošiamas montavimui.



1-ojo tipo absorberio montavimo eiga Ignalinos AE pirmojo bloko panaudoto branduolinio kuro baseine



2-ojo tipo absorberio paruošimas transportavimui į Ignalinos AE pirmojo bloko panaudoto branduolinio kuro baseiną



A.L.A.R.A.
As Low As Reasonably Achievable

Buvusio karinio branduolinio objekto Paldiski reaktoriaus rūsių eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų atliekyno įrengimo preliminarus tyrimas

2014 m. pradėti darbai pagal kontraktą su Estijos Respublikos kompanija AS A.L.A.R.A **Buvusio karinio branduolinio objekto Paldiski reaktoriaus rūsių eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų atliekyno įrengimo preliminarus tyrimas**. Darbas vykdomas bendradarbiaujant su kompanija UAB Eksortus ir Branduolinės ir radiacinės saugos Federaliniu centru iš Rusijos (FCNRS). Projekto vykdymo metu numatoma parinkti optimalų dviejų branduolinių reaktorių, esančių Paldiski aikštélėje, išmontavimo koncepciją, pasiūlyti geriausią radioaktyviųjų atliekų tvarkymo koncepciją bei atlkti minėtų darbų ekonominį įvertinimą.

7. KITI PROJEKTAI

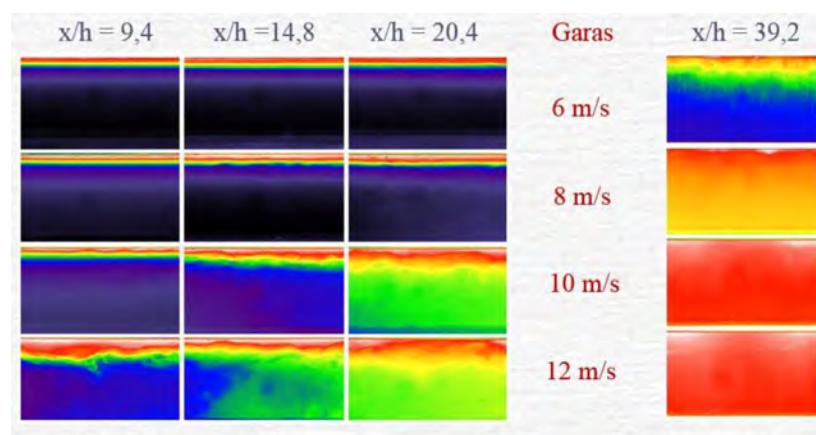
2014 m. užbaigtas biudžeto lėšomis finansuojamas darbas **Besikon-densuojančios dvifazės tékmés greičių lauko tyrimas horizontaliame**

stačiakampiame kanale. Jo metu sukurta ir išplėtota didelės skiriamosios gebos metodika vandens temperatūros lauko matavimui pasienio sluoksnyje. Ją taikant, atrastas ir pradėtas tyrinėti reiškinys, kai tarpfazinė sąveika sužadina turbulenciją vandenye. Natūrinių eksperimentų temperatūros ir greičių laukų matavimo rezultatų interpretacijai palengvinti pasitelkta skaitmeninė dvifazio tekėjimo simuliacija skaičiuojamosios hidrodinamikos paketu ANSYS CFX.

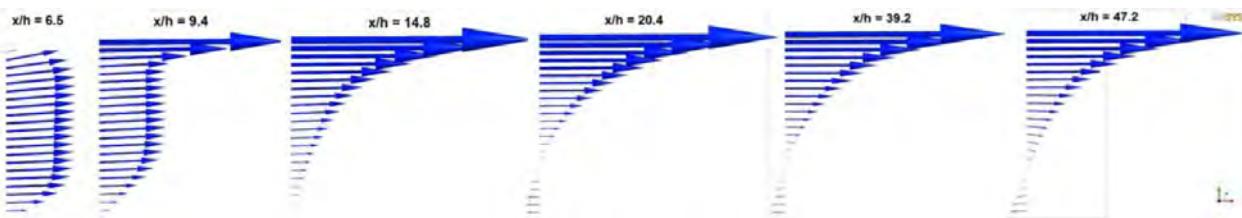
2014 m. buvo tesiamais praėjusiais metais pradėtas vykdyti LR biudžeto subsidijų lėšomis finansuojamas darbas **Geriausio įverčio metodo taikymas atliekant termohidraulinį procesą**

analizę branduoliniuose ir termobranduoliniuose įrenginiuose. 2014 m. atlikta QUENCH-03 ir QUENCH-06 eksperimentų modeliavimo rezultatų jautrumo ir neapibrėžtumų analizė. QUENCH eksperimento metu modeliuojama smarkiai įkaitusio branduolinio kuro rinklių aušinimo vandeniu situacija. Vadovaujantis šių eksperimentų skaičiavimo rezultatų jautrumo ir neapibrėžtumų analize, sudaryti įvesties duomenų rinkiniai RELAP/SCDAPSIM ir ASTEC programų paketams, taip pat minimalaus ir maksimalaus skaičiavimų rezultatų rinkiniai. Šie rinkiniai leidžia gauti skaičiavimo rezultatus, kurie „apgaubia“ eksperimentinių matavimų vertes. Igyta modeliavimo patirtis prietaikyta modeliuojant panaudoto kuro baseinuose vykstančius procesus sunkiųjų avarių atveju. Palyginimas su eksperimentų metu atliktų matavimų rezultatais leidžia spręsti apie galimus neapibrėžtumus, taip pat apie modeliavimo koreliacijų pasirinkimo teisingumą. 2014 m. atlikta Ignalinos AE antrojo reaktoriaus panaudoto kuro baseinų neapibrėžtumų analizė.

2014 m. pradėti rengti BWR reaktoriaus skaitiniai modeliai naudojant RELAP/SCDAPSIM programų paketą, apžvelgtos projektinės avarijos BWR



Turbulencijos sužadinimo vietos persislinkimas dėl garo greičio



Vandens paviršiaus įgreitinimas dėl tarpfazinės sąveikos

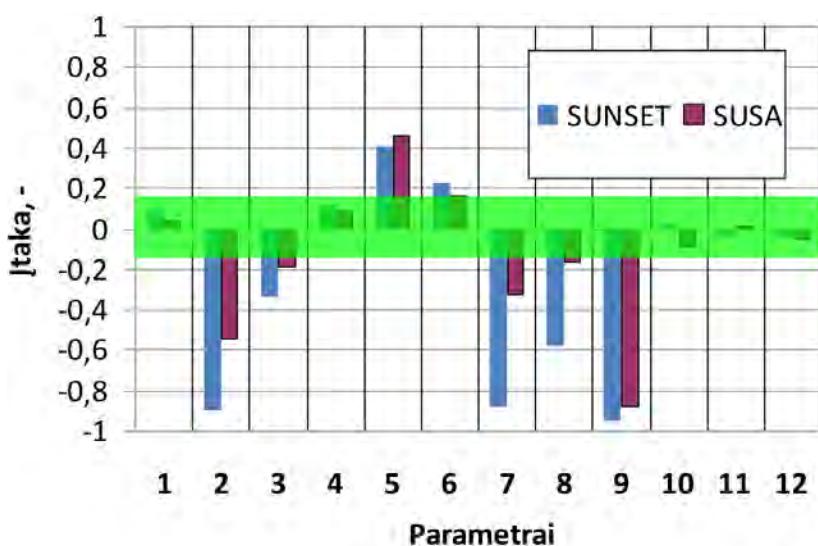
reaktoriuose. Šis darbas – tai pasirengimas būsimiems projektams.

Geriausio jverčio metodas taip pat pritaikytas termobranduolinių įrenginių termohidraulinų procesų analizei. Pasinaudota sisteminiu termohidraulinų procesų analizés programų paketu su integruotu skaičiavimo rezultatų neapibrėžtumų įvertinimu. Šilumnešio praradimo atvejis branduolių sintezės eksperimentinio įrenginio W7-X vidinių elementų aušinimo sistemoje sumodeliuotas naudojant RELAP/SCDAPSIM mod 4.0 programų paketą. Skaičiavimo rezultatai parodė, kad net ir įvertinus neapibrėžtumus, slėgis vamzdzyje prieš automatinius vožtuvus nepasieks saugos kriterijaus ir aušinimo sistema nebus pažeista. Šis biudžeto subsidijų lėšomis finansuojamas darbas bus tęsiamas sekančiais metais.

ESReDA Europos saugos, patikimumo ir duomenų asociacija

ESReDA (European Safety, Reliability & Data Association) – tai Europos asociacija, suteikianti galimybę bendradarbiauti ir keistis informacija saugos ir patikimumo moksliinių tyrimų srityje. LEI yra šios asociacijos narys. ESReDA reguliarai rengia seminarus bei inicijuoja projektus, skirtus publikacijoms (knygoms) rengti aktualiose moksliinių tyrimų energetinių ir industriinių objektų patikimumo ir saugos srityse. LEI kartu rengia tokias bendras ESReDA publikacijas ir šiuo metu dalyvauja projekte **Konstrukcijų ilgaamžiškumo savikainos optimizavimas remiantis patikimumu** (angl. *Reliability-based Optimisation of Life Cycle Cost of Structures*).

2014 m. G. Dundulis dalyvavo 46-ame **ESReDA** seminare *Iššūkiai struktūrinės saugos ir rizikos analizėje* (angl. *Challenges in Structural Safety and Risk Analysis*). Seminaro metu pristatyta pranešimas *Vamzdinių tinklų patikimumo analizé* (angl. *Reliability Analysis of Pipeline Network*), kuriami apžvelgta vamzdinių tinklų patikimumo įvertinimo metodika ir jos taikymas Kauno šiluminiių tinklų vamzdyno atveju. Seminaro metu buvo aptarti numatomo **ESReDA** projekto **Ypatingos svarbos infrastruktūrų parengtis ir atsparumas** (angl. *Critical Infrastructure Preparedness and Resilience*) tikslai (t. y. parengti knygą ypatingos svarbos infrastruktūros analizės tematika), užduotys ir trukmė. Šio susitikimo metu pristatyta laboratorijos patirtis atliekant ypatingos svarbos infrastruktūrų analizes. Reikia pažymėti,



Parametrai

- 1 Aušinančio vandens srautas
- 2 Vandens garo srautas
- 3 Argono srautas
- 4 Aušinančio vandens temperatūra
- 5 Vandens garo temperatūra
- 6 Argono temperatūra
- 7 ZrO_2 šiluminis laidis
- 8 ZrO_2 savitoji šiluma
- 9 Kuro imitatorių kontaktų varža
- 10 Aušinančio vandens slėgis
- 11 Vandens garo slėgis
- 12 Argono slėgis

Neapibrėžtų parametrujų įtaka vandenilio išsiskyrimo skaičiavimo rezultatams

kad ši tematika susijusi su laboratorijoje vykdytu projektu ***Energetikos sistemų patikimumo ir jo įtakos energetiniams saugumui vertinimo metodika bei tyrimas.***



Produktų ir procesų projektavimas aplinkos intelektu paremtiems energetiškai taupiems gamybiniams įrenginiams

Laboratorijos mokslo darbuotojai pabaigė darbus, o 2014 m. toliau viešino tyrimų rezultatus pagal ES 7-osios BP mokslinių tyrimų, technologinės plėtros ir demonstracinių veiklos programos tarptautinį projektą ***Product and Process Design for Aml Supported Energy Efficient Manufacturing Installations (DEMI)***. Projektas buvo skirtas produktams ir procesams projektuoti aplinkos intelektu (angl. *Ambient Intelligence – Aml*) paremtiems energetiškai taupiems gamybinių įrenginių produktams ir procesams projektuoti. Projektas buvo vykdomas kartu su 8 partneriais iš 7-ių ES šalių. Projekto koordinatorius – Ispanijos technologinių tyrimų centras Tecnalia.

Pagal pastarųjų metų projekto vykdymo programą, LEI sukūrė ***DEMI*** projekto informaciinių ir komunikaciinių technologijų (IKT) komponento *Energy Simulator* prototipą bei įgyvendino jo integravimą su kitais IKT komponentais. Parengta pramonės ir verslo specialistams skirta *Energy Simulator* sudarymo

ir taikymo metodologija. Taigi, pritaikius sukauptą hibridinių sistemų modeliavimo patirtį ir įsisavinus naujas IKT sukūrimo galimybes, ***DEMI*** projekto metu buvo išplėtota universalai programinė įranga ir su ja susiję modeliavimo metodai. Šios modeliavimo ir energijos sąnaudų vertinimo priemonės veikia atsižvelgiant į IKT komponento *Energy Analyzer* distanciniu būdu nustatomą sistemos konfigūraciją, projektavimo reikalavimus ir kraštines sąlygas. Skirtingą sistemas ir vykstančių procesų kintamujų (pvz., temperatūros) kontrolę bei skirtingas darbo sąlygas atspindintys sistemos modeliai sudaryti, naudojant MATLAB (Simulink ir SimScape) programinę įrangą bei taikant sukurtas automatinio modeliavimo ir energetinių sąnaudų vertinimo priemones.

2014 m. pabaigoje su *Lietuvos energijos gamyba* pasirašyta sutartis ***Antžeminių skysto kuro rezervuarų MR-2, 31, 32, 33 įrengimų ir juos aptarnaujančių inžinerinių tinklų būklės atitikimo Informaciiniame dokumente tokio tipo įrenginiams keliamiems reikalavimams ekspertizės paslaugos***, kurios metu numatyta išnagrinėti kuro rezervuarų ir juos aptarnaujančiu inžinerinių tinklų projektinę techninę bei eksploatacinę dokumentaciją, įvertinti šios įrangos atitikimą ES dokumente *Emisijos iš saugojimo vietų tokio tipo įrenginiams keliamiems reikalavimams* bei pateikti šiu įrengimų ir jų inžinerinių tinklų būklės gerinimo rekomendacijas ir pasiūlymus identifikuotiems neatitinkamams šalinti. Lapkritį LEI ekspertai viuzuliai apžiūrėjo Elektrėnuose esančius skysto kuro rezervuarus, įvertino esamą būklę bei pamato tvirtumą.

8. MOKSLININKŲ RENGIMAS IR MOKSLO REZULTATŲ SKELBIMAS

2014 m. doktorantūroje studijavo 4 Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos doktorantai. Apgintos dvi disertacijos energetikos ir termoinžinerijos kryptyje – ***Energetikos sistemų trikdžių įtakos energetiniams saugumui tyrimas*** (L. Martišauskas) ir ***Termohidraulinų procesų, vykstančių branduolių sintezės įrenginiuose šilumnešio praradimo atveju, tyrimas*** (T. Kaliatka). Jaunieji daktarai kartu su patyrusiais mokslininkais 2014 m. gautus tyrimų rezultatus pateikė mokslo tyrimų ataskaitose, 37 moksliniuose straipsniuose (iš jų 20 Thomson Reuters duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose leidiuniuose), mokslinėse konferencijose perskaityti 17 pranešimų. Laboratorijos darbuotojai dalyvavo branduoline tema vykusiuose renginiuose ir perskaite pranešimus pagrindinėse tarptautinėse konferencijose, kuriose buvo nagrinėjama saugi branduolinių jėgainių ekspluatacija ir jose vykstantys fiziniai reiškiniai. Mokslininkai aktyviai dalyvavo įvairiose tarptautinėse ir Lietuvoje vykusiose mokymo programose, TATENA seminaruose, komitetų posėdžiuose ir koordinaciniuose susitikimuose, termobranduolinės sintezės energetikos (FUSION) plėtros komitetų ir kitų organizacijų bei mokslo junginių veikloje.

Prof. habil dr. Eugenijus UŠPURAS
Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos vadovas
Tel.: (8 37) 401 926
El. paštas Eugenijus.Uspuras@lei.lt

ENERGETIKOS KOMPLEKSINIŲ TYRIMŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- makroekonomikos plėtros scenarijų analizė, energijos poreikių modeliavimas ir prognozavimas;
- vidutinės ir ilgalaikės trukmės energijos tiekimo scenarijų analizė, taikant plačiai aprobuotus optimizacinius modelius;
- energetikos įtakos aplinkai vertinimas, teršalų mažinimo technologijų analizė ir aplinkosaugos politikos diegimas;
- energetikos vadybos ir rinkodaros tyrimai;
- atsinaujinančių energijos išteklių paramos priemonių efektyvumo tyrimai;
- energetikos restruktūrizavimo ir liberalizavimo patirties ES ir Vidurio bei Rytų Europos šalyse apibendrinimas ir taikymas vykdant reformas Lietuvos energetikos sektoriuje;
- energetikos informacinės sistemos kūrimas, Lietuvos ir užsienio šalių energetikos raidos statistinių duomenų kaupimas.

2014 m. buvo tēsiama ilgalaikių institucinių mokslinių tyrimų ir eksperimentinės (socialinės, kultūrinės) plėtros programa ***Energetikos sektorius plėtros ekonominė ir darnumo analizė***, vykdoma kartu su Atsinaujinančių išteklių ir efektyvios energetikos bei Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorijomis.

Ilgalaikėje programe keliamas ambicingas tikslas išspręsti šiuos uždavinius:

- 1) suformuoti energetikos harmoninės pažangos teoriją darnios raidos ir žiniomis grindžiamos ekonomikos koncepcijų sasajų pagrindu;
- 2) išnagrinėti Lietuvos energetikos sektorius perspektyvinės raidos

galimybes ir parengti rekomendacijas dėl racionalių perspektyvinės techninės energetikos sektorius raidos krypčių, kuro ir energijos balanso pokyčių, gamtosauginių veiksnių;

- 3) suformuoti metodinius pagrindus valstybės ir savivaldybių darnios energetikos plėtros skatinimo priemonių bei jau taikomų ir siūlomų taikyti skatinimo priemonių efektyvumui įvertinti;
- 4) ištirti Lietuvos elektros energetikos sistemos synchroninio darbo su ENTSO-E galimybes, atsižvelgiant į perspektyvinę generuojančių galių plėtrą.

Vykstant antrajai uždavinijai, 2014 m. laboratorijoje buvo tēsiami tyrimai,

skirti energetikos sektorius raidos modeliavimo bazei plėtoti ir konkretiems uždaviniams spręsti. Anksčiau vykdyto energetikos sektorius raidos modeliavimo patirtis buvo efektyviai panaudota atliekant Lietuvos energetikos sektorius perspektyvinės raidos tyrimą. Šiame tyrimų etape buvo suformuota energetikos sektorius perspektyvinės raidos ir funkcionavimo analizės matematinio modelio struktūra, įvertinanti vidaus ir išorės ryšius, energetikos politikos nuostatas, gamtosaugos ribojimus, išorinius veiksnius. Svarbiausi rezultatai, kurie leidžia atliliki įvairiapusė Lietuvos energetikos sektorius raidos ilgalaikėje perspektyvoje analizę, yra šie:

- Parengtas matematinis modelis, kuris kompleksiškai

- aprašo elektros energetikos, centralizuoto šilumos tiekimo, kuro tiekimo sistemų raidą ir galutinių energijos poreikių kitimą ilgalaikėje perspektyvoje, įvertinant jų sezoninius, savaitinius ar paros svyruvimus;
- Modelis suteikia galimybę nustatyti atskiruose miestuose ekonomiškai efektyviausias šilumos gamybos technologijas (iš didelio skaičiaus esamų, modernizuojamų ir naujų), naudojamo kuro rūšis ir jų kiekius, šilumos ir elektros energijos gamybos apimtis, užtikrinant būtinas rezervines galias ir nepažeidžiant gamtosaugos ribojimų;
 - Modelis suteikia galimybę nustatyti elektros energetikos sistemoje optimalią generuojančių galių įrengimo ir jų panaudojimo struktūrą, įvertinant elektros energijos ir rezervinių galių mainų su atskiromis užsienio šalimis tikslingumą, kurį sąlygoja kaimyninių šalių elektros energijos rinkų poreikiai (eksportas iš Lietuvos), tiekimo galimybės (importas į Lietuvą), elektros energijos kainos, ryšio linijų pralaidumai ir pan.;
 - Kuro tiekimas elektrinėms ir katilinėms modeliuojamas, įvertinant esamą ir ateityje galimą tiekimo infrastruktūrą (vamzdynų ir terminalų pralaidumai, gamtinių dujų saugyklos ir kt.), tiekiamo kuro kainas ir suvartojamo kuro apimtis. Vietinių ir atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo atskiroms šilumos ir elektros energijos tiekimo sistemų technologijoms racionalumas nustatomas atsižvelgiant į šių išteklių potencialą ir kainas;
 - Atnaujinta ir papildyta įvesties informacijos duomenų bazė: sukaupta naujausia informacija apie pirminės energijos išteklių vartojimą Lietuvoje, ES šalyse ir pasaulyje bei kainų, ypač elektros energijos ir gamtinių dujų, kitimo tendencijas, elektros energijos ir šilumos gamybos technologijų raidą, jų prieinamumą, techninius-ekonominius rodiklius.
- Parengtas optimizacinis modelis, taikant MESSAGE programinės įrangos paketą, suteikia tyrejams galimybę iš visų esamų ir galimų ateities technologijų aibės nustatyti optimalią pajėgumų elektros energijai ir centralizuotai tiekiamai šilumai gaminti struktūrą, pirminės energijos išteklių rūšis ir kiekius, elektros energijos ir šilumos gamybos apimtis, elektros energijos ir rezervinių galių importo–eksporto apimtis, kurių visuma mažiausiomis išlaidomis (tuo pačiu ir mažiausiomis kainomis galutiniams vartotojams) tenkina prognozuojamus šalies galutinės energijos poreikius ilgalaikėje perspektyvoje. Energetikos sektoriaus raida buvo modeliuojama laikotarpiu iki 2050 m., įvertinant įvairių rūšių energetikos objektų eksploatavimo sąlygas ir ekonomiškumą skirtingais darbo režimais, adekvaciai subalansuojant šilumos ir elektros energijos gamybą ir vartojimą Lietuvoje bei iš Skandinavijos šalių ir kontinentinės Europos tinklų, taip pat iš trečiųjų šalių importuojamos arba į kaimynines rinkas eksportuojamos elektros energijos srautus.
- Optimizacinis modelis suteikia galimybę analizuoti kelias dešimtis galimų energetikos sektoriaus raidos scenarijų, kurie suformuojami įvertinant strateginius Lietuvos energetikos raidos tikslus, ES direktyvomis ir tarptautiniai įsipareigojimais nustatytus reikalavimus, tikėtinus pokyčius kaimyninių šalių energijos rinkose ir generuojančių galių struktūroje, Lietuvos energetinio saugumo ar kitais kriterijais apibrėžiamus siekius ir pan.



Lietuvos
mokslo
taryba

Sėkmingai baigtas *Lietuvos mokslo tarybos* projektas **Šiltnamio efekta sukeliančių dujų emisijų mažinimo namų ūkiuose potencialo vertinimas Lietuvoje** (vadovė D. Štreimikienė), kuriame buvo tiriamos energijos vartojimo ir šiltnamio dujų emisijos namų ūkiuose bei nustatyti pagrindiniai socialiniai-ekonominiai ir technologiniai bei kultūriniai veiksnių, turintys įtakos šiltnamio dujų emisijoms namų ūkiuose. Parengta ir publikuota projekto rezultatus apibendrinanti monografija **Šiltnamio efekta sukeliančių dujų emisijų mažinimas namų ūkiuose**. Monografijoje apibendrinti pagrindiniai socialiniai, ekonominiai ir elgsenos veiksnių, sąlygojantys šiltnamio efekta sukeliančių dujų emisijas namų ūkiuose, bei įvertintas šiltnamio efekta sukeliančių dujų emisijų mažinimo potencialas dėl elgsenos inovacijų šiame sektoriuje. Atlirkti tyrimai ir gauti rezultatai gali būti naudingi tiek tyrejams, dirbantiems aplinkos ir energetikos bei klimato kaitos švelninimo srityje, tiek politikos formuotojams bei bakalauro ir magistro studijų studentams, studijuojantiems dalykus, tiesiogiai susijusius su aplinkos apsaugos politika ir energetikos politika.

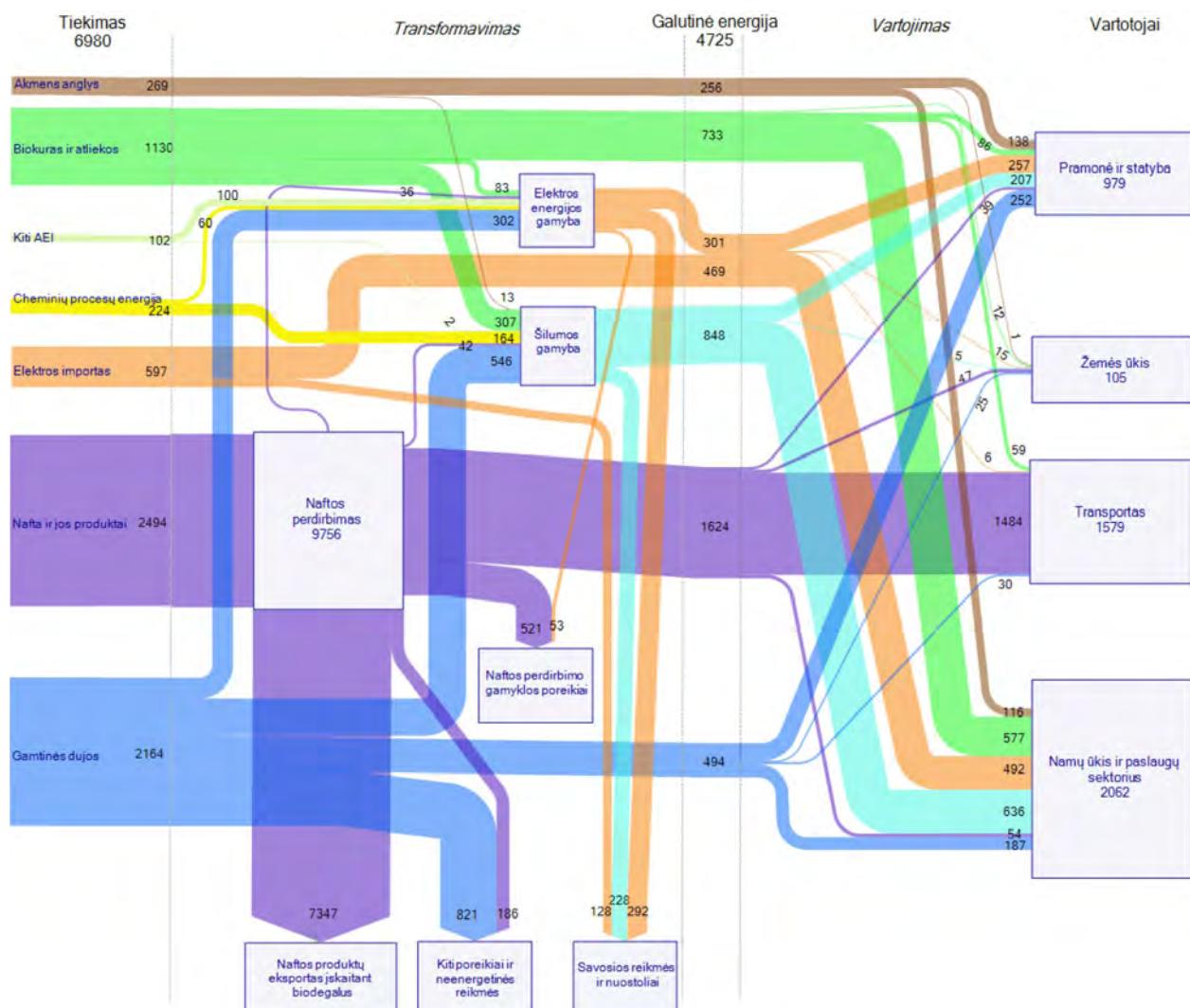
Laboratorijos mokslininkų kvalifikacijai patvirtinti reikšmingas 2014 m. pradėtas *Lietuvos mokslo tarybos* mokslininkų grupių projektas **Energетikos sektoriaus raidos išoriniai ekonominiai efektai: kiekybinis ver-**

tinimas. Šiuo projektu siekama parengti energetikos sektoriaus perspektyvinės plėtros išorinių ekonominiių efektų kiekybinio vertinimo sistemą ir įvertinti Lietuvos energetikos raidos scenarijų išorinius ekonominius kaštus bei naudą. Projekte tiesiogiai išmatuojamų ir nuo technologijų specifikos priklausančių ekonominiių efektų vertinimas integruojamas į energetikai planuoti ir raidos scenarijams formuluoti taikomus modelius, o bendrosios ekonominės pusiausvyros modeliavimas naudojamas plačiau vertinti tarpsektorinius ryšius. Tokia analizė tyrėjams suteikia galimybę aprėpti ir dėl struktūrių pokyčių energetikos sektoriuje besikeičian-

čius jo ryšius su kitomis ūkio šakomis. Vykdomas projektas praplės žinias apie energetikos plėtros išorinius ekonominius efektus ir reikšmingai prisidės prie ekonominio energetikos planavimo ir energetikos–ekonomikos ryšių analizėje taikomų metodų tobulinimo: bus sukurti modeliavimo sprendimai, leidžiantys geriau atspindėti ekonominius kintamuosius ir ribojimus energetikos planavimo modeliuose; išplėtoti ir Lietuvos aplinkai pritaikyti perspektyvinės energetikos raidos ekonominiių efektų vertinimo metodai, leisiantys įvertinti tiek tiesioginius, tiek netiesioginius bei indukuotuosius energetikos perspektyvinės plėtros efektus.

MOKSLO TIRIAMIEJI DARBAI ŠALIES ŪKIUI

Pagal sutartį su LR Vyriausybės kanceliarija parengta studija *Lietuvos energetikos sektoriaus perspektyvinės plėtros analizė atsižvelgiant į ES strategines iniciatyvas energetikos srityje*. Sparti Lietuvos ekonomikos raida, išaugusi priklausomybė nuo energijos išteklių importo iš vienos šalies, nuolat atnaujinama ES energetikos politika ir naujas gaires įtvirtinančios direktyvos, išaugusi Lietuvos energetikos sistemos integravimo į ES sistemas ir kuriamą bendrą ES energijos rinką strateginė svarba, aukštos iškas-



Pagrindiniai Lietuvos kuro ir energijos srautai 2013 m., tūkst. tne

tinio importuojamo kuro kainos pasaulyje rinkose, intensyvus atsinaujinančių energijos išteklių vaidmens stiprėjimas Lietuvos energijos balanse ir įtempta šalies geopolitinė situacija verčia koreguoti Lietuvos energetikos politiką ir atnaujinti Nacionalinę energetinės nepriklausomybės strategiją, patvirtintą Lietuvos Respublikos Seimo 2012 m. birželio 26 d. nutarimu Nr. XI-2133.

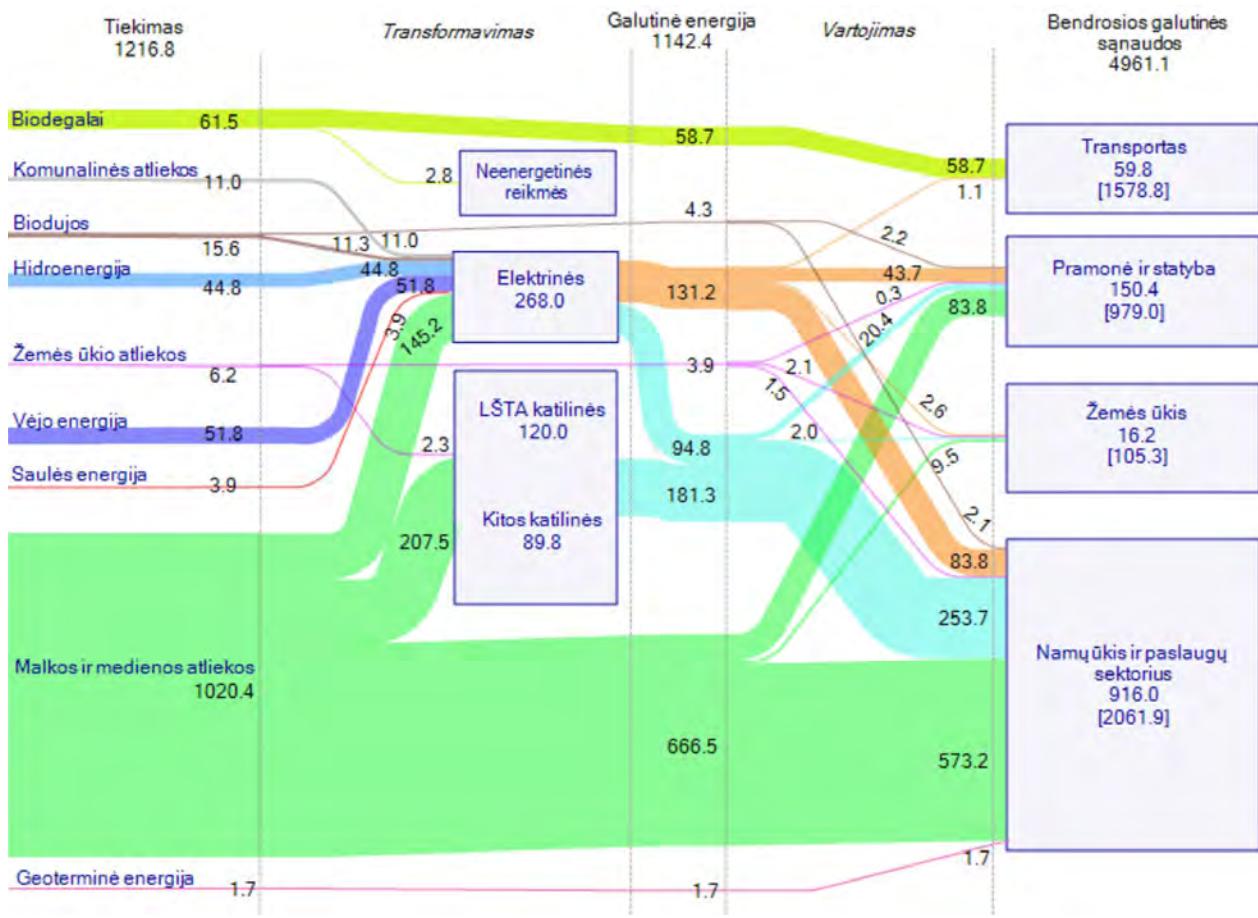
Vykstant sutartyje numatytais užduotis, parengta tarpinė ataskaita ***Didelio naudingumo termofikacijos plėtros ir centralizuotai tiekiamos šilumos galimybų vertinimas ir pasiūlymai Nacionalinei šilumos ūkio plėtros 2014–2020 m. programai***, kurioje centralizuoto šilumos tiekimo sistema buvo nagrinėjama kaip sudėtinė ir neatskiriamą vieningo energetikos sektoriaus dalį, technologiniai ir energijos srautų ryšiai glaudžiai susijusiu-

su elektros energetikos sistema, kuro tiekimo (ypač gamtinių dujų) ir kitomis sistemomis. Centralizuoto šilumos tiekimo sistemų perspektyvinė raida ir funkcionavimas buvo nagrinėjamas taikant šiuo tikslu parengtą matematinį modelį. Kompleksinis modeliavimas suteikė galimybę nustatyti didžiuosiuose miestuose efektyviausias šilumos gamybos technologijas (ivertinant joms įrengti reikiamų investicijų apimtis, pastoviąsias ir kintamąsias eksploatacijos išlaidas, galimas naudoti kuro rūšis ir naudingumo koeficientus, technologijų tarnavimo ir statybos laiką, gamtosaujančios charakteristikas), šilumos ir elektros energijos gamybos termofikacinėse elektrinėse apimtis, suvartojo kuro apimtis, reikiamų investicijų apimtis ir kitus rodiklius.

Galutinėje ataskaitoje pateikta: šalies geopolitinės aplinkos analizė;

energetikos strateginiai tikslai; ekonomikos raidos scenarijai ir su ekonomikos augimu susieti elektros energijos ir centralizuotai tiekiamos šilumos bei tiesiogiai ūkio šakose suvartojo kuro perspektyviniai poreikiai; kuro kainų prognozės; energetikos sektoriaus esamos būklės analizė; jo raidos ir funkcionavimo ilgalaikėje perspektyvoje modeliavimo koncepcija; elektros energetikos sistemos ir centralizuoto šilumos tiekimo sistemų plėtros kryptys; generuojančių galių, elektros ir šilumos gamybos bei suvartojo kuro struktūros kaita; investicijų apimtys; teršalų emisijos; Europos Sąjungos paramos skirstymo principai ir racionalios paramos apimtys atskiroms technologijoms.

Remiantis nuodugniai ir įvairiapuse Lietuvos energetikos sektoriaus raidos scenarijų analize ir optimizacinių skaičiavimo rezultatų apibendrinimu, pa-



Atsinaujinančių energijos išteklių srautai 2013 m., tūkst. tne

rengtas ir Vyriausybės kanceliarijai pateiktas atnaujintos šalies Nacionalinės energetikos strategijos projektas, kuris apibrėžia pagrindines valstybės nuostatas dėl energetikos sektoriaus raidos laikotarpiu iki 2030 m. ir gaires iki 2050 m. Šios nuostatos ir kryptys pagrįstos ekonomiškumo, energetinio saugumo, aplinkosaugos ir valdymo tobulinimo aspektais, visapusiškai jas derinant su valstybės poreikiais ir naujausiais tarptautiniai reikalavimais. Strategijoje nustatyti būdai ir priemonės energijos išteklių tiekimo strateginiam patikimumui užtikrinti, maksimaliai sumažinant priklausomybės nuo vyraujančio energijos išteklių tiekėjo daromą neigiamą įtaką.

Pagal sutartį su UAB *Fortum Heat Lietuva* buvo vykdomas mokslo tiriamasis darbas ***Šilumos gamybos ir tiekimo Kauno miesto integruotame tinkle modernizavimo projekto techninis-ekonominis vertinimas***. Darbo ataskaitoje pateiktas esamos centralizuoto šilumos tiekimo būklės ir Kauno miesto integruotame tinkle veikiančių ar galinčių atsirasti naujų šilumos gamintojų plėtros krypcijų vertinimas teisiniu, techniniu ir ekonominiu aspektais. Vykdant tyrimus pagal šią sutartį, atlikta šilumos vartojimo Kauno mieste kaitos tendencijų ir kuro rinkos raidos įtakos centralizuoto šilumos tiekimo sistemai analizę, pasiūlytas šilumos rinkos modelis, įvertinta šilumos tiekimo vamzdynų būklė, pateikta analizei taikyta metodika ir aprašytos prielaidos – šilumos poreikių ir kuro kainų prognozė, apibūdinti galimi šilumos gamybos šaltinių plėtros variantai. Studijoje analizuotos realiai plėtojamos arba planuojamos generavimo šaltinių Kauno miesto centralizuoto šilumos tiekimo tinkle alternatyvos, tačiau nebuvo siekiama nustatyti optimalias ilgalaikės integruoto šilumos tinklo ir gamybos šaltinių raidos kryptis, kurios aprėpia ne tik vartotojų aprūpinimą šiluma, bet ir elektros energija bei kitais energijos ištekliais, taip pat bendrą socialinę ir ekonominę naudą. Esminis šio tyrimo rezultatas – išnagrinėti užsakovo nurodyti scenarijai ir pateiktas jų vertinimas.

Parengtas ir išleistas kasmetis statistikos duomenų leidinys ***Lietuvos energetika 2013***, kuris perduotas Energetikos ministerijai. Šiame leidinyje pateikta naujausia susisteminta informacija, apibūdinanti Lietuvos energetikos sektoriaus ir jo šakų raidos tendencijas 2010–2013 m., pateikti išsamūs šalies kuro ir energijos balansai ir pagrindiniai Lietuvos energetikos sektorių apibūdinantys rodikliai. Naudojantis Baltijos šalių statistikos departamentų duomenų bazėse pateikta naujausia informacija, leidinyje pateikti 2012 ir 2013 m. statistikos duomenys apie Estijos, Latvijos ir Lietuvos bendrąsias pirminės ir galutinės energijos sąnaudas, elektros energijos bei centralizuotai tiekiamos šilumos gamybą ir vartojimą ūkio šakose, bendrojo vidaus produkto (BVP) augimą, taip pat

lyginamieji Lietuvos energetikos ir ekonomikos esamą būklę apibūžiantys rodikliai. Leidinyje pateikti Jungtinių Tautų Bendrają klimato kaitos konvenciją ir Kiotos protokolą pasirašiusose 1 priešo šalyse 1990 ir 2012 m. į atmosferą išmestų šiltinamio duju kiekiai ir jų struktūra pagal sektorius.

Leidinyje pateikta 28 Europos Sajungos šalių, didžiausių pasaulio valstybių, Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos šalių, taip pat apibendrintų bendrujų pasaulio ekonomikos ir energetikos rodiklių (BVP, energijos sąnaudų vienam gyventojui, energijos intensyvumo ir kt.) lyginamoji analizė 2011 ir 2012 m. Ši analizė atlikta taikant naujausius Tarptautinės energetikos agentūros paskelbtus duomenis ir metodiką. Vadovaujantis šios agentūros metodiniais principais, visų leidinyje pateiktų šalių elektros energijos sąnaudose neįvertinami nuostoliai tinkluose, o galutinės energijos sąnaudose įskaičiuoti ir neenergetinėms reikmėms sunaudoti energijos ištekliai.

Leidinyje apibendrinti pokyčiai šalies ekonomikoje ir energetikoje. Lietuvos BVP po dramatiško nuosmukio 2009 m. (-14,8 %) atsiguna – 2010–2013 m. augo vidutiniškai 3,7 % per metus. 2013 m. šalyje sukurtas BVP grandine susieta apimtimi sudarė 110 mlrd. Lt (baziniai metai – 2010 m.), arba 37,2 tūkst. Lt/gvy. Pirminės energijos sąnaudos 2013 m. sumažėjo 5,5 % ir sudarė 6,98 mln. tne. Energetinėms reikmėms ūkio šakose sunaudojamos galutinės energijos sąnaudos sumažėjo 2,3 % ir sudarė 4,73 mln. tne, galutinės elektros energijos sąnaudos padidėjo 0,4 % ir sudarė 8,96 TWh. Pirminės energijos sąnaudos, tenkančios BVP vienetui, 2013 m. sumažėjo 8,5 %, o tiesiogiai ūkio šakose sunaudojamos galutinės energijos intensyvumas – 5,3 %.

Leidinys ***Lietuvos energetika 2013*** parengtas atlikus nuodugnių duomenų, pateiktų Lietuvos, Latvijos ir Estijos Statistikos departamentų duomenų bazėse ir tarptautiniuose statistikos duomenų leidiniuose, analizę. Rengiant leidinį panaudota informacija, paskelbta šalies Statistikos departamento leidiniuose (Kuro ir energijos balansas – 2010, 2011, 2012 ir 2013) ir duomenų bazėje, Valstybinės kainų ir ener-



getikos kontrolės komisijos, energetikos įmonių ir kitų žinybų metinėse veiklos ataskaitose bei tarptautinių organizacijų (Tarptautinės energetikos agentūros, Eurostato) parengtuose informaciniuose leidiniuose ir duomenų bazėse.

Pagal sutartį su *Aplinkos ministerija* vykdytas mokslo tiriamasis darbas **Nacionalinės išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų 2014 m. apskaitos eksperimentinė duomenų analizė energetikos sektoriuje**. Vykdant šį mokslo tiriamajį darbą, parengta Nacionalinė šiltnamio efektą sukeliančių dujų inventorizacija energetikos sektoriuje už 1990–2012 m. pagal Europos Parlamento ir Tarybos sprendimo 280/2004/EB dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos Bendrijoje monitoringo mechanizmo ir Kioto protokolo įgyvendinimo reikalavimus bei Tarpyviausybinės klimato kaitos grupės metodologiją. Sprendimų paieškai šioje tyrimų srityje aktyviai prisidėjo dr. I. Konstantinavičiutė, būdama Nacionalinės išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų apskaitos rengimo komisijos, Nacionalinio klimato kaitos komiteto ir NER 300 finansinio instrumento projektų atrankos komisijos narė.

DALYVAVIMAS TARPTAUTINĖSE PROGRAMOSE

2014 m. baigtas *Tarptautinės atominės energijos agentūros* (TATENA) koordinuojamas 3 metų trukmės projektas **Lietuvos atsinaujinančių ir kitų energijos išteklių sektoriaus, žemės ir vandens naudojimo darnios plėtros analizė**.



Šiame darbe numatytos darnaus Lietuvos energetikos sektorius

plėtros, žemės ir vandens naudojimo gairės. Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas turi įtakos darniai plėtrai, kadangi leidžia sumažinti neigiamą poveikį aplinkai, skatina nacionalinės ir regioninės ekonomikos plėtrą, lemia patrauklias energijos kainas, sukuria papildomų darbo vietų ir pan. Šalies energetinis saugumas (užtikrinant energijos poreikius už socialiai priimtiną kainą) taip pat yra neatskiriamas darnios ekonominės ir socialinės politikos dalis. Įgyvendinant studijos tikslus, buvo siekiama aprėpti ir analizuoti visą energijos srautų grandinę, pradedant gamtinių išteklių ir baigiant atskirų energijos rūšių, gautų iš šių išteklių, panaudojimu visuomenės poreikiams tenkinti, kartu vertinant ir neatsinaujinančių energijos išteklių naudojimo galimybes bei jų poveikį aplinkai, atsižvelgiant į šalies tarptautinius įsipareigojimus, strateginius tikslus ir siekiant vartotojams patiekti energiją galimai mažiausiomis kainomis. Atsižvelgiant į minėtus kriterijus, sukurtas optimizacinis modelis, kuris realizuotas taikant MESSAGE programinės įrangos paketą.

Aktualūs Lietuvai energetikos sektorius plėtros klausimai, taip pat atsinaujinančių energijos išteklių platesnio naudojimo bei energijos vartojimo efektyvumo didinimo aspektai nagrinėjami tarptautiniuose programos *Pažangų energetika Europai* projektuose. 2014 m. buvo tėsiami du projektai **Atsinaujinančių energijos išteklių skatinimo ir**



Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos darbuotojai kartu su anksčiau laboratorijoje dirbusiais kolegomis

konvergencijos politikos dialogas tarp ES šalių narių (DiaCore) ir Energijos vartojimo efektyvumo monitoringas ES šalyse (ODYSEE MURE 2012).



Projektu *Atsinaujinančių energijos išteklių skatinimo ir konvergencijos politikos dialogas tarp ES šalių narių*

(**DiaCore**) siekiama užtikrinti taikomų atsinaujinančių energijos išteklių paramos schemų vertinimo testinumą ir sukurti produktyvią diskusiją apie šiu išteklių panaudojimo elektros energijos ir centralizuotai tiekiamos šilumos gamyboje bei transporto sektoriuje skatinimo politiką. Projekto koordinatorius yra Franhoferio sistemų ir inovatyvių tyrimų institutas (Vokietija). Projekto partneriai: Vienos technikos universiteto, Energetikos ekonomikos grupė (Austrija), Ecofys (Nyderlandai), Eclareon (Vokietija), Nacionalinis Atėnų technikos universitetas (Graikija), CEPS (Belgija), DIW Berlynas (Vokietija), Utrechtos universitetas (Nyderlandai) ir AXPO (Austrija).



Vykstant projekta *Energijos vartojimo efektyvumo monitoringas ES šalyse (ODYSEE MURE 2012)*, siekiama atlikti išsamią energijos vartojimo efektyvumo bei energijos vartojimo efektyvumo didinimo politikos priemonių visose ES šalyse bei visuose ekonomikos sektoriuose stebėseną. Projekto koordinatorius yra ADEME (Prancūzija). Projekte dalyvauja 32 partneriai iš visų ES šalių.

Laboratorijoje sukaupta patirtis plačiai panaudota tarptautiniu mastu:

- Rengiant specialistus energetikos sektoriaus raidai modeliuoti Austrijoje ir Švedijoje organizuotuose mokymuose – dr. A. Galinis, kaip TATENA agentūros deleguotas ekspertas, atsakingas už MESSAGE modelio panaudojimą perspektyvinio energetikos planavimo uždaviniams spresti, savo patirtį perteikę ir atliko praktinius mokymus modeliavimo specialistams, rengiantiems energetikos sektoriaus perspektyvinės raidos programą;
- Atiekant praktinius mokymus modeliavimo specialistams Tunise (Regioniniai kursai Vakarų Afrikai), Kamerūne (Regioniniai Centrinės Afrikos kursai) ir Ugandoje (Nacionaliniai kursai) – patirtį perteikę TATENA deleguotas ekspertas dr. D. Tarvydas.

- Analizuojant programas **Horizontas 2020** energetikos tyrimų šaukimus 2014–2015 m. – dr. D. Štreimikienė dalyvavo Europos Komisijos programos **Horizontas 2020** Energetikos patarėjų grupės posėdžiuose.

2014 m. buvo tobulinama laboratorijos darbuotojų kvalifikacija:

- 2014 m. liepos 2–12 d. dr. E. Norvaiša dalyvavo TATENA organizuotame seminare apie darnią energetikos plėtrą, Europos šalių rengiamas energetikos strategijas bei branduolinės energetikos vaidmenį dabartiname ir ateities elektros energijos gamybos balanse. Seminaras buvo sujungtas su tarptautine branduolinės inžinerijos konferencija ICONE-22, kurioje pranešimus skaitė branduolinės energetikos srities ekspertai iš jvairių šalių, o tai suteikė galimybę išsamiau supažindinti su branduolinės energetikos plėtra pasaulyje.
- 2014 m. lapkričio 18–26 d. dr. E. Norvaiša dalyvavo Jungtinių Tautų pramonės plėtros organizacijos (UNIDO) organizuotuose kursuose **Darnios energetikos vystymo sprendimai**. Šie kursai suteikė žinių apie esminius veiksnius, kurie turi didelę įtakos darniai energetikos plėtrai globaliu mastu. Kursų programą sudarė lektorių skaitomos paskaitos, išvyka į darnios energetikos plėtros pavyzdinių regioną Güssing (Austrija), informacija apie geriausius darnios energetikos plėtros politikos ir sprendimų taikymo jvairiuose pasaulio regionuose pavyzdžių, pažangiausių atsinaujinančių energijos išteklių naudojančių technologijų plėtros tendencijas. Kursų dalyviai turėjo atlikti daugelį specifinių užduočių, susijusių su jvairių pasaulio regionų energetikos plėtros iššūkiais, pateikti galimus konkretių problemų sprendimo būdus. E. Norvaiša savo pranešime apie darnios energetikos plėtros būklę Lietuvoje kursų dalyviam apibūdino energetikos raidos ilgalaikius scenarijus, atsinaujinančios energetikos problemas ir perspektyvas.

- 2014 m. dalyvauta tarptautinėse konferencijose Filipinuose, Lenkijoje, Ispanijoje, Italijoje, Turkijoje, Vokietijoje ir kitose šalyse, kur perskaityti 8 pranešimai. Laboratorijos darbuotojai paskelbė 12 mokslinių straipsnių Lietuvos ir užsienio žurnaluose, tarptautinių konferencijų ir kt. leidiniuose (iš jų 6 straipsniai Thomson Reuters duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojuamuose žurnaluose).

Prof. habil. dr. Vaclovas MIŠKINIS
Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 959
El. paštas Vaclovas.Miskinis@lei.lt

ATSINAUJINANČIŲ IŠTEKLIŲ IR EFEKTYVIOS ENERGETIKOS

2015 m. sausio 2 d. atlikus instituto padalinių restruktūrizaciją įkurta **Atsinaujinančių išteklių ir efektyvios energetikos laboratorija**, apjungianti tris buvusius padalinius: Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratoriją (10), Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centrą (11) ir Regionų energetikos plėtros laboratoriją (19). Šiame leidinyje pateikiamos atskiros buvusių padalinių 2014 m. veiklos apžvalgos.

ATSINAUJINANČIŲ ENERGIOS ŠALTINIŲ LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- vėjo srautų kaitos įvairiuose Lietuvos regionuose tyrimai ir modeliavimas;
- vėjo elektrinių galios kitimo prognozavimo modelių ir metodikų kūrimas ir tyrimas;
- biodujų ir biodegalų gamybos procesų ir aplinkosauginių problemų tyrimai;
- pramoninių ir mažųjų vėjo elektrinių darbo efektyvumo ir poveikio aplinkai aspektų tyrimai, vėjo elektrinių priešprojektinių studijų rengimas;
- kietosios biomasės išteklių, kuro paruošimo ir deginimo technologijų plėtros tyrimai;
- biodujų ir biodegalų gamybos procesų ir aplinkosaugos problemų tyrimai;
- atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo darnios plėtros analizė ir tyrimai;
- pažangių energijos gamybos technologijų, naudojančių vietinius ir atsinaujinančius energijos išteklius, analizė, duomenų bazių formavimas, paslaugos ir konsultacijos vartotojams, informacijos sklaida visuomenei.

ATSINAUJINANČIŲ IŠTEKLIŲ ENERGIJĄ NAUDOJANČIŲ TECHNOLOGIJŲ PLÉTROS TYRIMAI

Laboratorijoje atliekami vėjo, saulės ir biomasės energijos panaudojimo bei technologijų plėtros tyrimai, skirti darniai

atsinaujinančių energijos išteklių (toliau AEI) naudojimo plėtrai šalyje užtikrinti, skatinti naujų technologijų plėtojimą ir diegimą, mažinti priklausumą nuo energijos išteklių importo.

2014 m. pabaigtas valstybės subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas **Mažos galios vėjo elektrinių ir saulės**

energijos sistemų panaudojimo intensyvinimo ir plėtros galimybių Lietuvoje tyrimai. Vykdant šį darbą atlikta mažos galios vėjo elektrinių (VE) techninių charakteristikų bei plėtros galimybių šalyje analizė, įvertintas mažos galios vėjo elektrinių efektyvumas ir jo priklausomumas nuo vėjingumo sąlygų. Tyrimo rezultatai rodo, kad vėjo elektrinės, kurių santykinis vėjaracių plotas yra didesnis, gali pagaminti iki 2 kartų daugiau energijos už įprastas MVE, todėl mažesnio vėjingumo regionuose tikslingo statyti MVE su santykinai didesniais vėjaracių.

Tiriant mažos galios VE pritaikius kompleksinė techninio-ekonominio efektyvumo įvertinimo metodika, pagal kurią nustatyta, jog tirtos horizontalios ašies MVE yra apie 5,5 karto efektyvesnės už vertikalios ašies MVE. Ant LEI stogo įrengtos vėjo elektrinės efektyvumo tyrimų rezultatai paskatino elektrinei pritaisyti krypties stabilizatoriu – „uodegą“. Elektros energijos gamyba stabilizavosi, elektrinės galios panaudojimo koeficientas padidėjo.

Sudaryta duomenų bazė vėjo greičio prognozavimo modeliui, įvertintas statistinių metodų tikslumas prognozuojant vėjo greitį 6–48 valandoms, dirbtinio neuroninio tinklo metoda pritaikytas vėjo greičio prognozavimui. Neuroninio tinklo naudojimas prisideda prie vėjo greičio prognozių paklaidų mažinimo. Taip pat nustatyta, kad paklaidų dydis priklauso nuo skaičiavimams naudojamų duomenų apimties.

Vykdant vėjingumo sąlygų tyrimus atliekami vėjo greičio ir krypties matavimai Kaišiadorių ir Lazdijų rajonuose, tiriamas meteorologinių sąlygų, paviršiaus šiurkštumo ir reljefo įtaka vėjo elektrinių darbui.

Darbe taip pat išanalizuotas elektros energijos gamybos efektyvumas saulės fotolelektrinėse jvairiuose šalies regionuose, įvertinta aplinkos oro temperatūros įtaka, atlirkti elektros energijos gamybos neintegravotose į elektros tinklą saulės elektrinėse bei hibridinėse saulės–vėjo elektrinėse galimybių tyrimai.

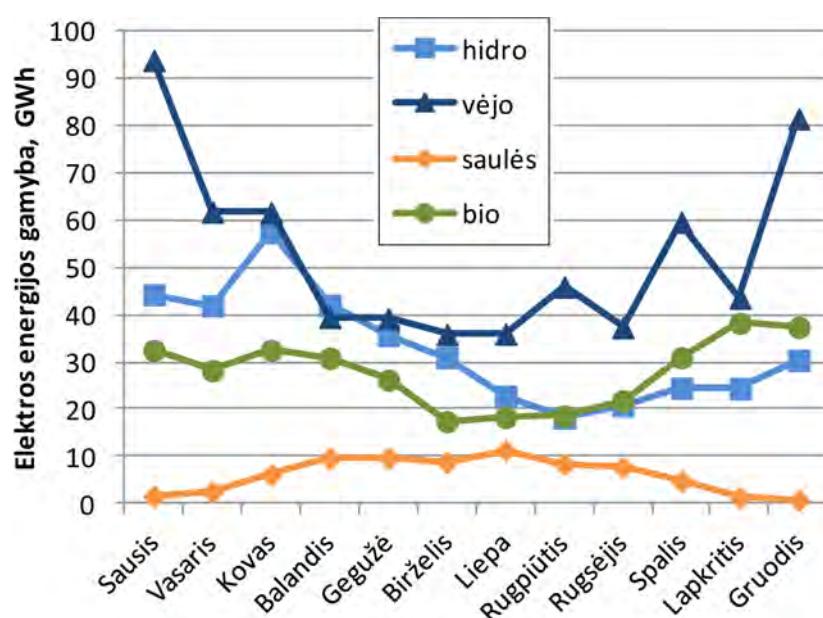
Nuo 2013 m. atliekant mažųjų vėjo elektrinių tyrimus rengiama daktaro disertacija **Atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių technologijų tyrimai ir taikymas urbanistinėje aplinkoje.** Vėjo elektrinių galios prognozavimo metodų tyrimai atliekami rengiant kitą daktaro disertaciją **Meteorologinių ir topografinių sąlygų įtakos vėjo elektrinių galios prognozei tyrimas.**



Krypties stabilizatoriaus tvirtinimas vėjo elektrinei ant instituto stogo



2014 m. kartu su kitais instituto padaliniais buvo tesiama ilgalaikis institucinių mokslinių tyrimų ir eks-



Elektros energijos gamyba iš skirtinių AEI rūsių Lietuvoje 2014 m.

perimentinės plėtros (toliau – MTEP) programų projektas ***Atsinaujinančių išteklių naudojimo efektyviai energijos gamybai ir poveikio aplinkai tyrimas***. 2014 m. surinkta informacija apie mažus ūkius, galimybes juose naudoti mažos galios bioreaktorius, jų konstrukcijas, veikimo principus, prietaikomumą. Įvertinti bioreaktoriaus techniniai ir ekonominiai rodikliai, iрengimo ir montavimo išlaidos. Nustatyta, kad ūkuose, kuriuose auginama iki 20 galvijų tinkamiausias yra 20 m³ bioreaktoriaus modulis. Auginantiems daugiau galvijų efektyviai diegti 50 m³ bioreaktorius.

Véjingumo sąlygų tyrimais nustatyta, kad vidutinis metinis véjo šlyties koeficientas Kaišiadorių rajone 30–50 m aukštyje siekia 1,55. Matavimai didesniame aukštyje rodo, kad véjo šlytis 80–100 m aukštyje yra apie 20 % mažesnė. Dél šios priežasties žemesnių véjo elektrinių vėjaračiai patiria didesnes dinamines apkrovą, o tai turi įtakos elektrinių efektyvumo rodikliams.

Apžvelgta elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių situacija: 2014 m. apie 12 % visos sunau-

dojamos elektros energijos pagaminta iš AEI, iš jų didžiausią dalį (44 %) sudaré VE parkuose pagaminta energija.

Sprendžiant véjo elektrinių poveikio aplinkai problemas, sukeliančias vietinių bendruomenių nepasitenkinimą, buvo tesiama véjo elektrinių skleidžiamo triukšmo tyrimai, atliki bendarbaciaujant su VDU Gamtos mokslų fakulteto Fizikos katedros mokslininkais. Šiemis tyrimams naudojamas nešiojamas triukšmo analizatorius 2250 Brüel&Kjaer ir speciali programinė įranga. Triukšmo matavimai atliki Kalvarijos ir Vilkaviškio r. savivaldybėse prie 250 kW galios véjo elektrinių jvairiais atstumais. Nustatyta, kad ramią saulėtą dieną foninis aplinkos triukšmo lygis siekia vos 33–35 dBA, o pučiant stipresniam kaip 10 m/s greičio vėjui aplinkos foninis triukšmo lygis (50–60 dBA) viršija VE skleidžiamą triukšmą. Pučiant 5–6 m/s vėjui leistinas 45 dBA triukšmo lygis viršijamas tik iki 50 m atstumu nuo VE.

DALYVAVIMAS TARPTAUTINĖSE PROGRAMOSE

COST programa



Nuo 2014 m. kovo laboratorijos mokslininkai dalyvauja COST veikloje

Véjo energetikos technologijų analizé siekiant sustiprinti išmaniuju miestų koncepciją (WINERCOST). Šia veikla siekiama surinkti ir susisteminti informaciją apie Europos šalių patirtį plėtojant véjo energetiką miestų aplinkoje ir įvertinti véjo elektrinių taikymo galimybes ateities išmaniuosiuose miestuose. Analizuojamos techninės, ekonominės ir socialinės kliūties bei efektyviausios priemonės, skatinančios véjo elektrinių plėtrą urbanistinėje aplinkoje. Vykdant šią veiklą vyksta darbo grupių susitikimai, tarptautinės konferencijos, organizuojamos vasaros stovyklos jvairių lygių specialistams.

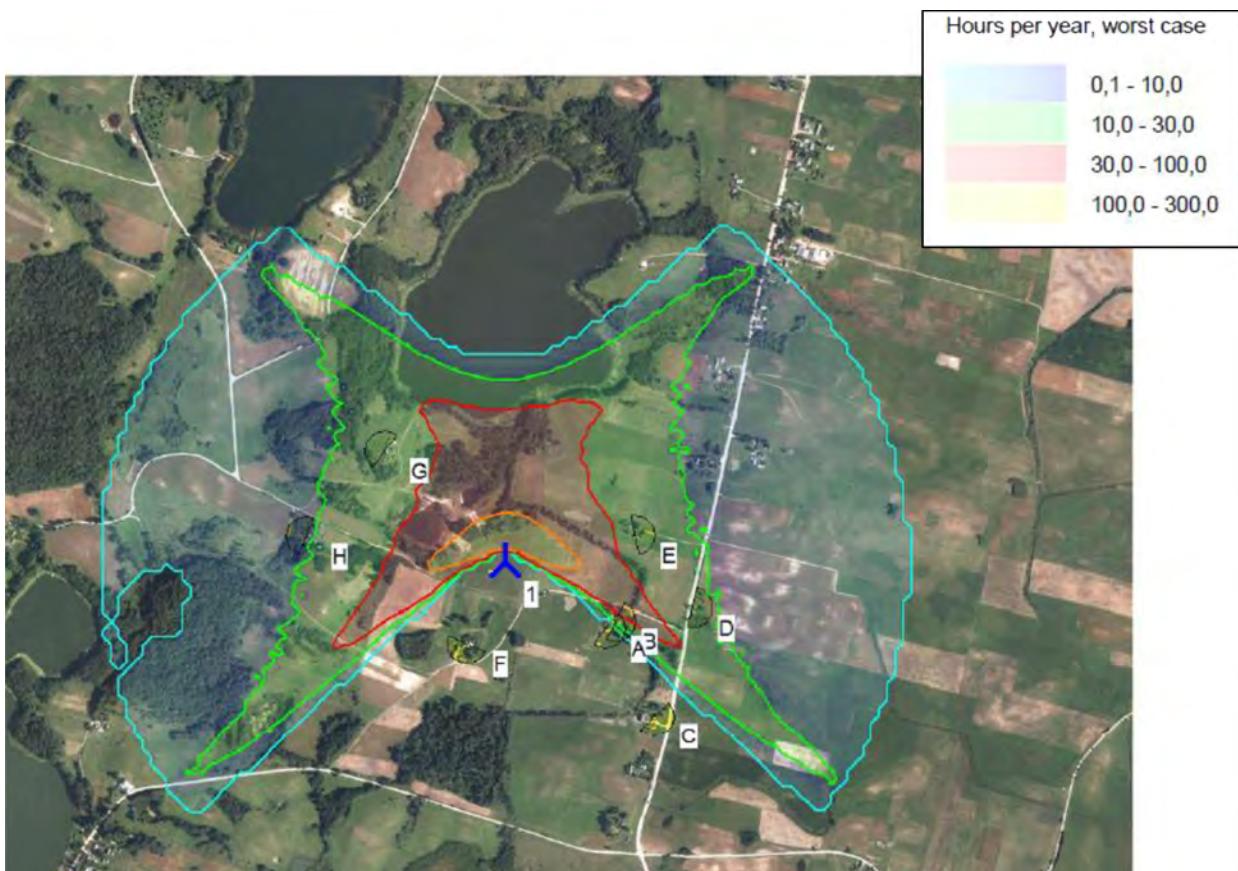
MOKSLINIAI TAIKOMIEJI DARBAI



Atliekami triukšmo matavimai prie 250 kW galios véjo elektrinių



2014 m. buvo tesiama bendradarbiavimas su verslo įmonėmis: laboratorijos mokslininkai atliko taikomuosius tyrimus 6 projektus, finansuotus Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros (MITA) pagal paramos priemonę **Inočekiai**. Projektu metu buvo atliekami mažos galios véjo elektrinių efektyvumo ir poveikio aplinkai aspektų tyrimai, modeliuojamos triukšmo ir šešeliavimo zonas, atliekama véjingumo sąlygų analizė, ver-



Vėjo elektrinių šešėliavimo zonų modeliavimo rezultatai

tinamos jvairios galios VE statybos perspektyvos, atliekamos galimybių studijos.

Taip pat atlikta Lietuvoje įdiegtų saulés elektrinių techninių charakteristikų analizė bei elektros energijos gamybos pasirinktoje saulés elektrinėje dėsningumų tyrimas – sumontuota meteorologinių sąlygų monitoringo sistema prie veikiančios 30 kW saulés elektrinės Alytaus rajone. Atlikti saulés spinduliuotės intensyvumo bei saulés elektrinės gaminamos energijos matavimai, ivertintas energijos gamybos efektyvumas ir jo kaita jvairiais metų laikais, ištirta oro temperatūros įtaka energijos gamybai saulés elektrinėse.

Bendradarbiaujant su II Entiumas ir UAB Aedilis buvo sukurta unikali mobili vėjo greičio, krypties ir vėjo elektrinių Vėjo fabrikas galios duomenų registravimo ir kaupimo įranga. Naudojant šią įrangą galima nustatyti ir koreguoti VE galios kreives, stebeti VE darbą jvairiomis vėjingumo sąlygomis ir analizuoti jų efektyvumą.

MOKSLO POPULIARINIMO VEIKLA

Vykstant mokslinius tyrimus bei tarptautinius projektus, visuomenei skleidžiamos mokslo idėjos bei atliekamų tyrimų

rezultatai, kurie skatina visuomenę domėtis atsinaujinančių energijos išteklių jvairove ir praktinio taikymo galimybėmis.

Laboratorijoje įkurtame **Vėjo energetikos informacijos centre** 2014 m. vyko praktiniai užsiėmimai VDU Gamtos mokslų fakulteto Aplinkotyros katedros 3-iojo kurso studentams, kurie nagrinėjo elektros energijos gamybos vėjo jėgainėse ypatumus bei susipažino su saulés fotoelementų veikimo principais. Taip pat suorganizuota 10 ekskursijų mokiniams iš jvairių Lietuvos mokyklų. Užsiėmimų ir ekskursijų dalyviai susipažino su mažųjų vėjo elektrinių taikymo galimybėmis, nagrinėjo konkrečius praktinius pavyzdžius, tobulino skaičiavimo, konstravimo ir mokslinio bandymo atlikimo įgūdžius.

Studentai aktyviai domisi AEI naudojimo plėtra, laboratorijoje atlieka praktiką, vadovaujami laboratorijos mokslininkų rašo kursinius ir diplominius darbus. Laboratorijos darbuotojai 2014 m. vadovavo vienam VDU Gamtos mokslų fakulteto Fizikos katedros magistro baigiamajam darbui *Mažos galios vėjo elektrinių efektyvumo tyrimas*, dvi III kurso studentės laboratorijoje atliko praktiką – kūrė saulés fotomodulio generuojamos galios apskaitos prietaisą ir atliko vėjo elektrinių galios kreivių statistinę analizę. Ateityje, padedami labo-



Atliekamas vėjo ir VE galios monitoringo sistemos montavimas



Sumontuoti meteorologinių sąlygų monitoringo sistemos jutikliai
saulės elektrinėje



Praktiniai užsiėmimai VDU studentams: fotoelementų efektyvumo tyrimas (kairėje); Kauno šv. Kazimiero pagrindinės mokyklos septintokų vizitas LEI (viduryje); Paskaita Šiaulių r. Pakapės pagrindinės mokyklos dešimtokams (dešinėje)

ratorijos darbuotojų, studentai planuoja atliliki išsamesnius tyrimus ir rinktis studijų kryptis, susijusias su AEI technologijų naudojimu.

Laboratorijos darbuotojai 2014 m. paskelbė 4 mokslinius straipsnius užsienio ir Lietuvos recenzuojamuose mokslo leidiniuose, perskaityė 4 pranešimus mokslinėse konferencijose, paskelbė 1 mokslo populiarinimo straipsnį.

Dr. Mantas MARČIUKAITIS
Atsinaujinančių išteklių ir efektyvios energetikos laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 847
El. paštas: Mantas.Marciukaitis@lei.lt

REGIONŲ ENERGETIKOS PLÉTROS LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS MOKSLINIŲ TYRIMŲ KRYPTYS:

- energetikos darnios plėtros koncepcijos metodologinis pagrindimas;
- metodų ir priemonių kūrimas energetikos planavimo poreikiams savivaldybių ir regionų lygiu;
- darnią energetikos plėtrą skatinančių priemonių poreikio ir jų taikymo poveikio vertinimas.

LABORATORIOJE ATLIEKAMI MOKSLINIAI TYRIMAI

2014 m. buvo pradėtas vykdyti naujas valstybės biudžeto finansuojamas mokslinis darbas **Savivaldos lygiu įgyvendinamų darnios energetikos priemonių efektyvumo tyrimas**. Pirmaisiais metais buvo vykdyta darnios energetikos plėtros priemonių vertinimo būdų ir patirties, taikomų metodų ir kriterijų analizė, tirtos jų taikymo Lietuvos sąlygomis galimybės. Vadovaujantis įgyvendintų priemonių ataskaitų analize, parengtas šių priemonių vertinimo metodinis pagrindimas, atsižvelgiant į strateginius šalies energetikos tikslus.

Vykstant šį darbą siekiama susisteminti ir apibendrinti teisinės bazės (Šilumos, AEI, Teritorijų planavimo, Daugiaabučių renovavimo ir kitų įstatymų) nuostatas, leidžiančias ir įpareigojančias savivaldybes dalyvauti plėtojant AIE (atsinaujinančių išteklių energetiką) ir salygoti didesnio masto AEI technologijų įsisavinimą bei galimybes. Išanalizuotos ir apibendrintos ekonominės, finansinės ir teisinės prielaidos AEI ir energijos vartojimo efektyvumo didinimui savivaldos lygyje.

ILGALAIKĘ INSTITUCINĘ MOKSLINIŲ TYRIMŲ PROGRAMA **Energetikos sektoriaus plėtros ekonominė ir darumo analizė**.

Programos pirmasis uždavinys: suformuoti energetikos harmoningos pažangos teoriją darnios raidos ir žiniomis grindžiamos ekonomikos koncepcijų sasajų pagrindu.



Lietuvos
mokslo
taryba

2014 m. buvo atlieka-
mi tyrimai šiam uždavinui
spręsti dviem kryptimis:
1) Pažangiu energetikos
technologijų kūrimo šalyje
ekonominių prielaidų analizė ir 2) Lietuvos švietimo sistemos
analizė darnios raidos mentaliteto formavimo aspektu ir jos
palyginimas su pažangiausių užsienio šalių patirtimi.

ILGALAIKĘ INSTITUCINĘ EKONOMIKOS MOKSLINIŲ
TYRIMŲ PROGRAMA 2012 – 2014 m. **Lietuvos ekonomikos
ilgalaičio konkurencingumo iššūkiai**.

Vykstant programą dalyvavo 7 universitetų ir Lietuvos energetikos instituto mokslininkai. Programa baigta 2014 m. Dalyvauta 2 temų veikloje:

2.3 tema. (Vadovas V. Klevas) Atsinaujinančių energijos išteklių ir energijos taupymo technologijų įsisavinimo plačiu mastu įtakos BVP ir užsienio prekybos balansui vertinimas, siekiant sudaryti ekonominės prielaidas valstybės paramos pagrindimui. Atlikta AEI technologijų kūrimo ir jų sklaidos ekonominė prielaidų analizė.

5.1 tema. (Vadovas V. Klevas) Valstybės biudžeto ir disponuojamų struktūrinų fondų lėšų panaudojimo bei įvairių fiskalinių-finansinių priemonių panaudojimo pažangioms energetikos technologijoms (AEI, energijos taupymo ir kt.) vertinimo principų nustatymas.

Parengtos ataskaitos ir monografija anglų kalba.

DALYVAVIMAS TARPTAUTINIUOSE PROJEKTUOSE



Naujos verslo galimybės panaudoti saulės energiją centralizuotam šilumos ir vėsumos tiekimui

2014 m. buvo tēsiamas 36 mėnesių trukmės projektas ***Naujos verslo galimybės naudojant saulės energiją centralizuotos šilumos ir vėsumos tiekimui (SDHplus)***, kurį koordinuoja partneriai iš Vokietijos – Saulės ir darnių energetinių sistemų tyrimo institutas, SFZ Solites. Projektas **SDHplus** apjungia 18 partnerių iš 12 ES šalių ir yra orientuotas į platesnį saulės jégainių integravimą centralizuotose šilumos tinkluose bei šilumos poreikių tenkinimą pastatuose.

SDHplus projekto tikslai – skatinti platesnį saulės energijos naudojimą centralizuoto šilumos tiekimo sistemose aprašant ir skleidžiant sėkmindo saulės energijos integravimo į CŠT sistemas pavyzdžius, plėtojant ir diegiant naujus bandomuosius verslo modelius ir sutelkiant dėmesį į aplinkybę, kad AEI naudojimas pastatuose priskiriamas energinio naudingumo didinimo priemonėms, taip pat plėtojant ir realizuojant

naujas rinkos strategijas saulės energijai CŠT sektoriuje (pvz., žaliasis tarifas, supirkimo modeliai).

Numatoma, kad projekto veiklos padės sukurti naujus verslo modelius ir rinkos strategijas, atvers naujas galimybes šilumos tiekėjams ir kitiems rinkos dalyviams ir tiesiogiai prisidės prie saulės centralizuoto šilumos tiekimo (SCŠT) rinkos augimo. Parengiant bandomuosius projektus bus nustatyti galimos kliūties (kombinuotas saulės kolektorių ir kogeneracijos veikimas, dideli kaštai ir pan.). Europos ekspertų įvertinimais, naujosiose ES šalyse narėse iki 2020 m. saulės šilumos jégainių galia gali pasiekti 500 MW.

Itin svarbi yra informacinė sklaida – tarptautiniai SCŠT seminarai ir centralizuoto šilumos tiekimo rinkos dalyvių vizitai į esančias SCŠT jégaines. 2013 m. suorganizuoti du projekto dalyvių susitikimai. Balandži Švedijoje, Malmės mieste, įvyko konferencija, skirta saulės CŠT sistemų techniniams sprendimams ir miestų planavimo bei verslo modeliams aptarti.

Antrasis projekto partnerių susitikimas įvyko Graco mieste Austrijoje, kur sumontuoti 1 MW galios saulės kolektoriai tiesiogiai tiekia šilumą į centralizuoto šilumos tiekimo sistemą. Austrijoje decentralizuotą saulės šilumos tiekimą miesto CŠT paprastai vykdo energetinių paslaugų kompanijos (ESCO).



Saulės šilumos kolektoriai Graco mieste, Austrijoje

Saulės terminių kolektorių sistemų integravimas į didelio miesto centralizuotą šilumos tiekimo sistemą – inovatyvi ir šiuo metu nepigiausia galimybė gaminti šilumą pritaikant jau esamą infrastruktūrą. Hamburgo miesto centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje saulės terminiai kolektoriai su sezonine šilumos saugykla pagamina tik 3 % metinio šilumos poreikio. Projekto investicijų dydis siekė net 22 mln. €, kurį finansavo ES ir privatūs fondai.

2014 m. birželį Hamburge vykusiam projekto susitikime ir konferencijoje pristatytas simbiozinis požiūris į saulės ter-

minių kolektorių sistemų panaudojimą derinant kogeneracinių ar vėjo jégainių veiklą, atsižvelgiant į elektros energijos kainų pokytį rinkoje. Taip pat vertintos ir diskutuotos priežastys, dėl kurių sunkiai plėtojama žaliųjų gyvenviečių idėja net aukštą pragyvenimo lygi turinčiose Vakarų Europos šalyse.

Paskutiniai projekto metais atsigrežta į Lietuvą, kur klimatinės saulės šilumos panaudojimo galimybės praktiškai nesiskiria nuo Vokietijos, Danijos ar Švedijos. Jau keliose Lietuvos CŠT įmonėse įrengti saulės kolektoriai, kurių gaminama šiluma naudojama savo reikmėms karštam vandeniu ruošti. CŠT sistemoje Dūkšte jau yra įgyvendintas pirmasis



Saulės šilumos kolektoriai Hamburgo mieste, Vokietijoje

projektas, kur saulės generuojama šiluma paduodama į miestelio šilumos tiekimo sistemą. Projekto dalyviai apsilankė Dūkšto katilinėje, kur apžiūrėjo įrengtą saulės šildymo

sistemą, susipažino su jos darbo ypatumais, projektavimo ir eksploatacijos trūkumais.



Vizitas į Dūkšto katilinę

Saulės energijos panaudojimo šilumai gaminti bandomiesiems galimybų skaičiavimams buvo atrinktos kelios nedidelės CŠT sistemos Lietuvoje, esančios nedideliuose miestuose, kur tokios saulės sistemos įrengimas galėtų būti techniškai ir ekonomiškai tikslinges. Radviliškio ir Raseinių CŠT sistemoms buvo paruošti pirminiai galimybų vertinimai. Juose, vadovaujantis įmonių pateiktais techniniais ir ekonominiais duomenimis, taip pat Danijos patirtimi, buvo atlikti saulės šilumos gamybos ir tiekimo techninė-ekonominė analizė.

2014 m. lapkričio 4 d. Lietuvos energetikos institute surengtas seminaras – apmokymai, kur LEI ir Danijos

specialistai suinteresuotiemis šilumos tiekėjams, saulės kolektorių gamintojams bei montuotojams, taip pat konsultantams bei ekspertams papasakojo apie įvairių šalių patirtį, diegiant saulės šilumos kolektorius centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje, techninius bei ekonominius tokų sistemų aspektus, pirmąją patirtį Lietuvoje ir galimybes jgyvendinti daugiau projekty.

Vykstant projektą analizuojamos galimybės naudoti saulės energijos šilumą ir kituose Lietuvos centralizuoto šilumos tiekimo tinkluose. Analizė apėmė 17 CŠT sistemų, esančių daugiausiai mažesniuose miestuose. Pirminiai analizės rezultatai leidžia tikėtis, kad saulės energijos sistemos



Seminaro akimirkos

gali būti konkurencingos su kitomis, pavyzdžiui, biomasės technologijomis, esant atitinkamai paramai investicijoms. Tokios sistemos kartu su trumpalaikėmis šilumos energijos saugyklos leistų padengti šilumos poreikius vasaros sezono ir sustaupytį ženklius biokuro ar kito kuro kiekius. Pagrindinis saulės energijos integravimo į CŠT sistemas privalumas, palyginti su individualiaisiais įrenginiais – masto ekonomija ir mažesnės investicijos dėl to, kad nereikia kiekviename name instaliuoti reguliavimo ir valdymo įrangos, šilumos akumulatorių, vamzdynų, cirkuliacinių siurblių, lengviau sprendžiamos kolektorių perkaitinimo problemos.

Išsamesnė informacija apie projekto veiklas pateikiamą internetinėje svetainėje www.solar-district-heating.eu.

LABORATORIJOS TEKIAMOS PASLAUGOS

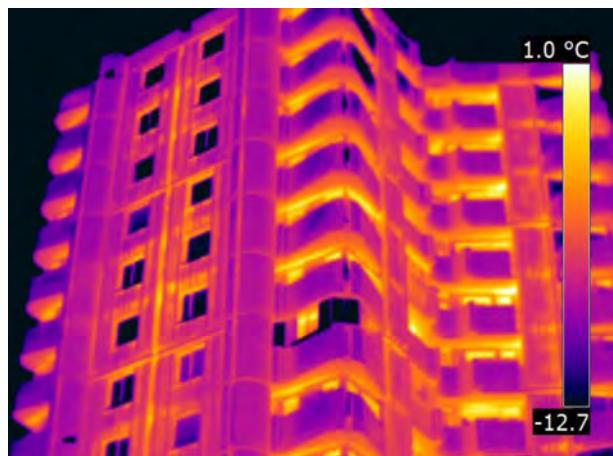
Konsultacinié veikla

Laboratorijs darbuotojai plačiai panaudoja savo turimą

mokslinę kompetenciją ir patirtį teikdami konsultacijas savivaldybių darbuotojams, pramonės įmonėms, valstybės institucijų darbuotojams, skaito paskaitas kvalifikacijos tobulinimo kursuose valstybės institucijų specialistams ir tarnautojams.

Pastatų, elektros ūkio ir technologinių procesų termovizinė diagnostika

Termovizija – tai nekontaktinio paviršių temperatūros matavimo technologija, pagrįsta šilumos spinduliaivimo intensyvumo matavimu. Termoviziniai tyrimai naudojami gyvenamiesiems ir pramonės pastatams, stogams, vamzdynams, elektros ūkiui, kaminams, mechaniniams įrengimams tirti ir prižiūrėti, skysčių ištakėjimo problemoms, baku/talpu užpildymo lygiui nustatyti, procesams stebeti ir kokybei kontroliuoti. Termoviziniai tyrimai atliekami termovizoriumi *Flir B400*, kurio paviršių temperatūros matavimo diapazonas yra nuo -20 iki +350 °C.



Pastatų termoviziniai tyrimai



Elektros ūkio ir šilumos vamzdynų termoviziniai tyrimai

Pastatų energinio naudingumo sertifikavimas

Pastatų energinio naudingumo sertifikavimo ekspertas atlieka pastatų energinio naudingumo sertifikavimą. Pastato energinio naudingumo sertifikavimas – teisės aktų reglamentuotas procesas, kurio metu nustatomas pastato energijos sunaudojimas, įvertinamas pastato energinis naudingumas priskiriant pastatą energinio naudingumo klasei ir išduodamas pastato energinio naudingumo sertifikatas.



Pastato energinio naudingumo sertifikato pavyzdys

Energiniai auditai

2014 m. laboratorijos ekspertui S. Masaičiui VĮ *Energetikos agentūra* suteikė auditoriaus kvalifikaciją atlikti energijos vartojimo auditą įrenginiuose ir technologiniuose procesuose.

MOKSLINIŲ TYRIMŲ REZULTATŲ SKLAIDA

Aktyviausia 2014 m. instituto doktorantė L. Murauskaitė laimėjo LMT skelbtą jaunujių mokslininkų konkursą ir teisę dalyvauti konferencijoje Švedijoje, Stokholme. Ten 2014 m.

rugsėjo 6–10 d. ji perskaitė pranešimą ***Challenges and options for the interaction of producers and consumers in district heating: a case study in Lithuania.***

2014 m. laboratorijos darbuotojai pateikė 1 knyga, 1 straipsnį *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamame žurnale, 1 straipsnį mokslo leidinyje, registruotame tarptautinėje mokslinės informacijos duomenų bazėje. Perskaityti 5 pranešimai tarptautinėse bei respublikinėse konferencijose, paskelbti 5 mokslo populiarinimo straipsniai profesiniuose žurnaluose bei internetiniuose tinklalapiuose, taip pat išleistas 1 lankstinukas.



Doktorantė Lina Murauskaitė skaito pranešimą Švedijos simpoziume. (Tarptautinis centralizuotos šilumos ir vėsumos tiekimo simpoziumas – ***International Symposium on District Heating and Cooling***)

Dr. Vaclovas KVESELIS

Regionų energetikos plėtros laboratorijos vadovas

Tel. (8 37) 401 931

El. paštas Vaclovas.Kveselis@lei.lt

EFEKTYVAUS ENERGIJOS NAUDOJIMO TYRIMŲ IR INFORMACIJOS CENTRAS

PAGRINDINĖS CENTRO TYRIMŲ KRYPTYS:

- vykdant mokslinius tyrimus kaupti, analizuoti bei specialistams ir visuomenei perteikti efektyvaus energijos gamybos, perdavimo, paskirstymo bei galutinio naudojimo Lietuvoje ir užsienyje patirtį;
- darbai, susiję su Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa;
- dalyvavimas tarptautiniuose projektuose, seminarų ir mokymo kursų rengimas.

ENERGIJOS GAMYBOS BEI NAUDOJIMO EFEKTYVUMO LIETUVOJE TYRIMAI

2014 m. buvo tęsiamas ir užbaigtas valstybės subvencionuotas mokslo tiriamasis darbas **Naujos kartos šilumos siurblų panaudojimo šilumos gamybai tyrimas**.

Atliekant darbą susisteminti ir išanalizuoti statistiniai duomenys apie esamus Lietuvoje vienbučius (1–2 butų), daugiabučius (3-ę ir daugiau butų) bei kitos paskirties pastatus.

Energijos vartojimo pastatuose mažinimas bei atsnaujinančių energijos ištaklių naudojimas pastatų sektoriuje yra ir viena prioritetinių strateginių krypčių Europos Sajungoje. Šiemis tikslams įgyvendinti 2010 m. patvirtinta nauja ES Direktyva 2010/31/ES (PEND), skirta pastatų energetiniam efektyvumui didinti. Įgyvendinant šią direktyvą Europos Komisija skatina, kad ne vėliau nei nuo 2020 m. gruodžio 31 d. visi naujai statomi namai atitinkų pasyvių arba nulinės energijos pastatų energinio efektyvumo rodiklius arba būtų artimi jiem.

Tai atveria naujas galimybes tokioms technologijoms, kaip šilumos siurbliai, šiluminės energijos, skirtos pastatams šildyti, gamybos srityje.

Darbe aptarti pagrindiniai reikalavimai, kurių privalu laikytis projektuojant šildymo, védinimo ir karšto vandens ruošimo sistemas su šilumos siurbliais. Atlikta geoterminio šildymo sistemų su horizontaliais paviršiniais ir vertikaliais giluminiais kolektoriais, taip pat pastato aprūpinimo šiluma, naudojant šilumos siurblį su šiluminiu poliumi, analizė.

Apžvelgti 2009–2013 m. patvirtinti Lietuvos teisės aktai, kuriuose numatytos priemonės šilumos siurbliams Lietuvoje diegti. Apžvelgti negausūs šilumos siurblų, veikiančių realiomis sąlygomis Lietuvoje, veiklos stebėsenai skirti darbai. Pateiktas šilumos siurblų naudojimo daugiabučiuose namuose galimybių techninis ekonominis ekspertinis įvertinimas.

Apie geotermiją šildymą, naudojant šilumos siurblius, Lietuvoje kalbama jau ne vienerius metus, jis vadinas būsto šildymo lyderiu. Įdiegtų šio šildymo technologijų skaičius Lietuvoje vis didėja. Tačiau vienas veiksnis, stabdančių šių technologijų spartesnį diegimą Lietuvoje, yra per didelis šilumos suvartojojimas pastatuose, kuris šiuo metu daugiabučiuose namuose siekia iki 120 kW/m^2 per metus, o vienbučiuose bei visuomeninės paskirties pastatuose šis skaičius yra dar didesnis. Esant tokiam dideliam šilumos suvartojojimui, radiatorinėms (ne grindinio šildymo) šildymo

sistemoms pastatuose, šilumos siurblių panaudojimas ekonominiu požiūriu nėra labai patrauklus. Nuo 2020 m., vykdant ES Direktyvą 2010/31/ES (PEND), šiluminės energijos suvartojimas pastatuose bus itin sumažintas ir negalės viršyti 15 kWh/m² per metus.

Šiomis sėlygomis pažangiausia šiluminės energijos gamybos technologija gali tapti šilumos gamyba naudojant šilumos siurblius. Tai padėtų iš esmės sumažinti iškastinio kuro sunaudojimą bei šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją. Ruošiantis minėtam laikotarpiui būtina plėsti mokslinius tyrimus, bandomuosius projektus, taikomuosius mokslinius darbus, skirtus šilumos siurblių diegimui Lietuvoje. Tam būtinės šioje srityje dirbančių specialistų žinių ir kompetencijos tobulinimas, švietėjiška veikla.

Ataskaitoje pateikta Europos Sajungos ir Lietuvos teisės aktų, reglamentuojančių freonų naudojimą, šildymo sistemų su šilumos siurbliais projektavimą ir gamybą bei šias sistemas montuojantiems ir aptarnaujantiems fiziniams ir juridiniams asmenims keliamus kvalifikacinius reikalavimus, apžvalga. Pateiktos šilumos siurblių diegimo Lietuvoje skatinimo priemonės.

Alikto darbo rezultatus numatoma panaudoti atnaujinant Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo programą, ruošiant naujus LR teisės aktus, reglamentuojančius pasyvių ir beveik nulinės energijos pastatų statybą bei šiluminės energijos gamybą, skirtą minėtiems pastatams šildyti, taip pat reglamentuojančius šilumos siurblių plėtrą Lietuvoje.

Gauti rezultatai pristatyti tarptautinėse ir respublikinėse konferencijose, moksliniuose žurnaluose. Su darbo rezultatais supažindinti suinteresuotų gyvenamujų namų, švietimo įstaigų bei kitų organizacijų atstovai bei specialistai. Visa tai padės sparčiau plėtoti technologinę pažangą Lietuvoje.

Darbo rezultatai panaudoti vykdant tarptautinius projektus **Energetikos alternatyvos viešajame sektoriuje – Darnios energetikos strategija kaip regiono vystymo galimybė** (BSR Interreg IV B 2007–2013 programa) bei **Energetinių paslaugų rinkų skaidrumo didinimas** (ES programa *Pažangi energetika Europai*).

DALYVAVIMAS TARPTAUTINĖSE PROGRAMOSE

2014 m. buvo tėsiamas nuo 2013 m. vykdomas tarptautinis projektas **Transparense – Energetinių paslaugų rinkų skaidrumo didinimas** (angl. *Increasing transparency of Energy service markets*). Projektas vykdomas pagal ES *Pažangi energetika Europai* programą, kartu su partneriais iš 20-ies Europos šalių (Čekijos, Jungtinės Karalystės, Vokietijos, Slovénijos, Švedijos, Belgijos, Austrijos, Bulgarijos, Italijos,



jos, Nyderlandų, Lenkijos, Portugalijos, Slovakijos, Ispanijos, Graikijos, Vengrijos, Danijos, Norvegijos, Latvijos ir Lietuvos). Projekto vykdymo trukmė – 3 metai. Projekto koordinatorius – Čekijos efektyvaus energijos vartojimo centras (SEVE).

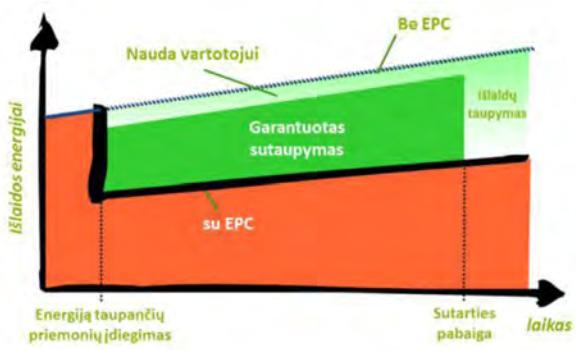
ES energijos vartojimo efektyvumo didinimo projektams finansuoti šiuo metu taikomas *Sutarties dėl energijos vartojimo efektyvumo* (angl. *Energy Performance Contracting – EPC*) modelis, kuris leidžia pasiekti gerų energijos taupymo rezultatų. Sutarties dėl energijos vartojimo efektyvumo, t. y. sutarties tarp naudos gavėjo ir paslaugos teikėjo (Energetinių paslaugų bendrovė – EPB, angl. *ESCO*), esminis bruožas yra tai, kad paslaugų teikėjas užtikrina (savo finansiniais ištakais) sutartyje numatyta energijos suaupyto kiekį, kuris bus pasiektas įdiegus energiją taupančias priemones pas užsakovą. Naudos gavėjas (užsakovas) už jam suteiktas paslaugas atsiskaito (visiškai ar iš dalies, atsižvelgiant į abipusį susitarimą) ne iš karto, o per tam tikrą laikotarpį (numatyta sutartyje) iš pajamų, gautų už faktiškai suaupytą energiją ar energijos ištaklius.

Šio modelio taikymą bei jo plėtrą įpareigoja ir naujoji Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2012/27/ES. Šia direktyva numatoma bendra energijos vartojimo efektyvumo skatinimo Europos Sajungoje priemonių sistema, siekiant užtikrinti, kad 2020 m. būtų pasiektais Sajungos 20 % energijos vartojimo efektyvumo tikslas ir sudarytos sėlygos vėliau toliau didinti energijos vartojimo efektyvumą.

Tarptautinio projekto **Transparense** pagrindinis tikslas yra surinkti kuo išsamesnę informaciją apie energetinių paslaugų bendrovių veiklą ES, sudaryti sėlygas pasikeisti tarp atskirų šalių patirtimi apie minėtų bendrovių veiklos pasiekimus bei problemas.

Sutarties dėl energijos vartojimo efektyvumo pavyzdinė forma buvo parengta ir patvirtinta LR ūkio ministro 2008 m. spalio 27 d. įsakymu Nr. 4-511. Ši sutarties forma patvirtinta įgyvendinant 2006 m. balandžio 5 d. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyvą 2006/32/ES.

Pagrindinis *Sutarties dėl energijos vartojimo efektyvumo* skirtumas, palyginus ją su šiuo metu naudojamomis įvairios kitos formos sutartimis, yra tai, kad pasirašius minėtą sutartį, paslaugų teikėjas užtikrina paslaugų gavėjui sutartyje numatyta energijos suaupyto kiekį, kuris bus pasiektas įdiegus energijos taupymo priemones pas paslaugų gavėjų. Jeigu realus suaupyto energijos kiekis bus mažesnis negu



Sutarties dėl energijos vartojimo efektyvumo vykdymo schema

numatytais sutartyje, patirtus finansinius nuostolius apmoka paslaugų teikėjas. Tokiu būdu paslaugų teikėjas (energetinių paslaugų bendrovė) prisiima visą techninę bei finansinę riziką, susijusią su energijos taupymo priemonių įdiegimu pas paslaugų gavėja.

2014 m. rugsėjo 11 d. Lietuvos energetikos institute įvyko mokymai, skirti ESCO modelio taikymui, įgyvendinant energijos vartojimo efektyvumą didinančius projektus. Mokymuose buvo pristatyti *Sutarčių dėl energijos vartojimo efektyvumo taikymo pagrindai*, ES dokumentai, skatinantys

energetinių paslaugų rinką ES šalyse, projektų, skirtų energijos vartojimo efektyvumui didinti, finansavimo schemos, jų paramos strategija ir kiti klausimai. Mokymuose dalyvavo Energetikos ministerijos, Energetikos agentūros, Viešųjų investicijų plėtros agentūros, Policijos departamento, energetinių paslaugų bendrovii, gyvenamujų namų bendrijų ir kitų organizacijų atstovai.

Vykstant projektui buvo parengtas *Energetinių paslaugų bendrovii elgesio kodeksas*. Šio kodekso laikymasis padidina Energetinių paslaugų bendrovii veiklos skaidrumą bei užtikrina suteikiamų paslaugų kokybę. Gauti rezultatai padidina žinias apie energetinių paslaugų bendrovii veiklą ir jų galimybes atskirose ES šalyse. Pagrindiniai klausimai, kurie buvo nagrinėjami projekte, pateikti schemae.

Projekto vykdymo metu gauti rezultatai pagausins žinias apie energetinių paslaugų bendrovii veiklą ir jų galimybes skirtinose ES šalyse. Projekto rezultatai nuolat bus pateikiami mokymų bei įvairių seminarų metu. Patyrę ES energetikos ekspertai padės iniciuoti bei įgyvendinti bandomuosius projektus 20-yje projekte dalyvaujančių šalių.

2014 m. laboratorijos mokslininkai paskelbė 4 straipsnius užsienio mokslo leidiniuose, perskaitytas 1 pranešimas Lietuvos mokslinėje konferencijoje, paskelbti 5 mokslo populiarinimo straipsniai.



Mokymų dėl ESCO modelio taikymo pagrindų įgyvendinant efektyvaus energijos vartojimo projektus akimirka

Dr. Romualdas ŠKĖMA
Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centro vadovas
Tel. (8 37) 401 802
El. paštas Romualdas.Skema@lei.lt

SISTEMŲ VALDYMO IR AUTOMATIZAVIMO LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- energetikos sistemų ir tinklų matematinis modeliavimas ir valdymo problemų tyrimas;
- energetikos sistemų informacinių ir valdymo sistemų modeliavimas ir optimizavimo tyrimai.

Elektros energetikos sistemos (EES) yra vienos sudėtingiausių techninių ir organizacinių sistemų, apimančios generatorius, elektros tinklus ir vartotojus bei dirbančios tarpusavyje sinchroniškai, t. y. bendru režimu ir vienodu srovės dažniu didelėse teritorijose. EES darbo režimai, apibūdinami energijos, srovės, galių, įtampų, dažnio, fazinių kampų ir kitais parametrais, pasižymi nuolatine kaita. Režimus reikia tinkamai valdyti, kad jie neviršytų leistinų parametrų ribų, ir tai yra EES operatoriaus pagrindinis uždavinys. Valdymas yra gana sudėtingas uždavinys net normalių režimų atveju, o neretai sistemoje susidaro įtempti režimai, kartais – avariniai ir poavariniai, kuriuos valdyti būna daug sunkiau. Ne suvaldyti režimai gali baigtis stabilumo praradimu, įtampų griūtimi ir sistemos atskirų dalių ar visišku užgesimu. Valdyti sistemas ir tinklus bei saugoti juos nuo avarių operatoriams padeda sisteminė ir priešavarinė automatika su relinėmis apsaugomis ir įvairiais skaitmeniniais valdikliais, taip pat parametrų duomenų perdavimo realiu laiku sistemos, jun-

giančios generatorius ir tinklų pastotes su dispečerinio valdymo centrais.

Operatoriai valdymo priemones (renginių perjungimų planus, automatiškos nuostatus, dispečerinio valdymo signalus) rengia remdamiesi EES mode-

liavimu, t. y. jos režimų skaičiavimais.

Tai veikla, kuriai reikia daug mokslo žinių ir metodų išmanymo kuriant skaičiavimo algoritmus, vertinimo metodikas ir analizės procedūras.

Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorija atlieka tyrimus ir siūlo paslaugas šiose srityse:

- Elektros energetikos sistemų (EES) matematinis modeliavimas, parametru tyrimas ir įvertinimas;
- EES valdymo problemų tyrimas ir valdymo algoritmų kūrimas (dažnio, aktyviosios ir reaktyviosios galios valdymas, statinis ir dinaminis stabilumas, nuostolių mažinimas, elektros energijos kokybė, avarijų prevencija, elektros rinka);
- EES pažangių valdymo metodų bei naujų automatinių valdymo priemonių ir informacinių ir ryšių technologijų (IRT) taikymo tyrimai;
- EES patikimumo, rizikos ir saugumo tyrimai bei vertinimai;
- EES darbo optimizavimas konkurencinės elektros rinkos sąlygomis, balansavimo, sisteminių ir papildomų paslaugų konkurencinių mechanizmų kūrimas;
- Atsinaujinančių išteklių (vėjo, saulės ir kt. elektrinių) bei paskirstytosios generacijos integravimo į EES tyrimai;
- EES valdymo ir elektros energijos vartojimo teisinio reglamentavimo problemas;
- EES valdymo ir plėtros bei elektros energijos vartojimo ekonominio efektyvumo analizė.

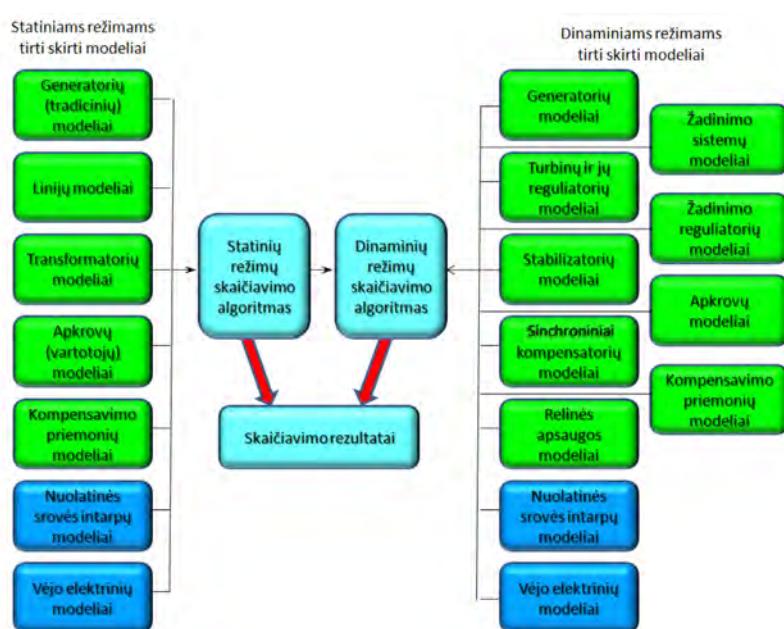


Lietuvos elektros energetikos sistema

Šiuolaikinių energetikos sistemų radoje ryškėja dideli pokyčiai. Plečiasi, tiek geografiškai, tiek apimtimi, tarpsisteminių elektros prekyba, apimianti įvairius elektros rinkos produktus (aktyviuosios galios rezervus ir kitas papildomas paslaugas, išankstinius finansinius sandorius). I elektros prekybą ir papildomų paslaugų teikimą įtraukiama elektros vartotojai ir smulkieji generatoriai. Elektra tampa „ekologiškesnė“

dėl didėjančios atsinaujinančias ištakų linijų grindžiamos generacijos, taip pat, tiketina, dėl atominės energetikos plėtrros. Elektros sistemos taps atsparesnės avarijoms, pagerės elektros tiekimo patikimumas ir tiekiamos elektros kokybė (taisyklingesnė įtampos sinusoidės forma, mažesni įtampos mirgėjimai ir kt.). Tokius pokyčius daugiausiai lems išmaniosios technologijos, grindžiamos informacinėmis ir ryšių (komunikavimo)

technologijomis. Jų įdiegimo rezultatas nusakomas naujomis sąvokomis – *išmanioji generacija*, *išmanusis elektros tinklas*, *išmanioji relinė apsauga*, *išmanioji elektros apskaita*, netgi *išmanusis namas*. Išmanumas sukuriamas kompiuterinės logikos įtaisais (valdikliais su mikroprocesoriais) ir jų komunikavimu tarpusavyje bei su elektros tinklo dispečeriais. Išmaniosios technologijos padeda elektros tinklų operatoriams efektyviau ir patikimiau valdyti elektros tinklą realiu laiku ir netgi ne vienu atveju supaprastina šį darbą (nes dalį valdymo ir stebėsenos funkcijų atlieka išmanieji valdikliai be žmogaus dalyvavimo). Kita vertus, operatoriams valdymas tampa sudėtingesnis, nes j valdiklius reikia įdiegti daug papildomų algoritmu ir programų, suderinti jų sąveiką, koordinuoti valdiklių veiksmus, perprogramuoti valdiklius pastebėtomis veikimo kliaudoms šalinti.

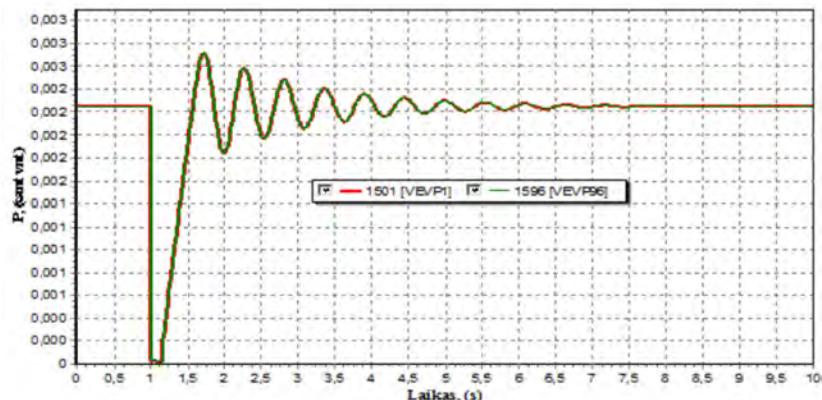


Elektros energetikos sistemos darbo režimų skaiciavimo matematinio modelio struktūrinė schema

Laboratorija 2014 m. baigė vykdyti nacionalinės mokslo programos **Aeti-ties energetika** projektą **Energetikos sistemų patikimumo ir jo įtakos energetiniams saugumui vertinimo metodika bei tyrimas** (kartu su Bran-



duolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkais). Projekte Lietuvos EES statinių darbo režimams tirti naudotas elektros energetikos sistemos modeliavimo programinis paketas **PSS™ E33**. Skaičiavimai buvo atliekami 2014 m. ir perspektyvinei 2020 m. schemoms, pradiniais (baziniais) režimais imant žiemos ir vasaros maksimumų ir minimumų režimus. Šias schemas sudarė Lietuvos, Latvijos, Estijos EES, Kaliningrado, Baltarusijos, Ukrainos, Rusijos Šiaurės-Vakarų ir Centro EES, taip pat NORDEL ir Kontinentinės Europos atstojamieji mazgai. Lietuvos EES apėmė 1123 mazgus, 812 elektros perdavimo linijų ar tarpmazginių jungčių, 368



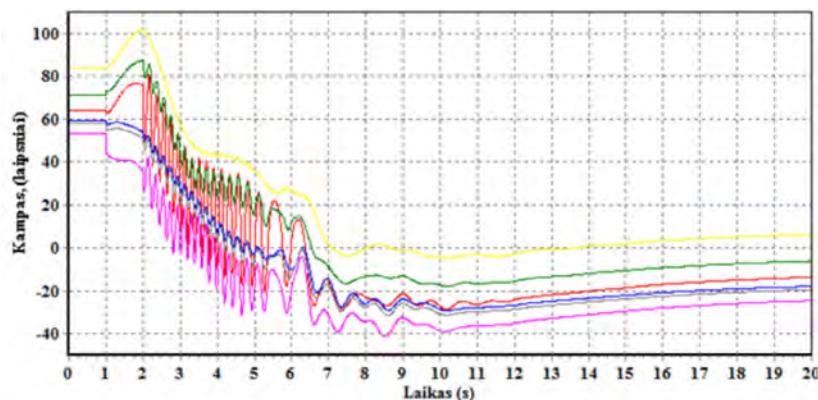
Vėjo elektrinių generatorių aktyviosios galios kitimas jvykus trumpajam jungimui
Lietuvos sistemoje

generatorius (iš jų 310 – vėjo elektrinių generatoriai). 2020 m. schemaje Baltijos EES ir Kaliningrado EES modeliuotos dirbančios sinchroniškai su Kontinentinės Europos tinklu. Ryšys su Rusijos ir Baltarusijos EES modeliuotas per nuolatinės srovės intarpus Estijoje, Latvijoje ir Lietuvoje (pvz, Lietuvos–Baltarusijos

pjūvyje paliekant liniją Alytus–Gardinas ir atjungiant esamas keturias 330 kV elektros perdavimo linijas). Imituojant jvairius Lietuvos 330 kV tinklo avarinių atsijungimų atvejus, buvo gauti poavariniai režimai, kuriems tikrintas tinklų apkrautumas ir stabilumas.



Laboratorijos darbuotojai vizito AB **LITGRID** metu



Pereinamieji procesai Lietuvos ir Baltarusijos EES, kai jas jungia viena tarpsisteminių linija

AB *LITGRID* užsakymu buvo vykdomas ir 2014 m. baigtas darbas **Asinchroninio režimo atsiradimo tarpsisteminiuose pjūviuose analizė**, kuriaime nagrinėti šie uždaviniai:

- asinchroninio režimo likvidavimo automatikos (ARLA) priemonių ir nuostatų parinkimo metodikos sudarymas;
- asinchroninio režimo eigos scenarijai ir jų susidarymo priežastys;
- esamos asinchroninių režimų likvidavimo automatikos funkcionalumas Lietuvos–Latvijos tarpsisteminiame pjūvyje dabartinei Lietuvos EES büklei ir įvertinus plėtrą iki 2017 m.;
- galimybė įdiegti ARLA visose tarpsisteminiuose pjūvio Lietuva–Baltarusija linijoje;
- asinchroninio režimo likvidavimo automatikos priemonių įdiegimo būtinumas Lietuvos–Kalinigrado tarpsisteminiame pjūvyje, įvertinant Kalinigrado TE esamą avarijų prevencijos automatiką.

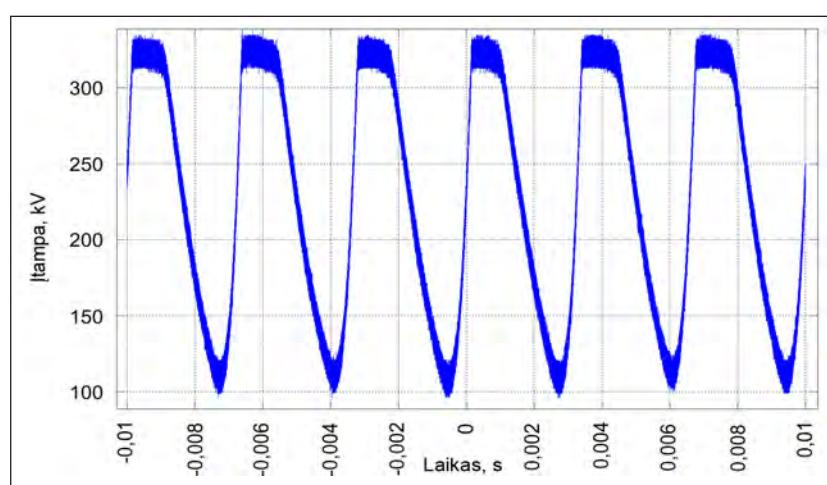
Šiame darbe EES režimams tirti buvo naudojamas programinis paketas **PSSTME33**.
linijoje;
• esamos asinchroninių režimų likvidavimo automatikos funkcionalumas Lietuvos–Baltarusijos tarpsisteminiame pjūvyje dabartinei Lietuvos EES büklei ir įvertinus plėtrą iki 2017 m.;

Ilgalaikės institucinės programos vienoje iš temų **Lietuvos elektros energetikos sistemos synchroninio darbo su ENTSO-E galimybės, atsižvelgiant į perspektyvinę generuojančių galų plėtrą** 2014 m. buvo tirti galimi dažnio ir galios reguliavimo būdai Lietuvos EES, atsižvelgiant į synchroninio darbo su ENTSO-E galimybes.

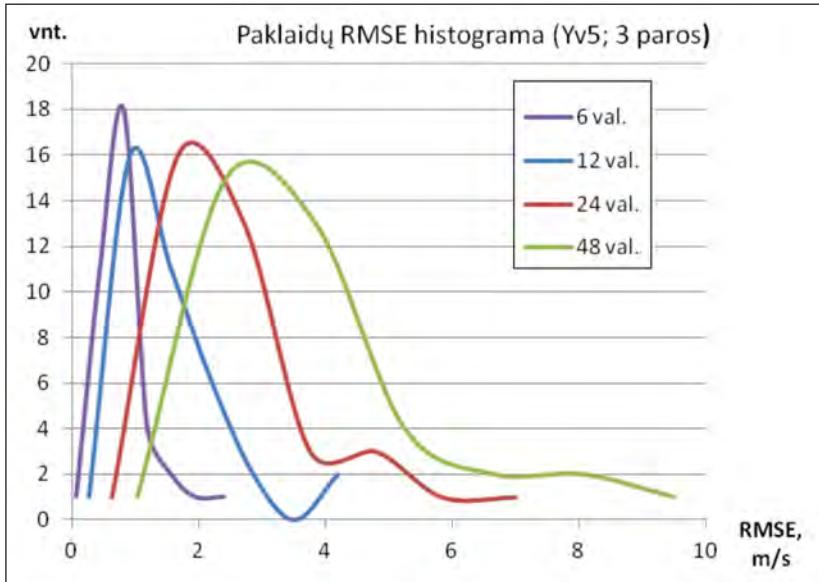
Derantis su ENTSO-E dėl Lietuvos EES (Baltijos EES) synchroninio darbo su Kontinentinės Europos elektros tinklu sąlygų, labai svarbus aspektas yra Baltijos EES gebėjimas dirbtį savarankiškai, t. y. „salos režimu“ (kad įvykus avarijai Baltijos EES netrikdytų kaimyninių EES darbo). Šis gebėjimas realizuojamas dažnio ir galios regulatoriumi (vadina-muoju antriniu regulatoriumi). Jo pagrindą sudaro algoritmas, automatiškai valdantis EES galios rezervus. Tyrimas atliktas modeliuojant Lietuvos EES darbą izoliuotoje Baltijos EES vasaros minimalių apkrovų metu. Tokios mažos sistemos kaip Baltijos EES antriniams regulatoriams keliami pagrindiniai reikalavimai yra:

- Palaikyti dažnį standartų nustatytose ribose.
- Atsiradus neleistinam dažnio nuokrypiui, kuo greičiau jį pašalinti.

Šio tyrimo rezultatas – pasiūlymas antrinio reguliavimo algoritmuose naudoti fuzzy logiką. Mokslinei publikacijose pateikta nemažai algoritmų, taikančių fuzzy logiką, tačiau jie nėra visiškai tinkami mažoms EES. Lietuvos EES dažnio ir galios fuzzy regulatoriaus efektyvumą tyrėme imituodami galios pokytį, kurį sukelia staigus generuojančios galios ar apkrovos kitimas. Skaičiavimai parodė, kad izoliuotai Baltijos EES dirbant normaliomis sąlygomis gaunami geresni dažnio nuokrypių reguliavimo rezultatai palyginus su tradiciniu reguliavimu. Tai pasitvirtino ir atvejais, kai dirba vėjo elektrinės, nesvarbu, kokia būtų vėjo greičių koreliacija tarp šių elektrinių – maža ar didelė. Ge-



Įtampos oscilogramas

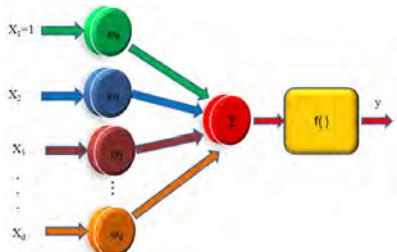


Vėjo greičio 6–48 valandų prognozės RMSE histogramos

resni rezultatai gaunami ir didelių trikdžių sąlygomis: pereinamojo proceso trukmė sumažėja keletą kartų, aukštesnė mažų dažnio nuokrypių sureguliuavimo kokybė. Tačiau kritiniu atveju sistemos stabilumas bus pažeidžiamas.

Tyrimų rezultatai bus pateikti bendrame darbe **Energetikos sektoriaus plėtros ekonominė ir darnumo analizė**, kurj laboratorija vykdo kartu su Energetikos kompleksinių tyrimų ir Atsinaujinančių išteklių ir efektyvių energetikos laboratorijomis.

Sistemų valdymo ir automatizavimo bei Atsinaujinančių išteklių ir efektyvių energetikos laboratorijų darbuotojai vykdė biudžetinį darbą **Mažos galios vėjo elektrinių ir saulės energijos sistemų panaudojimo intensyvynimo ir plėtros galimybių Lietuvoje tyrimai**. Šioje studijoje buvo sukurtas



Dirbtinio neurono schema

įvyko keli gedimai, sukelę neplanuotą elektros energijos tiekimo nutraukimą Druskininkų miesto vartotojams, kuris visiškai buvo likviduotas ilgiau nei per 2,5 valandos.

Šioje studijoje atlikta neplanuoto elektros tiekimo nutraukimo Druskininkų miestui techninė ekspertizė ir nustatyta sutrikimo priežastis bei pateiktos rekomendacijos, kaip išvengti ateityje elektros energijos tiekimo nutraukimų arba sumažinti sutrikimų pasekmes.



vėjo elektrinių generuojamos galios prognozavimo modelis panaudojant dirbtinius neuroninius tinklus.

Studija **Neplanuoto elektros tiekimo nutraukimo Druskininkų miestui techninė ekspertizė** buvo atlikta kartu su Kauno technologijos universiteto Elektros energetikos sistemų katedros mokslininkais.

2014 m. balandžio 8 d. Druskininkų transformatorių pastotėje (TP)

Aktyvus Laboratorijos dalyvavimas Lietuvos išmaniuju technologijų asociacijos (ITA) veikloje neliko nepastebėtas. Veikdama tarptautiniu mastu, ITA tapo 7-osios BP projekto **Išmaniujių miestų planavimas** (kodinis pavadinimas PLEEC) konsorciumo partneriu ir jai skirtą tyrimų dalį patikėjo atlikti laboratorijai. Projekto tikslas yra padidinti



Išmaniujių miestų vizija

energetinį išmaniuju miestų (angl. *smart city*) efektyvumą planavimo stadijoje. Dabartinio planavimo trūkumas yra tas, kad priimama daug plėtros strategijų atskiriems miesto ūkio, infrastruktūros ir visuomeninio gyvenimo aspektams. Strategijas teikia įvairios suinteresuotosios šalys, įsigilinusios tik į „savo“ aspektą. Toks išskaidyto planavimo būdas trukdo strategiskai planuoti miesto energetinio efektyvumo didinimą. Šį trūkumą tikimasi įveikti suformuojant integruoto planavimo požiūrį, kurio išeities taškas – išmanusis miestas. Toks miestas planuotinas inovatyvumo ir tvarios plėtros principais.

Projekte numatomas problemos sprendimo būdas yra atskiras strategijas grįsti geriausios patirties pavyzdžiais ir jas geriau koordinuoti. Pagrindinis projekto rezultatas bus naujas išmanaus ir energetiškai efektyvaus miesto planavimo modelis. Laboratorijos specialistai atliko PLEEC partnerių pateiktų geriausios praktikos pavyzdžių (viešojo apšvietimo ir kitų miesto struktūros dalių) technologinių vertinimą ir parengė energetiškai efektyvių technologijų vertinimo ataskaitas.

2014 m. atliktų tyrimų rezultatai paskelbti vienos tarptautinės konferen-

cijos pranešimų medžiagoje ir straipsnyje viename moksliniame *Thomson Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamame leidinyje.

Dr. Virginijus RADZIUKYNAS

Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorijos vadovas

Tel. (8 37) 401 943

El. paštas

Virginijus.Radziukynas@lei.lt

HIDROLOGIJOS LABORATORIJA

PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- klimato ir upių nuotėkio kaitos analizė;
- energetikos ir transporto objektų poveikio aplinkai tyrimai;
- duomenų apie Lietuvos vandens telkinius (upes, tvenkiniai, Kuršių marias ir Baltijos jūrą) kaupimas ir analizė.

TYRIMŲ OBJEKTAI IR UŽDAVINIAI

Svarbiausi laboratorijos tyrimų objektai – Lietuvos upės ir ežerai, Kuršių marios bei Baltijos jūra. Ekstremalūs gamtos reiškiniai – klimato atsilimas, audros, potvyniai ir žmonių ūkinė veikla (energijos gamyba, laivyba, tvenkiniai) lemia šių vandens telkinių būklę. Todėl vandens telkinių būklės pokyčių vertinimas yra vienas svarbiausiu tyrimų tikslų.

Naudojantis hidrografinių ir hidrometeorologinių duomenų bazėje sukaupta informacija ir taikant naujausius skaitmeninio modeliavimo metodus, laboratorijoje sprendžiami šie uždaviniai:

- klimato kaitos įtaka vandens telkiniams;
- vandens telkinių ekstremalių hidrologinių reiškiniių kaitos analizė;
- bangų, hidrologinių ir hidrodinaminių procesų bei nešmenų per-

- našos skaitmeninis modeliavimas vandens telkiniuose;
- ūkinės veiklos vandens telkiniuose poveikio aplinkai vertinimas bei gamtosaugos priemonių pagrindinės;
- naujų ir rekonstruojamų uostų poveikis aplinkai;
- jūrų uostų ir vandens kelių eksploracija užtikrinant laivybos gylį;
- taršos sklaidos modeliavimas vandens telkiniuose;
- hidrologinių ir hidrodinaminių procesų jautrumo ir neapibréztumo analizė.

Hidrologijos laboratorija vykdo fundamentinius ir taikomuosius tyrimus aplinkos inžinerijos srityje. Šių tyrimų pagrindas – gausūs, daugelį metų Hidrologijos laboratorijoje kaupti hidrografiniai, hidrologiniai, morfometriniai ir meteorologiniai duomenys bei modernios skaitmeninio modeliavimo

programos (bangų, hidrodinaminių ir nešmenų pernašos procesų, taršos sklaidos modeliavimo sistema MIKE 21, sukurtą Danijos hidraulikos institute, hidrologinių procesų modelis HBV, sukurta Švedijos meteorologijos ir hidrologijos institute, bei geografinės informacinių sistemų GIS). Tai leidžia spręsti svarbiausius aplinkosaugos uždavinius vertinant žmonių ūkinės veiklos bei klimato kaitos poveikį aplinkai ir pagrindžiant gamtosaugos priemones.

Pastarajį dešimtmetį laboratorijoje vykdomi darbai, susiję su klimato kaitos įtakos vandens ištakliams vertinimu. 2013–2015 m. vykdomas valstybės biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas *Lietuvos upių ekstremalių hidrologinių reiškiniių tyrimai* (vadovė dr. J. Kriauciūnienė). Ekstremalių hidrologinių reiškiniių (potvynių ir nuosėkio) tyrimai yra aktualūs projektuojant ir eksplotuojant svarbiausias infrastruktūras, tokias kaip polderiai,

tiltai ir pralaidos, taip pat bendram potvynių rizikos valdymui bei planavimui, siekiant iššengti žmonių aukų bei materialinės žalos. Tokios priemonės Lietuvos upėms rengiamos, vadovaujantiesi upių nuotekio stebėjimais, jų analize bei skaitmeniniu modeliavimu. Darbe atlikta ekstremalių hidrologinių reiškinijų tyrimų ir šiuolaikinių potvynio prognozavimo metodų apžvalga įvairiose šalyse; sukurta originali potvynių ir poplūdžių bei nuosėkio vertinimo per daugiametį laikotarpį ir ekstremalių hidrologinių reiškinijų prognozavimo metodika (klimato kaitos modeliai ir hidrologinis modeliavimas), atlikta Lietuvos upių ekstremalių hidrologinių reiškinijų formavimosi sąlygų analizė, įvertinta upių nuotekio ekstremalių parametrų kaita per daugiametį laikotarpį bei atlikta šiu

reiškinijų prognozė pagal naujausius klimato kaitos scenarijus XXI amžiuje.

2014 m. kartu su kitais instituto padaliniais buvo tęsiama ilgalaikei institucinė mokslių tyrimų ir eksperimentinės plėtros (toliau – MTEP) programa **Atsinaujinančių ištaklių naudojimo efektyviai energijos gamybai ir poreikiu aplinkai tyrimas**. Laboratorijos mokslo tyrimo tikslai 2014 m.: 1) sukurti bangų sklaidos Baltijos priekrantėje modelį, kuriuo būtų galima įvertinti bangų energijos potencialą Lietuvos teritoriniuose vandenye. 2) ištirti techninių hidrokinetinių ištaklių galimybes, nustatyti palankius naudoti upių ruožus ir jų pasiskirstymą Lietuvos teritorijoje. 2014 m. sukurtas Baltijos priekrantės, priklausančios Lietuvai, bangų sklaidos modelis, naudojant

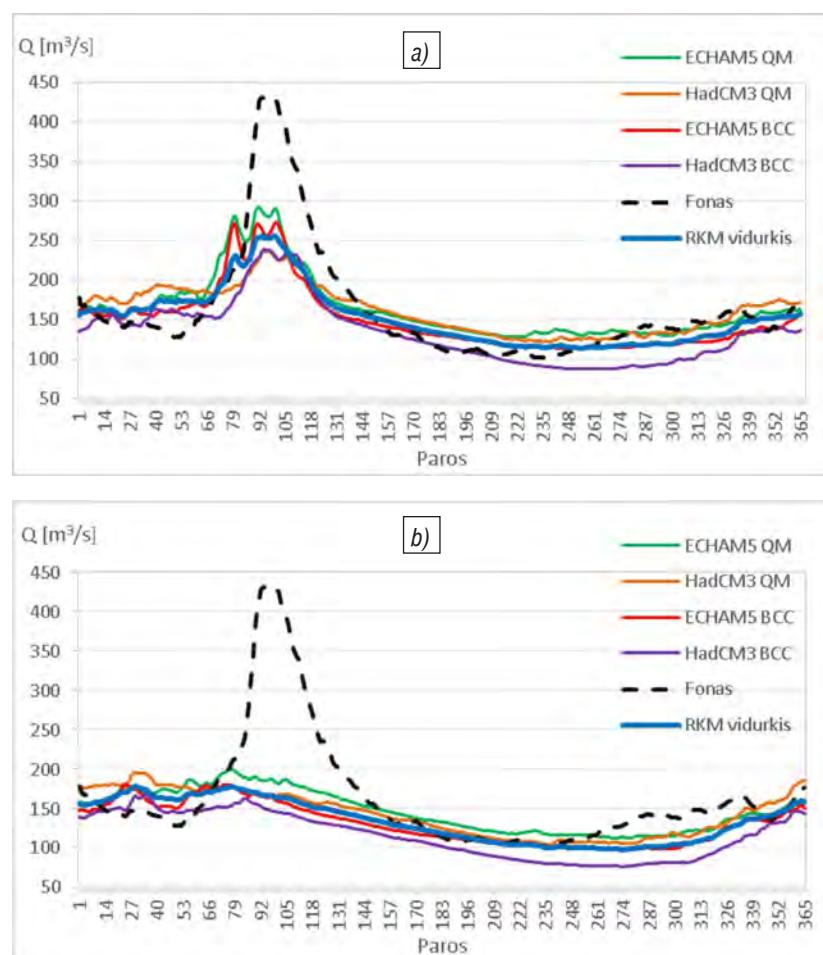
pasaulio plėtai pripažintą skaitmeninio modeliavimo sistemą MIKE 21, sukurtą Danijos hidraulikos institute. Šios sistemos bangų modelis NSW (*Near-shore Spectral Wind-Wave Module*) taikytas modeliuojant vėjo sukelto bangų sklaidos parametrus Baltijos priekrantėje. Sumodeliuoti bangų parametrai įgaliins tiksliai įvertinti bangų energijos potencialą Lietuvos teritoriniuose vandenye. Naudojant 2012 ir 2013 m. sukauptą Lietuvos upių hidrografinių, vagos morfologinių ir hidrologinių duomenų bazę, nustatytos upių vagų pločio, gylio ir tėkmės greičio priklausomybės nuo vidutinio daugiametės debito. Atrinkti upių ruožai, kuriuose tekant ne mažesniu kaip 95 % tikimybės debitui yra šios sąlygos: 1) didžiausias greitis vagoje per 0,4 m/s, 2) tėkmės gylis per 0,5 m. Gauta, kad šias sąlygas atitinka tik 328 upių ruožai (22,1 %) iš visų nagrinėtų 1487 upės ruožų.

TARPTAUTINIS BENDRADARBIAVIMAS

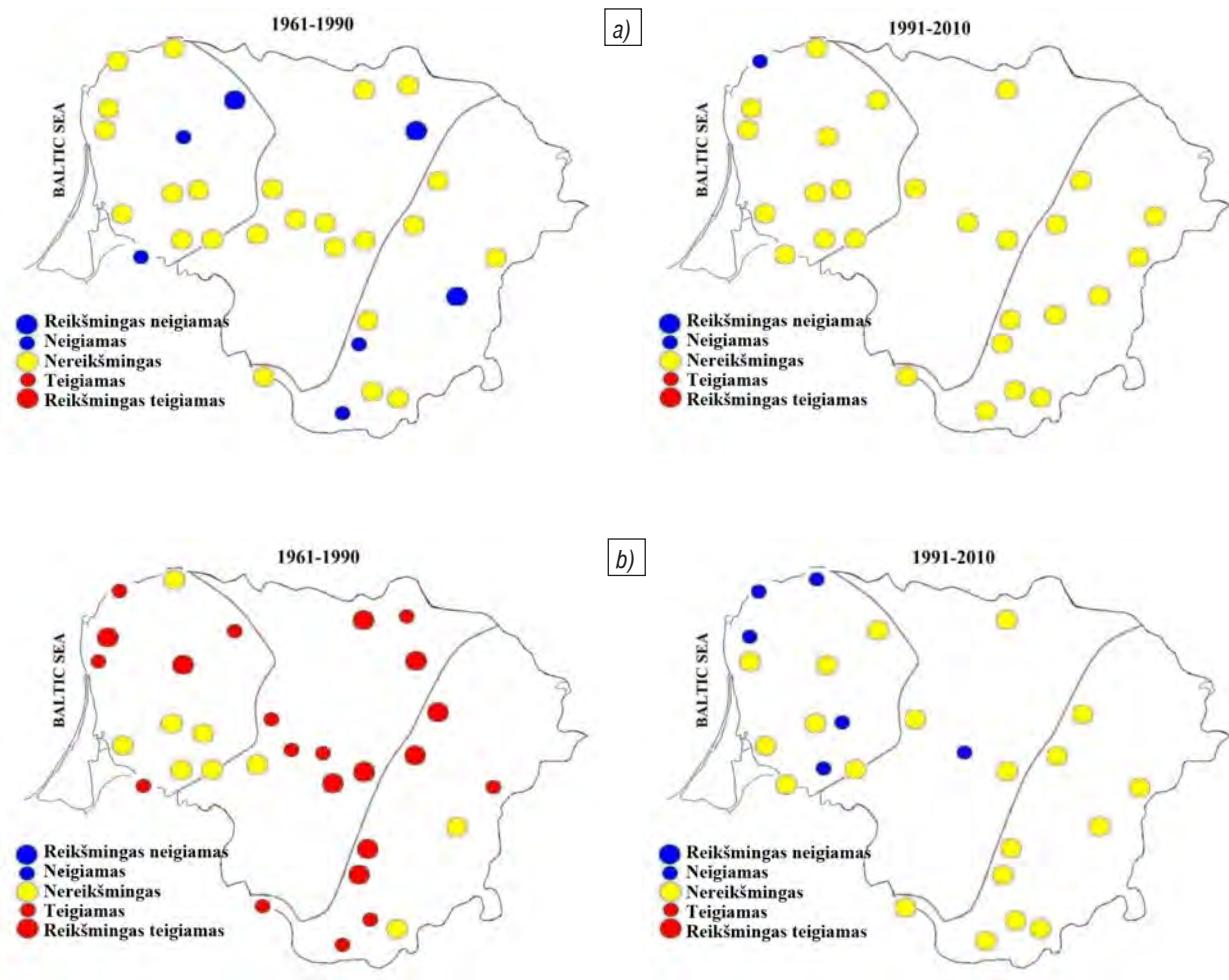


COST ES0901 projektas

Laboratorijos darbuotojai kartu su 23 Europos šalių mokslininkais dalyvauja COST ES0901 ***Europinės procedūros potvynių dažnio įvertinimui (2009–2014)*** projekte. Laboratorijos darbuotojai dalyvauja dviejų darbo grupių *Statistinių metodų, skirtų potvynių dažnio charakteristikų nustatymui, įvertinimas ir aplinkos pokyčių įtaka potvynių dažnio vertinimui veikloje*. 2014 03 06–07 LEI mokslininkės Jūratė Kriauciūnienė ir Diana Šarauskienė dalyvavo paskutinėje baigiamojoje COST veiklos konferencijoje, kurioje perskaitytė pranešimą **Pavasario potvynių bei poplūdžių kaita Lietuvos upėse praeityje ir ateityje** (angl.



1 pav. Neries hidrografai pagal 4 klimato scenarijus 2011–2040 m. (a) ir 2071–2100 m. (b) laikotarpiais



2 pav. Pavasario potvynių (a) ir poplūdžių (b) trendų teritorinis pasiskirstymas įvairiais laikotarpiais

Variability of spring and flash floods of the Lithuanian rivers in the past and future). 2014 03 08 dalyvauta COST veiklos ES0901 FloodFreq valdymo komiteto posėdyje. Svarstyti projekto metu atliktų tyrimų rezultatai, jų sklaida, galimybė ateityje susiburti darbui kitose panašiose veiklose.

Lietuvos–Latvijos bendradarbiavimo per sieną projektas HOTRISK

2013 m. lapkričio 4 d. startavo Lietuvos–Latvijos bendradarbiavimo per sieną projektas **Siekiant harmonizuoti vandens kokybės ir taršos rizikos valdymo (HOTRISK)**. Projekto trukmė 2013 11 04–2014 12 31. Projekto partneriai yra Latvijos aplinkos, geologijos ir meteorologijos centras ir Lietuvos



energetikos instituto Hidrologijos laboratorija. Projekto tikslas – pasiekti gerą paviršinio vandens kokybės būklę Lietuvos ir Latvijos pasienio upių baseinuose, taikant mišrių zonų įvertinimo metodą. Šis metodas taikomas rengiant pakoreguotus Ventos upių baseino rajono (UBR) valdymo planus.

Yra nemažai įstatymų, susijusių su Europos Vandens pagrindų bei Aplinkos kokybės standartų (AKS) direktyvomis,

skirtų vandens telkinį apsaugai ar kokybei gerinti. Vis dėlto nacionalinių teisinių dokumentų, kurie apibrėžtu kaip harmonizuoti vandens politiką ir veiklas, skirta pasiekti gerą vandens kokybę pasienio regione, vadovaujantis AKS direktyva, nėra. Taip pat nėra suderintų vandens būklės įvertinimo metodikų. Pavaršinio vandens kokybei gerinti Aplinkos kokybės standartų direktyva (2008/105/EB) siūlo taikyti mišrių zonų nustatymo metodą. Mišri zona – tai upės dalis šalia teršalų išleidimo vienos, kurioje pavojingų teršalų koncentracija gali viršyti atitinkamą aplinkos kokybės standartą.

Kadangi karštieji taškai, kaip nuotekų taršos šaltiniai, labiausiai turi įtakos Ventos upių baseino rajono Latvijos–



3 pav. Vandens mėginių cheminei analizei (a) ir debitų matavimai (b) ekspedicijos metu buvo paimti Ventos baseino upėse (nuotraukų autoriai D.Šarauskienė ir D. Jakimavičius)

Lietuvos pasienyje vandens kokybei, projekto veiklos buvo vykdomos Ventos upėse, esančiose Latvijos ir Lietuvos teritorijose. Latvijoje upių vandens kokybės tyrimai daugiausia vykdyti pietvakariname Kuržemės regione, išskaitant Rucavą, Priekulę, Vaiņodę, Saldū, Aucēs rajonus, bei Liepojoje ir Aizputėje. O Lietuvoje – visame Mažeikių rajone ir daugelyje vietų Akmenės, Skuodo, Telšių, Šiaulių ir Kelmės rajonuose.

2014 m. atlikta Ventos UBR upių pagrindinių teršalų analizė. Taip pat įvertinta mišrių zonų nustatymo būtinybė,

siekiant užtikrinti Latvijos–Lietuvos pasienio regiono upių vandens kokybę, bendradarbiaujant su aplinkosaugos institucijomis, vietas valdžios institucijomis ir verslininkais.

2014 m. gruodžio 4 d. Lietuvos energetikos institute įvyko projekto **HOTRISK** seminaras – *Mišrios zonas ir vandens kokybė*. Seminarė instituto atstovai kartu su Latvijos aplinkos, geologijos ir meteorologijos centro darbuotojais pristatė projekto metu pasiektus rezultatus. Projekto priežiūros komitetas ir seminaro dalyviai (Lietuvos

energetikos instituto, Šiaulių ir Kauno regioninių aplinkos apsaugos departamento, Kauno technologijos universiteto Aplinkos inžinerijos instituto, Gamtos paveldo fondo, Aleksandro Stulginskio, Vytauto Didžiojo ir Kauno technologijos universitetų, Latvijos geologijos ir meteorologijos centro, LR aplinkos ministerijos, Rygos savivaldybės, regionų Valstybinės aplinkos tarnybos institucijų atstovai) pritarė, kad projekto rezultatai gali būti panaudoti Latvijos ir Lietuvos upių baseinų rajonų valdymo planams atnaujinti.



4 pav. Seminaro dalyviai LEI (Kaunas, 2014 12 04)



**Europos mokslo institucijų,
atliekančių vandens tyrimus, tinklas
EurAqua (European Network of
Freshwater Research Organisations,
www.euraqua.org)**

2008 m. LEI Hidrologijos laboratorija priimta į EurAqua organizaciją, kurią sudaro 24 Europos šalių svarbiausios mokslo institucijos, atliekančios vandens išteklių tyrimu.

Pagrindiniai EurAqua tikslai:

1. Formuoti vandenų tyrimo politiką Europos Sajungoje;
2. Siūlyti svarbiausias ir aktualiausias vandens išteklių tyrimo temas įtraukti į BP kvietimus;
3. Sudaryti konsorciumus iš EurAqua mokslo institucijų, rengiant bendrus pasiūlymus BP projektams;
4. Rengti mokslinius straipsnius ir technines apžvalgas, apimančias visos Europos vandens išteklių tyrimų problemas;
5. Organizuoti konferencijas aktualiausiais klausimais (klimato kaitos įtaka vandens ištekliams, potvynių analizė ir prognozė Europoje ir kt.).

2014 m. spalio 28–29 d. XLIII EurAqua narių susitikimas vyko Briuselyje (IRSA). EurAqua susitikime buvo svarstyti svarbiausi Europos vandens politikos klausimai: klimato scenarijų ateityje, Bendrosios vandens direktyvos įdiegimas klimato kaitos fone, neapibrėžtumų analizė prognozuojant vandens išteklių kaitą. Taip pat buvo aptarta projekto **Horizontas 2020** tematika bei galimos tyrėjų grupės iš EurAqua institucijų.

BENDRADARBIAVIMAS SU MOKSLO INSTITUCIJOMIS



Hidrologijos laboratorija glaudžiai bendradarbiauja su Kauno technologijos universiteto Aplinkos inžinerijos institutu, kartu nuo 1995 m. leisdami mokslo žurnalą **Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba**. Kompleksiniai aplinkos tyrimai vykdomi kartu su Gamtos tyrimų centro Ekologijos, Geologijos ir geografinės bei Botanikos institutais. Siekiant sukurti šiuolaikinę infrastruktūrą bendrosioms Lietuvos jūrinio sektorius mokslinių tyrimų, studijų ir technologinės plėtros reikmėms, Hidrologijos laboratorija įsitraukė į asociacijos *Baltijos slénis* veiklą. Integravoto mokslo, studijų ir verslo slėnio Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai pirmasis ir svarbiausias uždavinys – sutelkti jūrinio mokslo ir studijų institucijas bei padalinius. Slėnio kūrimo iniciatoriai: Klaipėdos universitetas, Gamtos tyrimų centras, Kauno sveikatos mokslų universitetas, Lietuvos energetikos institutas bei jūrinio verslo įmonės. Numatomos dvi mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros kryptys: jūros aplinka ir jūrinės technologijos. Siekiant integravoti išsklaidytą jūrinio mokslo kryptyse dirbantį šalies mokslo potencialą, taip pat efektyviai naudoti šiuolaikinę slėnio mokslo tyrimų įrangą ir laivą, numatoma įkurti Nacionalinį jūros mokslo ir technologijų centrą. Baltijos slėnio partneriai (Klaipėdos universitetas, Gamtos tyrimų centras, Lietuvos energetikos institutas, VšĮ Kosmoso mokslo ir technologijų institutas ir Fizinių ir technologijos mokslų centras),

kooperuodami savo patirtį, profesines žinias, įgūdžius ir dalykinę reputaciją, žmogiškuosius bei kitus darbinius ir techninius išteklius, dalyvauja įgyvendant 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos 3 prioriteto *Tyrėjų gebėjimų stiprinimas VP1-3.1-ŠMM-08-K priemonės Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros veiklų vykdymas pagal nacionalinių kompleksinių programų tematikas projektą *Lietuvos jūrinio sektorius technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra**. Laboratorijos darbuotojai kartu su Klaipėdos universiteto mokslininkais aktyviai dalyvauja potemės *Baltijos jūros priekrantės hidrodinaminių ir litodinaminių procesų modeliavimas* veikloje.

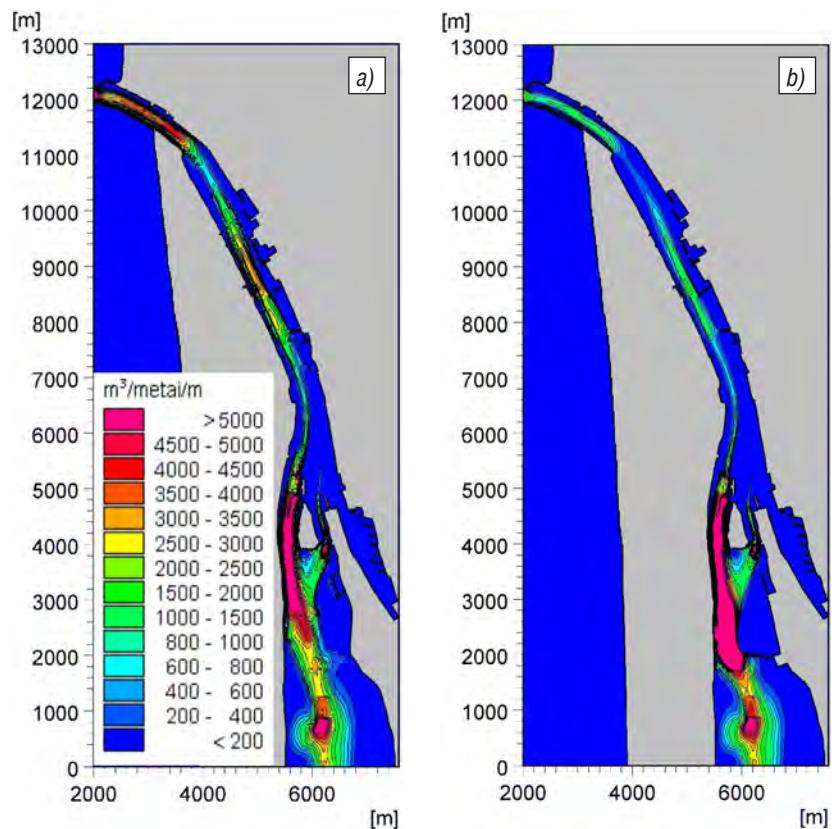
PAGRINDINIAI TAIKOMIEJI DARBAI

Laboratorijoje vykdomi taikomieji aplinkos tyrimų darbai ir rengiami hidrotechnikos statinių projektai pagal sutartis su įmonėmis ir organizacijomis:

- UAB *Sweco Lietuva* užsakymu parengta studija *Hidrodinaminių sulygų ir nešmenų balanso pokyčių įvertinimas*, kurios rezultatai panaudoti rengiant *Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo maksimalaus giliinimo ir platinimo galimybių plėtros planą*.
- UAB *Sweco hidroprojektas* užsakymu parengta studija *Kiaulės Nugaro salos šlaito erozijos ir sedimentacijos procesų matematinis modelis*.
- Gamtos tyrimų centro užsakymu atliktas Kauno hidroelektrinės tvenkinio vandens lygių svyravimo vertinimas.
- UAB *Ekotektonika* užsakymu parengta studija *Danės upės tékmės hidrodinaminis modeliavimas valčių prieplaukai įrengti*.
- MIKE 21 modelių sistema, sukur-

ta Danijos hidraulikos institute, buvo taikyta Klaipėdos jūrų uostų plėtros projektuose vertinant jų poveikį aplinkai ir laivbos sąlygas. Norint pagerinti laivbos sąlygas Klaipėdos sąsiauryje, 2013–2014 m. parengtas *Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivbos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybų plėtros planas*. LEI Hidrologijos laboratorijos darbuotojai įvertino sąsiaurio gilinimo bei platinimo galimą poveikį Klaipėdos sąsiaurio srovii ir nešmenų balansui, erozijos ir akumuliacijos procesams bei dugno pokyčiams ir numatę priemones šiam poveikiui išvengti ir sumažinti. Tiriant Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminių ir nešmenų procesų pokyčius dėl Klaipėdos uosto plėtros, nagrinėtos šios pagrindinės alternatyvos:

1. Alternatyva 0 – dabartinė situacija, kai uosto laivbos kanalas išgiliintas iki 14,5 m ir išplatintas iki 150 m.
2. Alternatyva A – maksimalios plėtros galimybės įgyvendinimas poveikį mažinančias aplinkosaugos priemones (iplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivbos kanalo gylis – 17 m ir plotis – 200 m, akvatorijos laivų apsisukimo baseinų vietose gylis – 17 m, akvatorijos už Kiaulės nugaros salos gylis – 14 m, molo-užtvaros įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje).
3. Alternatyva B – dalinės plėtros galimybės įgyvendinimas aplinkosauunes poveikį mažinančias priemones (pasirinktuose akvatorijos sektoriuose gilinimas ir platinimas iki maksimalių parametrų bei molo-užtvaros įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje: iplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivbos kanalo gylis – 17 m, molo-užtvaros įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje).



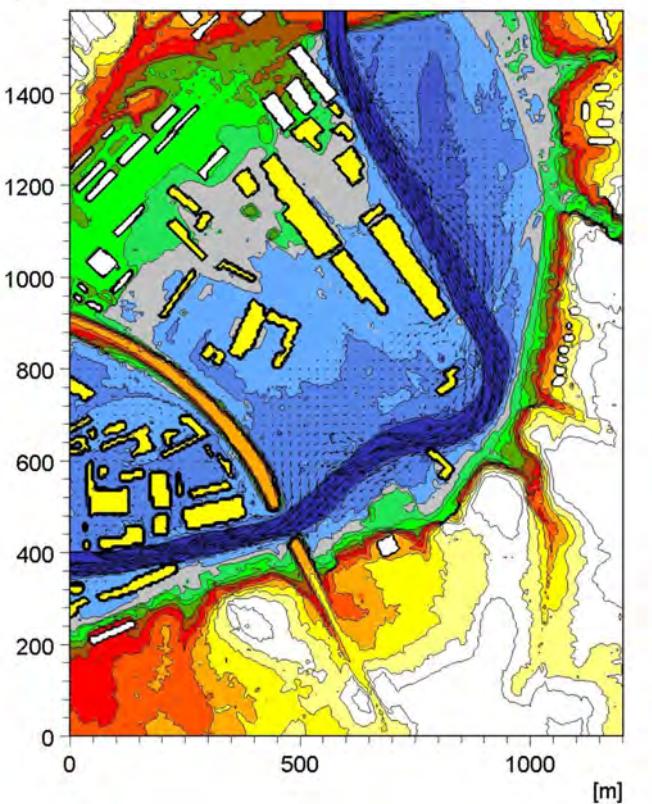
5 pav. Velkamų nešmenų vienetinio debito pasiskirstymas Klaipėdos sąsiauryje pagal Alternatyvą 0 (a) ir Alternatyvą B (b), kai sąsiauriu teka $2730 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą

Įgyvendinus KVJU laivbos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo plėtros plano sprendinius pagal Alternatyvą A (maksimalios plėtros galimybės įgyvendinimas aplinkosauunes poveikį mažinančias priemones) gerokai (iki 10,4 %) padidės Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas. Siūlomo pietinio molo-užtvaros šiaurinėje Kuršių marių dalyje įrengimas nekompensuos pralaidumo padidėjimo. Alternatyvos B sprendiniai (dalinės plėtros galimybės įgyvendinimas papildomas aplinkosauginės poveikį mažinančias priemones) šiek tiek (iki 1,6 %) padidins Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą. Todėl pirmajame uosto plėtros etape siūloma įgyvendinti Alternatyvos B sprendinius. Reikėtų išsamiau nagrinėti numatyto pietinio molo-užtvaros konfigūraciją, nes šiame Plėtros plane buvo pasirinktas vienas molo-užtvaros variantas (700 m ilgio molas – statmenas kranto linijai). Atei-

tyje reikėtų parinkti tokią pietinio molo-užtvaros konstrukciją, kad įgyvendinant sprendinius pagal Alternatyvą B, būtų išvengta erozijos procesų akvatorijoje prie pietinio molo-užtvaros bei Kuršių Nerijos kranto.

Skaitmeninio modeliavimo sistemos MIKE 21 taikymo galimybės vykdant uostų plėtros projektus yra plačios. 2014 m. atlikta studija *Danés upės tékmės hidrodinaminis modeliavimas valčių prieplaukai įrengti*. Klaipėdos miesto žemės sklype, esančiame Danés (Akmenos) slėnyje, numatoma įrengti mažų laivų prieplaukų ir hidrotechniniai statiniai apribotą akvatoriją valtimis saugoti. Šios numatytoje statybų teritorijos ypatybė – nedidelis aukštis virš jūros lygio bei Danés upės vandens lygių kaita, lemianti dažną teritorijos užliejimą ir patvenkimą. MIKE 21 modeliavimo sistemos hidrodinaminiu modeiliu nustatytas būsimų hidrotechninių

[m]



6 pav. Tékmių pasiskirstymas Danės upėje, tekant $164 \text{ m}^3/\text{s}$ debitui

statinių upės slėnyje poveikis Danės upės tėkmės struktūrai bei statinių projektilinė aukštis; prognozuoti galimi erozijos procesai Danės slėnyje. Tyrimų rezultatai bus naudojami planuoojamos ūkinės veiklos poveikiui aplinkai vertinti bei numatant švelninančias priemones neigiamoms pasekmėms išvengti.

2014 m. laboratorijos darbuotojai kartu su užsienio šalių mokslininkais paskelbė 5 straipsnius, iš kurių 4 yra referuojami *Thomson-Reuters* duomenų bazėje *Web of Science Core Collection* referuojamuose leidiniuose ir 4 mokslo populiarinimo straipsnius bei perskaitė 9 mokslinius pranešimus trijose tarptautinėse mokslinėse konferencijose.

Dr. Jūratė KRIAUCIŪNIENĖ

Hidrologijos laboratorijos vadovė

Tel. (8 37) 401 962

Eil. paštas Jurate.Kriauciuniene@lei.lt



JAUNŲJŲ MOKSLININKŲ SAJUNGA

LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTO JAUNŲJŲ MOKSLININKŲ SAJUNGA (LEI JMS) KELIA SAU TOKIUS UŽDAVINIUS:

- palaiko ir plėtoja tarpusavio bendradarbiavimo ryšius su veikiančiomis mokslininkų ir jaunimo organizacijomis Lietuvoje ir už jos ribų;
- rengia, svarsto ir siūlo dokumentų, susijusių su narių teisėmis bei jų teisėtais interesais, projektus;
- organizuoja apklausas, susitikimus, diskusijas, seminarus, konferencijas, forumus bei kitus renginius narius dominančiais klausimais;
- vykdo kitą LR įstatymų nedraudžiamą veiklą;
- atstovauja teisėtiems narių ir LEI doktorantų interesams, gina jų teises LEI savivaldos organuose, valstybinėse ir visuomeninėse organizacijose, asociacijose ir visuomeniniuose judėjimuose.

LEI JMS iniciatyva institute organizuojami ir pravedami kasmetiniai renginiai:

- Tyrėjų naktis;
- LEI atvirų durų diena;
- Tarptautinė doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija JAUNOJI ENERGETIKA (CYSENI).

Neabejotinai svarbiausias ir masiškumu išsiskiriantis metų renginys yra konferencija *Jaunoji energetika*.

11-OJI TARPTAUTINĖ KONFERENCIJA *CYSENI 2014*

2014 m. gegužės 29–30 d. LEI vyko tarptautinė doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija energetikos klausimais *Jaunoji energetika 2014 (Conference of Young Scientists on ENergy Issues 2014 – CYSENI 2014)*. Jos tikslas – sukvieсти įvairių šalių doktorantus ir jaunuosius mokslininkus pasidalinti energetikos problemų sprendimo patirtimi, supažindinti kolegas su vykdomais tyrimais ir atliktu naujausių tyrimų rezultatais, taip pat plėtoti doktorantų ir

jaunųjų mokslininkų viešojo kalbėjimo įgūdžius. Konferencijos dalyviams buvo sudarytos galimybės mokytis recenzuoti, vertinti kolegų straipsnius, nagrinėjamos temos aktualumą ir gautų rezultatų svarbą.

Jvykusi konferencija – tai vienuoliktasis LEI jaunųjų mokslininkų iniciatyva suorganizuotas renginys. Konferencijai buvo pateiktos 73 anotacijos, iš kurių 54 priimtos pristatyti konferencijoje. Iš pateiktų mokslinių publikacijų patyrę recenzentai atrinko 48 publikacijas, tinkamas publikuoti konferencijos medžiagoje.

Jaunoji energetika 2014 pranešimus skaitė doktorantai ir jaunieji mokslininkai iš LEI, Vytauto Didžiojo universiteto, Lietuvos žemės ūkio ir miškininkystės tyrimų centro bei Mykolo Romerio universiteto. Konferencijos idėją aktyviai palaikė jaunieji mokslininkai iš kaimyninių šalių mokslo ir tyrimų institucijų – Latvijos žemės ūkio universiteto, Latvijos valstybinio miškų instituto, Fizikinės energetikos instituto (Latvija), Latvijos valstybinio medienos chemijos instituto, Rygos technikos universiteto, A. N. Podgorny mechaninės inžinerijos problemų instituto (Ukraina), Nacionalinio technologijos universiteto (Ukraina), Gruzijos technikos universiteto,



Lietuvos energetikos instituto direktorius dr. Sigitas Rimkevičius ir konferencijos organizatorės dr. Diana Meilutytė-Lukauskienė ir dr. Viktorija Bobinaitė

A. V. Luikovo Šilumos ir masės mainų instituto (Baltarusija), REZ tyrimų centro (Čekija), Talino technologijos universiteto, Gamtos mokslų universiteto (Estija). Taip pat konferencijoje su pranešimais dalyvavo ir Danijos technologinio universiteto, Energetikos instituto (JK), Elektros ir elektronikos inžinerijos departamento (Indija), Nigerijos universiteto ir Naujosios Meksikos universiteto (JAV) jaunieji mokslininkai.

Konferencijos atidarymas ir plenarinės sesijos

11-ąjį tarptautinę konferenciją *Jaunoji energetika 2014* atidarė ir sveikinimo žodį dalyviamams tarė Lietuvos energetikos instituto direktorius dr. Sigitas Rimkevičius. Konferencijos organizatorės dr. Diana Meilutytė-Lukauskienė ir dr. Viktorija Bobinaitė padėkojo LEI darbuotojams už nuoširdžią pagalbą organizuojant konferenciją.

Konferencijos dalyviai išklausė tris plenarinės sesijos pranešimus. UAB *Hnit-Baltic* vadovas Linas Gipiškis (Lietuva) pristatė geografinių informacinių sistemų vaidmenį energijos tiekimo grandinės valdyme (pranešimo tema – *GIS in Energy Supply Chain Management*). Vilniaus Gedimino technikos universiteto prof. habil. dr. Vidmantas Jankauskas (Lietuva) pasidalijo su kaupta ilgametė patirtimi apie Europos Sajungos energetikos politikos plėtros kryptis (pranešimo tema – *EU Energy Policy: the Latest Developments*). Fizikinės energetikos instituto mokslo darbuotojas dr. Janis Rekis (Latvija) supažin-

dino su Latvijos energetikos sistemų modeliavimo rezultatais (pranešimo tema – *Modeling of Energy System Development: 2030 Climate and Energy Goals in Latvia*).

Paralelinės sesijos

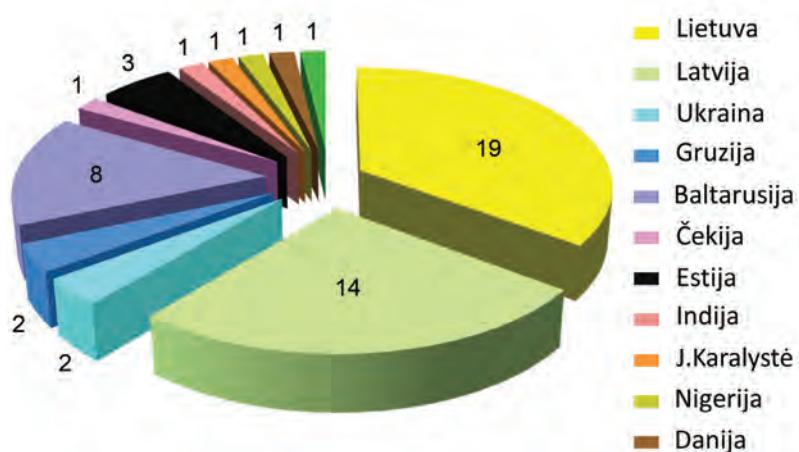
12 paralelinių sesijų sukvietė konferencijos dalyvius išklausyti įvairiose su energetika susijusiose mokslo srityse tyrimus vykdančių doktorantų ir jaunuųjų mokslininkų pranešimų. Šiose sesijose dalyvavo ir straipsnių recenzentai – pripažinti technologijos ir socialinių mokslo srities ekspertai. Jems buvo sudarytos galimybės susipažinti su pateiktais doktorantų ir jaunuųjų mokslininkų darbais bei pavesta atliliki darbų vertinimą pagal daugelį kriterijų, taip pat įvertinti mokslinį naujumą ir aktualumą, metodologijos nuoseklumą ir naujumą, rezultatų tikslumą ir patikimumą, išvadų išsamumą. Konferencijoje recenzentai pateikė iškilusius klausimus, komentavo jaunuųjų mokslininkų darbus ir aktyviai diskutavo. Siekiant gerinti doktorantų ir jaunuųjų mokslininkų dalykinio bendravimo įgūdžius, paralelinėms sesijoms pirmininkavo jaunieji konferencijos dalyviai bei LEI jaunuųjų mokslininkų sąjungos valdybos atstovai.

Per dvi konferencijos dienas perskaityta per 50 pranešimų. Šiais metais paralelinių sesijų tematika buvo platė, tačiau daugiausiai dėmesio doktorantai ir jaunieji mokslininkai skyrė atsinaujinančiųjų energijos ištaklių problemoms tirti. Šia tema



Plenarinės sesijos pranešėjai Linas Gipiškis, prof. habil. dr. Vidmantas Jankauskas ir dr. Janis Rekis

perskaityta 14 pranešimų. Energetikos politikos pokyčiai, taip pat Europos Sąjungos lygiu ir kiekvienoje šalyje atskirai įgyvendinamos priemonės, kuriomis siekiama sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, užtikrinti energinį saugumą ir spręsti kitas išsenėjusias problemas, lémė, kad struktūruotos žinios, reikalingos energetikos politikai formuoti, ir energijos efektyvumas bei patikimumas tapo moksliniu požiūriu itin aktualiomis temomis – perskaityta 16 pranešimų.



2014 m. konferencijos dalyvių pasiskirstymas pagal šalis

Konferencijos mokslo komitetas

2014 m. konferencijos mokslo komitetą sudarė 24 nariai iš Lietuvos ir keturiolikos užsienio valstybių.

11. Branduolinė energetika ir radiacinė sauga;
12. Kompleksiniai energetikos aspektai.

Konferencijos temos

Doktorantai ir jaunieji mokslininkai buvo kviečiami skaityti pranešimus šiomis temomis:

1. Vandenis ir kuro elementai;
2. Atsinaujinantys energijos ištekliai;
3. Šiuolaikiniai energijos tinklai;
4. Energijos vartojimo efektyvumas ir taupymas;
5. Žinios energetikos politikai formuoti;
6. Šiluminės fizikos, skysčių bei dujų mechanikos ir metrologijos sričių tyrimai;
7. Medžiagų mokslai ir technologijos;
8. Degimo ir plazminių procesų tyrimai;
9. Globalūs pokyčiai ir ekosistemos;
10. Branduolių sintezės tyrimai;

Konferencijos pranešimų medžiaga

Vienas reikšmingesnių konferencijos rezultatų yra doktorantų ir jaunuju mokslininkų atlikų tyrimų apibendrinimas, kokybiškų mokslinių publikacijų parengimas ir jų pateikimas mokslo bendruomenei. Konferencijos dalyvių parengtos mokslinės publikacijos ir anotacijos (anglų k.), publikuotos konferencijos medžiagoje, elektronine forma (CD, ISSN 1822-7554), pasiekia pagrindinius šalies ir kai kurių užsienio šalių mokslo centrus ir bibliotekas.

Geriausių darbų autorai

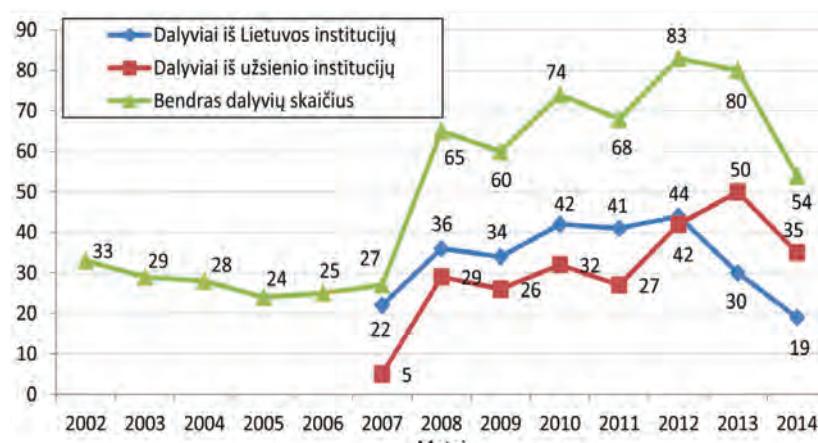
Ivertinus konferencijos dalyvių patirtį dirbant mokslinių darbų, straipsnių mokslo problemų aktualumą, siūlomus sprendimo metodus, gautų rezultatų svarbą, efektyvaus viešojo kalbėjimo įgūdžius, vertinimas atliktas dviejose grupėse. Susumavus oficialiojo, jaunojo ir pranešimo recenzento skirtus balus, paskelbti geriausių darbų autorai.

Magistrantų ir pirmųjų bei antrųjų metų doktorantų grupėje:

1. Kristine Meile (Latvija);
2. Eglė Norkevičienė (Lietuva);
3. Marius Urbonavičius (Lietuva).

Trečiųjų ir ketvirtųjų metų doktorantų bei jaunuju mokslininkų grupėje:

1. Svetlana Danilova-Tretiak (Baltarusija);
2. Aleksandrs Lvovs (Latvija);



Konferencijos dalyvių skaičiaus kaita 2002–2014 m.



Ekskursijos *Panemunės pilys* akimirkos

3. Anton Brin (Baltarusija).

Nugalėtojus pasveikino, diplomas ir rémėjų dovanas įteikė LEI direktorius dr. Sigitas Rimkevičius.

Kultūrinė programa

Pirmąją dieną konferencijos dalyviai buvo pakvieti tradicinės lietuviškos vakarienės. Puikią nuotaiką kūrė tautinių šokių kolektyvas *Rasa*.

Antrają dieną konferencijos dalyviai lankėsi Raudondvario dvare, Raudonės ir Panemunės pilyse ir grožėjos šalies gamta.

Rengėjai ir rémėjai

2014 m. LEI JMS iniciatyvą rengti konferenciją kaip visuomet palaikė instituto vadovybė, suteikusi finansinę ir techninę paramą. Svarią finansinę paramą ir dovanas konferencijos dalyviams skyrė konferencijos rémėjai *Linde Group* narė AGA, UAB *Hnit-Baltic* ir UAB *REO Investment*.



Geriausių mokslinių darbų autoriai su LEI direktoriumi ir organizatorėmis

Kvietimas

Konferencijos organizatoriai nuolat ieško žymių, daug patirties sukaupusių ir konferencijos tematika tyrimus vykdančių mokslininkų, pageidaujančių prisdėti ugdomi stiprius jaunuosius mokslininkus, ir kviečia juos tapti konferencijos redakcinės kolegijos nariais.

Maloniai kviečiame visus susidomėjusius dalyvauti tarptautinėje konferencijoje *Jaunoji energetika (CYSEN)*, kuri vyksta kasmet gegužės mėnesio pabaigoje Lietuvos energetikos institute, Kaune. Išsamesnę informaciją galite rasti konferencijos internetinėje svetainėje [http://www. cyseni. com](http://www.cyseni.com) arba teirautis el. paštu cyseni@lei.lt .

KITA VEIKLA

LEI JMS valdyba aktyviai dalyvavo rengiant bei vykdant **LEI tyrėjų tobulinimo priemonių planą**, organizuojant apklausas įvairiais klausimais, analizuojant doktorantų poreikius (mokymų, techninės paramos ir pan.) ir teikiant įvairius pasiūlymus instituto administracijai.

2014 m. buvo organizuoti kompiuterinio raštingumo tobulinimo kursai bei pravesti mokymai **Efektyvi prezentacija: parengimas ir atlikimas**. LEI JMS iniciatyva surengtas **Aktyviausių jaunuųjų mokslininkų ir doktorantų konkursas**.

Aktyviausiu jaunuuoju mokslininku (iki 35 m.) išrinktas dr. G. Stankūnas.

Dr. Darius Jakimavičius tapo Lietuvos mokslo akademijos 2013 m. Jaunuųjų mokslininkų mokslių darbų konkurso nugalėtoju biologijos, medicinos ir geomokslo darbų grupėje bei gavo premiją už mokslinį darbą *Kuršių marių vandens balanso elementų pokyčiai ir jų prognozė dėl gamtinėi ir antropogeninių veiksnių*.

**Lietuvos energetikos instituto
Jaunuųjų mokslininkų sąjunga**

INSTITUTO BIUDŽETAS

INSTITUTO PAJAMAS SUDARO:

- Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto asignavimai Lietuvos Respublikos Valstybės patvirtintoms programoms vykdyti;
- lėšos, gautos iš Lietuvos, užsienio ir tarptautinių fondų ir organizacijų;
- lėšos, gautos kaip programinis konkursinis mokslinių tyrimų finansavimas;
- lėšos, gautos iš Lietuvos bei užsienio įmonių ir organizacijų už sutartinius darbus, mokslinės produkcijos ir gaminių realizavimą bei kitas paslaugas;
- lėšos, gautos už dalyvavimą tarptautinėse mokslo programose;
- lėšos, gautos kaip parama pagal Lietuvos Respublikos labdaros ir paramos įstatymą;
- lėšos, gaunamos iš kitų įmonių ir asociacijų už dalyvavimą bendruose projektuose ir rengiant specialistus;
- ES Struktūrinių fondų (SF) parama.

Pajamų ir išlaidų struktūra (tūkst. €)

2010 m. 2011 m. 2012 m. 2013 m. 2014 m.

Pajamos:

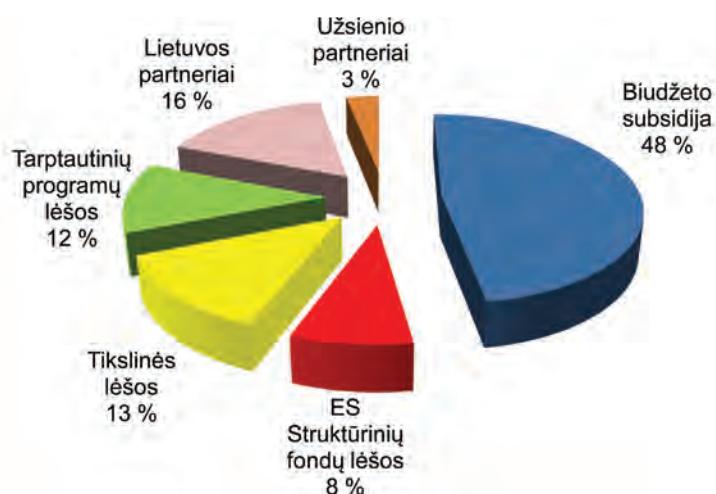
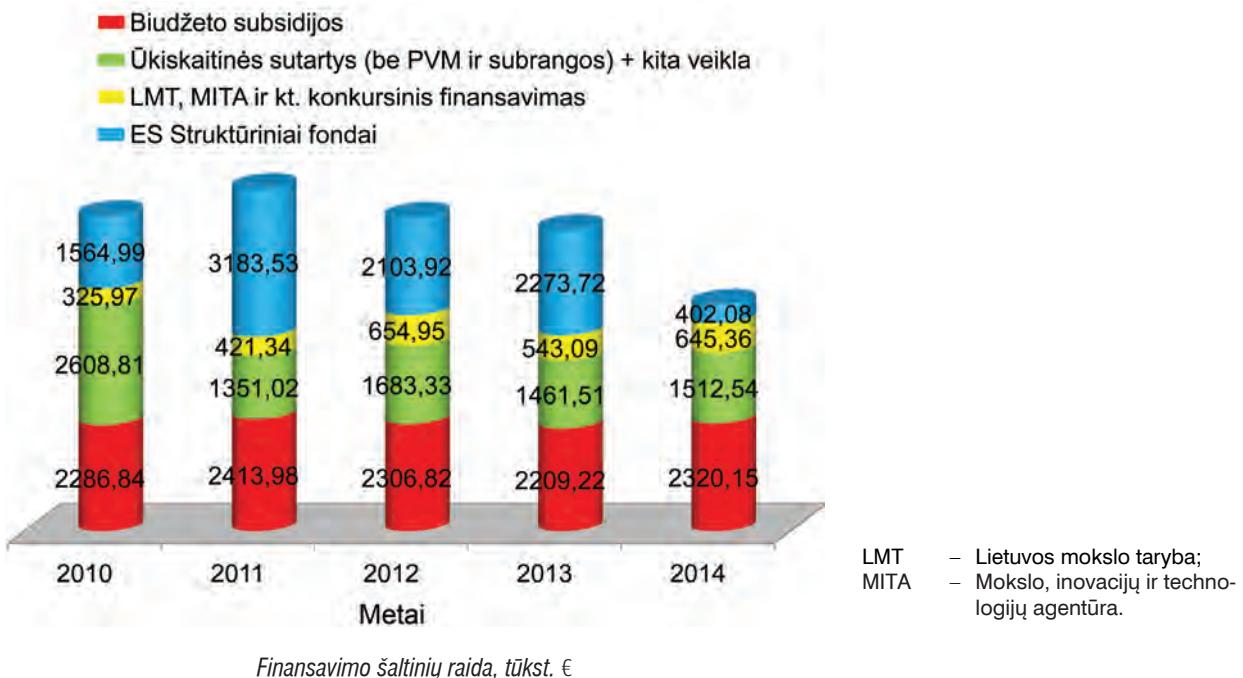
Valstybės biudžeto lėšos	2286,84	2413,98	2306,82	2209,22	2320,15
Pagrindinė veikla	2709,68	1758,28	2309,78	1965,39	2107,74
SF parama	1564,99	3183,53	2103,92	2273,72	402,08
Kitos	28,88	27,66	28,50	30,24	50,16
Iš viso:	6590,39	7383,45	6749,02	6478,57	4880,13

Išlaidos:

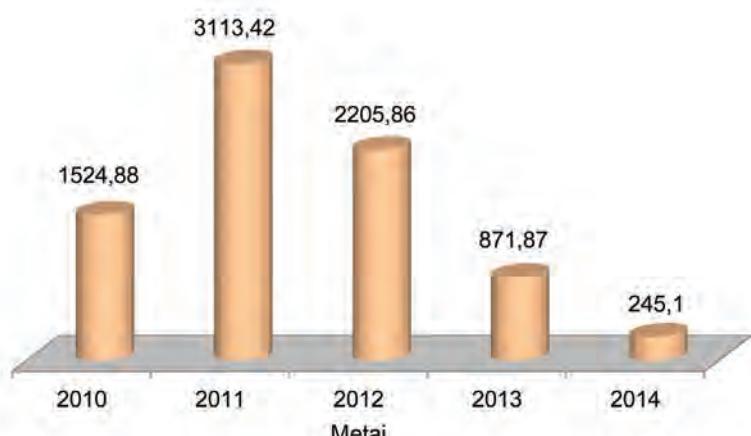
Atlyginimai (su soc. dr.)	4009,21	4133,75	3944,05	3971,56	4005,16
Eksplotacijos išlaidos	704,44	994,84	737,90	1729,90	913,43
Ilgalaikio turto įsigyjimas	1773,05	3146,14	2205,86	871,87	75,30
Iš viso:	6486,70	8274,73	6887,81	6573,33	4993,89

Testinių sutarčių lėšos	1542,23	650,95	512,17	417,40	303,64*
-------------------------	---------	--------	--------	--------	---------

* – šioje sumoje 263,49 tūkst. € finansinis reikalavimas į bankrutavusį AB Ūkio banką.



Lėšų, gautų iš instituto užsakovų, struktūra 2014 m.



Tyrimų bazės išplėtimo dinamika, tūkst. €

Finansinių ataskaitų rinkiniai publikuojami instituto internetiniuose puslapiuose <http://www.lei.lt>, skyrelyje – Apie LEI - Finansinės ataskaitos.

PUBLIKACIJOS

MONOGRAFIJOS

1. Štreimikienė D., Mikalauskienė A. Šiltnamio efekta sukeliančių dujų emisijų mažinimas namų ūkiuose. *Monografija*. ISBN 978 609 418 001 9. Lietuvos energetikos institutas, 2014. p. 317.

STRAIPSNIAI THOMSON REUTERS DUOMENU BAZĖJE WEB OF SCIENCE CORE COLLECTION REFERUOJAMUOSE LEIDINIUOSE

1. Alzbutas R., Iešmantas T. Application of Bayesian methods for age-dependent reliability analysis. *Quality and Reliability Engineering International*. ISSN 0748-8017. 2014. Vol. 30, Iss. 1, p. 121-132.
2. Alzbutas R., Iešmantas T., Povilaitis M., Vitkutė J. Risk and uncertainty analysis of gas pipeline failure and gas combustion consequence. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. ISSN 1436-3240. 2014, Vol. 28, Iss. 6, p. 1431-1446.
3. Augutis J., Jokšas B., Krikštolaitytė R., Žutautaitė I. Criticality assessment of energy infrastructure. *Technological and Economic Development of Economy*. ISSN 2029-4913. 2014. Vol. 20, No. 2, p. 312-331.
4. Bentaib A., Bleyer A., Meynet N., Chaumeix N., Schramm B., Höhne M., Kostka P., Movahed M., Worapittayaporn S., Brähler T., Seok-Kang H., Povilaitis M., Kljenak I., Sathiah P. SARNET hydrogen deflagration benchmarks: Main outcomes and conclusions. *Annals of Nuclear Energy*. ISSN 0306-4549. 2014. Vol. 74, p. 143–152.
5. Bobinaitė V., Tarvydas D. Financing instruments and channels for the increasing production and consumption of renewable energy: Lithuanian case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 2014. Vol. 38, p. 259-276.
6. Esteves L.P., Lukošiūtė I., Česnienė J. Hydration of cement with superabsorbent polymers. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. ISSN 1388-6150. 2014. Vol. 118, Iss. 2. p. 1385-1393.
7. Fleurot J., Lindholm I., Kononen N., Ederli S., Jaeckel B., Kaliatka A., Duspiva J., Steinbrueck M., Hollands T. Synthesis of spent fuel pool accident assessments using severe accident codes. *Annals of Nuclear Energy*. ISSN 0306-4549. 2014. Vol. 74, p. 58-71.
8. Gaigalis V., Markevičius A., Katinas V., Škėma R. Analysis of the renewable energy promotion in Lithuania in compliance with the European Union strategy and policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 2014. Vol. 35, p. 422-435.
9. Gaigalis V., Škėma R. Analysis of fuel and energy transition in Lithuanian households sector and its sustainable development in compliance with the EU policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 2014. Vol. 37, p. 273-287.
10. Gaigalis V., Škėma R. Sustainable economy development and transition of fuel and energy in Lithuania after integration into the European Union. *Renewable and sustainable energy reviews*. ISSN 364-0321. 2014. Vol. 29, p. 719-733.
11. Grybėnas A., Makarevičius V., Kaliatka T., Dundulis G., Kriukienė R. Stress-induced Hydride Reorientation and Cracking in Fuel Cladding Tube. *Materials Science (Medžiagotyra)*. ISSN 1392-1320. 2014. Vol. 20, No. 4, p. 403-408.
12. Grigaitienė V., Valinčius V., Snapauskienė V. Plasma spray deposition and characterization of catalytic coatings for environmental application. *Fresenius Environmental Bulletin*. ISSN 1018-4619. 2014. Vol. 23, No. 11, p. 2718-2721.
13. Hall J., Arheimer B., Borga M., Brazdil R., Claps P., Kiss A., Kjeldsen T. R., Kriauciūnienė J., Kundzewicz Z.W., Lang M., Llasat M.C., Macdonald N., McIntyre N., Mediero L., Merz B., Merz R., Molnar P., Montanari A., Neuhold C., Parajka J., Perdigao R.A.P., Plavcova L., Rogger M., Salinas J.L., Sauquet E., Schar C., Szolgay J., Viglione A., Bloschl G. Understanding flood regime changes in Europe: a state-of-the-art assessment. *Hy-*

- drology and Earth System Sciences*. ISSN 1027-5606. 2014. Vol. 18, p. 2735-2772.
14. **Iešmantas T., Alzbutas R.** Bayesian assessment of electrical power transmission grid outage risk. *International Journal Electrical Power & Energy Systems*. ISSN 0142-0615. 2014. Vol. 58, p. 85-90.
 15. **Jakimavičius D., Gailiušis B., Šarauskienė D., Jurgelėnaitė A., Meilutytė-Lukauskienė D.** Assessment of the riverine hydrokinetic energy resources in Lithuania. *Baltica*. ISSN 3367-3064. 2014. Vol. 27, No. 2, p. 141-150.
 16. **Justinavičius D., Sirvydas A., Poškas P.** Thermal analysis of reference repository for RBMK-1500 spent nuclear fuel in crystalline rocks *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. ISSN 1388-6150. 2014. Vol. 118, No. 2 p. 767-773.
 17. Kačianauskas R., Tumonis L., **Džiugys A.** Simulation of the normal impact of randomly shaped quasi-spherical particles. *Granular Matter*. ISSN 1434-5021. 2014. Vol. 16, Iss. 3, p. 339-347.
 18. **Kaliatka A., Vaišnoras M., Valinčius M.** Modelling of valve induced water hammer phenomena in a district heating system. *Computers & Fluids*. ISSN 0045-7930. 2014. Vol. 94, p. 30-36.
 19. **Kaliatka T., Kaliatka A., Vileiniškis V., Ušpuras E.** Modelling of QUENCH-03 and QUENCH-06 Experiments Using RELAP/SCDAPSIM and ASTEC Codes. *Science and Technology of Nuclear Installations*. ISSN 1687-6075. 2014. Vol. 2014, Article ID 849480, p. 1-13.
 20. **Kaliatka T., Kaliatka A., Makarevičius V.** Analysis of processes in RBMK-1500 fuel rods during the operation, short and intermediate term storage. *Kerntechnik*. ISSN 0932-3902. 2014. Vol. 79, No. 1, p. 9-18.
 21. **Katinas V., Markevičius A., Perednis E., Savickas J.** Sustainable energy development - Lithuania's way to energy supply security and energetics independence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 2014. Vol. 30, p. 420-428.
 22. **Katinas V., Sankauskas D., Markevičius A., Perednis E.** Investigation of the wind energy characteristics and power generation in Lithuania. *Renewable Energy*. ISSN 0960-1481. 2014. Vol. 66, p. 299-304.
 23. **Kavaliauskas Z., Marcinauskas L., Valinčius V.** Influence of the oxygen plasma treatment on carbon electrode and capacity of supercapacitors. *Acta Physica Polonica A*. ISSN 0587-4246. 2014. Vol. 125, No. 6, p. 1316-1318.
 24. **Kėželis R., Grigaitienė V., Levinskas R., Brinkienė K.** The employment of a high density plasma jet for the investigation of thermal protection materials. *Physica Scripta*. ISSN 0031-8949. 2014. T. 161, p. 1-5.
 25. Kjeldsen T.R., Macdonald N., Lang M., Mediero L., Albuquerque T., Bogdanowicz E., Brázil R., Castellarin A., David V., Fleig A., Güll G.O., **Kriaučiūnienė J.**, Kohnová S., Merz B., Nicholson O., Roald L.A., Salinas J.L., **Šarauskienė D.**, Šraj M., Strupczewski W., Szolgay J., Toumazis A., Vanneuville W., Veijalainen N., Wilson D. Documentary evidence of past floods in Europe and their utility in flood frequency estimation. *Journal of Hydrology*. ISSN 0022-1694. 2014. Vol. 517, P. 963-973.
 26. **Klementavičius A., Radziukynas V., Radziukynienė N.** Pukys G. Homogeneous generation period method for the analysis of wind generation variation. *Energy Conversion and Management*. ISSN 0196-8904. 2014. Vol. 86, p. 165-174.
 27. **Klevas V., Biekša K., Murauskaitė L.** Innovative method of RES integration into the regional energy development scenarios. *Energy Policy*. ISSN 0301-4215. 2014. Vol. 64, p. 324-336.
 28. Kuprys A., **Gatautis R.** Comparison refurbishment models of district heating networks. *Journal of Civil Engineering and Management*. ISSN 1392-3730. 2014. Vol. 20, No. 1, p. 11-20.
 29. Leonavičius V., **Genys D.** Daugiabuciu namų renovacija: socialinis ir ekonominis aspektai. *Filosofija. Sociologija*. ISSN 0235-7186. 2014. T. 25, Nr. 2, p. 98-108.
 30. **Maslauskas E., Pedišius N., Zygmantas G.** Investigation of liquid viscosity influence on flow rate measurement by rotary vane meters. *Mechanika*. ISSN 1392-1207. 2014. Vol. 20, No. 2, p. 158-164.
 31. **Navakas R., Džiugys A., Peters B.** A community-detection based approach to identification of inhomogeneities in granular matter. *Physica A-Statistical Mechanics and its Applications*. ISSN 0378-4371. 2014. Vol. 407, p. 312-331.
 32. **Ognerubov V., Kaliatka A., Vileiniškis V.** Features of modelling of processes in spent fuel pools using various system codes. *Annals of Nuclear Energy*. ISSN 0306-4549. 2014. Vol. 72, p. 497-506.
 33. **Pažeraitė A., Krakauskas M., Mikalauskienė A.** Spread of clean technologies in Lithuanian electricity sector. *Transformations in Business & Economics*. ISSN 1648-4460. 2014. Vol. 13, No. 2 (32), p. 174-187.
 34. Peters B., **Džiugys A.** Evaluation of heat transfer on a backward acting grate. *Mechanika*. ISSN 1392-1207. 2014. Vol. 20, No. 1, p. 24-34.
 35. **Poškas G., Zujus R., Poškas P., Miliauskas G.** Modeling of the Radiological Contamination of the RBMK-1500 reactor water purification and cooling system. *Science and Technology of Nuclear Installations*. ISSN 1687-6083. 2014. Article ID 293158.
 36. **Poškas P., Narkūnienė A., Grigaliūnienė D.** Finsterle S. Comparison of radionuclide releases from a conceptual geological repository for RBMK-1500 and BWR spent nuclear fuel. *Nuclear Technology*. ISSN 0029-5450. 2014. Vol. 185, No. 3, p. 322-335.
 37. **Poškas R., Poškas P., Sirvydas A., Gediminskas A.**

- Investigation of air flow distribution in small-scale food products dryer. *Drying Technology: An International Journal*. ISSN 0737-3937. 2014. Vol.32. Iss 13, p. 1533-1539.
38. **Povilaitis M., Urbonavičius E., Rimkevičius S.** Validation of special nodalisation features for lumped-parameter injection modelling based on MISTRA facility tests from ISP-47 and SARNET. *Nuclear Engineering and Design*. ISSN 0029-5493. 2014. Vol. 278, p. 86-96.
39. **Ragaišis V., Poškas P., Šimonis V., Šmaižys A., Kilda R., Grigaliūnienė D.** The environmental impact assessment process for nuclear facilities: A review of the Lithuanian practice and experience. *Progress in Nuclear Energy*. ISSN 0149-1970. 2014. Vol. 73, p. 129-139.
40. **Slavickas A., Pabarčius R., Tonkūnas A., Stankūnas G.** Decomposition analysis of void reactivity coefficient for innovative and modified BWR assemblies. *Science and Technology of Nuclear Installations*. ISSN 1687-6075. 2014. Vol. 2014, Article ID 132737, p. 1-9.
41. **Stankūnas G., Pabarčius R., Tonkūnas A.** Assessment and benchmarking of the impact to gamma dose rate employing different photonto-dose conversion factors using MCNPX code at the decommissioning stage of Ignalina Nuclear Power Plant. *Radiation Protection Dosimetry*. ISSN 0144-8420. 2014. Vol. 162. No. 1-2. p. 68-72.
42. **Stankūnas G., Syme D.B., Popovichev S., Conroy S., Batistoni P.** Safety analyses in support of neutron detector calibration operations at JET. *Fusion Engineering and Design*. ISSN 0920-3796. 2014. Vol. 89, p. 2204-2209.
43. **Striūgas N., Zakarauskas K., Džiugys A., Navakas R., Paulauskas R.** An evaluation of performance of automatically operated multi-fuel downdraft gasifier for energy production. *Applied Thermal Engineering* 2014. ISSN 1359-4311. 2014. Vol. 73, Iss. 1, p. 1149-1157.
44. **Šmaižys A., Poškas P., Narkūnas E., Bartkus G.** Numerical modelling of radionuclide inventory for RBMK irradiated nuclear fuel. *Nuclear Engineering and Design*. ISSN 0029-5493. 2014. Vol. 277, p. 28-35.
45. **Štreimikienė D., Ališauskaitė-Šeškienė I.** External costs of electricity generation options in Lithuania. *Renewable Energy*. ISSN 0960-1481. 2014. Vol. 64, p. 215-224.
46. **Štreimikienė D., Mikalauskienė A.** Lithuanian consumer's willingness to pay and feed-in prices for renewable electricity. *Amfiteatru Economic*. ISSN 1582-9146. 2014. Vol. XVI, No. 36, p. 594-605.
47. **Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Grigaitienė V., Valinčius V.** Operational parameters of thermal water vapor plasma torch and diagnostics of generated plasma*. *Romanian Reports in Physics*. ISSN 1841-8759. 2014. Vol. 66, No. 4, p. 1125-1136.
48. **Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Valinčius V., Grigaitienė V.** Production of synthesis gas from propane using thermal water vapor plasma. *International Journal of Hydrogen Energy*. ISSN 0360-3199. 2014. Vol. 39, p. 2078-2086.
49. **Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Valinčius V., Grigaitienė V., Kavaliauskas Ž.** Diagnostic methods used for atmospheric pressure thermal arc plasma. *Physica Scripta*. ISSN 0031-8949. 2014. T. 161, p. 1-5.
50. **Tolenis T., Gaspariūnas M., Lelis M., Plukis A., Buzelis R., Melninkaitis A.** Assessment of effective-medium theories of ion-beam sputtered Nb205-SiO₂ and ZrO₂-SiO₂ mixtures. *Lithuanian Journal of Physics*. ISSN 1648-8504. 2014. Vol. 54. No. 2. p. 99-105.
51. **Tsyntsaru N., Kaziukaitis G., Yang C., Cesiulis H., Philippen H.G.G., Lelis M., Celis J.-P.** Co-W nanocrystalline electrodeposits as barrier for interconnects. *Journal of Solid State Electrochemistry*. ISSN 1432-8488. 2014. Vol. 18, Iss. 11, p. 3057-3064.
52. **Vaideliénė A., Galdeikas A., Tervydis P.** Modeling of Kinetics of Air Entrainment in Water Produced by Vertically Falling Water Flow. *Materials Science*. ISSN 1392-1320. 2014. Vol. 20, No. 3 p. 357-362
53. **Valinčius M., Šeporaitis M., Kaliatka A., Pabarčius R., Gasiūnas S., Laurinavičius D.** The concept and RELAP5 model of thermal-hydraulic system, employing a rapid condensation for coolant circulation. *Heat Transfer Engineering*. ISSN 0145-7632. 2014. Vol. 35, Iss. 4, p. 327-335.
54. **Venckutė V., Miškinis J., Kazlauskienė V., Šalkus T., Dindune A., Kanepe Z., Ronis J., Maneikis A., Lelis M., Kežionis A., Orliukas A.F.** XRD, XPS, SEM/EDX and broadband impedance spectroscopy study of pyrophosphate (LiFeP₂O₇ and Li_{0.9}Fe_{0.9}Ti_{0.1}P₂O₇) ceramics. *Phase Transitions*. ISSN 0141-1594. 2014. Vol. 87, Iss. 5, p. 438-451.

STRAIPSNIAI MOKSLO LEIDINIUOSE, REGISTRUOTUOSE TARPTAUTINĖSE MOKSLINĖS INFORMACIJOS DUOMENŲ BAZĖSE

1. **Augutis J., Jokšas B., Krikštolaitytė R., Urbonas R.** The criticality measure of energy systems. *Energy Procedia*. ISSN 1876-6102. 2014. p. 1025-1028.
2. **Augutis J., Martišauskas L., Krikštolaitytė R.** Augutienė E. Impact of the Renewable Energy Sources on the Energy Security. *Energy Procedia*. ISSN 1876-6102. 2014. p. 945-948.
3. **Gecevičius G.** Dvarionienė J. Sustainable energy system development in local communities. *Environmental Research, Engineering and Management*. ISSN 1392-1649. 2014. 4(70), p. 46-53.
4. **Katinas V., Marčiukaitis M., Tamašauskienė M.** Vėjo jėgainių generuojamo akustinio triukšmo ir jo poveikio aplinkai tyrimai. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014.

- T. 60, Nr. 1, p. 36-43.
5. **Laurinavičius D., Šeporaitis M., Gasiūnas S.** Kondensacijos šilumos nuvedimo nuo tarpfazinio paviršiaus į vandens gilumą tyrimas taikant termografinį metodą. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 4. p. 197-209.
 6. Mendikoa I., Sorli M., Armijo A., Garcia L., Erazquin L., Insunza M., Bilbao J., Friden H., Bjork A., Bergfors L., **Škėma R., Alzbutas R., Iešmantas T.** Energy efficient heat treatment process design and optimisation. *Materials Science Forum*. ISSN 1662-9752. 2014. Vol. 797, p. 139.
 7. **Miškinis V., Galinis A., Konstantinavičiūtė I., Lekavicius V.** Energijos vartojimo Lietuvoje ir ES šalyse tendencijos. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 2. p. 96-112.
 8. **Paulauskas R., Džiugys A., Striūgas N.**, Garšvinskaitė L., Misiulis E. Experimental and theoretical investigation of wood pellet shrinkage during pyrolysis. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 1, p. 1-11.
 9. **Poškas P., Poškas R., Sirvydas A.** Analysis of alternatives for radwaste management during dismantling of the equipment in building V1 at Ignalina NPP. *Progress in Nuclear Science and Technology*. ISSN 2185-4823. 2014. Vol. 4, p. 828-831.
 10. **Saliamonas A., Navakas R., Striūgas N., Džiugys A., Zakarauskas K.** Effect of producer gas addition on spectral characteristics of the natural gas flame. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 4. p. 210-219.
 11. **Štreimikienė D.** Comparison of cost estimates of final disposal facilities for carbon dioxide and high-level radioactive waste. *International Journal of Global Energy Issues*. ISSN 0954-7118. Vol. 37, No. 1/2/3/4. 2014. p. 77-105.
 12. **Štreimikienė D.**, Ališauskaitė-Šeškienė I. Lietuvos gyventojų pasirengimo mokėti už atsinaujinančius energijos išteklius vertinimas. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 3. p.169-183.
 13. Šutas A., **Kaliatka A., Vileiniškis V.** QUENCH-3 eksperimento modeliavimas ASTEC programų paketu. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 4. p. 220-232.
- Greenhouse Gas Measurement and Management.**
ISSN 2043-0779. 2014. Vol. 4, Iss. 1, p. 1-14.
3. **Leonavičius V.**, Genys D. The transformation of energy risk in the Baltic States. *Baltic Journal of Law & Politics*. ISSN 2029-0454. 2014. Vol. 7, No. 1 p. 49-69.
 4. **Miškinis V.** Lietuvos energetika 2013. *Lietuvos energetika*. ISSN 1822-5268. 2014. p. 1-17.
 5. **Ušpuras E.** Annual report of the Association EURATOM/LEI 2013. *Annual report of the Association EURATOM/LEI 2013*. ISSN 2029-1612. Lithuanian Energy Institute/Vilnius University Institute of Theoretical Physics and Astronomy. p. 1-55.
 6. **Ušpuras E.** Report of the Association EURATOM/LEI 2007–2013. *Report of the Association EURATOM/LEI 2007–2013*. ISSN 2029-1612. Lithuanian Energy Institute/Vilnius University Institute of Theoretical Physics and Astronomy. p. 1-27.

KNYGOS, JŪ SKYRIAI

1. **Dzenajavičienė E.F., Kveselis V.** The efficient use of biomass for sustainable energy sector. *Scholars' Press-OmniScriptum GmbH & Co. KG*: Germany, 2014. 156 p. ISBN 978-3-639-71236-0.
2. Hake J.-F., Fischer W., Schumann D., Havlova V., Vojtechova H., **Štreimikienė D.** Techno-economic comparison of geological disposal of carbon dioxide and radioactive waste. Chapter 7. Public acceptance. *IAEA Tecdoc-1758*. ISBN 978-92-0110114-3. Vienna, Austria 2014 p. 169-195.
3. **Štreimikienė D.**, Bajpai R., Paz Ortega E., Ryu J.H., Simons A. Techno-economic comparison of geological disposal of carbon dioxide and radioactive waste. Chapter 6. Cost estimation. *IAEA Tecdoc-1758*. ISBN 978-92-0110114-3. Vienna, Austria 2014 p. 133-167.

PRANEŠIMAI TARPTAUTINĖSE KONFERENCIJOSE

1. **Ališauskaitė-Šeškienė I.** Renewable energy sources technology assessment and promotion. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 27-37.
2. **Andrikaitytė E., Miknus L., Pedišius N.** The influence of zeolitic catalyst on polypropylene thermal decomposition kinetics. *Chemistry and chemical technology: proceedings of the international conference*, Kaunas University of Technology, April 25, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2351-5643, p. 241-244.
3. **Baltušnikas A., Lukošiūtė I., Levinskas R., Česnienė J., Brinkienė K., Kalpokaitė-Dičkuvienė R.** Characterization of alkyl quaternary ammonium layered silicates by XRD analysis and measurements. *23th International Baltic Conference Materials Engineering 2014*. Book

STRAIPSNIAI KITUOSE MOKSLINUOSE PERIODINUOSE LEIDINUOSE

1. Čiegeis R., Dilius A., **Mikalauskienė A.** Darnaus vystymosi sričių dinamikos vertinimas Lietuvoje. *Regional Formation and Development Studies*. ISSN 2029-9370. 2014. No. 1 (11), p. 45-58.
2. **Konstantinavičiūtė I., Miškinis V., Norvaiša E., Bobinaitė V.** Assessment of national carbon dioxide emission factors for the Lithuanian fuel combustion sector.

- of Abstracts. Kaunas, Lithuania. October 23-24, 2014.
4. **Bertašienė A.** Impact of air flow structure on distinct shape of differential pressure devices. *International conference on Fluid mechanics*, ICEM. London December 22-23, 2014.
 5. **Bobinaitė V., Konstantinavičiūtė I.** Does electricity from renewable energy sources reduce electricity market price in Lithuania? *Proceedings of the 9th international conference on electrical and control technologies (ECT2014)*, Kaunas, Lithuania, May 8-9, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 1822-5934, p. 104-109.
 6. Černauskas M., **Marcinauskas L.**, Grigonis A. Growth of carbon films and nanostructures on metal-silicon substrates. *Radiation interaction with materials: Fundamentals and applications*, 5th international conference, program and materials, Kaunas, Lithuania, May 12-15, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2351-583X, p. 413-416.
 7. Diaconu D., Constantin M., Grasso G., Glinatsis G., Di Gabriele F., Alemberti A., De Bruyn D., **Urbonavicius E.** The Arcadia project in support of the Alfred concept. *Proceedings of the 22nd International Conference on Nuclear Engineering ICONE22* July 7-11, 2014. Prague, Czech Republic. p. 1-6.
 8. **Dundulis G., Janulionis R., Grybėnas A., Žutautaitė I., Rimkevičius S.** Reliability analysis of pipeline network. *Proc. of the 46th ESReDA seminar on reliability assesment and life cycle analysis of structures and infrastructures*, Torino, Italy May 29-30, 2014. p. 13.
 9. **Gecevičius G., Marčiukaitis M.** Technical and economic evaluation of wind turbines in different regions of Lithuania. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 86-95.
 10. **Grybėnas A., Baltušnikas A., Kriūkienė R., Lukošiūtė I., Makarevičius V.** Structural characterization of P91 steel after thermal ageing. *23th International Baltic Conference Materials Engineering 2014*. Book of Abstracts. Kaunas, Lithuania. October 23-24, 2014
 11. **Grigaitienė V., Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Valinčius V.** Water vapor plasma technology for organic waste treatment. *Proceedings of 4th international conference on nuclear & renewable energy resources*. ISBN 978-605-86911-2-4. 26-29 October 2014, Antalya-Turkey p. 6.
 12. **Grigaitienė V., Tamošiūnas A., Valinčius V., Valatkevičius P.** Water vapor plasma for synthesis gas production from organic waste. *Plasma Sciences (ICOPS) held with 2014 IEEE International Conference on High-Power Particle Beams (BEAMS)*, 2014 IEEE 41st International Conference. ISBN 978-1-4799-2711-1. 25-29 May 2014. p. 1-5.
 13. **Grigonienė J., Lisauskas A., Kveselis V.** New opportunities for using solar energy in Lithuanian district heating companies. *Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*, 2014 Ninth International Conference on 25-27 March 2014 Monte-Carlo. Print ISBN: 978-1-4799-3786-8. 2014. p. 1-6
 14. **Iešmantas T., Alzbutas R.** Bayesian methodology for fusion plant reliability data analysis. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 181-193.
 15. **Jokšas B., Žutautaitė I., Ušpuras E.** A gas supply system criticality assessment. *Risk analysis IX: 9th international conference on risk analysis and hazard mitigation*. Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton: WitPress, 2014. ISBN 978-1-84564-792-6, p. 321-330.
 16. **Kaliatka T., Kaliatka A., Vileiniškis V.** Best estimate approach for QUENCH-03 and QUENCH-06 Experiments. *20th International QUENCH Workshop Karlsruhe Institute of Technology*, Campus North, November 11-13, 2014 p. 20.
 17. **Kaliatka T., Ušpuras E., Kaliatka A.** Analysis of processes in fuel rods during normal operation, wet and dry storage in Ignalina NPP. *Radiation interaction with materials: Fundamentals and applications*, 5th international conference, program and materials, Kaunas, Lithuania, May 12-15, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2351-583X, p. 67.
 18. **Kaliatka T., Ušpuras E., Kaliatka A.** Modeling of water ingress in to vacuum vessel. *Proceedings of the 22nd International conference on nuclear engineering ICONE22*. Prague, Czech Republic July 7-11, 2014. p. 6.
 19. **Kveselis V., Lisauskas A., Dzenajavičienė E.F.** Investigating possibilities to integrate solar heat into district heating systems of Lithuanian towns. *Environmental engineering: 9th international conference*, Vilnius, Lithuania, May 22-23, 2014. Vilnius Gediminas Technical University Press: Technika, 2014. ISSN 2029-7092 / ISBN 978-609-457-640-0, p. 1-9.
 20. **Lelis M., Urbonavicius M., Milčius D.** Combined XRD and XPS analysis of in-situ plasma hydrogenated magnetron sputtered MG films. *EPDIC14, The European powder diffraction conference*. 15-18 June 2014. Denmark.
 21. **Murauskaitė L.** Interaction between district heating producers and consumers: the case of the use of large-scale renewable energy. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 9-16.
 22. **Murauskaitė L., Klevas V.** Challenges and options for the interaction of producers and consumers in district heating: a case study in Lithuania. *Proceedings from the 14th International Symposium on District Heating and Cooling*, Stockholm, Sweden, September 6-10, 2014. Sweden, 2014. ISBN 978-91-85775-24-8, p. 288-294.

23. **Narkūnas E., Poškas P.** Modelling of C-14 Distribution in Ignalina NPP Unit 1 RBMK-1500 Reactor Graphite Rings. *EURADWASTE '13*. ISSN 1831-9424. In proceedings of 8 th EC conference on the management of radioactive waste community policy and research on disposal „EURADWASTE 13“. October 14-17, 2013. Vilnius, Lithuania 2014. p. 451-454.
24. **Narkūnienė A., Poškas P., Kilda R.** The Study of the Relationship between Treatment and Disposal on the Performance of RBMK-1500 Graphite Disposal in Crystalline Rock. *EURADWASTE '13*. ISSN 1831-9424. In proceedings of 8 th EC conference on the management of radioactive waste community policy and research on disposal „EURADWASTE 13“. October 14-17, 2013. Vilnius, Lithuania 2014. p. 447-450.
25. Navickaitė S., **Marcinauskas L., Kėželis R., Kavaliauskas Ž.** Influence of powders type on the coatings microstructure produced by plasma spraying. *Radiation interaction with materials: Fundamentals and applications*, 5th international conference, program and materials, Kaunas, Lithuania, May 12-15, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2351-583X, p. 175-178.
26. **Paulauskas R., Džiugys A., Striūgas N.** Experimental investigation of wood pellet shrinking during pyrolysis. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 373-378.
27. **Paulauskas R., Džiugys A., Striūgas N.** Comparison of experimental measurements and numerical model for wood pellet shrinking during pyrolysis. *International Bioenergy conference 2014 Manchester central convention Complex*, Manchester, UK 11-13 March 2014.
28. **Poškas R., Sirvydas A., Poškas P., Jankauskas J.** Investigation of collection efficiency of electrostatic precipitator for small heating appliances. *9th international conference environmental engineering*, Vilnius, Lithuania, May 22-23, 2014. Vilnius: VGTU, 2014. p. 1-7.
29. **Praspaliauskas M., Pedišius N., Vonžodas T., Valantinavičius M.** The Investigation of Syngas Formation in Co-gasification of Dried Sewage Sludge Mixtures with Wood Biomass. *22nd European biomass conference and exhibition*, Hamburg, Germany, June 23-26, 2014. ISBN 978-88-89407-52-3. p. 217-220.
30. **Radziukynas V., Klementavičius A.** Short-term wind speed forecasting with ARIMA model. *55th International scientific conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*, 2014. ISBN 978-1-4799-7460-3. Riga, Latvia. 2014. p. 145-149.
31. **Saliamonas A., Striūgas N., Navakas R.** Spectroscopic analysis of syngas generated from wooden pellets addition to natural gas combustion. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014.
32. **Stravinskas G., Striūgas N.** Thermal analysis on pyrolysis and combustion of biomass and sewage Sludge With Evolved Gas Analysis. *5th international symposium on energy from biomass and waste*, Venice, 17-20 November 2014. ISBN 978-88-6265-085-4. p. 128.
33. **Striūgas N.** An investigation on performance of pelletized waste downdraft gasification for energy production. *The 5 th international conference on engineering for Waste and Biomass Valorisation (WasteEng2014)*. ISBN 979-10-91526-03-6. August 25-28, 2014. Rio de Janeiro, p. 1542-1551.
34. **Šmaižys A., Poškas P., Narkūnas E.** Modelling of RBMK spent nuclear fuel characteristics. *Proceedings of 22nd international conference on nuclear Engineering (ICONE22)*, Prague, Czech Republic. July 7-11, 2014.
35. **Štreimikienė D., Volochovic A.** The Impact of Residential Energy Savings on GHG Emission Reduction in Lithuania. *San Francisco International Business & Education conferences proceedings*, August 3-7, 2014. ISSN 1539-8757, p. 550-1-550-11.
36. **Štreimikienė D., Mikalauskienė A.** Comparative assessment of costs of ultimate disposal facilities for carbon dioxide storage. *Journal of strategic and international studies*. ISSN 2326-3636. 2014. Vol. IX, No. 6, p. 34-40.
37. **Štreimikienė D., Mikalauskienė A.** Multi-criteria analysis of district heat generation technologies in Lithuania. *Journal of strategic and international studies*. ISSN 2326-3636. 2014. Vol. IX, No. 6, p. 20-26.
38. **Šutas A.** Analysis of the fuel rods degradation in Ignalina NPP spent fuel pools in case of loss of coolant accident. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 406-414.
39. **Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Grigaitienė V., Valinčius V.** Diagnostics of the atmospheric pressure thermal arc plasma by enthalpy probe method. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 348-352.
40. Urbonavičius M., **Milčius D.** Reaction of aluminum with water to produce hydrogen. *Radiation interaction with materials: Fundamentals and applications*, 5th international conference, program and materials, Kaunas, Lithuania, May 12-15, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2351-583X, p. 190-193.
41. Urbonavičius M., **Milčius D.** Hydrogen generation from reaction between plasma activated aluminum powder and water. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 1-8.

42. **Ušpuras E.** Lithuanian activities in the nuclear competence building. *International conference on challenges faced and scientific support organizations (TSOs) in enhancing nuclear safety and security: strengthening cooperation and improving capabilities IAEA CN-214*, 27-31 October 2014, Beijing, China. p. 7.
43. **Ušpuras E.** Lithuanian increase networking after joining the EU. *International conference on challenges faced and scientific support organizations (TSOs) in enhancing nuclear safety and security: strengthening cooperation and improving capabilities IAEA CN-214*, 27-31 October 2014, Beijing, China. p. 10.
44. **Valantinavičius M., Vonžodas T., Praspalaiuska M., Pedišius N.** The investigation of torrefaction and properties of formed products from agro-cultural residues and woody biomass. *22nd European biomass conference and exhibition*, Hamburg, Germany, June 23-26, 2014. ISBN 978-88-89407-52-3. p. 214-216.
45. **Valinčius V., Grigaitienė V., Kėželis R., Milieška M.** Mineral fiber catalyst for flue gas treatment manufactured by plasma spray technology. *Proceedings of 4th international conference on nuclear & renewable energy resources 26-29 October 2014*, Antalya, Turkey. ISBN 978-605-86911-2-4. p. 6.
46. **Valinčius V., Grigaitienė V., Valatkevičius P.** Behaviour of dispersed ceramic particles in DC arc plasma jet during the spray deposition of coatings. *Plasma Sciences (ICOPS) held with 2014 IEEE International Conference on High-Power Particle Beams (BEAMS)*, 2014 IEEE 41st International Conference. ISBN 978-1-4799-2711-1. 25-29 May 2014 p. 1-6.
47. Varnagiris Š., **Milčius D.** Polystyrene surface activation using plasma technologies. *Radiation interaction with materials: Fundamentals and applications, 5th international conference, program and materials*, Kaunas, Lithuania, May 12-15, 2014. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2351-583X, p. 440-443.
48. Varnagiris Š., **Milčius D.** Ageing and surface characteristics investigation of expanded polystyrene treated in air and argon plasma. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 333-338.
49. **Vileiniškis V., Kaliatka T., Kaliatka A., Ušpuras E., Šutatas A.** Uncertainty and sensitivity analysis of QUENCH experiments using ASTEC and RELAP/SCDAPSIM Codes. *The 10th International Topical Meeting on Nuclear Thermal-Hydraulics, Operation and Safety (NUTHOS-10) NUTHOS10-1206 Okinawa, Japan*, December 14-18, 2014. p. 1-15
50. **Vonžodas T., Pedišius N.** Investigation of performance and emission parameters of space-heating biomass stove. *International conference 7th St. Gallen international energy forum IEF*. Switzerland, November 28-29, 2014.
51. **Zakarauskas K., Striūgas N.** Experimental investi-
- gation of additional reforming process of syngas using biomass char. *11th international conference of young scientists on energy issues (CYSENI 2014)*, Kaunas, Lithuania, May 29-30, 2014. Kaunas: LEI, 2014. ISSN 1822-7554, p. 379-383.
52. **Zakarauskas K., Striūgas N., Stravinskas G.** Experimental investigation of syngas dry reforming with CO₂. Influence of char properties. *22nd European Biomass conference and exhibition*. ISSN 2282-5819, 23-26 June, 2014. Hamburg/Germany, p. 1232-1235.

PRANEŠIMAI LIETUVOS KONFERENCIJOSE

1. **Kaliatka T.** W7-X įrenginio termohidraulinė analizė nedidelio trūkio aušinimo sistemoje atveju. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 52-55.
2. **Katinas V., Marčiukaitis M., Tamašauskienė M.** Vėjo jėgainių generuojamo triukšmo skaidos tyrimai. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 25-30.
3. **Kavaliauskas Ž.** Plazmos srauto parametrų tyrimai kolorimetriniu zondu. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 99-100.
4. **Markevičius A., Gaigalis G., Savickas J.** Tvarios energetikos strategijos – Lietuvos regionų plėtros prielaida. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 20-24.
5. **Milieška M., Kėželis R., Valinčius V.** Katalizino pluošto formavimas plazmine technologija ir jo savybių tyrimas. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 101-106.
6. **Mockevičius M., Zygmantas G., Valaitis D.** Srauto trikdžių įtakos vandens skaitiklių metrologinėms charakteristikoms tyrimo rezultatai. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 139-142.
7. **Murauskaitė L., Klevas V.** Saulės ir geoterminės energijos panaudojimo galimybės centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 37-42.
8. **Paulauskas R., Džiugys A., Striūgas N.** Medžio gra-

- nulės pokyčių tyrimas pirolizės metu. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 31-36.
9. **Pažeraitė A., Krakauskas M.** Konkurencija centralizuotai tiekiamos šilumos sektoriuje. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 123-126.
 10. **Poškas G.** Ignalinos AE pastato V1 sistemų išmontavimo alternatyvų neapibrėžtumo analizė. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 56-61.
 11. **Poškas R., Sirvydas A.** Kietujų dalelių susidarymas deginant biokurą ir jų sugaudymo efektyvumas naudojant elektrostatinį filtrą. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 9-13.
 12. **Savickas J., Tamašauskienė M.** Biodegalų ir biodujų gamybos Lietuvoje 1998–2013 m. analizė ir ateities prognozės. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 14-19.
 13. **Slavickas A., Pabarčius R.** Doplerio reaktyvumo koeficiente tyrimas inovatyvioje BWR kuro rinklėje. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 70-75.
 14. **Vaidelienė A., Grikštaitė R.** Oro burbuliukų ir vandens lašelių mišinio susidarymas krintančio vandens srauto zonoje. *Šilumos energetika ir technologijos-2014: konferencijos pranešimų medžiaga*, Kauno technologijos universitetas, 2014 m. sausio 31. Kaunas: Technologija, 2014. ISSN 2335-2477, p. 107-112.
- ### MOKSLO POPULIARINIMO STRAIPSNIAI
1. **Biekša K.** Ekologinis pėdsakas – priemonė darniam vystymuisi vertinti. *Ekologinio pėdsako skaičiavimo metodika*. 2014/1/1. LEI; Lietuvos vaikų ir jaunimo centras, www.lvjc.lt/ekopedsakas/Ekologinis%20ped-sakas_aprasymas1.pdf.
 2. **Dzenajavičienė E.F.** Medienos kuro gamybos iš miško kirtimų ir miškotvarkos apimčių bei sąnaudų vertinimas. *Structum*. 2014. No. 2, p. 76-79.
 3. **Dzenajavičienė E.F., Kveselis V., Tamonis M.** Biokuras iš miško atliekų-brangiausias jo surinkimas // <http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/354/1/0/1/>
 4. **Gaigalis V., Škėma R.** Kuro ir energijos vartojimo Lietuvoje ir jos pramonėje pokyčiai 2005–2012 m. *Structum*. Nr. 1. 2014. p. 54-58.
 5. **Gaigalis V., Škėma R.** Sutarčių dėl energijos vartojimo efektyvumo taikymo pagrindai ir europinės energetinių paslaugų teikimo elgesio kodeksas. *Energetika*. ISSN 0235-7208 .2014. T. 60. Nr. 4 p. i-iv.
 6. **Gaigalis V., Škėma R.** Energetinių paslaugų rinkų skaidrumo didinimas ir europinės šių paslaugų teikimo elgesio kodeksas. *Šiluminė technika*. ISSN 1392-4346 Nr. 4. 2014. p. 27-30.
 7. **Kriauciūnienė J., Meilutytė-Lukauskienė D., Šarauskienė D.** Lietuvos ir Latvijos dėmesys vandens kokybei. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 1, p. iii-v.
 8. **Kriauciūnienė J., Meilutytė-Lukauskienė D., Šarauskienė D.** Bendri Latvijos ir Lietuvos mokslininkų vandens kokybės tyrimai. *Mokslo ir technika*. ISSN 0134-3165. 2014. Nr. 5, p. 22-23.
 9. **Krikštolaitis R., Šimonis A.** Apgintos daktaro disertacijos. *Energetika (Kronika)*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 3, p. iv-v.
 10. **Kviklys A.-J., Lukošiūtė I., Levinskas R.** II.2.3. Polimerinių medžiagų tyrimai Energetikos institute. *Lietuvos chemijos istorija*. ISBN 978-609-459-346-8. 2014. p. 90-496.
 11. **Lisauskas A., Kveselis V., Dzenajavičienė E.F.** Saulės energija centralizuotoje šilumos gamyboje. *Šiluminė technika*. ISSN 1392-4346. 2014. Nr. 1(58), p. 24-27.
 12. **Meilutytė-Lukauskienė D., Bobinaitė V.** Lietuvos energetikos institute - 11-oji tarptautinė konferencija CYSENI 2014. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 2, p. i-vii.
 13. **Meilutytė-Lukauskienė D., Šarauskienė D., Kriauciūnienė J.** Mišrių zonų nustatymo teisinė bazė ir praktinis modeliavimas. *Mokslo ir technika*. ISSN 0134-3165. 2014. Nr. 11/12 p. 20-21.
 14. **Pabarčius R., Rimkevičius S.** Branduolinės energijos kogeneracijos iniciatyva NC21-R. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 1, p. ii.
 15. **Rimkevičius S.** Įgyvendintas Lietuvos energetikos sistemų patikimumo ir rizikos tyrimui skirtas projektas. *Energetika (Kronika)*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 4, p. i-xi.
 16. **Škėma R., Gaigalis V.** Išlaidų už suvartotą energiją taupymas be papildomų investicijų! Sutarčių dėl energijos vartojimo efektyvumo taikymas - gera galimybė tai pasiekti. *Šiluminė technika*. ISSN 1392-4346. 2014. Nr. 1(58), p. 30.
 17. **Škėma R., Gaigalis V.** Išlaidų už suvartotą energiją taupymas - be papildomų investicijų. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 1, p. vi.

18. **Tamašauskienė M., Savickas J.** Atsinaujinančių, vietinių ir atliekinių energijos išteklių vartojimo plėtros patirtis ir analizė. *Structum*. 2014. No. 3, p. 76-77.
19. **Urbonavičius E.** Pasirašytas pirmasis „Horizontas 2020“ projektas - EUROfusion. *Energetika (Kronika)*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 3. p. i-vii.
20. **Valatkevičius P.** Apgintos daktaro disertacijos. *Energetika (Kronika)*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 4. p. x-xi.
21. **Vileiniškis V.** Europos sunkiųjų avarijų valdymo programų paketas. *Energetika*. ISSN 0235-7208. 2014. T. 60, Nr. 1, p. i.

PAGRINDINIAI

2014 m. ĮVYKIAI



Sausio 10 d.
Dr. J. Kriauciūnienė ir
dr. N. Pedišius apdovanoti LINPRA
Garbės ženklais



Sausio 10 d.
Prof. habil.dr. E. Ušpuras
apdovanotas LR Prezidento
Atminimo ženklu už asmeninj
indėlį prisdėdant prie Lietuvos
pirmininkavimo Europos Tarybai
2013 m.



Vasario 10 d. Lietuvos elektros energetikos asociacijos
narių vizitas



Sausio 16 d.
Prof. habil.dr.
E. Ušpuras ir
dr. R. Urbonas gavo
LR švietimo ir
mokslo ministro
padéką už
asmeninj indėlį
užtikrinant Lietuvos
pirmininkavimo
ES Tarybai sėkmę
švietimo, mokslo
ir moksliinių tyrimų
srityje



Vasario 13 d. KTU, LSMU ir LEI pasirašė jungtinės veiklos
sutartį ir įkūrė Nacionalinj inovacijų ir verslo centrą



Sausio 17 d. Studentų iš Kazachstano apsilankymas



Kovo 6 d. AB Achema atstovų vizitas



Kovo 6 d. NATO Energetinio saugumo kompetencijos centro atstovų vizitas



Balandžio 16 d. Prancūzijos ambasados ir LR Švietimo ir mokslo ministerijos atstovų vizitas



Kovo 27 d. Vieša diskusija *Nacionaliniai šilumos ūkio sektoriaus ypatumai, vertinant praktinių patyrimą bei prognozes*



Gegužės 7 d. Svečiai iš Minsko A. Stepanovo fizikos instituto



Balandžio 3 d. LEI Atvirų durų diena



Gegužės 12–16 d. LEI pravesti ENSTTI kursai *Criticality safety and thermal-hydraulics*



Balandžio 9 d. Asoc. Santakos slėnis valdybos susirinkimas



Gegužės 13 d. Paskirtas naujas LEI direktorius dr. Sigitas Rimkevičius



Gegužės 22 d. Išrinkta LEI Mokslo taryba



Gegužės 29–30 d.
Konferencija
Jaunoji energetika 2014



Birželio 12 d. Mokslinė diskusija *Lietuvos energetikos raidos kryptys*



Liepos 2 d. Asociacijos LITBIOMA atstovai LEI



Liepos 29 d. LR energetikos ministro J. Neverovičiaus vizitas



Rugsėjo 26 d. Tyrėjų naktis LEI

Rugsėjo 30 d.
Habil. dr. A. Kaliatka
išrinktas Lietuvos mokslų
akademijos tikruoju nariu



Spalio 7 d. Europos Komisija oficialiai pradėjo
programos *Horizontas 2020* projektą **EUROfusion**



Spalio 20 d. Prof. habil. dr.
E. Ušpuras paskirtas MITA
Fizinių ir technologijos
mokslų ekspertų tarybos
pirmininku



Spalio 21 d. Pasirašyta LEI ir NATO Energetinio saugumo
kompetencijos centro bendradarbiavimo sutartis



Spalio 30 d. Verslo ir mokslo forumas *Inovacijų ir mokslinių tyrimų bei eksperimentinės plėtros rezultatų diegimas – NEP proveržio garantas*



Lapkričio 6 d. Dr. A. Marcherto paskaita *Kaip aš „tapau“ Tarybų Sajungos atstovu JAV*



Lapkričio 10–17 d. Iš valstybės subsidijų finansuojamų darbų ataskaitų gynimas



Lapkričio 25 d. Kijevo technologijos universiteto prof. E.N. Pysmennyj vizitas



Gruodžio 4 d. Projekto HOTRISK baigiamasis seminaras *Mišrios zonas ir vandens kokybė*



Gruodžio 8–14 d. LEI pravesti ENSTTI kursai *Regulatory Framework for Decommissioning of Nuclear Facilities*



Gruodžio 12 d. LR Užsienio reikalų ministerijos ir MITA atstovai LEI



Gruodžio 19 d. Lietuvos 2014 metų gaminio nominacijų apdovanojimo įteikimo iškilmės



Breslaujos g. 3
LT-44403 Kaunas
tel. +370 37 351403
faksas: +370 37 351271
<http://www.lei.lt>

