

**LIETUVOS  
ENERGETIKOS  
INSTITUTAS**



**VEIKLOS APŽVALGA  
2011**

# LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS

## 2011 m.

### INSTITUTO MISIJA

Vykdyti tyrimus ir kurti inovacines technologijas energetikos, termoinžinerijos, matavimo inžinerijos, medžiagotyros ir ekonomikos srityse, vykdant mokslinius ir taikomuosius tyrimus, dalyvaujant studijų procesuose, perkeliant taikomųjų mokslinių tyrimų rezultatus ir atradimus į pramonę ir verslą, konsultuojant valstybės, valdžios, viešąsias ir privačias institucijas bei įmones klaušimais, susijusias su Lietuvos darnios energetikos plėtra. Aktyviai bendradarbiauti su Lietuvos universitetais ir kitomis aukštosiomis mokyklomis rengiant specialistus Lietuvos mokslui ir ūkiui.

### 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, įgyven-



dinti mokslo žinias į techniškai ir komerciškai naudingus procesus ir įrenginius, užtikrinančius inovaciinių energetikos technologijų plėtrą, energetikos objektų ir sistemų ekonomiškumą ir saugumą, energetikos išteklių efektyvų naudojimą ir tausojimą, aplinkos taršos mažinimą ir klimato atšilimo lėtinimą;

- skleisti visuomenėje mokslo žinias, skatinti inovacijomis ir žiniomis grindžiamos Lietuvos ekonomikos kūrimą;
- aktyviai dalyvauti Europos Sajungos programose ir tarptautiniuose projektuose, plėsti bendradarbia-

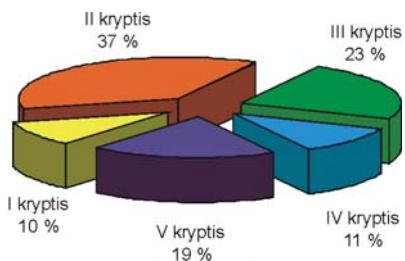
vimą su analogiškais pasaulio mokslinių tyrimų centrais.

### ARTIMIAUSI STRATEGINIAI UŽDAVINIAI

1. Nacionalinio atviros prieigos *Ateities energetikos technologijų mokslo centro* sukūrimas.
2. Mokslo, studijų ir verslo bendradarbiavimo plėtra;
3. Rengti aukščiausios kvalifikacijos specialistus energetikos problemoms spręsti;
4. Eksperimentinės bazės palaikymas ir plėtra.

## INSTITUTO MOKSLINĖ TIRIAMOJI VEIKLA

- I. Šiluminės fizikos, dujų ir skysčių dinamikos bei metrologijos tyrimai;
- II. Medžiagų, procesų ir technologijų tyrimai, skirti atsinaujinantiems energijos ištekliams įsisavinti, vandenilio energetikai, efektyviams energetikos resursų panaudojimui ir aplinkos taršai mažinti;
- III. Branduolinės ir termobranduolinės energetikos bei kitų industriinių objektų sauga ir patikimumas;
- IV. Branduolinių atliekų tvarkymas ir Ignalinos atominės elektrinės eksploatacijos nutraukimas;
- V. Energetinių sistemų modeliavimas ir valdymas, energetikos ekonomika.



Mokslininkų pasiskirstymas pagal mokslinės veiklos kryptis

## NARYSTĖ ŠALIES BEI TARPTAUTINĖSE ORGANIZACIJOSE, BENDRADARBIAVIMAS

LEI priklauso šioms asociacijoms: Branduolinės energetikos asociacija (**BEA**), Lietuvos elektros energetikos asociacija (**LEEA**), Lietuvos energetikos konsultantų asociacija (**LEKA**), Lietuvos inžinerinės pramonės asociacija (**LINPRA**), Lietuvos mokslių bibliotekų asociacija (**LMBA**), Lietuvos mokslo periodikos asociacija (**LMPA**), Lietuvos pramonininkų konfederacija (**LPK**), Lietuvos šiluminės technikos inžinerių asociacija (**LIŠTIA**), Nacionalinė kosmoso asocia-

cija, Dujų ūkio asociacija (**DŪA**), Energetikos ekonomikos asociacija, Statybų produktų bandymų laboratorijų asociacija (**SPBL**), Vandenilio energetikos asociacija, 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**), European Sustainable Energy Innovation Alliance (**ESEA**).

Taip pat institutas dalyvauja Vandenilio ir kuro elementų (H<sub>2</sub>/FC), Ateities gamyba, Nacionalinės šilumos energetikos, Nacionalinės biomasės ir biokuro gamybos ir naudojimo technologinių platformų veikloje. Ypač svarbu pažymėti, kad institutas aktyviai įsiliejo į dvi tarptautines branduolinės tematikos technologines platformas: Tvarios branduolinės energijos (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (**SNETP**)) ir Radioaktyviųjų atliekų geologinio laidojimo įgyvendinimo (Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform (**IGD-TP**))).

2011 metai institutui buvo gausūs įvykiai ir vizitais. Metų pradžioje pasirašyta sutartis su AB *Kauno energija* dėl bendradarbiavimo vykdyti Nacionalinės mokslo programos *Ateities energetika* projektus, skirtus energetikos sistemų patikimumo ir energetinio saugumo analizės metodikai sukurti.

Sukurta metodika leis įvertinti šilumos tiekimo tinklo patikimumą, kuris apsprendžiamas gedimų intensyvumu, jų remonto trukme, nepatiekų šilumos kiekiiu vartotojams, šilumos negavusių varotųjų skaičiumi ir kitais parametrais.

Vasarį pradžioje sulaukėme Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros



Pasirašius bendradarbiavimo sutartį. LEI direktorius prof. habil.dr. Eugenijus Ušpuras ir AB **Kauno energija** generalinis direktorius dr. Rimantas Bakas

(MITA) darbuotojų vizito, kurio metu pristatėme instituto pasiekimus, o MITA atstovai – numatomas savo veiklas. Institutas nuoširdžiai gali pasidžiaugti svariais pasiekimais 7-ojoje Bendrojoje programoje (7BP): iš 40 pateiktų parašų, kuriose institutas dažniausiai buvo partneriu, 23 paraškos įveikė vertinimo slenkstį (tai sudaro 57,5 % pateiktų parašų), o 15 projektų – vykdomi arba jau įvykdyti (sėkmės rodiklis – 37,5 %). Tai tikrai aukštas rodiklis. Pagal vykdomų 7BP projektų skaičių institutas Lietuvoje yra trečia institucija po dvieju didžiausių universitetų. Reiktu pažymėti, kad be 7BP projektų, instituto mokslininkai vykdo ir *Pažangji energetika Europai, Baltijos jūros regiono 2007–2013 m., Pietų Baltijos bendradarbiavimo persieną 2007–2013, TATENA, COST, EUREKA* programų projektus.

Vasarį įvyko slėnio Santaka organizuota tarptautinė konferencija **Mokslo, verslo ir studijų integracija – pažangai**. Konferencijoje svarstytojas mokslininkų, verslo subjektų ir akademinių institucijų sinergijos galimybės, padedančios efektyviau pritaikyti mokslo pasiekimus kuriant ir diegiant naujas technologijas ir užtikrinančios darnią žinių visuomenės plėtrą.

Kovą įvyko kitas įsimintinas įvykis – Kauno technologijos universiteto



NASA atstovai lankėsi Vandenilio energetikos technologijų centre

(KTU) karjeros dienos, kuriame dalyvavo bei veiklos galimybių pasiūlė ir mūsų instituto atstovai. Be instituto specialistų neapsiėjo ir tą patį mėnesį įvykęs, Vytauto Didžiojo universiteto (VDU) organizuotas, Moksleivių konkursas **Enlėja 2011**, kuriame moksleivių idėjas vertino ir instituto atstovai.

Pavasariui baigiantis – dar vienas įsimintinas, kasmečiu tapęs renginys – **8-oji tarptautinė doktorantų ir jaunuųjų mokslininkų konferencija CYSENI 2011**.

Rugsėjį institute lankėsi Energetinio saugumo centro prie Lietuvos Respublikos Užsienio reikalų ministerijos atstovai.

vai. Centro atstovai susipažino su instituto darbais, pasiekimais ir ateities planais, jie informavo apie centro planus ir iniciatyvas.

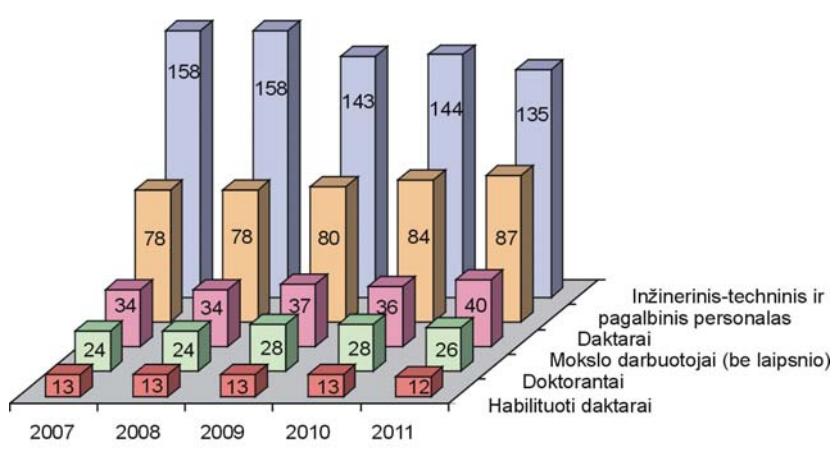
Spalį institute lankėsi NASA atstovai, norėdami susipažinti su instituto veikla, vykdomais tyrimais ir galimais bendrais projektais.

Ne mažiau populiarus tampa ir kitas kasmetis, vis gausiau lankytojų su dominantis ir daugiau bei įvairesnių pramogų suteikiantis renginys – 7-osios Bendrosios programos (7BP) projektas

**Tyrėjų naktis.** Mokslo metams prasidėjus, šis renginys labiau taikytinas vresniojo mokyklinio amžiaus moksleiviams ir studentams, tačiau vykdomos viktorinos ir konkursai sudomina ir kartu su téveliais atėjusius jaunesnius, galbūt būsimuosius mokslininkus.

## SANTAKOS SLĒNIS

LEI kartu su KTU ir Kauno sveikatos mokslų universitetu (KSMU) numatę 2013 m. įkurti integruotą mokslo, studijų ir verslo centrą (slėnį) *Santaka*. Slėnio misija yra, pasitelkiant puikiai išplėtotą infrastruktūrą ir geriausius žmogiškuosius išteklius, kurti naujas žinias, technologijas ir produktus chemijos, mechanikos, energetikos ir komunikacinių



Instituto darbuotojų skaičiaus kaita



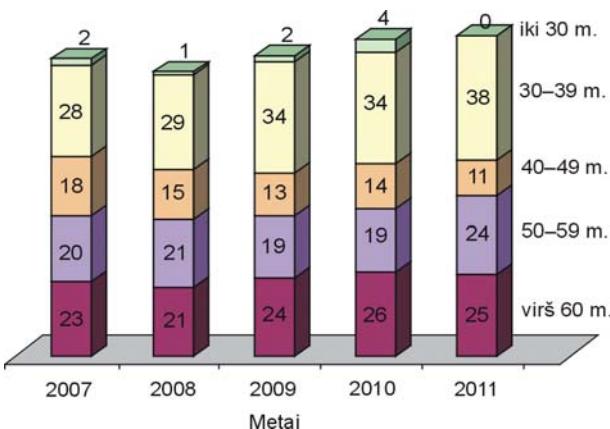
Slėnio **Santaka** reklaminis filmas buvo kuriamas ir Plazminų technologijų laboratorijoje

technologijų srityse bei perduoti jas verslo subjektams, užtikrinant darnią Lietuvos įmonių plėtrą bei greta veikiančių inovatyvių smulkaus ir vidutinio verslo įmonių steigimąsi.

Institutas vykdo **Santakos slėnio** projektą, kurio esmė – įsteigti nacionalinį atviros prieigos Ateities energetikos technologijų mokslo centrą, įsigyjant būtiniausią eksperimentinę įrangą ir skaitines programas. Sukurtas centras taptų Europos lygio mokslo tyrimo centro, bendradarbiaujančiu su verslo įmonėmis, studijų bei mokslo institucijomis, vykdančiu fundamentinius ir taikomuosius tyrimus bei eksperimentinę plėtrą.

2011 m. norėdami susipažinti su instituto vykdomu **Santakos slėnio** pro-

jeektu, institutą aplankė kelios moksleivių delegacija, Lietuvos pramonės konfederacijos atstovai, Tarptautinės konferencijos **Medžiagų inžinerija 2011** dalyviai iš Latvijos ir Estijos, Italijos nacionalinės mokslo tarybos atstovas. Taip siekiame kuo plačiau ir išsamiau informuoti šalies visuomenę, potencialius pramonės partnerius bei kolegas kitose šalyse apie vykdomą **Santakos slėnio** projektą bei jo suteikiamas galimybės. Projekto biudžete numatyta beveik 22 mln. Lt suma skirta įrangai įsigyti, o daugiau kaip 500 tūkst. Lt – projektui administruoti ir vykdyti. Projekto finansavimas sudaro iki 100 % tinkamų finansuoti projekto išlaidų. Projektą planuojama baigti vykdyti 2013 m. sausio 31 d.



Instituto mokslininkų amžiaus struktūra

## BAIGTI VALSTYBĖS SUBSIDIJOMIS FINANSUOJAMI DARBAI

2011 m. institute buvo vykdomi 15 valstybės subsidijomis finansuojamu darbų. 5 darbai buvo užbaigti ir apginti.

**Lietuvos energetinio saugumo tyrimas.** (Darbo vadovas habil. dr. J. Augustis).

Atliktame darbe:

- sukurta energetinių sistemų grėsmių ir jų keliamų trikdžių vertinimo metodika bei matematiniai modeliai;
- sukurtas sutrikdytos energetinės sistemos ekonominis modelis, apibrėžta sistemos galimų būsenų aibė;
- sukurtas tikimybinis sutrikdytos energetinės sistemos matematinis modelis, ivertinantis sistemos energetinio saugumo barjerus;
- sukurta energetinio saugumo lygio vertinimo metodika, pagrista indikatorių ir daugiakriterine analize.

**Besikondensuojančio dvifazio tekėjimo eksperimentinis ir skaitinis tyrimas.** (Darbo vadovas dr. M. Šeporaitei).

Tyrimais nustatyta, kad:

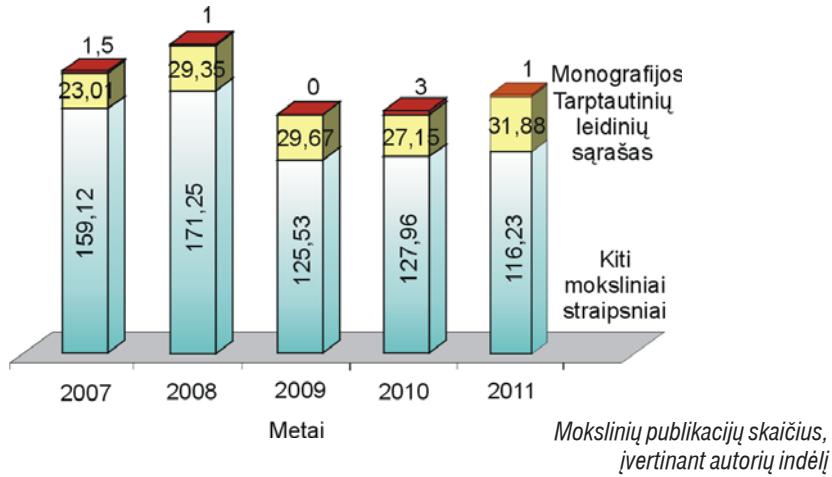
- atlikus skaitinį tyrimą sukurtas šiluminės–hidraulinės sistemos, kuriuoje vanduo cirkuliuoja dėl cikliškai vykstančių kondensacijos pliūpsnių, modelis;
- eksperimentiškai išmatuoto slėgio perkričio rezultatai parodė, kad kondensacija mažina tarpfazinio paviršiaus stabilumą;
- infraraudonųjų spindulų kamera atlikti skersinių vandens temperatūros profilių matavimai parodė, kad tiesioginė tarpfazinės šlyties įtaka siekia 3 mm gylį po laisvu vandens paviršiumi;
- išmatuoti ir sumodeliuoti garo greičio profiliai rodo, kad intensyves-

nė kondensacija pastumia greičio maksimumą link kondensacijos paviršiaus ir susiaurina hidrodinaminį pasienio sluoksnį.

### **Vėjo energijos prognozavimas ir biomasės išteklių naudojimo plėtros galimybių energetikoje tyrimai.** (Darbo vadovas habil. dr. V. Katinas).

Tyrimais nustatyta, kad:

- Lietuvos pajūrio regione panaudojama apie 26,2 % didelių vėjų elektinių įdiegto galios. Vėjo elektrinių galios panaudojimo koeficientas kinta jvairiais laikotarpiais ir labiausiai priklauso nuo vėjinguo salygų, kurias apsprendžia geografinė padėtis, bei vėjo elektrinių techninės charakteristikos;
- HIRLAM modelio duomenų taikymo trumpalaikei vėjo greičio prognozei analizė rodo, kad tiesinės regresijos įtaka prognozių tikslumui yra reikšminga;
- pritaikius vėjo greičio prognozės modelį Sedos VE galios kitimui prognozuoti, nustatyta, kad E 40 jégainei vidutinė absoluti paklaida siekė 9,7 % VE įrengtosios galios, o E 48 jégainei – 9,9 %. Toks tikslumas yra analogiškas į kitų VE galios prognozės modelių tikslumą, ir leidžia teigti, jog sudarytas modelis gali būti taikomas kitiems VE parkams;
- Lietuvoje privačiuose miškuose galima surinkti ir panaudoti kurui 0,7–0,8 mln. m<sup>3</sup> kirtimo atliekų, o baltalksnynuose, kurių plotai siekia beveik 130 tūkst. ha (6,4 % visų medynų ploto) kasmet galima paruošti 0,4–0,5 mln. m<sup>3</sup> medienos kuro. Didinant biokuro gamybą būtina spręsti šių atliekų surinkimo, sandėliavimo ir transportavimo problemas, rekonstruoti biokuro deginimo katilines į kombinuoto ciklo, modernizuoti pakuras privačiuose ūkiuose (granulėms, šiaudams naudoti).



### **Naujų energijos gamybos technologijų plėtros Lietuvoje bei energijos vartojimo efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių tyrimas.** (Darbo vadovas dr. R. Škėma).

Gauta, kad:

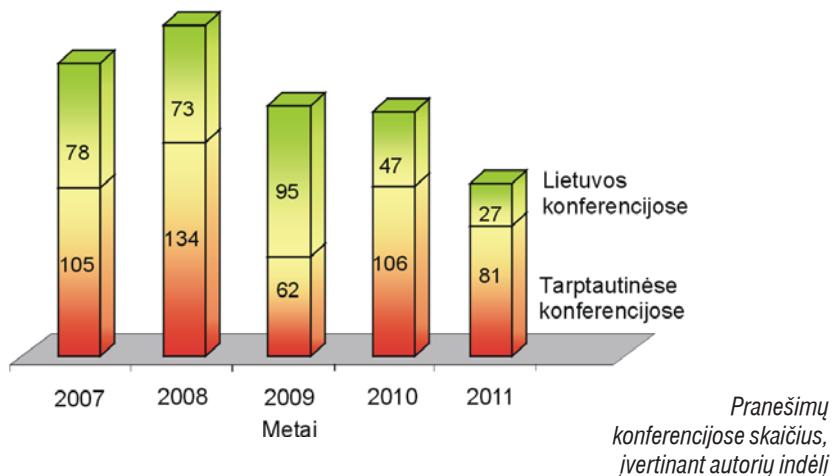
- sprendžiant energetikos žinių integravimo į šiuo metu esamas mokyklų mokymo programas klaušimą buvo atliki 16-os Kauno m. mokyklų mokiniai energetikos žinių tyrimas. Energetikos žinių pasirinktose mokyklose patikrinimas parodė, kad mokiniai žinios apie energetiką, efektyvų energijos vartojimą, atsinaujinančius energijos ištaklius yra nepakankamos, ir tai verčia įvertinti energetikos žinių integravimo į mokyklų mokymo programas svarbą ir būtinybę;
- parengti ir mokymo proceso metu išbandyti Aktyvaus mokymo apie taupų energijos naudojimą paketai, kurie galėtų būti integruoti į šiuo metu esamas programas. Surinkti ir įvertinti energijos suvartojo pasirinktose mokyklose stebėsenos duomenys, pateikti mokyklų specifinių energijos sąnaudų tyrimo rezultatai, atlikta jų analizė ir apibendrinimas;
- mokyklų, dalyvaujančių Aktyvaus mokymo veikloje, nustatytu laikotarpiu vidutinės specifinės energijos sąnaudos kito 3,5–7,0 kWh/m<sup>2</sup>

ribose. Vidutinė šių mokyklų specifinių energijos sąnaudų reikšmė sudarė apie 4,8 kWh/m<sup>2</sup>, ir buvo apie 0,3 kWh/m<sup>2</sup> didesnė už kitų šalių mokyklų, pateikusių savo duomenis internetinėje svetainėje [www.sustain.no](http://www.sustain.no) ir dalyvaujančių Aktyvaus mokymo veikloje, vidutines savaitines specifines sąnaudas. Buvo nustatyti mokyklos, kurių energijos suvartojojimas yra didžiausias, kuriose pirmiausiai turėtų būti išnagrinėtos didelių energijos sąnaudų priežastys ir būdai energijos vartojimui sumažinti.

### **Pagrindinių veiksnių, lemiančių neorganinių medžiagų oksidų plaušo sintezę plazminėje aplinkoje identifikavimas ir įvertinimas.** (Darbo vadovas dr. V. Valinčius).

Gauta, kad:

- naudojant plazminį procesų panašumo teoriją eksperimentiniai metodais ištirtos šiam darbui sukurto plazmos generatoriaus eksploatacinės charakteristikos, nustatyta, kad jo voltamperinės charakteristikos yra krentančios, jis atitinka oro ir azoto plazmos šaltinio reikalavimus ir yra pripažintas tinkamu realizuojant procesą atmosferinio slėgio aplinkoje;
- sukurto ir išbandyto ZrO futeruoto kreivalinijinio plazmocheminio



reaktoriaus, skirto aukštos lydymosi temperatūros birioms medžiagoms perdirbtį, vidaus sienelių temperatūros stabilizuojasi per 15 min. Futeruotos plazmocheminio reaktoriaus sienelės temperatūros kritimas išilgai srauto ašies yra susijęs su intensyviu šilumos pernešimo procesu ir priklauso nuo plazmą sudarančių dujų srauto. Didinant dujų srautą, reaktoriaus sienelės temperatūra krenta;

- vadovaujantis atlirkais tyrimais gerokai patobulintas keraminių pluošto sintezės procesas, sukurtas naujas specialus eksperimentinis įrenginys su nuolatinės srovės plazmotronu įvairių medžiagų pluoštui formuoti, nustatytos jo elektrinės, šiluminės, eksploatacinės charakteristikos, realizuotas bandyminis plaušo sudarymo procesas tiesiasroviame įrenginyje,



LEI sukurtos **Srovinės mazuto purkštuvų galvutės Y-3000.1** apdovanotos Lietuvos pramonininkų konfederacijos **Lietuvos metų gaminys 2011** aukso medaliu

- **Naujų valstybių narių prisijungimas glaudžiam bendradarbiavimui EURATOM moksliniuose tyrimuose** (New Member States Linking for an Advanced Cohesion in Euratom Research, NEWLANCER). Instituto atstovas – dr. A. Šmaižys.

- **Nanotechnologijomis sustiprinta aplinkai palanki ekstrūdinė sluoksniuota armuota plaušu putų cemento statybinė medžiaga** (Nanotechnology Enhanced Extruded Fibre Reinforced Foam Cement Based Environmentally Friendly Sandwich Material for Building Applications, FIBCEM). Instituto atstovė – dr. J. Česnienė.

- **Produktų ir procesų projektavimas energetiškai taupiems technologiniams įrenginiams, veikiantiems intelektinių prietaisų terpejė** (Product and Process Design for Aml Supported Energy Efficient Manufacturing Installations (DEMI)). Instituto atstovas – dr. R. Škėma.
- **Tyrėjų naktis: kodėl aš tapau tyréju** (Researchers' Night 2011: why I became a researcher, LT-2011). Instituto atstovė – dr. D. Meilutytė-Barauskienė.

#### **Europos tyrimų erdvė:**

LEI mokslininkai 2004–2011 m. sėkmingai vykdė šių tarptautinių programų projektus:

- 5 Bendroji programa (BP) – 6;
- 6 BP – 14;
- 7 BP – 13;
- Pažangi energetika Europai – 27;
- TATENA – 9;
- Leonardo da Vinci programa – 1;
- INTERREG programa – 3;
- COST programa – 14;
- EUREKA programa – 4;
- Šiaurės šalių energetikos programma (NERP) – 2;
- Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. programa – 4.

# 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.

1992–2011 m. doktorantūrą baigė 75 doktorantai (iš 84 istojuisių), disertacijas apgynė – 52. Kasmet doktorantūroje studijuoją 23–28 doktorantai ir 3–5 disertacijos yra ginamos. 2011 m. į doktorantūrą priimti 5 doktorantai.

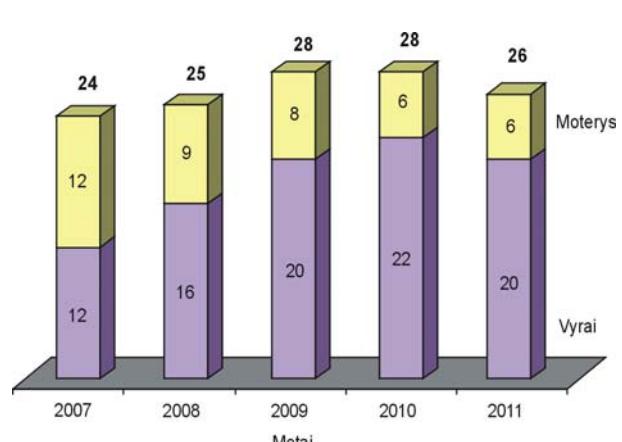
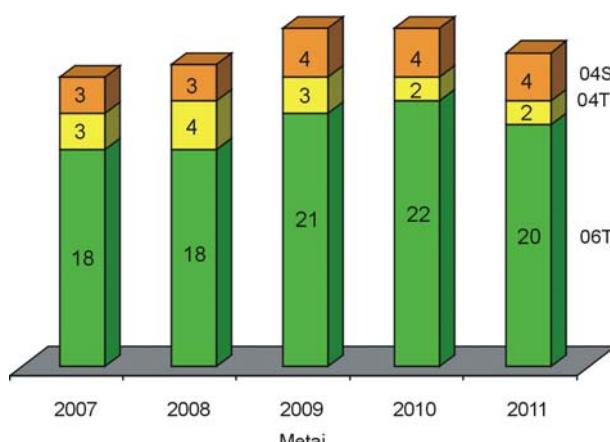
2011 m. daktaro disertacijas apgynė trys doktorantai:

- birželio 30 d. **Asta NARKŪNIENĖ** (Branduolinės inžinerijos lab.) Kau-



no technologijos universitete apgyné daktaro disertaciją **Radionuklidų skliaudos iš RBMK panaudoto branduolinio kuro hipotetinio kapinyno tyrimas** (technologijos mokslai, energetika ir termoinžinerija – 06T);

- lapkričio 3 d. **Agnė BERTAŠIENĖ** (Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų lab.) Kauno technologijos universitete apgyné daktaro diserta-





Dr. A. Bertašienė



ciją **Oro greičio verčių atkūrimo ir perdarvimo tyrimas kintant tekėjimo režimui** (technologijos mokslai, energetika ir termoinžinerija – 06T);

- gruodžio 8 d. **Audrius ŠIMONIS** (Branduolinės inžinerijos lab.) Kauno technologijos universitete apgynė daktaro disertaciją **Darbuotojų apšvitos, išmontuojan branduolinės energetikos objektus, tyrimas** (technologijos mokslai, energetika ir termoinžinerija – 06T).

2011 m. Kauno technologijos universitetas birželio 30 d. suteikė mokslo daktaro laipsnį Medžiagų tyrimų ir bandymų lab. jaunesniajam mokslo darbuotojui **Arūnui BALTUŠNIKUI** apgynusiam disertaciją tema **Rentgeno struktūrinės analizės metodų taikymas kintančios mineralinės sudėties junginių sistemoms tirti** (technologijos mokslai, medžiagų inžinerija 08 T).



Priėmimas į doktorantūrą vyksta liepos pirmomis dienomis, likus laisvų vietų – rugsėjį.

Doktorantūros studijų metu yra galimybė dalyvauti tarptautiniuose projektuose, stažuotis užsienio mokslo centruose, dalyvauti tarptautinėse konferencijose. Būsimiems doktorantams siūloma atvykti išankstiniam pokalbiui su galimais doktorantūros moksliniai vadovais.



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

Kreiptis:

Jolanta Kazakevičienė

Studijų administratorė

Tel. (8 37) 401 809

El. paštas [jolanta@mail.lei.lt](mailto:jolanta@mail.lei.lt)

# ŠILUMINIŲ ĮRENGIMŲ TYRIMO IR BANDYMŲ LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- skysčių ir oro (dujų) srautų struktūros, kintant tekėjimo režimams ir veikiant hidrodinaminių trikdžių sukeliamoms srauto pulsacijoms ir turbulentiškumui bei greičio pasiskirstymo ir slėgio gradientų pokyčiams, tyrimai;
- skysčių ir oro (dujų) srautų greičio, tūrio ir debito etaloninių verčių atkūrimo bei perdavimo metodų ir matavimo priemonių tikslumo ir patikimumo tyrimai;
- universalaus skysčių ir dujų kieko matavimo metodo, pagrasto Koriolio principu, tyrimas ir plėtojimas, siekiant pagrąsti kilnojamujų etalonų patikimą veikimą realiomis sąlygomis, kintant srauto fizikinėms savybėms, sudėciai, slėgiui ir temperatūrai;
- kietojo biokuro, jo mišinių ir atgautojo kuro fizikinių savybių ir šiluminguo bei jų degimo produktų sudėties tyrimai;
- degimo stadijų skaitiniai ir eksperimentiniai tyrimai;
- kietojo biokuro panaudojimo mažos ir vidutinės galios šildymo įrenginiuose efektyvumo bei pažangų deginimo technologijų diegimo tyrimai.

## PAGRINDINĖS TAIKOMŲJŲ DARBŲ KRYPTYS:

- Lietuvos ūkio ir mokslo metrologinis aprūpinimas skysčių ir dujų srautų matavimo srityje ir matavimų sieties su Europos šalių nacionaliniais matavimų institutais bei Lietuvos laboratorijomis užtikrinimas, pagrastas Lietuvos Respublikos Vyriausybės įgaliojimais išlaikyti šiose matavimo srityse valstybinių etalonų bazę;
- gaminamų dujinių prietaisų ir vandens šildymo katilų, kūrenamų dujinių, skystuoju ir kietuoju kuru, išskaitant biokurą, bei skystojo kuro, vandens, šilumos bei dujų kiekių matavimo priemonių bandymai ir atitinkties nustatytiems reikalavimams įvertinimai;
- kitos paslaugos, susietos su bendrujų tikslios energetinių ir kitų išteklių apskaitos, tiekimo-vartojimo disbalanso ir efektyvaus išteklių naudojimo uždavinių sprendimu.

Svarbiausios taikomųjų darbų sritys, kuriose yra Lietuvos ūkio subjektų ir jiems reikalingų paslaugų poreikis, Lietuvos nacionalinio akreditacijos biuro akredituotos pagal LST EN ISO/IEC 17025 ir 17020 standartus arba Lietuvos Respublikos

ūkio ministerijos ir Valstybinės metrologijos tarnybos notifikuotos, laboratorijos identifikacinis Nr. 1621. Vandens šildymo katilų bandymams ir atitinkties vertinimams laboratorija visiškai atitinka LST EN 305-1:2000 reikalavimus. Tarptautinio matų ir

svarsčių biuro (BIPM) patvirtintos ir paskelbtos bei Lietuvos nacionalinio akreditacijos biuro akredituotos laboratorijos kalibravimo ir matavimo galimybės pateiktos atitinkamai interneto svetainėse: [www.bipm.org/en/db/](http://www.bipm.org/en/db/) ir [www.lei.lt/](http://www.lei.lt/)

## 2011 M. ĮTEISINTOS NAUJŲ TAIKOMŲJŲ PASLAUGŲ TIEKIMO GALIMYBĖS:

- notifikuota veikla biokurą deginančių įrenginių atitinkies vertinimams pagal Direktyvą 89/106/EEB. Informacija apie tai pateikta Europos Komisijai, ES valstybėms narėms ir ELPA valstybėms, pasirašiusioms EEE sutartį;
- notifikuota veikla skysčių (ne vanduo) matavimo sistemų atitinkies vertinimams pagal Direktyvos 2004/22/EEB F modulį;
- ištirtos ir EURAMET TK Srautai pateiktos naujos valstybinių etalonų matavimo galimybės (1 lentelė), siekiant jas paskelbti Tarptautinio matų ir svarsčių biuro (BIPM) duomenų bazėse.

### 1 lentelė. Naujos valstybinių etalonų matavimo galimybės

Matuojamasis dydis	Matavimo ribos	Išplėstinė neapibrėžtis, $\pm \%$	Etaloninė priemonė, metodas
Oro (dujų) greitis	(0,05...60) m/s	8,0...0,45	Lazerinis ir ultragarsinis greičio matuokliai
Oro (dujų) tūris/debitas*	(0,005...9700) m <sup>3</sup> /h	0,13...0,30	Stūmokliniai, kritinių tūtų ir pamatiniai skaitiklių įrenginiai
Skysčių (vandens) tūris/debitas	(0,01...100) m <sup>3</sup> /h	0,054...0,082	Svérimo metodas nestabdant srauto
Skysčių (naftos ir naftos produkty) tūris/debitas**	(1...150) m <sup>3</sup> /h (1...50) m <sup>3</sup> /h	0,060...0,065 0,040...0,045	Tūrinis metodas ir svérimo metodas stabdant srautą

\* – praktiškai yra galimybės nuo 0,03 dm<sup>3</sup>/h.  
\*\* – praktiškai galimas taikymas visiems skysčiams.

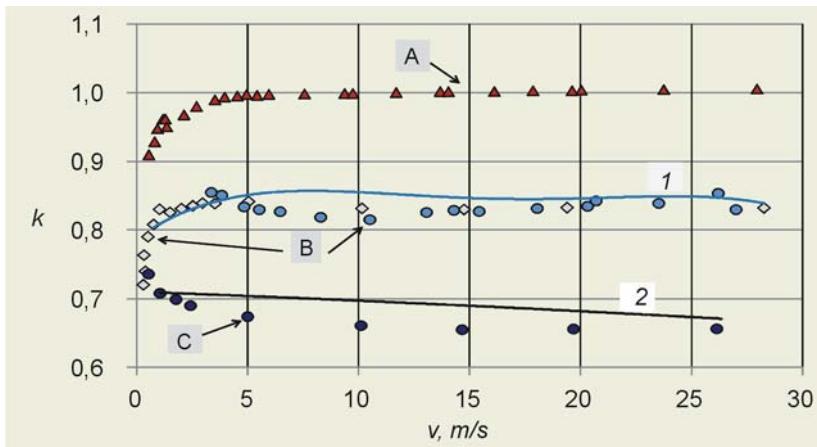
## MOKSLINIŲ TYRIMŲ REZULTATAI

Vienas svarbesnių moksliinių pasiekimų – išsamus greičio matavimo, jo verčių atkūrimo ir perdavimo sąlygų ištyrimas plačiose greičio kitimo ribose, kintant tekėjimo režimams. Šie rezultatai buvo apibendrinti j. m. d. A. Bertašienės disertacijoje „Oro greičio verčių atkūrimo ir perdavimo tyrimas kintant tekėjimo režimui“, kuri apginta 2011-11-03 (1 pav.). Šiame darbe, taikant įvairius matavimo metodus, įskaitant lazerinį Doplerio, ultragarsinį ir skirtuminio slėgio metodus, ištirta ir nustatyta:

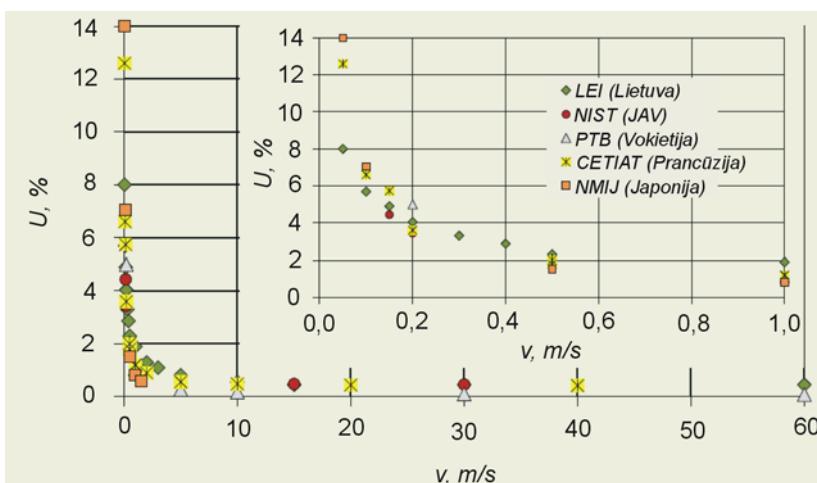
- greičio vidinės struktūros pokyčių įtaka greičio pasiskirstymo dėsningumams pereinamajame tekėjimo režime;
- skirtuminio slėgio įtaisų matavimo charakteristikų priklau-



1 pav. A. Bertašienės disertacijos gynimas

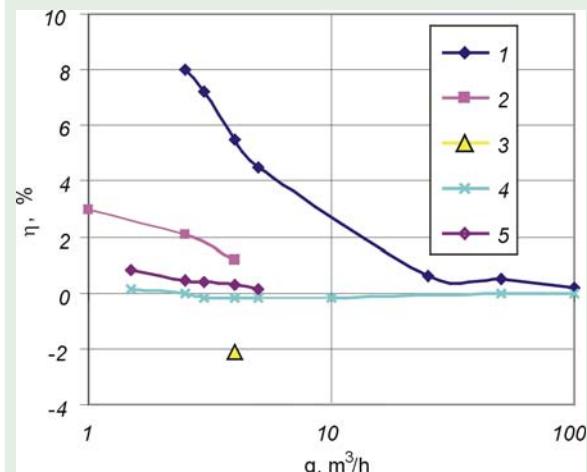


2 pav. Jvairių skirtuminio slėgio įtaisų koeficientų palyginimas esant iikritiniam aptekėjimui: A – standartinis įtaisas be srauto atitrūkimo; B – įtaisas atitinkamai su stiprintuvu ir S tipo (trimatis atitrūkimas); C – įtaisas su cilindrine galvute (dvimatis atitrūkimas); 1, 2 – sprendiniai atitinkamai aptekant sferą ir cilindrą



3 pav. Jvairių šalių atkuriama greičio verčių neapibrėžčių palyginimas

Gerokai pasistūmėta apibendrinant skysčių klampos įtakas kamerinių, masės ir kitų tipų matuoklių matavimo tikslumui, siekiant pagrįsti universalų matavimo metodą ir kilnojamųjų etalonų panaudojimą matavimams eksploatacijos sąlygomis. Šioje srityje eksperimentiniai tyrimai atliekami tiek laboratorijoje, tiek eksploatacijos sąlygomis tiriant jvairių tipų matuoklius (4 pav.).



4 pav. Masės (Koriolio) matuoklio jautrio mechaninėms vibracijoms ir įtempiams tyrimas: 1 ir 2 – standi jungtis atitinkamai DN100 ir 15 vamzdynė; 3 – tas pats, kaip DN15, tik papildomai mechaniskai įtempus; 4 ir 5 – lankstūs jungtis atitinkamai DN100 ir 15 vamzdynė

somumas nuo atitrūkimo reiškinio tipo aptekant įtaisą, arba tai būtų trimatis (erdvinis) srauto atitrūkimas arba atitrūkimas, artimas dvimačiam (2 pav.);

- veiksnių visumą, kurį salygoja matavimo rezultatų skirtumus Europos šalių nacionalinėse laboratorijose ir nustato sąlygas darnumui siekti.

Panaudojant pamatinę greičio matavimo priemonę lazerinį Doplerio matuoklį, pasiekotos greičio verčių atkūrimo neapibrėžtys, labai panašios į pirmaujančiųjų pasauly šalių nacionalinių laboratorių teikiamas vertes (3 pav.), tuo patvirtinant pasiekta aukštą matavimo lygi valstybinio etalonu įrenginyje.

Pastebimai pakito biokuro deginimo procesų tyrimo galimybės, baigiant įgyvendinti slėnio Santaka planuose numatyta apsirūpinimą šiuolaikiška aparatūra kuro ir degimo produktų išsamiai analizei atlikti bei dujų srautų struktūrai tirti, taikant dalelių vizualizavimo metodą. Iki šiol degimo proceso analizė dažniausiai buvo grindžiama galutinių procesų apibūdinančių parametru, kaip naudingumo koeficientas ir emisijos į aplinką, nustatymu vykdant eksperiment-

tinius tyrimus. Duomenų apie fizikinių-cheminių procesų, vykstančių deginant kietajį biokurą, charakteristikas labai truko, ypač žinant, kad kietojo biokuro degimo procesas apima kelias stadijas: kuro palaipsnis išsilimas, kuro džiūvimas, lakių komponenčių išsiskyrimas ir degimas. Kiekviena degimo proceso stadija susideda iš daugiau procesų, kurie yra susieti tarpusavyje bei jų vyksmas priklauso nuo kuro sudėties ir jo fizikinių savybių. Ypač to pareikalauja

atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo svarba, jų įvairovė ir gerokai sudėtingesnis degimo proceso valdymas.

Todėl itin svarbu ištirti degimo procese susidarančių produktų dinamiką, gauti fundamentalius duomenis, reikalingus degimo procesui optimizuoti, ir pateikti pagristas rekomendacijas pasiekti efektyvų kuro sudegimą mažos galios kietojo biokuro katiluose ir taršos sumažinimą.

## **2 lentelė. Naujos aparatūros galimybės plėtoti biokuro ir atgautojo kuro deginimo tyrimus**

<i>Irangos pavadinimas</i>	<i>Irangos paskirtis</i>
<i>Kietojo kuro kalorimetras IKA C5000</i>	<i>Kietojo ir skystojo kuro, išskaitant biokurą ir atgautąjį kurą, šilummingumo analizė. Kitų kaloringų medžiagų (pvz., nuotekų dumblo, atliekų ir t. t.) šilummingumo analizė.</i>
<i>Kuro elementų analizatorius Flash 2000</i>	<i>Kietojo ir skystojo kuro, išskaitant biokurą ir atgautąjį kurą, pagrindinių cheminių elementų C/H/N/S ir O analizė.</i>
<i>ICP-OES (Indukuotos plazmos optinis emisinis spektrometas)</i>	<i>Biokuro ir atgautojo kuro elementinės sudėties – šalutinių elementų, esančių įvairių rūsių kure ir dažnai kenksmingų aplinkai, tyrimai, siekiant sumažinti šio kuro galimus neigiamus poveikius.</i>
<i>TGA/GC/MS ir DSC analitinė įranga peleningumui ir lakosioms frakcijoms nustatyti</i>	<i>Biokuro ir atgautojo kuro peleningumui, lakosioms frakcijoms, jų cheminei sudėciai analizuoti, bei būsenos virsmams tirti.</i>
<i>Laboratorinio dūmų analizatoriaus sistema (CO, CO<sub>2</sub>, NOx, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> koncentracijos)</i>	<i>Kietojo ir skystojo biokuro bei atgautojo kuro degimo procesų tyrimai. Šilumininių įrenginių (katilų, židinių ir kt.), kūrenamų kietuoju biokuru ir atgautuoju kuru, bandymai.</i> <i>Šilumininių įrenginių (katilų, židinių ir kt.), kūrenamų skystuoju ir dujiniu kuru, bandymai.</i>
<i>Dvimatė srautų vizualizacijos 2D PIV (Particle Image Velocimetry) sistema</i>	<i>Skysčių ir dujų srautuose esančių kietųjų dalelių judėjimui bei srautų sąveikai su paviršiais ir aptekamais kūnais tirti, siekiant didinti valymo įrenginių ir degimo procesų efektyvumą bei modeliuoti judesio kieko ir šilumos pernašos procesus ir tirti vidinę srautų struktūrą.</i>



5 pav. ICP-OES (Indukuotos plazmos optinis emisinis spektrometas) biokuro ir atgautojo kuro elementinės sudėties tyrimams



6 pav. Kuro elementų analizatorius Flash 2000 pagrindinių cheminių elementų C/H/N/S ir O analizei

## PAGRINDINIAI LABORATORIJOS TAIKOMIEJI DARBAI

1. Sėkmingai įvykdinti darbai pagal kasmetinę sutartį su valstybine metrologijos tarnyba, vykdant keturių valstybių etalonų plėtojimo ir naudojimo programą. 2011 metai užbaigtai pateikiant naujas etalonų galimybes (1 lentelė), kurios gerokai priartintos prie svarbiausių Europos šalių nacionalinių laboratorijų lygmens.
2. Laboratorija pradėjo veiklą, kaip sudedamoji atviros prieigos Atsinaujinančios ir alternatyvios energetikos

Parengti ir perskaityti 8 pranešimai tarptautinėse konferencijose, 8 straipsniai paskelbti, vienas pateiktas žurnalui su ISI indeksu.

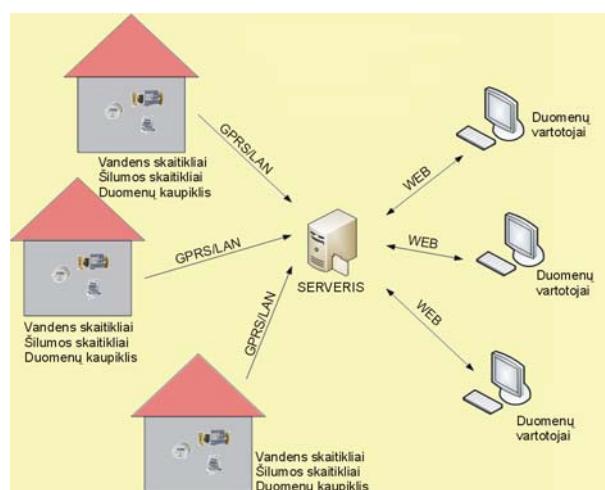
centro dalis. Siekdama teikti Lietuvos gamintojams visapusiškas paslaugas, laboratorija 2011 m. atliko reikiamas procedūras ir tapo paskelbtaja įstaiga šildymo prietaisų, kūrenamų kietuoju kuru, ir skysčių (ne vandens) matavimo sistemų atitinkies vertinimo srityje.



7 pav. Vilniaus Gedimino technikos universiteto studentai ir Kauno mokykų mokiniai laboratorijoje

3. Atliktas duomenų surinkimo ir nuotolinio perdavimo sistemos RIS (8 pav.), gaminamos AB Axis Industries, tipo ištyrimas ir įteisinimas. Sistemą sudaro kelių lygmenų įtaisai:
  - vandens ir šilumos skaitikliai, įrengti pas vartotojus – 1 lygmuo;
  - tarpiniai duomenų iš skaitiklių kaupikliai – 2 lygmuo;
  - signalų keitikliai – 3 lygmuo;
  - duomenų kaupiklis ar modemas, iš kurio duomenys perduodami į centrinj serverj – 4 lygmuo;
  - centrinis serveris duomenims surinkti, apdoroti ir saugoti.

Siekiant įrodyti, kad 1 lygmenyje esančių šilumos skaitiklių SKM-1M, SKU-01M, SKU-3, SKU-4 ir SKS-3 programinės įrangos yra visiškai apsaugotos nuo nesankcionuotų poveikių, kartu su subrangovais Kauno technologijos universiteto Valdymo technologijų katedros mokslininkais buvo atliktas papildomas išsamus programų ištyrimas, kurio netgi nenumato įprastinio tipo tyrimo procedūros, kurias reglamentuoja Europos standartai ir kiti teisės aktai.



8 pav. Duomenų surinkimo ir nuotolinio perdavimo sistemos RIS schema

Ištirtos net 22 įtaisų sąrankos, kurios užtikrina skaitiklių rodmenų perdavimą į centrinj serverj esant nulinei paklaidai, sinchronizuotą duomenų skaitikliuose ir centriniame serveryje skaitymą ir užklausos periodiškumo kontrolę.

4. 2011 m. pagal sutartį Nr. 106596/12-1270.11.11 su AB *Lietuvos dujos* modernizuotas kritinių tūtų įrenginys (9 pav.), esantis AB *Lietuvos dujos* Centrinės kalibravimo ir bandymų laboratorijos Kauno laboratorijoje, jdiegiant klimatinę kamерą. Tokiu būdu užtikrinta techninė galimybė atlikti buitinių dujų skaitiklių (G1,6 – G10) su mechanine temperatūros korekcija patikrą bei kalibravimą.
- Techninės įrenginio charakteristikos:
  - didžiausias vienu metu tikrinamuų iki G6 dydžio skaitiklių skaičius 6 vnt.;
  - didžiausias vienu metu tikrinamuų G10 dydžio skaitiklių skaičius 4 vnt.;
  - esant visoms darbinėms temperatūroms oras skaitliuose yra sausas – rasos taško temperatūra žemesnė nei oro temperatūra;
  - debitas per tikrinamuosius skaitiklius (0,016 ... 16) m<sup>3</sup>/h;
  - darbinis slėgis (0,9 ... 1,1) bar;
  - oro temperatūra tikrinamuosiuose skaitliuose (-30 ... +50) °C;
  - oro temperatūra etaloninio kritinių tūtų įrenginio įtekėjime – (20 ± 2) °C;
  - matavimo neapibréžtis ± 0,30 %.
5. Užbaigt 3 tarplaboratoriniai lyginimai tarp Lietuvos laboratorių vandens ir dujų kiekij bei oro greičio matavimų srityje. Bendrasis laboratorių skaičius – 20.
6. Lėšos už atliktus taikomuosius darbus 2011 m. sudarė 1,4 mln. Lt.

## TARPTAUTINIS LABORATORIJOS BENDRADARBIAVIMAS

**Dalyvavimas projektuose.** 2011 m. laboratorija užbaigė darbus pagal tarptautinės ES iš dalies finansuojamą Baltijos jūros regiono INTERREG IIIB kaimynystės programos Baltijos jūros regiono Bioenergetikos skatinimo projektą. Projekto tikslas stiprinti tvarę, konkurencingą ir teritoriniu požiūriu integruotą Baltijos jūros regiono vystymą bioenergetikos tvaraus naudojimo srityje. Įvertinant projekto svarbą ir jo rezultatus, jis pratęstas dar 2 metams.

Bendradarbiauta su instituto branduolinių įrenginių saugos laboratorija siekiant dalyvauti tarptautiniame projekte, susietame su saulės energijos panaudojimu mažos galios įrenginiuose ir energijos akumuliaciniu.

**Veikla tarptautinėse organizacijose.** Laboratorija, vykdymada nacionalinių etalonų laboratorijos funkcijas, 2011 m. dalyvavo tarptautinių organizacijų EURAMET ir



9 pav. Modernizuoto įrenginio bendrasis vaizdas

COOMET techninių komitetų „Srautai“ veikloje. Atstovaučiose organizacijose naujai paskirtas dr. G. Zygmantas.

Siekiant aktyviau prisidėti atitikties vertinimo veikloje, dalyvauta Europos notifikuotų įstaigų platformos (NoBoMet) steigiamajame susirinkime Paryžiuje. Nutarta įsitraukti į šios naujos organizacijos veiklą, kurios tikslas – siekti darnumo vertinant gaminių, tiekiamų į Europos šalių rinką, atitiktį reikalavimams.

**Tarptautiniai lyginimai.** 2011 m. nebuvo organizuoti nauji tarptautiniai lyginimai, bet buvo analizuojami ir derinami įvykusiu tarptautinių lyginimų pagal EURAMET projektą Nr. 1050 ir COOMET projektą Nr. 412/UA/07 rezultatai. Manome, kad pagal pirmajį projektą greičio matavimo rezultatai gerai dera su kitų nacionalinių laboratorių rezultatais. Vandens tūrio ir debito lyginimai pagal antrajį projektą dar neužbaigt dėl įvairių problemų, su kuriomis susidūrė organizatoriai PTB (Vokietija), teikdami lyginimui matavimo priemones į ne ES valstybių laboratorijas. Laboratorių išankstiniai rezultatai, palyginti su organizatorių rezultatais, yra teigiami.

Pasiekta susitarimas su SP (Švedija) laboratorija 2012 m. atlikti dvišalių lyginimų vandens srautų matavimo srityje.

**Bendradarbiavimas ekspertinėje veikloje.** Kadangi 2011 m. buvo paskutiniai, kai apie kokybės vadybos sistemos funkcionavimą buvo atskaitoma tiesiogiai EURAMET TK Kokybė, teikiant metines ataskaitas raštu ir kas 5 metus pateikiant pranešimus organizuojamuose Kokybės forumuose, pradėtas pasirengimas naujai vertinimo procedūrai, pagrįstai dvišaliais ekspertų pasikeitimais ir jų vertinimais.

**Habil. dr. Antanas PEDIŠIUS**  
Šiluminiių įrenginių tyrimo ir bandymų laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401863  
El. paštas: [testlab@mail.lei.lt](mailto:testlab@mail.lei.lt)

# DEGIMO PROCESŲ LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- degimo procesų efektyvumo didinimas;
- atsinaujinančio kuro dujinimas;
- teršalų į atmosferą skleidimo mažinimas;
- degiklių, kuro išpurškimo įrenginių kūrimas ir tobulinimas;
- vandenilio atskyrimo iš organinio kuro tyrimai;
- kietujų kaloringų atliekų terminio skaidymo ir dujinimo 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.

## TYRIMO OBJEKTAI IR UŽDAVINIAI

Laboratorijos veikla apima atliekų sunaudojimo, atsinaujinančiųjų enerģijos išteklių technologijų, vandenilio energetikos, kuro sintezės ir taupymo programų bei aplinkos taršos mažinimo uždavinius, kuriems spręsti atliekami biokuro ir kaloringų medžiagų deginimo, dujinimo procesų eksperimentų, modeilių kūrimo ir skaitinio modeliavimo darbai šiose srityse:

1. Dervų, susidarančių biomasés dujinimo metu, katalitinio terminio skaidymo tyrimas;

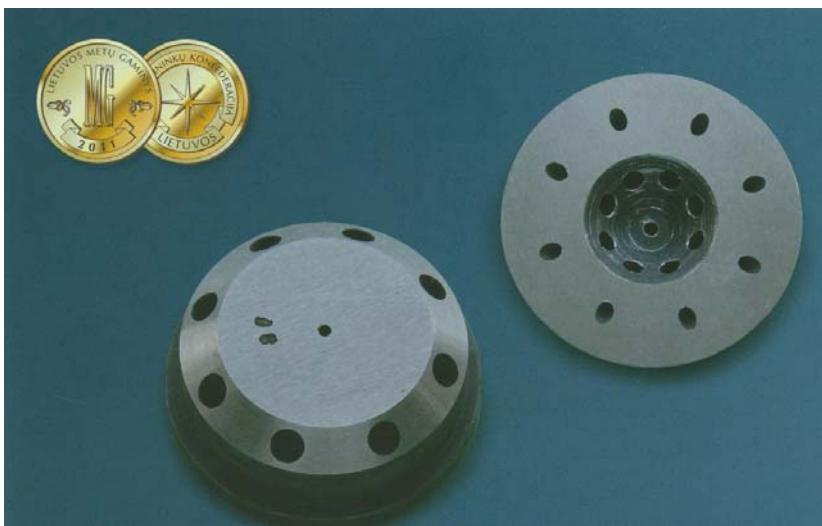
2. Šilumos rekuperavimo ir deginimo įrenginių sukūrimas, siekiant pakieisti gamtines dujas mažai kaloringomis dujomis;

3. Degiklio pirminių ir antrinių kuro ir oro srovų sudeginimas  $\text{NO}_x$  ir CO koncentracijoms deginiuose mažinti;
4. Kietojo granulinio kuro šiluminių virsmų modeliavimas.

Nors išvardyti darbai skiriasi tyrimų tikslais, tačiau juos vienija viena bendra gija – kuro dujinimo procesas, be kurio supratimo negalimas saugus, ekologiškas ir ekonomiškas atliekų sunaudojimas deginant ar biokuro panaudojimas energijai gaminti. Šie darbai dalijasi į dvi grupes – kietujų ir dujininių kuro rūsių sunaudojimas (utilizavimas) deginant ar skaidant terminiskai.

## SROVINĖS MAZUTO PURKŠTUVŲ GALVUTĖS Y-3000.1

Pastarajį dešimtmetį instituto Degimo procesų laboratorija pasiūlė nemažai sprendimų didinant mazuto sudeginimo efektyvumą bei mažinant pavojingus aplinkai teršalų išmetimus. Taikomujų tyrimų bei degiklių eksploatacijos įvairiuose mazuto katiluose patirties dėka pavyko sukurti unikalią srovinių mazuto purkštuvių galvutę: Degimo procesų laboratorijos daugiau kaip 10 metų taikomujų tyrimų patirtis leido naujų aerodinaminių sprendinių pagrindu sukurti srovines mazuto purkštuvių galvutes Y-3000.1, kaip unifikuotą gaminį TGME-464 katilams, užsakovo – AB ORLEN Lietuva poreikiu gerinti mazuto sudeginimą TGME-464 katile.



*Srovinės mazuto purkštuvų galvutės Y-3000.1 apdovanotos Lietuvos metų gaminys 2011 aukso medaliu*

Užsakovas 2010 m. kreipėsi į Lietuvos energetikos instituto Degimo procesų laboratoriją dėl naujo tipo purkštuvų (iš viso 32 vnt.) gamybos ir taravimo. Naujų purkštuvų galvučių poreikis iškilo pasikeitus naudojamo skystojo kuro savibėms, sumažėjus kuro klampumui ir paankstėjus užsilepsnojimui dėl žemesnės užsidegimo temperatūros, todėl buvo būtina pertvarkyti kuro išpurškimą tinkamam šio tipo kuro degimui. Skystajam kurui išpurkštī katilę TGME-464 laboratorija suprojektavo, pagamino ir išbandė naujo tipo purkštuvus, kurie atitinka esamo kuro ir garo tiekimo įrangą. Kuras tinkamai sudediniamas sudarius viso cheminio sudegimo sąlygas, kai dūmuose lieka nedaug CO (apie 100 mg/nm<sup>3</sup>) ir kai suodžių dalelių teliekia 100 mg/nm<sup>3</sup>. Azoto ir sieros oksidai nepageidautini, nes tai kenksmingų rūgščių lietuviškinis. Naujais purkštukais degimo procesą galima paveikti mažesnei NO<sub>x</sub> išeigai. Po periferinio ir centrinio oro suderinimo degiklyje, kuro tiekimas yra antras pagal svarbą reguliavimo veiksnys: išpurškiant skystąjį kūrą reikia generuoti tam tikro dydžio lašelius ir juos išsklaidyti deramai susietai su oro srovėmis. Skystąjį kūrą lašeliais išskleisti po visą kūryklą yra daugiau galimybų, negu srovėmis nupūsti dujas toli į kū-

ryklos gilumą. Skystajam kurui gaminti purkštukai su daugelio skyliučių sistemomis, susijungiančiomis į tolį nueinančias sroves. AB ORLEN Lietuva elektrinė degina specifinį mazuto tipo kūrą pasirinktinai iš gamybos. Pagal pastarųjų metų bendradarbiavimą teko spręsti du skirtingo kuro atvejus: kuras, turintis daug asfaltenų, ir kuras mažiau klampus, bet turintis daugiau grafenų. Kiekvienai kuro rūšiai teko sukonstruoti specifinę įrangą. Pirmuoju atveju išpurškimo srovės buvo grupuojamos po dvi, kad kuro lašeliai nukeliautų kūrykloje toli ir gautuosi norminė tarša azoto oksidais. Antruoju atveju teko smulkinti išpurškimo lašelius, kad arti degiklių intensyvėtų degimas ir būtų gauta norminė tarša dalelėmis išmetant dūmus. Bendra pristatomomo gaminio veikla prasidėjo susipažinus su naujos kuro rūšies degimo procesu elektrinėje: liepsnos pasiskirstymu kūrykloje, NO<sub>x</sub>, CO ir dalelių tarša. Toliau vyko teoriniai galimybų pagerinimo skaičiavimai, naujos konstrukcijos gamyba ir taravimas instituto stende. Galiausiai buvo atliekami bandymai elektrinėje, sudaromos režiminės kortelės. Buvo pasiektos NO<sub>x</sub>, CO ir kiečiųjų dalelių norminės reikšmės. Katilių darbo ekonominiai rodikliai išlaikyti pagal projektą.

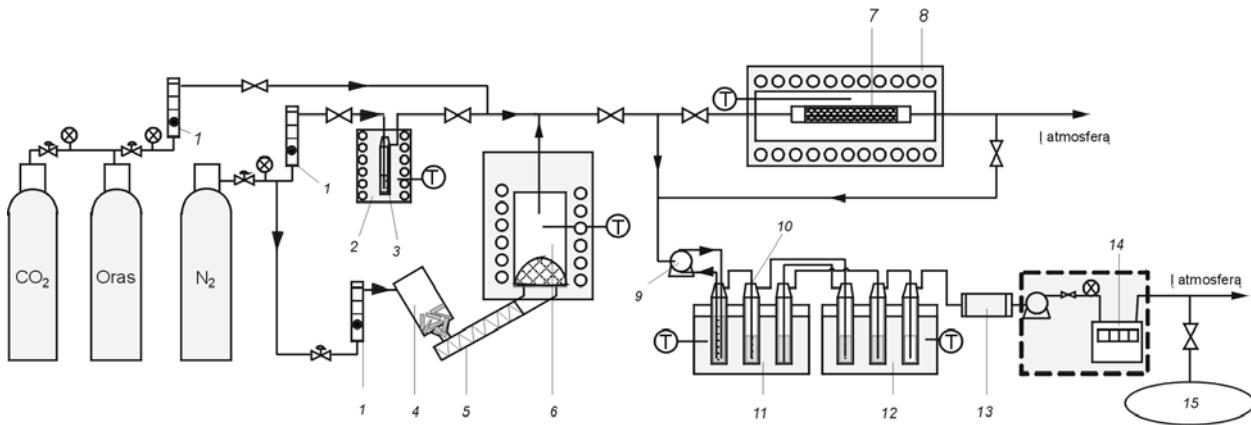
Už srovines mazuto purkštuvų galvutes Y-3000.1 Lietuvos energetikos institutas apdovanotas Lietuvos pramonininkų konfederacijos organizuojamo konkurso „Lietuvos metų gaminys 2011“ aukso medaliu „Mašinų ir įrengimų grupėje“.

## VIENALAIKIO BIOMASĖS TERMINIO SKAIDYMO IR KATALITINIO DERVŲ PAŠALINIMO SUDERINAMUMO TYRIMAS



**Lietuvos  
mokslo  
taryba**

Biomasės ar jvairių bioatliekų dujinimas laikomas vienu perspektyvesnių būdų šilumai ir elektros energijai gaminti. Norint panaudoti dujinimo metu gautas dujas didelėse ar mikroturbinose, vidaus degimo varikliuose elektrai gaminti, cheminiuose reaktoriuose sintetiniams degalams, cheminėms medžiagoms gaminti, būtina valyti jas nuo dervų lašelių ir suodžių. Supratus savitą problemą, Lietuvos energetikos instituto mokslininkų grupės iniciatyva buvo inicijuotas projektas, kurio svarbiausias tikslas – vienalaikės biomasės terminio skaidymo (dujinimo) ir katalitinio dervų pašalinimo suderinamumo tyrimas, siekiant sukonstruoti ir išbandyti eksperimentinį įrenginį bei nustatyti optimalias darbines sąlygas, kurioms esant dujinimo dujose neliktu dervų lašelių. Išbandyti dolomito ir aktyvintos anglies katalizatoriai, skirti skaidyti dervas katalitiškai. Atlitki pagrindinių dervas sudarančių medžiagų benzeno ir naftalenos katalitinai dalinės oksidacijos ir autoterminės konversijos tyrimai ir nustatytas šių medžiagų terminės destrukcijos efektyvumas atsi-



Vienalaikio biomasės terminio skaidymo stendo schema. 1 – rotometras; 2 – šildytuvas; 3 – vandens garintuvas; 4 – medžio granulių konteineris; 5 – sraigtinis konvejeris; 6 – pirolizės reaktorius; 7 – katalizatoriaus įkrova; 8 – katalitinis reaktorius; 9 – peristaltinis siurblys; 10 – stikliniai kondensatoriai; 11 – šildymo vonelė; 12 – šaldymo vonelė; 13 – filtras; 14 – dujų skaitiklis; 15 – „Tedlar“ dujų maišeliai



Vienalaikio biomasės terminio skaidymo stendas

žvelgiant į temperatūrą, reakcijos trukmę ir katalizatoriaus tipą. Taip pat atliki vienalaikės biomasės terminio skaidymo, katalitinės smalų terminės konversijos tyrimai ir nustatytais biomasės dujimo metu susidarančių dervų destrukcijos efektyvumas atsižvelgiant į temperatūrą, reakcijos trukmę ir katalizatoriaus tipą.

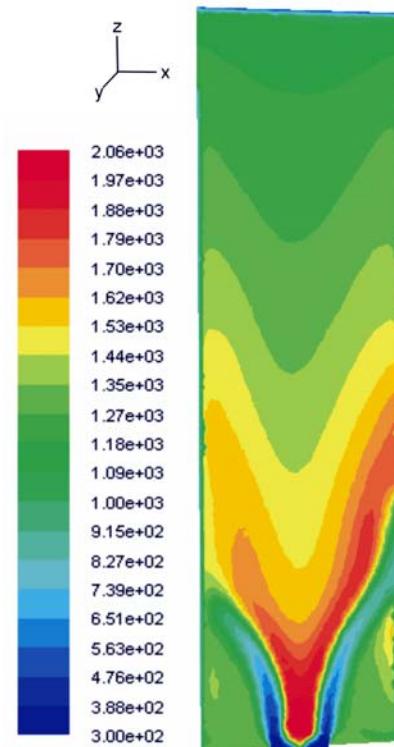
Šie darbai buvo atliekami vykdant projektą ***Vienalaikio biomasės terminio skaidymo ir katalitinio dervų pašalinimo suderinamumo tyrimas (BioSynTar)***,

finansuojamą Lietuvos mokslo tarybos (MIP 112/2010).

#### DEGIKLIJO PIRMINIŲ IR ANTRINIŲ KURO IR ORO SROVIŲ SUDERINIMAS NO<sub>x</sub> IR CO KONCENTRACIJOMS DEGINIUOSE MAŽINTI

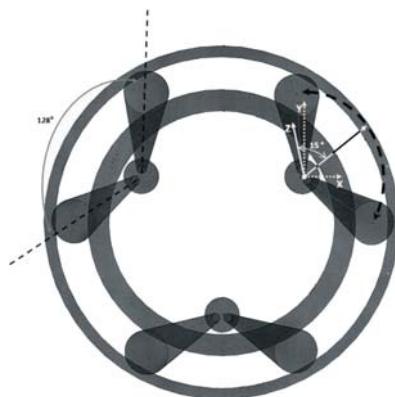
Siekiant sumažinti atmosferos taršą, pirmasis technologinis būdas yra oro ir dujų srovės laipsniavimas ir atsižvelgimas į kūryklos geometrinę formą. Šiaime darbe stačiakampėje pailgoje kūryk-

loje trimis variantais keičiamos galingų antrinių dujų sistemos. Atlirkti matavimai parodė, kad išpurškiamu dujų srovės debitas ir geometrinis paskirstymas turi įtakos NO<sub>x</sub> susidaryti ir turi būti tiksliai suderintas su CO dujų sudegimu. Nevišiskai sudegus CO dujoms, dujų sroves tikslinga susmulkinti.



Temperatūrų pasiskirstymas išilgai kūryklos pjūvyje degiklio ašimi

Antruoju atveju kūryklai su liepsnos fakelo posūkiais buvo pritaikytas labai smulkus dujų išpurškimas, sugrupuotas prie degiklio. Gautas mažesnis CO dujų susidarymas, o visiškai sudegus dujoms sumažėjo NO<sub>x</sub> išeiga. Skaičiavimai parodė, kad didesnio debito ir ilgos dujų srovės išilgai kūryklos didina CO išeigą. Šioms dujoms išdeginti reikia ilgesnės kūryklos.



Antrinių dujų srovų suskaidymo po dvikomponuotė

Degimo procesų laboratorija jau kelerius metus vandens šildymo ir garo gamybos katiluose ekonomiškam ir ekologiškam kurui deginti derina degimo procesus. Šis darbas yra susijęs su degiklių rekonstravimu: keičiamos pirminio ir antrinio oro sparnuotės, dujų ar skystojo kuro purkštukų sistemos bei keraminių žiočių geometrija. Rekonstrukcijos atliekamos 4–100 MW katiluose su įvairaus tipo ir geometrinės formos kūryklomis. Degimo proceso derinimo darbuose naudojami tyrimo duomenys, suderinant su teoriniais pasiekimais: turbulentinio tekėjimo aerodinamika, šilumos ir masės mainai su cheminėmis reakcijomis, NO<sub>x</sub> susidarymo dėsningumais. Greta tiesioginių matavimų rekonstruotose kūryklose ir sukauptu duomenų naudojamas ir skaitmeninis modeliavimas „Fluent“ programa. ši programa tinkama analizuoti įvairias situacijas, bet jos pritaikymas ribotas

uždaviniuose, kuriuose būtina sukurti tikslius, realius sprendinius. Šio darbo pagrindinis siekis yra tuo nuodugniau pažinti dėsningumus ir galimybes sumažinti NO<sub>x</sub> išsiskyrimą deginant gamtines dujas, kadangi nuo 2016 m. šių dujų išsiskyrimo normatyvas bus 100 mg/nm<sup>3</sup>, o šiuo metu jis yra 300 mg/nm<sup>3</sup>. Šie darbai buvo atlikti vykdant biudžeto subsidijomis finansuojamą mokslo tiriamajį darbą **Degimo ir dujofikavimo procesų eksperimentiniai ir teoriniai tyrimai platesniam atsinaujinančių kuro išteklių panaudojimui ir taršos mažinimui**.

## ŠILUMOS REKUPERAVIMO IR DEGINIMO ĮRENGINIŲ SUKŪRIMAS SIEKIANT PAKEISTI GAMTINES DUJAS MAŽO KALORINGUMO DUJOMIS



Pasaulyje, ypač Europoje, šiuo metu skatinama mažiau vartoti gamtinių dujų bei labiau išnaudoti atsinaujinančiuosius energijos išteklius. Planuota dvigubai gaminti energiją, didinant išgaunamąjį kiekį nuo 938 mln. tonų naftos ekvivalento 1990-aisiais iki 1923 mln. t naftos ekvivalento 2030-aisias, pasitelkiant biomasę, atliekas ir atsinaujinančias kuro rūšis. Gamtinių dujų keitimasis alternatyviomis dujomis problemiškas tuo, kad sudėtingiems, daug veiksnių apimantiems uždaviniams spręsti reikia sukurti mokslinius pagrindus ir specialią šilumos išgavimo, per davimo ir degimo įrangą. Projekta sudaro pažangios įrangos, galinčios tiekti alternatyvųjį kurą gamybai, sukūrimas. Ketinama sukurti universalų rekuperatoriaus dizainą, tinkantį tiek oksidatoriui, tiek kurui; tai yra svarbi pakopa kuriant mokslinius ir inžinerinius pagrindus gamtinių dujų keitimo alternatyviomis kuro rūšimis srityje. Dabartiniai iššūkiai susiję su tuo, kad dujų tiekimo uždavinių sprendimams salygas diktuoja aplinkosaugos aspektai. Senieji dujų pakeiciamumo kriterijai ir apribojimai turi būti pakeisti naujomis moderniomis salygomis energijos ir aplinkosaugos atžvilgiu kartu ir atskirai. Dvi pagrindinės šalys dalyvės anglų ir biomasės dujofikavimo ir alternatyvaus kuro gamybos tyrimuose yra Vokietija ir Lietuva. Kitos dvi dalyvės – vadovaujančios (Dujų institutas, NASU, Ukraina) ir bendradarbiaujančios (TÜKI, Vengrija) institucijos yra įsipareigojusios kurti šilumos gavimo procesus ir įrenginius ir pritaikyti juos aukštos temperatūros jėgainėse. UAB *Dvarčionių keramika* bendrame su Degimo procesų laboratorija projekte atstovauja statybinių medžiagų pramonei. Vykdant projektą Lietuvoje bus projektuojamas iki 100 kW galios reaktorius, skirtas išgauti dujas iš atsinaujinančiųjų išteklių kuro. Metodika bus patobulinta pagal laboratorijos patirtį, sukauptą kuriant ir ekspluatuojant padangų dujofikavimo reaktorių, bei įvestas reaktorių orui pašildyti. Visa reaktoriaus sistema bus pagaminta, ištirtas generacijos procesas, katalizatoriais gerinama dujų kokybę. Galiausiai visa sistema bus gamybos partnerio UAB *Dvarčionių keramika* išbandyta. Darbo rezultatai bus apibendrinami projekta vietoje metodikomis įvairiais atvejais. šie darbai atliekami vykdant EUREKA projektą **Šilumos rekuperavimo ir deginimo**



*įrenginių sukūrimas tikslu pakeisti gamtinės dujas žemo kaloringuomo dujomis.*

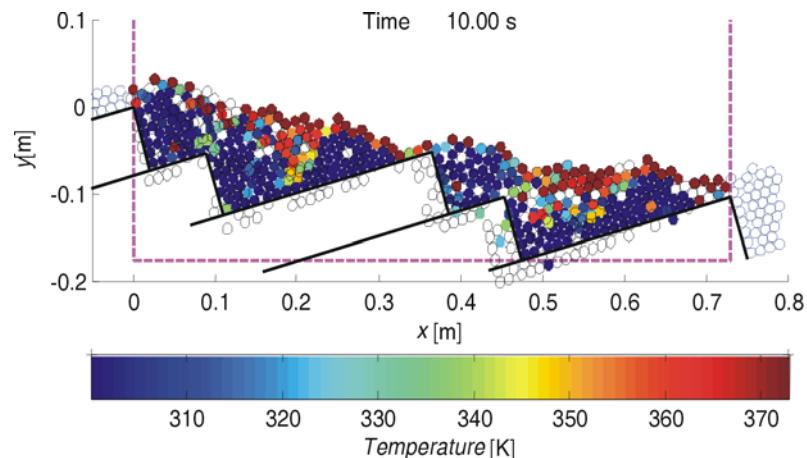
Projektas bus įgyvendinamas pagal Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos 3 prioriteto **Tyrėjų gebėjimų stiprinimas** įgyvendinimo VP1-3.1-ŠMM-06-V priemonę **MTTP kokybė ir ekspertų rengimas**. Projekto kodas VP1-3.1-ŠMM-06-V-01-003.

## KIETOJO GRANULINIO KURO SILUMINIŲ VIRSMŲ MODELIAVIMAS

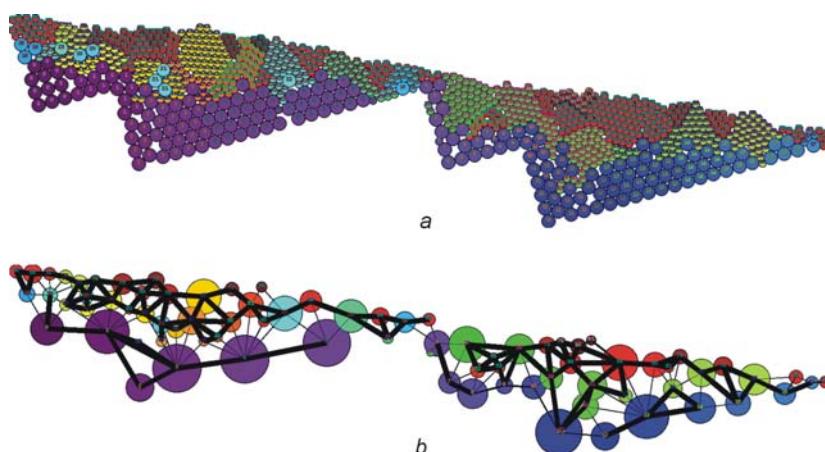
Kietojo kuro šiluminiai virsmai yra sudėtingas procesas, apimantis kietųjų dalelių mechaninį judėjimą, šilumos mainus, fizinius ir cheminius procesus dalelėse: įkaitimą, laikuijų junginių gavarimą, chemines reakcijas. Plėtojant programinę įrangą šiems procesams modeliuoti, dalelių virsmų modelis sujungtas su granuliutų medžiagų dinamikos modeliu.

Dalelių dinamikos modelis (diskrečiųjų elementų metodas – DEM) pagrįstas klasikinės mechanikos Niutono lygčių sprendimu. Dalelių virsmų (degimo) modelį (diskrečiųjų dalelių modelis – DPM) sukūrė prof. B. Petersas (Liuksemburgo universitetas). DPM apima šiuos procesus: šilumos mainus tarp dalelių dėl šiluminio kontakto, šilumos mainus tarp dalelių dėl spinduliuotės, šilumos pernašą nuo aplinkinių sienų dalelėms spinduliuotės būdu, šilumos mainus tarp dalelių ir aplinkos fluido (skysčio arba dujų), dalelių džiūvimą, pirolizę ir degimą, masių mainus tarp dalelių ir aplinkos fluido.

Gauti dalelių šilumininių virsmų modeliavimo rezultatai turi būti atitinkamai naudojami. Vienas analizės aspektų yra dalelių grupių, pasižymintių panašiomis charakteristikomis, išskyrimas. Tai galima atlikti pritaikant žino-



400 dalelių rinkinio ant ardyno konfigūracija po 10 s: temperatūros pasiskirstymas



Dalelių grupės, išskirtos pagal dydžius, taikant „label propagation“ algoritmą (a) bei gautų grupių išsidėstymas ir tarpusavio ryšiai (b). Grupes jungiančių linijų storis (grafo briaunų svoris) atvirkščiai proporcingas vidutinio dalelių dydžio grupėse skirtumui. Skaičiai rodo išskirtų grupių, kurioms priklauso dalelės, numerius

mus „bendruomenių (grupių) aptikimo“ algoritmus, kurie šiuo metu plačiai tyrinėjami ir taikomi tinklams analizuoti įvairiose srityse. Tačiau juos pritaikyti specifiniams dalelių modeliavimo rezultatams reikia papildomų tyrimų, taip pat šie metodai turi būti modifikuoti, siekiant juos pritaikyti konkretiems tikslams. Modeliavimo rezultatų tolesnis apdorojimas yra sudėtinė tyrimų dalis. Šiai

analizei pritaikyti standartiniai analizuojant grafas žinomi algoritmai, tačiau jų tiesioginio taikymo rezultatai gerokai skiriasi tarpusavyje, todėl ši metodika tobulinama. Buvo pritaikyta patobulinta metodika ir naujas paprastas algorit-

mas, kuris pagerina rezultatus, gautus naudojant standartinius algoritmus.

2011 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 3 straipsnius, iš jų 1 straipsnį leidinyje, įrašytame Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąraše ir perskaitė 7 pranešimus tarptautinėse konferencijose bei 1 pranešimą Lietuvos konferencijoje.

**Dr. Nerijus STRIŪGAS**  
Degimo procesų laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401 977  
El. paštas: [striugas@mail.lei.lt](mailto:striugas@mail.lei.lt)

# MEDŽIAGŲ TYRIMŲ IR BANDYMŲ LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- energetinių objektų įrenginių patikimumas ir eksploatacinio ištekliaus įvertinimas;
- daugiafunkcinių medžiagų ir kompozitų kūrimas ir tyrimai;
- medžiagų bandymai, kokybinių rodiklių įvertinimas ir analizė.

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

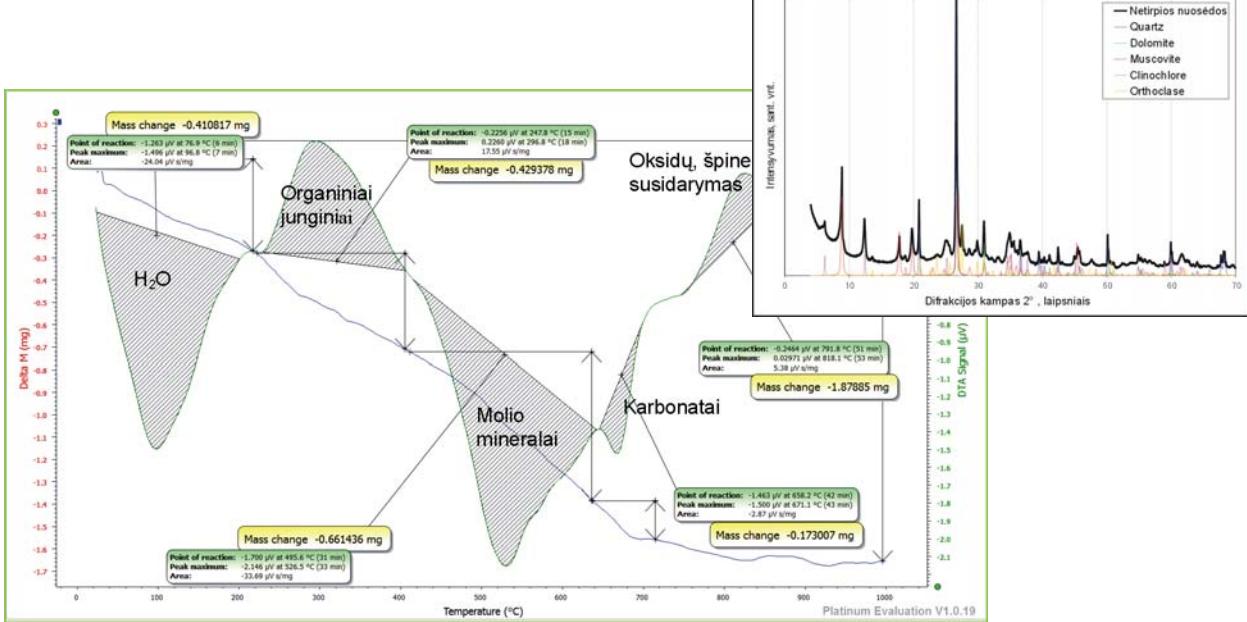
Laboratorijoje atliekami tyrimai, skirti metalo lydinių, taikomų energetinių įrenginių konstrukciniuose elementuose, senėjimo procesų dėsningumams pažinti, šių procesų valdymo bei ilgaamžiškumo klausimams spręsti. Taikant mechaninius bandymus, rentgeno spinduliuotés difrakcinę (XRD), sudėties elementinę analizes, optinę ir skenuojančią elektroninę mikroskopiją, tiriamai 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 procesus. Vykdant darbus, daug dėmesio skiriama fundamentiniams fizikinių ir

cheminių reiškiniių įtakos metalų struktūrai ir savybėms tyrimams.



Pagal sutartį su UAB **GEOTERMA** *Kompleksinių priemonių, skirtų absorbcinių šilumos siurblių darbo optimizavimui bei resurso didinimui, parengimas ir taikymas* toliau buvo tesiama tiriamieji darbai pradėti vykdyti 2010 m. Pagrindiniai darbo uždaviniai – ištirti ir nustatyti veiksnius, turinčius įtakos korozijos procesams bei medžiagų sąnaudoms geoterminėje elektarinėje; pateikti rekomendacijas siekiant minimizuoti korozijos procesą ir suvartojamų medžiagų sąnaudas bei užtikrinant šilumos siurbliuose naudojamo ličio bromi-

do tirpalo parametru stabilumą. Darbo metu buvo vykdoma AŠS stebėsenos duomenų analizė, atliekama LiBr tirpalo parametru kontrolė ir užduotų jų reikšmių palaikymas. Atlikti tyrimai pasiūlė alternatyvias, praktiniu ir ekonominiu atžvilgiu efektyvesnes medžiagas stabiliam LiBr tirpalo šarmingumui bei chromatų koncentracijai palaikyti, parengti ir pradėti diegti priemones leidžiančias optimizuoti LiBr tirpalui papildyti reikiamų medžiagų kiekius. Taip pat buvo sprendžiami klausimai numatant prevenčines priemones, kurios leistų sumažinti LiBr tirpalo užteršimo termostabiliniu ir/arba geoterminiu vandeniu, tikimybę. Be šių tyrimų, skirtų absorbcinių šilumos siurblių darbui optimizuoti bei resursui didinti, atlikti darbai, susiję su eksploataciniių veiksnių įtakos medžiagų ilgalaikiam struktūriniam vientisumui, tyrimais. Pagal korozijos tyrimus bei mechaninių bandymų rezultatus atlikti vario – nikelio šilumokaičių vamzdelių, esančių šiluminėje rinklėje, būklės ir tolesnės eksploatacijos galimybės



Netirpių geoterminio vandens filtro nuosėdų vienalaikės diferencinės skenuojančios kalorimetrijos (DSC) bei termogravimetrijos (TG) ir rentgeno spinduliuotės difrakcinė analizės

jvertinimas bei darbo patikimumo pagrindimas. Taip pat buvo atliekami kiti tyrimai, kurie susiję su įrangos eksploatacinių parametru optimizavimu bei palaikymu.

Laboratorija toliau tęsia 1998 m. pradėtus tyrimus susijusius su vandenilio ir hidridų degradaciniu poveikiu cirkonio lydiniam. Nuo 2011 m. laboratorija dalyvauja naujame Tarptautinės atominės energetikos agentūros (TATENA) koordinuojamame tyrimų projekte **Cirkonio lydinių vandenilio sukeliamas degradacijos sąlygų jvertinimas branduolinio kuro eksploatacijos ir ilgalaičio saugojimo metu**. Šio darbo tikslas – sukurti eksperimentines procedūras, siekiant jvertinti hidridinio pleišėjimo sąlygas cirkonio lydinio kuro apvalkaluose bei nustatyti įtempių koncentracijos koeficientų reikšmes ir temperatūros ribas, kuriose gali jvykti kuro apvalkalų suirimas. Darbas aktualus sprendžiant atominių elektrinių saugaus darbo užtikrinimo problemas bei jvertinant kuro apvalkalo atsparumą

hidridinam pleišėjimui panaudoto branduolinio kuro ilgalaičio saugojimo metu.



**Europos Sąjungos 7-osios Bendrosios Programos projektas „Medžiagų bandymas ir normos“ (MATTER (MATerials TEsting and Rules))**. 2010 m. gruodžio 13 d. pasirašytas naujas Europos Sąjungos 7-osios Bendrosios Programos projektas **Medžiagų bandymas ir normos (MATTER (MATerials TEsting and Rules))**. Šio projekto vykdymas prasidėjo 2011 m. sausio 1 d. šiame projekte iš LEI dalyvauja Medžiagų tyrimų ir bandymų bei Branduolinių įrenginių laboratorijų mokslininkai. Pagal projekto uždavinius suformuota 15 darbių paketą. Dalyvaujama dviejų darbo grupių veikloje – „Gamyba ir suvi-

rimas (Manufacturing and welding)“ ir „Bandymų atlikimas palaikant projektavimą (Testing activities in support of design)“. Šiame projekte pradėti vykdyti nauji tiksliniai medžiagų elgsenos IV kartos reaktorių darbo sąlygose tyrimai. šiais tyrimais siekiama, atsižvelgiant į medžiagų senėjimo mechanizmų ypatumus, nustatyti aukščiausius jų taikymo patikimumo kriterijus. Vienas pagrindinių šio eksperimentinio darbo tikslų – nustatyti branduolinių komponentų veikiančių aukštos temperatūros sąlygose plienų suvirinimo siūlių, gautų taikant naujas suvirinimo technologijas, leistinas nuovargio ribas ir jų koeficientų reikšmes. Atsižvelgiant į šiuolaikinių bandymų procedūrų reikalavimus, eksperimentams atliski sudaryta tyrimų metodika. Nuovargio bandymai 550 °C temperatūroje, esant kontroliuojamos užduotos deformacijos sąlygose, atliekami taikant dinaminių bandymų mašiną Instron (Modelis 8801, 100kN), aprūpinta specialia bandymų ir programine eksperimento valdymo įrangą. Gauti šio darbo nauji duomenys, apibūdinantys suvirini-

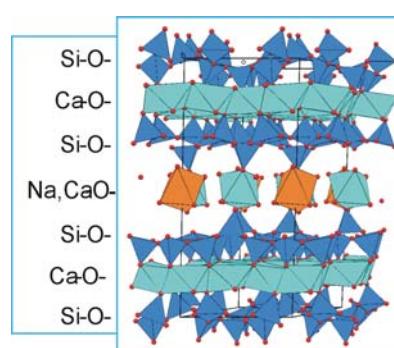
Dinaminių bandymų mašina Instron (Modelis 8801, 100kN) ir įranga darbui iki 800 °C temperatūros



mo siūlių elgseną dėl valkšumo-nuvargio procesų aukštose temperatūrose, svarbūs prognozuojant jų ilgaamžiškumą reaktoriaus komponentuose, bei suvirinimo technologijų tinkamumo įvertinimui, vykdant tolesnius suvirinimo medžiagų bei eksplatacinį veiksnį sukeliamų procesų branduoliniuose komponentuose tyrimus.

## DAUGIAFUNKCIINIŲ MEDŽIAGŲ IR KOMPOZITU KŪRIMAS IR TYRIMAI

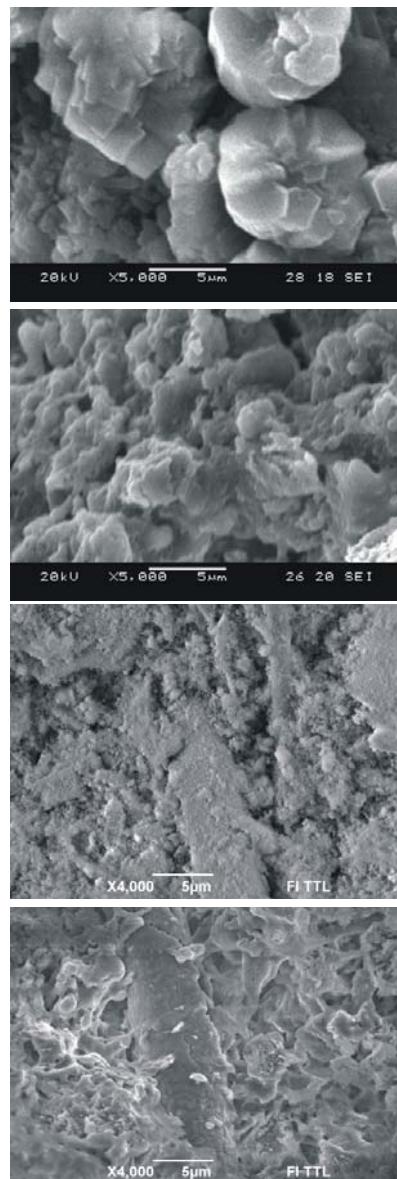
2011 m. pradėtas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas **Modifikuojančių priedų bei nanoužpildų įtaka konstrukcinių kompozicinių medžiagų struktūrai ir savybėms**, kuriame tiriamas nanomatmenų užpildų bei kitų modifikuojančių priedų įtaka naujų kompozitų struktūrai bei savy-



*Girolito kristalų gardelė, patikslinta rentgeno struktūrinės analizės ir Rietveld metodais*

atomų padėtimis bei įterptų Na<sup>+</sup> jonų kiekiui kristalų gardelėje nustatyti.

Keičiant vieno ar kito modifikuojančio priedo kiekį galima gerokai pagerinti tiek neorganinio rišiklio, tiek ir konstrukcinės medžiagos fizikines ir mechanines savybes. Todėl šio darbo vienas tikslas yra ištirti modifikuojančių priedų įtaką kompozicinės konstrukcinės medžiagos su neorganiniu rišikliu struktūrai bei savybėms. Vykdant šį mokslinį darbą tirtas neorganinis rišiklis, kuris naudojamas ugniai atspariose kompozicijose, skirtose šiluminiių agregatų išklojams,



*Neorganinio rišiklio struktūra be modifikatorių ir su jais prieš ir po kaitinimo 1000 °C temperatūroje*

pakurų sienoms atnaujinti. Siekiant prailginti šių kompozicijų naudojimo laikotarpij parinkti keli modifikuojantys priedai – tai silicio dioksido mikrodulkės, mikroplaušas ir sluoksninis silikatas, kurių kiekvienas turi specifinę pa-skirtį: stabdyti makrotrūkių susidarymą medžiagoje, padidinti medžiagos tankį ar sumažinti rišiklio išeigą. Kadangi medžiaga skirta darbui aukštose temperatūrose, eksperimentiškai įvertinta temperatūros įtaka modifikuoto rišiklio fizikinėms – mechaninėms savybėms. Atlikti rentgenostruktūrinė analizė, išanalizuoti mikrostruktūriniai pokyčiai rišiklyje atsižvelgiant į pasirinktą vieną ar kitą modifikuojantį priedą ir nustatytas optimalus jų kiekis medžiagoje.



Laboratorijos mokslininkai dalyvauja COST MP0701 veiklos *Nauju funkcinių ir struktūrinių savybių kompositai iš nanostruktūros medžiagų* pirmojoje darbo grupėje WG1 *Nanodelės/skiriamasis paviršius* (matricos ir nanodelių parinkimas, paviršiaus funkcionalamo keitimas ir cheminis nanodelių apdirbimas). Dalyvavimo COST MP0701 veikloje tikslas – sukurti polimerinio nanokompozito su polimerine ir nanokristalinio girolito užpildu gavimo metodiką, ištirti įvairių veiksnių (užpildo dispergavimo būdo, jo cheminio modifikavimo, polimerinės kompozicijos parinkimo ir suderinamumo su užpildu) įtaką mineralinio užpildo interkaliacijai / eksfoliacijai polimerinėje matricoje. Tyrimuose buvo naudojamas sintetinis nanomatmenų užpildas – girolitas; grynas ir su įterptais Na<sup>+</sup> jonais. Siekiant efektyvaus suderinamumo su polimericine matrica, užpildo paviršiaus savybės buvo keičiamos modifikuojant organinius junginiai, naudojant ultragarsą. Iš modifikuoto nanomatmenų užpildo ir

polimerinės kompozicijos paruoštas nanokompozitas ir nustatytos jo mechaninės savybės.

Dalyvaudami COST MP0701 veikloje, laboratorijos darbuotojai bendradarbiauja su Kauno technologijos universiteto Cheminės technologijos fakulteto Silikatų katedros mokslininkais, kurie sintetina nanomatmenų girolito užpildą.



Europos Sajungos 7-osios Bendrosios Programos projektas *Nanotechnologijomis sustiprinta aplinkai palanki ekstrūdinė sluoksniuota armuota plausu putų cemento statybinė medžiaga (FIBCEM (Nanotechnology Enhanced Extruded Fibre Reinforced Foam Cement Based Environmentally Friendly Sandwich Material for Building Applications))*. Trejų metų trukmės projektas pradėtas 2011 m. gruodžio mėn. FIBCEM projekte dalyvauja 10 partnerių iš 5 šalių – Italijos, Ispanijos, Jungtinės Karalystės, Danijos ir Lietuvos. Pagal projekto darbų programą laboratorijos darbuotojai dalyvauja 4-oje darbo grupės veikloje, kurios pagrindinis uždavinys – modifikuoti nanomolius. FIBCEM projekto tikslas – sukurti perspektyvią, mažai energijos reikalaujančią, technologiją putų cemento plokštėms gaminti, kuri leistų sumažinti išmetamą anglies dioksido kiekį.

## MEDŽIAGŲ BANDYMAI, KOKYBINIU RODIKLIU ĮVERTINIMAS IR ANALIZĖ

Laboratorijos darbuotojai vykdo darbus teikdami akredituotos laborato-

rijos paslaugas, atliekant medžiagų bandymus ir jų kokybės rodiklių įvertinimą (laboratorija akredituota LST EN ISO/IEC 17025 standarto atitinkai). Sėkmingesnai bendradarbiaujama su ūkio subjektais, vykdant tiriamuosius darbus bei teikiant konsultacijas gamybos produktų kokybės užtikrinimo srityje.



Laboratorija akredituota atlikti:

- \* plastikinių vamzdžių,
- \* izoliuotų vamzdžių,
- \* statybinių skiedinių,
- \* plytelų klijų,
- \* statybinių glaistų,
- \* ugniai atsparių medžiagų bei gaminių bandymus.

2011 m. laboratorijos darbuotojų atliktų tyrimų rezultatai buvo skelbti 7 moksliniuose straipsniuose, iš kurių 4 įrašyti Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąraše bei 3 recenzuojamuose konferencijų pranešimų leidiniuose. Dalyvauta ir skaityti pranešimai 3 tarptautinėse konferencijose.

**Dr. Albertas GRYBĖNAS**  
Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401 908  
El. paštas [grybenas@mail.lei.lt](mailto:grybenas@mail.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 reiškinii tyrimas;
- plazmos ir aukštos temperatūros srautų diagnostika bei diagnostikos priemonių kūrimas;
- plazmos srautų ir medžiagų sąveika įvairiuose plazminiuose-technologiniuose procesuose;
- plazminio itin kenksmingų medžiagų neutralizavimo procesų tyrimas ir realizavimas;
- katalizinių ir tribologinių dangų sintezė plazminėje aplinkoje bei jų savybių tyrimas;
- šiluminiai ir heterogeniniai procesų tyrimas, reaguojantiems produktams aptekant katalizinį paviršių;
- plazminis konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksninių 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.

Plazminių technologijų laboratorijos mokslininkai jau daugiau nei 40 metų dirba įvairose žemos temperatūros plazminų technologijų kūrimo, mokslinei tyrimo ir pritaikymo srityse ir gali sėkmingai modeliuoti naujas plazminės technologijas, panaudodami laboratorijoje pagamintus plazmos įrenginius. Plazmos srautui gauti naudojamos įvairios sudėties dujos ar jų mišiniai. Laboratorija turi bandomosios gamybos technologinę įrangą, kuri naudojama įvairių medžiagų paviršių sluoksninių mechaninėms, tribologinėms, cheminėms ir optinėms savybėms keisti bei modifikuoti. Pastovus techninės bazės atnaujinimas, plėtimas ir disponavimas esama analizine aparatūra leidžia atligli plazmos

šaltinių tyrimus, plazmos srovų ir srautų diagnostiką, duju dinaminių 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 mažesnės nei 200 kW galios plazmos generatoriai. Šiuo metu sukurtas naujos konstrukcijos vandens garo plazmos generatorius. Vadovaujantis žiniomis apie procesus, vykstančius reakcinėse

iškrovos kamerose ir pasitelkiant plazminų procesų panašumo teoriją, apibendrintos jo voltamperinės ir šiluminės charakteristikos, nustatyti stabilaus darbo režimai elektros lankui kaitinant perkaitintą vandens garą, esant įvairiems slėgiams. Gautieji rezultatai rodo, kad vandens garo plazmos generatorius yra tinkamas realizuoti įvairius procesus reakcinėje lanko zonoje, gali būti panaudotas kietų ir skystų, organinių bei neorganinių medžiagų konversijai į dujinės fazės medžiagas.

Laboratorijoje toliau tiriami šilumos mainai plazmotronų reakcinėje lauko zonoje, nagrinėjamas elektros lanko stiprio kitimas esant laminariniam ir turbulentiniams 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 energijos naudojimo plazminiuose įrenginiuose metodai.

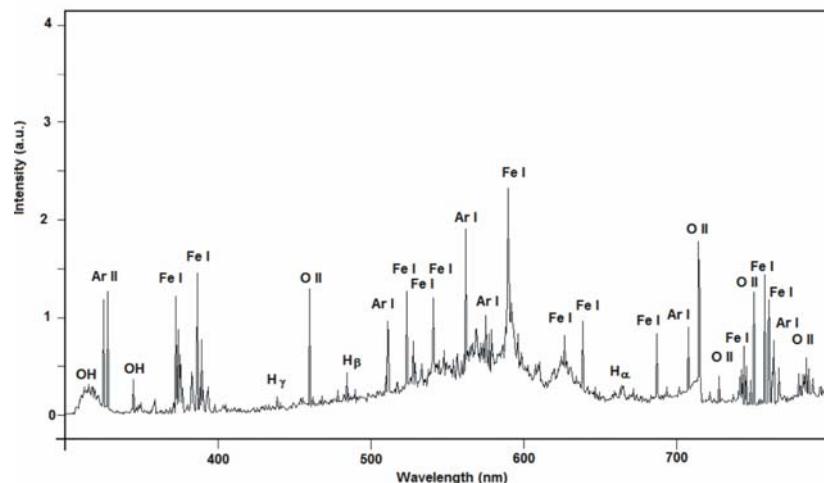
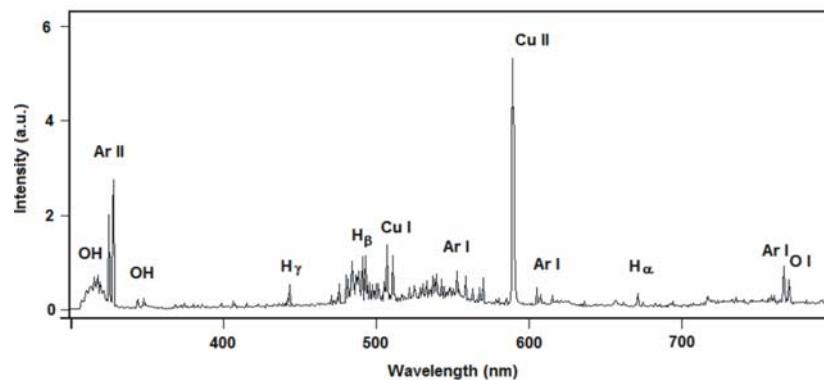
## PLAZMOS IR AUKŠTOS TEMPERATŪROS SRAUTŲ DIAGNOSTIKA

Laboratorijoje nagrinėjama 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 *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 jų srautą ipučiamos 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. Tačiau gerokai nesupaprastinus uždaviniių sąlygų, multifazinių plazmos srautų skaitmeniniais metodais tyrinėti neįmanoma, todėl laboratorijoje pasitelkiamas eksperimentinis metodas, kuriam teikia pirmenybę.

Pastaruoju metu plazmos diagnostikai laboratorijoje plačiai taikomi nekontakčiai metodai. Vienas jų – optinės spektroskopijos metodas, kurio pagrindinis įrenginys – šviesolaidis spektrometras AOS-4. Tai labai greita optinė matavimo sistema, kuria galima tyrinėti



Oro plazmos srovė, ištekanti iš pastovios srovės linijinio plazmos generatoriaus

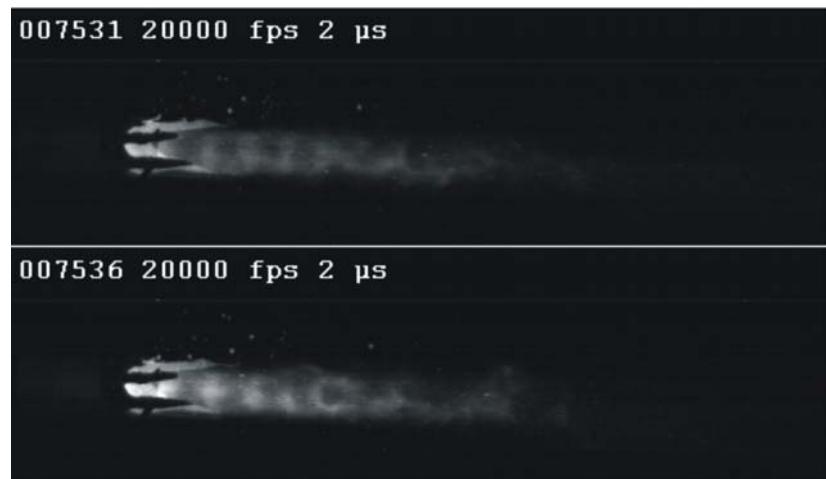


Elementinė argono ir vandens garo plazmos srovės, ištekančios iš 35 kW galios plazmos generatoriaus sudėtis, nustatyta optinės spektroskopijos metodu. Viršuje: varinės anodas, vandens garo srautas  $G=2 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$ ; žemiau: plieninės anodas, vandens garo srautas  $G=2,9 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}$

dujų emisinių spektrų pikus 250–800 nm bangų ruože. Sistema naudo-

jama plazmos elementų sudėčiai, emisiniams spektrams tyrinėti.

Multifazinių plazmos srovų vizualizacijai bei kai kurioms dinaminėms charakteristikoms nustatyti naudojama X serijos greitaeigė optinė kamera su CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) jautriuoju elementu, kuri leidžia greitaeigį filmavimą 100 ns intervale bei judančių objektų fiksavimą labai dideliu greičiu. Laboratorijoje naujojama MotionPro X4 greitaeigė kamera.



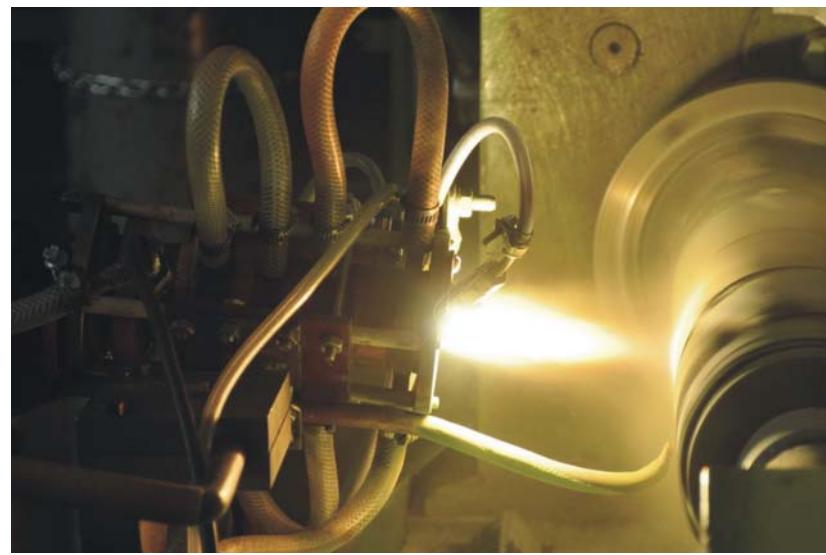
*Lydalo ir granulių judėjimas bei mineralinio pluošto susidarymo procesas viršgarsinėje oro plazmos sroveje, stebimas greitaeigė vaizdo kamera*

## 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 įvairaus storio dangomis padengtos pigios konstrukcinių medžiagos pakeičia didelius kiekius sunaudojamų brangių medžiagų.

Paveiksle (dešinėje) pavaizduotame įrenginyje, sukūrus nepusiausvirą atmosferos slėgio plazmos srautą su nebalansuotomis atskirų komponentų temperatūromis, įvairios medžiagos aktyvinamos, sintetinamos ir apdorojamą paviršių pasiekia turėdamos skirtinias energijas. Tai sudaro reikalingas sąlygas kai kurioms cheminėms reakcijoms blokuoti ir plazmos sraute, ir substrato paviršiuje. Taip sintetinamos  $\gamma$  fazės  $Al_2O_3$  dangos su labai išvystytu



*Konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių formavimas atmosferos slėgio oro plazmoje ir paruoštų produktų pavyzdžiai*

ir aktyviu paviršiumi, ir tai labai aktualu sudarant katalizines dangas. Dangos savitasis paviršius buvo dar daugiau didinamas ją atkaitinus tam tikroje temperatūroje.

### *Katalizinės dangos*

Pastaruoju metu pasaulyje mokslo ir gamybos srityse itin domimasi atsinaujinančių energijos šaltinių technologijomis, vandenilio energetika, kuro sin-

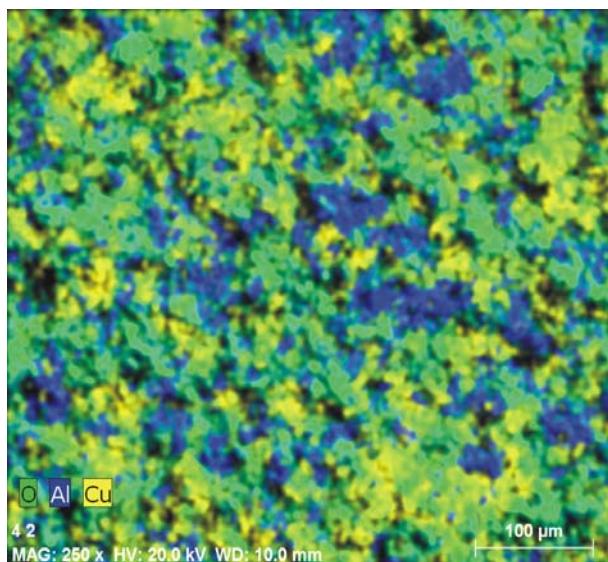
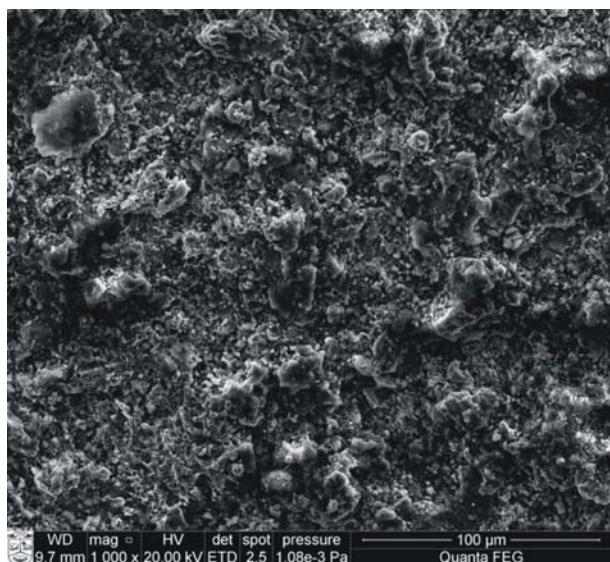
tezės ir taupymo programomis bei aplinkos taršos mažinimo problemomis ir jų sprendimu. Nė vienoje šių sričių neapsiejama be specialios paskirties ir savitos sudėties katalizatorių. Apie 70 % visų pasaulyje vykdomų cheminių reakcijų naudojami katalizatoriai. Šiuolaikiniai kataliziniai reaktoriai gaminami dideliu materialiniu ir laiko sąnaudų reikalaujančiu cheminiu būdu, nusodinant platinos grupės metalus, todėl jie yra brangūs, jų keraminiai substratai 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 oksi-

dai, ceolitai ir kitos medžiagos, kurios sėkmingai naudojamos kaip efektyvūs katalizatoriai.

Iš dangų pagamintuose kataliziniuose reaktoriuose masės ir šilumos pernašos procesai buvo tirti laboratorijoje sukurtame katalizinių dangų savybių tyrimo įrenginyje. Propano-butano duju degimo ore produktams susimaišius su oksidatoriumi, gaunamos išmetamiosios dujos, turinčios vidaus degimo varikliams būdingas CO koncentracijas, ir pasiekiamą katalizinei teršalo oksidacijai vykti reikiama temperatūra. Darbui atliliki sukurta duju dinaminių ir šiluminių charakteristikų tyrimo pasienio sluoksnio zonoje metodika, sukoplektuota įranga ir aparatūra srauto struktūrai tirti.

Nustatyti reaguojančių duju greičių, temperatūros, medžiagų koncentracijos pasiskirstymas prie katalizatoriaus sienelės, srauto ir sienelės šilumos- masės mainų koeficientai.

Plazminiu būdu sudarytų oksidinių katalizinių dangų pagrindu galima kurti CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC ir kitų teršalų emisiją veiksmingai mažinančius katalizinius reaktorius. Jie pagal konversijos laipsnį artimi kataliziniam reaktoriams, kurių sudėtyje yra tauriųjų metalų. Šios srities darbai teisiami vykdant 2007–2013 m. Baltijos jūros regiono programos projektą. Šiuo metu kuriamas naujas efektyvus katalizatorius TiO pagrindu, skirtas sieros junginiams oksiduoti.



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

### **Anglies darinių dangos**

Konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių modifikavimas technologijomis, formuojant įvairios paskirties dangas, plačiai taikomas paviršiaus inžinerijoje. Viena plazminų technologijų pritaikymo galimybė – tai plazminų polimerų sintezė. Plazminiai polimerai – plazminiu būdu nusodintos plonos plėvelės turi daugybę pritaikymo sričių: mikroelektronika, medicina, biotechnologijos, pus-

laidininkų gamyba ir kt. Plazminiai polimerai dažniausiai sintetinami vakuumo. 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 kampus, leidžia konkuruoti su geriausiomis šiuolaikinėmis medžiagomis ir lydiniais. Vertinant

padėtį, susidariusią plazminų polimerų sintezės ir tyrimų srityje, pažymėtina, kad šiuo metu reikia geriau suprasti plazmos polimerizacijos procesą, ypač padengimo parametru įtaką gautų plazmos polimerų savybėms, jų laiko ir temperatūros stabilumą. Viena plazminų polimerų grupių yra naujos medžiagos, sudarytos iš plazminų polimerų, sumaišytų su metalais arba keramika. Tokios kompozicinės medžiagos sudaro naują dan-

gų klasę iš kompozitų ir nekompozitų ir pasižymi elektrinių, optinių ir mechaninių savybių įvairove. Suformuoti plazminiai polimerai daugiausia naudojami kaip kietos ir apsauginės dangos. Pastaruoju metu plazminių polimerų sintezėje vis plačiau naudojami anglies dariniai.

Nors plazminis dangų formavimo procesas atmosferos slėgyje jau seniai ir plačiai praktiškai taikomas, tačiau vis dar nėra ištirtas fizikiniu požiūriu. Teigiamą, kad yra apie 50 veiksnių, turinčių įtakos gautoms dangos cheminėms, fizikinėms, mechaninėms savybėms bei dangos sudėciai ir struktūrai. Pagrindiniai jų – pradinių medžiagų sudėtis, medžiagos, įvedamos vietos plazmos sraute dislokacija, plazmotrono konstrukcija, darbo charakteristikos, atstumas nuo plazmotrono iki substrato, temperatūra, slėgis, darbo dujų rūšis. Šiuo metu daugiausia dėmesio skiriama sudaryti įvairios sudėties ir savybių kietąsias anglies darinių dangas įvairių medžiagų (plieno,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kvarcinio stiklo ir kt.) paviršiuose ir turimais metodais ištirti jų savybes.

Darbams atlirkti sukurtos dvi plazminės kietujų keraminių ir deimanto tipo dangų sintezės sistemos su modifikuotais plazmos generatoriais, tiekiančiais nepusiausvirosios plazmos srautą. Įrenginiai veikia atmosferos ir išretintų dujų – azoto, argono, vandenilio, acetile-

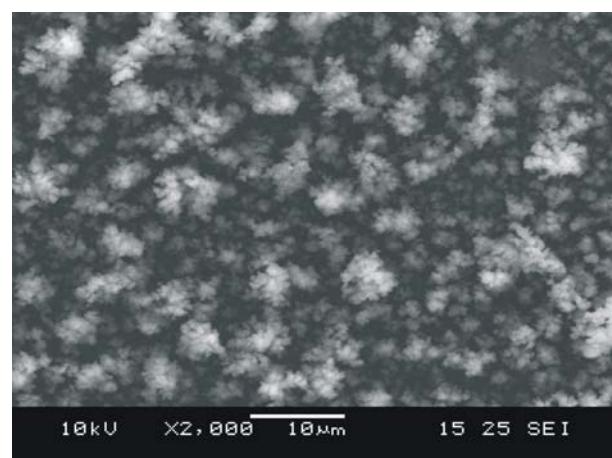
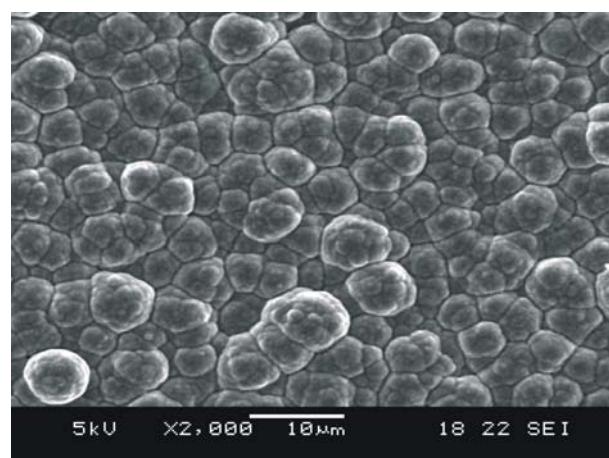


*Veikiantis anglies darinių plėvelių sintezės įrenginys, generuojantis argono/acetileno plazmą*

no, propano butano ir jų mišinių aplinkoje. Realizavus dangų sintezės procesą, gautos gerais adhezijos rodikliais pasižymintos dangos ant nerūdijančio plienino, 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 priklausomybė nuo plazmą sudarančių ir transportuo-

jančių dujų sudėties, įvedimo į plazmotroną vietas ir būdo. Pastebėta, kad visų dangų IR laidžio ir atspindžio spektruose egzistuoja  $\text{CH}_x$ , OH, CO,  $\text{CO}_2$  ir  $\text{C}=\text{C}$  grupėms būdingi ryšiai.

Vadovaujantis atlirktais tyrimais suradant dangas atmosferos slėgio argono/acetileno plazmos aplinkoje, realizuotas superkondensatorių elektrodų dangų sintezės procesas ir gautos anglies dari-



*Anglies dangų, gautų iš argono vandenilio acetileno plazmos, SEM vaizdai*

nių dangos, kurių elektrinės charakteristikos leidžia padidinti pastaruoju metu praktikoje naudojamų superkondensatorių talpą.

### **Plazmos srauto ir medžiagų sąveika**

Siekiant gauti aukštą temperatūros labai mažą skersmens pluoštą, perdirbtį kenksmingas medžiagas, suformuoti įvairias dangas, sintetinti naujas medžiagas, tiriamą elektros lanko ir plazmos srauto sąveiką su dispersinėmis medžiagomis, nustatomos gautų medžiagų bei dangų fizinės, cheminės ir mechaninės savybės. Plazminiu procesu eiga labiausiai priklauso nuo nešančios aplinkos temperatūros, greičio bei dispersinės medžiagos būvimo laiko reakcijos zonoje, cheminių reakcijų pobūdžio. Plazminiu būdu formuojami paviršiai gaunami sluoksniuojant daugybę dispersinių dalelių, kurios, prieš atsimušdamas į kietą paviršių, turi būti aplydotos ir plastinės būsenos. Todėl jų forma ir struktūra dangoje yra labai įvairi. Dalelių ir plazmos srauto tarpusavio sąveiką apibūdina tekėjimo, deformacijos, aušinimo, šaldymo procesai. Plazmos srauto ir dalelių sąveikos rezultatų įvairovė matyti pagal jų pagrindinius parametrus – greitį, temperatūrą ir koncentraciją. Nustatyta, kad net vienodo dispersiškumo ir vienos rūšies medžiagos

dalelių parametrai skerspjūvyje prie dengiamo substrato yra labai skirtiniai. Realiai kontakto metu šie parametrai yra nestacionarūs. Jų pasiskirstymo funkcijos nusakomas dvifazio srauto formavimosi ir tekėjimo sąlygomis srovės pradinėje dalyje. Ipurštos dalelės srovėje pasiskirsto nevienodai. Šie procesai apibūdina gauto galutinio produkto struktūrą ir savybes.

### **KERAMINIŲ MEDŽIAGŲ LYDYMAS IR AUKŠTOS TEMPERATŪROS METALŲ OKSIDŲ PLAUŠO SINTEZĖ**

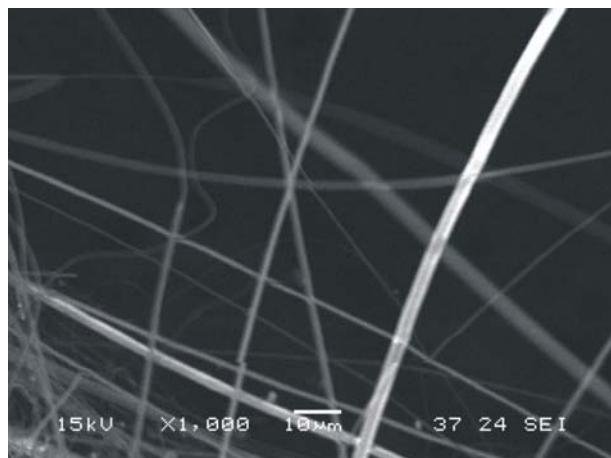
Mineraliniam plaušui (MP) gaminti naudojamai tradicinei technologijai ir įrenginiams būtinas nepertraukiamo veikimo procesas, sudėtingos ir brangios lydymo krosnys bei izoliacinės medžiagos. Tradiciniai metodai gaminamo plaušo kokybę ir sudėtį taip pat riboja žaliavos lydymosi temperatūra: šis metodas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

Vienintelis alternatyvus būdas gauti aukštą kokybę aukštą temperatūros plaušą yra plazminė technologija. Lydant ir plaušinant keramines medžiagas, formuojant MP naudojamas eksperimentinis plazminis įrenginys su 70–90 kW

galios plazmos generatoriumi, sukurtas LEI Plazminų technologijų laboratorijoje. Juo formuojamas plaušas iš dispersinių dalelių, naudojant orą kaip plazmą sudarančias dujas bei pagalbinius ( $\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2$ , propano butano) dujų mišinius.

### **VANDENS GARO PLAZMINĖ TECHNOLOGIJA**

2009 m. atnaujinti anksčiau laboratorijoje atlirktyrimai pritaikant vandens garo plazmą įvairioms energetikos, aplinkosaugos ir pramonės reikmėms. Vandens garo plazmos pranašumas akiavizdus: ją naudojant nesusidaro nuodingi azoto oksidai, kurie nepageidaujami kai kuriuose plazminiuose-technologiniuose procesuose, be to, vandens garo masinė entalpija, esant aukštoms temperatūroms (4000–5000 K), apie 6 kartus didesnė už oro entalpiją. Tai reiškia, kad vandens garui įkaitinti reikia 6 kartus didesnės galios, negu tam pačiam masiniam oro srautui, todėl gauto srauto energija gerokai didesnė nei kitų iki šiol naudojamų dujų plazmos energija. Vandens garo plazmoje apdorojami medžiagai per tą patį laiką gali būti atiduota gerokai daugiau energijos ir todėl, kad jos šilumos laidžio koeficientas daug didesnis už kitų dujų plazmos. Palyginus vandens garo ir oro tūrines ental-



Plazminis aukštatemperatūrio plaušo sintezės procesas (kairėje) ir produktas (dešinėje)

pijas matyti, kad jos tarpusavyje mažai skiriasi. Darome išvadą, kad, norint paliginti vandens garo ir oro plazmos savybes, tai daryti reikia ne esant vienodiems masiniams, bet vienodiems tūriniams srautams.

Atlikus tyrimus pastebėta, kad sudarant įvairių medžiagų dangas bei granules vandens garo plazma itin svarbi. Jeigu į plazmos srautą, įtekantį į plazmocheminį reaktorių, patenka nors ir nedaug vandens garo, labai padidėja galutinio produkto (pvz., mineralinio plaušo) išeiga ir pagerėja jo kokybė. Tai gali būti aiškinama elektrolizés būdu susidariusio vandenilio arba disocijuoto garo OH<sup>-</sup> grupės poveikiu, taip pat geroai aktyvesnių deguonies, azoto ir vandenilio atomų poveikiu žaliavos dispersinėms dalelėms bei reaktoriuje tekančio lydalo paviršiu. Tai itin svarbu sudarant specifinės paskirties organinių medžiagų dangas (pvz., katalizines), todėl reikia išaiškinti vandens garo plazmos parametru įtaką fiziniems ir cheminiems galutinio produkto savybėms, jos poveikį nano- dispersinių struktūrų, mikrogranulių bei garų fazės formavimosi procesams. Toliau tiriama vandens garo plazmos srauto sąveikos su dispersinėmis dalelėmis ir srauto elementais mechanizmas.



Vandens garo plazmos srovė, ištekanti iš 35 kW galios plazmos generatoriaus anodo

## LABORATORIJOS DARBAI NACIONALINEI KOSMOSO PROGRAMAI

Plazminių technologijų laboratorijos darbuotojai 1981–1989 m. intensyviai dirbo atliekant įvairių medžiagų, skirtų buvusios Tarybų Sajungos daug-

kartinio naudojimo kosminiu aparatų korpusams gaminti, bandymus plazmos srovėse ir srautuose. Buvo tiriamas aukštos temperatūros ir greičio poveikis atitinkamos medžiagos struktūrai ir savybėms, ištirtos medžiagos panaudotos daugkartinio erdvėlaivio *Buran* korpusui gaminti.



Sunkiai besilydančių medžiagų elgsenos aukštos temperatūros zonoje tyrimas. Dešinėje – pavyzdys po plazmos srauto poveikio

Šiuo metu laboratorija disponuoja analogiškais plazminiais įrenginiais, kurių galia siekia 150 kW. Plazmos srauto, ištekančio iš plazmos generatoriaus temperatūra – 1600–7500 K, greitis – 150–750 m/s, todėl yra reali galimybė tyrinėti įvairių medžiagų elgseną plazmos sraute, formuoti įvairios paskirties konstrukcinių medžiagų paviršinius

sluoksnius, sudaryti įvairios paskirties ir savybių apsaugines dangas, kurios gali būti panaudotos raketinėje technikoje ir kosmonautikoje.

2010 m. atnaujinti darbai, skirti medžiagų tyrimui ir bandymams. Vykdant inovacinio čekio gavimo sutartį ***Grąžinamų iš kosmoso į Žemę aparatų paviršių terminei apsaugai naudojamų medžiagų***

***tyrimų terminiam atsparumui naudojant žemos temperatūros plazmos srautą, studija*** ir bendradarbiaujant su Medžiagų tyrimo ir bandymų laboratorijos darbuotojais, plazmos sroveje buvo patalpinti sunkiai besilydančių medžiagų pavyzdžiai ir tiriamas aukštos temperatūros bei didelių greičių poveikis medžiagos erozijos rodikliams ir struktūrai.

## 2011 M. RENGINIAI



„Tyrėjų naktis 2011“ Plazminių technologijų laboratorijoje



Ekskursija LEI atvirų durų dienos metu



Baltijos jūros regiono programos 2007–2013 m. projekto **Aplinkosauginių plazminių technologijų inovacijų sklaida ir plėtra Baltijos jūros regione** partnerių susitikimas



## VYKDOMI PROJEKTAI LABORATORIOJE

Baigtas ir apgintas valstybės biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas **Pagrindinių**

**veiksnių, lemiančių neorganinių medžiagų oksidų plaušo sintezę plazminėje aplinkoje, identifikavimas ir įvertinimas** (2009-2011m.), kurio pagrindinis tikslas – skaitmeniniai ir eksperimentiniai metodais ištirti plazminės įvairių

neorganinių medžiagų oksidų lydimo ir jų lydalio konversijos į mikro- ir nanostruktūrinj plaušų procesų dėsningumus įvairios sudėties reaguojančių duju plazmos aplinkoje, siekiant pagerinti formuojamo mineralinio plaušo kokybę

ir savybes. Vykdant darbą išnagrinėta aukštos temperatūros pluošto sudarymo problema pasaulinėje mokslinėje-techninėje literatūroje, suprojektuotas ir pagamintas eksperimentinis dujų dinaminis įrenginys su specialios paskirties plazmos generatoriumi. Laboratorijos eksperimentiniuose įrenginiuose realizuotas plazminės purškimo pirolizės procesas ir ištirti pagrindiniai jo dėsnингumai. Nustatyta, kad plazmos srovės ir dispersinių dalelių sąveika užtrunka apie 1 ms, dalelės sparčiausias fazės pokytis prasideda esant  $x/d = (3-8)$  nuo ištakėjimo tūtos. Išaiškintas plazminės pirolizės proceso mechanizmas bei nustatyta jos įtaka mikro- ir nano- dispersinių dalelių sudarymo procese. Pluošto sudarymo metu buvo atlirkas šilumos mainų proceso tyrimas plazmos generatoriuje ir plazmocheminiame reaktoriuje, skaitmeniniais ir eksperimentiniais metodais nustatyti multifazio srauto, ištakančio iš reaktoriaus tūtos, dinaminės ir šiluminės charakteristikos, nustatytas plazmos nepusiausvyros lygis. Optinės spektroskopijos metodu gauti plazmos srauto emisiniai spektrai, teikiantys informaciją apie plazmos srovės elementinę sudėtį. Pagamintas plonas (iki  $5 \mu\text{m}$  skersmens) keraminis pluoštas, kuris gali būti panaudojamas kaip izoliacija šiluminiuose įrenginiuose, kaip statybinė, betoną sutvirtinanti medžiaga ar kaip filtras ultrasmulkkioms dalelėms nusodinti.

#### *Laboratorijos darbuotojai 2011 m. dalyvavo tarptautiniuose projektuose ir programose:*



- COST CM0903 veikla **Biomasės utilizavimas i alternatyvųjį kurą ir cheminius preparatus (UBIOCHEM)**, iki 2013 m. Šioje veikloje laboratorijos darbuotojai vykdo individualų projektą *Vandens garo plazmos panaudojimas biomasės konversijai ir atliekų perdirbimui* kurio vykdymo metu bus sukurti nauja, iki šiol pasaulio praktikoje dar nerealizuota plazminė technologija, įvairios sudėties organines medžiagas galinti paversti sintetinėmis dujomis, didesniu vandenilio kiekiu. Vykdant darbą, numatoma vandens garo plazmine technologija apdoroti ne tik įvairias atliekas, bet ir medžiagas, pavojingas aplinkai bei žmonių sveikatai. Veikloje dalyvauja 18 Europos šalių mokslininkai.
- LMT finansuojamas mokslininkų iniciatyva parengtas projektas **Anglies nanodarinių, sintezuojamų iš nesočiujų angliavandenilių plazmos, tyrimas**.



Lietuvos  
mokslo  
taryba

Nr. MIP-59/2010. Vykdymo terminas (2010–2012).  
Vykdytas kartu su KTU.

- Tarptautinis projektas **Ivairios funkcinės paskirties metalų oksidų dangų, sudaromų kombinuotais lazeriniais-plazminiais metodais, struktūros formavimosi dėsningumų ir savybių tyrimas** pagal Lietuvos ir Baltarusijos dvišalio bendradarbiavimo mokslo ir technologijų srityje programą. Projekto tikslas – metalų oksidų dangų su reguliuojamomis fizikinėmis-mechaninėmis ir eksploraciniemis charakteristikomis, suformuotų plazminiais ir lazeriniais metodais, struktūros ir savybių nustatymas.



PlasTEP

- Baltijos jūros regiono programos 2007–2013 m., projektas **Aplinkosauginių plazminų technologijų**

#### PlasTEP Project Partners

15 partners from 8 countries work together within the Baltic Sea Region Programme 2007-2013



##### Denmark

**DTU**  
Ris National Laboratory for Sustainable Energy, Technical University of Denmark  
 • Build-up of a NOx/SOx reduction reactor with flexible design  
• Optimisation of ozone injection and mixing scheme with exhaust gas  
• Proposal of an optimised scheme for time dependent NOx/SOx processes

##### Estonia

**University of Tartu**  
University of Tartu  
 Optimisation of the reactor's design:  
• Discharge mode and the optimum input power and gas flow rate  
• Phase and morphology of TiO2 coating

##### Finland

**ASTRAI**  
Lappeenranta University of Technology, ASTRAL  
 Optimisation of photo catalytic materials and pore-penetration characteristics  
• Coating performance on modules for integration into the combined plasma/catalytic module

##### Germany

**INP**  
Institute for Plasma Science and Technology (INP)  
 • Coordination joint compendium on VOC removal by means of plasma based and assisted technologies  
• Construction of a novel and up-scalable reactor design

##### Technology Centre of Western Pomerania (TzV)

**TzV**  
Technology Centre of Western Pomerania (TzV)  
 • Leadpartner  
• Experiences through built up of BalticNet-PlasmaTec (network) and in scientific marketing  
• Leads communication and information and is involved in technology transfer

##### VDI Mecklenburg Western Pomerania

**VDI**  
VDI Mecklenburg Western Pomerania  
 • Inform their members about possibilities and chances of plasma technology  
• Support the preparation of investments together with the SEP and other partners  
• Render assistance for communication and information process to decision makers from industry, policy and society

##### Latvia

**Riga Technical University** (Host for Summer School 2010)  
 Model heat and mass transfer processes  
• Optimisation of ozone injection and mixing scheme with exhaust gas  
• Proposal of an optimised scheme for time dependent NOx/SOx processes

##### Lithuania

**Kaunas University of Technology**  
 Performing eco-efficiency analysis of plasma technologies and producing reports  
• Evaluation of the impact of plasma-based treatment technologies to the environment

Part-financed by the European Union (European Regional Development Fund)

plasma for environment protection

**inovacijų sklaida ir plėtra Baltijos jūros regione (PlasTEP).** Pagrindiniai projekto tikslai – kurti bei panaudoti plazmines technologijas aplinkosaugos problemoms spręsti. Sukurti atitikmenis, įrodančius galimybę praktiskai pagerinti oro ir vandens kokybę, realizuoti plazminių technologijų įdiegimą aplinkosaugos srityje.

Pagrindiniai projekto uždaviniai:

- kenksmingų medžiagų emisijų kontrolė ir mažinimas;
- plazminių technologijų pritaikymas pramonės įmonių išmetamoms pavojingoms atliekoms neutralizuoti;
- atmosferos oro ir vandens užterštumo mažinimas;
- aplinkosaugos technologijų klasterių Baltijos jūros regione kūrimas;

- paramos ir investicijų naujoms aplinkosaugos technologijoms skatinimas;
- politikų ir valstybinės valdžios atstovų įtraukimas į projekto veiklą;
- pramonės ir mokslo partnerių grupių aplinkosaugos srityje sudarymas;
- specializuotų grupių, siekiančių mažinti NO<sub>x</sub> ir SO<sub>x</sub> emisiją, neutralizuoti LOM (lakišias organines medžiagas) bei kvapus, organizuoti vandens valymą, sukūrimas;
- žinių ir aplinkosaugos technologijų Baltijos jūros regiono valstybėse platinimas.

2011 m. pateiktos dvi naujos projekto paraiškos į Nacionalinę mokslo programą *Ateities energetika* 2012– 2014 m., paraiška MITA atsinaujinančiųjų išteklių projektų programai, rengiama paraiška EUREKA projektui *Vandens garo plazminio įrenginio, skirto kuro konversijai ir pavojingų atliekų apdorojimui, sukūrimas*, numatyta teikti paraišką Lietuvos–Šveicarijos mokslinių projektų programai.

## PlasTEP Project Partners

15 partners from 8 countries work together within the Baltic Sea Region Programme 2007-2013

 <p><b>Lithuania</b> Lithuanian Energy Institute  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creation of specific equipment and characterisation of deposited coatings</li> <li>• Selection and identification of representative materials for plasma treatment</li> <li>• Realisation of the plasma process for producing catalysts</li> </ul> </p>  <p><b>Vilnius Gediminas Technical University (VGTU)</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emission inventories etc. data from Lithuania on amounts of pollutants emitted into the atmosphere/water which can be treated by plasma-based applications</li> <li>• Share and enforce the current expertise in NOx and SOx reduction in the BSR;</li> <li>• Analyse the process of VOC removals and control it</li> </ul> </p>  <p><b>Poland</b> Association of Polish Electrical Engineers, Szczecin Branch (SEP)  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inform their members about the possibilities and chances of this technology</li> <li>• Support for preparing investments together with other partners of PlasTEP</li> <li>• Render assistance for the communication and information process</li> </ul> </p>  <p><b>Institute of Nuclear Chemistry and Technology (INCT)</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratory research and theoretical studies (modelling) on VOC removal by electron beam flue gas treatment (EFBGT)</li> <li>• Market studies on plasma technology applications in Poland</li> <li>• Cooperation with other research groups to define application fields</li> </ul> </p>  <p><b>The Szwedzki Institute of Fluid-Flow Machinery (IWM)</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Developing a plasma generation module for a water cleaning device</li> <li>• Managing the combination of all modules into one device</li> <li>• Controlling device tests and managing the preparation of reports</li> <li>• Takes part in designing, manufacturing and testing of plasma filters</li> </ul> </p>  <p><b>West Pomeranian University of Technology</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Performing studies considering NOx and SOx pollution sources</li> <li>• Evaluation and prototype construction of:           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Plasma reactor supply system for a mobile VOC destruction pilot installation</li> <li>2. Mobile water quality improvement pilot floating device</li> </ul> </li> </ul> </p>  <p><b>Sweden</b> Uppsala University, The Ångström Laboratory  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combination of the plasma filter with catalyst</li> <li>• Research in the field of NOx/SOx and Hydrocarbon abatement process</li> <li>• Development of a prototype for VOC reduction</li> </ul> </p>	 <p><b>plasTEP</b></p>       
--	---

**plasma for environment protection**

PlasTEP projekto partneriai

Plazminių technologijų laboratorijoje dirba 7 daktaro laipsnį įgiję mokslininkai, 2 jaunieji mokslininkai – doktorantai, 1 jaunesnysis mokslo darbuotojas, taip pat darbo patirtį turintis pagalbinis personalas – 3 inžinieriai ir 2 aukštos kvalifikacijos meistrai.

Nuo 2007 m. Plazminių technologijų laboratorija aktyviai dalyvauja Baltijos šalių Plazminių technologijų tinklo veikloje. Laboratorijos mokslinė ir technologinė produkcija 2011 m. pristatyta tarptautinėse (10 pranešimų) ir respublikinėse (4 pranešimai) konferencijose, paskelbtí 7 straipsniai leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąraše, 14 straipsnių pripažintuose pasauliniuose recenzuojamuose leidiniuose.

**Dr. Vitas VALINČIUS**  
*Plazminių technologijų laboratorijos vadovas*  
 Tel. (8 37) 401 986  
 El. paštas [vitas@mail.lei.lt](mailto:vitas@mail.lei.lt)

# VANDENILIO ENERGETIKOS TECHNOLOGIJŲ CENTRAS

## PAGRINDINĖS CENTRO TYRIMŲ KRYPTYS:

- tyrimai vandenilio energetikos srityje:
  - vandenilio atskyrimo membranų sintezė ir savybių analizė;
  - metalų ir jų lydinių hidridų, skirtų vandeniliui saugoti sintezė ir savybių analizė;
  - vandenilio kuro elementų anodų/elektrolity/katodų sintezė, taikant fizikinius medžiagų nusodinimo metodus.

2011 m. sėkmingai tėsti valstybės subsidijomis finansuojamo projekto ***Nanokristalinių metalų hidridų, skirtų energijos saugojimui ir optiniams įrenginiams, sintezė bei savybių analizė*** darbai. Šiuolaikiniame pasaulyje daugiausia energijos gaunama iš naftos, kurios ištakliai baigtiniai. Naudojant naftą susiduriama su globalinėmis problemomis. Šių problemų sprendimas galėtų būti naftos pakeitimas energijos nešikliu vandeniliu. Vandenilis gali būti saugomas metalų hidriduose. Vienas labiausiai tyrinėjamų hidridų, skirtų vandeniliui saugoti, yra magnio hidridas. Deja, dėl problemų, susijusių su vandenilio absorbcijos/desorbcijos kinetika ir per aukšta formavimosi/dekompozicijos temperatūra, magnio hidridas kol kas nėra plačiai taikomas energetikos sektoriuje. Efektyviausias būdas pagerinti šio hidrido savybes – įvesti nedidelius kiekius įvairų priemaišų (pvz., Ti) ir taip

destabilizuoti Mg-H sistemą. Šio darbo metu buvo bandoma gauti plonasluoksnies  $Mg_xTiH_x$  struktūras, atliekant magnio-titano sintezę fizikinio dulkėjimo metodu ant silicio plokštelių, kurios prieš dulkėjimo procesą buvo pavalomos plazmai generuoti, taikant nuolatinės srovės ir impulsinės srovės šaltinius. Gautu dangų hidrinimas atliktas naudojant aukšto slėgio ir aukštos temperatūros hidrinimo kamerą. Gauti bandiniai buvo tirti profilometru, skenuojančiu elektroniniu mikroskopu, rentgeno spindulių energijos dispersijos spektroskopu, rentgeno spindulių difraktometru ir ruseinančio išlydžio optinės emisijos spektroskopu. Bandymų rezultatai rodo, jog nuo medžiagos, ant kurios vyksta sintezė, bei jos paviršiaus struktūros priklauso hidride susidarantys junginiai.

2011 m., vykdant ES SF projekta ***Nacionalinio atviros prieigos ateities energetikos technologijų mokslo centro***

**sukūrimas**, Lietuvos energetikos instituto (LEI) Vandenilio energetikos technologijų centre nupirktas ir įdiegtas ULVAC-PHI rentgeno spindulių fotoelektroninės spektroskopijos įrenginys (standardinis trumpinimas XPS arba ESCA) Versaprobe 5000. Tai aukščiausios klasės analitinė įranga, iš kitų XPS išsiskirianti bene mažiausiu zondavimo spindulio skersmeniu, kuris gali būti reguliuojamas nuo 300 iki vos 10  $\mu\text{m}$ . Tai leidžia atliki didelės erdinės skyros XPS analizę, kuri apima atskirų elementų identifikavimą, jų cheminės būsenos išskyrimą, aukšto tikslumo fazinių žemėlapiai sudarymą. Be to, įrenginys turi unikalią patentuotą dvigubo spindulio (mažos energijos jonų ir elektronų) neutralizacijos galimybę, todėl galima lengvai tirti tiek laidžias medžiagas, tiek dielektrikus. Norint pamatyti medžiagų pasiskirstymą gylyje, galima atliki nuo kampo priklausančią XPS (ADXPS)

analizę arba įmontuota argono jonų patranka ėsdinti bandinį ir taip atlikiti bandinio profiliavimą.

Bendradarbiaujant su Vytauto Didžiojo universiteto Fizikos katedros ir Kauno technologijos universiteto 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 vieną studijų pakopas), plėtoti konkurenčius tyrimus. Ne mažiau svarbus faktas, kad LEI tapo stipriu jaunuju mokslinkų traukos centru.

2011 m. lapkričio 25 d. Vandenilio energetikos technologijų centro darbuotojams įteiktas Lietuvos Respublikos valstybiniame patentų biure įregistruotas patentas Nr. 5789: **Metalu ir jų lydinių hidrinimo būdas**:



Centro mokslininkų sukurtos metalų hidrinimo technologijos patento prieška taip pat svarstoma ir Europos



*ULVAC-PHI rentgeno spindulių fotoelektroninės spektroskopijos įrenginys (standartinis trumpinimas XPS arba ESCA) Versaprobe 5000*

Patentų Biure, siekiant gauti europinio lygmens patentą: <https://data.epo.org/publication-server/rest/v1.0/publication-dates/20110629/patents/EP2338834NWA1/document.pdf>



2011 m. baigtas Lietuvos mokslo tarybos finansuojamas nacionalinės mokslo programos *Ateities energetika* projektas **Vandenilio gavyba iš vandens garų plazmos molekulinės implantacijos būdu**. Darbe parodyta, kad protoninio laidumo oksidinio elektrolito kuro elementai (PCFC) gali sėkmingai pakeisti kieto oksido kuro elementus (SOFC) ir dirbtį žemesnėse temperatūrose, gerokai sumažindami bendrą kuro elementų sistemos kainą.

2011 m. aktyviai dalyvauta Tarptautinės energetikos agentūros vandenilio taikymo sutarties (IEA HIA) 22 grupės

tyrimuose – **Fundamentinis ir taikomasis medžiagų vandenilio saugojimui vystymas**. Šiame darbe metalų ir jų lydiņių 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.

2011 m. centro darbuotojai paskelbė 4 mokslinius straipsnius leidiniuose, išrašytuose Mokslinės informacijos instituto (ISI) leidinių sąraše.

**Dr. Darius MILČIUS**  
Vandenilio energetikos technologijų centro vadovas  
Tel. (8 37) 401 909  
El. paštas [milcius@mail.lei.lt](mailto:milcius@mail.lei.lt)

# BRANDUOLINĖS INŽINERIJOS PROBLEMŲ LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- šiluminiai procesų tyrimai energetinių įrenginių komponentuose;
- geometrijos, kintamų fizikinių savybių, šiurkštumo, nestacionarumo, išcentrinių jėgų įtaka;
- skaitinis šilumos mainų ir pernešimo procesų modeliavimas įvairiuose kanaluose bei geologinėse struktūrose;
- biokuro deginimo metu su dūmais išeinančių emisijų mažinimas naudojant elektrostatinius filtrus; šilumos ir masės pernėšimo tyrimai biokuru kūrenamų objektų įrengimuose;
- panaudoto branduolinio kuro tvarkymo sauga: kuro charakteristikų modeliavimas, saugojimo ir šalinimo įrenginių saugos bei poveikio aplinkai įvertinimas, norminė ir įstatyminė bazė;
- radioaktyviųjų atliekų tvarkymo sauga: strategija, apdorojimo technologinės įrangos bei saugojimo ir šalinimo įrenginių saugos ir poveikio aplinkai įvertinimas, 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 įvertinimas; norminė ir įstatyminė bazė;
- gaisro saugos atominėse elektrinėse ir kituose svarbiuose objektuose įvertinimas;
- tyrimai, susiję su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje.

## ŠILUMINIŲ PROCESŲ TYRIMAI ENERGETINIŲ ĮRENGINIŲ KOMPONENTUOSE

Laboratorijoje yra vykdomi šilumos mainų ir hidrodinamikos tyrimai įvairios paskirties energetiniuose įrenginiuose (branduolinių reaktorių, įvairių šilumokaičių elementuose ir kt.). Kadangi tiek laminarinio, tiek turbulentinio tekėjimo atvejais daugelyje energetinių įrenginių šilumos mainams gali turėti įtakos termogravitacijos jėgų (mišrios konvekcijos) poveikis, kuris tam tikromis sąlygomis gali tapti avarijų įvairiuose įren-

gimuose priežastimi, todėl siekiant nuodugniai ištirti šią problemą, laboratorijoje vykdomi eksperimentiniai mišrios konvekcijos moksliniai tyrimai vamzdžiuose. Pastaraisiais metais šie tyrimai vykdomi plokščiuose kanaluose. Be to, analizuojant Ignalinos AE panaudoto branduolinio kuro šalinimo galimybes, tokie tyrimai pradėti vykdyti ir geologinėse struktūrose. Lygiagrečiai vykdomi ir skaitiniai tyrimai pasitelkiant programinį paketą ANSYS FLUENT (ANSYS, JAV), kuris plačiai taikomas visame pasaulyje, modeliuojant takiuju medžiagų judėjimą ir šilumos mainus sudėtingose

dvimatėse arba trimatėse sistemose. Naudoti įvairūs laminarinio, pereinamojo ir turbulentinio pernešimo modeliai.

2011 m. buvo tesiama skaitiniai (su ANSYS FLUENT programa) mišrios konvekcijos priešingų krypčių tekmių šilumos mainų ir tékmės struktūros tyrimai plokščiame kanale pereinamojo tekėjimo zonoje. Gauti šilumos mainų ir tékmės hidrodinamikos rezultatai praplečia supratimą apie laminarinio tekėjimo perėjimą į turbulentinį veikiant termogravitacijos jėgomis.

Išsvysčiusios šalys daug dėmesio skiria įvairių energetinių objektų aplinkai



Moksliinės-pažintinės ekskursijos biokuru kūrenamoje Vilniaus šiluminėje elektrinėje VE-2 metu

daromam žalingam poveikiui mažinti. Taršos mažinimas yra ypač aktualus deginant kietąjį kurą. Vienas taršos mažinimo būdų yra elektrostatinio filtro panaudojimas. Tai efektyvi kietųjų dalelių (ypač smulkių, kurių nesugeba sugaudyti kiti (pvz., cikloniniai) filtrai) emisijų valymo priemonė. Pramoniniuose ir energetiniuose įrenginiuose naudojami elektrostatiniai filtrai, skirti degimo produktų kietosioms dalelėms nusodinti, yra paplitę pasaulyje, siekiant iki minimumo sumažinti aplinkos taršą. Šie filtrai dažniausiai yra naudojami vidutinės ar didelės galios elektrinėse, kai deginamos anglys ar panašus kuras. Elektrostatiniai filtrai taip pat yra aktualūs specifinėse pramonės įmonėse (cemento gamyboje, atliekų deginimo elektrinėse ir t. t.), kuriose produkto gamybos metu su dūmais išmetamos kenksmingos medžiagos. Naujumą pastebime kalbėdami apie įvairaus biokuro deginimą, kadangi, atžvelgiant į deginamą medžią, pasikeičia šių filtrių veikimas (efektyvumas), kuriam įtakos turi skirtinių su dūmais išnešami dalelių dydžiai bei sudėtis. Išsamiai ištýrus šiuos veiksnius galima išspręsti aktualias technologijų tobulinimo Lietuvos energetikoje problemas.

2011 m. laboratorijoje pradėti tyrimai šioje srityje. Atlikti elektrostatinių filtrų panaudojimo pasauliniu mastu analizė.

#### PANAUDOTO BRANDUOLINIO KURO TVARKYMO SAUGA

Ignalinos AE nusprenodus panaudotą branduolinį kurą (PBK) saugoti sausojo tipo CASTOR ir CONSTOR konteineriuose, laboratorijos specialistai jau

1997 m. pradėjo vykdyti tyrimus, susijusius su PBK tvarkymu, saugojimo bei šalinimo kompleksų saugos vertinimu. Konteineriams su PBK iprasto eksploatavimo ir avarinėmis sąlygomis atliliki radioaktyviųjų nuklidų aktyvumo kitimo saugojimo laikotarpiu, kritiškumo bei radiacijos dozių ant konteinerių paviršiaus ir apibrėžtu atstumu nuo jo bei temperatūros laukų įvertinimai.

Vykstant PBK šalinimo Lietuvoje tyrimus, Švedijos ekspertų konsultuoojami laboratorijos specialistai pasiūlė giluminio geologinio atliekyno panaudotam branduoliniam kurui ir ilgaamžėms vidutinio aktyvumo atliekoms molio aplinkoje bei kristalinėse uolienose įrengimo Lietuvoje koncepcijas, kurios nuolat tikslinamos ir optimizuojamos atsižvelgiant į tarptautinę patirtį ir konkrečios 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.

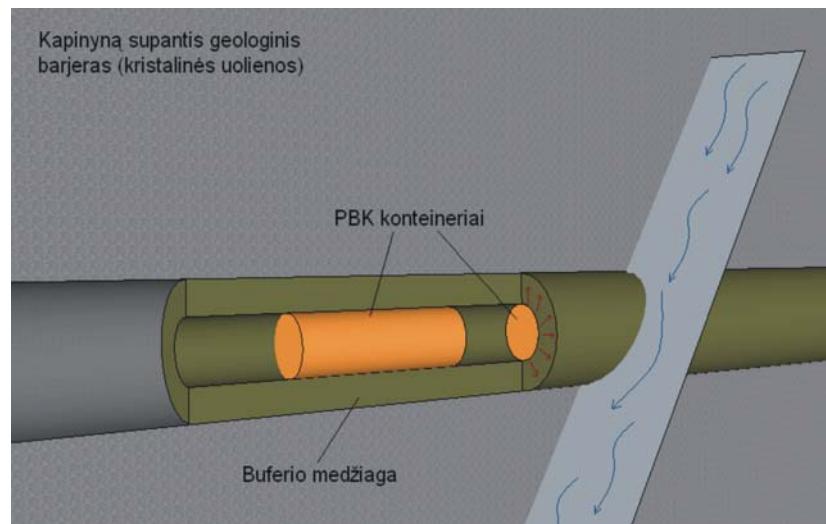
2011 m. daug dėmesio skirta vienam saugos vertinimo aspektui – dujų skliaudos iš giluminio PBK atliekyno dēsingumų tyrimui. Atliekyne susidarančių dujų kiekis priklauso nuo laidojamų atlie-



Doktorantas D. Justinavičius prie bandinių ėmimo iš uolienų įrenginio požeminėje tyrimų laboratorijoje (TATENA mokymo kursai, 2011 m. birželio 15 23 d. Praha, Čekija)

ky tipo bei pasirinktos šalinimo konцепcijos. Kartu su 23 partneriais iš 10 ES šalių šie tyrimai atliekami 7-osios bendrosios programos (7BP) finansuojamame projekte ***Geologiniuose PBK/RA atliekynuose susidarančių dujų elgsena (FORGE)*** (2009–2013). 2011 m. sukurtais dujų sklaidos iš atliekyno modelis bei atliktas pirminis skaitinis vertinimas programiniu paketu PetraSim (JAV).

2011 m. buvo toliau tęsiamas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas ***Tikimybiniis radiacino poveikio neapibrėžtumo vertinimas, atliekant AE įrenginių išmontavimo ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo analizę*** (2010–2012). Analizuojant radionuklidų sklaidą iš giluminio PBK atliekyno saugos vertinimo kontekste yra analizuojama radionuklidų pernaša konteinerio su defektu sienelėje scenarijaus atveju. Šalinimo konteineris su nedideliu defektu (nesandarumu) sienelėje gali pereiti patikrą taikant neardančios kontrolės metot-

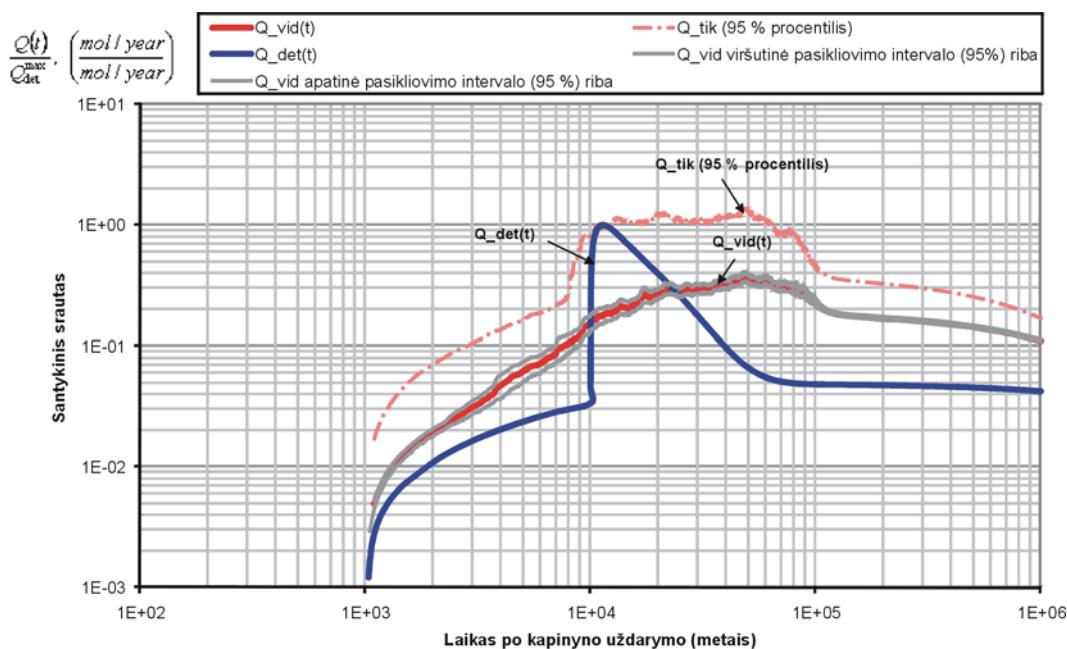


Panaudoto branduolinio kuro šalinimo modelis

dus ir būti patalpintas atliekyne. Modeliuojama radionuklidų pernaša iš šalinimo konteinerio per sienelėje esantį defektą. Iš konteinerio pasklidę radionuklidai sklinda bentonito sluoksniu (inžineriniais barjerais) ir difunduoja į požeminį vandenį, kuris teka su patalpinimo tuneliu besiribojančiu plyšiu kristalinėse uolieneose.

Vykdomas tyrimas tobulinamas 2007–2009 m. sukurtais radionuklidų sklaidos iš RBMK-1500 PBK giluminio atliekyno modelis ir siekiama įvertinti su konteinerio sienelės defekto padidė-

jimu susijusio neapibrėžtumo įtaką atskirių radionuklidų pernašai iš konteinerio. 2011 m. nagrinėta šalinimo konteinerio defekto padidėjimo laiko ir kitų sklaidos parametru neapibrėžtumo įtaka ilgaamžių radionuklidų  $^{129}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 1,57 \times 10^7$  metų),  $^{226}\text{Ra}$  ( $T_{1/2} = 1,6 \times 10^3$  metų) pernašos vertinimo rezultatams. Atlirkus tikimybinių radionuklidų sklaidos vertinimą nustatyta, kad optimizuojant radionuklido  $^{129}\text{I}$  pernašos inžineriniais barjerais analizę, tikslingo tolesnius tyrimus orientuoti į parametrų, nusakantių difuziją bentonite, iškart išsiskiriančią  $^{129}\text{I}$



Radionuklido  $^{129}\text{I}$  srautas už atliekyno inžinerinių barjerų (tikimybinių vertinimo rezultatai)



A. Narkūnienė potencialiaiame atliekyne akmens druskos kluose Vokietijos panaudoto branduolinio kuro ir didelio aktyvumo atliekų šalinimui TATENA mokymo kursų metu (2011 m. lapkričio 6 10 d. Gorleben vietovė, Vokietija)

kiekio dalį bei PBK matricos irimo greitį, o  $^{226}\text{Ra}$  atveju PBK matricos irimo greičio, sorbcijos bentonite koeficiente bei požeminio vandens ekvivalentinio srauto dydžio tikslinimą.

Taip pat buvo tesiama kompleksiniai šilumos sklaidos bei mechaninių procesų įtakos tyrimai neviškai vandeniu prisintuose atliekyno inžineriniuose ir gamtiniuose barjeroose. Skaitiniams tyrimams taikyta COMPASS (GRC, Jungtinė Karalystė) kompiuterinė programa. Radionuklidų sklaidai vertinti taikytos AMBER (Quintessa, Jungtinė Karalystė), Petrasim (JAV), COMPULINK, CHAN3D, PREBAT-BATEMAN (SKB, Švedija) kompiuterinės programos.

2011 m. laboratorija kartu su GNS – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) konsorciumu toliau vykdė didelės apimties **Laikinosios sausojo tipo saugyklos, skirtos RBMK panaudoto branduolinio kuro rinklių iš Ignalinos AE 1 ir 2 blokų saugojimui, projektavimas bei įrengimas** (2005–2011) projektą, kuriame analizuojami visi naujos saugyklos projektavimo, statybos, montavimo, perdavimo ir priėmimo ekspluatuoti, ekspluatavimo ir ekspluatavimo nutraukimo veiksmai, taip pat vykdomi visi

būtini darbai, susiję su PBK išémimu, supakavimu, sandarinimu, pervežimu ir tinkamos įrangos pasirinktam projektiui sprendimui įgyvendinti ekspluatavimui. Saugykloje planuojama patalpinti per 200 naujo CONSTOR tipo konteinerių su sveiku ir pažeistu PBK.

Laboratorija rengia šios PBK saugyklos (ekspluatavimo laikas ne mažiau kaip 50 metų) poveikio aplinkai vertinimo ir saugos analizés ataskaitas bei teikią paramą licencijuojant saugykla. 2007 m. *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita* suderinta ir patvirtinta Aplinkos ministerijoje. 2009 m. parengta bei suderinta *Preliminari saugos analizés ataskaita* (PSAA), ir VATESI išdavė licenciją saugyklos statybai. 2010–2011 m. buvo rengiamas PSAA priedas, kuriame vertinti pažeistų RBMK-1500 branduolinio kuro rinklių tvarkymo bei saugojimo saugos aspektai.

## RADIOAKTYVIŲJŲ ATLIEKŲ TVARKYMO SAUGA

Nuo 1994 m. laboratorija aktyviai dalyvauja analizuojant IAE radioaktyviųjų atliekų tvarkymo problemas. Laboratoriujos ekspertai drauge su kompanija

SKB International (Švedija) vykdė keletą projektų, kuriuose įvertinta jau esamų IAE radioaktyviųjų atliekų saugyklių sauga bei galimybės jas transformuoti į atliekynus. Kartu su Prancūzijos kompanijomis Thales Engineering and Consulting ir ANDRA bei Fizikos institutu laboratoriujos vykdė PHARE projektą – **Maišiagalos kapinyno saugos įvertinimas ir gerinimas**, kuriame dalyvavo rengiant *Saugos analizés ataskaitą*, sukūrė duomenų bazę apie radioaktyviųjų atliekas, patalpintas Maišiagalos atliekyne, bei atliko išsamią nuklidinės sudėties analizę. Kartu su Framatome ANP GmbH (Vokietija) laboratoriujos dalyvavo atliekant IAE cementavimo įrenginio ir laikinosios sukiertintų radioaktyviųjų atliekų saugyklių poveikio aplinkai ir saugos vertinimus. Laboratoriujos nuolat dalyvauja TATENA koordinuojamose tyrimų programose.

Pastaraisiais metais daug dėmesio skirta vykdant statybos vietas paiešką naujajam paviršiniams radioaktyviųjų atliekų atliekynui Lietuvoje bei moksliiniams tyrimams, susijusiems su radio-nuklidų sklaida iš radioaktyviųjų atliekų atliekynų ir jų įtaka saugai. Švedijos ekspertų konsultuojami, laboratoriujos specialistai nustatė kriterijus paviršinio atliekyno vietai parinkti, tobulinta paviršinio atliekyno projekto koncepcija, parengta įgyvendinimo programa. Išanalizuota heterogeniško (netolygaus) atliekų aktyvumo pasiskirstymo įtaka radionuklidų sklaidai iš modelinio paviršinio atliekyno. Tyrimams taikyti DUST (BNL, JAV), GENII (PNNL, JAV), GWSCREEN (INEEL, JAV), AMBER programų paketai. 2006–2009 m. laboratoriujos specialistai vykdė projektą – **Ignalinos AE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos (158 statinio) pertvarumas į kapinyną**. Parengtas planuojamo atliekyno ilgalaikės saugos įvertinimas, kuriame vadovautasi galimais saugyklos statinio pertvarikymo į atliekyną inžineriniais sprendimais, šalinimo sistemos komponentų,

t. y. radioaktyviųjų atliekų, saugyklos statinio ir planuojamų virš jo įrengti inžinerinių barjerų bei aikštėlės aplinkos charakteristikomis.

2011 m. laboratorija kartu su NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) toliau vykdė projektą – ***Ignalinos AE naujasis kietujų atliekų tvarkymo ir saugojimo kompleksas*** (2006–2011). Kompleksas skirtas išimti, rūšiuoti, transportuoti, apdoroti (pagal numatytas technologijas), supakuoti, apibūdinti ir saugoti kietasias radioaktyvišias atliekas. Visą kompleksą sudarys keli kompleksai, išsidėstę dviejose vietose: kietujų atliekų išémimo kompleksas prie IAE esamų kietujų atliekų saugyklių ir naujasis kietujų atliekų tvarkymo ir ilgamžių bei trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų saugojimo atskirose saugyklose kompleksas.

Laboratorija rengia šio komplekso poveikio aplinkai vertinimo bei saugos analizės ataskaitas. *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita* suderinta ir patvirtinta Aplinkos ministerijoje 2008 m. Taip pat parengtos dvi PSAA: *Ignalinos AE naujasis kietujų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksas bei Ignalinos AE naujasis kietujų atliekų išémimo kompleksas*. Pirmoji PSAA patvirtinta 2009 m., ir VATESI išdavė licenciją saugojimo komplekso statybai. 2009 m. naujai parengtos dar dvi PSAA *Ignalinos AE*

*naujojo kietujų atliekų išémimo komplekso 1 ir 2-3 moduliams*. 2010 m. abi PSAA pateiktos atsakingoms institucijoms peržiūrėti. Pirmoji PSAA jau atnaujinta vadovaujantis institucijų pastabomis ir 2010 m. pabaigoje buvo patvirtinta VATESI, o 2011 m. viduryje gautas leidimas statyti šį kompleksą. Antroji PSAA 2011 m. buvo atnaujinama atsižvelgiant į institucijų pastabas.

2011 m. laboratorija lietuviško konSORCIumo sudėtyje (UAB *Specialus montažas-NTP* – LEI – AB *Pramprojektas* – UAB *Viltstata*) tėsė projektą ***Labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų kapinyno (Landfill) įrengimas*** (2008–2011). *Landfill* atliekynas skirtas IAE eksplotavimo ir eksplotavimo nutraukimo metu susidariusioms trumpaamžems labai mažo aktyvumo atliekoms laidoti. Visą *Landfill* kompleksą sudarys trys šalinimo moduliai ir buferinė saugykla, kurioje bus kaupiamos atliekos iki jų pašalinimo. Laboratorija parengė planuoojamas ūkinės veiklos *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą* (patvirtinta Aplinkos ministerijoje 2009 m.) bei dvi PSAA: *Landfill kapinyno buferinės saugyklos bendrujų duomenų sąvadas* (patvirtinta VATESI 2009 m.) ir *Landfill kapinyno laidojimo moduliams* (patvirtinta VATESI 2010 m.). Parengtas *Landfill kapinyno buferinės saugyklos bendrujų duomenų sąvadas* (patvirtinta Europos Komisijos 2010 m.). 2011 m.

parengtas *Landfill kapinyno laidojimo moduliu bendrujų duomenų sąvadas*, kuris pateiktas Europos Komisijai.

2011 m. laboratorija su partneriais iš Prancūzijos kompanijų AREVA TA ir ANDRA bei partneriais iš Lietuvos UAB *Specialus montažas-NTP* bei AB *Pramprojektas* tėsė projektą ***Mažo ir vidutinio aktyvumo trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų paviršinis kapinynas (projektavimas)*** (2009–2012). Atliekynas skirtas IAE eksplotavimo ir eksplotavimo nutraukimo metu susidariusioms trumpaamžems mažo ir vidutinio aktyvumo atliekoms laidoti.

2010–2011 m. buvo parengtos ir Užsakovui pateiktos bei patvirtintos projektinių sprendimų ataskaita, atliekų aprašo ataskaita bei galutinio aikštėlės patvirtinimo ataskaita, kurias ruošiant nemažai prisidėjo laboratorijos specialistai. 2011 m. lapkričio mén. įvykusiai susitikime su TATENA ekspertais buvo aptarti projekto vykdymo išsamios peržiūros rezultatai. Taip pat jau pradėti vykdyti techninio projekto rengimo darbai, kurių metu laboratorijos specialistai įvertins ilgalaike planuojamo atliekyno saugą bei parengs preliminarios techninio projekto ataskaitos saugos analizės skyrius.

Tėsdami ankstesnius radioaktyviosios taršos sklaidos iš paviršinio radio-



D. Grigaliūnienė ir R. Kilda su TATENA ekspertais aptaria projekto vykdymo išsamios peržiūros rezultatus (2011 m. lapkričio 28 d., Vilnius)



aktyviųjų atliekų atliekynų mokslinius tyrimus 2011 m. laboratorijos mokslininkai mokslo tiriamajame darbe **Tikimybinis radiacinio poveikio neapibrėžtumo vertinimas, atliekant AE įrenginių išmontavimo ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo analizę** analizavo atskirų radionuklidų sklaidą iš paviršinių atliekynų siekdami įvertinti veiksnius, turinčius didžiausios įtakos gautų rezultatų neapibrėžtumui.



2011 m. jau minėtame mokslo tiriamajame darbe **Tikimybinis radiacinio poveikio neapibrėžtumo vertinimas, atliekant AE įrenginių išmontavimo ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo analizę** bei ES 7-osios bendrosios programos finansuojamame projekte **Apšvitintų grafito ir kitų anglies atliekų apdorojimas ir šalinimas (CARBOWASTE)** (2008–2012) buvo tesiama skaitiniai tyrimai, susiję su RBMK-1500 reaktoriaus konstrukcinių medžiagų, o būtent – apšvitinto grafito, radiologiniu abibūdinimu. 2011 m. buvo tesiama neutronų srautų ašinio pasiskirstymo modeliavimas ir nustatyti ašinai pagrindinių radionuklidų aktyvumų pasiskirstymai aktyvuotame grafite, išnagrinėta galima jų aktyvumo reikšmių sklaida atsižvelgiant į pradinių priemaišų kiekį. Gavus pirminius matavimų rezultatus apie keleto radionuklidų aktyvumą Ignalinos AE 1-ojo bloko reaktoriaus grafito jvorėse, buvo atliktas sukurta modelių kalibravimas. Skaitiniams tyrimams ir toliau taikytos MCNP-5 (LANL, JAV) ir ORIGEN-S (iš SCALE-5 kompiuterinių programų sistemas) (ORNL, JAV) kompiuterinės programos.

2011 m. **CARBOWASTE** projekte buvo vykdomi RBMK-1500 reaktoriaus grafito galutinio šalinimo atliekyne galimybių tyrimai, atsižvelgiant į grafito apdorojimo/neapdorojimo alternatyvas. Siekiant įvertinti atliekyno funkcionalumo ypatumus ilgalaikėje perspektyvoje Jame patalpinus apšvitintą grafitą, buvo sukurti skaitiniai modeliai, kuriuos taikant vertinta radionuklidų sklaida iš grafito ir pernaša inžineriniai atliekyno barjerais. Sukurti atliekyno aplinkos modeliai realizuoti kompiuterine programa AMBER (Quintessa, Jungtinė Karalystė). Radionuklidų pernašos analizė atlieka ma atsižvelgiant į šiame projekte atlirktytų rezultatus (apie radionuklidų išsiskyrimą iš atliekų formos rezultatus, galimas atliekų pakuotes, apšvitinto RBMK-1500 grafito radionuklidinę sudėtį bei aktyvumą ir pan.).

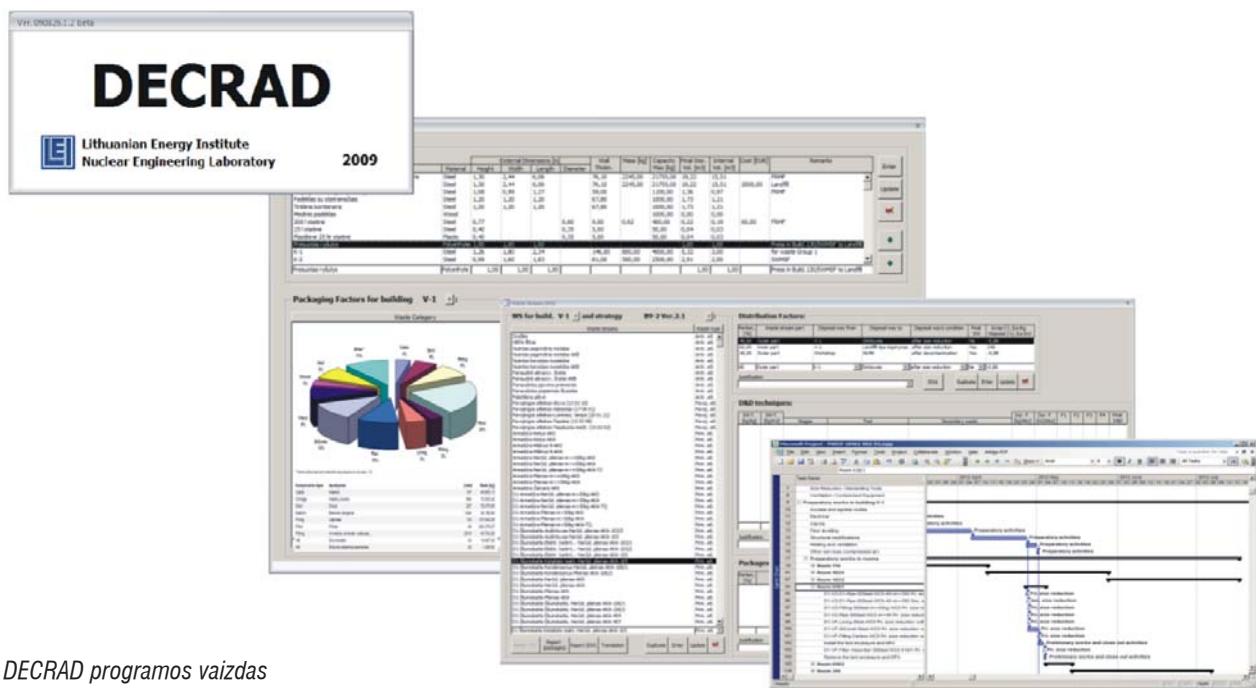
2011 m. **CARBOWASTE** projekte taip pat buvo pradėta taikyti daugia-kriteriterinių sprendimų analizės (angl. Multi-Criteria Decision Analysis) metodika. Surinkus pirminius duomenis apie įrangos komponentų fizinius, radiologinius, išdėstymo schemų ir kitus duomenis bei atlirkus pradinę duomenų analizę buvo suformuluotos alternatyvios branduolinių įrenginių išmontavimo strategijos. Analizė buvo atlikta naudojant LEI Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijoje sukurtą kompiuterinę programą **DECRAD**.

2011 m. kartu su kitomis šalimis pradėtas vykdyti naujas TATENA koordinuojamas mokslinių tyrimų projektas **Apšvitinto grafito apdorojimas siekiant atitinkti atliekų šalinimo priimtinumo kriterijus** (2010–2014). Šiame projekte laboratorijos darbuotojų atliekami tyrimai daugiausiai susiję su apšvitinto RBMK-1500 grafito apdorojimui keliamais reikalavimais, siekiant atitinkti jo šalinimo reikalavimus Lietuvoje.

## ATOMINIŲ ELEKTRINIŲ EKSPLOATAVIMO NUTRAUKIMO ĮVAIRIŲ VEIKSNIŲ ĮVERTINIMAS

2007–2010 m. LEI, būdamas konsorciumo Babcock (buvusi VT Nuclear Services Ltd.) (Jungtinė Karalystė) – LEI – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) partneriu, vykdė projektą **IAE 117/1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas** (projekto kodas B9/0). 2009 m. laboratorijos specialistų buvo parengta ir su institucijomis suderinta **Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita**. 2010 m. laboratorijos specialistai pabaigė rengti **Atliekų šalinimo bendrujų duomenų sąvadą**, taip pat parengti bei suderinti su institucijomis **Technologinis projektas** bei **Saugos pagrindimas**. Laboratorijos specialistai dalyvavo rengiant **Darbo projektą**, kuris 2010 m. suderintas ir perduotas Užsakovui. Programiniu paketu CORA-CALCOM (NIS, Vokietija) išanalizuota 117/1 pastate esanti įranga, susidarantys atliekų kiekiai bei jų charakteristikos ir atlirkas ekonominis planuojamų vykdyti išmontavimo ir dezaktyvavimo darbų vertinimas, IAE išmontavimo ir deaktyvacijos tarnyba kartu su kitais įmonės padaliniais pagal parengtą dokumentaciją 2010 m. gruodžio 1 d. pradėjo 117/1 pastate esančių įrenginių išmontavimo ir deaktyvavimo darbus, kurie buvo baigtai 2011 m. spalį.

2011 m. buvo tesiama konsorciumo Babcock (Jungtinė Karalystė) – LEI – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) vykdomas projektas **IAE V1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas** (2009–2012) (projekto kodas B9/2). 2010 m. laboratorijos specialistai baigė rengti **Atliekų šalinimo bendrujų duomenų sąvadą**. 2011 m. laboratorijos specialistai parengė ir sudereno su Aplinkos ministerija **Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą**. 2011 m. pabaigoje institucijomis pateikti **Technologinis projektas** bei **Saugos pagrindis**.



DECRAD programos vaizdas

mas. Šiuo metu atliekamas dokumentų derinimas su institucijomis. 2011 m. pradėtas vykdyti *Darbo projektas*, kurj planuojama užbaigt 2012 m.

Laboratorijos darbuotojai 2009 m. sukūrė DECRAD programą, kuri skirta atominių elektrinių išmontavimo ir dezaktyvavimo darbams įvertinti, taip pat sąnaudoms, išlaidoms, darbo jėgos poreikiui planuoti, darbuotojų gaunamoms apšvitos dozėms apskaičiuoti, radioak-

tyviųjų atliekų šalinimui planuoti ir kitiem parametroms, susijusiems su eksplotavimo nutraukimu, vertinti. Ši programa gali būti taikoma įvairių atominių elektrinių, bei atskirų pastatų ar blokų eksplotavimo nutraukimo darbams planuoti bei analizuoti.

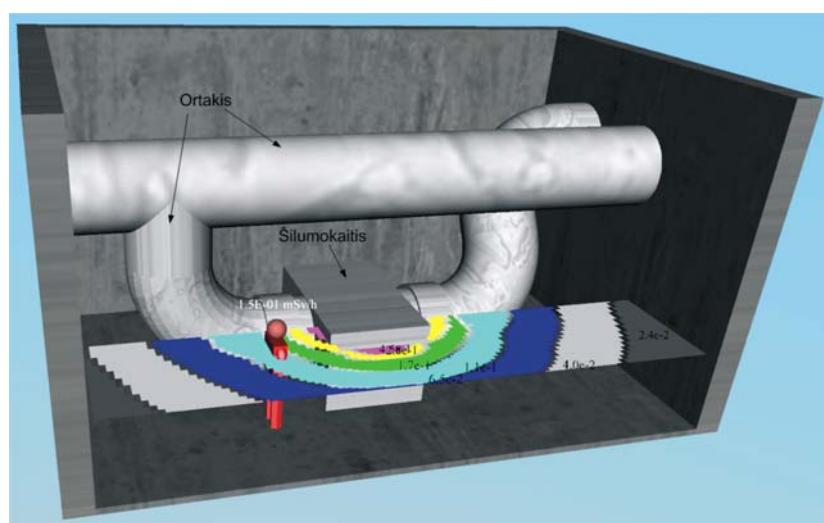
2011 m. laboratorijos darbuotojai atliko DECRAD programinio kodo pakitimų ir atnaujinimus. Programa buvo pritaikyta ir naudojama projekte **IAE**

### **V1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas.**

Atominių elektrinių eksplotavimo nutraukimo projektuose įvertinant darbuotojų apšvitos dozes bei dozės galios laukus taikoma kompiuterinė programa VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool (SCK-CEN, Belgija).

Vykstant AE eksplotavimo nutraukimą, vieni svarbiausių uždaviniių yra saugus įrengimų išmontavimas. Dėl 2004 m. Ignalinos AE 1-ojo, o 2009 m. – 2-ojo bloko eksplotavimo nutraukimo šių problemų analizė ir atitinkamų pasiūlymų joms spręsti teikimas yra labai svarbus. Be kitų, jau minėtų aspektų, darbe **Tikimybinis radiacnio poveikio neapibrėžtumo vertinimas, atliekant AE įrenginių išmontavimo ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo analizę** 2011 m. buvo atliktais darbuotojų, išmontuojančių Ignalinos AE reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos vamzdynus, tikimybinis radiacnio poveikio neapibrėžtumų vertinimas.

Nuo 2002 m. laboratorijs atlieka gaisro saugos atominėse elektrinėse ir kituose svarbiuose objektuose vertinimus. Laboratorijs specialistai, konsul-



AE V1 bloko patalpoje dozės galios laukas ir darbuotojas, išmontuojantis šilumokaitį (modeliuota su VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool)

tuojami Švedijos ekspertų, įvertino IAE 1-ojo ir 2-ojo blokų gaisro saugą. Taip pat įvertinta kai kurių atnaujintų pakeistos paskirties IAE patalpų bei naujai projektuojamų IAE panaudoto branduolinio kuro ir radioaktyviųjų atliekų saugyklių gaisro sauga, 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 deaktyvavimo darbus.

## TYRIMAI, SUSIJĘ SU NAUJOS ATOMINĖS ELEKTRINĖS STATYBA LIETUVOJE, IR KITA LABORATORIJOS TARPTAUTINĖ VEIKLA

2007–2009 m. laboratorijos specialistai konsorciume su Pöyry Energy Oy (Suomija) vykdė tyrimus, susijusius su naujos atominės elektrinės statybos įgyvendinimu 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 priežiūros laboratorijos) specialistus bei ekspertus, įvertinti galimi poveikiai aplinkai naujos AE statybos ir eksplotacijos metu. 2009 m. pagal PAV ataskaitą iš atsakingų institucijų gautos teigiamos išvados dėl planuojamos ūkinės veiklos, ir Aplinkos ministerija, vadovaudamasi PAV ataskaita, priėmė sprendimą dėl naujos atominės elektrinės statybos Lietuvoje galimybę.

Laboratorijos mokslininkai nuolat dalyvauja TATENA koordinuojamose tyrimų programose – *Improvement of Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities (ISAM)* (1998–2001), *Application of Safety Assessment Methodology for Near-Surface Waste Disposal Facilities (ASAM)* (2002–2005), *The Use of Numerical Models in Support of Site Characterization and Performance Assessment Studies of Geologic Repositories* (2005–2010), *Treatment of Irradiated Graphite to Meet Acceptance Criteria for Waste Disposal* (2010–2014).



2011 m. pabaigoje laboratorijos mokslininkai kartu su 15 partnerių iš 9 ES šalių pradėjo vykdyti 7-osios bendrosios programos finansuojamą projektą *Naujų valstybių narių prisijungimas glaudžiam bendradarbiavimui EURATOM moksliuose tyruose (NEWLANCEUR)* (2011–2013). Šio projekto pagrindinis tikslas – išanalizuoti naujų ES valstybių narių mokslių tyrimų galimybes bei skatinti mokslių bendradarbiavimą su senosiomis ES valstybėmis. 2011 m. lapkričio mėn. įvyko projekto dalyvių įžanginis susitikimas, kuriami aptartai prasidėjusios projekto darbų paketai, jų įgyvendinimo planai bei grafikas.

2011 m. kartu su 15 kitų organizacijų iš ES šalių, Kanados, Nyderlandų, Švedijos taip pat pradėtas 7BP finansuojamas projektas *Nepriklausomos techninės ekspertizės tinklas radioaktyviųjų atliekų šalinimo srityje (SITEX)* (2012–2014 m.). Šio projekto pagrindinis tikslas yra identifikuoti efektyvias priemones, kurias reikia įgyvendinti siekiant sukurti nuolatinį nepriklausomos techninės ekspertizės tinklą Europoje radio-

aktyviųjų atliekų šalinimo srityje. Taip siekiama stiprinti abipusį ir bendrą atliekynų saugos aspektų supratimą tarp reguliuojančių institucijų, techninės saugos ekspertizę vykdančių ir atliekų tvarkymo organizacijų, taip pat siekiama įvertinti nepriklausomų moksliinių tyrimų poreikį, nustatyti rekomendacijų techninei ekspertizei poreikį ir kt.

## PAGRINDINIAI REZULTATAI

2011 m. laboratorija (23 darbuotojai) tėsė valstybės subsidijomis finansuojamą mokslo tiriamąjį darbą ir vykdė 12 taikomųjų darbų bei uždirbo per vieną milijoną litų.

2011 m. birželio 30 d. laboratorijos darbuotoja Asta Narkūnienė apgynė technologijos mokslių srities energetikos ir termoinžinerijos mokslo krypties disertaciją *Radionuklidų sklaidos iš RBMK panaudoto branduolinio kuro hipotetinio kapinyno tyrimas* ir jai suteiktas mokslo daktaro laipsnis. Laboratorijoje dirbančių mokslo daktarų gretas taip pat papildė Audrius Šimonis, kuris 2011 m. gruodžio 8 d. apgynė technologijos mokslių srities energetikos ir termoinžinerijos mokslo krypties disertaciją *Darbuotojų apšvitos, išmontuojant branduolinės energetikos objektus, tyrimas*.

Darbuotojai aktyviai tobulino kvalifikaciją dalyvaudami įvairiose mokymo programose, koordinaciniuose susitikimose, perskaitė 5 pranešimus tarptautinėse konferencijose (Švedijoje, Šveicarijoje ir Lietuvoje), paskelbė 15 mokslių straipsnių užsienio ir Lietuvos leidiniuose.

**Prof. habil. dr. Povilas POŠKAS**  
*Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos vadovas*  
Tel.: 8 37 401 891  
El. paštas: [poskas@mail.iei.lt](mailto:poskas@mail.iei.lt)

# BRANDUOLINIŲ ĮRENGINIŲ SAUGOS LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- branduolinių jégainių saugos vertinimas;
- termobranduolinės sintezės reaktorių saugos analizė;
- naujų atominių elektrinių analizė;
- termohidraulinės avarinių ir pereinamųjų procesų analizė;
- termohidraulinės parametru kito 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;
- energetikos sistemų patikimumo vertinimas ir kontrolė;
- atominių elektrinių 1-o ir 2-o lygio tikimybinė saugos analizė;
- sudėtingų techninių objekty statybinių konstrukcijų, vamzdynų ir kitų elementų stiprumo analizė;
- sudėtingų techninių sistemų gedimų analizė ir inžinerinis įvertinimas;
- pramonės objekty pavojaus ir rizikos įvertinimas;
- energijos tiekimo saugumo vertinimas;
- tinklinėse sistemoje vykstančių procesų modeliavimas ir patikimumo vertinimas;
- tikimybinis neįprastų įvykių modeliavimas ir analizė;
- modeliavimo rezultatų jautrumo ir neapibréžtumo analizė;
- fundamentiniai šiluminės fizikos tyrimai.

2011 m. kartu su šalies ir užsienio subjektais laboratorijos darbuotojai vykdė 25 projektus: 3 biudžeto subsidijomis finansuotus mokslo tiriamuosius darbus; 2 nacionalinės mokslo programos **Ateities energetika** projektus; 17 tarptautinių projektų (6 ių Europos Sąjungos (ES) 6-osios ir 7-osios (BP) bei 6 tarptautinėse mokslinių tyrimų programose, kuriose dalyviai finansuojami savo lėšomis); 3 projektus pagal Lietuvos ūkio subjektų užsakymus.



Lietuvos  
mokslo  
taryba

## 1. NACIONALINĖ MOKSLO PROGRAMA ATEITIES ENERGETIKA

2011 m. buvo tēsiamas dviejų Nacionalinės mokslo programos **Ateities**

**energetika** Lietuvos mokslo tarybos finansuojamų projekty vykdymas.

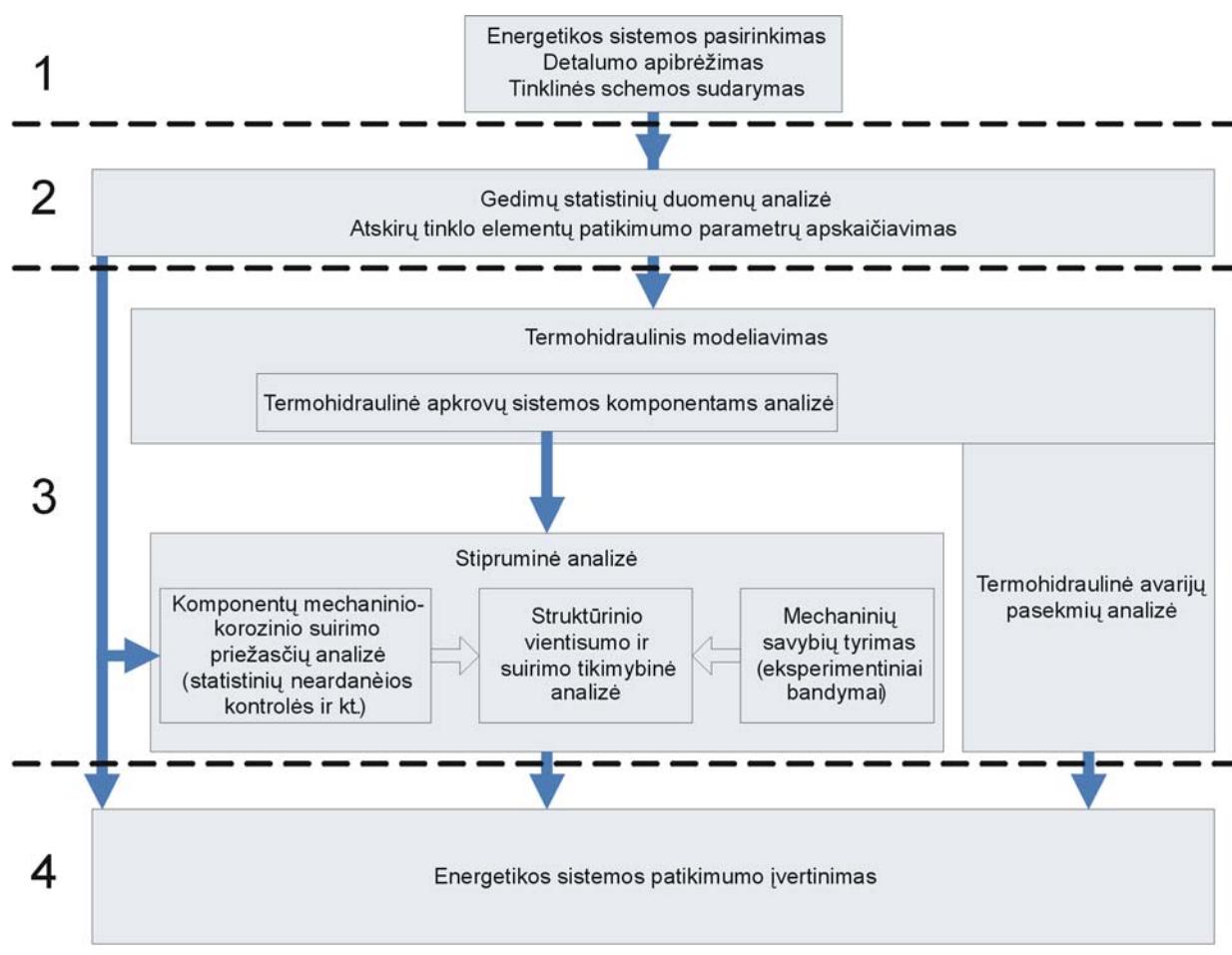
Projekto **Energetikos sistemų patikimumo ir jo įtakos energetiniams saugumui vertinimo metodika bei tyrimas** tikslas – sukurti vieningą, mokslinę Lietuvos energetinių sistemų patikimumo vertinimo metodiką bei matematinius patikimumo modelius, kurie leistų atlkti energetikos sistemų patikimumo tyrimus ir įvertinti patikimumo įtaką Lietuvos energetiniams saugumui. Lietuvos

bendrosios energetikos sistemos pagrindiniai elementai yra elektros, šilumos bei dujų ir naftos perdavimo sistemos. Projekto įgyvendinimo metu sukurtas elektros tinklų patikimumo ir rizikos vertinimo bendrosios metodikos pagrindas yra patikimumo tyrimo ir vertinimo bei to vertinimo taikymo atskirios metodikos. Bendroji elektros tinklų patikimumo vertinimo metodika susideda iš šiaime projekte išplėtotų specialių metodų bei metodikų, skirtų atskirų elektros įrenginių patikimumui įvertinti, visos elektros energetikos sistemos (EES) patikimumui tirti, pagrindinių avarinių scenarijų tikimybinei rizikai analizuoti, bendro patikimumo ir rizikos modeliui sudaryti bei taikyti, statistinių gedimų duomenims analizuoti ir juos taikyti tinklo pastočių ir jų fragmentų patikimumo

parametroms įvertinti, elektros perdavimo ir skirstomojo tinklo sutrikimo ir patikimumo rodikliams skaičiuoti, EES stacionariesiems bei dinaminiam darbo režimams modeliuoti ir vertinti, bei EES darbo režimų tikimybiniam vertinimui ir rangavimui. Sudarytos atskiro metodikos parodo, kaip naudojami patikimumo tyrimo metodai bei ESS modeliai. Elektros tinklų patikimumo vertinimo metodikų patikrai buvo atlirkti bandomieji skaičiavimai ir rezultatų analizė, kuri pademonstravo galimybę atlirkti tokį elektros tinklų patikimumo vertinimą, kuris taikant integralinį patikimumo parametrų ir įtakos vertinimą leis nustatyti ESS patikimumo įtaką energetiniams saugumui.

Tiek šiluma, tiek ir dujos bei naftos tiekama vamzdynų sistemomis. Visų

šių sistemų patikimumas priklauso nuo jas sudarančių atskirų elementų, t. y. energijos šaltinių, vamzdynų bei sumontuotos įrangos patikimumo. Vamzdynų patikimumas yra glaudžiai susiję su daugeliu veiksnių, galinčių turėti įtakos jų sistemų struktūriniam vientisumui ir lemiančių jų eksploatacinį ilgaamžiškumą. Perdavimo ir paskirstymo tinklų pažeidimai, jų eksploatacijos metu susiję su išorinių veiksnių poveikiu, korozijos - mechaniniais procesais bei termohidraulinėmis procesėmis metu susidarančiomis apkrovomis, sukelia ne tik sutrikimus aprūpinant energetiniais ištakeliais, bet taip pat gali būti potencialiai pavojingi žmonių bei statinių saugumui dėl galimų sprogimų. Siekiant atsižvelgti į visus šiuos faktorius, patikimumui vertinti buvo sukurta kompleksinė metodika,



apimanti tikimybinius ir deterministinius metodus. Sukurta metodika apima tikimybinių saugos analizę, sistemų patikimumo teoriją, Monte-Karlo modeliavimą, deterministinę termohidraulinę analizę bei deterministinę ir tikimybinių konstrukcijų stiprumo analizę, atliekamą naudojant baigtinių elementų metodą. Taigi, visoms vamzdinėms tinklų sistemoms buvo parengta vieninga metodika bei paruošti atskirų šios metodikos sudedamujų dalij bei modelių sudarymo pagrindai ir principai. Taikant šią vieningesnę vamzdinių tinklų sistemų patikimumo vertinimo metodiką skirtingoms sistemoms, atsižvelgiant į tų sistemų specifiką – t. y. į šilumos/energijos nešėjų, vamzdžių degradacijos mechanizmus, konstrukcijų senėjimą, apkrovų susidarymą, šiose sistemos naudojamą įrangą, statistinius gedimų duomenis ir kt. faktorius, leidžiančius įvertinti tiriamos sistemos patikimumo lygį. Sukurtos metodikos taikomumas patikrintas, atliekant bandomousius skaičiavimus Kauno šilumos tiekimo tinklams.

Projekte be atskirų energetinių sistemų tinklų patikimumo vertinimo metodikų, sukurta tuos tinklus apjungianti ir jų tarpusavio sąveiką nusakanti Lietuvos energetikos sistemos integralinė patikimumo parametru vertinimo metodika. Integralinės patikimumo parametru vertinimo metodikos pagrindas yra patikimumo duomenų ir rezultatų tyrimo teorija, metodai ir metodikos. Metodikos nusako kaip naudojami patikimumo tyrimo metodai bei įvairių energetikos sistemų (elektros, šilumos ir kt.) modeliai. Šioms metodikoms sukurti buvo išskirtos trys atskirių tyrimų temos: integralinė patikimumo parametru ir tyrimo rezultatų analizė; patikimumo įtakos trikdžių ir pavoju skliaudai tinkle vertinimas; patikimumo įtakos bendrai energetikos sistemai modeliavimas. Sudarytos metodikos ir modeliai, skirti patikimumo parametru neapibrėžtumui ir rezultatų jautrumui analizuoti, energie-

tokos sistemos patikimumo parametrams vertinti; trikdžiams skliaudos tinklinėje sistemoje su pasipriešinimu matematiškai modeliuoti, tinklinės sistemos viršunių pasipriešinimui ir parametrami įvertinti, trikdžių sukeltam pavojaus sklidimui modeliuoti ir parametrami įvertinti, patikimumo įtakai bendrai energetikos sistemai modeliuoti bei patikimumo įtakai Lietuvos energetikos sistemai tirti. Šios metodikos ir susiję modeliai bei metodai sudaro metodiką, leisiančią atlirkti integralinius patikimumo tyrimus. Atsižvelgiant į energetinio saugumo projekte sukurtą energetinio saugumo vertinimo metodiką, buvo pasiūlyti nauji energetinio saugumo indikatoriai, leisiantys įvertinti energetinių sistemų patikimumo įtaką energetiniams saugumui.

2011 m. buvo baigtas projektas ***Energetinio saugumo analizės ir integruoto saugumo lygio vertinimo metodikos sukūrimas ir tyrimas***, vykdytas kartu su Vytauto Didžiojo universitetu, kurio pagrindiniai tikslai buvo:

1. Sukurti išsamią energetinio saugumo analizės metodiką, apimančią energetikos sistemos grėsmių ir

trikdžių tyrimą, energetinės sistemos reakcijos į trikdžius modeliavimo metodus, energetikos sistemos trikdžių pasekmių vertinimą, bei pritaikyti šią metodiką Lietuvos energetikos sistemai;

2. Sukurti energetinio saugumo lygio vertinimo (matavimo) sistemą, kuri leistų gauti vieną integralią charakteristiką, įvertinančią tiek visos energetinės sistemos saugumo lygi, tiek įvairių energetikos plėtros scenarijų įtaką energetiniams saugumui.

Šis projektas yra tarpdisciplininis darbas, apimantis energetinių sistemų modeliavimą, techninių, ekonominį, gamtinį, sociopolitinį ir kitų grėsmių bei jų pasekmių analizę, integralinio energetinio saugumo lygio vertinimą. Todėl projekta vykdė įvairių sričių (energetikos, matematikos, ekonomikos, politologijos, sociologijos) tyrėjai. Darbo naujumą ir originalumą atspindi sukurtų metodų tarpdisciplininė integracija, kai į energetikos sistemos trikdžių priežascių ir pasekmių vertinimą įtraukiamą ne tik sistemos techninė ir ekonominė informacija, bet ir sociopolitinis grėsmių



*Energetinio saugumo analizės pakopos*

vertinimas bei sociologinė pasekmių analizė. Tokia integralinė energetinio saugumo analizės metodika surinka pirmą kartą, iš esmės ji neturi analogų, nors, kaip rodo FP7 programos ir kiti tarptautiniai projektais, tokia metodika yra aktuali ir aktyviai siekiama ją surinkti.

Visapsiškam energetinio saugumo modeliavimui ir vertinimui darbo metu buvo surinkti metodikos ir modeliai. Jie patikrinti nagrinėjant konkrečius Lietuvos energetikos sistemos trikdžių pavyzdžius. Tyrimo išdavoje: surinkta metodika energetikos sistemų grėsmių analizei ir vertinimui atlikti; pateikti tikimybiniai modeliai grėsmių transformacijoms į trikdžius skaičiuoti, vertinant technines, ekonominės bei sociopolitines grėsmes; surinkti du energetikos sistemos modeliai, skirti energetiniams trikdžiams modeliuoti ir jų pasekmiems vertinti. Pirmasis yra skirtas įvairių energetikos sistemos ilgalaikių plėtros scenarijams modeliuoti, energijos gamybos kaštams ir trikdžių sukeltoms pasekmiems minimizuoti. Antrasis modelis yra pagrįstas tikimybine saugumo analize ir leidžia statistiškai įvertinti visus galimus kylančių trikdžių scenarijus ir jų sukeliamas pasekmes. Gautos pasekmių tikimybinės charakteristikos sudaro prielaidas įvertinti, kurie trikdžiai yra pavojingiausi energetinei sistemai, kokios apsaugos priemonės yra efektyviausios energetinio saugumo prasme.

Darbe taip pat surinkta energetinio saugumo lygio vertinimo metodika, pagrįsta saugumo indikatorių sudarymu ir daugiakriterine analize. Indikatorių apima visas energetinio saugumo dalis ir leidžia energetinį saugumą išreikšti viena integraline charakteristika. Sudaryti indikatorių dinamikos matematiniai modeliai ir jų parametru įvertinimas Bajeso metodu įgalina prognozuoti energetinį saugumo lygį iki 2025 metų ir palyginti įvairių energetikos projektų įtaką energetinio saugumo lygiui.

Surinkta metodologija grėsmėms ir jų sociopolitinėms pasekmiems analizuoti bei vertinti. Išanalizuotos pagrindinės geopolitinės, konkurencinės, monopolinės ir kitos grėsmės, sudaryta iš dailes kiekybinė sistema, leidžianti įvertinti įvairių grėsmių sociopolitines pasekmes.

## 2. NAUJOS AE LIETUVОJE STATYBAI BEI EKSPLOATACIJAI BESIRENGIANT

Laboratorijos mokslininkai vykdo tiek tiesiogiai Visagino AE ir VATESI užsakytus naujosios jėgainės parengiamuosius darbus, tiek pažangiausius tarptautinius branduolinės energetikos mokslinių tyrimų projektus, skirtus naujiems branduoliniam reaktoriams kurti ir kitiems svarbiems, su branduolinės energetikos sauga susijusiems, klausimams spręsti. Taip pat vykdomi projektais, skirti 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.



Visagino atominė elektrinė

### Visagino AE parengiamieji darbai

Pagal UAB Visagino atominė elektrinė ir LEI sutartį **Potencialių Visagino AE statybos aikštelių įvertinimo išorinių įvykių atžvilgiu atnaujinimas ir papildymas** 2011 m. buvo tēsiams papildomi tyrimai, nagrinėjant šiuos išorinius veiksnius: žmogaus sukelti įvykių,

meteorologiniai reiškiniai bei vietovės užtvindymas. Šio projekto tikslas – vadovaujantis LR Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos (VATESI) naujai patvirtintais Branduolinės saugos reikalavimais bei atnaujintais Tarptautinės atominės energetikos agentūros (TATENA) saugos reikalavimais, taip pat atsižvelgiant į naujausiu duomenų ir mokslinių tyrimų rezultatus, įvertinti potencialių aikštelių tinkamumą VAE statybai. Visi darbai buvo skirtomi į atskirus penkis uždavinius/temas: įvykių ir pavoju įvertinimo atnaujinimas, išsamus dujų sprogimo vertinimas, reagavimo į ekstremalias situacijas galimių aprašymas, fizinės apsaugos priešmonių taikymo galimių aprašymas ir galutinio šilumos sugériklio savybių įvertinimas. 2011 m. atlikti papildomi tyrimai, įvertinant netycinius žmogaus sukeltus įvykius, meteorologinius bei užtvindymo pavoju, parengta techninė pažyma *Statistinių duomenų ir tikimybių metodų apžvalga*, užsakovui perduoti pradiniai duomenys bei atnaujintos galutinės atskirų temų ataskaitos, kurios taip pat buvo derinamos su atsakingomis institucijomis.

Šio projekto metu atliktu tyrimų rezultatai yra svarbūs priimant sprendimą dėl konkrečios VAE statybos aikštelių bei planuojant jos rizikos valdymą. Pagal TATENA rekomendacijas, gavus naujos reikšmingos informacijos, išorinių įvykių analizę ateityje būtina atnaujinti.

### Europos techninių saugos organizacijų tinklas

Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkai nuo 2009 m. dalyvauja **Europos techninių saugos organizacijų tinklo** (ETSON) veikloje. 2011 m. lapkričio 7-8 d. LEI ir kitų ETSON organizacijų atstovai dalyvavo Paryžiuje organizuotame EUROSAFE Forumėje *Branduolinė sauga: nauji iššūkiai, sukaupta patirtis ir visuomenės lūkesčiai*.

Bendradarbiaujant ETSON organizacijoms buvo parengti ir pristatyti pranešimai atskirame seminare *Fukušimos AE avarijos pamokos*. Pirmajį seminaro pranešimą *Avarijos scenarijus aprašymas, dabartinė reaktorių būklė* pristatė LEI direktorius prof. E. Ušpuras. LEI taip pat aktyvai dalyvavo rengiant ETSON dokumentą *Techninių saugos organizacijų pozicija: mokslinių tyrimų poreikiai 2-os ir 3-os kartos AE saugos srityje*. Jame pristatyti aktualios bei priorititinės branduolinės energetikos saugos mokslinių tyrimų ir plėtros kryptys. Šis dokumentas išreiškia jų rengusių ETSON narių (BELV – Belgija, GRS – Vokietija, IRSN – Prancūzija, VTT – Suomija, UJV – Čekijos respublika, LEI – Lietuva, VUJE – Slovakija), asocijuotų ETSON narių (SSTC – Ukraina, JNES - Japonija) bei saugą reguliuojančių organizacijų, tiesiogiai įtrauktų į saugos tyrimų programas (CSN – Ispanija, SSM – Švedija, KFD – Nyderlandai), suderintą nuomonę dėl prioritetinių tyrimų ir plėtros branduolinės energetikos saugos srityje. Dokumentas išsiustas į Europos Komisiją, Tarptautinę atominės energetikos agentūrą (TATENA), Darnios branduolinės energetikos technologinės platformos (SNETP) organizacijų tinklą ir kitas organizacijas, siekiant atkreipti dėmesį į aktualiausias mokslinių tyrimų kryptis AE saugos srityje ir inicijuoti projektus šiemis tyrimams vykdysti.

Antrame ETSON Generalinės asamblijos posėdyje, vykusiam 2011 m. lapkričio 9 d., nuspręsta EUROSAFE darbo grupes integrnuoti į ETSON tinklą kaip skėtinės grupes (UG – Umbrella Groups). Greta trijų esamų skėtinės grupių (UG 1 – Saugos vertinimo vadovo rengimas, UG 2 – Mokslinių tyrimų programos, UG 3 – Žinių valdymas) nu-

spręsta įsteigti naują skėtinę grupę (UG 4), skirtą Fukušimos AE tirti. LEI aktyviai dalyvauja ir turi savo atstovus visose keturiose ETSON skėtinėse grupėse. ETSON tinkle taip pat yra įsteigta dylikai ekspertų grupių svarbiausiose branduolinės saugos mokslinių tyrimų srityse, vienuolikoje ių aktyviai dalyvauja laboratorijos atstovai:

- Eksplotacinės patirties vertinimas, išskaitant avarinių įvykių ir jų priežasčių analizę;
- Mechaninės sistemos;
- Sunkios avarijos;
- Įrangos atestacija aplinkos sąlygomis;
- Saugos sistemos su šilumnešio teikėjimu, išskaitant pagalbinės sistemas;
- Žmogaus ir organizacijos faktorių įtaka;
- Tikimybinė saugos analizė;
- Eksplotacijos resurso valdymas (įrangos senėjimas);
- Termohidraulinė analizė (pereinamieji įvykiai, avarijos);
- Saugos konцепcijos „apsauga į gylį“;
- Procesai reaktoriaus aktyviojoje zonoje.



### **Pažangus ir saugus tarptautinis reaktorių**

2011 m. pagal projekto *International Reactor Innovative and Secure (IRIS)* planus ir jungtinį projekto dalyvių bei *Westinghouse Electric Company LLC* susitarimą anksčiau vykdyti tyrimai rengiant konceptinį IRIS elektrinės projekta buvo apibendrinti ir pateikti atskirame knygos *Nuclear Power Plants* skyriuje *Analysis of Emergency Planning Zones*

*in Relation to Probabilistic Risk Assessment and Economic Optimization for International Reactor Innovative and Secure*. IRIS projektas ir su juo susiję tyrimai *Westinghouse Electric Company LLC* baigtis 2010 m. lapkričio 29 d. Projekto įgyvendinimas dalyvaujant per 20 kompanijų iš 10 valstybių truko daugiau nei 10 metų. Šio projekto metu LEI tyréjai dalyvavo rengiant naujų reaktorių tarpusavio palyginimo metodologijas bei peržiūrint darbus, susijusius su reaktoriaus stiprumo, ekonominių, saugos ir saugumo tyrimais. Pa-staraisiais metais Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos specialistai atliko IRIS tikimybinę saugos ir ekonominio efektyvumo analizę bei vykdė tyrimus, skirtus sumažinti įvairių išorinių pavoju riziką bei gautų jų rezultatų neapibrėžtumą. Planuojant statyti naujų AE, šios srities mokslo tiriamieji darbai yra aktualūs naujų reaktorių statybos Lietuvoje studijai.

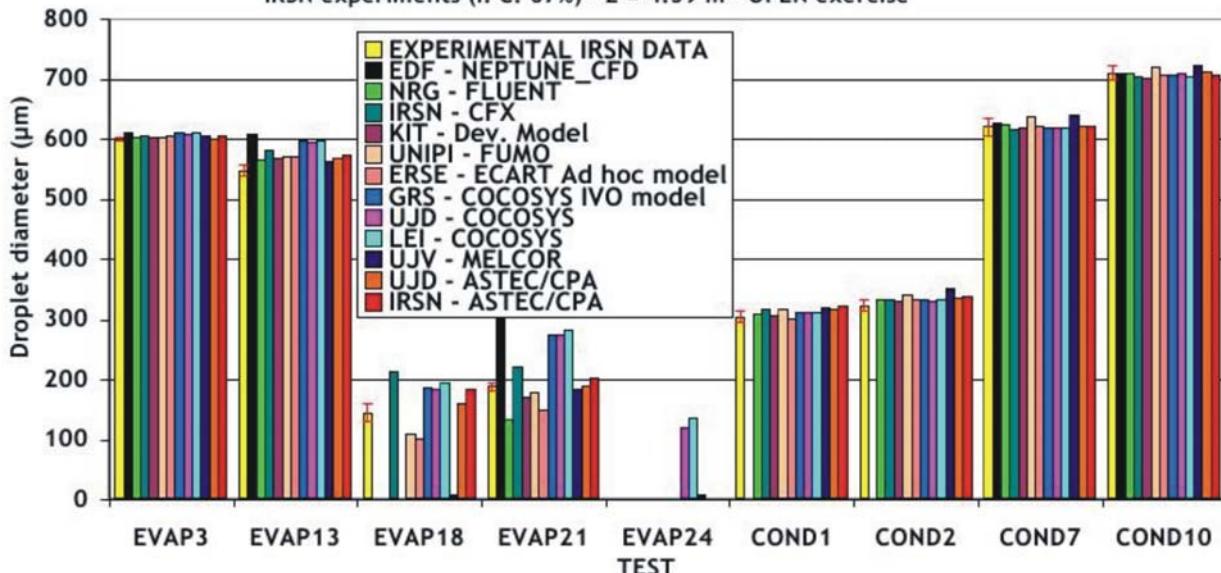


### **Atominių elektrinių sunkiųjų avarijų tyrimų kompetencijos tinklas SARNET-2**

2011 m. buvo tėsiami darbai pagal **SARNET-2** projektą (dotacijos sutartis pasirašyta 2009 m.). Šis projektas skirtas AE sunkiųjų avarijų reiskinių ir valdymo tyrimų integracijai Europoje. Kartu su LEI šiame projekte dalyvauja 41 ES šalių mokslo ir verslo institucijos. Laboratorijos mokslininkai SARNET-2 projekte dalyvauja trijų darbo grupių veikloje:

- WP4 ASTEC – integralinio programų paketo ASTEC, skirto sunkiųjų avarijų branduolinėse jėgainėse modeliavimas, adaptavimas ir patikra;

**SARNET-2 - Elementary spray benchmark on single droplet HMT  
IRSN experiments (I. C. 67%) - Z = 4.39 m - OPEN exercise**



Lašelių dydžio modeliavimo rezultatai

- WP5 COOL – išsilydžiusios aktyviosios zonas ir likusių nuolaužų aušinimas;
- WP7 CONT – procesų, vykstančių branduolinių jégainių apsauginiuose kiautuose, analizė.

Vykstant šias veiklas, dalyvauta ASTEC naudotojų klubo bei atskirų darbo grupių susitikimuose. Laboratorijos darbuotojai, vykdymami šio kompetencijos tinklo veiklą, modeliavo procesus IAE panaudoto branduolinio kuro baseinuose neprojektinių avarių atvejais bei procesus, vykstančius eksperimentiniuose stenduose. Buvo sumodeliuoti PHEBUS ir QUENCH eksperimentiniuose stenduose įvykdyti branduolinio kuro rinklių perkaitinimo ir pažeisto kuro rinklių stogaus aušinimo eksperimentai. Modeliavimas buvo atliekamas ASTEC ir RELAP5/SCDAPSIM programų paketais. Atlikti jautrumo ir neapibrėžtumų analizė taikant GRS (Vokietija) metodologiją bei SUSA programų paketą. Lygiagrečiai jautrumo ir neapibrėžtumų analizė atlikti ir taikant IRSN (Prancūzija) SUNSET programų paketą. Aptartos šių dviejų metodų taikymo analizei atlikti ypaty-

bės. Panašus kuro rinklių pakartotinis užliejimas, kaip QUENCH eksperimentuose, sumodeliuotas ir avarijos panaudoto kuro baseinuose atveju.

Tiriant procesus branduolinių jégainių apsauginiuose kiautuose, atliktas procesų vandens lašeliuose, išpurkštose AE apsauginiuose gaubtuose, bei vandenilio maišymosi ir degimo apsauginiuose gaubtuose modeliavimas COCOSYS programų paketu. Laboratorijos mokslininkai modeliavo THAI eksperimentiniame stende vykdytus vandens lašelių išgarinimo (EVAP) ir garo kondensacijos (COND) eksperimentus. Be LEI, programoje dalyvavo dar 9 institucijos. LEI gauti rezultatai gerai koreliavo su geriausiuoj organizacijų gautais rezultatais.

Dalyvavimas kompetencijos tinklo veikloje, keitimasis patirtimi su kolegomis iš kitų organizacijų, procesų, vykstančių eksperimentiniuose stenduose analizė ir modeliavimas leidžia geriau išsiavinti programų paketus, sukaupti modeliavimo patirtį, kuri reikalinga atliekant realių branduolinių įrenginių analizę.



#### **Naujos kartos reaktorių saugos įvertinimas**

2011 m. balandžio mén. Europos Komisijai buvo pateikta paraiška *Pasiūlymas dėl suderintos Europinės metodikos, skirtos naujoviškų greityų neutronų spektrų reaktorių, planuojamų pastatyti Europoje, saugos vertinimui (SARGEN\_IV)*. Šios paraiškos koordinatorius yra Radiacinės ir branduolinės saugos institutas (IRSN, Prancūzija), o tarp 22 dalyvaujančių ES institucijų yra ir LEI. Birželio mén. ši paraiška buvo teigiamai įvertinta Europos Komisijoje, o spalio mén. tarp EK ir paraiškos koordinatoriaus IRSN pasirašyta dotacijos sutartis. 2012 m. pradžioje pasirašyta šio projekto konsorciumo sutartis tarp koordinatoriaus ir kiekvienos projekte dalyvaujančios mokslinio tyrimo institucijos.

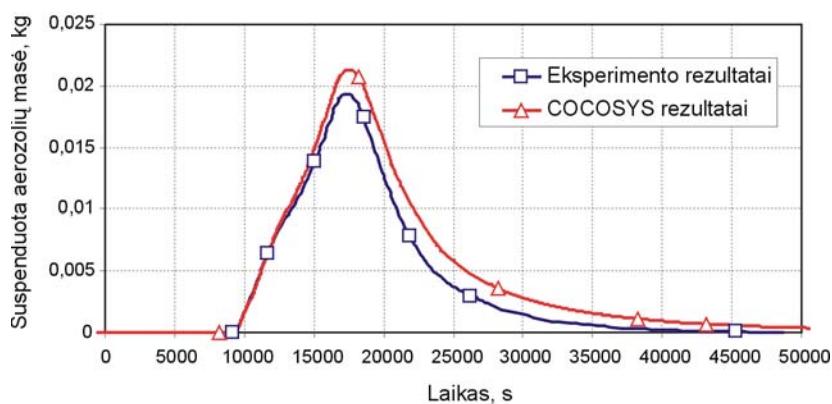
LEI šiame projekte dalyvaus trijų darbo grupių veikloje: (1) novatoriškų reaktorių saugos įvertinimo metodikų apžvalga; (2) Europos šalių saugos

metodikų bandomasis taikymas; (3) greityų neutronų reaktorių saugai skirtų mokslinių tyrimų ir technologijų plėtros Europoje veiksmų plano išplėtojimas. Pirmojoje iš minėtų darbo grupių LEI bus vieno darbo poskyrio *IV kartos reaktorių saugos vertinimas bei tarptautinių dokumentų apžvalga* koordinatorius.

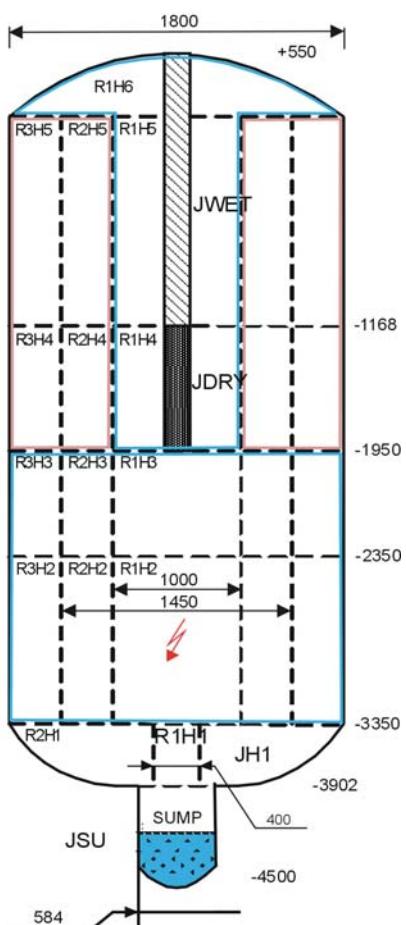
Laboratorijos mokslininkai tėsė tyrimus **PHEBUS - FP** programos veikloje. Tai viena didžiausių tarptautinių tyrimų programų, skirta vandeniu aušinamų branduolinių reaktorių saugai bei sunkiųjų avarių tyrimams. 1988 m. programą iniciavo ir dabar ją koordinuoja IRSN (Prancūzija). Laboratorijoje, taikant COCOSYS programų paketą, atliekami PHEBUS apsauginiame kiaute vykstančių reiškinį skaitiniai tyrimai. 2011 m., tariant bendradarbiavimą su Vokietijos organizacija GRS mbH, suda-

rytas bendras apsauginio kiauto modelis, kuris leidžia atlkti išsamų vykstančių procesų tyrimą FPT-2 eksperimento metu. Laboratorijos darbuotojai buvo atsakingi už modelio dalį, susijusią su termodynaminių procesų ir aerozolių bei radioaktyvių pernešimo procesų modeliavimu, o GRS mbH ši modelį papildė jodo

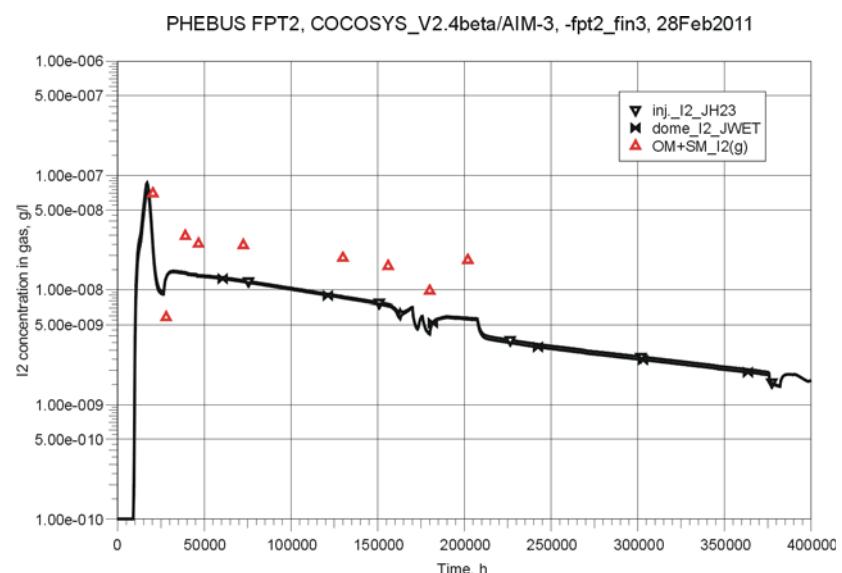
cheminių virsmų aprašymu. Atlikta analizė parodė, kad bendromis jėgomis sukurtas modelis gali būti sėkmingai taikomas visiems PHEBUS apsauginiame kiaute vykstantiems procesams modeliuoti ir pratęsė jau ilgą laiką vykstantį bendradarbiavimą tarp mūsų instituto ir GRS mbH.



Apsauginio kiauto dujinėje fazėje esančių aerozolių masė



Bendras PHEBUS apsauginio kiauto modelis



Jodo ( $I_2$ ) koncentracija apsauginiame kiaute

## MATTER

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

2010 m. gruodžio 13 d. pasirašyta nauja ES 7-osios BP projekto *Medžiagų bandymas ir normos (MATERIALS TEsting and Rules)* sutartis. Projekto pradžia 2011 m. sausio 1 d., tame be Branduo-

linių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojų dalyvauja ir Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijos mokslininkai. Pagrindinis projekto tikslas yra atlkti išsamius medžiagų elgsenos tyrimus, esant IV kartos branduolinių reaktorių eksploatavimo sąlygoms. Projekto tyrimai apima:

- Medžiagų tyrimus naujų reaktorių eksploatacijos sąlygomis, orientuojantis į bandymų procedūras;
- Medžiagų, veikiant skystiesiems metalams, eksperimentinius tyrimus ir normatyvinių dokumentų įvertinimą;
- Normatyvinių dokumentų rengimą, vadovaujantis gautais eksperimentinių tyrimų rezultatais, projektavimo reikalavimų įvertinimą bei jų tobulinimą.



atlikių ilgaamžiškumo įvertinimo mokslinius tyrimus Europos branduolinių įrenginių gamybos pramonėje, sukūrimo darbai. Projektas taip pat siejamas su rizikos vertinimais pagrįstų sprendimų priemimo metodikos tobulinimu ir eksploracinės kontrolės optimizavimu. Šio projekto vykdytojai – konsorciumas, kurį sudaro 10 organizacijų dalyviai ir 27 organizacijų sutarties partneriai. Viso projekto koordinatorius yra VTT (Suomija) mokslinių tyrimų centras.

2011 m. laboratorijos mokslininkai dalyvavo *Ekspertų grupių (IA-2)* ir *Specializuotos grupės pasiūloms ruošti (RA-9)* veikloje. *Ekspertų grupių* darbo grupėje parengta medžiaga apie RBMK-1500 reaktoriaus priverstinio cirkuliacinio kontūro austenitiniam vamzdynams taikomą „tekėjimo prieš suirimą“ metodiką. Ši medžiaga buvo panaudota ruošiant ataskaitą apie nacionalines patirtis taikant „Tekėjimo prieš suirimą“ metodiką vamzdynų saugios eksploracijos vertinime. Taip pat buvo dalyvauta darbo grupėje ruošiant ataskaitą *Pasyvių komponentų įtaka saugai* bei kartu su kitu šalių NULIFE dalyvaujančiais atstovais ruošiant pasiūlas BP projektams *Patobulintos saugos įvertinimo procedūros, pagrįstos tikimybiniais vertinimais (Improved safety assessment procedures based on probabilistic considerations (PROSAFE))* ir *Tekėjimo prieš suirimą taikymas esant išgalaikėj eksploracijai (Leak before break in long Term Operation (LAGOON))*.

2011 m. lapkričio mėn. 14 d. įkurta asociacija NUGENIA, apjungianti SNETP, Gen II/III, NULIFE ir SARNET kompetencijos tinklus. Numatyti NULIFE virtuaalus instituto tikslai atitinka įkurtos asociacijos tikslus, t. y. ES valstybėse eksploruojamų II ir III kartų reaktorių techni-

nė priežiūra, jų ilgaamžiškumo įvertinimo moksliniai tyrimai. Numatytos 7 tyrimo ir plėtros sritys: branduolinis kuras ir kuro apvalkalai; struktūrinis vienitumas; medžiagų senėjimas ir ilgaamžiškumas; saugos ir rizikos įvertinimas; sunkios (neprojektinės) avarijos; reaktoriaus eksploracija; pažangiu III kartos reaktorių projektavimas; saugios eksploracijos įvertinimo metodikų harmonizavimas.



#### ***AE eksploravimo pabaigos ir pradžios patikimumo charakteristikų tyrimai***

Pagal Europos Komisijos Jungtinių tyrimų centro Energetikos instituto (EC JRC IE) ir LEI sutartį 2011 m. buvo baigtas tyrimas tema ***Pasyvių komponentų patikimumo ir duomenų analizė*** ir atnaujinta tyrimų projekto ataskaita ***Patikimumo analizė ir rizikos minimizavimas atsižvelgiant į pasyvių komponentų amžių (Age-Dependant Reliability Analysis and Risk Minimization for Passive Components)***. Atlikti tyrimai siejasi su Europos Komisijos Jungtinių tyrimų centro Energetikos instituto (EC JRC IE) koordinuojamu APSA tyrimų tinklu, skirtu *Senėjimo reiskinių vertinimo įtraukimui į tikimybinės saugos analizės taikymus (Network for Incorporating Ageing Effects into PSA Applications)*, bei su jau minėtu ES NULIFE kompetencijos tinklu. APSA tyrimų tinkle dalyvauja 14 šalių organizacijos. Jos siekia išplėtoti klasikinę tikimybinės saugos analizę atsižvelgiant į įrenginių degradaciją ir jų patikimumo charakteristikų kaitą. Klasikinėje tikimybinės saugos analizėje, taikant nekinstantinių laikė patikimumo parametru prieilaidą, kartais gaunamas tiek teoriškai,

#### ***Branduolinių jėgainių darbo ištakliaus įvertinimas***

2011 m. buvo tesiama kompetencijos tinklo ***NULIFE (Nuclear Plant Life Prediction)***, skirto parengti branduolinių įrenginių ilgaamžiškumo valdymo metodologiją ir virtualaus instituto, galinčio

tieki praktiškai neadekvatus saugos vertinimas. Todėl siekiama atlikti papildomą tikimybinės saugos senėjimo analizę, kuriai būtina daugiau duomenų, eksplotacinių kontrolės vertinimas bei išsamesni modeliai.

Pastaraisiais metais tēsiant veiklą šiame tyrimų tinkle, LEI daugiausia dėmesio skyrė darbams, susijusiems su komponentų patikimumo analizės metodais (daugiausia Bajeso) ir laike kintančių patikimumo charakteristikų vertinimu bei tokų metodų ir jverčių taikymu tikimybiniuose modeliuose. Taip pat buvo nagrinėjami patikimumo duomenų bazė bei atitinkamos programinės įrangos (pvz., WinBUGS) sudarymo ir taikymo klausimai.



### **Eksplotacinių kontrolės ir rizikos tyrimai**

2011 m. LEI, būdamas EC JRC IE koordinuojamo ENIQ tyrimų tinklo nariu, tēsė darbą rizikos analizės grupės TGR (Task Group Risk) veikloje. LEI mokslinkai dalyvavo rengiant/peržiūrint geriausią Europinę praktiką aprašančius techninius dokumentus, rizikos vertinimu pagrįstos eksplotacinių kontrolės programos sudarymo ir optimizavimo tema. ENIQ tyrimų tinklo TGR grupė apima 20 skirtinę organizacijų, tinklo veikla siejasi su ES NULIFE kompetencijos tinklu ir kitais 7-sios BP projektais.

### **3. BRANDUOLINĖS SAUGOS ŽINIŲ PERDAVIMAS IR MOKYMU ORGANIZAVIMAS**

#### **Europos branduolinės saugos mokymo ir konsultavimo institutas**

Europos branduolinės saugos mokymo ir konsultavimo institutas **European Nuclear Safety Training and Tu-**



**toring Institute (ENSTI)** įkurtas 2010 m. Šį institutą įkūrė ETSN organizacijos, inicijuojamos Radiacinės ir branduolinės saugos instituto (IRSN). Instituto steigėjai buvo keturios techninės paramos organizacijos: IRSN (Prancūzija), GRS (Vokietija), LEI (Lietuva) ir UJV (Čekija). 2011 m. pageidavimą prisijungti prie ENSTI pareiškė BELV (Belgija) ir ENEA (Italija). ENSTI tikslas yra teikti mokymo, konsultavimo ir praktikos paslaugas, vertinant branduolinę ir radiacinę saugą. Norima, kad techninės paramos organizacijos dalytųsi patirtimi, siekiant pagerinti branduolinę saugą, skleidžiant žinias ir praktinę patirtį branduolinės saugos kultūros srityje. 2011 m. ENSTI organizavo du renginius: žiemos seminarą *Branduolinės saugos pagrindai*, vykusį vasario 7–10 d. Slovakijoje ir keturių savaičių vasaros mokymo kursus, vykusius birželio 27 – liepos 22 d. Vokietijoje (GRS). Paskaitas apie branduolinių jėgainių išmontavimo strategijas

jas ir Ignalinos AE išmontavimo problemas skaitė laboratorijos darbuotojai. Kursose dalyvavo 15 dalyvių iš keturių Europos Sąjungos organizacijų: Areva, Bel-V, IRSN ir GRS. Ateityje ENSTI veikla tik aktyvės, kadangi institutas teikia paraškas TATENA ir Europos Komisijai panašiems mokymams pravesti. LEI dalyvavimas tokioje veikloje leidžia igyti patirties organizuojant panašius kursus bei tobulinti savo kvalifikaciją. Tokia patirtis gali būti naudinga prasidėjus Visagino AE statybai, kai reikės mokinti naujus jos bei prižiūrinčiųjų organizacijų darbuotojus.

#### **Europinės reguliavimo metodologijos ir praktikos perdavimas Baltarusijos branduolinės saugos institucijoms**

Tēsiant bendradarbiavimą su Europos techninės paramos organizacijomis 2011 m. gegužės mėn. LEI su RISKAUDIT IRSN/GRS INTERNATIONAL (GEIE) kompanija, įkurta Prancūzijoje, pasiraše sutartį dėl instituto dalyvavimo Europos komisijos ir RISKAUDIT projekte *Europinės reguliavimo metodologijos ir praktikos perdavimas Baltarusijos branduolinės saugos institucijoms*. Institucinis



Seminaras Minske skirtas Europos Sąjungos patirčiai išduodant licenzijas branduolinių jėgainių aikšteliems



Laboratorijos mokslininkai Planko plazmos fizikos institute

ir techninės bendradarbiavimas su Gosatomnadzor, siekiant plėtoti jo pajėgumus perduodant Europos saugos principus ir praktiką. Pagal šią sutartį LEI dalyvauja keturių darbo grupių veikloje: (1) teisinės sistemos branduolinės saugos srityje plėtra; (2) licencijavimo parama branduolinės saugos srityje, kuriant reguliavimo instituciją ir plėtojant jos funkcijas; (3) reguliavimo institucijos darbuotojų mokymas; (4) avarinių situacijų ministerijos švietimo įstaigų darbuotojų mokymas. Dalyvaudami šiame projekte laboratorijos specialistai dalyvauja atskirų darbinės grupės organizuojamuose seminaruose, kurių metu, kartu su projekto partneriais, pristatė tarptautinius branduolinės energetikos saugos reikalavimus ir Europos reguliavimo institucijų ir techninės paramos organizacijų patirtį, susijusią su branduolinių jégainių saugos įvertinimu ir branduolinių objektų licencijavimu. Taip pat laboratorijos specialistai dalyvavo seminaruose apmokant Baltarusijos atstovus naudotis programų paketais, kuriais atliekama avarijų branduolinėse jégainėse analizė. 2011 m. laboratorijos specialistai dalyvavo penkiuose seminaruose. Ketvirtoje darbo grupėje LEI paskirtas

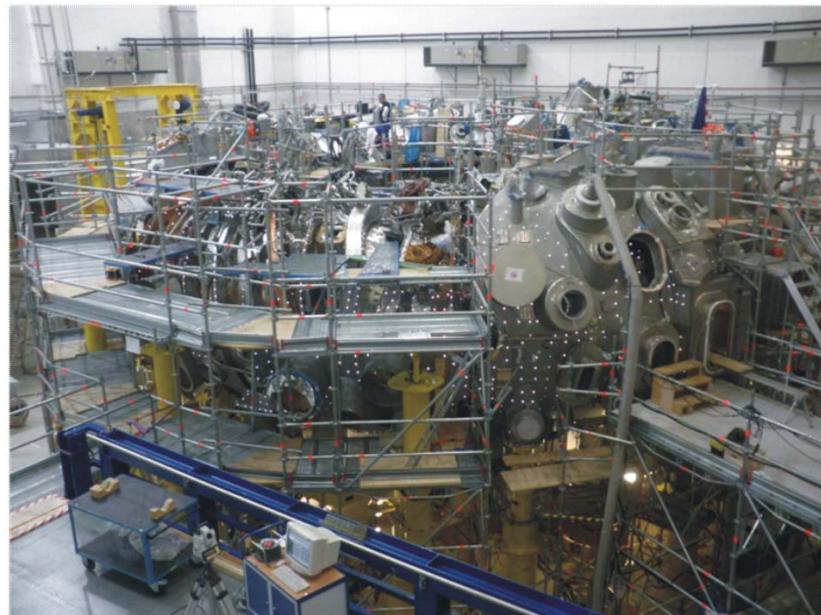
darbinės grupės lyderiu ir koordinuoja Lietuvos, Ukrainos ir Suomijos specialistų veiklą organizuojant ir pravedant darbinius seminarus Baltarusijos Respublikos Avarinių situacijų ministerijos darbuotojams. Laboratorijos darbuotojai 2011 m. rugpjūčio mėn. Baltarusijoje, Svetlaja roščia miestelyje organizavo penkių dienų seminarą, kurio metu kartu su kitais partneriais iš Ukrainos ir Suomijos

pristatė klausytojams pagrindinius branduolinės saugos principus bei supažindino su branduolinės saugos funkcijomis, radioaktyvių medžiagų išmetimo avarijų metu iš branduolinių jégainių sąlygomis, poveikiu aplinkai ir avarinių situacijų valdymu. Kitais metais numatyta panašus darbinis seminaras, kurio metu daugiausiai dėmesio bus skiriama avarinei parengčiai branduolinėse jégainėse ir už jos ribų, bei visuomenės informavimui apie avarinius įvykius.

Tokia parama kaimyninei šaliai būtina, siekiant užtikrinti Baltarusijos branduolinio reguliavimo institucijų savalaikę ir efektyvią naujai statomų Baltarusijoje branduolinių jégainių priežiūrą, kas labai svarbu pačiai Baltarusijai, Lietuvai (kurios pasienyje bus statomos šios jégainės) ir visai Europai.

#### 4. TERMOBRANDUOLINĖS SINTEZĖS REAKTORIŲ SAUGOS ANALIZĖ

Termobranduolinės sintezės energijos (FUSION) plėtros mokslo tyrimai yra viena prioritetinių ES 7BP tyrimų sričių. Vykdant šios srities tyrimus, LEI



Sumontuoto termobranduolinės sintezės įrenginio W7-X bendras vaizdas

tešė 7-je BP EURATOM – LEI asociacijos sutartyje numatytais darbus. 2011 m. buvo tešiamas bendaradarbiavimas su Makso Planko plazmos fizikos institutu (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP), įsikūrusiu Greifswalde, Vokietijoje. Atlikti saugos analizės darbai, kurių metu įvertintas apsaugas nuo slėgio padidėjimo plazmos inde sistemos projektas. Aušinimo kontūre vykstančių procesų analizė atlikta RELAP5 programų paketu, o plazmos inde vykstantys procesai tyrinėti COCOSYS programų paketu.

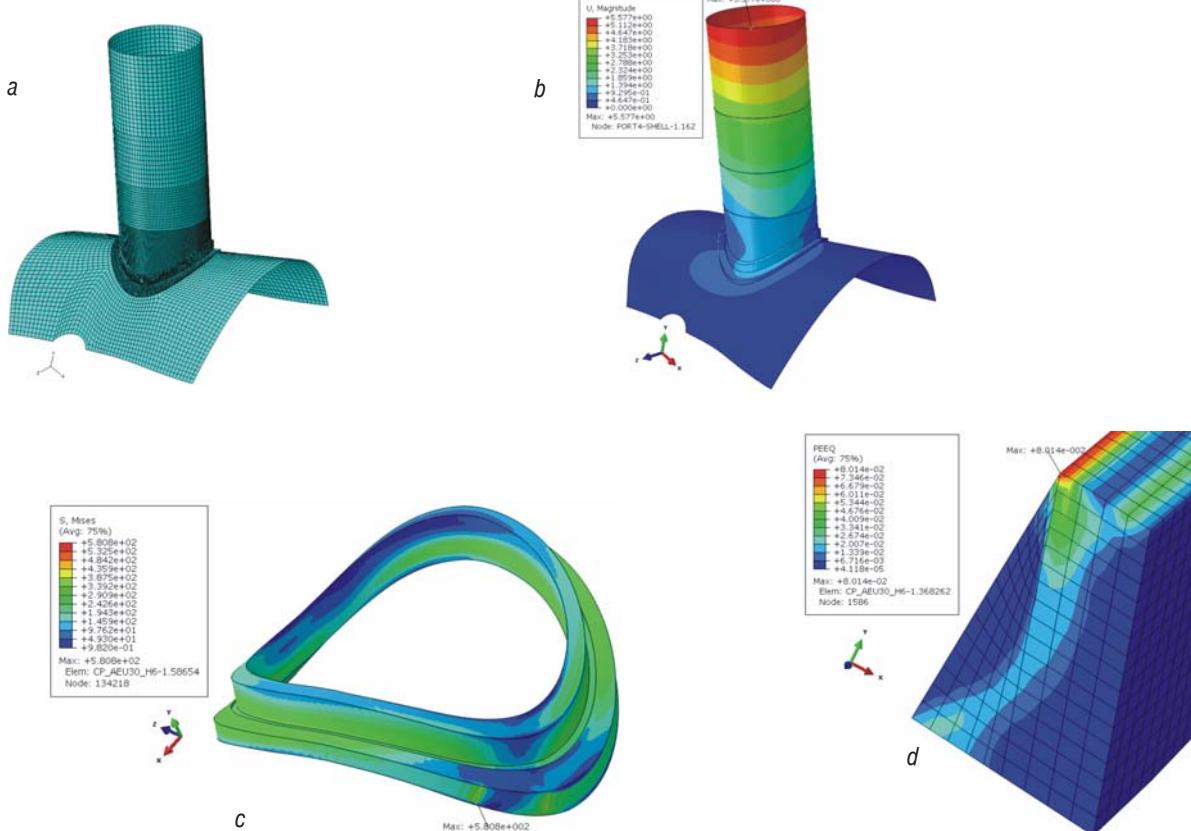
2010 m. su Makso Planko plazmos fizikos institutu buvo pasirašyta sutartis – *Termobranduolinės sintezės įrenginio W7-X plazmos indo angų suvirinimo siūlių ribinė analizė (Limit Analysis of the Port Welds between the Plasma Vessel and the Ports in the W7-X Cryostat System)*, projektas baigtas 2011

metų gruodį. Darbo tikslas buvo paruošti plazmos indo angų suvirinimo siūlių baigtinių elementų modelius ir atlirksti stiprumo analizę. Stiprumui analizuoti buvo naudojama kompiuterinė programa ABAQUS/Standard, skirta tiesiniams ir netiesiniams uždaviniams spręsti veikiant statinėms ir dinaminėms apkrovomis. Tai leidžia atlikti įvairių geometrinių formų konstrukcijų stiprumo analizę. Įvertintas plazmos indo trijų tipų angų suvirinimo siūlių struktūrinis vientisuumas:

- plazmos indo angos AEQ20 esant 1 mm suvirimo siūlės storiiui;
- plazmos indo angos AEK20 esant 1 mm suvirimo siūlės storiiui;
- plazmos indo angos AEU30 esant 1 ir 6 mm suvirimo siūlės storiiui.

Paruošti angų geometriniai modeliai buvo perkelti į baigtinių elementų

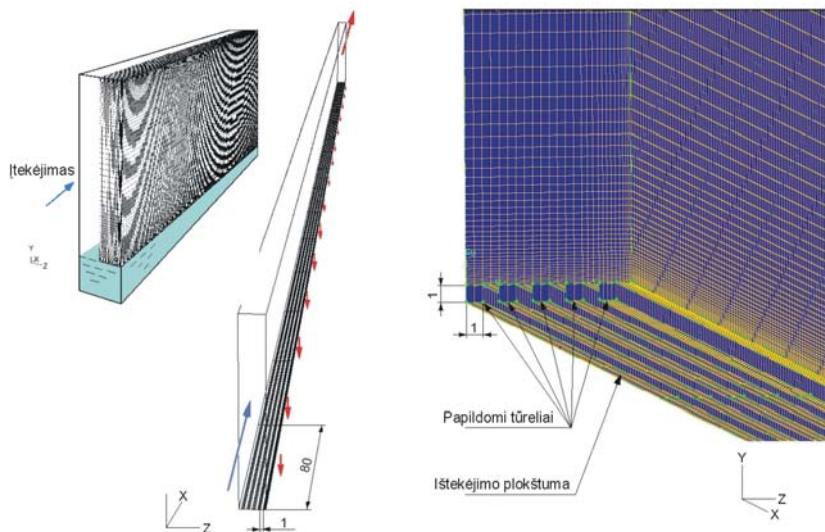
kompiuterinę programą ABAQUS/Standard, kuria buvo parengti plazmos indo angų suvirinimo siūlių baigtinių elementų modeliai. Analizė atlirkta užduotomis apkrovos sąlygomis bei ribiniu atveju, apkrovos mastelių koeficientą priimant 3. Atlikus analizę nustatyta, kad visos plazmos indo angų suvirinimo siūlių stabilumas bus išlaikytas visomis užduotomis apkrovimo sąlygomis. Ribiniu atveju nenustatyta, kad poslinkiai jėgos veikimo vietoje pradėtų greitai augti, skaičiavimo konvergencija buvo išlaikyta visos analizės metu. Rezultatai parodė, kad plazmos indo angos AEU30 6 mm storio suvirinimo siūlėje buvo pasiektos didžiausios plastinės deformacijos iš visų nagrinėtų tipų. Taip pat didžiausi poslinkiai gauti šioje suvirinimo angos siūlėje. Šios angos parengti modeliai ir dalis rezultatų pateikti paveiksluose.



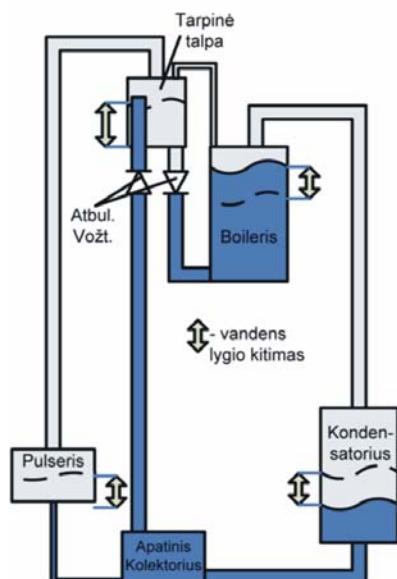
Plazmos indo angos AEU30 6 mm storio suvirinimo siūlės baigtinių elementų modelis (a) ir ribinės analizės skaičiavimų rezultatai (b – poslinkių pasiskirstymas; c – įtempių pasiskirstymas centrinėje dalyje (siūlė, plazmos indas ir anga AEU30); d – plastinių deformacijų pasiskirstymas suvirinimo siūlėje)

## 5. KONDENSACIJOS PLIŪPSNIO TYRIMAI

Sékmungai užbaigtas, biudžeto lėšomis finansuotas darbas **Besikondensacijos pliūpsnio tekėjimo eksperimentinis ir skaitinis tyrimas**. Darbe sukurtas skaitinis šiluminės hidraulinės sistemos, cirkuliacijai naudojančios kondensacijos pliūpsnius, modelis ir pagrįstas jų praktinis pritaikomumas. Tai reiškia, kad ištyrus ir įvaldžius šį reiškinį, jį bus galima panaudoti pasyviam (nenaudojančiam išorinės energijos) skysto šilumnešio grąžinimui į boilerį realiuose šiluminiuose įrenginiuose.

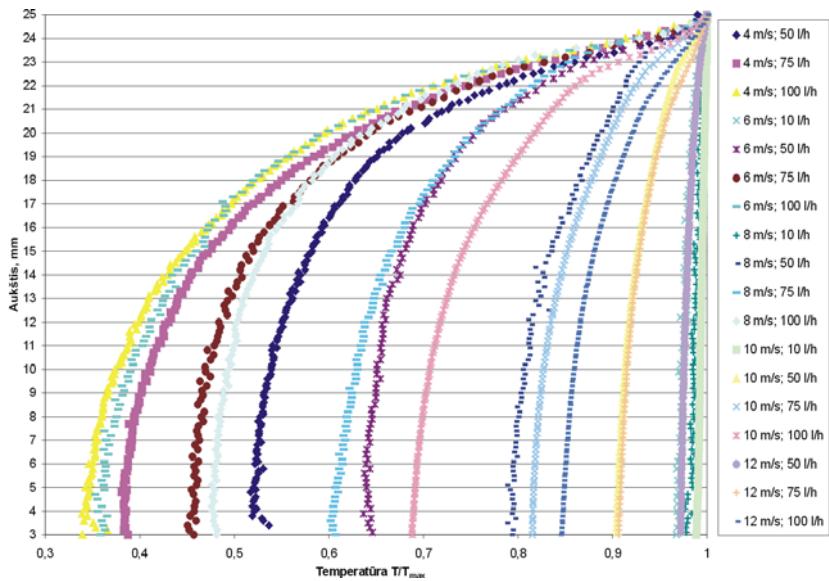


ENT3D skaitinis modelis vienafaziam tekėjimui



Kondensacijos pliūpsniais varomos cirkuliacijos šiluminis kontūras

Taip pat gauta reikšmingų kondensacijos įtakos stratifikuotam vienakrypčiam tekėjimui uždarame horizontaliame kanale tyrimo rezultatų. Nustatyta, kaip kondensacija turi įtakos garo tékmés hidrodinaminiam pasienio sluoksniui. Pagal natūrinių eksperimentų duomenis sumodeliuota kondensacijos įtaka tarpfazinei trinčiai. Toks apjungimas leido panaudoti paprastą vienafazio tekėjimo FLUENT3D skaitinį modelį.



Temperatūros profilių uždareme horizontaliame kanale

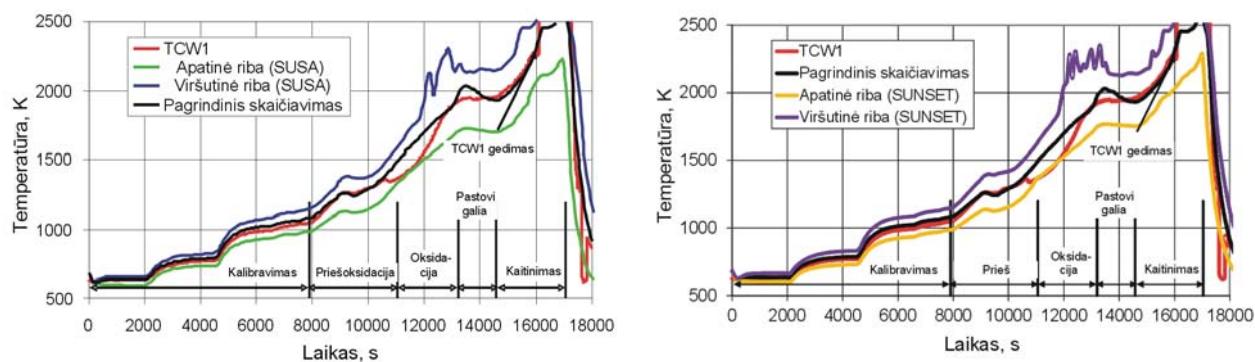
Eksperimentiniame tyriame buvo naudojama greitaeigė termografinė technika. Jai sukurta vandens temperatūros profilių matavimo metodika, pateiktos rekomendacijos taikymui ir pasiekitas 25-ių matavimų per sekundę greitis su 10-ies matavimo taškų 1-am skespjūvio milimetru raiška.

## 6. GERIAUSIO ĮVERČIO METODOLOGIJOS TAIKYMAS

2011 m. tėstas trejų metų trukmės LR biudžeto subsidijų lėšomis finansuo-

jamas darbas **Procesų sudėtingose techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose analizė, taikant geriausio įverčio metodologiją** (darbas pradėtas 2010 m.). Šiame darbe taip pat dalyvauja Hidrologijos ir Energetikos kompleksių tyrimų laboratorijų mokslininkai. Darbotinklas – neapibrėžtumų analizės metodologijos taikymas techninių ir socialinių mokslų srityje bei atliekant hidrologinių procesų modeliavimą.

2011 m., atliekant skaitinius tyrimus techninėse sistemose, modeliuoti



PHEBUS eksperimentiniame stende atlikto FPT1 eksperimento metu nustatytos maksimalios kuro tablečių temperatūros palyginimas su geriausio įverčio metodika apskaičiuotomis temperatūromis

procesai, vykstantys sunkiųjų avarijų branduoliniuose reaktoriuose metu. Tai-kant geriausio įverčio metodologiją bei ASTEC programų paketo ICARE modulį, taip pat SUSA bei SUNSET paketus, sumodeliuotas PHEBUS eksperimentiniame stende atliktas FPT1 eksperimentas. Atlikta geriausio įverčio analizė parodė, kad ICARE modulis, įvertinant nau-dotus fizikinių ir programų paketo para-metru neapibrėžtumus, gali modeliuoti pagrindinius sunkiųjų avarijų metu kure vykstančius procesus. Nustatyti skirtin-gų programų paketu taikymo ypatumai.

2011 m. neapibrėžtumų ir jautrumo analizė atlikta nagrinėjant perėjimo prie platesnio biokuro naudojimo įtaką Lietu-vos ekonomikai. Naudojant GRS (Vokietija) neapibrėžtumų ir jautrumo analizės metodiką, SUSA programų pa-ketu buvo nustatyti parametrai, turintys didžiausios įtakos tiek Lietuvos prekybos balansui, tiek ir bendrajai pridėtinei ver-tei. Gauti neapibrėžtumų ir jautrumo analizės rezultatai bus pritaikyti kuriant ir tobulinant sudėtingesnius energetikos-ekonomikos ryšių analizės įrankius.

Sprendžiant gamtinės sistemos užda-vinius, geriausio įverčio metodologija leido įvertinti daugiaumečio Kuršių marių vandens balanso elementų neapibrėž-tumų įtaką galimam rezultatui. Atlikta neapibrėžtumų ir jautrumo analizė nusta-tė tuos hidrologinio modeliavimo para-

metrus, kurie turi didžiausios įtakos ba-lansui, t. y. tuos parametrus, kuriuos bū-tina tikslinti, siekiant tiksliau apskaičiuoti Kuršių marių vandens balansą.

## 7. ENERGIJOS TIEKIMO SAUGUMO VERTINIMAS

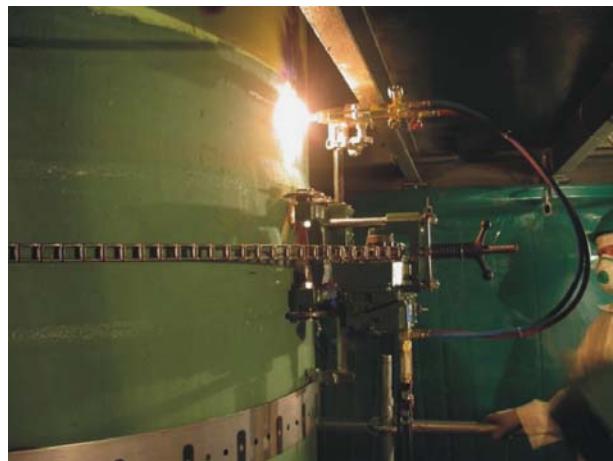
2011 m. pabaigtas trejų metų biudžetiniis darbas **Lietuvos energetinio saugumo tyrimas**. Pagrindinis darbo rezultatas – pagal 2006–2008 m. biudžeti-niame darbe sukurtą energetinio sau-gumo vertinimo metodiką įvertintas Lietuvos energetinis saugumas jvairiais laikotarpiais iki 2025 m. bei atliktas Lietuvos energetinio saugumo palyginimas su JAV energetiniu saugumu.

## 8. IGNALINOS AE ĮRANGOS DEAKTYVACIJOS IR IŠMONTAVIMO BEI KITI JÉGAINĖS UŽDARYMO PROJEKTAI

Branduolinių įrenginių saugos labo-ratoriujos mokslininkai kartu su partneriai dalyvauja IAE įrangos deaktyva-cijos ir išmontavimo projektuose (B9 serijos projektai).

2011 m. buvo gautas oficialus laiš-kas iš IAE apie sėkmingą projekto **Ignalinos AE 117 / 1 pastate esančios įran-gos dezaktyvacijos ir išmontavimo pro-**

**jepto (B9-0) rengimas** darbų pabaigą. Tai pirmasis Lietuvoje projektas, skirtas AE įrangai išmontuoti ir dezaktyvuoti. Ši projekto vykdo Babcock Nuclear Limited (Jungtinė Karalystė), Nukem Tech-nologies GmbH (Vokietija) ir LEI konsor-ciumas. Pagrindinis projekto tikslas – parengti optimalią RBMK-1500 reakto-riaušių avarinio aušinimo sistemos ir ki-tos IAE 117 / 1 pastate esančios įrangos išmontavimo ir dezaktyvacijos strategiją bei visą projektui įvykdyti reikalingą projekti-nę ir saugos pagrindimo doku-men-taciją, taip pat suteikti paramą Užsakovui projekto licencijavimo (t. y. derinant parengtą projekto dokumenta-ciją su Reguliuojančiomis institucijo-mis) bei įdiegimo metu. Laboratorijos darbuotojai šiame darbe dalyvavo ren-giant strategiją, techninį ir darbo projek-tus, saugos pagrindimo ataskaitą, taip pat suteikiant paramą projekto licenci-javimo metu. 2010 m. pabaigoje Valsty-binė Atominės energetikos saugos inspekcija (VATESI) suteikė leidimą IAE 117/1 pastate esančios įrangos dezaktyvacijos ir išmontavimo darbų įdiegi-mui. Projekte B9-0 buvo numatyta galimybė teikti paramą IAE, atliekant projekto įdiegimo darbus. Tačiau IAE nusprendė nepasinaudoti šia galimybe ir neprāstyti Rangovo (konsorciumo) pagalbos projekto įdiegimo etape. Kaip pripažino pati IAE, tai rodo Užsakovo pasitikėjimą darbu, atliku ankstes-



IAE 117 pastate esančios įrangos išmontavimo darbai

niuose etapuose, rengiant projekto dokumentaciją bei ją derinant su VATESI.

2011 m. buvo tesiama projekto ***Ignalinos AE V1 pastate esančios įrangos dezaktyvacijos ir išmontavimo projekto (B9-2) rengimas*** darbai. Šį projektą vykdo Babcock (Jungtinė Karalystė), LEI, Nukem Technologies GmbH (Vokietija) ir Ansaldo (Italija) konsorciumas. Pagrindinis projekto tikslas – parengti optimalią IAE V1 pastate esančių reaktoriaus dujų kontūro, išmetamų dujų išvalymo sistemos, reaktoriaus remontinio aušinimo bakų sistemos, ventiliacijos sistemų ir reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos įrangos išmontavimo ir dezaktyvacijos strategiją bei visą projektui įgyvendinti reikalingą projektinę ir saugos pagrindimo doku-

mentaciją, taip pat suteikti paramą Užsakovui projekto licencijavimo bei įdiegimo metu. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojai 2011 m. dalyvavo rengiant Darbo projekto dokumentus bei suteikiant paramą projekto Saugos pagrindimo ataskaitos licencijavimo metu. 2012 m. numatoma baigtis rengti Darbo projekto dokumentus bei juos suderinti su Užsakovu, bei baigtis darbus susijusius su projekto dokumentų licencijavimu.

2011 m. buvo tesiama darbai pagal kontraktą su GNS (Gesselshaft für Nuklear-Service mbH, Vokietija) ***Panaudoto branduolinio kuro konteinerių pagalbinių aptarnavimo sistemų modifikacijos arba pakeitimas IAE panaudoto kuro baseinų salėse***. Darbas vykdomas bend-

radarbiaujant su AB TECOS bei mašinų gamykla AB ASTRA. Projekto įgyvendinimo metu bus pagaminti ir Ignalinos AE kuro baseinų salėse sumontuoti 6 amortizatoriai (po tris skirtingus amortizatorių kiekviename IAE bloke) bei kita panaudoto branduolinio kuro konteinerių aptarnavimo įranga. Pagrindinių šios įrangos komponentų, amortizatorių, pa-skirtis – absorbuoti energiją branduoliniu kuru užpildyto konteinerio avarinių kritimų ir žemės drebėjimo atvejais ir užtikrinti, kad apkrovos pastato ir konteinerio konstrukcijoms neviršys leistinų reikšmių. 2011 m. pagaminti 1-o tipo amortizatoriai bei konteinerio aptarnavimo aikštélé ir IAE 338/1 patalpos metalinė perdanga. Amortizatorių ir įrangos gamybos etape, atsižvelgiant į užsakovo pageidavimą, aptarti ir priimti įrangos



1-o tipo amortizatorius gamybos metu ir pabaigus gamybą

techniniai patobulinimai (amortizatorių kėlimo ausų projektinio sprendimo optimizavimas ir pan.).

## 9. KITI PROJEKTAI



### **Produktų ir procesų projektavimas aplinkos intelektu paremtiems energetiškai taupiems gamybiniamis įrenginiams**

Pagal antrajų metų projekto, kurį koordinuoja LEI Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras, vykdymo programą, 2011 m. laboratorijos darbuotojai sukurė DEMI projekto IKT komponento Energy Simulator laboratorinį ir ankstyvajį prototipus bei pradėjo jgyvendinti visus numatytaus uždaviniaus sprendžiantį galutinį prototipą. Taip pat, šiaisiai metais panaudojant (bei iš dalių modifikuojant) suspausto oro sistemos projektavimo ir modeliavimo konцепciją, buvo pradėtas kurti plieno konstrukcijų apdirbimo procese suvartojamos energijos vertinimo modelis. Realizuojant ne tik suspausto oro, bet ir kitų sistemų, modeliavimą siekiama išlaikyti vieningą modelio konfigūravimo bei reikalingų duomenų struktūrą.

Pritaikius turimą hibridinių sistemų modeliavimo patirtį ir įsisavintas naujas IKT galimybes buvo išplėtota universalii, gamyboje taikomai sistemai projektuoti skirta programinė įranga ir su ja susiję modeliavimo metodai. Šios modeliavimo ir energijos sąnaudų vertinimo priemonės veikia atsižvelgiant į Energy Analyzer distanciniu būdu nustatomą sistemos konfigūraciją, projektavimo reikalavimus ir kraštines sąlygas. Skirtingą sistemas ir joje vykstančių proceso kin tamujų (pvz. oro slėgio ir srauto) kontro-

lę bei skirtingas darbo sąlygas (pvz. suspausto oro vartojimą) atspindintys sistemos modeliai sudaromi naudojant MATLAB (Simulink ir SimScape) programinę įrangą bei taikant sukurtas automatinio modeliavimo ir energetinių sąnaudų vertinimo priemones.

### **Dekompozicijos metodo taikymo sudėtingų tinklų analizėje galimybių studija (Feasibility study on application of decomposition methods for complex networks)**

2011 m. LEI pradėti nauji tyrimai itin svarbioje infrastruktūrų (YSI) rizikos ir pažeidžiamumo vertinimo srityje. Šioje temoje pagal Europos Komisijos Jungtinių tyrimų centro Energetikos instituto (EC JRC IE) ir LEI sutartį 2011 m. pradėta **Dekompozicijos metodo taikymo sudėtingų tinklų analizėje galimybių studija**. Daugelis YSI struktūrų, ypač energetikos sektoriuje, yra sudėtingos tinklinės sistemos (pvz. elektros sistema, dujų ar naftos transportavimo ir skirstymo sistemos). Tokių kompleksinių sistemų analizė dėl jos dydžio yra labai sudėtinga ir reikalaujanti daug žmogiškųjų ir techninių išteklių. Vienas iš galimų šio tipo problemos sprendimų būdų yra dekompozicijos metodo taikymas, kuomet problema išskaidoma į paprastesnius uždavinius pagal tam tikras taisykles ir gauti rezultatai vėliau apjungiami gaunant pradinio uždavinio rezultatą. Šios galimybių studijos metu bus įvertintos dekompozicijos metodo taikymo kompleksinių tinklų analizėje galimybės bei įvertinti šio metodo privalumai ir trūkumai.



### **Rizikos vertinimu pagrįstos inspekcijos atlasas**

2011 m. susidomėjus vasario 15 d. Miunchene vykusio seminaro Future of

standardization of Risk-Based Inspection and Maintenance in Europe, based on further development of CWA 15740 medžiaga, laboratorijos mokslo darbuotojai įsitraukė į **RBI Atlas** projekto vykdymą. Seminarsas ir projektas organizuoti atsižvelgiant į jau atliktą ir naujai planuojamą EU-VRI (European Virtual Institute for Integrated Risk Management) veiklą.

**RBI Atlas** projektas skirtas įvairių rizikos vertinimu pagrįstos inspekcijos ir techninės priežiūros ES nacionalinių reikalavimų Europiniam harmonizavimui. Inspektavimas ir techninė priežiūra turi užtikrinti su sauga, sveikata ir aplinka bei verslu/gamyba/eksploatacija susijusį priimtiną rizikos lygi. Pagrindinis **RBI Atlas** projekto tikslas yra palaikyti atitinkamas srities Europinio standarto išplėtojimą. Numatomas tokio standarto renčiamas pagristas CWA (European Committee for Standardization - CEN Workshop Agreement) 15740:2008 dokumentu, kuris apibrėžia esminius rizikos tyrimu pagristo pramonės objektų vertinimo esminius elementus taikant RIMAP (*Risk-based Inspection and Maintenance Procedures for European Industry*) metodiką. Siekiant šio tikslą, pastačiuoju metu kompanijos Steinbeis padalinijų grupė Advanced Risk Technologies (*R-Tech*) surinko įvairių Europos ir kitų šalių informaciją apie jose taikomą inspektavimo praktiką ir pavaizdavo ją taip vadinamame RBI Atlas'e. Šis atlasis atspindi, kur šiuo metu rizikos tyrimu pagrista inspekcija yra leidžiama, draudžiama ar leidžiama su išlygomis. Siekiant atnaujinti turimą informaciją bei paskatinti bendradarbiavimą *R-Tech* į šią veiklą siekia įtraukti atskirų šalių kompetentingus asmenis ir institucijas. Tokiu būdu, 2011 m. LEI įsitraukus į šį projektą, buvo atnaujinta atitinkama informacija apie Lietuvą. Kita vertus, nuo šiol numatant tolesnį bendradarbiavimą LEI atstovas yra informuojamas apie kitus projektus ir naują EU-VRI veiklą.

## 10. MOKSLININKŲ RENGIMAS IR MOKSLO REZULTATŪ SKELBIMAS

2011 m. doktorantūroje studijavo 13 Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos doktorantų. Jaunieji daktarai kartu su patyrusiais mokslininkais 2011 m. gautus tyrimų rezultatus pateikė mokslo tyrimų ataskaitose, 60 mokslinių straipsnių (iš jų 12 leidinių, esančių Mokslinės informacijos instituto sąraše), mokslinėse konferencijose perskaityti 37 pranešimai. Laboratorijos darbuotojai dalyvavo branduoline tema vykusiose renginiuose ir perskaitė pranešimus pagrindinėse tarptautinėse konferencijose, kuriose buvo nagrinėjama saugi branduolinių jégainių eksploatacija ir jose vykstantys fiziniai reiškiniai. Mokslininkai aktyviai dalyvavo įvairiose tarptautinėse ir Lietuvoje vykusiose mokymo programose, TATENA semi-



*Laboratorijos mokslininkai – aktyvūs konferencijos CYSENI 2011 dalyviai*

naruose, komitetų posėdžiuose ir koordinacienuose susitikimuose, termobranduolinės sintezės energetikos (FUSION) plėtros komitetų ir kitų organizacijų bei mokslo junginių veikloje.

**Dr. Sigitas RIMKEVIČIUS**  
Branduolinių įrenginių saugos  
laboratorijos vadovas  
Tel.: (8 37) 401 924  
El. paštas: [sigis@mail.lei.lt](mailto:sigis@mail.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 statistinių energetikos raidos duomenų kaupimas.

Naujai pradėtame biudžeto subsidijomis finansuojamame mokslo tiriamajame darbe **Daugiakriterinio sprendimų priėmimo modelio sukūrimas ir taikymas Lietuvos energetikoje** patobulinta daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodika energetikos sektoriui. Lietuvos energetikos sektoriui parengtas kompiuterinis daugiakriterinių sprendimų priėmimo modelis, pritaikytas elektros energetikos sektoriuje, atliekant elektrinių, naudojančių skirtinges elektros energijos gamybos technologijas, lyginamąjų analizę, paremtą rinkos vertės nustatymu. Šis modelis leidžia atsižvelgti į daugelį objekto vertės salygojančių veiksnių ir įvertinti šiu veiksninių poveikį analizuojamų objektų vertei. Šio mokslo tiriamojo darbo pirminėje ataskaitoje, pritaikius parengtą daugiakriterinį sprendimų priėmimo modelį, pateik-

tas jo bandomasis tyrimas, skirtas keturioms elektros energijos gamybos technologijoms vertinti Lietuvoje. Sukurtam modeliui realizuoti pasirinkti energetikos sektoriaus objektai, naudojantys skirtinges energijos gamybos technologijas ir skirtinges pirminės energijos išteklius. Tai Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė, Kauno hidroelektrinė, Lietuvos elektrinė ir eksperimentinė geoterminė jėgainė. Parengtas modelis buvo panaudotas vykdant Tarptautinės atominės energijos agentūros koordinuotą tyrimų projektą *Lyginamoji anglies dvideginio ir branduolinio kuro geologinio laidojimo technologijų analizė*.

Vykstant šį mokslo tiriamajį darbą, podoktorantūros studijoms buvo priimta dr. J. Šliogerienė, laimėjusi Lietuvos mokslo tarybos konkursą podoktorantūros stažuotei tema *Energijos gamybos*

*technologijų vertinimo intelektinės sprendimų paramos sistemos kūrimas*. J. Šliogerienė podoktorantūros stažuotės metu tiesiogiai prisidėjo prie mokslo tiriamojo darbo **Daugiakriterinio sprendimų priėmimo modelio sukūrimas ir taikymas Lietuvos energetikoje** vykdymo, kuriant kompiuterinį sprendimų priėmimo modelį ir jį taikant sprendimams priimti Lietuvos energetikos sektoriuje.

Tęsiamame biudžeto subsidijomis finansuojamame mokslo tiriamajame darbe **Procesų sudėtingose techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose analizė, taikant geriausio įverčio metodologiją**, vykdomame kartu su Branduolinių įrenginių saugos bei Hidrologijos laboratorijomis, 2011 m. buvo atliekami tyrimai taikant supaprastintus modelius. Šių tyrimų rezultatai ateityje bus pritaikyti

kuriant ir tobulinant sudėtingesnes energetikos ekonomikos ryšių analizės priežmes. Geriausio įverčio analizės metodologija pritaikyta perėjimui prie platesnio biokuro naudojimo ir socialinių bei ekonominių efektų analizei. Tokio pobūdžio tyrimuose visuomet susiduriama su informacijos ribotumo problema, todėl jautrumo ir neapibrėžtumo analizei tenka esminis vaidmuo, siekiant gauti moksliškai pagrįstus ir patikimus tyrimų rezultatus. Tarpinėje šio darbo ataskaitoje aprašyta metodika, kuri buvo taikyta siekiant analizuoti pokyčių energetikos sektoriaus struktūroje poveikį atskirose ūkio šakose sukuriamaipridėtinėi vertei, užimtumui, mokėjimų balansui ir kitiemis rodikliais, taip pat pateikti skaičiavimų rezultatai, gauti modeliuojant biokuro dalies didėjimą centralizuotai tiekiamos šilumos gamyboje.

Biudžeto subsidijomis finansuotame mokslo tiriamajame darbe **Lietuvos energetinio saugumo tyrimas**, vykdyto kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorija, pavyko sėkmingai prisdėti rengiant Lietuvos energetinio saugumo vertinimo modelį ir apibendrinant matematinio modeliavimo taikymo galimybės jvairių energetinio saugumo veiksnių reikšmingumui tirti.



**Lietuvos  
mokslo  
taryba**

Laboratorijos mokslininkų kompetencijai patvirtinti labai svarbus Nacionalinės mokslo programos *Ateities energetika* projektas **Ateities technologijų optimalaus integravimo į energetikos sektorių metodologijos sukūrimas**, vykdomas pasitelkiant Regionų energetikos plėtros bei Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorijų ekspertus.

Pirmajame šio projekto vykdymo etape parengta ateities technologijų optimalaus integravimo į energetikos sektorių konцепcija, apimanti planavimo, įdiegimo ir eksplloatavimo stadijas. Tai padidina ateities technologijų efektyvumo įvertinimo objektyvumą ir patikimumą. Planavimo metu koncep cija vadovaujasi objektyviu ateities technologijų efektyvumo įvertinimu, gaunamu iš išsamaus energetikos sektoriaus perspektyvinės raidos tyrimo. Konceptijoje numatoma, kad ateities technologijų integravimas į energetikos sektorių būtų vykdomas taip, kad jis ne tik netrukdytų, bet ir skatinų šalies ekonomikos augimą, kad ateities technologijų efektyvumas ir jų optimalaus integravimo į energetikos sektorių galimybės bei apimtys būtų nagrinėjamos ne tik energetikos sektoriaus perspektyvinės raidos kontekstu, bet ir vertinant energetikos sektoriaus ryšius su visu šalies ūkiu (ekonomika). Tokiu ateities technologijų integravimo principu siekiama taip suderinti tarpusavyje energetikos ir kitų ekonomikos sektorių veiklą, kad per ilgą nagrinėjamąjį laikotarpį šalyje būtų pasiekta maksimali diskontuota socialinė gerovė. Socialinę gerovę apibūdinančių kriterijų pasirinkimas priklauso nuo gerovės sampratos ir siekiamų tikslų. Nemažai socialinė gerovė priklauso nuo to, kokio dydžio bendrają pridėtinę vertę šalyje galima sukurti ir kiek lešu iš šalies BVP bus skiriama gerovei užtikrinti. Taigi, privataus ir viešojo vartojimo apimtys gali būti laikomos netiesioginiu socialinės gerovės rodikliu. Todėl vartojimo maksimizavimas ar išlaidų ūkio padalinį plėtrai ir funkcionavimui minimizavimas yra galimi daliniai socialinės gerovės rodiklio maksimizavimo pakaitalai.

Šalies ekonomika optimalaus ateities technologijų integravimo į energetikos sektorių matematinių modelių pakete modeliuojama taikant dinaminį bendrosios ekonominės pusiausvyros modelį. Siekiant visuomeninės naudos

ir į energetikos ūkį integruojant ateities technologijas bei jas įdiegiant, dažnai reikalingos paramos schemas atski riems ūkio subjektams paskatinti, kad jie, tenkindami savus interesus, vykdymą veiklą pakreiptų visas visuomenės interesų tenkinimo linkme. Eksplloatuojant ateities technologijas, taip pat reikalingos palankios teisinės bei ekonominės sąlygos ir paramos būdai. Ateities technologijų optimalaus integravimo į energetikos sektorių konceptijoje daug dėmesio skiriama jvairių ateities technologijas veikiančių veiksnių įtakai įvertinti, jų neigiamam poveikiui sumažinti, paramos būdams pagrasti ir parengti.

Energetikos sektoriaus perspektyvinės raidos analizės modelis formuo jamas blokiniu principu, turinčiu technologinę ir teritorinę dimensijas. Atskiruo se modelio blokuose modeliuojamos pirminės energijos išteklių tiekimo sistemos, pirminės energijos išteklių konver tavimo į antrines energijos rūšis sistemos, energijos vartojimo efektyvumo didinimo atskiruose sektoriuose priemonės ir kt. Naudojantis ta pačia modelio duomenų baze, galima generuoti skirtin go agregavimo lygio sistemas, kurias galima rasti atskiruose modelio blokuose. Tai leidžia vieną ar kelias nagrinėjamas sistemas modeliuoti gana išsamiai. Kitos sistemos, kurių raidai analizuoti kreipiama mažiau dėmesio, modeliuojamos agreguotai. Tokiu principu galima įsigilinti į atskiro regiono energetikos sistemą, neprarandant ryšio su šalies energetikos sektoriumi ir visa ekonomika. Energetikos sektoriaus matematinio modelio kompleksiškumas, lankstumas ir universalumas, kaip ir trijų stadijų ateities technologijų gyvavimo cikle įvertinimas bei dinaminio bendrosios pusiausvyros modelio panaudojimas energetikos ir ekonomikos ryšiams vertinti, sudaro siūlomos konceptijos originalumą ir pranašumą prieš kitus ateities technologijų integravimo į energetikos sektorių pagrindimo būdus.

Parengta daugiakriterinio sprendimų priėmimo energetikos sektoriuje metodika, įvertinančia naudojamus metodus ir jų taikymo sritis bei detalizuojanti veiksmų etapus. Pagal siūlomą ateities technologijų optimalaus integravimo į energetikos sektorių koncepciją, daugiakriterinio sprendimų priėmimo metodai yra pagalbinė priemonė, papildanti ateities technologijų parinkimui taikomą optimizacinių modelių sistemą. Ji naudojama tuo atveju, kai atlikus optimizacinius skaičiavimus, gautų lygiaverčių sprendinių galutiniam atrinkimui reikia įvertinti papildomus, optimizaciniuose modeliuose netaikytus, kriterijus.

Išnagrinėtos paramos schemos, kurios ES šalyse yra taikomos skatinti daugiau naudoti atsinaujinančius energijos išteklius elektros energijai ir šilumai gaminti, taip pat šiu išteklių plėtrą transporto sektoriuje. Atsižvelgiant į tai, kiek pažengės tokią paramos schemų taikymas, jos vienaip ar kitaip kompensoja dalį ar visas ateities technologijų įdiegimo investicines arba eksploatacines išlaidas, arba tiek vieną, tiek kitą. Paramos schemų efektyvumą sąlygoja paramos formavimo politikos stabilumas, projekto rizikos sumažinimas bei stabilus finansavimo šaltinis, nepriklausantis nuo valstybės biudžeto.

## MOKSLO TIRIAMIEJI DARBAI ŠALIES ŪKIUI

Tęsiant ankstesniais metais vykdytus atsinaujinančių energijos išteklių platesnio naudojimo centralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje tyrimus, reikšminga užduotis laboratorijos darbuotojams buvo suformuluota **Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos** užsakymu parengtame mokslo tiriamajame darbe **2011–2020 metų kompleksinės investicinės programos centralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje parengimas ir įgyvendinimo priemonių sukūrimas.**

Šiame darbe, bendradarbiaujant su Lietuvos energetikos konsulantų asociacijos ir Kauno technologijos universiteto specialistais, daugiausiai dėmesio buvo skirta analizei priemonių, kurios turi būti įdiegtos ES direktyvoje 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančius energijos išteklius ir ES direktyvoje 96/61/EB dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (TIPK) nustatytiems tikslams pasiekti. Šiam uždavinui išspręsti buvo patobulintas laboratorijoje sukurtas matematinis modelis, apimantis visų Lietuvos savivaldybių energetikos sistemas ir suteikiantis galimybę parengti investicijų į centralizuotai tiekiamos šilumos gamybos šaltinius programai. Šios programos įgyvendinimas yra viena priešaidė ES direktyvoje 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančius energijos išteklius nustatytiems tikslams pasiekti. Darbe pateikta laboratorijos darbuotojų atlikta naujausių centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus raidai įtaką turinčių teisės aktų analizė, nustatyti kompleksinės investicinės programos rengimo metodiniai principai, kompleksinei investicinei programai įvykdyti reikalangos priemonės ir poveikio įvertinimas. Tyrimai parodė, kad kompleksinei investicinei programai įgyvendinti ir perėiti prie platesnio biokuro naudojimo centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje reikia daug investicijų, tačiau panašaus dydžio investicijų reikėtų ir šiuo metu naudojamiems pajėgumams modernizuoti taip, kad jie atitiktų pagal ES direktyvą 96/61/EB dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės griežtėjančius taršos ribojimus reikalangas racionalios paramos apimtis.

Studioje parengta aiški, konkreti ir argumentuota Kompleksinė investicinė programa centralizuoto šilumos tiekimo sektoriui, kurioje atsispindi pagrindiniai investavimo projektai ir lėšų poreikis laikotarpiu iki 2020 m. Nustatyta, kad kombinuoti šilumos ir elektros energijos

gamybos įrenginiai turiapti pagrindiniu centralizuotai tiekiamos šilumos gamybos šaltiniu. 2020 m. šiuo būdu gaminamos šilumos dalį tikslinė padidinti iki 80 %. 2011–2020 m. reikia pradėti eksplotuoti apie 3,7 GW naujų ir modernizuotų šilumos gamybos pajėgumų, iš kurių apie 1,5 GW naudos atsinaujinančius energijos išteklius. 2020 m. bendra biokurų naudojančių katalų galia sudarytų 725 MW, o biokurų naudojančių termofikacinių elektrinių galia – 900 MW. Centralizuoto šilumos tiekimo sistemų pertvarkai įgyvendinti, išskaitant ir aplinkosauginių priemonių diegimą, 2011–2020 m. reikia beveik 3 mlrd. litų investicijų. Kita vertus, kompleksinės investicinės programos įgyvendinimas šiame sektoriuje būtų labai naudingas valstybės ir savivaldybių biudžetams dėl vietinių investicijų pritraukimo ir biokuro platesnio naudojimo.

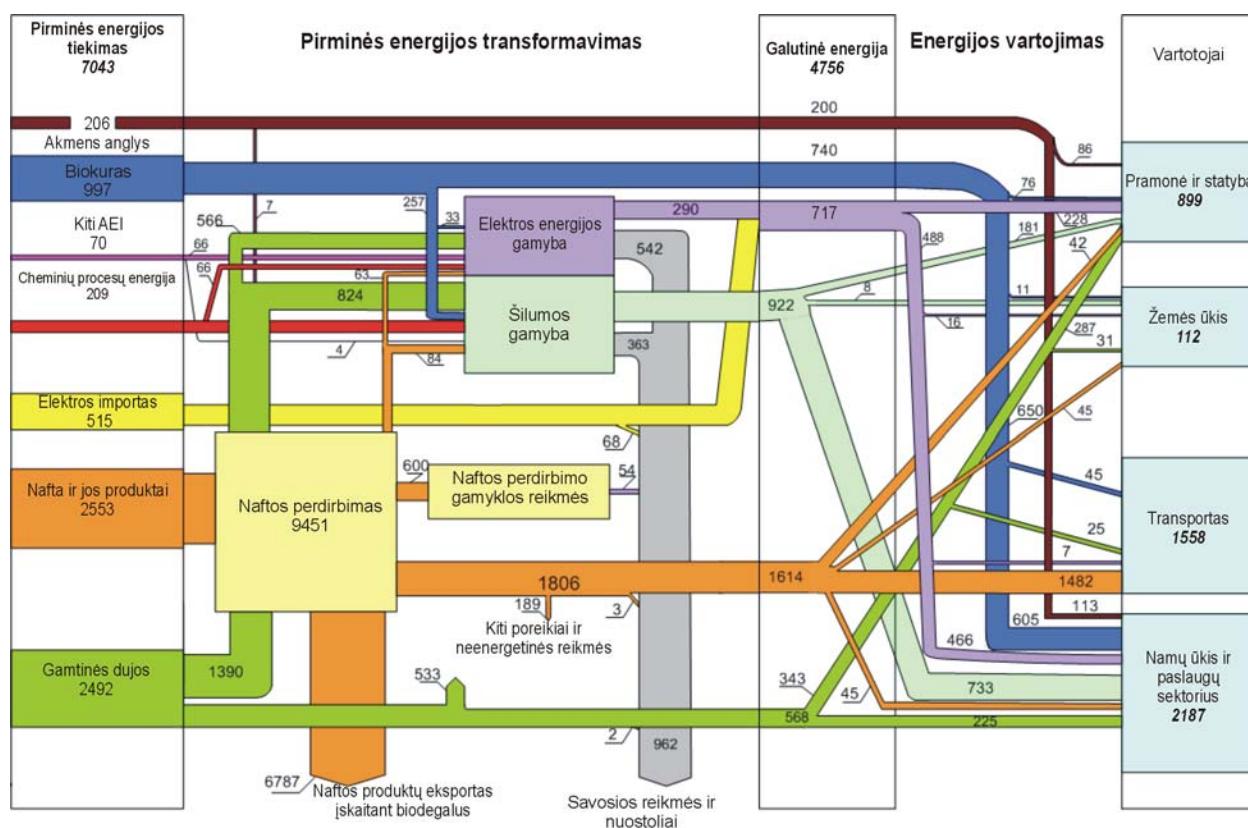
Platesnis biokuro naudojimas energijai gaminti lemia būtinybę tinkamai tvarkyti jo apskaitą. Ši problema analizuota **Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos** užsakymu parengtame mokslo tiriamajame darbe **Kietojo biokuro apskaitos energijos gamybos šaltiniuose taisyklės**. Biokuro apskaitos taisyklės svarbą lemia daugelis veiksnių: dėl gamtinės dujų, kurios vyrauja centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus kuro balanse, kainų augimo 2011–2012 m. gerokai padidėjо vartotojams tiekiamos šilumos kainos; biokuro privalumai ir galimybės sumažinti šilumos gamybos kainą iki šiol panaudojami nepakanėlės; vangus daugiaubčių gyvenamujų namų apšiltinimo procesas neleidžia sumažinti šilumos poreikių; dėl ekonomikos nuosmukio gyventojų realios pajamos mažėja, o namų ūkio pajamų ir išlaidų balansai blogėja; dėl laukiamo platesnio biokuro panaudojimo šilumai ir elektros energijai gaminti didėja būtinybė nustatyti korektiškus biokuro tiekėjų ir pirkėjų santykius irbei padidinti

biokuro panaudojimo apskaitos skaidrumą; tinkamai organizuota biokuro apskaita sudaro palankias prielaidas efektyviau panaudoti vietinius energijos išteklius ir padidinti pasitikėjimą ne tik tarp biokuro tiekėjų ir pirkėjų, bet ir tarp šilumos gamintojų bei vartotojų. Siekiant įgyvendinti pagrindinę parengtų biokuro taisyklių nuostatą – vykdyti nuoseklią biokuro apskaitą nuo įmonės vartų iki jo galutinio suvartojo energijai gaminant, suformuluoti principai, kurie formalizuoti šešiuose skyriuose ir tokiai apskaitai pritaikytose biokuro judėjimo kiekviejoje įmonėje dokumentų formose. Svarbiausias kietojo biokuro apskaitos principas – būtina nustatyti į šilumos ir arba elektros energijos gamybos įmonę patiekto kuro energetinę vertę, vadovaujantis biokuro kieko ir kokybės rodikliais. Taisykles reglamentuoja biokuro tiekėjo ir pirkėjo santykius bei tarpusavio atsakomybę, biokuro priėmimo būdus, operatyvinės, techninės ir buhalterinės

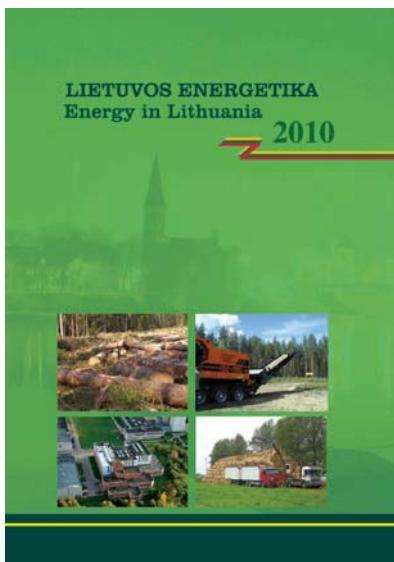
apskaitos principus, reikalavimus pagrindiniams kokybės rodikliams (drėgnui, peleningumui ir šilumingumui) nustatyti, biokuro inventorizacijos periodikumą ir būdus.

Pagrindinių šalies energetikos asociacijų (**Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, Lietuvos elektros energetikos asociacija, Lietuvos biomasės energetikos asociacija, Lietuvos elektros energijos gamintojų asociacija ir Lietuvos energetikos konsultantų asociacija**) užsakymu išleistas kasmetinis statistikos duomenų leidinys **Lietuvos energetika 2010**. Šiame leidinyje pateikta naujausia susisteminta informacija, apibūdinanti Lietuvos energetikos sektorius ir jo šakų raidos tendencijas 2007–2010 m., pateiktii išsamūs kuro ir energijos balansai bei pagrindiniai šalies energetikos sektorių apibūdinantys rodikliai. Lietuvos energetikos ir ekonomikos rodikliai yra palyginti su atitinkamais Estijos ir Latvijos rodikliais (2009 ir 2010 m.). Leidinyje apibendrinti duomenys, apibūdinantys Jungtinės Tautų Bendrąjį klimato kaitos konvenciją ir Kioto protokolą pasirašiusiose 1 priedo šalyse 2009 m. į atmosferą išmestų šiltnamio duju kiekius ir šių duju struktūrą pagal sektorius.

Leidinyje taip pat pateikiti Europos Sąjungos šalių, didžiausių pasaulyje valstybių, Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos šalių (EBPO) bei bendrujų pasaulyje ekonomikos ir energetikos rodikliai (BVP, energijos sąnaudų vienam gyventojui, energijos intensyvumo ir kt.) lyginamieji rodikliai 2008 ir 2009 m. Šie lyginamieji rodikliai parengti vadovaujantis Tarptautinės energetikos agentūros metodika, pagal kurią virose šalyse elektros sąnaudose nevertinami nuostoliai tinkluose, o galutinės energijos sąnaudose įskaičiuojamos ir neenergetinės reikmės.



Pagrindiniai Lietuvos kuro ir energijos srautai 2010 m.



Leidinyje apibendrinti pokyčiai šalies ekonomikoje ir energetikoje. Lietuvos ekonomika labai sparčiai augo 2000–2008 m., bet 2009 m. smuko 14,8 %. 2010 m. BVP padidėjo 1,4 % ir sudarė 76,2 mlrd. Lt (bendra apimtimi) arba 23,2 tūkst. Lt/gvy. Pirminės energijos sąnaudos 2010 m. sumažėjo 18,9 % ir buvo 7,04 mln. tne, o energetinėms reikmėms ūkio šakose sunaudojamos energijos sąnaudos padidėjo 3,7 % ir buvo 4,76 mln. tne. Galutinės elektros energijos sąnaudos 2010 m. sumažėjo 0,5 % ir buvo 8,33 TWh. Pirmės energijos sąnaudos, tenkančios BVP vienetui, 2010 m. sumažėjo 20,1 %, o tiesiogiai ūkio šakose sunaudojamos galutinės energijos intensyvumas padidėjo 1,5 %.

Šis leidinys parengtas glaudžiai bendradarbiaujant su šalies Statistikos departamento, Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos ir energetikos įmonių bei asociacijų specialistais. Rengiant leidinį panaudota informacija, paskelbta Statis tikos departamento leidiniuose (Kuro ir energijos balansas, 2008, 2009 ir 2010 m.), energetikos įmonių metinėse veiklos ataskaitose bei tarptautinių organizacijų (Tarptautinės energetikos agentūros, Eurostato ir kt.) 2011 m. pareng-

tuose informaciniuose leidiniuose ir duomenų bazėse.

Pagal sutartį su **Aplinkos ministrė** buvo atliktas mokslo tiriamasis darbas **Nacionalinės išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų 2010 m. apskaitos ekspertinė duomenų analizė energetikos sektoriuje**. Svarbus praktinis šio darbo rezultatas – parengta Nacionalinė šiltnamio efektą sukeliančių dujų inventorizacija energetikos sektoriuje pagal Europos Parlamento ir Tarybos sprendimo 280/2004/EB dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos Bendrijoje monitoringo mechanizmo ir Kioto protokolo įgyvendinimo reikalavimus bei Tarpyvriausybinių klimato kaitos grupės metodologiją.

Pagal sutartį su **UAB Danet Baltic** įvykdytą Lietuvos energetikos institutui numatyta mokslo tiriamojo darbo užduotis, skirta tarptautiniams projektui **Suskylintų gamtinių dujų (SGD) importo galimybių studijos parengimas**. Šiame darbe JAV kompanijos **Science Applications International Corporation**, 2011 m. parengusios galutinę ataskaitą, užsakymu atlikta išsami gamtinių dujų vartojimo Baltijos šalyse ir Kaliningrado srityje analizė bei pateikti gamtinių dujų poreikių scenarijai, įvertinantys reikšmingus veiksnius, tokius kaip ekonomikos nuosmukis 2009–2010 m. ir tolesnios augimo prognozės, atominės elektrinės uždarymas, pramonės augimas, gyventojų skaičiaus kitimas, pokyčiai energijos vartojimo efektyvumo srityje, gamtinių dujų vartojimo neenergetinėms reikmėms apimtys, numatomas kuro vartojimas elektrinėse ir katilinėse, Lietuvos elektros energetikos sistemos sujungimas su Švedijos ir Lenkijos sistemomis, požeminės gamtinių dujų saugyklos statyba ir kt. Šios studijos rengėjams pateikta informacija apie potencialias suskystintų gamtinių dujų terminalo statybos vietas, gamtinių dujų tiekimo

sistemos plėtros kryptis, galimus suskystintų gamtinių dujų importo kiekius ir kitus veiksnius, kurie gali būti reikšmingi priimant strateginius sprendimus.

Koncerno **Achemos grupė** nario **Projektų centras** užsakymu parengtame mokslo tiriamajame darbe **Lietuvos gamtinių dujų magistralinių tinklų darbo režimų hidrauliniai ir ekonominiai skaičiavimai** pateikta gamtinių dujų tiekimo sistemos esamos būklės charakteristika, aptarti numatomi plėtros variantai, atlikta gamtinių dujų vartojimo energetinėms ir neenergetinėms reikmėms kaitos tendencijų analizė, apibūdinta gamtinių dujų poreikių teritorinio pa-skirstymo metodologija, parengti perspektyviniai gamtinių dujų poreikių scenarijai, kurie pagrįsti ekonominiu energetikos sektoriaus plėtros modeliavimu. Pagal hidraulinų dujų srautų skaičiavimus atlikta galimų gamtinių dujų tiekimo sistemos perspektyviniai darbo režimų analizė.

2011 m. vykdytas darbas pagal inovacinių čekio gavimo sutartį Nr. 31V-127 **Atsinaujinančių energijos išteklių tiekimo sistemų naudojimo galimybių įvertinimo pastatuose metodinės rekomendacijos**. Parengtos metodinės rekomendacijos padės įvertinti atsinaujinančių energijos išteklių tiekimo sistemas, rengti pastatų aprūpinimo energija projektus, atsižvelgiant į direktyvos 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją ir kitų teisės dokumentų reikalavimus. Parengta ir įmonei **ST projektai** pristatyta metodika panaudota rengiant Klausučių kaimo bendruomenės namų šildymo atsinaujinančiais energijos ištekliais galimybių studiją. Tokios studijos yra labai svarbios rengiant neefektyviai energiją naudojančių pastatų renovacijos projektus bei siekiant mažiau vartoti šilumos pastate, kartu mažinant ir pastatui tiekiamos šilumos kainą.

## DALYVAVIMAS TARPTAUTINĖSE PROGRAMOSE

Laboratorijos darbuotojų kompetencijai kelti jvairiapusiškai yra reikšminga patirtis, sukaupta rengiant ES bendrųjų programų darbų paketus ir jvairius tarptautinius projektus.



Aktualūs Lietuvai energetikos sektorius plėtros klausimai, taip pat atsinaujinančių energijos išteklių gaunimo naudojimo aspektai nagrinėti tarptautiniuose programos *Pažangi energetika Europai* projektuose. 2011 m. buvo toliau įtėsiami du projektai **Politikos, skirtos tobulinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo šildymui skvarbą ES šalyse narėse, parengimas (RES-H Policy)** bei **Veiksmingos ir efektyvios atsinaujinančių energijos išteklių rinkos Europoje formavimas (RE-SHAPING)**. Patirtis, sukaupta rengiant šiuos projektus, buvo skleidžiama rengiant seminarus Latvijoje ir Lietuvoje.

2011 m. kovo 30 d. laboratorijos ekspertai kartu su Latvijos Fizinės energetikos institutu bei projekto *RES-H Policy* konsorciumo lyderiais surengė seminarą **Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo šilumos gamybai skatinimo priemonių sistemos tobulinimas**.

**mas Latvijoje.** Šis seminaras buvo surengtas Latvijos mokslų akademijoje, Jame dalyvavo per 30 specialistų iš jvairių Latvijos energetikos įmonių.

2011 m. balandžio 27 d. Vilniuje surengta baigiamoji projekto **Politikos, skirtos tobulinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo šildymui skvarbą ES šalyse narėse, parengimas (RES-H Policy)** konferencija *Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo šilumos gamybai skatinimo priemonių sistemos tobulinimas Lietuvoje*. Šioje konferencijoje dalyvavo 35 ekspertai iš jvairių Lietuvos energetikos organizacijų.

2011 m. gegužės 16 d. Vilniuje laboratorijos ekspertai kartu su projekto *RE-SPACING* konsorciumo lyderiais surengė seminarą **Veiksmingos ir efektyvios atsinaujinančių energijos išteklių rinkos Europoje formavimas**. Šiame seminare dalyvavo atstovai iš Energetikos ministerijos, Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos, Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos ir kitų institucijų.



Sékmungai baigtas Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) koordinuojamas projektas **Ekonominis-techninis CO<sub>2</sub> ir branduolinių atliekų saugojimo įrenginių palyginimas**. Projekto vykdymo metu išnagrinėtos anglies dvideginio saugojimo ir branduolinio kuro laidojimo galimybės Lietuvoje, atliktas ekonominis-techninis galimų saugojimo įrenginių įvertinimas ir parengtos rekomendacijos. Projekto rezultatai bus paskelbti TATENA techniniame dokumente. Laboratorijos mokslininkai buvo atsakingi už skyriaus *Anglies dvideginio ir panaudoto branduolinio kuro geologinio laidojimo kaštai* parengimą.

Šiame skyriuje išnagrinėti ir apibendrinti anglies dvideginio ir panaudoto branduolinio kuro geologinio laidojimo kaštų įvertinimai visose šalyse – projekto partnerėse. Taip pat pasirašyta paslaugų sutartis su TATENA dėl projekto rezultatų publikavimo prestižiniame mokslo leidinyje.

2011 m. laboratorijos darbuotojai pagal bendradarbiavimo sutartį su Ecofys Vokietija GmbH buvo pakvesti dalyvauti rengiant tarptautinį projektą **Europos klimato kaitos politikos stebėjimas – 2011 m. atnaujinimas**. Jie sėkmungai įvykdė suformuotą užduotį ir pateikė Lietuvos, Latvijos, Estijos, Slovakijos ir Slovėnijos vykdomos klimato kaitos mažinimo politikos įvertinimą.

Laboratorijos darbuotojai aktyviai prisidėjo prie Šiaurės Ministrų Tarybos ir BASREC (1998 m. įkurto Baltijos jūros regiono šalių bendradarbiavimo energetikos srityje grupės) iniciatyvos rengti *Baltijos besikeičiančios energetikos planavimo akademiją* (angl. Baltic Rotating Energy Planning Academy, BALREPA). Akademijos dalyviai skirstomi į dvi grupes pagal jų įtaką priimačiems sprendimams. Toks akademijos formatas leidžia nacionalinių ir vietinės valdžios institucijų, energetikos įmonių, mokslinių tyrimų institucijų ir nevyriausybinių organizacijų atstovams įsitraukti į bendrą veiklą, keistis žiniomis bei patirtimi, palengvinant aktualių energetikos planavimo klausimų sprendimą. 2011 m. pirmieji tokie mokymai vyko Karaliaučiuje ir Vilniuje, kur vyriausiasis mokslo darbuotojas dr. Arvydas Galinis tarptautinių mokymų dalyviams skaitė paskaitas ir supažindino su sukaupta energetikos perspektyvinės raidos matematičio modeliavimo patirtimi. Laboratorijos darbuotojai Viktorija Bobinaitė ir Paulius Seniūnas dalyvavo BALREPA mokymuose Vilniuje, o Vidas Lekavičius – Karaliaučiuje. Planuojama dalyvauti ir kituo-



se tarptautiniuose BALREPA mokymuose, kurie bus rengiami vis kitoje Baltijos jūros regiono šalyje.

### **Laboratorijoje sukaupta patirtis**

#### **perteikta tarptautiniu mastu:**

- Rengiant specialistus energetikos sektoriaus raidai modeliuoti 2011 m. liepą TATENA būstinėje Vienoje organizuotuose mokomuosiuose kursuose, šios agentūros deleguotas ekspertas dr. A. Galinis, atsakingas už MESSAGE modelio naudojimą perspektyvinio energetikos planavimo uždaviniams spręsti, perteikė savo patirtį Gruzijos specialistams, rengiantiems šalies energetikos sektoriaus perspektyvinės raidos programą, o spalį skaitė paskaitas ir surengė praktinius mokymus įvairių šalių modeiliavimo specialistams-mokytojams, kurie savo šalyse ruošia nacionalinius ekspertus;
- Atliekant TATENA Planavimo ir ekonominių studijų skyriaus vykdomy programą *Energetikos modeliavimas, duomenų bazės ir gebėjimų stiprinimas bei Energetikos, ekonomikos ir aplinkosaugos analizė įvertinimą* (dr. D. Štreimikienė). Įvertinimo tikslas – nustatyti šių programų atitinkamą TATENA prioritetiniams tikslams bei jų vykdymo efektyvumą pagal daugelį kriterijų. Svarbus atlikto įvertinimo aspektas yra rekomendacijų dėl vykdomy programų tobulinimo parengimas.

2011 m. rugpjūčio 8–19 d. Egidijus Norvaiša tobulino kvalifikaciją TATENA rengiamuose kursuose *Ilgalaikių nacionalinių branduolinės energetikos strategijų kūrimas*, kurie vyko JAV, Argonos nacionalinėje laboratorijoje. Jam buvo naudinga susipažinti su įrankiais ir metodologijomis, skirtomis energetikos



*E. Norvaišai įteikiamas TATENA kursų baigimo sertifikatas*

sistemoms planuoti, kai daugiausiai dėmesio skiriama branduolinės energetikos plėtrai pagrįsti. Svarbi šių kursų dalis buvo skirta INPRO metodologijos, kuria vadovaujamasi siekiant įvertinti branduolinės energetikos plėtros ilgalaičių tvarumą, nuostatomis ir jos taikymo perspektyviniam planavimui ypatumams.

Laboratorijos darbuotojai aktyviai dalyvavo rengiant ir įgyvendinant 7BP projektą *Tyrėjų naktis 2011: tu taip pat gali būti tyrėjas* (LT-2011), kuris buvo vykdomas kartu su Lietuvos jaunujų moksliinkų sąjunga, Vilniaus universitetu, Kauno technologijos universitetu ir Socialinių inovacijų institutu. Vykdant projektą, buvo surengtas mokslo populiarinimo renginys *Tyrėjų naktis*, sulaukęs didelio gyventojų bei žiniasklaidos susidomėjimo.

Laboratorijos darbuotojai kartu su Lietuvos mokslių akademija ir Energetikos ekonomikos asociacija surengė konferenciją *Lietuvos energetika po*

**ekonominės krizės ir Ignalinos AE uždarymo**, kuri vyko 2011 m. rugsėjo 26 d. Vilniuje. Šios konferencijos metu buvo aptartos šiandieninės Lietuvos energetikos aktualijos ir energetikos sistemų plėtros perspektyvos, atsižvelgiant į pastarųjų metų esminius pokyčius energijos generavimo technologijų, pirminės energijos tiekimo ir vartojimo bei tarptautinių energijos rinkų raidos sriwyse.

2011 m. dalyvauta tarptautinėse konferencijose Austrijoje, Čilėje, Latvijoje, Švedijoje, Turkijoje, Vokietijoje ir kitose šalyse, kuriose perskaityta 12 pranešimų. Laboratorijos darbuotojai paskelbė 20 moksliinių straipsnių Lietuvos ir užsienio žurnalose, tarptautinių konferencijų ir kt. leidiniuose (iš jų 5 straipsniai leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto sąraše).

**Prof. habil. dr. Vaclovas MIŠKINIS**  
Kompleksinių energetikos tyrimų  
laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401 959  
El. paštas: [miskinis@mail.lei.lt](mailto:miskinis@mail.lei.lt)

# REGIONŲ ENERGETIKOS PLÉTROS LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

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

## TYRIMO OBJEKTAI IR UŽDAVINIAI

Lietuvos ir ES energetikos strateginiuose dokumentuose yra akcentuojama mokslinių tyrimų, skirtų pagrindiniams energetikos politikos tikslams – tiekimo saugumo ir patikimumo, efektyvesnės energijos gamybos ir vartojimo, platesnio atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) naudojimo plėtros įgyvendinimo, reikšmė. Skirtingose šalyse tai komos įvairios skatinimo ir reglamentavimo priemonės, didinančios atitinkamų technologijų, produkų ir paslaugų paklausą rinkoje. Tiek pakankamai didelės paklausos atveju progresyvios technologijos ir sprendimai įgauna ekonominį pagrindą, užtikrinant sėkmingesnę plėtrą ir strateginių tikslų įgyvendinimą.

Vertinant skatinimo priemonių poveikį dažnai trūksta objektyvių kriterijų. Verslo interesas yra siekti kuo palankesnių sąlygų, taip apsaugant savo investicijas ir užsitikrinant veiklos pelningumą, o valstybės parama kurių nors tech-

nologijų plėtrai iškraipo konkurenciją rinkoje ir didina vartotojų išlaidas. Kita vertus, nepakankamas skatinimas ir didelė investicijų rizika atbaido potencialius investuotojus ir nėra gaunama galima naujų technologijų taikymo nauda.

Pastaruoju metu pastebima, kad technologinė pažanga gerokai pranoksta įgyvendinamas vadybines, organizacines bei fiskalines priemones. Visų skatinimo priemonių subalansavimas, kad jos netaptų vienpusiškomis, yra ne mažiau svarbus uždavinys. Pastaruoju metu daugelis šalių yra priverstos keisti ekonominio skatinimo politiką, nes padidėjusi technologijų pasiūla dėl taikomų skatinančių energijos supirkimo tarifų labai pagyvino verslo susidomėjimą ir investicijas, tačiau nevaldoma tokiuų technologijų plėtra padidintų energijos gamybos išlaidas, kurias apmoka visi energijos vartotojai. Skatinimo prielaidoms ir priemonėms pagrįsti būtina įvertinti jų naudą ir perspektyvumą įvairiais aspektais ir tuo pagrindu kurti

ekonominį, reglamentavimo ir organizacių paskatų sistemą.

Pagrindinė užduotis pagrindžiant skatinimo priemonių mastą yra išmatuoti ar kitaip nustatyti jų visuomeninę naudą, kuri pasireiškia energijos tiekimo saugumu ir patikimumu, prieinamu visiems vartotojams, socialinių miesto ir kaimo problemų sprendimu, neigiamo aplinkos taršos poveikio išvengimu ir kita nauda.

Vis dėlto, skatinimo priemonių tikslinumo ir poveikio vertinimo klausimai yra dar nauji ir ieškantatsakymo tenka vadovautis tarptautiniu lygiu atliekamais ar netiesiogiai susijusiais tyrimais ir metodais, leidžiančiais vertinti šias priemones įvairiau. Tai liečia tiek technologijų perspektyvumo vertinimą, tiek taikomas šių priemonių organizacines bei reglamentavimo formas. Įvairių regioninių ar miestų programų, atliekinės energijos panaudojimo, emisijų reglamentavimo, prietaisų, įrengimų ar sistemos, taip pat pastatų energinio naudigungumo ir ekologinio ženklinimo schemų

veiksmingumas turi būti analizuojamas vieningos vertinimo metodikos pagrindu.

Daugelio perspektyvių energijos taupymo ir AEI naudojimo technologijų pasiūlą riboja gana lėtai auganti paklausa. AEI technologijų paklausos formavimo klausimas yra mažai tyrinėtas. Kol kas nėra aiškiai apibrėžta, kuriems AEI technologijų vartotojams tikslina taikyti įvairias paramos priemones. AEI vartotojais gali būti tiek šilumos tiekimo įmonių jégainės (katilinės ar termofikacinės elektrinės), tiek atskiri pastatai, kurie naudoja biomasę, geoterminius įrenginius ar saulės kolektorius apsirūpinti šiluma ir karštu vandeniu.

Mokslinė problema – objektyvus AEI plėtros socialinio naudingumo įvertinimas, galintis atskleisti tuos pranšumus, kurių nematyti vertinant tik finansinę naudą bei kartu sprendžiant aplinkosaugos ir socialines problemas. Sprendimai dažnai negali būti nusakyti vienareikšmiškai, kadangi pati problema yra įvairiapusė. Tam reikia visapusiškų žinių, sistemingos jų visumos bei tikslingos sklaidos.

2011 m. atlikti darbai leido patobulinti metodologijos sampratą, papildant analizę teritoriniu aspektu, plačiai nusakančiu metodologijos formavimo procesą. Parengta tyrimų metodologija turi geras pritaikymo perspektyvas. Energetika analizuojama kaip visų šiuo metu naudojamų ir visų įmanomų naudoti arba tausoti (tausojimas yra alternatyvūs energijos ištakliai) energijos ištaklių srautus, turinčius šalies raidai ekonominiu, socialiniu, patikimo tiekimo, aplinkosauginiu ir atsinaujinimo aspektais. Metodologijos esmė ir pa-skirtis yra analizuojant energetikos visumą panaudojamų energijos ištaklių atžvilgiu, nustatyti trūkstamas grandis siekiant energetikos darnios plėtrą. Tai atveria kelią perspektyvioms tyrinėjimų ir sprendimų kryptims ekonomikoje,



Pranešimą Europos Parlamento ITRE komiteto posėdyje skaito dr. V. Kveselis

traktuojant esamas ir perspektyvinės energijos išgavimo transformavimo, perdavimo ir tausojimo technologijas bei organizacines jų sujungimo į kompleksus formas, kaip priemones, skatinančias šalies ekonominę ir socialinę pažangą.

Vieningos energetikos politikos formavimas, kurio būtinumas pabrėžiamas jau daugelį metų, neįmanomas be vieningo požiūrio į atskirų kuro ir energijos rūšių panaudojimo perspektyvumą primant strateginius sprendimus, juo labiau juos įgyvendinant. Įvairiems, kartais prieštarangiems ir sunkiai įvykdomiems tikslams susienodinti ir skirta energijos rūšių panaudojimo darnumo aspektų vertinimo metodologija.

Atlikti darbai suteikė galimybę analizuoti teorinius klausimus, aprépiantčius daugelį, su ekonominės teorijos nuostatomis susijusią energetikos darnios raidos problemą. Apibendrinta išvada yra ta, kad šiuo metu energetikoje yra mažai rinkos segmentų, kuriuose galėtų susidaryti objektyvios sąlygos konkurencingai rinkai funkcionuoti. Pabrėžiamas bendras bruožas darnios

raidos požiūriu: nors efektyviausias ištaklių paskirstymo būdas yra rinka, ji nepajėgi pakankamu lygiu užtikrinti energijos vartojimo efektyvumo, atsinaujinančių energijos ištaklių panaudojimo bei energijos tiekimo patikimumo ir aplinkos apsaugos. Taigi, reikia kryptinges valstybės politikos, nukreiptos energijos rinkos trūkumams įveikti. Vienas svarbiausiai šių darbų privalumų yra tai, kad ši tema leidžia vienam tikslui apjungti įvairių sričių mokslininkų ir tyrejų pastangas spręsti energetikos problemas, atlikti studentų ir doktorantų bei mokslininkų tiriamuosius darbus.

Prof. habil. dr. V. Klevas, kartu su Kauno technologijos universiteto Ekonomikos ir vadybos fakulteto mokslininkais parengė paraišką *Ilgalaikei institucinei ekonominiių tyrimų programai*. 2011–2013 m. Lietuvos mokslo taryba (LMT) pripažino parengtą projektą geriausiu iš 5 paraiškų ir įpareigojo suformuoti galutinį programos variantą jai vykdyti nuo 2012 m.

V. Klevas pateikė paraišką LMT  
*Mokslininkų iniciatyva parengti projektai*

2011–2012 m. tema: *Atsinaujinančių energijos išteklių paklausos skatinimo ekonominis pagrindimas*. Šis projektas pripažintas finansuotinu ir pradėtas vykdyti.

## TARPTAUTINIS BENDRADARBIAVIMAS

Laboratorijos darbuotojai vykdo netik Lietuvos mokslinius tyrimus, bet ir daugelį tarptautinių projektų, prisdėdantčių prie nacionalinių tyrimų bei informacijos sklaidos. Daugiausia projekty vykdoma *Pažangi energetika Europai* programoje.



Laboratorija 2011 m. tėsė Europos Sajungos iš dalies finansuojamą projektą **ENNREG** (Regionai, pradedantys plėtoti darnią energetiką Europoje). Projekte dalyvauja 12 Europos regionų, kurie pa-laikė Merų Pakto iniciatyvą ir émési vykdyti Europos Sajungos energetikos ir aplinkosaugos tikslus: 20 % mažinti anglies dvideginio emisijas, galutiniame energijos vartojime naudoti 20 % atsinaujinančių energijos išteklių bei 20 % padidinti energijos vartojimo efektyvumą. Lietuvai atstovaujančiam Kauno

regionui buvo parengtas ir susitikimo su savivaldybių atstovais metu pristatytas Darnios energetikos veiksmų planas, kurio tikslas – palengvinti Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme nustatytus naujus įpareigojimus savivaldybėms rengti ir įgyvendinti atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros veiksmų planus, kurie yra labai svarbi darnios energetikos veiksmų plano dalis. Darni energetikos plėtra vykdoma ir kituose šalies regionuose, pradėtas bendradarbiavimas su Šilutės savivaldybe.

Svarbiausia projekto veikla yra informacijos apie darnią energetiką sklaida visuomenėje. 2011 m. balandžio 11–15 d. visose ES valstybėse vyko ES Darnios energetikos savaitė, kurioje dalyvavę projekto vykdytojai kartu su Kauno regionine energetikos agentūra Kauno mokyklų moksleiviams ir mokytojams pravedė populiarinimo konferenciją apie atsinaujinančią energetiką, aplankė Darnios energetikos renginį Kauno Juozo Urbšio katalikiškoje vidurinėje mokykloje. Išskirtinis dėmesys jaunimo švietimui svarbus tuo, kad tai imliausia naujovėms visuomenės dalis. Informacija apie galimybes plėtoti atsinaujinančių išteklių gamybą iš vietinės žemės ūkio žaliavos buvo viešinama ūkininkams, biokuro gamintojams. Projektas paruošė ir nemažai švietėjiškos medžiagos, skirtos plačiajai visuomenei.

Su visa regionams skirta medžiaga susipažinti ir ją atsiisiusti galima tinklalapyje: [www.regions2020.eu](http://www.regions2020.eu). Šią regionų bendruomenėms skirtą medžiagą lietuvių kalba galima rasti svetainėje: <http://www.regions2020.eu/news/secnews-1-it/>



2011 m. baigtas ES programos *Pažangi energetika Europai* iš dalies finansuojamas projektas Ecoheat4EU, kurio tikslas buvo parodyti, kad šiuolai-kinės centralizuotos šilumos ir vėsumos tiekimo (CŠVT) sistemos gali gerokai pagelbėti vykdyti nacionalinius ir Europos Sajungos energetikos bei aplinkosaugos politikos tikslus. CŠVT skatina efektyvų energijos vartojimą ir leidžia stambiu mastu integruoti atsinaujinančius energijos išteklius miestų teritorijose. Abu šie pagrindiniai aspektai leidžia mažinti anglies dvideginio emisijas.

Viena esminių prielaidų padidinti centralizuoto šilumos ir vėsumos tiekimo naudą yra nuoseklios, efektyvios ir nediskriminuojančios teisinės bazės buvimas. Tačiau taip ne visada būna dėl sunkumų, susijusių su centralizuotos šilumos ir vėsumos tiekimo sistemų prigimtimi. Todėl šio projekto vykdymo metu buvo parengtos rekomendacijos



Darnios energetikos diena Juozo Urbšio katalikiškoje vidurinėje mokykloje



Susitikimas su Kauno regiono savivaldybių atstovais



Seminaras ūkininkams parodos Sprendimų ratas 2011 metu

visoms projekte dalyvaujančioms šalimis, apibendrinant teisines bazes ir nustatant subalansuotus teisinius mechanizmus, kurių tikslas skatinti modernių centralizuoto šilumos ir vėsumos tiekimo sistemų plėtrą kiekvienoje iš keturiolikos projekte dalyvaujančių valstybių. Kiekvienos šalies nauda dėl CŠVT naudojimo buvo apskaičiuota trims skirtingiemis laiko atskaitos taškams: **rezultatai 2007 metams**, pagrįsti 2007 m. centralizuoto šilumos tiekimo poreikių lygiu ir realiu 2007 m. šilumos tiekimui naudoto kuro mišiniu, naudojant prieinamą patikimą statistiką; **patobulintos sistemos 2007**, pagrįstos 2007 m. centralizuoto šilumos tiekimo poreikių lygiu, lyginant su prognozuojamu 2030 m. šilumai tiekti naudojamo kuro mišiniu. Ši tarpinė laiko požiūriu situacija pateikta siekiant nustatyti naudą tik dėl šilumai tiekti naudojamo kuro mišinio pakeitimo. Trečiasis atskaitos taškas – **prognozuojama plėtra 2030**, pagrįsta prognozuojamu šilumos poreikio lygiu 2030 m. ir naudojant prognozuojamą pažangesnį šilumai tiekti kuro mišinį.

Trijų situacijų modelis buvo pasirinktas, siekiant pailiustruoti faktą, kad dabartinės Europos CŠVT sistemos gali patobulėti tiek pakeičiant šilumai tiekti naudojamo kuro mišinį (integruojant AEI

ir atliekinius energijos išteklius), tiek dėl išaugusios šilumos realizacijos. Nauda iš CŠVT buvo apskaičiuota palyginus pirminės energijos tiekimą, energijos importą ir anglies dvideginio emisijas su situacija nesant CŠVT ir kogeneracijos. Priimta, kad šioje lyginamojoje situacijoje visa elektros energija yra generuojama anglies kondensacinėse elektrinėse ir visa šiluma gaminama katilinėse iš mazuto ir gamtinių dujų kuro mišinio.

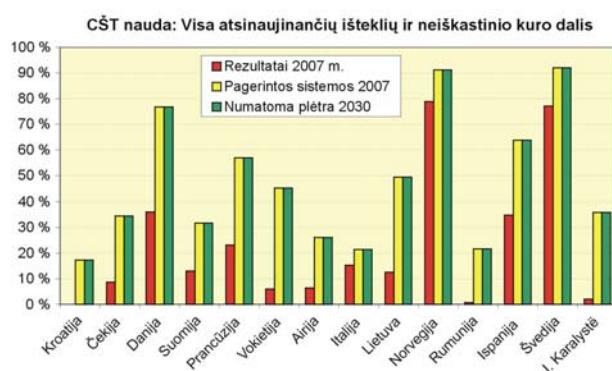
vėsinimo paslaugas gyventojams, komercinėms įstaigoms ir pramonei. CŠVT siūlo būdus pasiekti Europos energetikos politikos tikslus, ypač efektyviai naudojant pirminės energijos šaltinius ir integruojant atsinaujinančius energijos išteklius. Deja, vis dar išlieka tam tikrų kliūčių platesniams CŠTV naudojimui Europos mastu. Tarp netechnologinių kliūčių, trukdančių CŠVT plėtrai Europos miestuose, yra tai, kad šis energetikos sektorius laikomas nepakankamai skaidriu, kadangi jį sunku palyginti su kitomis šildymo ir vėsinimo poreikių rinkomis (individualiomis AEI technologijomis, šilumos siurbliais ir pan.). Vietinis CŠVT būdas ir jvairūs generavimo, paskirstymo ir tiekimo variantai kelia vietiniams planuotojams ir investuotojams sunkumą vertinant projektus, o politikams – pagrindžiant, apsisprendžiant ir vertinant politikos priemonių poveikį. Vartotojai dažnai mažai žino apie CŠTV energinį efektyvumą ir aplinkosauginę naudą.

Ecoheat4Cities projekte šias netechnologines kliūties siekiama šalinti gerinant CŠVT priimtinumą vartotojams, sukuriant laisvanorišką žalios energijos (šildymo ir vėsinimo) žymėjimo (etikečių) schemą, kurioje vertinamas energinės efektyvumas ir atsinaujinančių išteklių naudojimas. Pateikiant šią informaci-

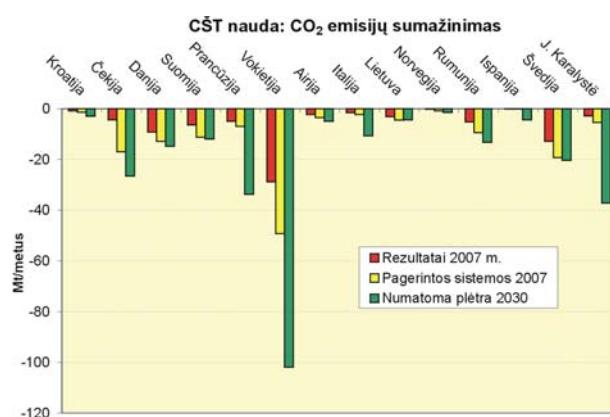
## Ecoheat4cities

Kitas, su šilumos tiekimo sektoriu mis susijęs projektas - Ecoheat4Cities, kurio ilgalaikis tikslas - CŠVT plėtra didėjančios darnos ir ateities perspektivoje pateisinamų sistemų linkme, tinkamai konsultuojant dėl efektyviausių sprendimų pasirenkant, integruojant AEI ir energinį efektyvumą. Konkretnus tikslas yra šalinti netechnologinio pobūdžio kliūtis – žinių ir objektyvių šių sistemų rodiklių stygį, trukdantį panaudoti CŠVT potencialą.

Centralizuotas šilumos ir vėsumos tiekimas (CŠVT) yra efektyvus ir aplinkos nežalojantis būdas teikti šildymo ir



Atsinaujinančių ir neiškastinių kuro išteklių dalies kuro mišinyje apžvalga 14 Ecoheat4EU projekte dalyvaujančių valstybių, įvertinta trims nagrinėjamoms situacijoms



Metinių anglies dvideginio emisijų sumažėjimas 14-oje Ecoheat4EU projekte dalyvaujančių valstybių, įvertinta trims nagrinėjamoms situacijoms



**Ecoheat4eu ir Ecoheat4cities** projektų parengta informacija CŠT įmonėms bei gyventojams apie šių sistemų teikiamą naudą, privalumus bei rekomendacijas jos tobulinimui

jų vienos politikams, piliečiams ir potencialiems investuotojams šis projektas padės pasirinkti energetiškai efektyvius ir atsinaujinančiais energijos ištekliais pagrįstus technologinius sprendimus.

Kuriama ženklinimo schema, skatinanti šilumos ir vėsumos tiekimo bendroves populiarinti savo paslaugas, atsižvelgiant į pirminių energijos išteklių perspektyvas. Europos vartotojai, išskaitant privatų ir viešųjų sektorius, galės lengvai nustatyti centralizuoto šilumos tiekimo ir centralizuoto vėsinimo aplinkosauginį naudingumą. Etiketės kriterijai bus nustatyti taip, kad CŠVT būtų galima lengvai palyginti su kitais šildymo ir vėsinimo metodais, kaip ir šiuo metu taikomose, ir būsimose energinio efektyvumo ir „žaliojo“ ženklinimo schemose.

Projekto tinklapis:  
<http://ecoheat4cities.eu>

## LABORATORIJOS PAGRINDINIAI TAIKOMIEJI DARBAI

Energijos efektyvumo didinimas yra svarbus veiksny, lemiantis įmonių

niam aprūpinimui – jutikliams, registruojantiems energijos srautus, ir atitinkamam automatinio valdymo algoritmui, įgalinančiam stebeti ir valdyti energijos srautus. Toks valdymo algoritmas sudaromas vadovaujantis surenkomų duomenų analize bei gamybos technologinių procesų ir energijos sąnaudų funkcinių ryšių nustatymu.

### UAB Benco Baltic Engineering Company

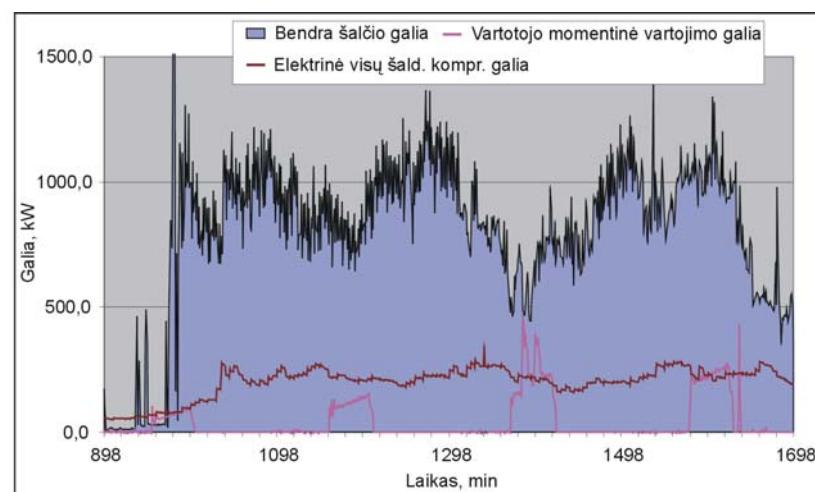
užsakymu atliktas darbas *Energijos vartojimo efektyvumo ir įtakojančių veiksnių analizė*, kurį vykdant pasirinktoje maisto pramonės įmonėje analizuotas šalčio gamybos efektyvumas. Atlirkti šalčio vartojimo matavimai atskiriems šalčio vartotojams, šaldymo kompresorių darbo efektyvumo ir papildomų efektyvumo priemonių reikalingumo galimybių tyrimas.

Darba iš dalies finansavo Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūra pagal programą „Inovaciniai čekiai“.

## LABORATORIJOS TEIKIAMOS PASLAUGOS

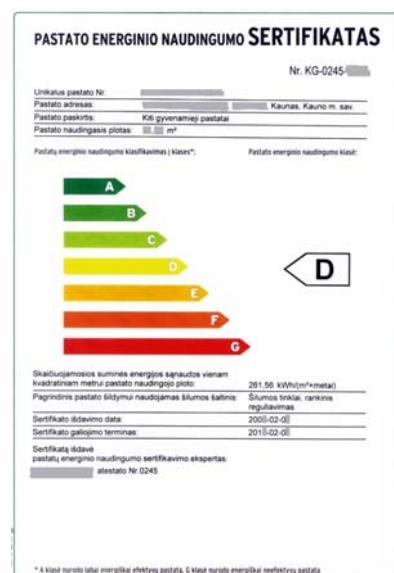
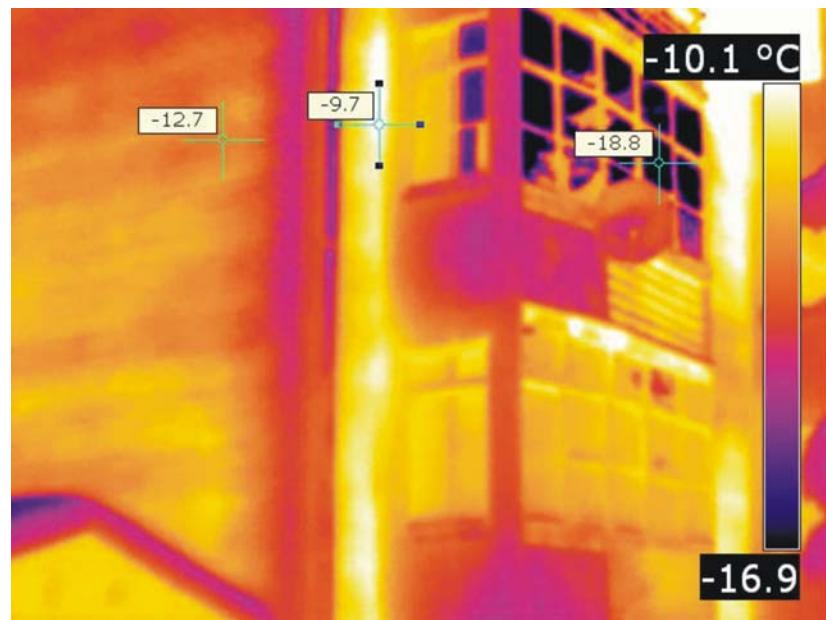
### Pastatų, elektros ūkio ir technologinių procesų termovizinė diagnostika

Termovizija – tai nekontaktinio paviršių temperatūros matavimo technolo-



Šalčio ir elektros momentinė galia turtu laiko intervalu

gija, pagrjsta šilumos spinduliaivimo intensyvumo matavimu. Termoviziniai tyrimai naudojami gyvenamiesiems ir pramonės pastatams, stogams, vamzdynams, elektros ūkiui, kaminams, mechaniniams įrengimams tirti ir prižiūréti, skysčių ištekelimo problemoms, baku/talpu užpildymo lygiui nustatyti, procesams stebéti ir kokybei kontroliuoti. Termoviziniai tyrimai atliekami termovizoriuimi *Flir B400*, kurio pavidilių temperatūros matavimo diapazonas yra nuo -20 °C iki +350 °C.



Pastatų energinio naudingumo sertifikato pavyzdys

### **Pastatų energinio naudingumo sertifikavimas**

Laboratorijos pastatų energinio naudingumo sertifikavimo ekspertas atlieka pastatų energinio naudingumo sertifikavimą.

### **DOKTORANTŪROS STUDIJOS**

Doktorantė E. F. Dzenajavičienė baigė studijas, parengdama disertaciją *Biokuro efektyvaus panaudojimo darniai savivaldybių energetikos ūkio plėtrai tyrimas* ir ją pristatė išplėstiniame laboratorijos seminare. Disertacija atestuota. Laboratorijoje doktorantūroje studijuoją ir disertacijas rengia 3 doktorantai.

### **MOKSLINIŲ TYRIMŲ REZULTATUŲ SKLAIDA**

Parengta monografija V. Klevo, *Energetikos darnios raidos metodologija*, kurią planuojama išleisti 2012 m. Laboratorijos darbuotojai 2011 m. dalyvavo ir perskaitė pranešimus 2 vietinėse bei 6 tarptautinėse konferencijose. Straips-

niai buvo publikuojami šių konferencijų medžiagoje. Taip pat pateikė arba jau publikavo 2 straipsnius ir 1 knygos skyrių tarptautinėse duomenų bazėse refe ruojamuose leidiniuose. Laboratorijai labai svarbu švesti mokslo ir techninę bendruomenę bei visuomenę itin aktualiais energetikos klausimais, todėl buvo parašyti 2 populiarinimo straipsniai bei keletas brošiūrų. Laboratorijos darbuotojai vykdė mokslo tiriamuosius ir konsultacinus darbus bei teikia paslaugas pagal sutartis su Lietuvos valstybinėmis institucijomis, įmonėmis ir organizacijomis.

**Dr. Vaclovas KVESELIS**  
Regionų energetikos plėtros  
laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401 931  
El. paštas [vkv@mail.lei.lt](mailto:vkv@mail.lei.lt)

# ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS ŠALTINIŲ LABORATORIJA

## PAGRINDINĖS LABORATORIJOS TYRIMŲ KRYPTYS:

- vėjo srautų kaitos Baltijos jūros pakrantėje ir kituose šalies regionuose tyrimai, modeliavimas ir vėjo elektrinių galios kitimo prognozė;
- biodujų ir biodegalų gamybos procesų ir aplinkosauginių problemų tyrimai;
- kietosios biomasės kuro paruošimo ir deginimo technologijų plėtros tyrimai;
- atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo energijai gaminti analizė ir vartojimo plėtros vertinimas;
- darnios regionų plėtros energetikos strategijos kūrimas;
- pažangių energijos gamybos technologijų, naudojančių vietinius ir atsinaujinančius energijos išteklius, paieška, analizė ir skatinimas, akredituotų mokymo kursų rengimas, duomenų bazės formavimas, paslaugos ir konsultacijos vartotojams, informacijos sklaida visuomenei.

2011 m. baigtas vykdyti valstybės biudžeto lėšomis finansuotas mokslinis darbas **Vėjo energijos prognozavimas ir biomasės išteklių naudojimo plėtros galimybų energetikoje tyrimai**. Išanalizuoti pajūrio regione specialiai įranga atliekamų daugiamečių vėjo greičio ir krypties matavimų duomenys, ištirti vėjo energetinių parametru kitimo dėsningumai įvairiuose aukščiuose nuo žemės paviršiaus. Atlikti skaitmeninių orų prognozių duomenų analizė ir palyginimas su vėjo greičio bei vėjo elektinių (VE) galios matavimo duomenimis, sudarytas VE galios trumpalaikio prognozavimo modelis. Pagal naujausius statistikos duomenis atlikti biomasės kuro ir alternatyvių degalų naudojimo energijai gaminti išteklių analizė, atliktas vėjo energijos naudojimo techninis-ekonominis vertinimas, įvertintos įvairių

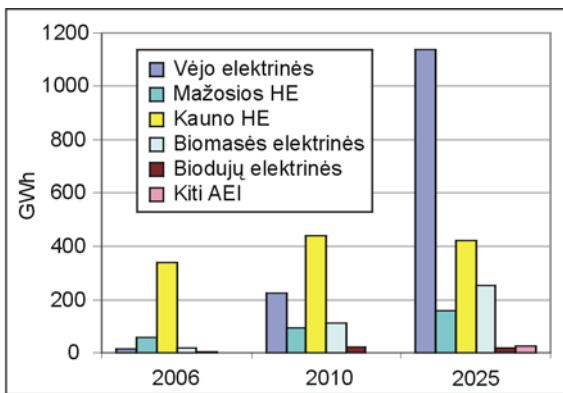
atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) naudojimo šilumos, biodegalų ir elektros gamyboje apimtys ir plėtros tendencijos. Išanalizuoti aplinkosauginiai ir socialiniai AEI naudojimo plėtros aspektai.

## ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ EFEKTYVAUS NAUDOJIMO ENERGIJAI GAMINTI IR POVEIKIO APLINKAI TYRIMAI

Vykstant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2009/28/EB ir Strateginio energijos technologijų plano (SET) reikalavimus, Lietuvos nacionalinėje energetikos strategijoje numatytą gerokai padidinti AEI vartojimą energijai gaminti. Iki 2020 m. AEI sudarys 23 % galutinio energijos suvartojo (ne ma-

žiau kaip 20 % elektros sektoriuje, 60 % centrinio šildymo sektoriuje, 10 % transporto sektoriuje).

Siekiant įgyvendinti šiuos tikslus, būtina nagrinėti įvairius AEI technologijų plėtros scenarijus, tirti AEI naudojimo apimtis bei perspektyvas. Laboratorijoje atliekami tyrimai, susiję su vėjo, biomasės, biodujų, ir saulės energijos panaujimu. Tiriami AEI konversijos procesai ir jų efektyvumas, analizuojamos plėtros galimybės, nagrinėjamos naujos technologijos, rengiamos galimybų studijos, atliekami vėjo energetinių parametru matavimai, kaupiami ir analizuojami statistiniai AEI naudojimo duomenys, rengiamos demonstracinių projektų įgyvendinimo rekomendacijos bei regionų energetikos strategijos AEI naudojimo srityje.



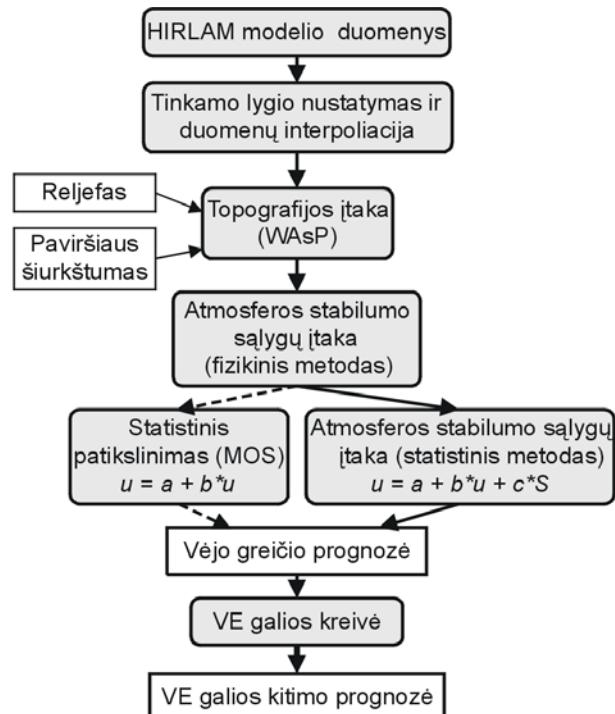
Esama ir prognozuojama elektros gamyba iš skirtingų AEI rūšių

Naujausi Statistikos departamento duomenys rodo, kad šalyje elektrai gaminti iš AEI daugiausia naudojama hidroenergija, vėjo ir biomasės energetiniai ištekliai.

Ateityje didžiausią dalį naudojant AEI pagamintos elektros energijos sudarys vėjo ir hidroenergija. Kadangi hidroenergetikos plėtra didžiosiose upėse apribota aplinkosauginiais reikalavimais, o didžioji dalis mažųjų upių hidroenergijos išteklių jau naudojama, daug dėmesio bus skirtiama ir biomasės energetikai plėtoti.

## VĖJO ELEKTRINIŲ GALIOS KITIMO TRUMPALAIKĖS PROGNOZĖS TYRIMAI

Lietuvoje VE parkų galia sparčiai didėja. Planuojama, kad 2020 m. jų bendra įrengtoji galia sudarys 500 MW, t. y. jos



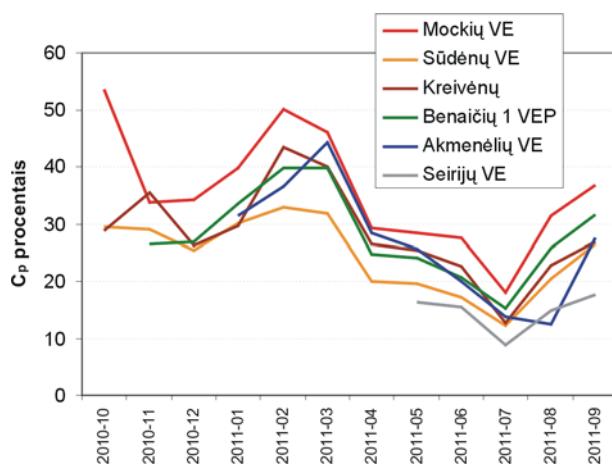
Vėjo greičio ir VE galios kitimo prognozės modelio bendra struktūra

dalis elektros energetikos sistemoje bus pakankamai reikšminga. Dėl nuolat besikeičiančios VE galios sistemos balansavimas tampa sudėtingu uždaviniu, kuriam palengvinti reikia VE galios kitimo trumpalaikės prognozės. Laboratorijoje vykdomi įvairių vėjo greičio ir VE galios prognozių metodų tyrimai, sukurtas ir tobulinamas prognozės modelis, išanalizuotas vėjo prognozių praktinio taikymo Lietuvos VE parkams galimybės.

Modelyje taikoma kompleksinė metodika, leidžianti įvertinti vietinio reljefo, paviršiaus šiurkštumo ir atmosferos stabilumo salygų įtaką prognozių tikslumui. Nustatyta, kad vidutinė absoluti VE galios prognozavimo paklaida siekia apie 10 % VE įrengtosios galios. Taip pat tiriami ir statistiniai metodai, leidžiantys patikslinti prognozes artimiausiomis kelioms valandoms.

## VĖJO ELEKTRINIŲ DARBO EFEKTYVUMO TYRIMAI

Esant vėjo greičio svyravimams, daugiausiai laiko VE dirba nevisišku galingumu. Laboratorijoje atliekami VE galios panaudojimo kitimo tyrimai. Apskaičiuoti ir palyginti įvairių VE parkų kiekvieno mėnesio galios panaudojimo koeficientai. Rezultatai rodo, jog šis koeficientas kinta per metus ir yra didžiausias sausį -kovą, o mažiausias – balandži-rugpjūtį.



VE parkų, įrengtų įvairiuose Lietuvos regionuose, galios panaudojimo koeficiente  $C_p$  2010–2011 m. metinė dinamika

Tyrimai parodė, kad įvairose šalies vietovėse veikiančių VE galios panaudojimo koeficiente kitimo dėsningumai analogiški. Tai rodo, kad vėjo srautų judėjimai ne tik pajūrio, bet ir kituose šalies regionuose yra koreliuoti. Šio tyrimo rezultatais galima vadovautis planuojant naujų VE parkų statybos vietas ir prognozuojant jų metinę pagamintos energijos kiekį. Tikslūs VE metinio išdirbio skaičiavimai laboratorijoje

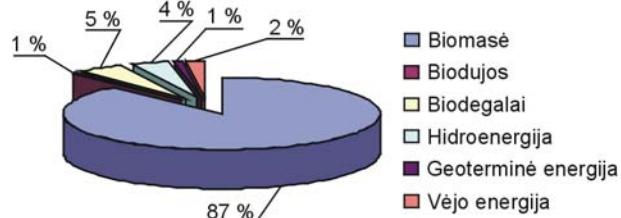
atliekami naudojant profesionalią programinę įrangą WAsP. Šia programa laboratorijos specialistai taip pat atlieka vėjo greičio ir krypties matavimo duomenų analizę ir vėjo energijos išteklių vertinimą įvairiuose Lietuvos regionuose.

## BIOMASĖS KURO NAUDOJIMO PLĖTROS GALIMYBIŲ ENERGETIKOJE TYRIMAI

Laboratorijoje analizuojamos įvairių rūsių kietosios biomasės kuro gamybos apimtys ir vartojimo šilumai ir elektrai gaminti technologijos. Biomasė, kaip energijos šaltinis, naudojama kietuoju (kietoji biomasė), skystuoju (biodegalai) ir dujiniu (biodusojos) pavidalu. Pagrindiniai kietosios biomasės išteklius sudaro medienos (kirtimų, medžio apdirbimo įmonių ir statybų atliekos) ir žemės ūkio atliekos (šiaudai). Kietasis biomasės kuras naudojamas tiesiogiai arba perdirbtu pavidalu (briketai, granulės, skiedra, pjovenos). Lietuvoje medienos briketus ir granules pradėta gaminti atitinkamai 1994 ir 1999 m. Briketų gamybos pajėgumai 2008 – 2009 m. siekė apie 65 tūkst. t/metus, o granulių – apie 125 tūkst. t/metus.

Iš visų AEI, naudojamų energijai gaminti, didžiąją dalį sudaro biomasė.

Nustatyta, kad 1990–2010 m. medienos kuro vartojimas padidėjo daugiau kaip du kartus – nuo 284,9 iki 934 ktne, o tai sudaro atitinkamai 2,6 % ir 13,3 % šalies pirminės energijos suvartojo.



AEI bendrosios vidaus sąnaudos 2010 m.

### **Biokuro panaudojimas centralizuoto šilumos tiekimo (CŠT) sistemoje**

Įgyvendinant Lietuvos nacionalinės energetikos strategijos ir ES direktyvų nuostatas, būtina padidinti atsinaujinančiųjų ir kitų vietinių energijos išteklių dalį centralizuotai tiekiamos šilumos gamyboje ir sumažinti šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų emisiją. Lietuvos šilumos tiekėjų ir biokuro gamintojų asociacijos kelia ambicingą tikslą – iki 2020 m. pasiekti, kad atsinaujinančiųjų ir kitų vietinių energijos išteklių dalis šilumos gamybos kuro balanse sudarytų ne mažiau kaip 70 % visos pirminės energijos. Norint tai pasiekti, būtina papildomai sukurti biokuro jégainių tinklą, kurio galia sudarytų apie 1560 MW, o investicijos siektų apie 1,1 mlrd. Lt.

Šiuo metu Lietuvos šilumos ūkyje vyrauja iškastinis kuras. Iki 2003 m. didžiąją dalį kuro sudarė gamtinės dujos ir mazutas, o nuo 2004 m. išaugo medienos ir pjovenų panaudojimas.

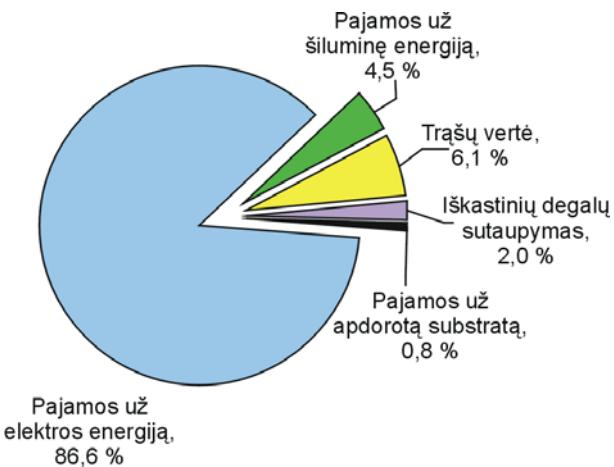
### Kuro struktūros palyginimas centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje

Kuro rūsis	1996	2000	2001	2002	2004	2006	2008	2010
Gamtinės dujos	59,1	80,3	74,8	75,5	80,5	79,9	76,7	74,4
Mazutas	37,9	16,4	21,1	18,5	6,9	5,4	4,1	4,6
Mediena ir pjovenos	0,3	1,2	1,5	3,8	10,9	13,0	17,4	18,1
Kitas kuras	2,7	2,1	2,7	2,2	1,7	1,7	1,8	1,9

### **Biodusojos**

Daugelį metų laboratorijoje nagrinėjamos anaerobinio skystųjų organinių atliekų apdorojimo technologijų ypatybės. Nustatyta, kad jų racionalaus panaudojimo dėka gali būti sėkmingesni sprendžiamai nemažai aplinkosauginių, energetinių, socialinių bei agrokultūrinių problemų, susijusių su pramonės įmonių gamybinės veiklos žalingo poveikio aplinkai mažinimu. Aplinkosauginio poveikio esmę sudaro tai, kad anaerobinėmis sąlygomis bioreaktoriuje efektyviai (iki 40–60 %) suskaidomos

organinės medžiagos ir taip sumažinamas apdrototų nuotekų neigiamas poveikis aplinkai. Šiuo metu Lietuvoje veikia 5 biodusojų jégainės, apdrojančios įvairios rūšies skystas organines atliekas, bei 5 įrengtos šalies savartynuose, kuriose išgaunamos biodusojos naudojamos stacionariose kogeneracijėse jégainėse šilumai bei elektros energijai gaminti. Pastaraisiais metais daugelyje šalių biodusojos, pašalinus iš jų CO<sub>2</sub>, bei išvalius kitas pašalinės priemaišas, tiekiamos į gamtinės dujų tinklus arba naudojamos kaip alternatyvūs degalai trans-



*Biodujų gamybos iš organinių atliekų pajamų orientacinė schema*

porte. Laboratorijoje, analizuojant Lietuvoje bei kitose Europos šalyse veikiančių biodujų jégainių patirtį, atliekamas išsamus

kompleksinis biodujų jégainių veiklos efektyvumo vertinimas.

Laboratorijoje taip pat vykdoma biodujų gamybos pažangiausių technologijų procesų analizė, nagrinėjama biodujų gamybos plėtros perspektyva.

### **Biodegalai**

Biodegalų gamybos ir vartojimo apimčių bei teisės aktų analizė rodo, kad, vykdant Lietuvos vyriausybės įspareigojimus pasiekti ES biodegalų vartojimo transporto srityje užsiibrėžtus tikslus (iki 2020 m. vartoti 15 %, o 2025 m. – 20 % bendro transporte sunaudojamo degalų kiekio), be papildomų ekonominių bei organizacinių vartojimą skatinančių priemonių tai padaryti bus sudėtinga. Nustatyta, kad biodegalų gamyboje naudojamą sintetinį metanolį yra tikslinga pakeisti bioetanoliu. Taip būtų galima padidinti AEI sunaudojimo dalį biodegalų vartojimo srityje.

### **Teisės aktais reikalaujamas biodegalų sunaudojimo kiekis 2005–2025 m.**

	Metai						
	2005	2007	2009	2010	2015	2020	2025
Reikalavimai biodegalų kiekiui %	2,0	3,5	5,0	5,75	10,375	15,0	20,0
Bioetanolio gamybos apimtys tūkst. t per metus	7,2	12,6	18,0	20,0	35,0	50,0	70,0
Biodyzelino gamybos apimtys tūkst. t per metus	13,8	24,15	34,5	40,0	70,0	100,0	140,0

Dažniausiai bioetanolis naudojamas benziniuose vidaus degimo varikliuose, juo pakeičiant dalį benzino, tačiau pastaraisiais metais imta domėtis bioetanolio panaudojimo aliejaus ar riebalų esterinimo ir peresterinimo procesuose galimybėmis, juo pakeičiant dabar naudojamą metanolį. Nustatyta, kad biodyzelino gamybos proceso metu susidaro apie 10 % techninio glicerolio, iki 3 % laisvųjų riebalų rūgščių ir du kartus daugiau rapsų išspaudų (rapso rupinių), negu pagaminama biodyzelino. Tyrimai rodo, kad techninis glicerolis gali būti naudojamas kaip skystasis kuras maišant jį su naftos produktais. Rapsų išspaudas galima naudoti baltyminiams pašarams gaminti. Šias atliekas kartu su techniniu gliceroliu tikslina naudoti gaminant polimerines plėveles. Laisvąsias riebalų rūgštis, susidarančias gaminant biodyzeliną, galima gražinti į biodyzelino gamybos procesą jas peresterinant metanoliu, naudojant rūgštinius katalizatorius. Naudojant minėtas priemones galima gerokai sumažinti biodyzelino gamybos kainą.

Laboratorija, taip pat priklausanti atviros prieigos Atsinaujinančios ir alternatyvios energetikos centru, siūlo moksliinių tyrimų paslaugas, susijusias su AEI naudojimu ir naujų technologijų diegimu, vėjo energetikos projektų



*Slėnio Santaka lėšomis įsigytą vėjo greičio ir krypties matavimo įranga ruošiama naudoti*



*Akimirkos iš laboratorijos darbuotojų paskaitos VDU studentams*

galimybių studijomis, poveikio aplinkai vertinimu. Taip pat kviečia studentus atlikti stažuotes, naudotis laboratorijos mokslininkų atliktu tyrimų duomenimis.

## BENDRADARBIAVIMAS SU VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETU

Bendradarbiaujant su Vytauto Didžiojo universiteto Gamtos mokslų fakultetu laboratorijos specialistai skaitė paskaitas studentams apie AEI technologijas ir jų naudojimą Lietuvoje. Taip pat buvo vedami laboratoriniai darbai, kurių metu Fizikos bei Aplinkotyros katedrų studentai nagrinėjo elektros energijos gamybos vėjo jėgainėse ypatumus bei susipažino su saulės fotoelementų veikimo principais. Studentai aktyviai domisi AEI naudojimo plėtra, atlieka stažuotes, rašo kursinius ir diplominius darbus, o ateityje, padedami laboratorijos darbuotojų, planuoja atlikti išsamesnius tyrimus ir rinktis studijų kryptis, susijusias su AEI technologijų naudojimu.

## DALYVAVIMAS TARPTAUTINĖSE PROGRAMOSE

Aktualūs Lietuvai AEI energetikos plėtros klausimai nagrinėjami tarptautinių programų projektuose. Laboratorijoje atliekami tyrimai, susiję su alternatyvių degalų transporte naudojimo plėtra, vėjo energetika ir racionalaus biomasės kuro naudojimo šilumos ir elektros energetikos sektorius skatinimu. Bendradarbiaujant su Vokietijos, Danijos, Lenkijos ir kitų šalių mokslo centrais atlikti bioenergetikos plėtros galimybių tyrimai Europos regionuose. Vykdomy projekty pagrindinis tikslas – prisidėti prie ES uždavinijų įgyvendinimo energetikos sektorius, siekiant, kad AEI dalis regiono ir visos ES energijos balanse atitiktų direktyvų ir kitų norminių dokumentų numatytus rodiklius.

### **2011 m. laboratorijoje buvo vykdomi šie tarptautiniai projektai:**

- ES Pažangi energetika Europai programos projektas **Dujinius degalus vartojančių automobilių rinkos kūrimas, apimant gamtinių dujų bei biodujų tiekimą ir paskirstymą (MADEGASCAR)**. 2007–2010 m. (baigtas 2011 m.).
- ES Pažangi energetika Europai programos projektas **Biomasės kuro rinkos apribojimų ir žaliavos gavybos sprendimai (EUBIONET III)**. 2008–2011 m.
- Baltijos jūros regiono programos 2007–2013 projektas **Energetikos alternatyvos viešajame sektorius – Darnios energetikos strategija kaip regiono vystymo galimybė (PEA)**. 2010–2013 m.
- Pietų Baltijos bendradarbiavimo per sieną 2007–2013 programos projektas **Vėjo energetika Baltijos jūros regione 2 (WEBSR 2)**. 2010–2013 m.



*Studentai aktyviai dalyvavo laboratorinių darbų užsiėmimuose*



Vykstant ES projektą **MADEGASCAR**, įvertintos gamtinių dujų vartojimo transportui Lietuvoje galimybės ir perspektyvos. Projekto metu išanalizuota kitų šalių – projekto partnerių – gamtinių dujų vartojimo patirtis ir nustatyta nemažai jų naudojimo privalumų, palyginti su kitais transporte naudojamais alternatyviais degalais. Gamtinės dujos pradėtos vartoti Vilniaus, Klaipėdos ir Kauno (atliekami bandymai) savivaldybių viešajame transporte. Vykdant projektą glaudžiai bendradarbiaujama su kitomis ES šalimis, Vilniuje ir Klaipėdoje pastatytose pirmosios suspaustų gamtinių dujų užpildymo stotys, kaupiant patirtis šioje srityje, siekiant apsirūpinti alternatyviais ekologiškais degalais.



Projekto **EUBIONET III** tikslas – didinti biomasės kuro naudojimą ES šalyse, ieškant būdų rinkos kliūtimis įveikti. Siekiant šio tikslą, buvo atlikta biokuro naudojimo, ateities perspektyvų bei pagrindinių kliūčių analizė, išanalizuotos nacionalinės biomasės programos, įvertintas biomasės kuro potencialas, daugiausiai dėmesio skiriant pramonės, žemės ūkio atliekoms ir naujų biokuro rūšių potencialui įvertinti. Taip pat buvo nustatyti biomasės kuro sertifikavimo ir tvarios plėtros kriterijai. Pagrindinės projekto veiklos:

- Nacionalinių biomasės programų analizė ir biomasės kuro potencijalo įvertinimas, daugiausiai dėmesio skiriant pramonės ir žemės ūkio atliekoms.
- Sertifikavimo ir darnumo krite-

rijų biomasės kurui nustatymas, bendradarbiaujant su rinkos dalyviais.

- Naujų CEN standartų kietajam biomasės kurui įdiegimo remimas.
- Tinkamo biomasės išteklių naudojimo įvertinimas, analizuojant žaliavų prieinamumą pramonės, miškų ir žemės ūkio sektoriuose.



Mokslo tiriamajį projektą **Energetikos alternatyvos viešajame sektoriuje – Darnios energetikos strategija kaip regiono vystymo galimybė (PEA)** vykdo 21 partneris iš 6 Baltijos jūros regiono šalių. Partnerių gretose yra 11 valdžios institucijų, taip pat 7 moksliinių tyrimų institutai ir 3 koordinavimo partneriai. Lietuvai atstovauja penkios institucijos – Lietuvos energetikos institutas, Všl

Ignalinos atominės elektrinės regiono plėtros agentūra (IAERPA), Ignalinos rajono, Visagino ir Zarasų rajono savivaldybių administracijos.

Šio projekto veiklos suteikia galimybių bendradarbiaujant skirtingais lygiais surinkti ir pasidalinti žiniomis bei patirtimi energetikos srityje ir skatinti darnų regionų plėtojimą, numatant plėtros gaires, atsižvelgiant į požiūrį apie regiono plėtrą. Projekto tikslas – rasti būdus sumažinti energijos išlaidas komunalinių paslaugų srityje, naudojant alternatyvinius energijos šaltinius. Pagrindinis rezultatas bus regioninės darbinių energetikos strategijos sukūrimas ir jos įgyvendinimas viename iš regionų.

Mokslo-tiriamajame projekte **Vėjo energetika Baltijos jūros regione 2 (WEBSR 2)** nagrinėjama vėjo energetikos plėtojimo teisinė bazė, ekonominės, techninės ir socialinės problemos, stabdančios spartesnę vėjo energetikos plėtrą. Be to, sprendžiamos vėjo elektrinių pagamintos elektros energijos akumuliacijos problemos. Įvertinus egzistuojančias kliūties, numatoma parengti ir išplatinti rekomendacijas savi-



Ignalinos atominės elektrinės regiono savivaldybių bei kitų suinteresuotų atstovų susitikimas su projekto PEA partneriais aptariant regiono energetikos vystymo strategiją ir perspektyvas



valdybėms, investuotojams ir projektų plėtotojams, padėsiančias sparčiau plėtoti vėjo energetiką Lietuvoje ir kitose ES šalyse.

Laboratorių patalpose planuojama įrengti **Vėjo energijos informacijos centrą**, kurio tikslas – skleisti visuomenei objektyvią ir moksliiniams tyrimais pagrįstą informaciją apie vėjo energetikos technologijas, jų poveikį aplinkai ir gyventojų sveikatai, organizuojant seminarus, paskaitas, ekskursijas, mokymo kursus ir kitus renginius. Taip pat centre bus kaupiamą informaciją vėjo energetikos projektų plėtotojams ir investuotojams apie Lietuvos teisinę bazę, projekto finansavimo galimybes, ekonomines sąlygas, poveikio aplinkai bei socialinius aspektus.

## MOKSLO POPULIARINIMO VEIKLA

2011 m. laboratorijoje vykdant AEI srityje tarptautinius projektus skleistos mokslo idėjos skatino visuomenę domėtis šių išteklių panaudojimu energijai gaminti. Organizuoti įvairūs mokslo po-

pularinimo renginiai, laboratorių mokslo darbuotojai parengė paskaitų ciklą ir skleidė informaciją apie AEI naudojimą energijai gaminanti verslo atstovams, studeniams ir moksleiviams.

Kaune buvo suorganizuotas tarptautinis seminaras *Naujos darnaus šildymo ir vésinimo sistemos*. Jame per 70 įvairių sričių specialistų išklausė 9 pranešimus. Buvo išanalizuota energetikos, centralizuoto ir vietinio pastatų šildymo Lietuvoje ir Europoje padėtis, aptartas atsinaujinančiųjų išteklių energijos veiksmų planas bei įvertinta AEI panaudojimo šildytu ir vésinti Europos technologinės platformos veikla. Pateikta EUBIONET III projekto vykdymo metu gauta biomasės panaudojimo šildytu ir vésinti apžvalga, įvertinta Europos kietojo biokuro standartų dabartinė padėtis bei pjuvenų granulių ENplus sertifikacijos eiga. Aptartos biomasės deginimo katilų technologijos Lietuvoje ir jų ateities perspektyva.

2011 m. gegužės 5 d. įvykusio LEI atvirų durų renginio metu laboratorijos



EUBIONET III projekto tarptautinio seminaro akimirkos

darbuotojai sulaukė daug lankytojų dėmesio. Svečiai buvo supažindinti su laboratorių veikla, turima ir planuojama įsigytų tyrimų įranga, saulės ir vėjo energetikos technologijų naudojimo principais.

2011 m. laboratorių darbuotojai paskelbė 4 straipsnius mokslo leidiniuose, atspausdinti 3 pranešimai tarptautinių konferencijų darbuose ir 4 pranešimai respublikinių konferencijų darbuose. Publikuoti 3 mokslo populiarinimo straipsniai. Tyrimų rezultatai pristatyti 2 tarptautinėse ir 1 respublikinėje moksline konferencijose.

**Prof. habil. dr. Vladislovas KATINAS**  
Atsinaujinančių energijos šaltinių  
laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401 841  
El. paštas [res@mail.lei.lt](mailto:res@mail.lei.lt)



Laboratorių lankytojai domisi AEI technologijų naudojimo ypatumais



# EFEKTYVAUS ENERGIOS NAUDOJIMO TYRIMŲ IR INFORMACIJOS CENTRAS

## PAGRINDINĖS CENTRO TYRIMŲ KRYPTYS:

- vykdant mokslinius tyrimus kaupti, analizuoti bei specialistams ir visuomenei perteikti efektyvių 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.

## ENERGIOS GAMYBOS BEI NAUDOJIMO EFEKTYVUMO LIETUVOJE TYRIMAI

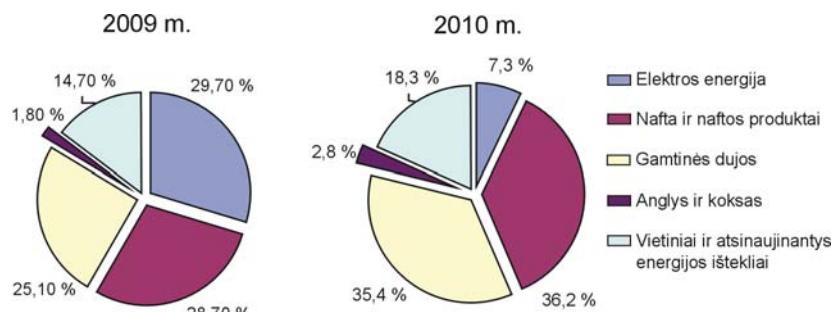
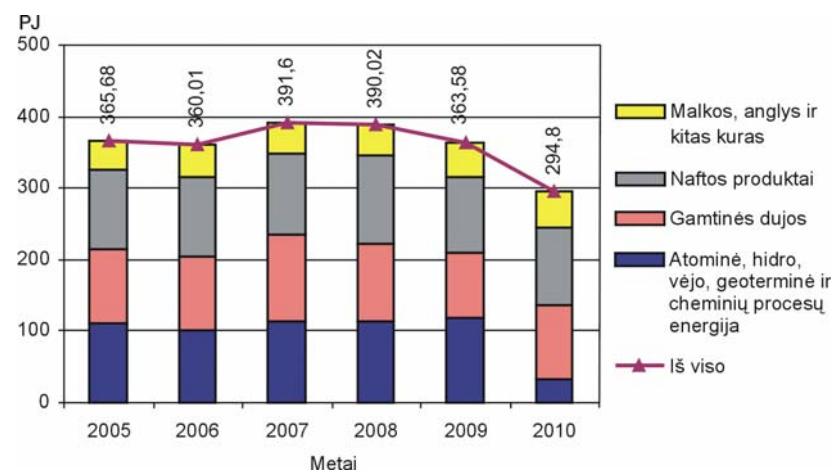
2011 m. buvo baigtas valstybės subsidijomis finansuotas mokslo tiriamasis darbas *Naujų energijos gamybos technologijų plėtra Lietuvoje bei energijos vartojimo efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių tyrimas*. Darbe pasirinkti pramonės, visuomeninių pastatų sektorai, kuriuose glūdi vienas didžiausių energijos taupymo potencialų.

Energijos gamybos bei vartojimo efektyvumo didinimas, atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo plėtra yra vienos prioritetinių energetikos plėtros strategijos krypčių tiek Lietuvoje, tiek Europos Sąjungoje.

Lietuvoje 2008 m. gruodžio 4 d. patvirtintas energijos efektyvumo veiksmų planas, parengtas vadovaujantis 2006 m. balandžio 5 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2006/32/EB dėl ener-

gijos galutinio vartojimo efektyvumo ir energetinių paslaugų nuostatomis.

Minėtame dokumente įvertintas esamas energijos taupymo potencialas,



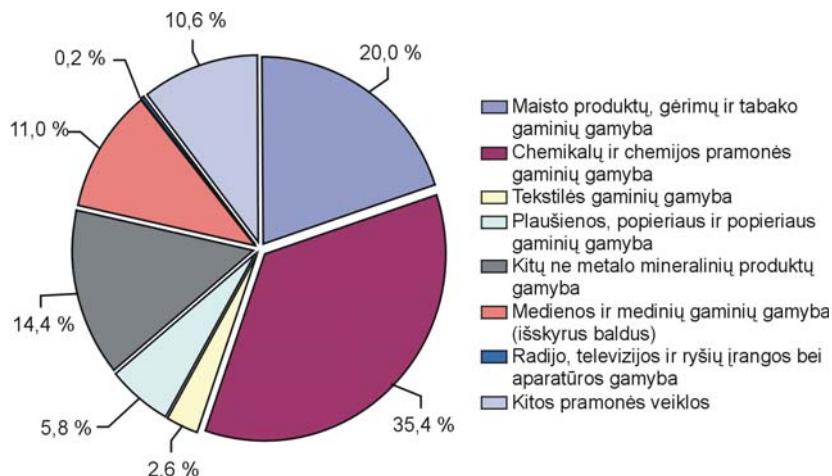
Kuro ir energijos išteklių bendrosios vidaus sąnaudos ir jų pasiskirstymas

nustatytos priemonės energijos vartojimo efektyvumui didinti, nustatyti nacionaliniai energijos taupymo rodikliai bei pateikta strategija, kaip numatoma šiuos rodiklius pasiekti.

Siekiant efektyviau vartoti energiją, mažinti CO<sub>2</sub> emisijas, labiau naudoti atsinaujinančiuosius energijos išteklius Europos Sajungoje, ES Parlamentas ir Taryba priėmė naujas direktyvas: 2009/28 EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančiuosius išteklių energiją ir 2010/31/ES dėl pastatų energetinio naudingumo.

Minėtuose dokumentuose tolesnis energijos vartojimo efektyvumo didinimas siejamas su naujomis technologijomis ir inovacijomis, leidžiančiomis gerokai efektyviau panaudoti vietinius, atsinaujinančiuosius, atliekinius energijos išteklius. Šių technologijų plėtra Lietuvoje padėtį įvykdys veiksmų plane numatytais nacionalinius energijos taupymo rodiklius.

Naujų technologijų diegimas sieja si su vartotojo informuotumu. Naujos technologijos bus mažai veiksmingos, jei bus neįmanoma įtikinti vartotojų jas taikyti. Anksčiau minėti Lietuvos ir ES dokumentai nurodo būtinumą didinti



*Pramonės galutinės energijos (šilumos, elektros, gamtinių duju, skysto kuro (mazutų), malkų ir medienos atliekų bei akmens anglų) pasiskirstymas pagal veiklas 2010 m.*

visuomenės informavimo veiklą. Būtina užtikrinti, kad vartotojai teisingai suprast energijos gamybos bei vartojimo efektyvumą lemiančius veiksnius. Tokios švietimo iniciatyvos turėtų būti pradedamos jau mokyklose. Lietuvoje šis procesas tik prasideda. Būtina sukurti specialias energetinio švietimo programas, kurias būtų galima integrnuoti į esamus mokymo programas. Visa tai galėtų suteikti postūmį darniam būsimų pagrindinių energijos vartotojų elgsenos kitimui.

Užbaigtame darbe pateikti duomenys apie 2006–2010 m. Lietuvos pramonės sektorius plėtrą, kuro ir energijos vartojimą bei didžiausius pramonės energijos vartotojus. 2010 m. duomenys palyginti su praėjusių metų ir ankstesniais laikotarpiais bei atlikta duomenų analizė.

Ataskaitoje pateikta teisės aktų (Europos Sajungos direktyvų, Lietuvos Respublikos įstatymų, Nacionalinių strategijų ir jų įgyvendinimo planų ir t.t.), reglamentuojančių atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo plėtrą, apžvalga.

Nustatyta, kad tik po Lietuvos Respublikos Valstybės kontrolės 2009 m. atlikto auditu ir 2010 m. sausio 15 d. pateiktos ataskaitos **Atsinaujinančių ener-**

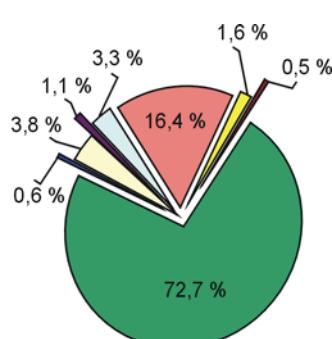
#### **gijos išteklių potencialo naudojimas**

**Lietuvoje** kritinių išvadų ir rekomendacijų patvirtinta Nacionalinė atsinaujinančiuosius energijos išteklių strategija ir jos įgyvendinimo 2010–2015 metų priemonių planas, patvirtintas LR Atsinaujinančiuosius išteklių energetikos įstatymas.

Pateikta užsienio šalyse jau veikiančių nedidelės galios (iki 2 MW<sub>e</sub>) biokogeneracinių jėgainių veiklos pastaraisais metais techninio ekonominio įvertinimo medžiaga, taip pat autorių atlirkas biokogeneracinės jėgainės ir šilumos siurblų kompresorinės galimos statybos Anykščių miesto Ažupiečių ir Žemės ūkio mokyklos centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje techninis ekonominis įvertinimas bei šilumos siurblų diegimo VšĮ Rokiškio psichiatrijos ligoninės katilinėje techninis ekonominis pagrindimas.

Parodyta, kad šilumos siurblų diegimas Lietuvoje nėra skatinamas jokiomis priemonėmis, o šiuo metu galiojanti elektros, kuri gaminama biokogeneracine jėgainėse, supirkimo kaina (30 ct/kWh, be PVM) yra per maža ir neužtikrina šių biokogeneracinių jėgainių rentabilumo.

Pagal atliko darbo rezultatus sudaryta biokogeneracinių jėgainių ir šilumos siurblų duomenų bazė.



- Biomasė
- Biodujos
- Biodegalai
- Durpės kurui
- Hidroenergija
- Cheminių procesų energija
- Vėjo energija
- Geoterminė energija

*Vietinių ir atsinaujinančių energijos išteklių pasiskirstymas bendrosiose vidaus sąnaudose 2010 m.*

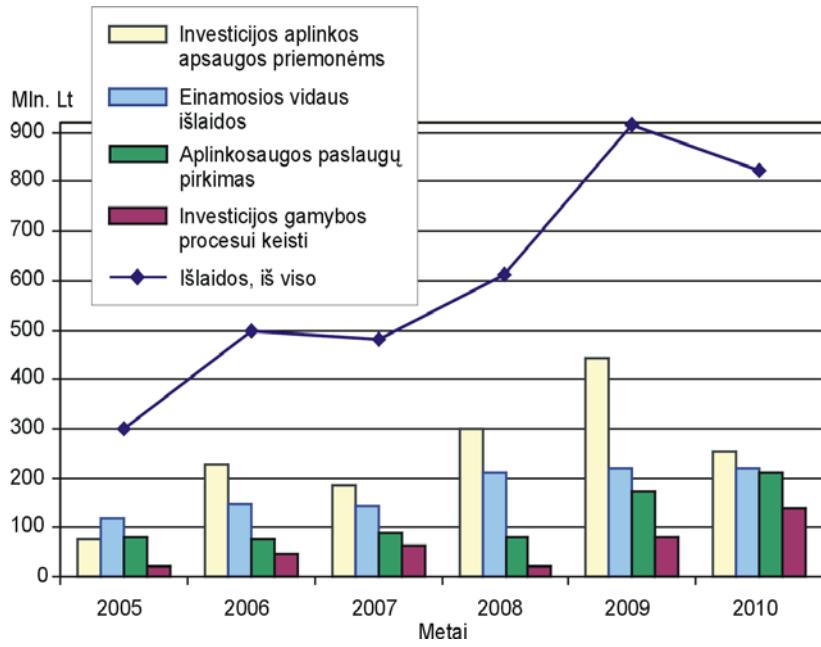
Pasirinktose mokyklose įvertintas esamas mokiniai žinių apie energetiką, energijos vartojimo efektyvumą, atsinaujinančius energijos išteklius lygis. Parengti ir mokymo proceso metu išbandyti Aktyvaus mokymo apie taupę energijos naudojimą paketai, kurie galėtų būti įdiegti į esamas mokymo programas. Surinkti ir įvertinti energijos suvartojimo stebėsenos pasirinktose mokyklose duomenys. Pateiktas mokyklų to paties laikotarpio vidutinių savaitinių specifinių energijos sąnaudų palyginimas bei atlikta gautų duomenų analizė.

## DALYVAVIMAS TARPTAUTINĖSE PROGRAMOSE



2011 m. pradėsti tarptautinio projekto ***Produktų ir procesų projektavimas energetiškai taupiems technologiniams įrenginiams, veikiantiems intelektinių prietaisų terpeje (DEMI)***, iš dalies finansuojamo ES 7-osios bendrosios moksliinių tyrimų, technologinės plėtros ir demonstracinių veiklos programos lėšomis, darbai. Vykdymo terminas: 2010-02-01 – 2013-02-01.

Pagrindinis projekto tikslas – papildyti esamas produktų ir procesų projektavimo sistemos naujomis funkcijomis, kurios leistų inžinieriams projektuoti energetiškai efektyvius ir ekologiškai optimalius atskirus gamybinius procesus. Šios funkcijos leistų išplėsti stebėsenos ir sprendimų priėmimo galimybes suprojektuojtiems ir įdiegtiems procesams bei padėtų minimizuoti/ optimizuoti gamybinių procesų ir įren-



Pramonės įmonių išlaidos aplinkos apsaugai, mln. Lt

ginių poveikį aplinkai jų gyvavimo laikotarpiu.

Gamintojai nemažai investavo į savo produktus ir paslaugas, kad jie būtų energetiškai efektyvūs. Tačiau trūksta informaciinių ir komunikacinių technologijų (IKT) pagrindu suskurtų sistemų bei priemonių, kurios patobulintų produkų ir procesų projektavimą, leisdamos atsižvelgti į energinį efektyvumą.

Vienas pagrindinių uždaviniių optimizuojant gamybinių procesų energijos sąnaudas (projektavimo stadijoje) – nustatyti ir pagerinti tų procesų energijos vartojimo charakteristikas. Tai galima pasiekti projektuojant aplinkos intelektu (intelektualiomis IKT priemonėmis) sukurtus gamybinių procesus. Toks gamybinių procesų projektavimas įgaliintų ir energinio efektyvumo kontrolės funkcijas.

Jvykdžius projektą numatoma suskurti bendrają metodiką ir esamoms projektavimo sistemoms lengvai pritaikomus tokius IKT komponentus:

- Energinių savybių selektorius (angl. k. Energy Dependency Selector), skirtą priešprojektinei analizei ir leidžiantį pa-

sirinkti įrenginį (įtaisą), kuris atitiks ir gamybinius, ir energinio efektyvumo reikalavimus visu projektuojamuoju proceso ar produkto gyvavimo ciklu. Tuo tikslu bus taikoma TRIZ metodika (rus. k. santrumpa, verčiama kaip išradybinių uždaviniių sprendimo teorija) ir ekoprojektavimo principai.

- Energijos stebėsenos sistemą (angl. Energy Monitoring Setup), skirtą projektuoti ir parinkti aplinkos intelektu parametas technologijas ir kitas matavimo sistemas užtikrinančias įdiegto gamybiniu proceso energinį efektyvumą.
- Energijos analizatorių (angl. Energy Analyser), vykdantį gamybinių proceso ir įrangos energinio efektyvumo optimizaciją.
- Energijos simuliatorių (angl. Energy Simulator), skirtą modeliuoti gamybinių procesų ir įrangos projektavimo variantus ir įvertinti jų energijos sąnaudas.

Projekto metu esamas produkty gamybos ir gamybinių procesų projektavimo sistemas numatoma papildyti minėtais IKT komponentais. Tokiomis papildytomis projektavimo sistemomis gauti sprendiniai 2011 m. buvo patikrinti naudojant realių gamybinių procesų duomenis. Naujų pramoninių procesų projektiniai sprendimai turėtų užtikrinti bent 15 % mažesnes energijos sąnaudas.



### **Energetikos alternatyvos viešajame sektoriuje – darnios energetikos strategija kaip regioninės plėtros galimybė (PEA) projektas**

2011 m. LEI Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras bei Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratorija su 21 partneriu iš 6 Baltijos jūros regiono šalių (Vokietijos, Estijos, Lietuvos, Latvijos, Lenkijos ir Suomijos) toliau vykdė 2010 m. pradėtą tarptautinį Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. programos **Public Energy Alternatives – Sustainable energy strategies as a chance for regional development (PEA)** projektą. Be LEI, savo atski-

rais biudžetais projektą vykdė dar 4 Lietuvos institucijos: VšĮ Ignalinos atominės elektrinės regiono plėtros agentūra, Ignalinos rajono savivaldybės administracija, Visagino savivaldybės administracija bei Zarasų rajono savivaldybės administracija. Projekto trukmė 3 metai. Projektą iš dalies finansuoja Europos Sajunga (Europos regionų vystymo fondas).

Projekto tikslas – skatinti regionų plėtrą gerinant jų energetinę būklę, sprendžiant energijos taupymo ir efektyvaus energijos naudojimo uždavinius. Projektą bendrai vykdo 11 visuomeninės valdžios organų, 7 mokslinės institucijos bei 3 partneriai, vykdantys pagrindinius projekto tikslus, taikant trigubo „spiralinio“ bendradarbiavimo principą, kaupiant bei pasidalinančių žiniomis ir patirtimi skirtingais – horizontaliu ir vertikaliu – lygiais. PEA uždavinys yra sukaupti, pasikeisti tarpusavyje bei išplėtoti pažangias energetikos technologijas, pertekliai įgytą patirtį visam Baltijos jūros šalių regionui (BSR). Tuo tikslu buvo sukurti nauji mokymo moduliai su energetika susijusiam vadovaujančiam ir vykdančiam personalui, įpareigotam įvykdinti ir toliau plėtoti regioninę strategiją bei priemones.

Kaip numatyta projekte, IAE regione buvo parengti kelių viešųjų pastatų renovacijos techniniai projektais, leidžiantys

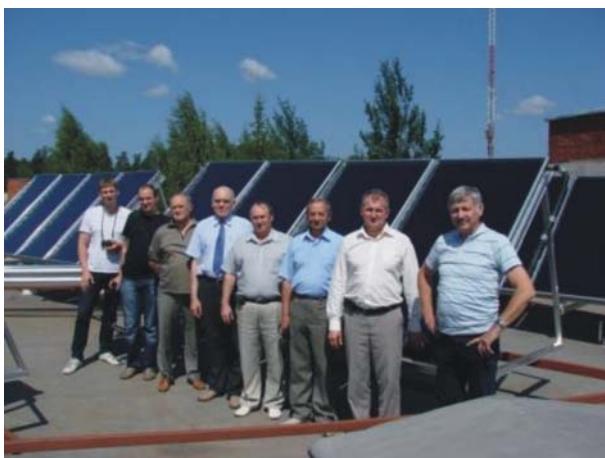
įvertinti energijos taupymo potencialą, įrodantys pastatų renovacijos būtinumą. Savivaldybės, vykdydamos projektą, ant kelių viešosios paskirties pastatų įrengė saulės kolektorius, kurie tapo pirmosios (bandomojioms) investicijomis panaudojant alternatyvią saulės energiją regiono viešajame sektoriuje. Projekto metu tikslingai panaudotos investicijos įrodė, kad regione įmanoma panaudoti alternatyvių energijos potencialą. Vykdant projekto tikslus, 2011 m. birželio 15 d. Ignalinos rajono Dūkšto mieste iškilmingai pristatyti saulės kolektorių sistemos įrengimai, sumontuoti ant katilinės stogo. Investicinio projekto pristatyyme dalyvavo Ignalinos rajono meras Bronis Ropė, mero pavaduotojas Henrikas Šiaudinis, administracijos atstovai ir asmenys, atsakingi už projekto vykdymą, rangovai, atlikę projektavimo ir įrengimo darbus, projekto partneriai iš IAE regiono plėtros agentūros, Lietuvos energetikos instituto, Visagino ir Zarasų rajono savivaldybių bei UAB Ignalinos šilumos tinklų atstovai. Projekto siekis buvo aprūpinti Dūkšto miesto gyventojus karštu vandeniu kiekvieną dieną. Prieš vykdant projektą karštą vanduo dūkštiečiams buvo tiekiamas centralizuotai tik poilsio ir švenčių dienomis. Tai yra vienas pavyzdinių projekto Lietuvoje, kai saulės energija naudojama karštam vandeniu ruošti centralizuoto vandens

**Baltijos jūros regiono 2007 – 2013 m. programos projektas „Viešosios energetikos alternatyvos. Saulės kolektorių sistemos įrengimas Dūkšto katilinėje“**

Vakuuminė saulės kolektorių sistema, naudojanti atsinaujinančių energijos šaltinių - saulės energiją.  
Instaliuota saulės kolektorių galia 57,46 kW.  
Numatomos pagaminti 84 MWh šiluminės energijos per metus.

Paramos paviešinė: Ignalinos rajono savivaldybės administracija  
Rengėvės: UAB „Castrade“  
Logos: PEA Public Energy Alternatives, Baltic Sea Region (European Regional Development Fund)





Tarptautinio PEA projekto dalyviai ir jų veiklos rezultatai diegiant saulės kolektorius IAE regione (Dūkšte ir Visagine)

tiekimo sistemoje. Projektui vykdysti panaudotos Europos Sąjungos fondų lėšos. Projekto vertė – 348 tūkst. Lt.

Visa PEA projekto veikla yra perio- diškai vertinama, taip užtikrinant aukštą rezultatų ir darbo kokybę. Galutinis darbo rezultatas yra Regioninės energetikos strategijos parengimas bei numatyti priemonių įgyvendinimas, taip pat Baltijos šalių energetikos strategijų rinkinys.

LEI uždavinys rengiant regiono strategiją buvo parengti esamos padėties įvertinimo studiją, nusakančią regiono problemas, stipriąsias ir silpnąsias regiono plėtros galimybių pusės, bei konsultuoti partnerius energijos vartojimo efektyvumo klausimais, pritaikant naujas efektyviąs energijos gamybos bei varto- jimo technologijas.



### **Baltijos jūros regiono bioenergetikos skatinimo projektas**

2011 m. kartu su Šiluminių įrenginių tyrimų ir bandymo laboratorija buvo tėsiamas tarptautinis projektas, iš dalies finansuojamas ES Baltijos jūros regiono programos lėšomis. Projekto partneriai iš 10 Baltijos jūros regiono šalių. Projekto vadovas – Švedijos energetikos agentūra. Pagrindinis visų projekte dalyvaujančių partnerių darbo tikslas – visoke- riopai skatinti bei padėti plėtoti bioener- gijos gamybą bei vartojimą Baltijos jūros regiono šalyse. Projekto vykdymo

laikotarpis 2009–2011 metai. 2011 m. sukaupti statistikos duomenys apie biomasės potencialą, jo panaudojimą Lietuvoje. Įvertinti ES ir Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys bei skatinantys bioenergijos gamybą. Įvertintas darnumo kriterijų taikymas plėtojant bioener- getiką, pateikti pasiūlymai dėl biokuro plėtros Lietuvos energetikos sektoriuje.

Pagal vykdytų darbų temas 2011 m. surengti 3 seminarių, tyrimų rezultatai publikuoti 3 moksliniuose straipsniuose, perskaityti 3 moksliniai pranešimai konferencijoje.

**Dr. Romualdas ŠKĖMA**  
Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų  
ir informacijos centro vadovas  
Tel. (8 37) 401 802  
El. paštas [skema@mail.lei.lt](mailto:skema@mail.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.

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

- Elektros energetikos sistemų (EES) matematinis modeliavimas, parametru tyrimas ir jvertinimas;
- 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 problemos;
- EES valdymo ir plėtros bei elektros energijos vartojimo ekonominio efektyvumo analizė.

valdymo rajono apsaugos sistema (angl. *WAPS – Wide Area Protection System*).

Siekama realiuoju laiku apdoroti daugiau informacijos (telematavimų, telesignalų) iš įvairių EES objektų ir pagal ją:

- 1) suformuoti EES būseną atitinkančius valdymo poveikius ir perduoti juos EES valdymo įrenginiams;
- 2) parinkti optimalius apsaugos ir valdymo automatikos įtaisų nuostatus.

Siekama nustatyti optimalų EES centralizuoto ir decentralizuoto valdymo santykį, didinant decentralizuoto valdymo dalį. EES kuriamos lanksčiosios kintamosios srovės perdavimo sistemos (angl. *FACTS*) – galios elektronikos įrenginių, didinančių tinklų pralaidumą ir EES darbo stabilumą. Tobulesnis valdymas didina ekonominį EES veiksmingumą, mažina avarinių įvykių riziką, leidžia nustatyti avarijos vietą nacionalinėje sistemoje ar išvengti jos išplitimo jungtinėje sistemoje. Atsižvelgdami į šiuos EES plėtros dėsningsumus, laboratorijos mokslininkai atlikdami tyrimus taiko naujus požiūrius ir metodus.

Sparčiai plėtojantis IRT, elektros energetikos sistemoose daugėja valdymo ir apsaugos techninių priemonių bei intelektinių elektroninių valdiklių (angl. *IED – Intelligent Electronic Device*). EES valdymo algoritmai tampa sudėtingesni,

nes reikia suderinti šiu priemonių veikimą taip, kad EES režimas būtų valdomas nepažeidžiant ribinių parametru bei koordinuojamas visoje jungtinėje sistemoje. Taikoma globalinė padėties nustatymo sistema (GPS) ir ja grindžiama didelio

2011 m. laboratorija vykdė sutartinius mokslo tiriamuosius darbus 2 Lietuvos Respublikos ūkio subjektams.

AB *LESTO* užsakymu atliktoje studijoje ***Skirstomųjų tinklų Utenos regiono Molėtų teritorinio skyriaus 10 kV oro linijų patikimumo studija*** buvo siekiama optimaliomis priemonėmis padidinti Utenos regiono Molėtų teritorinio skyriaus 10 kV skirstomojo tinklo patikimumą. Darbas vykdytas kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorija bei UAB Energetikos tinklai institutu. Atlikta elektros tiekimo nutraukimų Molėtų skyriaus 10 kV skirstomajame tinkle 2005–2009 m. statistinė analizė pagal užsakovo pateiktus nutraukimų registravimo duomenis. Analizės tikslas buvo iš statistikos duomenų nustatyti tinklų patikimumui ir jų kitimo tendencijoms reikšmingus dėsninumus. Duomenys analizuoti pagal atskirus laikotarpus (metus, mėnesius), priežastinius įvykius ir paveiktus/pažeistus tinklų įrenginius. Ištirtas atskirų 10 kV skirstyklų ir transformatorinių bei linijų pažeidimų dažnumas bei patikumas, sudarytas avaringiausių linijų sąrašas, pateiktos statistinės analizės išvados.

Siekiant automatizuotai įvertinti skirstomųjų tinklų patikimumą, optimi-

zuoti jų plėtrą ar rekonstrukciją ir pasiekti pageidaujamą patikumo lygį bei įvertinti reikiamas investicijas, buvo sukurtas specialus matematinis modelis ir atitinkama kompiuterinė programa ETPA (*Elektros tinklo patikumas ir atnaujinimas*). Joje sujungtos programos *Microsoft Office Excel 2007* ir programų kūrimo bei valdymo paketo *Microsoft Visual Basic* galimybės. ETPA programa parengtas Molėtų skyriaus 10 kV skirstomojo tinklo atnaujinimo scenarijus, įvertinant išlaidas pageidaujamam patikumo lygiui pasiekti optimaliomis priemonėmis.

UAB *VEVP* užsakymu vykdytas ***Perdagimo tinklo stabilumo ir įtampos lygių tyrimas įjungus didelės galios vėjo elektinių parką*** projektas. Ateityje UAB *VEVP* planuoja Telšių rajone statyti apie 200 MW galios vėjo elektrinių parką. Įdiegiant nemažą (palyginti su Lietuvos EES apkrova) vėjo generacijos kiekį, sutelktą gana mažame plote, būtina įvertinti parko įtaką Lietuvos EES darbui.

Studijoje ištirtas Lietuvos EES statinis ir dinaminis stabilumas, įtampų lygijai bei svyravimai. Pagal skaičiavimo rezultatus nustatytos įtampų stabilumo atsargos bei įtampoms valdyti reikalin-

gas papildomas reaktyviosios galios kompensavimas prijungus parką prie 330 kV elektros perdvavimo linijos Mūša-Telšiai. Skaičiavimai atlikti ***SIEMENS*** gamintojo ***SWT-2.3-101*** tipo vėjo elektinių modeliais; kitame etape numatyta atlikti tyrimą su ***SINOVEL*** gamintojo ***SL3000-113*** tipo vėjo elektrinėmis. Studijos techninė užduotis ir rezultatai suderinti su suinteresuotaja šalimi AB ***Litgrid***.



Lietuvos  
mokslo  
taryba

Pagal Nacionalinę mokslo programą **Ateities energetika** vykdytas projektas ***Energetikos sistemų patikimumo ir jo įtakos energetiniam saugumui vertinimo metodika bei tyrimas*** (kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkais). Projekto tikslas – sukurti vieningą Lietuvos energetikos sistemų patikimumo vertinimo metodiką ir patikimumo matematinius modelius ir įvertinti patikimumo įtaką energetiniam saugumui. Energetikos sistemos pagrindiniai elementai yra elektros, silumos, dujų ir naftos perdvavimo tinklai.

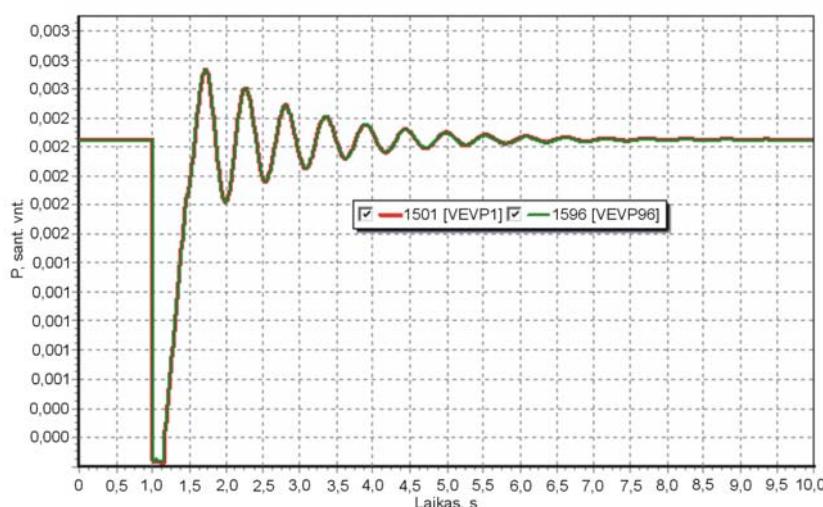
Šiame projekte buvo sprendžiami trys uždaviniai:

**1 uždavinys.** Elektros tinklų, elektros tiekimo patikimumo bei rizikos vertinimo metodikos ir patikimumo modelių sukūrimas bei tyrimas.

**2 uždavinys.** Šilumos tinklų patikimumo vertinimo metodikos ir patikimumo modelių sukūrimas bei tyrimas.

**3 uždavinys.** Dujų ir naftos tiekimo tinklų patikimumo vertinimo metodikos ir patikimumo modelių sukūrimas bei tyrimas.

2010–2011 m. laboratorija sprendė 1-ajį uždavinį. Kuriant bendrają EES patikimumo vertinimo metodiką buvo



Vėjo elektinių generatorių aktyviosios galios kitimas (1 snt.vnt. = 1000 MW) įvykus trifaziam trumpajam jungimui vėjo elektinių parko 30/330 kV skirstyklės 330 kV pusėje

siekiama išplėtoti specialius metodus bei sukurti metodikas, skirtas:

- atskirų EES (tinklo) įrenginių patikimumui;
- visos EES patikimumui;
- EES darbo režimams modeliuoti;
- pagrindinėms elektros energijos tiekimo charakteristikoms vertinti.

Sukurta patikimumo vertinimo metodika vadovaujasi tiek klasikine patikimumo teorija ir metodais, tiek naujai plėtojamais parametriniais ir neparametriniai tikimybinio bei statistinio vertinimo metodais. EES patikimumo vertinimo metodiką bus galima taikyti pagal realius duomenis. Projekto vykdymo metu išplėtota inovatyvi elektros tinklų patikimumo ir rizikos vertinimo metodika bei programinė įranga tinklo atskiriems mazgams ir integralinėms patikimumo charakteristikoms vertinti, galimoms avarijoms analizuoti bei jų pasekmėms nustatyti. Šia įranga atliki bandomieji skaiciavimai.

Sukaupta patirtis ir sukurti EES atskirų dalių patikimumo vertinimo bei analizės metodai leidžia kokybiškai naujai vertinti EES patikimumą, t. y. integruotą sistemos patikimumą, kai įvertinama atskirų jos dalių tarpusavio sąveika ir įtaka visos EES patikimumui.

Laboratorijos darbuotojai kartu su Branduolinių įrenginių saugos bei Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijų mokslininkais baigė vykdyti trejų metų valstybės subsidijomis finansuotą mokslo tiriamąjį darbą **Lietuvos energetinio saugumo tyrimas**. Jo tikslas buvo sukurti energetinio saugumo vertinimo metodiką ir indikatorių sistemą ir sujomis įvertinti Lietuvos energetinį saugumą iki 2025 m., taip pat pagal energetinį saugumą palyginti įvairius Lietuvos energetikos plėtros scenarijus bei Lietuvos energetinį saugumą su kai kurių ES šalių saugumu.

Darbo ataskaitoje pateikti energetikos sistemos saugumo vertinimo prin-

cipai ir sukurta energetinio saugumo analizės metodika. Atlikta energetikos sistemos grėsmių analizė ir išsami trikdžių analizė, pateikiamas trikdžių plėtojimosi modelis bei energetinės sistemos modeliavimas ekonometriniais bei tikimybiniais modeliais, sukurtas energijos tiekimo saugumo lygio įvertinimo indikatoriais skaičiavimo algoritmas. Laboratorijos mokslininkai aktyviai dirbo sudarėjant EES indikatorių sąrašą bei jiems parenkant svarbos koeficientų reikšmes, atliko sistemos darbo

bus optimizacinis, t. y. atitinkantis minimalias produkto gamybos ir naudojimo ar proceso palaikymo sąnaudas. Pavyzdinės technologijos, kurias apima *DEMI* projektas, yra suspausto oro tiekimo sistema (mažinamos elektros sąnaudos), plastikinio liejinio aušinimo sistema (mažinamos cirkuliacinės aušinimo sistemos elektros sąnaudos) ir metalurginių gaminių terminio grūdinimo procesas (mažinamos duju sąnaudos).

*DEMI* projekto sistema kuriama kaip automatizuota informacinių sistemos, kurių sudaro minėtosios kompiuterinės programos ir duomenų bankas, tarpusavyje komunikojantys per internetines sąsajas į paslaugas orientuotos architektūros (*SOA – service-oriented architecture*) principu.

Laboratorija 2011 m. prisiėjo prie *DEMI* projekto koncepcijos tikslinimo ir projekto sistemos specifikacijų (pagrindinių techninių reikalavimų) sudarymo. Kaip ir dauguma inovatyvių IRT projektų, *DEMI* pateko į didesnės rizikos projektų grupę ir buvo tikrinamas Europos Komisijoje Briuselyje. Laboratorijos atstovas, kartu su kitais LEI atstovais, pristatė projekto tarpinius rezultatus, o Komisijos pareigūnai bei ekspertai pritarė projekto eigai.

2011 m. birželio 28 d. Lietuvos energetikos institutui tapus išmaniju technologijų asociacijos (ITA) nariu, laboratorijos darbuotojai aktyviai dalyvauja jo veikloje, siekdamai prisiėti prie išmaniojo tinklo koncepcijos kūrimo bei jo plėtros Lietuvoje.

2011 m. atlikų tyrimų rezultatai paskelbti dviejose tarptautinėse konferencijose bei pateikti trys straipsniai recenzuojamiems mokslo leidiniams.

**Dr. Virginijus RADZIUKYNAS**  
Sistemų valdymo ir automatizavimo  
laboratorijos vadovas  
Tel. (8 37) 401 943  
El. paštas [virginijus@mail.lei.lt](mailto:virginijus@mail.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 jūra) kaupimas ir analizė.

## TYRIMŲ OBJEKTAI IR UŽDAVINIAI

Svarbiausi laboratorijos tyrimų objektai – Lietuvos upės ir ežerai, Kuršių marios bei Baltijos jūra. Ekstremalūs gamtos reiškiniai – klimato atšilimas, audros, potvyniai ir ūkinė veikla (energijos gamyba, laivyba, tvenkiniai) lemia šių vandens telkinių būklę. Todėl vandens telkinių būklės pokyčių vertinimas yra vienas svarbiausių 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;
- upių potvynių kaitos analizė;
- ūkinės veiklos vandens telkiniuose poveikio aplinkai vertinimas bei gamtosaugos priemonių pagrindimas;
- naujų ir rekonstruojamų jūrų uostų poveikis aplinkai;
- jūrų uostų ir vandens kelių eks-

- ploatacija užtikrinant laivybos gylį;
- krantinių saveikos su vandens tėkme tyrimas ir optimalių konstrukcijų parinkimas;
- gamtosaugos sąlygų vertinimas naudojant vandens telkinius įvairiems tikslams;
- nuotekų sąmaišos ir sklaidos nustatymas kritinėmis vandens telkinių sąlygomis;
- hidrologinių ir hidrodinaminių procesų jautrumo ir neapibėžtumo analizė.

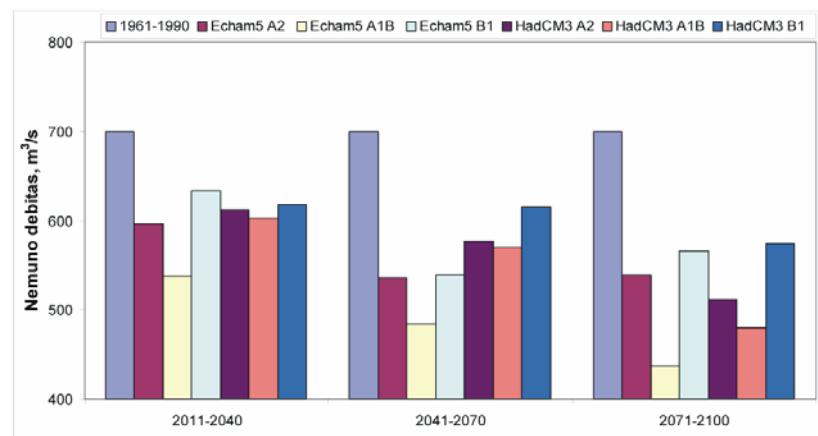
Hidrologijos laboratorija vykdo fundamentinius ir taikomuosius tyrimus aplinkos inžinerijos srityje. Šių tyrimų pagrindas – gausūs, daugelį metų Hidrologijos laboratorijoje kaupti hidrografiniai, hidrologiniai, morfometriniai ir meteorologiniai duomenys bei modernios skaitmeninio modeliavimo programos (bangų, hidrodinaminių ir nešmenų pernašos procesų, taršos sklaidos modeliavimo sistema MIKE 21, sukurta Danijos hidraulikos institute, hidrologinių procesų modelis HBV, sukurtas Švedijos

meteorologijos ir hidrologijos institute bei geografinės informacinės sistemos GIS). Tai leidžia spręsti svarbiausius aplinkosaugos uždavinius vertinant ūkinės veiklos poveikį aplinkai ir pagrindžiant gamtosaugos priemones.

Pastarajį dešimtmetį laboratorijoje vykdomi darbai, susiję su klimato kaitos įtakos vandens ištakliams vertinimu. Nuo 2010 m. vykdomas valstybės biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas **Kuršių marių hidrologinio režimo pokyčių dėl gamtinių ir antropogeninių veiksninių tyrimai** (vadovas prof. B. Gailiušis). Kuršių marių hidrologinis režimas ir vandens kokybė turi didelės įtakos Baltijos jūros būklei. Kuršių marios yra saugomas vandens telkinys pagal NATURA 2000 planus. Šio telkinio vandens būklė priklauso nuo gamtos sąlygų (oro temperatūros bei kritulių), upių, įtekančių į marias, hidrologinio režimo ir pasikeitusio sąsiaurio pralaidumo gilinant Klaipėdos uostą. Norint plėsti Klaipėdos uostą, pirmiausia reikėtų žinoti galimus Kuršių marių vandens balanso pokyčius klimato

keitos ir antropogeninių veiksnių fone. Vadovaujantis hidrologinių ir meteorologinių duomenų baze, suskaičiuotas daugiametis Kuršių marių vandens balansas 1961–2007 m. laikotarpiu.

Norint įvertinti galimus Kuršių marių vandens balanso pokyčius XXI amžiuje, pirmiausia reikia atlirkti vandens balanso elementų (suminės upių prietaikos, krituliu, išgaravimo bei vandens apykaitos per Klaipėdos sąsiaurį pokyčių) prognozę. Nemuno prietaka yra pagrindinė Kuršių marių vandens balanso pajamų dalis, todėl taikant HBV kodą ir 1961–1990 m. laikotarpio paros duomenis iš 10 vandens matavimo ir 14 meteorologijos stotčių sukurtas Nemuno iki žiočių hidrologinis modelis. Echam5 bei HadCM3 globalios cirkuliacijos modelių (toliau tekste GCM) išvesties duomenys pagal A2, A1B ir B1 emisijų



1 pav. Nemuno prietaka į Kuršių marias pagal du klimato kaitos modelius ir tris emisijų scenarijus 2011–2100 m. laikotarpiu, palyginta su klimatinės normos laikotarpio (1961–1990 m.) prietaka

scenarijus pritaikyti Lietuvos teritorijai, perskaičiuojant juos iš mėnesio į paros žingsnį. Taikant sukurtą nuotekio modelį bei klimato kaitos duomenis, sumodeliuota Nemuno prietaka į Kuršių marias 2011–2100 m. laikotarpiu pagal du kli-

mato kaitos modelius ir tris emisijų scenarijus (1 pav.). Vidutiniškai pagal visus 6 klimato scenarijus 2071–2100 m. laikotarpiu vidutinis metinis Nemuno upės debitą bus  $517 \text{ m}^3/\text{s}$ , t. y.  $178 \text{ m}^3/\text{s}$  arba 25,6 % mažesnis už foninio laikotarpio



2 pav. Tarptautinės konferencijos **Smalininkų vandens matavimo stoties reikšmė krašto istorijoje** dalyviai prie Smalininkų vandens matavimo stoties 2011 m. rugsėjo 24 d.

debitą. Prognozuojant nuotekį pastebėta, jog prietakos kaitą jvairiais laikotarpiais lemia ne tik emisijų scenarijai, bet ir pasirinktas globalus klimato modelis.

2010 m. laboratorijos mokslininkai kartu su Branduolinių įrenginių saugos ir Kompleksinių energetikos tyrimų laboratorijų darbuotojais pradėjo vykdyti mokslo tiramajį darbą (finansuotą biudžeto subsidijomis) ***Procesų sudėtiniose techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemos analizė, taikant geriausio įverčio metodologiją*** (vadovas habil. dr. A. Kaliatka). 2011 m. buvo atlikti Kuršių marių vandens balanso neapibrėžtumų tyrimai, taikant geriausio įverčio metodologiją.

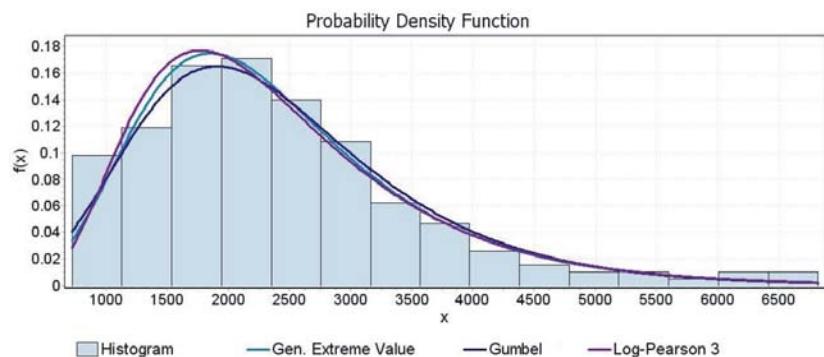
## UPIŲ NUOTĖKIO KAITOS TYRIMAI

Laboratorijoje buvo vykdomi darbai, susiję su upių nuotekio kaitos įvertinimu tiek praeityje taikant statistinės analizės metodus, tiek ateityje taikant hidrologinj modeliavimą ir klimato kaitos scenarijus. Upių nuotekio kaitos vertinimas neįmanomas be vandens matavimo stociai duomenų. 2010 m. Europos hidrologai šventė hidrologinių tyrimų dvių šimtų metų jubilieju. Lietuvoje ilgiausiai veikianti vandens matavimo stotis yra Smalininkuose prie Nemuno. Šios stoties duomenų eilutės apima 1811– 2011 m. laikotarpį. 2011 m. Lietuvos hidrologai minėjo seniausios matavimo stoties 200 metų jubiliejų, surengdami Smalininkuose tarptautinę konferenciją *Smalininkų vandens matavimo stoties reikšmė krašto istorijoje* (2 pav.). LEI Hidrologijos laboratorijos mokslininkai M. Lasinskas, J. Jablonskis, B. Gailiušis ir kiti jau daugelį metų tūria Nemuno ir kitų upių nuotekio kaitos tendencijas, vadovaudamiesi daugiaumečiais upių hidrometrinių tyrimų duomenimis.

## TARPTAUTINIS BENDRADARBIAVIMAS

Laboratorijos darbuotojai kartu su 23 Europos šalių mokslininkais dalyvauja COST ES0901 ***Europinės procesų potvynių dažnio įvertinimui*** (2009–2013) projekte. Laboratorijos darbuotojai prisideda prie dviejų darbo grupių „Statistinių metodų, skirtų potvynių dažnio charakteristikų nustatymui, įvertinimas“ ir „Aplinkos pokyčių įtaka potvynių dažnio vertinimui“ veiklos. 2011 m. įvyko du COST veiklos dalyvių susitikimai, kuriuose aptarta bendra

vykdomy darbų metodika, įvertinant Europos potvynių kaitos tendencijas. Europos šalių mokslininkai pristatė COST veiklos rezultatus tarptautinėje EGU 2011 Leonardo konferencijoje *Potvyniai kaip 3D: procesai, modeliai, prognozės* (Floods in 3D: Processes, Patterns, Predictions). LEI Hidrologijos laboratorijos darbuotojos J. Kriaučiūnienė ir D. Šarauskienė perskaitė pranešimą „Lietuvos upių pavasario potvynio dažnio analizė“ (3 pav.).



3 pav. Nemuno maksimalių debitų pasiskirstymas pagal 3 tikimybinius pasiskirstymo dėsnius



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

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

Pagrindiniai EurAqua tikslai:

1. Dalyvauti formuojant vandenu tyrimo politiką Europos Sąjungoje.
2. Suformuoti bei siūlyti svarbiausias ir aktualiausias vandens išteklių tyrimo temas, kurios galėtų būti įtrauktos į BP kvietimus.
3. Sudaryti konsorciumus iš EurAqua mokslo institucijų, rengiant bendrus pasiūlymus BP projektams.
4. Rengti mokslinius straipsnius ir technines apžvalgas, apimantčias visas Europos vandens išteklių tyrimų problemas.
5. Organizuoti konferencijas aktualiausiais klausimais (klimato kaitos įtaka vandens ištekliams, potvynių analizė ir prognozė Europoje ir kt.).

2011 m. spalio 21–22 d. įvyko XXXVI EurAqua narių susitikimas, kurio metu aptartos Europos vandens išteklių naujomo kryptys bei politiniai aspektai, numatytos aktualios kryptys naujoje mokslinių tyrimų ir inovacijų programe *Horizontas 2020*, susijusios su aktualiausiomis gélo vandens naudojimo ir apsaugos problemomis.

## 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 geografijos bei Botanikos institutais. Siekiant sukurti šiuolaikinę infrastruktūrą bendrosioms



Lietuvos jūrinio sektoriaus mokslinių tyrimų, studijų ir technologinės plėtros reikmėms, Hidrologijos laboratorija įsitraukė į asociacijos *Baltijos slėnis* veiklą. Integravus mokslo, studijų ir verslo slėnio Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai pirmasis ir svarbiausias uždavinys – sutelkti jūrinio mokslo ir studijų institucijas bei padalinius. Slėnio kūrimo iniciatorių: 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.

## PAGRINDINIAI LABORATORIJOS TAIKOMIEJI DARBAI

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

- VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos užsakymu rengiamos Klaipėdos valstybinių jūrų uosto laivbos kanalo gilinimo ir platinimo paruošiamųjų darbų: poveikio aplinkai vertinimo, gilinimo darbų



Senasis Šventosios uostas

- techninio projekto ir inžinerinių geologinių tyrimų ataskaitos;
- VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos užsakymu rengiama Šventosios valstybinio jūrų uosto atstatymo poveikio aplinkai vertinimo (PAV) ataskaita;
  - AB Lietuvos energija užsakymu koreguotos Kauno hidroelektrinės tvenkinio eksploatacijos taisyklės;
  - Klaipėdos universiteto užsakymu atliktas grunto gramzdinimo vietų sąlygų modeliavimas Baltijos jūroje.

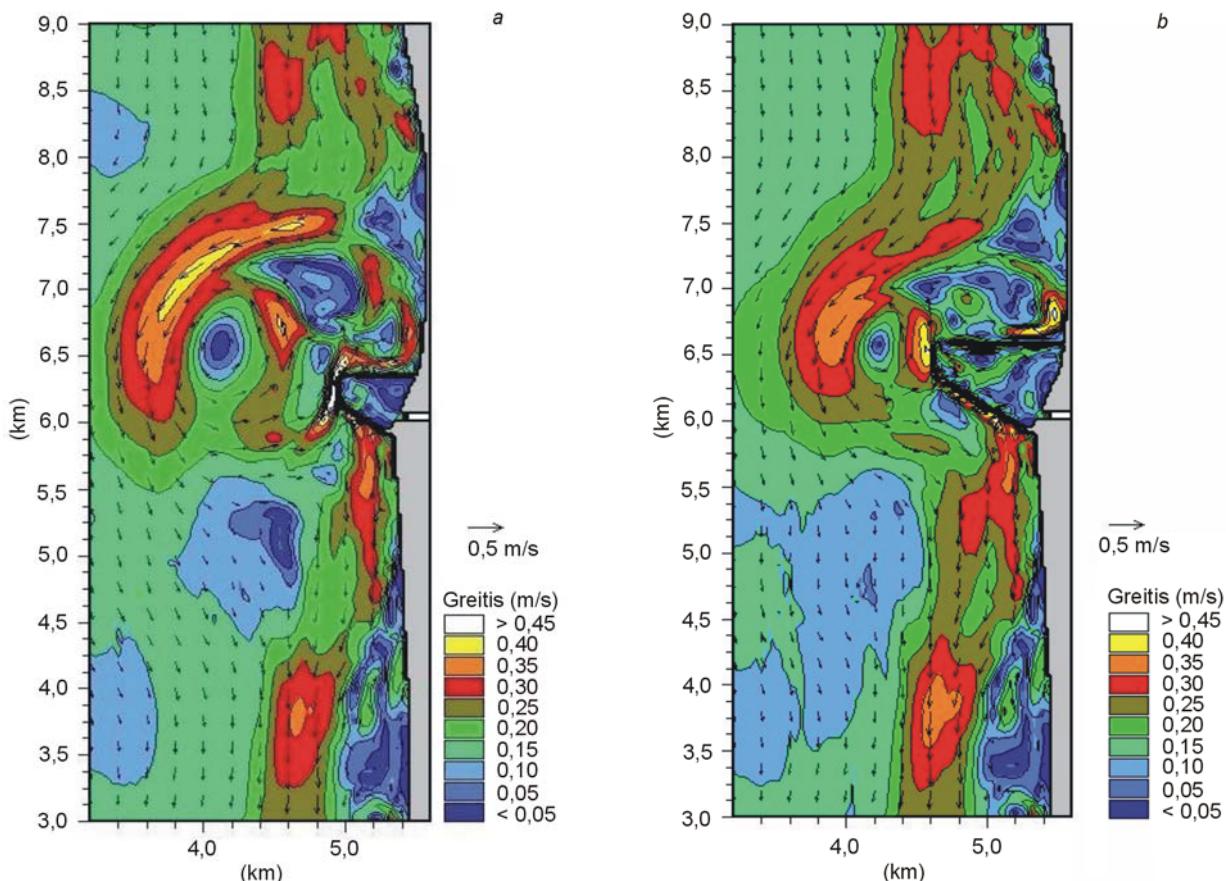
MIKE 21 modelių sistema buvo taikyta Klaipėdos ir Šventosios jūrų uostų plėtros projektuose vertinant jų poveikį aplinkai ir laivybos sąlygas. Svarbiausiai uždaviniai yra šie: laivybos kanalo gili-

nimas, krantinių statyba ir rekonstrukcija. Taikant hidrodinaminį modelį, planinė krantinių ir molų padėties parenkama taip, kad jų įtaka tėkmės režimui būtų minimali ir neatsirastų naujų dugno ir krantų erozijos židinių ekstremaliomis hidrometeorologinėmis sąlygomis.

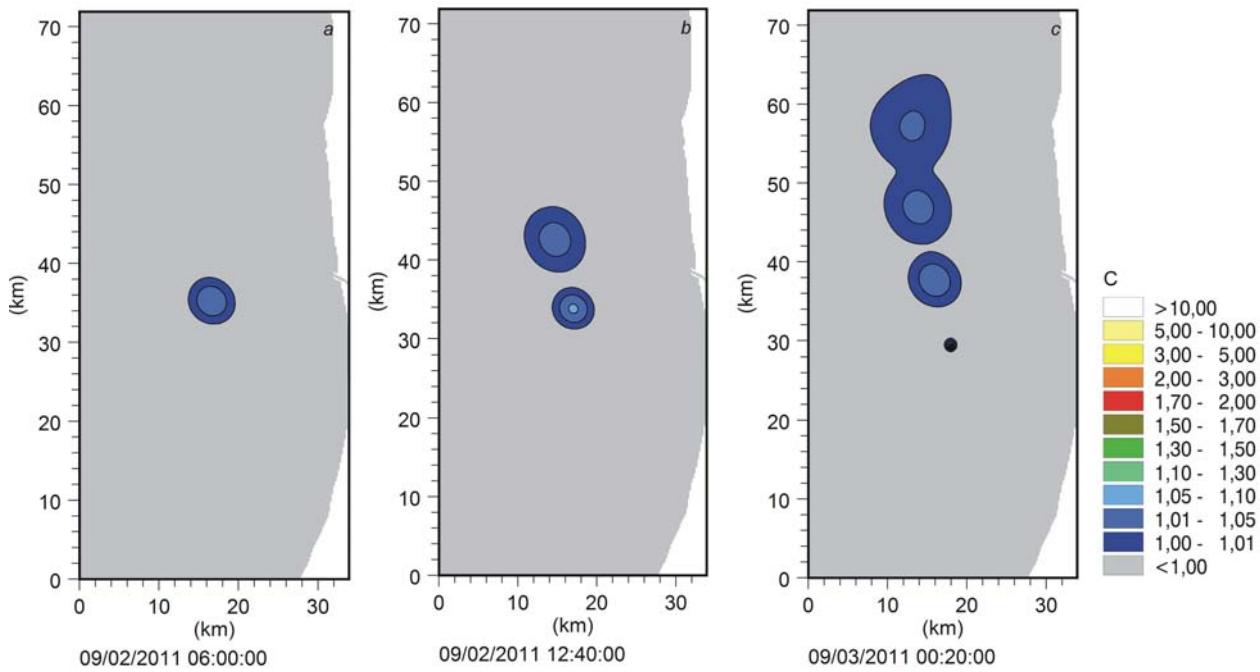
Pagal LR Vyriausybės strateginio planavimo komiteto 2003-11-06 posėdžio protokolą Nr. 19, priorititinės Šventosios jūrų uosto veiklos kryptys yra šios: pramoginių ir sportinių laivų, mažųjų kruizinių ir Ro-Ro keleivinių laivų, nedidelų žvejybos laivų aptarnavimas; Būtingės naftos terminalo pagalbinių laivų aptarnavimas; valstybės sienos apsaugos tarnybos, specializuotų gelbėjimo laivų aptarnavimas. Norint vykdyti numatytas veiklos kryptis, būtina Šventosios uosto rekonstrukcija. LEI Hidrologijos laboratorijos darbuotojai kartu su Klaipėdos universiteto ir Gamtos tyrimų centro mokslininkais įvertino

šventosios valstybinio jūrų uosto atstatymo poveikį aplinkai. Buvo tirtos šios pagrindinės uosto rekonstrukcijos alternatyvos:

- „0“ – nulinė alternatyva, dabartinė Šventosios uosto būklė;
  - „1“ – trumpi 400 m ilgio molai, 6 m uosto gylis ir 7 m gylio jplaukos kanalas;
  - „2“ – ilgi molai (800 m ilgio), 6 m uosto gylis ir 7 m gylio jplaukos kanalas;
  - „3“ – ilgi molai (800 m ilgio), 8 m uosto gylis ir 9 m gylio jplaukos kanalas.
- Atlikus bangų, hidrodinaminių ir nešmenų pernašos procesų modeliavimą nustatyta, kad Šventosios uosto atstatymas pagal „1“ alternatyvą atitinka minimalius uosto reikalavimus ir turi mažiausiai įtakos priekrantės litodinamiams procesams. „2“ uosto atstatymo alternatyva taps krantų erozijos priežastimi tiek uosto pietų, tiek uosto šiaurės pusėje (4 pav.). Uosto gylio didinimas („3“ alternatyva) iki 8 m uosto padidins



4 pav. Tėkmių struktūra Šventosios uosto akvatorijoje pučiant vakarų krypties 20 m/s vėjui: a) „1“ alternatyva, b) „2“ alternatyva



5 pav. Taršos sklaida iš „1“ dampingo rajono pučiant PV krypties 15 m/s vėjui (pradinė santykinė koncentracija – 500): a) po 6 val. nuo grunto išpylimo momento, b) po 12 val. c) po 24 val. (gruntas išpilamas kas 8 val.)

uosto poveikį nešmenų pernašos procesams.

Giliinant uosto akvatorijas, iškastas gruntas yra gramzdinamas Baltijos jūroje. Eksplotuojant grunto gramzdinimo aikštėles būtina žinoti kenksmingų medžiagų, išsiskiriančių gramzdinant gruntu, sklaidos greitį ir kryptį bei koncentraciją jūrinėje aplinkoje, kad būtų nepakenkta jūroje vykstantiems fiziniams, cheminiams ir biologiniams procesams, nerštavietėms, žmonių poilsio vietoms. Nuo 1998 m. gruntas yra gramzdinamas Baltijos jūroje dampingo vietoje, kurios asimiliacinė talpa jau yra beveik išnaujota. Norint parinkti naują dampingo

vietą, Hidrologijos laboratorijos darbuotojai atliko studiją **Grunto gramzdinimo vietų sąlygų modeliavimas Baltijos jūroje**. Kenksmingų medžiagų sklaida iš trijų galimų gramzdinimo vietų Baltijos jūros akvatorijoje sumodeliuota esant įvairiomis gamtinėmis sąlygomis ir kenksmingų medžiagų koncentracijomis grunto išpylimo vietose (5 pav.). Nustatyta, iš kurios pasirinktos dampingo vietas pasklidusios kenksmingos medžiagos grunto gramzdinimo metu turės mažiausios įtakos aplinkai.

Modelių sistemos MIKE 21 taikymo galimybės vykdant uostų plėtros projek-

tus yra plačios. Ypač naudingi modeliavimo rezultatai vertinant uostų plėtros, krantinių statybos bei farvaterio gilinimo įtaką Kuršių marių ir Baltijos jūros aplinkai.

2011 m. laboratorijos darbuotojai dalyvavo 7 tarptautinėse konferencijose, paskelbė 1 straipsnį ISI WoS duomenų bazėje, 3 straipsnius referuojamuose mokslo žurnaluose ir 4 straipsnius mokslo populiarinimo žurnaluose.

**Dr. Jūratė KRIAUCIŪNIENĖ**  
Hidrologijos laboratorijos vadovė  
Tel. (8 37) 401 962  
El. paštas [hydro@mail.lei.lt](mailto:hydro@mail.lei.lt)

# JAUNUJŲ MOKSLININKŲ SAJUNGA

Aktyviai savo veiklą nuo 2002 m. kasmet puoselėja ir plėtoja Lietuvos energetikos instituto (LEI) Jaunujų mokslininkų sąjunga (JMS). Mokslinė sąjungos misija yra plėtoti Lietuvos energetikos instituto jaunujų mokslininkų mokslinę veiklą ir jai vykdyti reikiamas galimybes, siekiant naujų mokslinių rezultatų ir jų įvertinimo. JMS 2011 m. suorganizavo šias iniciatyvas:

- Tarptautinė konferencija *Jaunoji energetika 2011 (CYSENI 2011 – Conference of Young Scientists on ENergy Issues)*;
- LEI atvirų durų diena 2011;
- KTU karjeros dienos 2011;
- Tyrėjų naktis 2011.

## CYSENI 2010

2011 m. gegužės 26 d. institute nuo ryto jaunatviškai šurmuliavo – prasidėjo dvi dienas trunkanti tarptautinė dokto-

rantų ir jaunujų mokslininkų konferencija **Jaunoji energetika 2011 (CYSENI 2011)**. Tai jau aštuntus metus iš eilės LEI jaunujų mokslininkų organizuojama konferencija. Šiemet į renginį susirinko

gausus būrys pranešėjų iš Lietuvos mokslo ir tyrimų institucijų (Vytauto Didžiojo universiteto, Lietuvos žemės ūkio instituto, Kauno technologijos universiteto, Vilniaus Gedimino technikos



universiteto, Vilniaus universiteto, Fizikos instituto, Lietuvos žemės ūkio universiteto). Konferencijos rengėjai ketina padaryti šią konferenciją žymiausių kasmečiu jaunujių mokslininkų, dirbančių energetikos srityje, renginiu Baltijos jūros regione. Konferencijoje sulaukta gausaus būrio jaunujių mokslininkų iš kaimyninių valstybių mokslo ir tyrimų institucijų – Talino technologijos universiteto, Latvijos universiteto, Fizikinės energetikos instituto (Latvija), Rygos technikos universiteto, Silikatinių medžiagų instituto (Latvija), Branduolinės chemijos ir technologijos instituto (Lenkija), A. V. Lykovo šilumos ir masės mainų instituto (Baltarusija). Taip pat sulaukta dalyvių iš A. M. Pidgorni mechaninės inžinerijos problemų instituto (Ukraina), Kijevo Taraso Ševčenkos nacionalinio universiteto, Pizos universiteto (Italija), Viupertalio klimato, kraštotvarkos ir energetikos instituto (Vokietija), Brunsiko technologijos universiteto (Vokietija), Bergeno universiteto (Norvegija) ir Federacinių technologijos universiteto (Nigerija). Į konferenciją gausiai susirinkusius dalyvius pasveikino LEI direktorius prof. habil. dr. Eugenijus Ušpuras ir LEI JMS valdybos narė dr. Diana Meilutytė-Barauskienė.

Konferencijoje buvo nagrinėjamos šios pagrindinės, su energetikos sektoriumi susijusios temos (mokslo prane-

šimus skaitė net 67 jaunieji mokslininkai iš jvairių Lietuvos bei užsienio valstybių institucijų):

1. Vandenilis ir kuro elementai;
2. Atsinaujinantys energijos ištekliai ir jų naudojimas;
3. Šiuolaikiški energijos tinklai;
4. Energijos vartojimo efektyvumas ir taupymas;
5. Žinios energetikos politikai formuoti;
6. Šiluminės fizikos, skysčių bei duju mechanikos ir metrologijos sričių tyrimai;
7. Nanomokslai ir nanotechnologijos, daugiafunkcinių medžiagų tyrimai;
8. Degimo ir plazminių procesų tyrimai;
9. Globalūs pokyčiai ir ekosistemos;
10. Termobranduolinės sintezės tyrimai;
11. Branduolinė energetika ir radiacinė sauga.

2011 m. konferencijai buvo pateiktos 86 anotacijos, kurių 75 priimtos pristatyti konferencijoje. Iš pateiktų mokslinių publikacijų patyrę recenzentai atrinko 68 publikacijas, tinkamų publicuoti konferencijos medžiagoje. Daugiausiai mokslinių darbų rezultatų pristatyta branduolinės energetikos ir

radiacinės saugos temomis (10 pranešimų). Po 9 pranešimų pateikta atsiuvinančių energijos išteklių ir jų naujodimo bei globalių pokyčių ir ekosistemų temomis.

Konferencijos darbas vyko trijose lygiagrečiose sekcijose, jose dalyvaujančių ir straipsnių recenzentams – prižintiemis technologijos mokslo srities ekspertams. Pastariesiems buvo sudarytos galimybės jau prieš konferenciją susipažinti su pateiktais jaunujių mokslininkų ir tyréjų darbais. Renginio metu jie pateikė iškilusius klausimus, komentavo jaunujių mokslininkų darbus, vedė diskusijas. Siekiant gerinti doktorantų ir kitų jaunujių mokslininkų viešojo bendravimo įgūdžius, posėdžiamas pirmininkavo jaunieji konferencijos dalyviai bei LEI jaunujių mokslininkų sąjungos valdybos atstovai.

Vienas reikšmingesnių konferencijos rezultatų yra jaunujių mokslininkų atlirkto tyrimų apibendrinimas, kokybiškų mokslinių publikacijų parengimas (kiek-vieną straipsnį recenzavo 2 recenzentai bei vienas jaunasis tyréjas) ir jų pateikimas mokslo visuomenei. Konferencijos dalyvių parengtos mokslinės publikacijos bei anotacijos publikuotos konferencijos medžiagoje, leidžiamoje elektronine forma (CD). Išleista medžiaga pasiekis pagrindinius šalies mokslo centrus ir bibliotekas, taip pat kai kurias



*Konferencijos Jaunoji energetika 2011 (CYSENI 2011) akimirkos*



*Konferencijos dalyvių ir svečių šokiai su tautinių šokių kolektyvu **Rasa***

užsienio bibliotekas bei mokslo centrus. Dalyvaujant minimoje konferencijoje jauniesiems jos dalyviams buvo sudarytos puikios galimybės ne tik gauti savo darbų recenzijas, bet ir mokyti recenzuoti, vertinti kolegų straipsnius, nagrinėjamos temos aktualumą, gautų rezultatų svarbą.

Kaip ir kasmet, buvo paskelbti geriausių darbų autoriai, įvertinus jų mokslo problemų aktualumą, siūlomus sprendimo metodus, gautų rezultatų svarbą, efektyvaus viešo kalbėjimo įgūdžius. Atsižvelgiant į konferencijos dalyvių patirtį dirbant mokslių darbų, įgūdžius, vertinimas atlirkas dviejose grupėse. Susumavus oficialiojo, anon-

minio, jaunojo mokslininko bei pranešimo recenzento paskirtus balus, geriausią darbų autoriais paskelbti:

Magistrantų ir pirmųjų bei antrųjų metų doktorantų grupėje:

1. Li Ya-Chieh (Feng Chia universitetas, Taivanas);
2. Tadas Kaliatka (Lietuvos energetikos institutas, Lietuva);
3. Paulius Danilevičius (Vilniaus universitetas, Lietuva).

Trečiųjų ir ketvirtųjų metų doktorantų bei jaunuųjų mokslininkų grupėje:

1. Mantas Marčiukaitis (Lietuvos energetikos institutas, Lietuva);
2. Vladimir Leschevich (A. V. Lykovo šilumos ir masės mainų

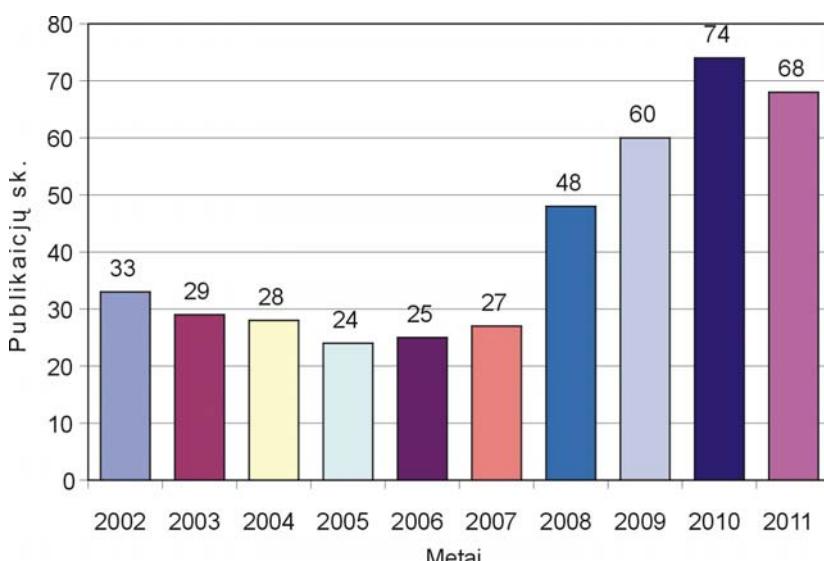
institutas, Baltarusija);

3. Roman Voronov (Lietuvos energetikos institutas, Lietuva).

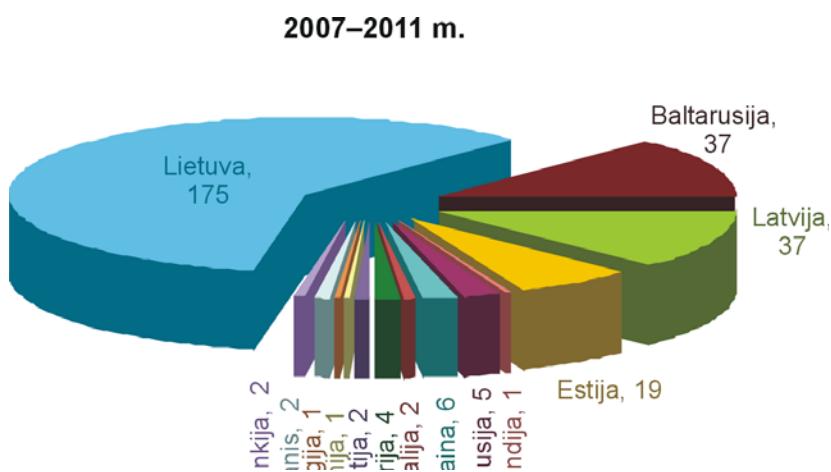
Renginio metu, be oficialiosios dalių, buvo pasiūlyta ir įvairi kultūrinė programa. Pirmosios konferencijos dienos pabaigoje konferencijos svečiai buvo pakvieti vakarienės, kurios metu puikių dalyvių nuotaiką kūrė ir palaikė tautinių šokių kolektyvas *Rasa*. Baimintis konferencijai buvo pasiūlyta teminė ekskursija į Kauno hidroelektrinę bei galimybė pasigrožeti Kauno Pažaislio vienuolynu ir jo apylinkėmis.

Konferencija pirmą kartą buvo surengta dar 2002 m. siekiant sudaryti instituto jauniesiems mokslininkams galimybę pristatyti savo tyrimų rezultatus bei susipažinti su kolegų vykdomas tyrimais, aptarti įvairias su energetikos sektoriumi susijusias aktualijas, skatinti moksliųjų bendradarbiavimą. Nuo 2002 m. kasmet rengiama konferencija populiarėjo. 2007 m. iš kaimyninių šalių sulaukta svečių, kurių kasmet vis daugėja (1 pav.).

Nuo 2007-ųjų konferencijos tarpautinis mastas tik didėja ir konferencijos vardą **CYSENI** žino jau net 15-os šalių jaunieji mokslininkai ir tyrėjai. Toliau pateikta apibendrinta informacija apie 2007 ir 2011 m. konferencijų dalyvių pasiskirstymą pagal šalis (2 pav.).



*1 pav. Konferencijos dalyvių publikacijų skaičiaus kaita 2002–2011 m.*



2 pav. 2008 ir 2011 m. įvykusios konferencijos dalyvių pasiskirstymas pagal šalis

Konferencijos rengėjai – LEI Jaunųjų mokslininkų sąjungos valdyba, vadovaujama bei padedama instituto direktoriaus prof. habil. dr. Eugenijaus Ušpuro, Informacijos skyriaus vadovo dr. Rolando Urbono, studijų administratorės Jolantos Kazakevičienės.

Konferencija bei pranešimų medžiaga rengiama anglų kalba. Tai ne tik skatina Lietuvos jaunųjų mokslininkų bei kolegų iš užsienio tyrimų rezultatų skaidą, bet ir sudaro palankias sąlygas tolesniams bendradarbiavimui. Apie

konferenciją gauti teigiami atsiliepimai iš konferencijoje dalyvavusių mokslo darbuotojų bei jaunųjų mokslininkų, akivaizdžiai atskleidžia šios konferencijos aktualumą ir reikalingumą. LEI vadovybės ir rėmėjų parama bei palankūs dalyvių vertinimai skatina LEI Jaunųjų mokslininkų sąjungą toliau puoselėti ir plėsti konferencijos, kaip jaunųjų energetikos problemų tyrėjų klasmetinių susitikimo, mainymosi idėjomis ir patirtimi bei naujų įgūdžių lavinimo, idėją. Nuo 2006 m. konferencijos *Jaunoji*

*energetika* medžiaga įtraukta į INSPEC duomenų bazę. Tai dar labiau padidino konferencijoje pristatomų darbų tarptautinę skaidą.

## LEI ATVIRŲ DURŲ DIENA

2011 m. gegužės 5 d. LEI surengta *Atvirų durų diena*, kurios metu visi besidomintieji turėjo galimybę susipažinti su institutu, mokslo padalinių darbuotojais, doktorantais, jaunaisiais mokslininkais ir išvysti realius eksperimentus.

Lietuvos energetikos institutas, plačiai žinomas kaip vienas pažangiausių šalies mokslo centrų, aktyviai dalyvauja tarptautinėse mokslo programose, vykdo Lietuvos ir užsienio užsakovams aktualius mokslinius tyrimus, glaudžiai bendradarbiauja su verslo, mokslo ir studijų institucijoms. Institutas daug dėmesio skiria atliekamiems tyrimams pristatyti ir populiarinti visuomenėje, organizuodamas tokius viešus renginius kaip mokslo populiarinimui skirta *Tyrėjų naktis*, doktorantų jaunųjų mokslininkų konferencija *Jaunoji energetika*, aktualiem energetikos klausimams skirti seminarai ir kt. Atvirų durų dieną LEI surengė jau antrą kartą, siekdamas paskatinti geriausius Lietuvos bei užsienio universitetų studentus susieti savo ateitį su institutu ir Jame vykdomais moksliniaisiais tyrimais. Nors *Atvirų durų diena* yra iš esmės orientuota į studentus, kaip potencialius darbuotojus, dalyvauti renginyje buvo kviečiami visi susidomėjusieji: sulaukta svečių iš energetikos asociacijų, giminingus tyrimus atliekančių mokslo ir studijų institucijų.

*Atvirų durų dienos* metu buvo galima susipažinti su darbo, praktikos ir doktorantūros studijų institute galimybėmis. Renginio metu prisistatė visų instituto mokslo padalinių atstovai ir papasakojo apie savo laboratorijas. Kaip teigė LEI direktoriaus pavaduotojas dr. Rimantas Levinskas, *Santakos* slėnio veikloje dalyvaujančiame institute



LEI JMS valdyba ir studijų administratorė Jolanta Kazakevičienė



*Atvirų durų dienos akimirkos*

planuojama sukurti nemažai naujų darbo vietų, todėl ir *Atvirų durų dienos* dalyviams atsiveria daug galimybių vykdyti mokslinę veiklą Lietuvoje. Kiekvienai mokslo įstaigai yra būtina nuolat atsi-naujinti, todėl ir LEI siekia pritraukti jaunus, išvairių specialybų žmones, pasiryžusius siekti mokslininko karjeros. Ugdant pamaipą patyrusiems mokslininkams, kasmet priimama naujų doktorantų, sudaromos palankios sąlygos jauniems žmonėms dirbtį ar atlikti praktiką institute. *Atvirų durų dienos* renginiu norime parodyti, kad Europos Sajungos Struktūrinių fondų lėšos yra tinkamai naudojamos, išsigta naujausia aparatūra sékmingai naudojama moksliniams tyrimams, o kuriame nacionaliniame atviros prieigos *Ateities energetikos technologijų mokslo centre* jaunimui siekti naujų mokslo rezultatų bus suda-

rytos sąlygos ne prastesnės kaip žymiausiuose pasaulyje mokslo centruse.

Taip pat po LEI vyko ekskursija, kurios metu buvo galima įvertinti darbo sąlygas, realiai vykdomus eksperimentus, susipažinti su mokslininkų kasdieniu darbu. Svečius domino visų laboratorių stendai, sulaukta daug įdomių klau-simų, kilo diskusijų. Buvo aplankytos Šiluminių įrenginių tyrimo ir bandymų, Degimo procesų, Branduolinės inžinerijos problemų, Plazminių technologijų, Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijos bei Vandenilio energetikos technologijų centras, kuriame buvo galima apžiūrėti visiškai naują pažangiausiomis tyrimų technologijomis aprūpintą įrangą.

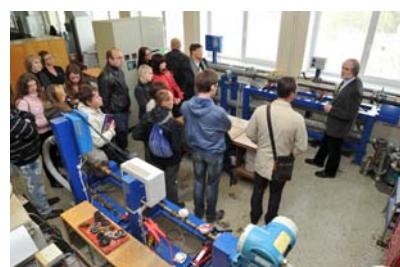
Programoje buvo numatyta laikas ir neformaliam bendravimui, kurio metu instituto svečiai galėjo pabendrauti su laboratorių atstovais ir išsiaiškinti visus

rūpimus klausimus prie laboratorių pla-katų. Instituto jaunimo atstovai patvirti-ino, kad LEI sudarytos itin palankios sąlygos tiems, kas iš tikrujų motyvuoti būti mokslininkais, realizuoti save atliekant visuomenei naudingus tyrimus, o ne siekia tik mokslo laipsnio ir „ramaus gyvenimo“.

Renginio pabaigoje LEI Vandenilio energetikos technologijų centro vadovas dr. Darius Milčius instituto svečiams per-skaitė paskaitą apie vandenilio energetikos technologijas, su kuriomis daugelis sieja energetikos ateitį.

## KTU KARJEROS DIENOS 2011

2011 m. kovo 16 d. Kauno technolo-gijos universitete vyko jau tradiciniu tapęs renginys *KTU karjeros dienos 2011*. Šiame studentiškame šurmulyje dalyvavo ir LEI atstovai. KTU Karjeros



*Ekskursijos po laboratorijas akimirkos*

centras ir KTU Studentų atstovybė jau septintus metus organizuoja Karjeros dienas, kuriose apsilanko daugybė studentų iš trylikos skirtingų universiteto fakultetų, dalyvauja didžiausiu Lietuvos įmonių atstovai ir užsienio svečiai. Kiekvienais metais šis renginys sulaukia didelio studentų, dėstytojų bei įmonių atstovų susidomėjimo, tame apsilanko net keli tūkstančiai studentų ir absolventų. Renginys vadinamas įmonių ir studentų muge. Pagrindinis mugės tikslas – tiesioginis abiejų pusiu poreikių išaiškinimas ir apsikeitimasis kontaktais.

Šiais metais LEI JMS nariai ir studijų administratorė J. Kazakevičienė dalyvavo renginyje, siekdami pristatyti mūsų institutą ir supažindinti studentus su mokslinės karjeros galimybėmis. Mūsų stendą daugiausiai lankė elektros energetikos technologijų bei inžinerijos, taikomosios fizikos, taikomosios matematikos, elektronikos inžinerijos, cheminės technologijos ir inžinerijos, termoinžinerijos specialybų studentai.

Septintą kartą dalyvaujant KTU karjeros dienose pasitvirtino tokio renginio svarba institutui, ieškant perspektyvių jaunų darbuotojų, ir studentams, ieškantiems studijų ir karjeros galimy-

bių. 2010 m., po KTU karjeros dienų renginio į LEI doktorantūrą įstojo 4 KTU absolventai, 3 įdarbinti, 7 atliko praktiką. 2011 m. LEI JMS Valdybos ir J. Kazakevičienės pastangos sudominti kuo daugiau jaunimo pasiteisino – gautos 9 paraškos stažuotėms, darbui ir doktorantūros studijoms.

## TYRĖJŲ NAKTIS 2011

2011 m. rugsėjo 23 d. vakare jau antrus metus iš eilės Lietuvos energetikos institutas atvėrė duris visiems visuomenės atstovams ir pasiūlė bent vienam vakarui pasinerti į atradimų kupiną mokslo pasaulį.

Vakaro renginiai siekiama supažindinti įvairių amžiaus grupių atstovus su instituto vykdomais aukščiausio lygio tyrimais, mokslu sudominti vaikus ir jaunimą. „Jau antrus metus iš eilės mūsų institute organizuojame šį renginį, ir pagal praėjusių metų patirtį, galima teigti, kad mūsų miesto gyventojai labai aiškiai suvokia energetikos aktualumą, todėl ir susidomėjimas institute vykdomais tyrimais yra gerokai išaugęs. Renginio metu stengėmės įtraukti visus lankytojus, kad nė vienas neliktu pasy-

viu stebėtoju. Neapsiribojome vien energetika, nes planuojami renginiai yra skirti įvairaus amžiaus bei pomėgių žmonėms: kiekvienas galėjo surasti ką nors naujo ir įdomaus. Būtent renginių įvairove, galimybe ne tik pamatyti, bet ir dalyvauti, Tyrėjų naktis skirsis nuo tradiciinių institute rengiamų ekskursijų“, – teigė renginius koordinuojanti dr. Diana Meilutytė-Barauskienė.

Lietuvos energetikos institute išties buvo ką pamatyti. Prie jėjimo į LEI įrengtame *Europos kampe* buvo galima ne tik susipažinti su Europos Sajungos mokslo programomis, instituto vykdomais tarptautiniais projektais, bet ir gauti *Europos tyrejo pasą*, papuoštą lankytojo termovizine nuotrauka.

Nuo 18 val. buvo rengiamos ekskursijos po instituto laboratorijas, kuriose tikri mokslininkai tikrose laboratorijose atliko tikrus eksperimentus.

Parodoje *Mokslo pasaulis* lankytojų laukė tikros įdomybės, sukurti modeliai ir surprizai. Mikro- ir makro-pasaulis stebino dideliais ir mažais daiktais iš arti.

Taip pat pasiūlėme apkeliauti pasaulį kartu su mokslininkais ir gyvojoje parodoje susipažinti su įprastais ir išskirtiniais tikru mokslininkų hobiais.

Daug dėmesio sulaukė į institutą atėję vaikai, kuriems pasiūlėme gausybę pramogų, t. y. vyko piešinių ir skulptūrų konkursas *Mokslininkas ar mokslininkė vaikų akimis*, vaikiška viktorina, buvo galima išmèginti savo jėgas lavinamuosiuose laisvos prieigos kompiuteriniuose žaidimuose, kuriuose buvo patraukliai pristatomi mokslo tyrinėjami reiškiniai.

Įdomiojoje statistikoje buvo galima sužinoti daugiau apie save, draugą ar kaimyną. O mokslo kino centre išvydome video reportažus apie tikrųjų mokslo.

Instituto salėje įvykusiose paskaitose-diskusijose buvo apimta labai daug temų. Jos buvo tikrai įdomios ir svarbios. Paskaitose buvo siekiama ne tik



Mūsų standas sulaukė didelio susidomėjimo



Tyrėjų naktis 2011

dalintis žiniomis, bet ir išprovokuoti gyvas diskusijas.

Baigiamasis Tyrėjų nakties LEI akcentas *Gudruolių viktorina*, kurioje šventėje apsilankiusieji visuomenės atstovai bandė irodyti, kad yra tikrai gudresni už mokslininkus. Viktorinos klausimai reikalavo ne sausų žinių, o sumanumo, todėl klausimas „ar tikrai tie mokslininkai tokie gudrūs“ išliko vis dar intriguojantis. Mokslininkų komandai pavyko laimėti tik 1 taško persvara.



LTV laidajo Lyderiai



Jaunimo futbolo komanda

Lietuvos energetikos instituto  
Jaunųjų mokslininkų sąjunga

<http://jms.lei.lt>, [www.cyseni.com](http://www.cyseni.com)

# 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 konkursinės mokslinių tyrimų finansavimas;
- lėšos, gautos iš Lietuvos bei užsienio įmonių ir organizacijų už sutartinius darbus, mokslinės produkcijos ir gaminijų 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;
- Struktūrinų fondų (SF) parama.

### Pajamų ir išlaidų struktūra (tūkst. Lt)

2007 m. 2008 m. 2009 m. 2010 m. 2011 m.

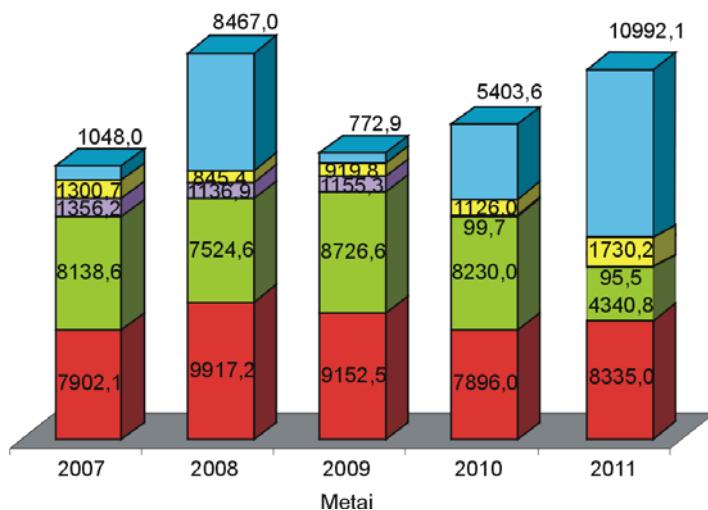
#### Pajamos:

Biudžeto subsidijos	7902,1	9917,2	9152,5	7896,0	8335,0
Pagrindinė veikla	9439,1	8370,0	9646,4	9356,0	6071,0
SF parama	1048,0	8467,0	772,9	5403,6	10992,1
Kitos	1356,2	1136,9	1155,3	99,7	95,5
<b>Iš viso:</b>	<b>19745,6</b>	<b>27891,1</b>	<b>20727,1</b>	<b>22755,3</b>	<b>25493,6</b>

#### Išlaidos:

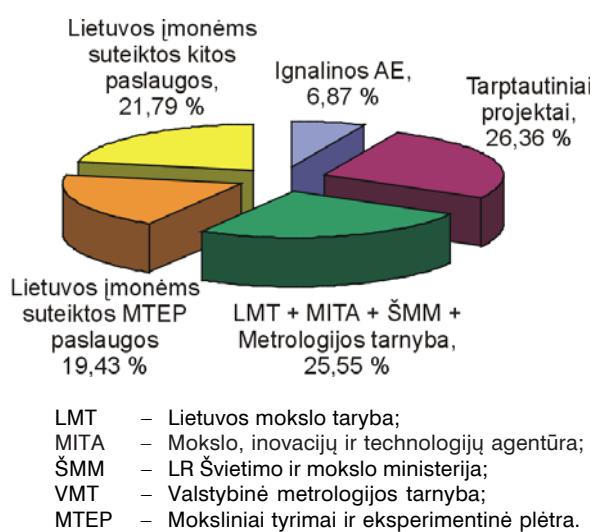
Atlyginimai (su soc. dr.)	12919,9	15650,0	13722,0	13843,0	14273,0
Eksplotacijos išlaidos	4881,8	5059,0	3749,0	2432,3	3435,0
Ilgalaikio turto įsigijimas	2010,4	9757,3	392,0	6122,0	10863,0
<b>Iš viso:</b>	<b>19812,1</b>	<b>30466,3</b>	<b>17863,0</b>	<b>22397,3</b>	<b>28571,0</b>
Tęstinių sutarčių lėšos	4678,1	2102,9	4967,0	5325,0	2247,6

ES Struktūrinių fondų lėšos  
 LMT + MITA + ŠMM + VMT tiesioginis finansavimas  
 Kitos veiklos lėšos  
 Ūkiskaitinės sutartys  
 Valstybės biudžeto lėšos

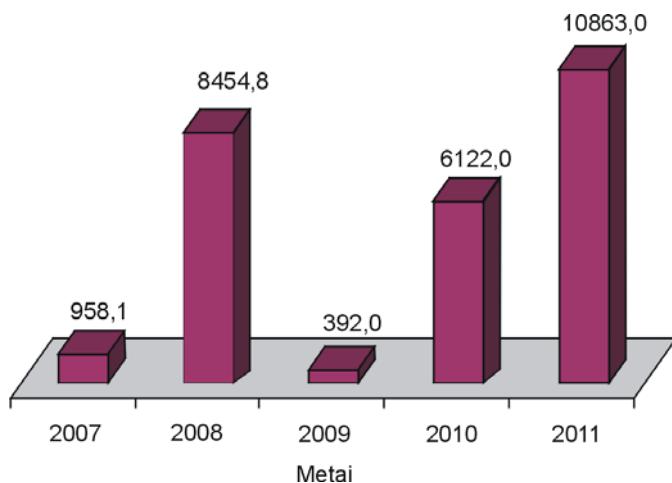


Finansavimo šaltinių raida, tūkst. Lt

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



Lėšų, gautų iš instituto užsakovų, struktūra 2011 m.



Tyrimų bazės išplėtimo dinamika, tūkst. Lt

# PUBLIKACIJOS

## KNYGOS, JŪ SKYRIAI, MONOGRAFIJOS

1. **Baltušnikas A., Grybėnas A., Kriukienė R., Makarevičius V. et al.** Delayed hydride cracking of zirconium alloy fuel cladding // Vienna: International Atomic Energy Agency, 2011. IAEA-TECDOC -1649. ISBN 978-92-0-108610-5, 66 p.
2. **Grigaitienė V., Kėželis R., Valinčius V.** Numerical and experimental investigation of two-phase plasma jet during deposition of coatings // Numerical simulations-applications, examples and theory / Ed. prof. Lutz Angermann. Rijeka, Croatia: InTech, 2011. ISBN 978-953-307-440-5, p. 415-422.
3. **Katinas V., Žukauskas A.** Vibrations of tubes in heat exchangers (kinų kalba) / Ed. A. Žukauskas // Peking, China: Atomic Energy Press, 2011. ISBN 978-7-5022-5167-3. 233 p.
4. **Miškinis V.** Lietuvos energetika 2010. Energy in Lithuania // Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2011. ISSN 1822-5268. 17 p.
5. **Šliogerienė J., Štreimikienė D., Kaklauskas A.** Decision support system for sustainability assessment of power generation technologies // Efficient decision support systems. Practice and challenges from current to future / Ed. Chiang S. Jao. Rijeka, Croatia: InTech, 2011. ISBN 978-953-307-326-2, p. 507-542.

## STRAIPSNIAI LEIDINIUOSE, ĮRAŠYTUOSE Į MOKSLINĖS INFORMACIJOS INSTITUTO (ISI) SARAŠĄ

1. **Augutis J., Krikštolaitis R., Pečiulytė S., Konstantinavičiūtė I.** Sustainable development and energy security level after Ignalina NPP shutdown // Technological and economic development of economy. ISSN 1392-8619. 2011. Vol. 17, No. 1, p. 5-21.
2. **Bobinaitė V., Juozapavičienė A., Konstantinavičiūtė I.** Assessment of causality relationship between renewable energy consumption and economic growth in

Lithuania // Engineering economics (Inžinerinė ekonomika). ISSN 1392-2785. 2011. Vol. 22, No. 5, p. 510-518.

3. **Brinkienė K., Kėželis R., Mėčius V., Česnienė J.** Nanostructured bioceramic coatings obtained by plasma spray technique // European cells and materials. ISSN 1473-2262. 2010. Vol. 20, Suppl. 3, p. 289.
4. Burinskas S., Adomonis V., Dudonis J., Laukaitis G., Minialga V., Milčius D. Synthesis and characterization of GDC solid electrolytes obtained by solid state sintering of multilayer thin films // Solid state ionics. ISSN 0167-2738. 2011. Vol 184, Iss. 1, p. 14-18.
5. **Česna B., Valinčius M.** Local heat transfer coefficient near the spacer grids // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2011. Vol. 76, No. 4, p. 249-253.
6. **Dundulis G., Kulak F. R., Alzbutas R., Ušpuras E.** Integrated probabilistic analysis of nuclear power plant building damage due to an aircraft crash // International journal of crashworthiness. ISSN 1358-8265. 2011. Vol. 16, No. 1, p. 49-62.
7. **Gailiušis B., Kriauciūnienė J., Jakimavičius D., Šarauskienė D.** The variability of long-term runoff series in the Baltic Sea drainage basin // Baltica. ISSN 0067-3064. 2011. Vol. 24, No. 1, p. 45-54.
8. **Grigaitienė V., Snapkauskienė V., Valatkevičius P., Tamošiūnas A., Valinčius V.** Water vapor plasma technology for biomass conversion to synthetic gas // Catalysis today. ISSN 0920-5861. 2011. Vol. 167, Iss. 1, p. 135-140.
9. Grigonis A., Marcinauskas L., Vinčiūnaitė V., Račiukaitis G. Modification of the amorphous carbon films by the ns-laser irradiation // Central European journal of physics. ISSN 1895-1082. 2011. Vol. 9, Iss. 5, p. 1344-1350.
10. **Janulionis R., Dundulis G., Karalevičius R.** Analysis of defects in stainless steel piping // Mechanika. ISSN 1392-1207. 2011. Vol. 17, No. 6, p. 585-589.

11. **Kaliatka A., Ušpuras E., Vaišnoras M.** Analysis of accidents leading to local flow stagnation in parallel fuel channels of RBMK-type reactors // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2011. Vol. 241, Iss.12, p. 5127-5137.
12. **Kaliatka T., Marao A., Karalevičius R., Ušpuras E., Kaliatka A.** Best estimate analysis of processes in RBMK fuel rods during the operation cycle// Mechanika. ISSN 1392-1207. 2011. Vol. 17, No. 4, p. 387-394.
13. **Kalpokaitė-Dičkuvienė R., Brinkienė K., Česnienė J., Makštys A.** Effect of fibre and microsilica incorporation on high temperature resistance of cementitious complex binder // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2011. Vol. 17, No. 1, p. 69-72.
14. **Kavaliauskas Ž., Marcinauskas L., Valatkevičius P.** Formation and characterization of carbon and nickel oxide/carbon composites for supercapacitors // ACTA physica polonica A. ISSN 0587-4246. 2011. Vol. 119, Iss. 2, p. 253-255.
15. **Kavaliauskas Ž., Marcinauskas L., Valatkevičius P.** Enhanced capacitance of porous carbon electrodes through deposition of small amounts of NiO // Acta physica polonica A. ISSN 0587-4246. 2011. Vol. 120, Iss. 1, p. 66-69.
16. Laukaitis G., Dudonis J., **Milčius D.** Morphology and growth of e-beam deposited YSZ thin films // Vacuum. ISSN 0042-207X. 2011. Vol. 85, Iss. 9, p. 908.
17. Laukaitis G., Virbukas D., Dudonis J., Katkauske O., **Milčius D.** Influence of initial powder particle size on yttrium stabilized zirconium thin films formed by e-beam technique // Solid state ionics. ISSN 0167-2738. 2011. Vol. 188, Iss. 1, p. 41-45.
18. **Levinskas R., Kėželis R., Brinkienė K., Grigaitienė V., Valinčius V., Lukošiūtė I., Kavaliauskas Ž., Baltušnikas A.** High temperature ablation of composite material under plasma jet impact // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2011. Vol. 17, No. 4, p. 423-427.
19. Malet J., Blumenfeld L., Arndt S., Babic M., Bentaib A., Dabbene F., Kostka P., Mimouni S., Movahed M., Paci S., Parduba Z., Travis J., **Urbonavičius E.** Sprays in containment : Final results of the SARNET spray benchmark // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2011. Vol. 241, Iss. 6, p. 2162-2171.
20. **Marcinauskas L., Šilinskas M., Grigonis A.** Influence of standoff distance on the structure and properties of carbon coatings deposited by atmospheric plasma jet// Applied surface science. ISSN 0169-4332. 2011. Vol. 257, p. 2694-2699.
21. **Marcinauskas L., Valinčius V., Grigonis A.** Deposition and structure characterization of carbon films prepared at atmospheric pressure by plasma jet // Surface & coatings technology. ISSN 0257-8972. 2011. Vol. 205, Suppl. 2, p. 571-574.
22. **Miškinis V., Norvaiša E., Galinis A., Konstantinavičiūtė**
- I. Trends of distributed generation development in Lithuania // Energy policy. ISSN 0301-4215. 2011. Vol. 39, Iss. 8, p. 4656-4663.
23. Mockevičienė S., Adlienė D., Prosyčėvas I., Kundrotas J., Čerškus A., **Baltušnikas A.** Fabrication influence on the surface morphology and structure of vapour etched porous silicon // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2011. Vol. 51, No. 3, p. 237-247.
24. Orliukas A., Šalkus T., Kežionis A., Dindune A., Kanepe Z., Ronis J., Bohnke O., Venckutė V., **Lelis M.** Structure and electrical properties of Li<sub>3-x</sub>Sc<sub>2-x</sub>Zr<sub>x</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (x=0,0.1, 0.2) ceramics // Ferroelectrics. ISSN 0015-0193. 2011. Vol. 418, Iss. 1, p. 34-44.
25. **Pabarčius R., Tonkūnas A., Slavickas A., Šeporaitis M.** Overview of safety improvement during RBMK-1500 reactor core lifetime upgrading // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2011. Vol. 76, No. 5, p. 1-7.
26. **Peters B., Džiugys A., Navakas R.** Simulation of thermal conversion of solid fuel by the discrete particle method // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2011. Vol. 51, No. 2, p. 91-105.
27. Poškas P., **Poškas R., Sirvydas A., Šmaižys A.** Experimental investigation of opposing mixed convection heat transfer in the vertical flat channel in a laminar-turbulent transition region // International journal of heat and mass transfer. ISSN 0017-9310. 2011. Vol. 54, No. 1-3, p. 662-668.
28. **Poškas P., Šimonis V., Ragaišis V.** Heat transfer in helical channels with two-sided heating in gas flow // International journal of heat and mass transfer. ISSN 0017-9310. 2011. Vol. 54, No. 4, p. 847-853.
29. **Poškas P., Šimonis V., Šmaižys A., Sirvydas A., Ragaišis V., Kilda R., Zujus R.** Strategy, main stages and progress of the Ignalina Nuclear Power Plant decommissioning // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2011. Vol. 76, No. 5, p. 307-314.
30. **Povilaitis M., Urbonavičius E., Rimkevičius S.** Modeling of atmosphere stratification in containments of nuclear power plants using lumped-parameter code // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2011. Vol. 241, Iss. 8, p. 3111-3120.
31. **Ragaišis V., Poškas P., Šimonis V., Adomaitis J.E.** Environmental safety aspects of the new solid radioactive waste management and storage facility at the Ignalina Nuclear Power Plant // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2011. Vol. 76, No. 5, p. 315-323.
32. **Šnapkauskienė V., Valinčius V., Valatkevičius P.** Experimental study of catalytic CO oxidation over CuO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> deposited on metal sheets // Catalysis today. ISSN 0920-5861. 2011. Vol. 176, Iss. 1, p. 77-80.
33. **Stankūnas G., Tonkūnas A., Pabarčius R.** Evaluation and benchmarking of gamma dose rate employing different nuclear data libraries for MCNP code at the decommissioning stage of Ignalina NPP // Nukleonika. ISSN 0029-5922. 2011. Vol. 56, No. 1, p. 71-76.

34. **Štreimikienė D.**, Šliogerienė J. Comparative assessment of future motor vehicles under various climate change mitigation scenarios // Renewable and sustainable energy reviews. ISSN 1364-0321. 2011. Vol. 15, Iss. 8, p. 3833-3838.
35. **Štreimikienė D.**, Volochovic A. The impact of household behavioral changes on GHG emission reduction in Lithuania // Renewable and sustainable energy reviews. ISSN 1364-0321. 2011. Vol. 15, Iss. 8, p. 4118-4124.
36. **Tamošiūnas A., Grigaitienė V., Valatkevičius P.** Creation of linear DC plasma generator for pyrolysis / gasification of organic materials // Nukleonika. ISSN 0029-5922. 2011. Vol. 56, No. 2, p. 131-135.
37. **Tonkūnas A., Pabarčius R., Stankūnas G.**, Hutton L., Smith P., Powney D. Revised calculation route for two group macroscopic cross-section library for RBMK-1500 type reactor // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2011. Vol. 241, Iss. 10, p. 4152-4157.
38. **Ušpuras E., Kaliatka A., Kopustinskas V., Vaišnoras M.** Use of the fast and CSM methods for analyzing uncertainties in hydraulic-shock modeling // Atomic energy. ISSN 1063-4258. 2011. Vol. 109, No. 3, p. 213-220.
39. **Valinčius M., Šeporaitis M., Ušpuras E., Kaliatka A.** Experimental investigation and RELAP5 modeling of two-phase flow in horizontal rectangular channel // Heat transfer engineering. ISSN 0145-7632. 2011. Vol. 32, Iss. 11-12, p. 1026-1030.
40. **Valinčius V., Kėželis R., Snapkauskienė V., Grigaitienė V., Valatkevičius P., Tamošiūnas A.** The influence of plasma spraying regime and initial substance injection location on the structure of deposited coatings // Surface & coatings technology. ISSN 0257-8972. 2011. Vol. 205, Suppl. 2, p. 359-363.
41. **Vileiniškis V., Kaliatka A.** Best estimate analysis of PHEBUS EPT1 experiment bundle phase using ASTEC code ICARE module // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2011. Vol. 76, No. 4, p. 254-260.
42. **Voronov R., Alzbutas R.** Probabilistic analysis of operators actions at the Ignalina Nuclear Power Plant taking account of the specific conditions of accident sequences // Atomic energy. ISSN 1063-4258. 2011. Vol. 110, No. 5, p. 297-303.
3. **Burlakovas A., Katinas V.** Atliekinės šilumos energijos utilizavimas, naudojant organinį Renkino ciklą, elektros energijai gaminti // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. 115-122. [INSPEC, IndexCopernicus]
4. **Jablonskis J., Lasinskas M.** Nemuno stacionariems hidrometriniams tyrimams 200 metų // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 1, p. 34-43. [INSPEC, IndexCopernicus]
5. **Justinavičius D., Poškas P.** Termo-hidro-mechaninių procesų panaudoto branduolinio kuro giluminame kapinyne modeliavimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p. 172-180. [INSPEC, IndexCopernicus]
6. Karbauskaitė J., Perednis E. Kačerginės vaikų sanatorijos šilumos energijos vartojimo mažinimo galimybės // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 1, p. 20-25. [INSPEC, IndexCopernicus]
7. **Klevienė A.** Žinių ekonomikos struktūros formavimas darnios energetikos srityje // Taikomoji ekonomika: sisteminiai tyrimai. ISSN 1822-7996. 2011. T. 5, Nr. 1, p. 131-143. [Business Source, Complete (EBSCO)]
8. **Klevienė A.** Formation of knowledge structure in field of renewable energy sources implementation // Ekonomika ir vadyba. ISSN 1822-6515. 2011. Vol. 16, p. 766-772. [Business Source Complete, Academic Source, Central & Eastern European]
9. **Lekavičius V., Tarvydas D., Galinis A.** Biodegalų gamyba Lietuvoje: perspektyvinės raidos modeliavimas // Vadyba. ISSN 1648-7974. 2011. Nr. 2 (19), p. 147-153.
10. **Marcinauskas K., Korsakienė I.** Centralizuotas šilumos tiekimas ir šilumos kainos 1945-2011 m. Lietuvoje: istorinė-ekspertinė apžvalga // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 4, p. 207-230. [INSPEC, IndexCopernicus]
11. **Narkūnas E., Šimonis A., Kilda R., Poškas P.** Darbuotojų apšvitos dozių prognozavimas ekspluatuojant trumpamžių labai mažo aktyvumo atliekų laikiną saugykla // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 4, p. 231-240. [INSPEC, IndexCopernicus]
12. Peters B., Džiugys A. Prediction of conversion of a packed bed of fuel particles on a forward acting grate by the discrete particle method (DPM) // Computer aided chemical engineering. Book series. ISBN 9780444538956. 2011. USA : Elsevier, 2011. Vol. 29, p. 1894-1898. [ScienceDirect]
13. **Sirvydas A., Poškas G., Šimonis A., Poškas P.** Daugiakriterinės analizės metodo taikymas parenkant Ignalinos AE V1 pastato įrengimų išmontavimo būdą. 1. Kiekybinių kriterijų įvertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 4, p. 195-206. [INSPEC, IndexCopernicus]
14. **Slavickas A., Pabarčius R., Tonkūnas A.** RBMK-1500 reaktoriaus neutroninės-fizikinės charakteristikos vykdant aktyviosios zonas modifikacijas 2004-2009 m. // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. 71-77. [INSPEC, IndexCopernicus]
15. **Šimonis A., Zujus R., Poškas P.** Jonizuojančiosios spinduliutės laukų ir apšvitos dozių darbuotojams modeliavimas išmontuojant RBMK-1500 reaktoriaus

## STRAIPSNIAI MOKSLO LEIDINIUIOSE, REGISTRUOTUOSE TARPTAUTINĖSE MOKSLINĖS INFORMACIJOS DUOMENŲ BAZĖSE

1. Baublys J., Miškinis V., Morkvėnas A. Lietuvos energetikos darna su gamta // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. 85-94. [INSPEC, IndexCopernicus]
2. Bobinaitė V., Juozapavičienė A. Elektros energiją vėjo ir hidroelektrinėse gaminančiu įmonių veiklos efektivumo vertinimas // Verslas : teorija ir praktika. ISSN 1648-0627. 2011. T. 12, Nr. 2, p. 193-202. [Business Source Complete, ICONDA, Scopus, Toc Premier]

avarinio aušinimo sistemą 2. Hidroakumuliacinių balionų išmontavimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p.123-129. [INSPEC, IndexCopernicus]

16. Šimonis V., Šmaižys A., Poškas P. Naujų panaudoto branduolinio kuro saugojimo konteinerių naujojoje Ignalinos AE saugykloje šiluminis įvertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p.163-171. [INSPEC, IndexCopernicus]
17. Streimikienė D., Mikalauskienė A., Zaikienė J. Elektros energijos gamybos technologijų darnumo vertinimas, taikant integruotus rodiklius // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p. 141-153. [INSPEC, IndexCopernicus]
18. Streimikienė D., Volochovič A., Simanavičienė Ž. Klimato kaitos švelninimas namų ūkiuose // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. 270-281. [INSPEC, IndexCopernicus]
19. Tonkonogij J., Šinkūnas S., Tonkonogovas A., Stankevičius A. Turbininių duju skaitiklių atsakas ir dinaminė paklaida esant srauto pulsacijoms pagal sudėtingus dėsnius // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p.181-186. [INSPEC, IndexCopernicus]

## STRAIPSNIAI KITUOSE MOKSLINIUOSE PERIODINUOSE LEIDINIUOSE

1. Kriauciūnienė J. Climate change impact on the river runoff series in the Baltic countries (past and future) // Veranstaltungen. ISSN 1866-220X. 2011. Vol. 4, p. 82-91.
2. Levinskas R. Polimerų ir kompozitų tyrimai energetikos institute // Medžiagų mokslas Lietuvoje. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0155-8, p. 45-50.
3. Peters B., Džiugys A. Influence of bar motion on heat-up and temperature dispersion of a wooden bed on a forward acting grate // Chemical engineering transactions. ISBN 978-88-95608-15-0. Italy: AIDIC Servizi S.r.l., 2011. Vol. 24, p. 637-642.
4. Ragwitz M., Held A., Breitschopf B., Rathmann M., Klessmann C., Resch G., Panzer Ch., Busch S., Neuhoff K., Junginger M., Hoefnagets R., Cusumano N., Lorenzoni A., Burgers J., Boots M., Konstantinavičiūtė I., Weores B. Review report on support schemes for renewable electricity and heating in Europe // A report compiled within the European research project RE-Shaping. Grant Agreement no. EIE/08/517/S12.529243. 67 p.
5. Streimikienė D. External costs of energy security and climate change // International energy journal. ISSN 1513-718X. 2010. Vol. 11, Iss. 4, p. 225-233.
6. Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Grigaitienė V., Valinčius V. Formation of water vapor plasma using a linear DC plasma torch // Acta technica. Supplement to topical issue. ISSN 0001-7043. 2011. Vol. 56, p. 258-265.
7. Valinčius M., Šeporaitis M. Pressure drop in two-phase horizontal flow // Академик А. В. Лыков: ученыый, гражданин, педагог. Минск: Институт тепло-и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2010. ISBN 978-985-6456-69-8, с. 137-148.
1. Alzbutas R., Iešmantas T. Application of Bayesian methods for age-dependent reliability analysis // Advances in risk and reliability symposium (AR2TS): proceedings of 19th international conference , Stratford-upon-Avon, England, April 12-14, 2011. England, 2011. ISBN 9780904947656, p. 432-447.
2. Alzbutas R., Labeau P.E. Dynamic reliability and uncertainty analysis of a severe accident with randomly delayed events // Advances in safety, reliability and risk management (ESREL'2011), Troyes, France, September 18-22, 2011. London: CRC PressTaylor Francis Group, 2011. ISBN 978-0-415-68379-1, p. 309-317.
3. Alzbutas R., Naujokaitis D., Janilionis V., Alzbutienė G. Probabilistic safety assessment methods application for medical devices // Biomedical engineering-2011: proceedings of international conference, Kaunas University of Technology, October 27-28, 2011. Kaunas: Technology, 2011. ISSN 2029-3380, p. 35-39.
4. Augustis J., Krikštolaitis R., Pečiulytė S. Lithuanian energy security level assessment based on indicator dependence // Fourth international conference on safety and security engineering. WitPress, 2011. Safe 4. ISBN 978-1-84564-522-9, p. 71-82.
5. Augustis J., Krikštolaitis R., Martišauskas L. Energy security level assessment technology // Energy solutions for a sustainable world: proceedings of the third international conference on applied energy, Perugia, Italy, May 16-18, 2011. Italy: Tree, 2011. ISBN 9788890584305, p. 537-544.
6. Augustis J., Krikštolaitis R., Martišauskas L. Methodology of the energy supply disturbances affecting energy system // World Academy of science, engineering and technology (WASET 2011), June 2011. Paris, France, 2011. Iss. 77. ISSN 2010-376X, p. 762-768. [Gale, Scopus, Excellence in Research for Australia (ERA)].
7. Augustis J., Krikštolaitis R., Martišauskas L., Pečiulytė S., Urbonas R. Lithuanian energy security level assessment // Proceedings of 34th international conference IAEE 2011 institutions, efficiency and evolving energy technologies, Stockholm, Sweden, June 2011. Sweden, 2011, p. 1-5.
8. Augustis J., Krikštolaitis R., Žutautaitė-Šeputienė I. System ageing assessment in energy supply security model // Proceedings 4th international multi-conference on engineering and technological innovation (IMETI2011), Orlando, Florida, USA, July 19-22, 2011. Florida, 2011. ISBN 978-1-936338-35-1, p. 1-5.
9. Bertašienė A., Janušas V. Analysis of different installation conditions impact on air velocity value reproduction // World Academy of science, engineering and technology (WASET 2011), Dubai, United Arab Emirates, January 25-27, 2011. Dubai, 2011. Vol. 73. ISSN 2010-376X, p. 131-137.
10. Bertašienė A., Tonkonogovas A. Inertial properties of the tachometric air velocity meter and their influence on meter's dynamic error in pulsing flow // 8th international conference of young scientists on energy issues

## PRANEŠIMAI TARPTAUTINĖSE KONFERENCIJOSE

- CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 256-265.
11. **Biekša K., Klevienė A.** Regional energy economy development scenarios in Lithuania from the ecological footprint perspective // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 151-160.
  12. **Bobinaitė V.** Day-ahead electricity price forecasting: Lithuanian case // The 6th international conference on electrical and control technologies (ECT-2011), Kaunas, Lithuania, May 5-6, 2011. Kaunas: Technologija, 2011. ISSN 1822-5934, p. 169-174.
  13. **Brinkienė K., Žunda A., Kėželis R., Mėčius V., Česnienė J.,** Vasauskas V. The influence of plasma spraying parameters on the microstructure and properties of ZR02-8Y2O3 coatings // VI international scientific conference dedicated to 65th anniversary of faculty of agricultural engineering : proceedings BALTRIB'2011, Aleksandras Stulginskis University, Kaunas, Lithuania, November 17-19, 2011. Kaunas, 2011. ISSN 1822-8801, p. 139-143.
  14. **Česna B.** Experimental and calculated local temperatures on fuel rod surfaces in an angular segment of gas cooled assemblies // Proceedings of the 6th Baltic heat transfer conference 2011, Tampere, Finland, August 24-26, 2011. Tampere, 2011. ISBN 978-952-15-2638-1, p. 1-6.
  15. **Česnulytė V., Alzbutas R.** Extreme value distributions for probabilistic analysis of extreme snowfall // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 388-396.
  16. **Dundulis G., Kulak R.F., Marchertas A., Ušpuras E.** Thermal degradation of a NPP reinforced concrete roof structure due to an aviation fuel fire // 21st international conference on structural mechanics in reactor technology (SMiRT 21), New Delhi, India, November 6-11, 2011. India, 2011, p. 1-8.
  17. **Dzenajavičienė E.F., Lisauskas A.** Modelling of regional sustainable energy development opportunities: Kaunas region case // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 194-205.
  18. **Grigaitienė V., Snapkauskienė V., Zakarauskas K., Striūgas N.** Preparation of metal-supported catalysts by plasma spraying for the improvement of hydrogen-rich gas production from glycerol // Proceedings of the third international conference on environmental management, engineering, planning and economics (CEMEPE 2011) & SECOTOX conference, Skiathos, Greece, June 19-24, 2011. Thessaloniki, Greece: Grafima, 2011. ISBN 978-960-6865-43-5, p. 699-704.
  19. **Grigaitienė V., Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Valinčius V.** Generation and spectroscopic investigation of an atmospheric pressure water vapour plasma jet // IAEA proceedings of the international conference on the frontiers of plasma physics and technology, Singapore, April 18-22, 2011. Singapore, 2011. ISBN 978-92-0-517910-06, p. 1-8.
  20. **Grigaitienė V., Tamošiūnas A., Valinčius V.** Water vapour plasma generation for environmental purposes // Proceedings of the third international conference on environmental management, engineering, planning and economics (CEMEPE 2011) & SECOTOX conference, Skiathos, Greece, June 19-24, 2011. Thessaloniki, Greece: Grafima, 2011. ISBN 978-960-6865-43-5, p. 705-709.
  21. **Grigula A., Vonžodas T.** Investigation of the effectiveness and pollution of low capacity boiler fired with biofuel // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 90-97.
  22. Hinge J., Nikolaisen L., Perednis E., Faber A., Martikainen A., Nibbi L., Alakangas E., Aho M. Agroindustrial residues-availability and combustion characteristics // 19th European biomass conference and exhibition, Berlin, Germany, June 6-10, 2011. Germany, 2011, p. 299-301.
  23. **Iešmantas T., Alzbutas R.** Age-dependent probabilistic analysis of failures in gas pipeline networks // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 135-142.
  24. **Jablonskis J., Tomkevičienė A.** Lietuva-Nemunas-Smalininkai // Smalininkų vandens matavimo stoties reikšmė krašto istorijoje : tarptautinė konferencija, Jurbarkas, 2011 rugėjo 24. Kaunas, 2011, p. 26-35.
  25. **Jakimavičius D., Kriauciūnienė J.** Influence of the Klaipėda seaport development on the water balance of the curonian lagoon // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press ‘Technika’, 2011. Vol. 2. ISSN 978-9955-28-828-2, p. 573-577.
  26. **Jokšas B., Žutautaitė-Šepetienė I., Augutis J., Ušpuras E.** Assessment of hazard distribution within network systems with resistance feature // Risk analysis VII & Brownfields V : Seventh international conference on computer simulation in risk analysis and hazard mitigation & Fifth international conference on prevention, assessment, rehabilitation and development of brownfield sites. Ashurst, Southampton : WitPress, 2010. ISBN 978-1-84564-472-7, p. 13-22.
  27. Jonynas R., Valančius R., Šuksteris V., Perednis E., Mekas G. Study of medium scale solar water heating plants in Lithuania // Proceedings of the ISES solar World congress, Kassel, Germany, August 28-September 2, 2011. Germany, 2011, p. 1-6.
  28. **Jurgelėnaitė A., Jablonskis J.** Variation in Lithuanian river water temperatures // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press “Technika”, 2011. Vol. 1. ISBN 978-9955-28-826-8, p. 144-149.
  29. **Justinavičius D.** Thermal analysis of the engineered barriers of geological repository for RBMK-1500 spent nuclear fuel disposal in crystalline rocks // 8th international conference of young scientists on energy issues

- CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 468-477.
- 30.** **Kačegavičius T.** The integral analysis of 40 mm diameter pipe rupture in cooling system of fusion facility W7-X with ASTEC code // Nuclear energy for new Europe 2010: international conference, Portorož, Slovenia, September 6-9, 2010. Slovenia, 2010. ISBN 978-961-6207-31-7, p. 1-8.
- 31.** **Kačegavičius T., Kaliatka T.** Integral analysis of the W7-X fusion experiment with ASTEC and RELAP5 codes // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 449-457.
- 32.** **Kaliatka A., Ušpuras E., Kaliatka T.** Pressure surge in Wendelstein 7-X experimental stellarator facility // 14th international topical meeting on nuclear reactor thermalhydraulics (NURETH-14), Toronto, Ontario, Canada, September 25-30, 2011. Canada, 2011, p. 1-14.
- 33.** **Kaliatka A., Ušpuras E., Kaliatka T.** Analysis of thermal hydraulic processes in Wendelstein 7-X experimental nuclear fusion facility // Proceedings of international congress on advances in nuclear power plants (ICAPP 2011), Nice, France, May 2-5, 2011. France, 2011, p. 1996-2004.
- 34.** **Kaliatka A., Vileiniškis V., Ušpuras E.** Analysis of processes in spent fuel pools in case of loss of heat removal due to water leakage // 8th international conference on heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics (HEFAT2011), Pointe Aux Piments, Mauritius, July 11-13, 2011. Mauritius, 2011, p. 136-142.
- 35.** **Kaliatka T., Ušpuras E.** Application of best estimate methodology for Wendelstein 7-X experimental nuclear fusion device // 3rd international youth conference on energetics 2011 (IYCE,11), Leiria, Portugal, July 7-9, 2011. Portugal, 2011. ISBN 978-989-95055-6-8, p. 1-6.
- 36.** **Kontautas A., Urbonavičius E.** Approach to Phebus containment nodalisation for lumped-parameter codes // Proceedings of international congress on advances in nuclear power plants (ICAPP 2011), Nice , France, May 2-5, 2011. France, 2011, p. 1200-1208.
- 37.** **Kontautas A., Urbonavičius E.** Uncertainty and sensitivity analysis of aerosol behaviour in phebus containment during FPT2 test // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 478-486.
- 38.** **Kulokas M., Maslauskas E.** Research of viscosity influence on the density measurements // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 276-284.
- 39.** **Kveselis V., Dzenajavičienė E. F., Lisauskas A.** Sustainable energy development planning for regions in Lithuania: Kaunas region case // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2011. Vol. 3. ISBN 978-9955-28-829-9, p. 928-935.
- 40.** **Kveselis V., Dzenajavičienė E.F., Masaitis S.** The role of district heating and cooling technologies in energy provisions for building sector: challenges and perspectives // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2011. Vol. 2. ISSN 978-9955-28-828-2, p. 762-768.
- 41.** **Laurinavičius D.** Methodology for measurement of water temperature profiles // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 285-290.
- 42.** **Laurinavičius D., Šeporaitis M.** Water temperature profiles dependence from condensation flux in two phase flow // Proceedings of the 6th Baltic heat transfer conference 2011, Tampere, Finland, August 24-26, 2011. Tampere, 2011. ISBN 978-952-15-2638-1, p. 1-6.
- 43.** **Lekavičius V.** Input-output analysis of relationships between energy and other branches of Lithuanian economy // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 206-216.
- 44.** **Levinskas R., Lukošiūtė I., Baltakys K., Baltušnikas A., Kriūkienė R.** Properties of polymer nanocomposites on the bases of synthetic gyrolite and epoxy resin // VI international scientific conference dedicated to 65th anniversary of faculty of agricultural engineering : proceedings BALTRIB'2011, Aleksandras Stulginskis University, Kaunas, Lithuania, November 17-19, 2011. Kaunas, 2011. ISSN 1822-8801, p. 282-287.
- 45.** Malet J., Gelain T., Mimouni S., Manzini G., Arndt S., Klein-Hessling W., Xu Z., **Povilaitis M.**, Kubisova L., Parduba Z., Paci S., Siccama A., Stempniewicz M. Model validation on single droplet heat and mass transfer for containment applications SARNET-2 Benchmark // 14th international topical meeting on nuclear reactor thermalhydraulics (NURETH-14), Toronto, Ontario, Canada, September 25-30, 2011. Canada, 2011, p. 1-10.
- 46.** **Marcinauskas L., Grigonis A., Valatkevičius P.** Structural analysis of carbon films deposited from argon-acetylene gas mixtures // 1-th international conference nanomaterials: applications & properties (NAP-2011), Alushta, Crimea, Ukraine, September 27-30, 2011. Sumy : Sumy State University, 2011. Vol. 1, Part II, p. 288-290.
- 47.** **Marčiukaitis M.** Wind farms power prediction in Lithuania // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 62-71.
- 48.** **Martišauskas L., Augutis J.** The influence of energy supply disturbances to energy system // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 217-229.
- 49.** **Martišauskas L., Urbonas R., Jokšas B., Krikštolaitis R.** Energy security level assessment application for

- nuclear power // Nuclear energy for new Europe 2011: 20th international conference, Bovec, Slovenia, September 12-15, 2011. Slovenia, 2011, p. 1-8.
50. **Milieška M., Kėželis R., Mėcius V., Grigaitienė V.** Flow velocity dependence on plasma-chemical reactor outlet nozzle design and effect on obtained mineral fibre // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 359-364.
51. **Murauskaitė L.** Promotion of renewable energy for district heating in Lithuania as EU member // 1st World sustainability forum, November 1-30, 2011. ([www.wsforum.org](http://www.wsforum.org))
52. **Narkūnas E., Šmaižys A., Poškas P.** Analysis of nitrogen impurity impact on 14C generation in RBMK-1500 reactor graphite // Proceedings: 8th EPRI international decommissioning and radioactive waste management workshop, Hamburg, Germany, October 6-7, 2009. California: Electric Power Research Institute, 2011. 2011 Technical Report No. 1022502, p. 19-31.
53. **Narkūnienė A.** Uncertainty and sensitivity analysis of 129 I release from the engineered barriers of the geologic repository for RBMK-1500 spent nuclear fuel disposal // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 487-497.
54. **Pažeraitė A., Krakauskas M.** Barriers for implementation of small scale cogeneration in Lithuanian energy market // The 6th international conference on electrical and control technologies (ECT-2011), Kaunas, Lithuania, May 5-6, 2011. Kaunas: Technologija, 2011. ISSN 1822-5934, p. 165-168.
55. **Pažeraitė A., Krakauskas M., Baltakis V.** Reserve power market development in the Baltic State // The 6th international conference on electrical and control technologies (ECT-2011), Kaunas, Lithuania, May 5-6, 2011. Kaunas: Technologija, 2011. ISSN 1822-5934, p. 161-164.
56. **Povilaitis M.** Numerical analysis of experiments performed in the frame of SARNET2 project hydrogen deflagration benchmark // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 498-506.
57. **Radziukynas V., Kadiša S., Klementavičius A., Radziukynienė N., Leonavičius A.** Technical feasibility of the largest generating unit in the Baltic power system // Proceedings of the 6th international conference on electrical and control technologies (ECT2011), Kaunas, Lithuania, May 5-6, 2011. Kaunas: Technologija, 2011. ISSN 1822-5934, p. 325-329.
58. **Rimkevičius S., Kaliatka A., Valinčius M., Dundulis G., Grybėnas A., Žutautaitė-Šeputienė I.** Development of methodology for assessment of reliability of pipeline networks // Power and energy systems (EuroPES 2011): proceedings of the IASTED international conference, Crete, Greece, June 22-24, 2011. Greece, 2011. ISBN 9780839868830, p. 342-349.
59. **Rimkevičius S., Ušpuras E., Tonkūnas A., Laurinavičius D.** Thermal characteristics of container for on-site irradiated nuclear fuel transportation // 8th international conference on heat transfer, fluid mechanics and thermodynamics (HEFAT2011), Pointe Aux Piments, Mauritius, July 11-13, 2011. Mauritius, 2011, p. 802-806.
60. **Sankauskas D.** Wind energy parameter variation regularities in Lithuanian coastal zone // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 1-8.
61. **Slavickas A.** Void reactivity variation in innovative BWR assembly // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 507-516.
62. **Striūgas N.** Investigation of hydrogen rich gas production by thermal glycerol fraction decomposition // Cleaner combustion 2011: 2nd annual meeting, scientific report, Zaragoza, Spain, September 7-9, 2011. Spain, 2011, p. 73-75.
63. **Striūgas N., Zakarauskas K., Stravinskas G.** Comparison of steam reforming of biomass gasification tars over Lithuanian dolomite and waste tires char // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2011. Vol. 1. ISSN 978-9955-28-826-8, p. 367-373.
64. **Striūgas N., Zakarauskas K., Stravinskas G.** Experimental comparison of performance of Lithuanian dolomite and waste tires char for steam reforming of real tars from biomass gasification // 19th European biomass conference and exhibition, Berlin, Germany, June 6-10, 2011. Germany, 2011, p. 1582-1588.
65. **Šarauskienė D., Kriauciūnienė J.** Flood frequency analysis of Lithuanian rivers // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2011. Vol. 2. ISSN 978-9955-28-828-2, p. 666-671.
66. **Šlančiauskas A., Striūgas N.** Adjustment of air and gas streams for quality combustion by enhancing the secondary gas stage in the burner // Proceedings of 6th Baltic heat transfer conference 2011, Tampere, Finland, August 24-26, 2011. Tampere, 2011. ISBN 978-952-15-2638-1, p. 1-8.
67. **Šlančiauskas A., Striūgas N.** On NOx problems using two-stage gas and air burners // 9th European conference: industrial furnaces: boilers, Estoril, Portugal, April 26-29, 2011. Portugal, 2011, p. 1-10.
68. **Štreimikienė D., Mikalauskienė A.** Decision making based on comparative assessment of transport technologies // Proceedings of the 8th international conference on managing pavement assets, fulfilling the social, economic and environmental responsibility for sustainable, well managed, better roads, Santiago, Chile, November 15-19, 2011. Chile, 2011. ISBN 978-956-14-1230-9, p. 1-10.
69. **Tamošiūnas A., Grigaitienė V., Valinčius V.** Study of water vapour plasma composition by optical emission

- spectroscopy method // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 365-371.
70. **Tamošiūnas A., Valatkevičius P., Grigaitienė V., Valinčius V.** Design and operating characteristics of water vapor plasma torch for environmentally friendly processes // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2011. Vol. 1. ISSN 978-9955-28-826-8, p. 378-381.
71. **Tonkonogovas A., Stankevičius A.** The influence of gas flow pulsing on performance of thermal power plant // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 310-317.
72. **Trepulis M., Kaliatka T.** Analysis of processes in RBMK-1000 fuel rods during reactivity initiated accident using FEMAXI-6 code // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 517-526.
73. **Vaidlienė A., Vaidelys V.** Mathematical simulation of aeration and diffusion processes in the air-water interface // Environmental engineering: 8th international conference, Vilnius, Lithuania, May 19-20, 2011. Vilnius: VGTU Press 'Technika', 2011. Vol. 1. ISSN 978-9955-28-826-8, p. 401-407.
74. **Vaidlienė A., Vaidelys V.** Investigation of physical processes taking place on the open channel's air-water interface // Research people and actual tasks on multidisciplinary sciences: 3-rd conference, Lozenec, Bulgaria, June 8-10, 2011. Vol. 3. ISSN 1313-7735, p. 83-87.
75. **Valantinavičius M., Vonžodas T., Pedišius N.** Investigation of the performance of domestic heating boilers fired with wood pellets and logs // Proceedings of 6th Baltic heat transfer conference 2011, Tampere, Finland, August 24-26, 2011. Tampere, 2011. ISBN 978-952-15-2638-1, p. 1-13.
76. **Valinčius M., Kaliatka A.** Analysis of dynamic processes during accidents in a district heating system // World Academy of science, engineering and technology (WASET 2011), June 2011. Paris, France, 2011. Iss. 77. ISSN 2010-376X, p. 33-38.
77. **Valinčius V., Grigaitienė V., Valatkevičius P., Tamošiūnas A.** Atmospheric pressure water vapour plasma source and its application to produce hydroge-rich gas // 20t international symposium on plasma chemistry (ISPC 20), Philadelphia, USA, July 24-29, 2011. Philadelphia, 2011, p. 1-4.
78. **Voronov R.** Probabilistic analysis of multiple room area event considering spurious operation of Ignalina NPP fire extinguishing system // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 527-537.
79. **Voronov R., Alzbutas R.** Optimization of testing intervals of standby safety systems of nuclear power plants considering human errors // Advances in risk and reliability symposium (AR2TS): proceedings of 19th international conference , Stratford-upon-Avon, England, April 12-14, 2011. England, 2011. ISBN 9780904947656, p. 55-61.
80. **Zakarauskas K., Striūgas N., Stravinskas G.** Thermal decomposition of biomass and analysis of resin destruction // 8th international conference of young scientists on energy issues CYSENI 2011, Kaunas, Lithuania, May 26-27, 2011. Kaunas: LEI, 2011. ISSN 1822-7554, p. 98-103.
81. **Žutautaitė-Šeputienė I., Augutis J., Ušpuras E.** Assessment of the system degradation level using the Bayesian approach // Risk analysis VII & Brownfields V : Seventh international conference on computer simulation in risk analysis and hazard mitigation & Fifth international conference on prevention, assessment, rehabilitation and development of brownfield sites. Ashurst, Southampton : WitPress, 2010. ISBN 978-1-84564-472-7, p. 47-57.

## PRANEŠIMAI LIETUVOS KONFERENCIJOSE

1. Belousov A., Adomavičius A., Ognerubov V. Šilumos mainų dinamikos tyrimas RBMK-1500 reaktoriaus aktyviojoje zonoje reaktyvumo padidėjimą inicijuojančių procesų metu // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 101-104.
2. Gaigalis V., Markevičius A., Savickas J. Viešosios energetikos alternatyvos-darnios energetikos strategija kaip regioninės plėtros galimybė // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 21-26.
3. Gaigalis V., Škėma R. Kuro ir energijos vartojimo tendencijos Lietuvoje ir jos pramonėje 2005-2009 m. // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 15-20.
4. Galinis A., Lekavičius V. Centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus raida besikeičiančioje energijos išteklių rinkoje // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 208-213.
5. Grigaitienė V., Tamošiūnas A. Vandens garo plazmos formavimas ir jos elementinės sudėties tyrimas optimės emisijos spektrinės analizės metodu // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 154-157.
6. Grigaitienė V., Valatkevičius P. Iki 100 kW galios vandens garo plazmos įrenginio, skirto biokuro konversijai, sukūrimas ir tyrimai // Podoktorantūros stažuotojų kon-

- ferencija 2011. Vilnius: Lietuvos mokslo taryba, 2011. Vilnius: Vitae Litera, 2011. ISBN 978-9955-920-99-1, p. 145-148.
7. **Jankauskas J.** Lazerinių sistemų naudojamų tékmés struktūrų vizualizacijai palyginamoji analizé // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 178-183.
  8. **Kaliatka T., Povilaitis M.** Termohidraulinė analizé W7-X vamzdžio trūkio atveju // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 89-94.
  9. **Kavaliauskas Ž., Marcinauskas L.** Plazmocheminio ésdinimo įtaka elektrodų struktūrai ir superkondensatorių elektrinėms charakteristikoms // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 174-177.
  10. **Klevas V., Perednis E.** Saulės energijos panaudojimas pastatuose // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 77-82.
  11. **Kontautas A., Urbonavičius E.** Radionuklidų sklaida PHEBUS apsauginiame kiaute FPT-2 eksperimento metu // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 95-100.
  12. **Kriauciūnienė J., Gailiušis B.** Uostų plėtra ivertinant hidrodinamikos veiksnius // Jūros ir krantų tyrimai-2011: 5-osios mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga, Palanga, 2011 balandžio 13-15. Palanga, Lietuva, 2011, p. 147-151.
  13. **Kuprys A., Gatautis R.** Mikrorajono šilumos tiekimo tinklo optimizavimas // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 220-225.
  14. **Kveselis V.** Centralizuoto šilumos tiekimo sistemų ekologinio ženklinimo schemas // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 232-239.
  15. **Lekavičius V.** Biodegalų gamybos energetiniai ir ekonominiai aspektai // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 67-70.
  16. **Marcinauskas K., Korsakienė I.** Malkinės medienos šilumininguumo nustatymo ir malkų džiovinimo katilinėse problemos // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 184-189.
  17. **Milieška M., Kėželis R., Mėčius V.** Šilumos mainai sunkiai besilydančios keramikos perdirbimui skirtame plazmocheminiame reaktoriuje // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 134-137.
  18. **Miškinis V., Konstantinavičiūtė I.** Energijos vartojimo ir poreikių detalizavimas Lietuvos teritorijoje // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 214-219.
  19. **Norvaiša E.** Prognozuojamas biodujų vaidmuo Lietuvos šilumos sektoriuje // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 53-58.
  20. **Sankauskas D., Katinas V.** Vėjo energijos panaudojimo Lietuvoje tyrimai // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 5-10.
  21. **Slavickas A., Pabarčius R.** Garo reaktyvumo efekto tyrimas BWR kuro rinkleje naudojant SCALE programinį paketą // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 83-88.
  22. **Snapkauskienė V., Valinčius V.** Plazminių technologijų taikymas aplinkosaugos problemoms spręsti // Doktorantūros stažuotojų konferencija 2011. Vilnius: Lietuvos mokslo taryba, 2011. Vilnius: Vitae Litera, 2011. ISBN 978-9955-920-99-1, p. 149-151.
  23. **Tamašauskienė M., Savickas J.** Biodujų energetikos raida ir jos vystymo perspektyvos Lietuvoje // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 39-44.
  24. **Tonkonogovas A., Stankevičius A., Tonkonogij J.** Žemų temperatūrų įtaka buitinių dujų slėgio reguliatorių veiksmingumui // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 240-245.
  25. **Trepulis M., Kaliatka T.** Validation of FEMAXI-6 code for the analysis of processes in RBMK-1000 fuel rods // Mechanikos inžinerija-2011. 10-oji jaunųjų mokslininkų konferencija, pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 gegužės 13. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-9955-25-991-6, p. 83-88.
  26. **Vaideliénė A., Vaidelys V.** Aeracijos ypatumai krintančio vandens sraute // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 184-189.

- 27.** **Zakarauskas K., Striūgas N., Stravinskas G.** Biomasės pirolizės metu susidarančių dervų analizė ir jų mažinimo būdai // Šilumos energetika ir technologijos-2011: konferencijos pranešimų medžiaga, Kauno technologijos universitetas, 2011 vasario 3,4. Kaunas: Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0179-4, p. 71-76.
- MOKSLO POPULIARINIMO STRAIPSNIAI**
- 1.** Čerapaitė-Trušinskienė R., **Meilutytė-Barauskienė D.** Kompiuterinė tomografija. Kaip toli nuėjome nuo sukūrimo iki dabar // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2011. Nr. 11-12, p. 2-3, 22.
  - 2.** Česna B. 6-oji Baltijos šalių šilumos mainų konferencija // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p. ii-iii.
  - 3.** Dzenjavičienė E.F. Dr. Vaclovui Kveseliui - 60 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 1, p. iv.
  - 4.** Dzenjavičienė E.F., Pedišius N., Škėma R. Darni bioenergetika // Kaunas : UAB Rovilnė, 2011. 136 p.
  - 5.** Gaigalis V., Markevičius A. Viešosios energetikos alternatyvos - tvarios energetikos strategija kaip regioninės plėtros galimybė // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2011. Nr.1 (46), p. 19-21.
  - 6.** Gaigalis V., Markevičius A. Tarptautinio projekto „Energetikos alternatyvos viešajame sektoriuje - darnios energetikos strategija kaip regiono plėtros galimybė“ veiklos rezultatai ir įgyvendinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p.i-ii.
  - 7.** Gaigalis V., Markevičius A. Energetikos alternatyvos viešajame sektoriuje (PEA) veiklos rezultatas // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2011. Nr. 4, p. 23-24.
  - 8.** Gaigalis V., Markevičius A. Studijinis vizitas Švedijoje ir Danijoje įgyvendant tarptautinį PEA projektą „Energetikos alternatyvos viešajame sektoriuje - darnios energetikos strategija kaip regioninės plėtros galimybė“ // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 4, p. ii-iii.
  - 9.** Jablonskis J. Ką byloja Nemuno vandenys // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2011. Nr.4, p. 30-35.
  - 10.** Kveselis V. Darni regionų energetikos plėtra // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2011. Nr. 7-8, p. 4-6, 19.
  - 11.** Kveselis V. Europa nagrinėja centralizuoto šilumos ir vėsumos tiekimo plėtros galimybes // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2011. Nr. 3 (48), p. 23-27.
  - 12.** Levinskas R. Polimerų ir kompozitų tyrimai Lietuvos energetikos institute // Medžiagų mokslas Lietuvoje. Kaunas : Technologija, 2011. ISBN 978-609-02-0155-8, p. 45-50.
  - 13.** Lukošiūtė I. Apgintos daktaro disertacijos : Rentgeno struktūrinės analizės metodų taikymas kintančios mineralinės sudėties junginių sistemoms tirti (Arūnas Bal-
  - tušnikas) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 4, p. v-vi.
  - 14.** Meilutytė- Barauskienė D. Lietuvos energetikos institute-8-oji tarptautinė doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija// Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. vii-ix.
  - 15.** Meilutytė-Barauskienė D. Vakaras su mokslininkais // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2011. Nr. 9, p. 40.
  - 16.** Meilutytė-Barauskienė D., Lekavičius V., Jakimavičius D. Lietuvos energetikos institute – „Tyrėjų naktis“// Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2011. Nr. 1, p. 22-23, 31.
  - 17.** Meilutytė-Barauskienė D., Lekavičius V., Zaleckis R. Lietuvos energetikos institute atvirų durų diena // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2011. Nr. 10, p. 6-7.
  - 18.** Meilutytė-Barauskienė D., Narkūnienė A. Lietuvos energetikos institute - jaunujų tyrejų diskusijos energetikos aktualijomis // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2011. Nr. 9, p. 26-28.
  - 19.** Miškinis V. Prof. habil. dr. Vidmantui Jankauskui - 60 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 1, p. ii-iii.
  - 20.** Pabarčius R. Apgintos disertacijos: Kondensacijos pliūpsnio panaudojimo pasyviose aušinimo sistemoje tyrimas (Mindaugas Valinčius) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 1, p. v.
  - 21.** Perednis E. Biomasės kuro rinkos apribojimų ir žaliaivos gavybos sprendimai // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2011. Nr.1 (46), p. 24-26.
  - 22.** Šimonis V. Apgintos disertacijos: Radionuklidų sklaidos iš paviršinių radioaktyviųjų atliekų kapinynų tyrimas (Raimondas Kilda) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. v.
  - 23.** Šimonis V. Apgintos daktaro disertacijos : Radionuklidų sklaidos iš RBMK panaudoto branduolinio kuro hipoteinio kapinyno tyrimas (Asta Narkūnienė) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 4, p. iv-v.
  - 24.** Tarvydas D., Ausėnaitė D., Grigienė J. Alternatyvios energetikos perspektyvos Lietuvoje // Green'as. ISSN 2029-2392. 2011. Nr 2(6), p. 20-29.
  - 25.** Tomkevičienė A. Iš konferencijos Smalininkuose sugržus // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 3, p. iii-iv.
  - 26.** Valinčius V. Plazmininių procesų tyrimas ir technologijų kūrimas // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2011. Nr. 2, p. 36-39.
  - 27.** Valinčius V. Dr. Pranui Valatkevičiui - 75 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 1, p. i-ii.
  - 28.** Žiugžda V., Tonkonogij J. Habil.dr. Antanui Pedišiu - 70 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2011. T. 57, Nr. 2, p. i-iii.

# PAGRINDINIAI 2011 m. ĮVYKIAI

**Sausio 18 d.**

LEI darbuotojams įteikti asociacijos LINPRA garbės ženklai



**Vasario 1 d.**

Pasirašyta LEI ir AB *Kauno energija* bendradarbiavimo sutartis



**Vasario 2 d.**

Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros (MITA) dabuotojų vizitas LEI



**Kovo 16 d.**

Dalyvauta *KTU karjeros dienose*



**Kovo 25 d.**

LMA Jaunujų mokslininkų moksliinių darbų konkurso nugalėtojos premijos įteikimas dr. D. Meilutytei-Barauskienei



**Balandžio 12 d.**

Asociacijos EURATOM-LEI komiteto posėdis



**Balandžio 20 d.**

Lietuvos pramonininkų konfederacijos energetikos komiteto posėdis



**Gegužės 5 d.**

*LEI atvirų durų diena*



**Gegužės 26–27 d.**

8-oji tarptautinė doktorantų ir jaunujų mokslininkų konferencija *Jaunoji energetika 2011 CYSENI 2011*



**Birželio 15 d.**

Seminaras Šilumos ūkio sektoriaus vystymosi aktualijos



**Birželio 17 d.**

Dr. Mario Guarancino (National Research Council of Italy) vizitas LEI



**Rugsėjo 16 d.**

Energetinio saugumo centro prie LR Užsienio reikalų ministerijos atstovų vizitas



**Rugsėjo 23 d.**

*Tyrėjų naktis 2011*



**Spalio 17 d.**

7BP projekto *Product and Process Design for AmI Supported Energy Efficient Manufacturing Installations (DEMI)* dalyvių susitikimas



**Spalio 17 d.**

Lankési Slénijų stebésenos grupės (Valley Monitoring Group) ekspertai



**Spalio 19 d.**

B25 projekto *Paviršinis mažo ir vidutinio aktyvumo radioaktyviųjų atliekų kapinynas* organizacinio komiteto susitikimas



**Spalio 27 d.**

NASA ekspertų vizitas LEI



**Lapkričio 4 d.**

Nacionalinės moksleivių akademijos užsiėmimai LEI Vandenilio energetikos technologijų centre



**Lapkričio 18 d.**

Šiaurės Teksaso universiteto Progresyvių polimerų ir optimizuotų medžiagų laboratorijos direktoriaus prof. Witold Brostow vizitas



**Lapkričio 30 d.**

2011 m. baigiamų iš valstybės subsidijų finansuojamų darbų ataskaitų gynimas



**Gruodžio 16 d.**

LEI apdovanotas Lietuvos pramonininkų konfederacijos organizuojamo konkurso *Lietuvos metų gaminys 2011* aukso medaliu





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

