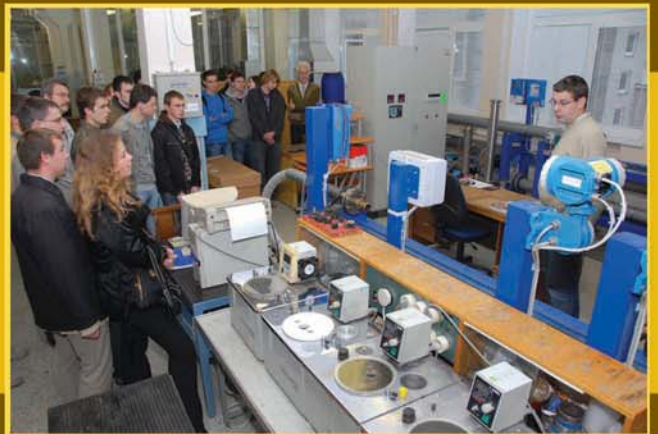




**LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS**

**2008 m.**



**VEIKLOS APŽVALGA**

## **Turinys**

Lietuvos energetikos institutas 2008 m. ....	3
Instituto jaunimo veikla .....	7
Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorija .....	9
Degimo procesų laboratorija .....	13
Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorija .....	17
Vandenilio energetikos technologijų centras .....	20
Plazminių technologijų laboratorija .....	22
Branduolinės inžinerijos problemų laboratorija .....	27
Branduolinių įrenginių saugos laboratorija .....	31
Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorija .....	41
Regionų energetikos plėtros laboratorija .....	44
Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratorija .....	47
Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras .....	51
Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorija .....	55
Hidrologijos laboratorija .....	58
Instituto biudžetas .....	60
Svarbiausios publikacijos .....	61
LEI įvykiai 2008 m. ....	71



**Direktorius –**  
**prof. habil. dr. Eugenijus UŠPURAS**  
**MA narys- korespondentas**  
Tel. (8 37) 401 926  
El. paštas [uspuras@mail.lei.lt](mailto:uspuras@mail.lei.lt)

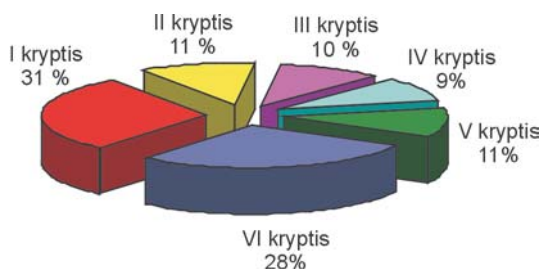
## Instituto mokslinė tiriamoji veikla vykdoma pagal šešias pagrindines mokslinės veiklos kryptis:

- I. Energetikos ūkio planavimo metodų kūrimas, energetikos objektų saugumo, patikimumo, poveikio aplinkai bei efektyvaus energijos vartojimo, atsinaujinančių ir alternatyvių energijos išteklių tyrimai.
- II. Tyrimai šiluminės fizikos, skysčių bei dujų mechanikos ir metrologijos srityse.
- III. Sudėtingų sistemų modeliavimas, jų valdymo metodų ir kontrolės techninių priemonių kūrimas.
- IV. Energetikos sistemų konstrukcinių elementų ilgaamžiškumo ir naujų daugiavfunkcinių medžiagų tyrimai.
- V. Degimo ir plazminių procesų tyrimai kuro taupymo, aplinkos taršos mažinimo ir medžiagų terminio nuklenksminimo srityse.
- VI. Fundamentiniai ir taikomieji tyrimai branduolinės, termobranduolinės ir vandenilio energetikos srityse.

# Lietuvos energetikos institutas 2008 metais

*Lietuvos energetikos institutas yra valstybės mokslo institutas įsteigtas Lietuvos energetikai, svarbiems ilgalaikiams tarptautinio lygio moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai vykdyti.*

*Institutas vykdo hidro ir dujų dinamikos, šilumos mainų, medžiagų mokslo ir nanotechnologijų fundamentinius ir taikmuosius tyrimus, kurie reikalingi naujausioms ir ateities energetikos technologijoms kurti, jų saugai ir patikimumui pagrįsti bei įvertinti jų poveikį aplinkai. Institutas taip pat yra aukščiausios kvalifikacijos ekspertas energetikos ekonomikos, metrologijos ir elektros sistemų valdymo srityse.*



*Mokslininkų pasiskirstymas pagal mokslinės veiklos kryptis*

2008 m. instituto kolektyvas vykdė 17 valstybės biudžeto LR švietimo ir mokslo ministerijos finansuojamų darbų, kurių 7 buvo sėkmingai užbaigti ir apginti, o likusieji 10 bus tęsiami 2009–2010 m. Valstybės biudžeto finansuojamiems darbams institute skiriamas ypatingas dėmesys, jų vykdymas ir gautieji rezultatai analizuojami mokslinių darbų ekspertų komisijoje, o metinės ir baigiamos mokslinių darbų ataskaitos tvirtinamos instituto Taryboje. Informacija apie LR švietimo ir mokslo ministerijos finansuojamus darbus pateikiama ir šiame leidinyje. Pažymėtini, valstybės biudžeto finansuojami Lietuvai ypač

reikšmingi fundamentiniai ir taikomieji darbai, tokie kaip Lietuvos energetinio saugumo įvertinimo metodikos sukūrimas bei energijos tiekimo saugumo ir patikimumo vertinimas, naujos vandenilio technologijos, kuro elementai ir kt.

**1. Energijos tiekimo Lietuvai saugumo įvertinimo metodikos kūrimas** (vadovas – J. Augutis). Tyrime išanalizuota Europos ir pasaulio praktika vertinant energetinį saugumą. Pasiūlyta bendra energetinio saugumo vertinimo metodika, suformuoti šios metodikos principai, sudaryti matematiniai modeliai, parinkta programinė įranga. Sukurtas Lietuvos energetikos sistemos trikdžių ir pasekmių *RiskSpectrum* vertinimo modelis.

**2. Paskirstytosios energijos gamybos plėtros tyrimai** (vadovas – V. Miškinis). Darbe pateiktas paskirstytosios energijos gamybos plėtros teisinių, techninių ir technologinių sąlygų įvertinimas; parengtos rekomendacijos esamų energetikos tinklų (gamtinių dujų, elektros tinklų, centralizuoto šilumos tiekimo tinklų) modernizavimui ir plėtrai, naujų gamintojų konkurencingumui energijos rinkoje didinti bei racionalių energetikos sektoriaus vystymo scenarijų tobulinimui.

**3. Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo elektros energijos gamybai Lietuvoje analizė ir plėtros galimybių tyrimas** (vadovas – V. Katinas). Atlikta elektros gamybos, naudojant AEI, šalyje analizė. Įvertintos vėjo jėgainių statybos galimybės Lietuvos sausumoje ir Baltijos jūroje. Iširtos biomasės ir biodujų naudojimo kogeneracinėse jėgainėse galimybės. Sukaupti ir išanalizuoti duomenys apie energetinius želdynus kitose šalyse bei įvertintas jų kultivavimo tikslingumas ir perspektyvos Lietuvoje. Iširtos saulės energijos panaudojimo elektrai gaminti perspektyvos šalyje.

**4. Nacionalinio balanso valdymo išteklių efektyvus panaudojimas Lietuvos ir Baltijos EES** (vadovas – V. Ra-



dziukynas). Iširtas nacionalinio balanso nuokrypių pasiskirstymas ir jų optimalus padengimas. Parametrinės identifikacijos metodais sukurta EES dinaminų dažnių charakteristikų parametų įvertinimo metodologija. Panaudojus sukurtą antrinį dažnio ir galios reguliatorių, vadovaujantis fuzzy logika iširtas valdymo efektyvumas. Pasiūlytas originalus optimizacinis balansavimo mechanizmas, turintis minimalių balansavimo išlaidų tikslo funkciją.

**5. Kondensacijos įtakos tarpfazinio paviršiaus stabilumui tyrimas** (vadovas – M. Šeporaitis). Šiame darbe atlikti palyginamieji nesikondensuojančio ir besikondensuojančio horizontalaus dvifazio tekėjimo tyrimai, eksperimentiškai ir teoriškai nustatyta bei palyginta kondensacijos įtaka tarpfazinei trinciai ir tarpfazinio paviršiaus stabilumui, atliktas besikondensuojančio dvifazio tekėjimo pasvirusiame kanale modeliavimas, įvertintas kanalo pasvirimo kampo bei eksperimentiškai nustatytos tarpfazinės trinties sąryšis. Pagal gautus darbo rezultatus sudarytas tekėjimo eksperimentinio stendo kanale modelis, nustatyta kondensacijos įtaka tarpfazinei trinciai ir tarpfazinio paviršiaus stabilumui.

**6. Aukštatemperatūros purškimo pirolizės proceso, skirto plazminei dangų sintezei, dėsningumų tyrimas** (vadovas – V. Valinčius). Suprojektuotas ir pagamintas dujų dinaminis stendas su specialios paskirties plazmos generatoriumi, sukurta plazmos srovės dinaminų ir šiluminių charakteristikų tyrimo metodika, sukomplektuota įranga ir aparatūra plazmos srovės parametrams tirti. Skaitmeniniu ir eksperimentiniu metodais iširtas dispersinių dalelių judėjimas ir jų paviršių faziniai virsmai aukštos temperatūros paskandintoje srovėje. Gauti plazmos srovės greičių, temperatūros, jų pulsacijų bei plazmos būsenos tyrimo rezultatai, nustatytas dujų dinaminų ir šiluminių charakteristikų pasiskirstymas prie sudaromos dangos sienelės, srauto ir paviršiaus šilumos masės mainų koeficientai. Nustatyta įvairių veiksmų įtaka pirolizės proceso eigai ir dangos formavimo kokybei.

**7. Energijos vartojimo efektyvumo didinimo pramonės ir pastatų sektoriuose tyrimas** (vadovas – R. Škėma). Pasiūlytas Lietuvos MVĮ energetikos vadybos modelis bei pateikta kompiuterinė energetikos vadybos „e-mokymų“ sistema. Pateikta ir pritaikyta Lietuvos pramonės įmonėse tarptautinė energijos naudojimo duomenų monitoringo ir palyginimo metodologija.

Toliau tęsiami iš valstybės biudžeto finansuojami darbai:

- **Geriausio įvertimo metodologijos taikymas modeliuojant procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose.** Darbo vadovas A. Kaliačka;
- **Radiacinio poveikio analizė ir optimizavimas atliekant AE įrenginių išmontavimą ir tvarkant radioaktyvias atliekas.** Darbo vadovas P. Poškas;
- **Klimato kaitos įtaka Lietuvos vandens išteklių būklei ir hidroenergetikos sektoriui.** Darbo vadovas B. Gailiusis;
- **Skysčių ir dujų srauto charakteristikų įtakos tūrio ir debito matuoklių metrologiniams parametrų tyrimas.** Darbo vadovas A. Pedišius;
- **Nanokristalinių metalų hidridų, skirtų vandenilio saugojimui, sintezė, taikant joninius-plazminius metodus.** Darbo vadovas D. Milčius;

- **Biokuro ir kaloringų atliekų dujų fiksavimo eksperimentiniai ir skaitinio modeliavimo tyrimai siekiant patobulinti energijos gamybos technologijas.** Darbo vadovas A. Džiugys;
- **Šilumos mainų ir tėkmės hidrodinamikos tyrimai pereinamojo tekėjimo zonoje esant mišrios konvekcijos ir stabilios bei nestabilios oro tankio stratifikacijos sąveikai.** Darbo vadovas R. Poškas;
- **Darnios regionų energetikos plėtros planavimo pagrindai ir įgyvendinimo galimybės.** Darbo vadovas V. Kveselis;
- **Cirkonio lydinių, skirtų šiluminių elementų apvalkalų bei slėgio vamzdžių gamybai, irimo dėsningumų eksperimentinis tyrimas.** Darbo vadovas A. Grybėnas.
- **Energijos išteklių panaudojimo darnumo aspektų įvertinimo metodologijos sukūrimas.** Darbo vadovas V. Klevas.

LEI mokslininkai aktyviai teikė paraiškas Europos Sąjungos programų projektams – iš viso pateiktos 33 paraiškos. Iš jau vykdomų projektų išsiskiria *Pažangi energetika Europai* projektai – jų vykdoma 13; 10 projektų – 6-osios Bendrosios Programos, 6 – COST programos projektai, taip pat vis aktyviau LEI mokslininkai dalyvauja vykdamas 7BP projektus. 2008 m. buvo vykdomi šie 7BP projektai:

- **Energijos tiekimo saugumas atsizvelgiant į neapibrėžtumus, riziką ir ekonominius poveikius (Security of Energy Considering Its Uncertainty, Risk and Economic Implications, SECURE)** (LEI atstovas – J. Augutis). Projekto tikslas – sukurti energetinio saugumo vertinimo metodiką, aprėpiančią visus klausimus, susijusius su energijos tiekimo saugumo problemomis, įskaitant geopolitinius pokyčius, kainų formavimą, energijos rinkų ES viduje ir išorėje kūrimą, terorizmo grėsmes ir kt.;

- **Tikimybinio ilgalaikio naujų energijos technologijų įvertinimo scenarijai (Energy Technological Foresight and Scenario Development, PLANETS)** (LEI atstovas – D. Štreimikienė). Projekto tikslas – nustatyti naujų perspektyviausių technologijų plėtros ES šalyse iki 2050 m. scenarijus, atitinkančius ES energetikos politikos prioritetus ir darnios plėtros tikslus;

- **Apšvitinto grafito ir kitų anglies turinčių radioaktyviųjų atliekų apdorojimas ir laidojimas (Treatment and Disposal of Irradiated Graphite and Other Carbonaceous Waste, CARBOWASTE)** (LEI atstovas – P. Poškas). Pagrindinis tyrimų objektas – apšvitintas Rusijoje naudojamas grafitas, jo charakteristikos ir eksperimentiniai tyrimai. Pirmame etape atlikta integrali Rusijos radioaktyviųjų atliekų (grafito) tvarkymo analizė, parengta atlikto tyrimo ataskaita. Ataskaitoje analizuoti įvairiose Rusijos vietose esantys branduoliniai objektai, t. y. atominės elektrinės, tyrimams naudojami reaktoriai bei pramoniniai reaktoriai naudoti plutoniui gaminti. Pateikta išsami informacija, susijusi su šių objektų eksploatacija bei planuojamais statyti naujais branduoliniais objektais. Ataskaitoje išsamiai analizuojamos Rusijoje naudojamo grafito charakteristikos, atlikti eksperimentiniai bei skaitiniai tyrimai šioje srityje, pateikiama tam tikruose branduoliniuose objektuose esančio grafito jonizuojančios spinduliuotės matavimų analizė, o taip pat Rusijoje taikomos bei planuojamos taikyti technologijos šioms atliekomis perdirbti.

- **Integruotas Europos tinklas Biomassės ir atliekų pakartotinis naudojimas bioproduktų gamyboje (Integrated European Network for Biomass and Waste Reutilisation for Bioproducts, AQUATERRE)** (LEI atstovas – V. Katinas). Projekto tikslas – inventorizuoti Europoje egzistuojančius biomasės išteklius ir nustatyti biokuro gamybos potencialą bei vertę, naudojant Geografinę Informacinę Sistemą sudaryti Europos biomasės išteklių naudojimo žemėlapius ir nustatyti ekonominių veiksnių ir poveikio aplinkai schemas pagal optimalius gyvavimo raidos ciklą (LCA) scenarijus.

- **Europos branduolinės sintezės vystymo sutartis (European Fusion Development Agreement)** (LEI atstovas – E. Ušpuras). Projekto tikslas – bendradarbiaujant su Makso Planko institutu (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Vokietija) atlikti šiame institute statomo stelatoriaus tipo termobranduolinės sintezės eksperimentinio įrenginio W7-X saugos vertinimus.

Darbuotojų kaitos skirtumų institutas praktiškai nepatyrė, sumažėjo tik techninio personalo skaičius. Spręsdamas neišvengiamo darbuotojų senėjimo klausimą, LEI jau senokai rūpinasi pamainos ugdymu, institute nuolat studijuoja ir dirba doktorantai.

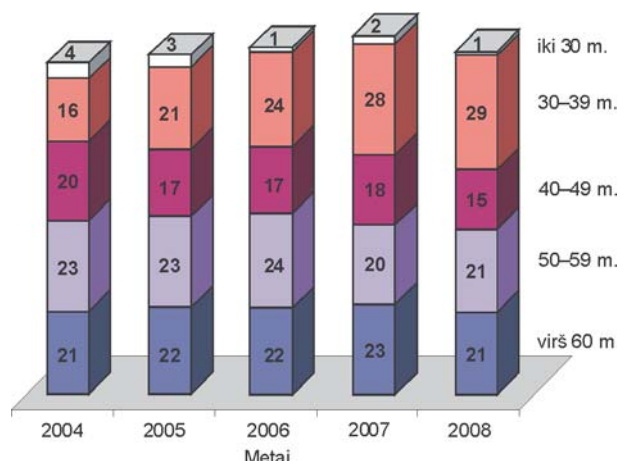
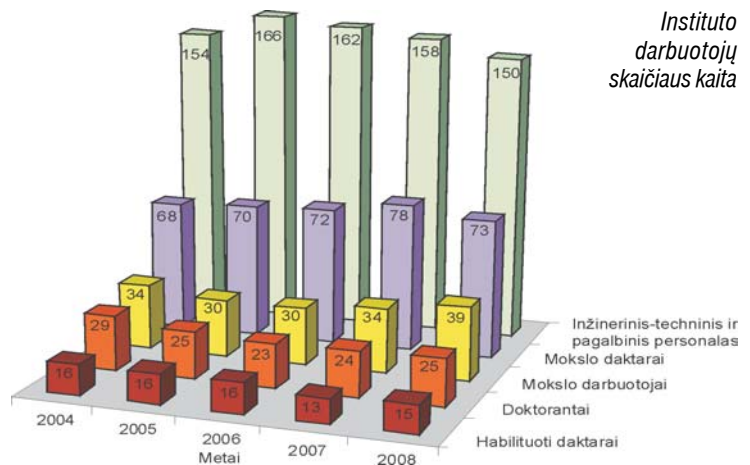
LEI aktyviai dalyvauja šių technologinių platformų veikloje:

- *Ateities gamybos;*
- *Vandenilio ir kuro elementų ( $H_2/FC$ );*
- *Nacionalinės šilumos energetikos;*
- *Nacionalinės biomasės ir biokuro gamybos ir naudojimo;*
- *Lietuvos nacionalinės biodegalų.*

2008 m. kartu su partneriu VDU baigtas ES Struktūrinių fondų projektas **Vandenilio energetikos technologijų mokymo organizavimas**. Bendromis pastangomis sukurta Fizikos krypties magistratūros studijų mokymo programa **Energija ir aplinka**.

2008 m. rugsėjį įgyvendintas ES Struktūrinių fondų projektas **Lietuvos energetikos instituto Šilumos mainų ir branduolinių įrenginių laboratorinio administracinio pastato (10C 3/b) remontas**. Projekto, kurio vertė 2 047 229 Lt., tikslas buvo pagerinti pastato šilumines charakteristikas ir efektyviau vartoti šiluminę energiją visuomeniniame sektoriuje. Atlikus palyginamąją šilumos energijos suvartojimo analizę, skaičiuojant tik tris paskutinius metų mėnesius nuo 2002 m., pastebėtas žymus suvartojamosios energijos sumažėjimas 2006 m. pakeitus langus bei dvigubai mažesnis jos suvartojimas baigus pastatą atnaujinti.

2008 m. baigtas Lietuvos mokslo tarybos vykdytas projektas **Gamtos mokslų podoktorantūrinių stažuocių (post doc'ų) sistemos sukūrimas ir įdiegimas**, kurio vienu iš 19 partnerių buvo ir LEI. Projekto pagrindinis tikslas – sukurti podoktorantūrinių stažuocių organizavimo modelį, įdiegiant konkursinį praktikų mechanizmą.



Instituto mokslininkų amžiaus struktūra



Šilumos mainų ir branduolinių įrenginių administracinio pastato apšiltinimas

2008 m. instituto mokslininkai pagal sutartį su AB *Naujasis kalcitas* įvykdė ES Struktūrinių fondų projektą **Aukšto kalingumo medžiagų ir atliekų dujų apdorojimo technologijos, mažinančios sąnaudas kurui, sukūrimo ir pritaikymo gamyboje moksliniai tyrimai**. Sukurta technologija, kai dujų apdorojant naudojamos padangos gautos dujos bus naudojamos kalkių gamybos procese, pakeičiant iki 30 % įprastinio kuro.

2008 m. buvo tęsiamas 2007–2013 m. ES Struktūrinių fondų lėšomis finansuojamas **Vandenilio energetikos technologijų centro** įkūrimo projektas, sukuriant jame sąlygas dinamiškai kompleksinių fundamen-



tyrinių ir technologinių tyrimų plėtrai strateginėje ES mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros tematikoje.

Institutas aktyviai dalyvavo Slėnio **Santaka**, nacionalinės kompleksinės programos **Mechatronika** veikloje bei rengiant nacionalinę mokslo programą **Ateities energetika**.

Kauno technologijos universitetas kartu su Kauno medicinos universitetu ir Lietuvos energetikos institutu 2006 m. pabaigoje inicijavo integruoto mokslo, studijų ir verslo centro – Slėnio **Santaka** steigimą ir siekia vienoje teritorijoje sutelkti mokslinių tyrimų, studijų ir imlaus žinioms verslo potencialą, sukurti bendro naudojimo infrastruktūrą ir kryptingai vykdyti Lietuvos ūkiui aktualius mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros darbus šiose kryptyse:

- 1) darnioji chemija (apimant biofarmaciją);
- 2) mechatronika (apimant biomedicininę inžineriją);
- 3) energetika;
- 4) informacinės ir komunikacinės technologijos (apimant telekomunikacijas).

Prie Slėnio **Santaka** steigimo iniciatyvos prisideda stambiausios Lietuvos verslo subjektų grupės: UAB koncernas **Achemos grupė**, AB **Kauno tiltai** (AB **Tiltra Group**), UAB **MG Baltic Investment**. Išplėtojus Slėnio veiklą, numatoma glaudžiai bendradarbiauti ir su kitais suinteresuotais ūkio subjektais.

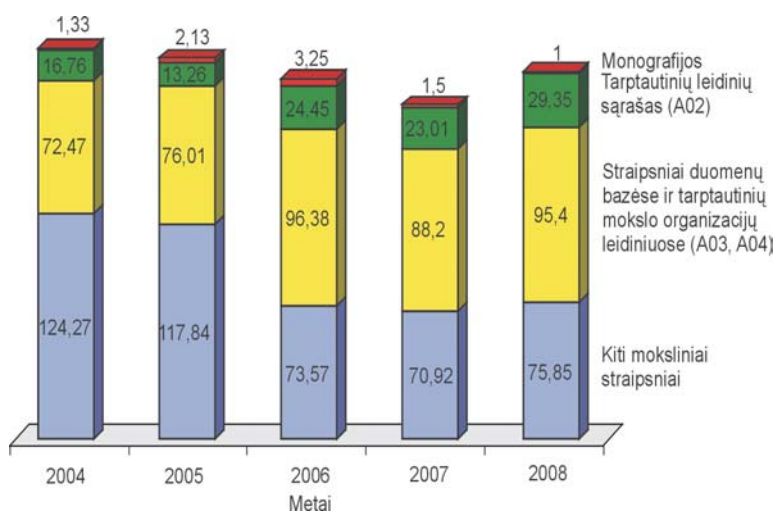
Planuojama, kad būsimas centras turės tiek centralizuotą bendro naudojimo, tiek tinklinę MTEP infrastruktūrą:

- a) bus sukurta bazinė infrastruktūra atviros prieigos centrams;
- b) tarp numatomų išplėtoti atviros prieigos Slėnio MTEP centrų bus ir tiesiogiai susijęs su Lietuvos energetikos instituto veikla – Ateities energetikos technologijų mokslo centras.

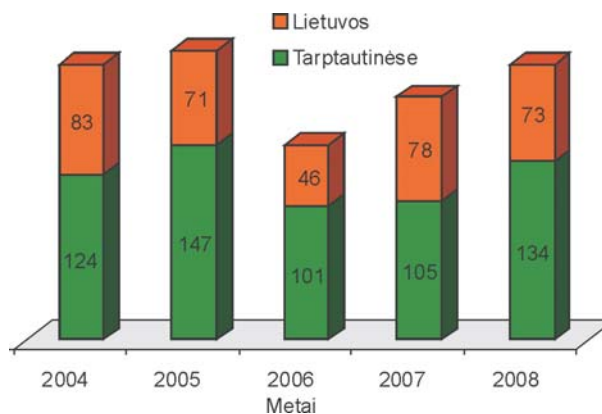
Antrus metus iš eilės Lietuvos energetikos institutas apdovanotas Lietuvos pramonininkų konfederacijos organizuojamo konkurso **Lietuvos metų gaminy**s aukso medaliu. Šį kartą – už sėkmingai įgyvendintą projektą **Branduolinio kuro rinklių hermetiškumo kontrolės sistema Ignalinos AE „karštoje kameroje“**.



Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorijos mokslininkai A. Pedišius, J. Tonkonogij, G. Zygmantas ir N. Pedišius už 1995–2007 m. atliktą taikomosios mokslinės veiklos darbą **Valstybės etalonų ir eksperimentinės įrangos komplekso skysčių, dujų ir šilumos kiekių vertėms atkurti ir jų matavimo priemonėms tirti ir bandyti sukūrimas**, apdovanoti Nacionaline mokslo premija.



Mokslinių publikacijų skaičius (įvertinant autorių indėlių)



Pranešimų konferencijose skaičius (įvertinant autorių indėlių)

Žvelgdami į 2008 m. atliktus darbus, instituto darbuotojams parodytą pripažinimą, visas instituto kolektyvas su dideliu entuziazmu ir energija žvelgia į mokslinius, kūrybinius ir techninius iššūkius ateityje.



2008 m. Nacionalinės mokslo premijos laureatai (iš kairės) J. Tonkonogij, N. Pedišius, G. Zygmantas ir A. Pedišius

# Instituto jaunimo veikla

Nuo 2003 m. Lietuvos energetikos institutas turi bendrą doktorantūrą su Kauno technologijos universitetu šiose mokslo kryptyse :

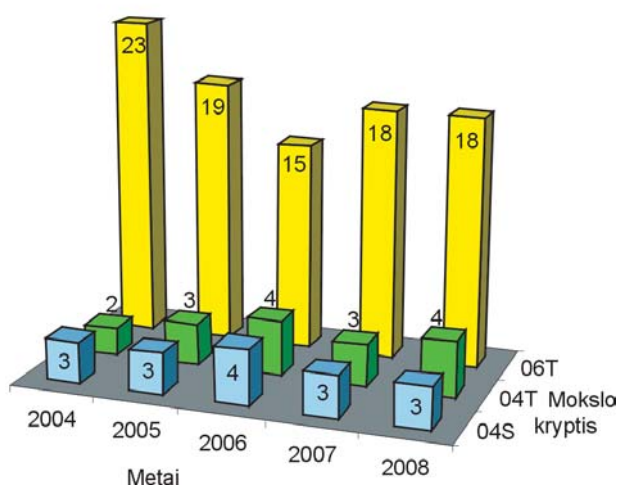
- Ekonomikos (04S);
- Aplinkos inžinerijos ir kraštovarkos (04T);
- Energetikos ir termoinžinerijos (06T).

1992–2008 m. doktorantūrą baigė 54, disertacijas apgynė – 37 doktorantai. 2008 m. institute buvo 25, disertacijas apgynė 3 bendros doktorantūros doktorantai.

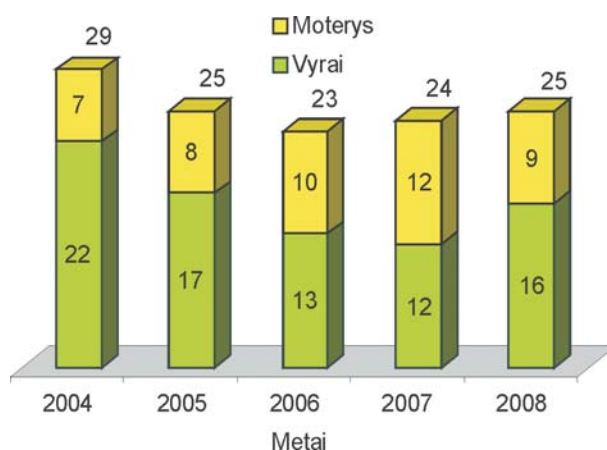
2008 m. Kauno technologijos universitetas kartu su Lietuvos energetikos institutu suteikė mokslų daktaro laipsnius instituto darbuotojams:

- vasario 4 d. Jurgitai SIMAITYTEI už technologijos mokslų – aplinkos inžinerijos ir kraštovarkos (04T) darbą **Potvynio nuotėkio reguliavimas remiantis rizikos vertinimu**;
- vasario 8 d. Egidijui BABILUI už technologijos mokslų – energetikos ir termoinžinerijos (06T) darbą **Vandenilio pasiskirstymo atominių elektrinių apsauginiuose kiautuose analizė**;
- birželio 19 d. Vaidui MATUZUI už technologijos mokslų – energetikos ir termoinžinerijos (06T) darbą **Tikimybinis energetikos įrenginių senėjimo vertinimas ir kontrolė**;
- lapkričio 10 d. Violetai VAITKEVIČIENEI už fizinių mokslų – chemijos (03P) darbą **Naujų, krūvininkus pernešančių stambiamolekulių ir mažamolekulių junginių su karbazolil- ir arilamino fragmentais sintezė ir tyrimas**.

Vytauto Didžiojo universitete birželio 30 d. Emmanueliui WIRTH už fizinių mokslų – fizikos (02P) darbą **Dinaminio paviršiaus barjero įtakos Mg-Ni pagrindo dangų hydrinimo savybėms tyrimas** buvo suteiktas mokslų daktaro laipsnis.



Doktorantų pasiskirstymas pagal mokslo kryptis 2004–2008 m.



Doktorantų skaičiaus struktūra 2004–2008 m.



Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos inžinieriui, VDU magistrantui Mantui Povilaičiui paskirta 2008 m. LR MA aukštųjų mokyklų studentų mokslinių darbų konkurso premija už mokslinį darbą **Plazmos sąveikos su pirmąja termobranduolinio reaktoriaus sienele modeliavimas** (darbo vadovas prof. habil. dr. L. Pranevičius).



Dr. Liutauras Marcinauskas (Plazminių technologijų laboratorija) 2008 m. Jaunųjų mokslininkų darbų konkurse už mokslinį darbą **Anglies dangų formavimas ir paviršių modifikavimas panaudojant elektros lanko plazmą** apdovanotas LR mokslų akademijos Pagyrimo raštu

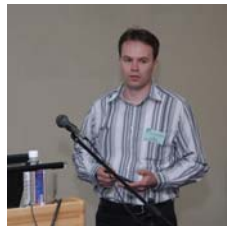




Vis daugiau dalyvių pritraukia kasmet institute rengiama doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija *Jaunoji energetika*. Jau penktus metus perspektyvūs mokslininkai iš Lietuvos ir užsienio institutų bei universitetų pristato savo idėjas ir tyrimų rezultatus,

diskutuoja, rengia straipsnius bei turi galimybę susipažinti su kitų tyrėjų vykdomais darbais, pasisemti patirties iš jų bei vienas iš kito.

2008 m. konferencijoje dalyvavo ir mokslinius straipsnius pateikė 48 jaunieji mokslininkai. 30 dalyvių atstovavo Lietuvai: 21 – LEI; 3 – VGTU; 2 – KTU ir VDU; 1 – KU (Klaipėdos universitetas) ir Geologijos ir geografijos institutui. Lankėsi net 18 užsienio svečių: 7 iš A. Lykovo šilumos ir masės mainų instituto (Baltarusija); po 3 iš Rygos technikos universiteto bei Talino technologijos universiteto; 2 – Fizikos energetikos instituto (Latvija); 1 – Estijos Gyvybės mokslų universiteto, Birlos technologijos ir mokslų universiteto (Indija) bei Sankt Peterburgo politechnikos universiteto (Rusija).



Konferencijos  
*Jaunoji energetika 2008* akimirka





**Vadovas – habil. dr. Antanas PEDIŠIUS**  
 Tel. (8 37) 401 863  
 El. paštas [testlab@mail.lei.lt](mailto:testlab@mail.lei.lt)

## Pagrindinės laboratorijos mokslinių tyrimų ir taikomųjų darbų kryptys:

- Lietuvos energetikos ūkio metrologinis aprūpinimas skysčių ir dujų srautų parametru matavimo srityje, valstybės etalonų tyrimai ir matavimų sieties su Europos šalių etalonais bei Lietuvoje užtikrinimas;
- fizikinių skysčių savybių, srauto trikdžių skirtingai veikiančių etaloninių ir darbinių tūrio bei debito matuoklių įtakos metrologinėms charakteristikoms tyrimas. Metrologinių charakteristikų patikimumo, matuojant realių techninių ir maistinių skysčių srautus, pagrindimas;
- dujinių prietaisų, vandens šildymo katilų, kūrenamų dujiniu, skystuoju ir kietuoju kuru, įskaitant biokurą, bei skystojo kuro, vandens, šilumos bei dujų kiekių matavimo priemonių charakteristikų tyrimai, bandymai ir atitikties vertinimai.

# Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorija

**Pagal LST EN ISO/IEC 17025 ir 17020 standartus akredituotos laboratorijos veiklos sritys:**

- skysčių ir dujų srautų matavimo priemonių ir jų kalibravimui / patikrai skirtų įrenginių kalibravimas, bandymai ir atitikties vertinimai. Vandens ir šilumos skaitiklių srityje laboratorija notifikuota, identifikacinis Nr. 1621;

- dujinių prietaisų ir vandens šildymo katilų, kūrenamų dujiniu, skystuoju ir kietuoju kuru, įskaitant biokurą, bandymai ir atitikties vertinimai. Dujinių prietaisų srityje laboratorija notifikuota, identifikacinis Nr. 1621;
- vandens šildymo katilų bandymams ir atitikties vertinimams laboratorija visiškai tenkina LST EN 305-1:2000 reikalavimus.

**Tarptautinio matų ir svorsčių biuro (BIPM) patvirtintos ir paskelbtos laboratorijos kalibravimo ir matavimo galimybės**

Dydis	Matavimo ribos	Matavimo sąlygos	Išplėstinė neapibrėžtis ±%	Etalono tipas
Dujų tūris ir debitas	0,016–6000 m <sup>3</sup> /h * 0,005–9700 m <sup>3</sup> /h	Oras, 20±2°C, atmosferos slėgis	0,13–0,30	Įrenginiai su varpu, kritinėmis tūtomis ir pamatiniais skaitikliais
Dujų srauto greitis	0,20–60 m/s * 0,05–0,2–60 m/s	Oras, 20±2°C, atmosferos slėgis	7,0–1,0 * 50–7,0–1,0 ** 12–2,5–0,30	Pito vamzdelis, tūtos, lazerinis ir ultragarsinis anemometras
Vandens tūris ir debitas	5–500 dm <sup>3</sup> 0,4–30 m <sup>3</sup> /h * 5–1500 dm <sup>3</sup> 0,01–100 m <sup>3</sup> /h	Vanduo, 20±5°C, slėgis 0,45 MPa	0,08 0,12	Įrenginys su svarstyklėmis ir tēkmės kreiptuvu
Naftos produktų tūris	500–5000 dm <sup>3</sup> 1–120 m <sup>3</sup> /h	Exxsol D80, 20±2°C, slėgis 0,45 MPa, klampa d ≤ 20 mPa·s	0,12 ** 0,08	Įrenginys su pamatiniais saikikliais, stovintis „start-stop“ režimas

\* – jau akredituoti sričių išplėtimai, bet dar nepateikti BIPM; \*\* – planuojami pateikti įteisinimui



LDA bandymai laboratorijos hidrodinamiame įrenginyje dalyvaujant Vokietijos ILA GmbH firmos gamintojos atstovui M.Dues

## Eksperimentinių tyrimų bazė

Laboratorija turi šiuos aerodinaminius ir hidrodinaminius įrenginius, aprūpintus šiuolaikine matavimo aparatūra ir skaičiavimo technika:

- 4 aerodinaminius ir 2 hidrodinaminius įrenginius, kurie užtikrina aukščiausią tikslumą matuojant oro (dujų) greitį, oro (dujų), vandens ir skystojo kuro tūrį ir debitą bei šilumos kiekį Lietuvoje;
- 8 įrenginius skysčių ir dujų matuokliams tirti ir bandyti;
- šiluminių įrenginių efektyvumo ir teršalų emisijos tyrimo ir bandymų įrenginį.

Visi įrenginiai atitinka tarptautinius reikalavimus ir gali būti taikomi moksliniams tyrimams bei atitiktai nustatytiems reikalavimams vertinti. Jei prireiktų, laboratorija turi sąlygas konstruoti ir gaminti reikiamą įrangą.

## Pagrindiniai 2008 m. mokslinio taikomojo darbo rezultatai

### Oro (dujų) greičio, tūrio ir debito matuoklių charakteristikų tyrimai

Mažų greičių srityje buvo tęsiami pereinamojo režimo reiškiniių įtakos tyrimai, siekiant užtikrinti patikimą oro greičio verčių atkūrimą 0,05–0,20 m/s ruože ir įteisinti naujas etalono kalibravimo ir matavimo galimybes Tarptautinio matų ir svorsčių biuro (BIPM) duomenų bazėje. Sukonstruotas ir tiriamas įrenginys, kuriame stabilioms greičio vėrtėms pasiekti naudojamos nuosekliai prie matavimo ruožo prijungtos kritinės tūtos, užtikrinančios stabilų oro masės debitą, esant kritiniam tekėjimo režimui.

Oro (dujų) tūrio ir debito matavimo srityje apibendrinti teoriniai ir eksperimentiniai srauto pulsacijų įtakos turbininių matuoklių paklaidoms tyrimo rezultatai, leidžiantys pagal matuoklių apskukų kitimo dėsningumus nustatyti jų paklaidos pokyčius. Šie darbai, finansuojant Lietuvos valstybinio studijų ir mokslo fondui, buvo vykdomi bendradarbiaujant su Ukrainos mokslininkais. Gautų rezultatų praktinio taikymo riboms išplėsti sukonstruota ir įrengta įranga gamtinių dujų tiekimo vamzdnyuose dažniausiai pasitaikančių apskaitos netikslumų

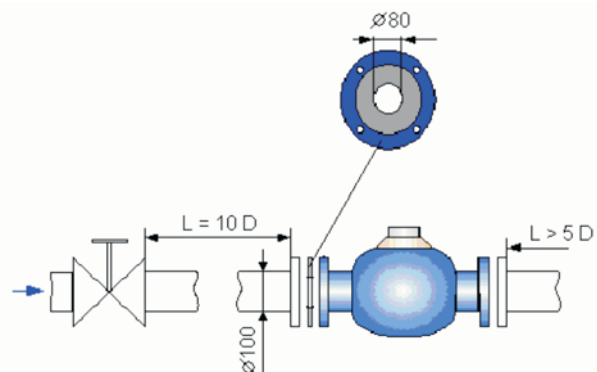
priežasčių analizei atlikti. AB Panevėžio energija sukomplektuota įranga, skirta dėl kompresorių sukeliamų pulsacijų susidariusiai situacijai spręsti.

### Skysčių (vandens ir naftos produktų) skaitiklių charakteristikų tyrimai

Daugiausia dėmesio buvo skiriama:

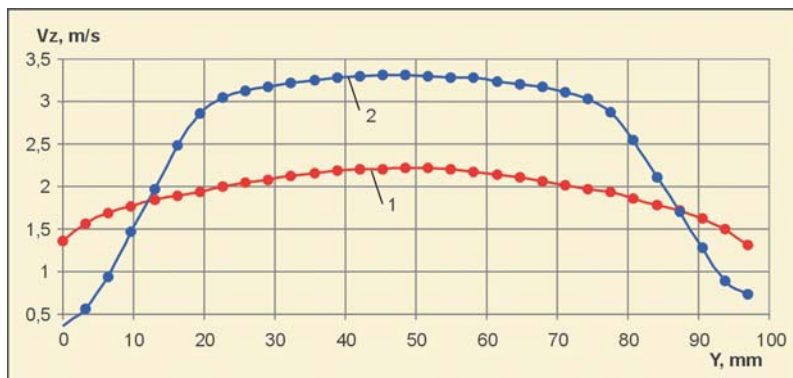
- hidrodinaminių trikdžių, sukeliamų klūtėmis, staigiais skerspjūvio pokyčiais ir srauto pulsacijomis, įtakai dažniausiai naudojamų matuoklių matavimo tikslumui;
- vandens garavimo, esant padidintai srauto temperatūrai, įtakoms įvertinti, atkuriant tūrio ir debito vertes;
- lazerinio Dolerio anemometro (LDA) naudojimui matuoti vandens srauto charakteristikas;
- naftos produktų klamos įtakai apibendrinti.

Vienas svarbesnių pasiekimų – užbaigtas LDA komplektavimas ir jo išbandymas vandens srauto greičiui ir jo pasiskirstymui matuoti. Vokietijos ILA GmbH firmos pateikto LDA sudėtis analogiška laboratorijoje jau naudojamiems tos pačios firmos LDA oro srauto charakteristikoms matuoti, bet naudojamas didesnės galios lazeris. Preliminarūs bandymai parodė, kad LDA leidžia tiksliai matuoti greičio pasiskirstymus vamzdžio skerspjūvyje ir jautriai reaguoja į greičio profilio deformacijas. Tai patvirtina nuostatas taikyti greičio–ploto



Viena LDA bandymo schema matuojant greičio profilius lygiame vamzdyje ir po staigaus skerspjūvio sumažinimo





Greičio profiliai skaitiklio įtėkyje, išmatuoti LDA: 1 – normalus įtėkis DN100; 2 – įtėkio skersmuo sumažintas iki DN80

metodą dideliems vandens skaitikliams kalibruoti jų eksploatacijoje vietose.

Kita svarbi laboratorijos veikla – vandens kiekio matavimo, esant padidintai vandens temperatūrai, tyrimai, kurie buvo palyginti tarptautiniu mastu pagal EURAMET projektą Nr. 877 debitams esant 6–25 dm<sup>3</sup>/h, o vandens temperatūrai – 50 °C. Tyrimai parodė, kad laboratorijos įranga ir matavimo metodai yra reikiamo lygio, kad būtų galima vykdyti tyrimus ir bandymus pagal direktyvos 2004/22/EB reikalavimus.

Apibendrinta naftos produktų klamos įtaka kamerinių tūrio matuoklių metrologinėms charakteristikoms pagrįsta teorinėmis nuostatomis ir palyginimais su rezultatais, gautais atlikus kamerinio matuoklio bandymus Olandijos nacionalinio matavimų instituto laboratorijoje trijų skirtingos klamos naftos produktų srautuose. 2008 m. pradėti etalono įrenginio tobulinimo darbai, siekiant sumažinti etalono teikiamų tūrio verčių neapibrėžtį.

## Atitikties vertinimo veikla

2008 m. laboratorija pradėjo svarbius Lietuvos gamintojams darbus, susijusius su:

- vandens iš šilumos skaitiklių tipo tyrimais ir atitikties vertinimais (notifikuota sritis);
- vandens šildymo katilų, kūrenamųjų medienos kuru, tyrimais ir bandymais pagal LST EN 305-1:2000 standarto reikalavimus.

Suteikti pirmieji elektromagnetinių vandens skaitiklių tipo tyrimo sertifikatai AB *Axis Industries* ir išbandyti vandens šildymo katilai Lietuvos AB *Astra* ir *Kalvis* bei net 10 Danijos gamintojų katilų, kūrenamųjų medienos granulėmis. Tokie sertifikatai pripažįstami Europos šalyse.

## Tarptautinis bendradarbiavimas

### Veikla EURAMET ir COOMET techniniuose komitetuose.

Laboratorija, vykdydama valstybės etalonų laboratorijos funkcijas, 2008 m. dalyvavo tarptautinių organizacijų EURAMET ir COOMET techninių komitetų *Srautai* metiniuose posėdžiuose Berlyne ir Bratislavoje, kuriuose atsižvelgiant į atliktus tyrimus buvo pateikti pasiūlymai harmonizuoti oro greičio vieneto atkūrimo sąlygas bei išskirtos 5 darbų temos, siekiant tapti

dalyviais tarptautiniuose projektuose pagal Europos metrologinių mokslo tyrimų programą (EMMTP).

Prie visiškai įvykdytų 2008 m. tarptautinių lyginimų priskirtinas dvišalis matavimų lyginimas su NMI (Olandija), matavimų ruože 200–2200 dm<sup>3</sup>/min. naudojant naftos produktus – dyzeliną, žibalą ir benziną.

Laboratorijos etalonų matavimo galimybės gerai koreliavo su pamatinėmis reikšmėmis, kurias teikė lyginimus organizavusios nacionalinės laboratorijos. Tai rodo, kad svarbių energetinių išteklių srautų matavimo sistis garantuojama tarptautiniu mastu.

Be to, laboratorija užbaigė lyginimo ciklą tarp Lietuvos laboratorijų, įtrauktų į vandens ir dujų skaitiklių patikras, siekiant garantuoti, kad jų teikiamos paslaugos užtikrina svarbių išteklių apskaitos tikslumą.

## Baltijos jūros regiono INTERREG III B bendradarbiavimo programa

B – viena iš trijų Europos Bendrijos iniciatyvos INTERREG III krypčių, finansuojamų Europos regioninio vystymo fondo (ERDF), skirta palaikyti tarptautinį bendradarbiavimą, stiprinant subalansuotą ir stabilų Europos regionų plėtrą. Baltijos jūros regionas – viena iš 13 Europos INTERREG III B zonų. Europos šalių konsorciumas, kurio sudėtyje yra ir laboratorija, laimėjo konkursą ir dalyvaus vykdant šį projektą.

## Perspektyviniai darbai

Atsižvelgdama į sparčius ūkio ir mokslo poreikių pokyčius, laboratorija spartina darbus, nukreiptus į mažų greičių ir tūrių matavimus, artimiausioje ateityje orientuojantis į mikro-srautų matavimo problemą. Pirmuosius teigiamus rezultatus liudija oro greičių eilės 0,05 m/s matavimo galimybių tyrimai; karšto vandens kiekio matavimų, esant debitams 6–



## Tarptautinių ir Lietuvoje atliktų arba suderintų 2008 m. lyginimų charakteristika

Projekto Nr., statusas	Pamatinė laboratorija	Fluidas, mat. dydis	Matavimo ruožas	Šalių / laborat. skaičius
EUROMET (M.FF-K3) 514, baigtas	NMI Olandija	Oras, greitis	0,2–4,5 m/s	9/9
EURAMET 1006, atliktas LEI	CMI Čekija	Oras, tūris	1000–10 000 m <sup>3</sup> /h	14/16
EURAMET 877, atliktas LEI	SP Švedija	Vanduo 50 °C, tūris	0,006–0,025 m <sup>3</sup> /h	Vyksta
COOMET M.FF.-S2 406/UA/07, suderintas	PTB Vokietija	Vanduo, tūris	0,06–100 m <sup>3</sup> /h	7/7
EURAMET, suderintas	INMRI Italija	Oras, greitis	2–50 m/s	Derinama
EURAMET 1046, suderintas	CMI Čekija	Vanduo, tūris	1–10 m <sup>3</sup> /h	12/13
COOMET 412/UA/07, suderintas	SE Ivano-FrankovskSM Ukraina	Oras, tūris	4–160 m <sup>3</sup> /h	4/4
VMT.S.009 (VS-2), baigtas	LEI	Vanduo, tūris	0,03–10 m <sup>3</sup> /h	1/14
VMT/LNAB (DS-2)	LEI	Oras, tūris	0,016–100	1/5
LNAB, atliktas LEI	KMC	Temperatūra	0–70 °C	1/8

25 dm<sup>3</sup>/h, lyginimai pagal EURAMET projektą Nr. 877; prisijungimas prie naujai sukurto EURAMET techninio komiteto *Srautai* pakomitečio *Mikrosrautai* veiklos; pirminių tyrimų rezultatų pateikimas 1-oje Europos konferencijoje *Microfluidic's 2008* Italijoje.

### Personalas

Laboratorijoje sudaromos visos sąlygos vykdyti mokslinius tyrimus ir siekti mokslo laipsnio. Laboratorijoje sprendžiami uždaviniai plačiai taikomi praktikoje ne tik Lietuvoje, bet ir už jos ribų.

2008 m. laboratorijoje dirbo 28 darbuotojai: 11 mokslo darbuotojų, 5 jų daktarai ir 1 habilituotas daktaras ir 3 doktorantai; 12 inžinierių, 2 jų magistrantai; 1 technikas ir 4 aukštos kvalifikacijos darbininkai.

*Laboratorijos pamaina (iš kairės): doktorantai I. Briliūtė, A. Bertašienė ir E. Maslauskas, magistrantas M. Kulokas, j.m.d. Bončkus, baigiantys studijas KTU T. Vonžodas, A. Grigula, (nėra magistranto A. Tonkonogovo)*



### Apibendrinimai

2008 m. mokslinių ir taikomųjų darbų rezultatus galima apibendrinti taip:

- recenzuojamuose žurnaluose paskelbti 7 straipsniai, iš jų 2 su ISI indeksu, perskaityti 6 pranešimai svarbių darbų konferencijose, 8 pranešimai tarptautinėse ir 9 respublikinėse konferencijose;
- mokslo darbuotojų grupė (habil. dr. A. Pedišius, dr. J. Tonkonogij, dr. G. Zygmantas ir dr. N. Pedišius) pateikė darbą ir gavo 2008 m. Lietuvos mokslo premiją;
- pagrindinėse matavimų srityse užsakovams atlikta daugiau kaip 200 kalibravimų bei 3000 patikrų ir bandymų, tarp jų yra užsienio šalių – Latvijos ir Danijos užsakovų;
- atlikti darbai pagal šias svarbiausias sutartis su Valstybine metrologijos tarnyba – valstybės etalonų lygmeniui palaikyti ir tobulinti; Lietuvos AB *Axis Industries – Astra* ir *Kalvis* gaminiams tirti ir įvertinti jų atitiktį reikalavimams; Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondu – rekomendacijoms dėl gamtinių dujų apskaitos tikslinimo parengti;
- dalyvauta vykdamas technines kontrolės įstaigų ir tiekiamų į Lietuvos rinką naujų matavimo priemonių ekspertizes, taip pat tarptautinėje darbo grupėje, vertinant Lietuvos universitetų ir kolegijų studijų programas energetikos kryptyje;
- daugiau kaip 250 tūkst. Lt panaudota eksperimentinei įrangai tobulinti ir naujai įsigyti.



## Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- degimo procesų efektyvumo didinimas;
- degiklių kūrimas ir tobulinimas;
- vandenilio atskyrimo iš organinio kuro tyrimai;
- kietųjų atliekų perdirbimo ir dujifikacijos tyrimai;
- granuliuotų terpių ir daugelio dalelių sistemų skaitinis modeliavimas.



Vadovas – prof. habil. dr. Anupras ŠLANČIAUSKAS

Tel. (8 37) 401 8 76

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

# Degimo procesų laboratorija

## Įvairių kuro rūšių dujifikavimo specifika

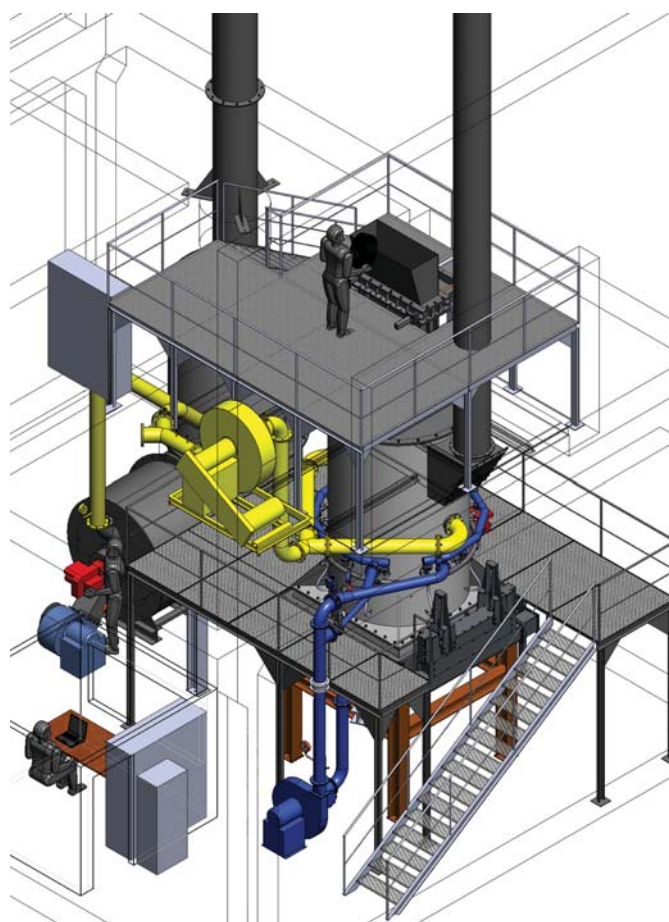
Įvairių kuro rūšių dujifikavimo specifika buvo tiriama vykdant **Aukšto kaloringumo medžiagų ir atliekų dujifikavimo technologijos, mažinančios sąnaudas kurui, sukūrimo ir pritaikymo gamyboje moksliniai tyrimai** projektą, pagal sutartį su AB *Naujasis kalcitas*. Į šį projektą įtraukti tokie darbai: technologijos teorinių pagrindų ir reikiamų eksperimentinių stendų konstrukcijos; automatinio valdymo pagrindų sukūrimas; technologijos detalizavimas, apimantis dujų generavimo reaktorių; kuro tiekimo ir kokso bei vielų pašalinimo sistemos sukūrimas; generuotų dujų transportavimo ir jų deginimo sistemos sukūrimas; realizuotos technologijos tyrimo duomenų surinkimas ir apibendrinimas.

Kaloringų atliekų kuro dujifikavimas išnagrinėtas teoriniu ir eksperimentiniu būdu. Buvo tiriamos šios atliekos, kurias būtų galima panaudoti kurui, rūšys: padangos, mediena, durpės ir tekstilės atliekos (medvilnė, vilna, viskozė ir mišiniai). Kaloringų atliekų dujifikavimo tyrimai atlikti Lietuvos energetikos instituto Dujifikavimo proceso eksperimentinių tyrimų laboratorijoje, naudojant dujifikavimo reaktorių. Eksperimentu buvo išmatuotas lakiųjų junginių išsiskyrimo iš kaitinamų bandinių laikas, taip pat susidariusių smalų ir anglies liekanų kiekis. Pagal šiuos duomenis nustatoma lakiųjų junginių dalis atitinkamos rūšies kure. Žinant tekstilės medžiagų lakiąsias dalis, atlikti teoriniai dujifikacijos proceso skaičiavimai, parodantys visus reikiamus parametrus: reikiamą oro kiekį; gautų dujų kiekį; kuro šiluminį balansą pirolizei atlikti; tikėtiną dujų cheminę sudėtį; kaip galima spartinti dujifikavimo procesą ir pan.

Dujifikacijos procesą tikslinga vertinti dviem kuro rūšies atvejais – dideliu kaloringumu (padangos, plastmasė) bei mažu kaloringumu pasižymintis (mediena, durpės, atliekos).

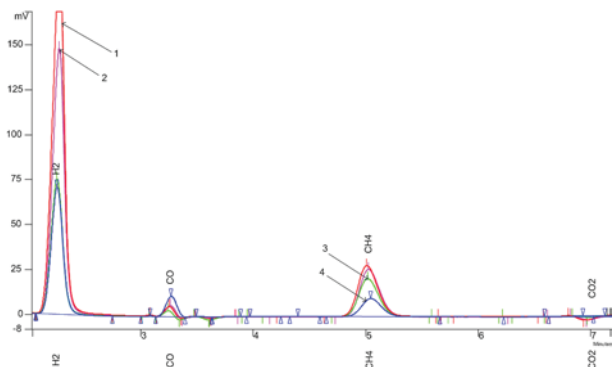
Pirmuoju atveju, mažesniu oro kiekiu galima pasiekti 1100 °C temperatūrą ir išgarinti daugiau lakiųjų

medžiagų, gaunant didelio kaloringumo dujas: 5000–7000 kJ/Nm<sup>3</sup>. Antruoju atveju, kuras turi daug deguonies ir išplėtotą anglies karkasą, dėl to lėčiau įkaista, skaidosi ir reikia aukštesnės temperatūros. Susidaro lengvosios CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> dujos, o kaloringumas tesiekia 3000–4000 kJ/Nm<sup>3</sup>.



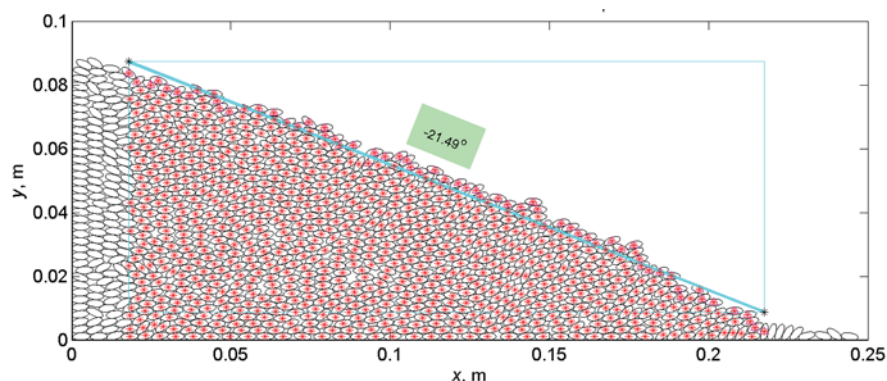
Dujifikavimo įrenginys:  
kietojo kuro dujifikavimo reaktoriaus konstrukcija

Tekstilės dujofikacijos pavyzdžiu išsiaiškinta dujofikacijos ypatybė, kai kuro deguonis įgauna atskirą reikšmę: autopirolizės metu skaidantis įkaitusiam kurui, susidaro daug įvairių angliavandenilių junginių ir per juos kuro deguonis ima sąveikauti, sudarydamas daug CO, CO<sub>2</sub> ir laisvo H<sub>2</sub> greta H<sub>2</sub>O. Tai naujausios žinios apie dujofikavimo procesą, dar nepaskelbtos jokioje mokslinėje literatūroje.



Vandenilio ir metano iš naudotų padangų dujofikavimo produktų nustatymo chromatogramos: 1, 2 – mėginiai paimti esant nusistovėjusiam reaktoriaus režimui; 3, 4 – mėginiai paimti esant pereinamajam reaktoriaus darbo režimui

Laboratorijoje taip pat atliekami naudotų padangų deginimo ir dujofikavimo tyrimai, sukonstruotas eksperimentinis reaktorius. Eksploatuojant dujų generatorius, dėl padangų dujinimo metu susidariusių agresyvių dujų vykstanti dujų generatorių plieninių dalių korozija sukelia daug problemų, todėl laboratorijos specialistų tikslas buvo nustatyti dujinimo metu generuotų dujų sudedamąsias dalis ir ištirti jų poveikį plieno bandiniams. Tyrimams naudotas padangų dujinimo eksperimentinis stendas, esantis LEI Dujofikavimo proceso eksperimentinių tyrimų laboratorijoje. Dujų chromatografu VARIAN GC-3800 ir dujų analizatoriumi TESTO 350 XL atlikta padangų dujinimo metu susidariusių dujų kiekybės ir kokybės analizė. Metalo bandiniai išlaikyti 100 val. padangų dujinimo metu gautose dujose, 800 °C temperatūroje. Plieno bandinių paviršiaus mikrostruktūra tirta skenuojančiuoju elektroniniu mikroskopu JEOL JSM-5600. Korozijos paveiktiems plieno bandiniams aparatu DRON-UM2 atlikta rentgeno spindulių difrakcinė analizė. Vadovaujantis gautais tyrimų rezultatais,



Modeliuojant nustatyta elipsinių dalelių krūvos forma bei jos šlaito kampas

galima teigti, kad padangų dujinimo metu susidariusi agresyvių dujų (CO, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub> ir kt.) aplinka sumažina plieno atsparumą korozijai. Nustatytas šių dujų poveikis skirtingoms plieno rūšims ir parengtos rekomendacijos dėl skirtingų rūšių plieno panaudojimo reaktoriuje.

## Taikomieji darbai pramonės subjektams

**Aukšto kaloringumo medžiagų ir atliekų dujofikavimo technologijos, mažinančios sąnaudas kurui, sukūrimo ir pritaikymo gamyboje moksliniai tyrimai** projekto vykdymo metu taip pat buvo pagamintas ir išbandytas eksperimentinis naujos technologijos įrenginys. Kuras reikiamu dažniu tiekiamas pro sklendžių užtvaras ir deginamas iki įkaitimo, tiekiant 12 oro srovių, statmenų kuro srautui. Taikoma antrinio oro tiekimo sistema, vielos ir kokso liekanos išimamos, vielas išstumiant judančio ardyno kabliais, o koksas iškrenta per ardyno plyšius. Vielos ir koksas renkami į atskirus uždarus bakus, generuotos dujos išsiurbiamos specialiu ventiliatoriumi 600 °C temperatūroje. Degimui kontroliuoti sukurta valdymo sistema: oro tiekimas valdomas atsižvelgiant į generuotų dujų temperatūrą, o kuras kontroliuojamas automatiškai. Kuro tiekimas ir kokso šalinimo grandis – antra reikšmingiausia technologijos dalis. Tai hidrauline sistema valdomas kuro tiekimas pro du sklęčius, atskiriančius reaktoriaus erdvę nuo oro, bei sudėtinga judančio ardyno sistema su 11 atskirai judančių strypų, turinčių kablius vieloms šalinti ir per tarpus sijojančius koksą žemyn į bunkerį sandėliuoti. Pagamintos dujos ištraukiamos specialiu ventiliatoriumi, dirbančiu 600 °C temperatūroje: veikia sistema, užtikrinanti pastovų nulinį slėgį reaktoriuje. Traukos valdymo sistema – savarankiška. Greta šių pagrindinių technologijos įrenginių, kurie būtinai reikalingi eksperimentams vykdyti, gamtosaugos požiūriu, naudojamas gautų dujų išdeginimo kompleksas, reaktoriaus įkaitinimo sistema, kuro transportavimo įranga. Technologijoms išbandyti sukurta duomenų surinkimo sistema bei kuriamos valdymo programos.

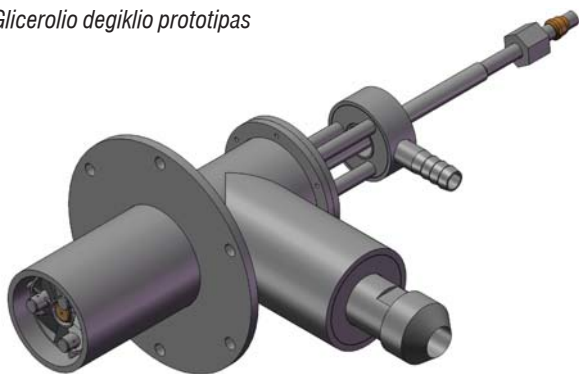
Azoto oksidų išskyrimas į atmosferą kuro deginimo metu – svarbi problema energetikoje. Oksidų kiekį galima mažinti gerinant degimo kokybę katilo kūrykloje. 2008 m. pagal **Azoto oksidų ir anglies viendeginio mažinimo teoriniai skaičiavimai ir eksperimentiniai tyrimai AB Danisco Sugar Kėdainiai GM katile** projektą, iš dalies finansuojant Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui, AB *Danisco sugar Kėdainiai* rekonstruoti GM-50/14 garo katilo degikliai ir automatizuotas šio katilo degimo procesas. Darbai atlikti FLUENT modeliavimo paketu. Siekiant sumažinti skaičiavimų apimtį, modeliuojant buvo sprendžiamas simetrinis uždavinys pusei kūryklos su dviem degikliais. Pasinaudojus gautais rezultatais, sukonstruotas patobulintas degiklis. Degimo procesas reguliuojamas keičiant degiklio menčių kampą ir priderinant dujų švirkštų skylutes prie dujų tiekimo sistemos slėgio. Modeliavimo rezultatai



palyginti su eksperimentiniais tyrimais, reguliuojant degimą, ir gautas geras sutapimas. Šis darbas leido sumažinti azoto oksidų kiekį išmetamosiose dujose nuo 240 mg/Nm<sup>3</sup> iki 195 mg/Nm<sup>3</sup>, esant maksimaliam garo katilo GM-50/14 našumui.

Pagal **Reformingo krosnies 75 degiklių modernizavimas naujam kurui, atliekant eksperimentus su pavieniu degikliu, techninė jų registracija ir krosnies degimo proceso suderinimas** sutartį su AB *Achema*, užbaigti pirminio reformingo krosnies F201 degiklių gamybos darbai. Metanolio gamyboje iš gamtinių dujų ir vandens garų išgaunamas vandenilis. Proceso pagrindas yra tiekti šilumą šiam mišiniui vamzdžiais, užpildytais katalizatoriais, ir veiksmingai išgauti kuo daugiau vandenilio. Darbo tikslas buvo rekonstruoti senus degiklius bei pritaikyti juos prie naujo dujų mišinio kuro ir įmonės *Khim-tehnologiya* (Ukraina) naujai suprojektuotos technologijos parametru – temperatūrų, slėgių, masės srautų. Eksperimentais krosnyje buvo tirta konstrukcinių elementų kaita, vandens garų ir dujinio azoto priemaišų poveikis azoto oksidų kiekiui

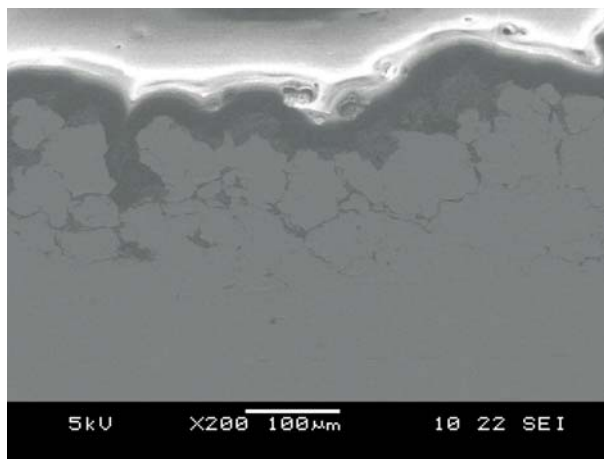
*Glicerolio degiklio prototipas*



mažinti. Kiti eksperimentai atlikti LEI sukurtame stende, siekiant parinkti geriausią degiklio žiočių formą ir degiklio dujų skylučių geometriją erdvėje. Taip pat parinkti metalai degikliams gaminti. Darbo rezultatai pritaikyti rekonstruojant



*Laboratorijos darbuotojai prie glicerolio dujofikavimo stendo*



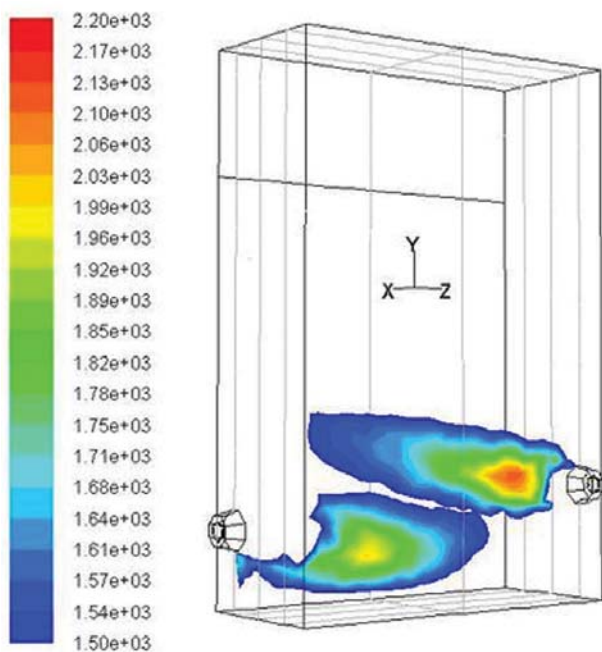
*Plieno bandinio, 100 val. išlaikyto padangų dujinimo metu gautose dujose 800 °C temperatūroje, paviršiaus mikrošlifio nuotrauka, daryta skenuojančiu elektroniniu mikroskopu*

metanolio reformingo krosnyje naudojamą degiklį *Pirna*, bei sudaryta šio degiklio dokumentacija ir parengti keraminių žiočių brėžiniai.

### **Biodyzelino gamyboje gaunamo glicerolio utilizavimo tyrimai**

2008 m. baigtas **Eureka** projektas **EI3590 USE-GLYCEROL Biodyzelino gamyboje gaunamos glicerolio frakcijos utilizavimas**. Atlikti glicerolio frakcijos deginimo tyrimai, kurių tikslas buvo sukurti degiklio prototipą, pateikti rekomendacijas ir išvadas apie glicerolio naudojimą kurui šiluminės energijos gamyboje. Per trejus projekto vykdymo metus glicerolio deginimo tyrimų srityje atlikta nemažai eksperimentinių bandymų, kuriais nustatytos pagrindinės glicerolio išpurškimo išorinės charakteristikos (optimali temperatūra, slėgis, smulkumas, kampas, našumas) naudojant išcentrinį mechaninį purkštuvą, degimo proceso kokybė ir pagrindinių teršalų CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, kietųjų dalelių emisijos. Atlikta kietųjų dalelių šiluminė ir rentgeno difrakcinė analizė bei nustatyta medžiagos kristalografinė struktūra, šiluminės savybės ir fazių kaitos taškas.

Nustatyta priimtina kietųjų dalelių valymo technologija ir jos efektyvumas. Glicerolio frakcijos degimo produktuose neaptiktas galimo kancerogeno (akroleino) susidarymas. Kartu su UAB *Tauragės šilumos tinklai* atlikti glicerolio bei glicerolio mišinio su kitu skystuoju kuru taikomieji moksliniai deginimo tyrimai ir išsiaiškinta glicerolio deginimo galimybė erdvinėse kūryklose. LEI ir įmonėje atlikti glicerolio deginimo bandymai įrodė, kad tinkamai suregulius degimo procesą ir iš degimo produktų pašalinus kietąsias daleles, glicerolis gali būti naudojamas kaip kuras šiluminei energijai gaminti. Sukurta glicerolio frakcijos deginimo technologija biodyzelino gamybos įmonėms leidžia deginti laisvąjį glicerolį ir gauti papildomai šilumos, kurią galima panaudoti



Sumodeliuotas temperatūrų pasiskirstymas kūrykloje degiklių plokštumoje

savoms reikmėms ar perduoti šalia esantiems šilumos vartotojams.

Šio projekto vykdymo metu LEI atliko ir eksperimentinius glicerolio frakcijos šiluminio skaidymo tyrimus, naudojant dalinę jo oksidaciją ir autoterminę konversiją. Surastos optimalios sąlygos (temperatūra, deguonies ir vandens garų kiekis), kurioms esant reakcijos produktuose susidaro didžiausia vandenilio koncentracija. Tolesnis tokių sintezės dujų panaudojimas priklauso tik nuo pasirinktos technologijos gryniam vandeniliui, taip pat metanolui, etanolui, dimetileteriui ar sintetiniam biodyzelinui gaminti.

Glicerolio frakcijos šiluminio skaidymo eksperimentiniams bandymams atlikti suprojektuotas ir sumontuotas tyrimų stendas. Iš reaktoriaus išeinantys reakcijos produktai nukreipiami į elektra šildomą kamerą, kurioje palaikoma pastovi temperatūra. Tyrimais nustatomos optimalios proceso sąlygos (temperatūra, deguonies ir vandens garų kiekiai), kurioms esant susidaro maksimalus  $H_2$  dujų kiekis, o katalizatoriaus efektyvumas yra didžiausias.

Ankstesnių tyrimų metu atlikus termodinaminę cheminių reakcijų, vykstančių glicerolio oksidacijos metu, analizę, nustatyta, kad pagrindiniai galutiniai dalinės oksidacijos reakcijos produktai yra vandenilis ( $H_2$ ), anglies monoksidas (CO), anglies dioksidas ( $CO_2$ ), metanas ( $CH_4$ ), acetilenas ( $C_2H_2$ ) bei nesureagavusios pradinės reaguojančios medžiagos. Nustatyta, kad optimali autoterminės konversijos

temperatūra, kuomet susidaro daugiausiai vandenilio, yra 1000 K.

## Granuliuotų medžiagų dinamikos modeliavimas

Šiuo metu granuliuotų medžiagų judėjimui aprašyti naudojama nemažai modelių, kurių tiksliausias – diskretinių elementų metodas (DEM). Kietojo kuro degimo procesui labai svarbus maišymasis ir segregacija. Naudojantis anksčiau sukurta programa, buvo atliekamas granuliuotų medžiagų maišymosi ir segregacijos skaitinis modeliavimas, siekiant plėtoti šių procesų apibūdinimo metodiką ir nustatyti dėsningumus. Buvo modeliuojamas apvalių (sferinių) dalelių maišymas judančiu laipteliu. Pasiūlyti parametrai, apibūdinantys segregacijos eigą, t. y. jos greitį ir galutinę segregacijos reikšmę. Maišymosi metu granuliuotoje medžiagoje susidaro dalelių grupės, kurių judėjimas tarpusavyje daugiau ar mažiau koreliuotas. Siekiant ištirti tokių grupių susidarymą ir kitimą proceso metu, taip pat jų įtaką maišymosi ir segregacijos procesams, reikia pritaikyti atitinkamus būdus šioms grupėms išskirti, turint modeliavimo metu gautus dalelių greičių ir koordinacių duomenis. Todėl buvo pritaikyti grafų teorijoje žinomi grupių aptikimo (*community detection*) algoritmai, kurie šiuo metu plačiai tyrinėjami ir taikomi daugelyje sričių. Šią metodiką numatoma plėtoti.

Tikslus dalelių pavidalų aproksimavimas – svarbus uždavinys, siekiant pakankamai tiksliai modeliuoti birųjų medžiagų elgesį. Anksčiau minėtas dalelių maišymosi ir segregacijos modeliavimas, kai dalelės yra apvalios (sferinės) formos. Tačiau sferinės formos dalelių sistemos dažnai nėra pakankamai tikslus atitikmuo tikroviškai aprašyti granuliuotoms medžiagoms. Kai kuriais atvejais, elipsinis pavidalas gali būti tikslesnis, tačiau elipsinių dalelių sąveikos skaičiavimas gana sudėtingas ir imlus kompiuteriniams ištekliams. Uždavinys palengvėtų, jei sudėtingos formos daleles aprašytume, kaip sudėtingas, sudarytas iš apvalių dalelių, kurių bendras pavidalas artimas elipsiniam. Bendradarbiaujant su Vilniaus Gedimino technikos universitetu, atlikti skaitiniai eksperimentai, kurių metu modeliuotas trimačių elipsinių dalelių sukritimas vienoje plokštumoje prie statmenos sienos. Nustatytas šitaip gautos krūvos šlaito kampas ir porėtumas, vidutinis vienai dalelei tenkantis kontaktų skaičius, taip pat nustatyta, kad elipsių dinamikos skaičiavimo greitis 1,66 karto lėtesnis nei skaičiuojant panašius apvalių dalelių dinamikos uždavinius.

2008 metais paskelbtas 1 straipsnis žurnale, įrašytame Mokslinės informacijos instituto sąrašė (ISI), 1 straipsnis žurnale, referuojamame tarptautinėse duomenų bazėse, padaryti 3 pranešimai tarptautinėse konferencijose.



## Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- vandenilio ir hidridų poveikis cirkonio lydinių mechaninėms ir fizikinėms savybėms;
- metalų senėjimo procesų ir savybių degradacija dėl eksploatacijos veiksnių poveikio;
- energetinių objektų įrenginių patikimumo ir eksploatacinio resurso pratęsimo įvertinimas;
- daugiafunkcinių ir struktūrinių savybių kompozitų iš nanostruktūros medžiagų kūrimas;
- nanostruktūrų formavimo ypatumai cementinėse statybinėse medžiagose;
- keramikos ir keraminių dangų struktūra bei savybės;
- medžiagų bandymai, kokybinių rodiklių įvertinimas ir analizė.



Vadovas – dr. **Albertas GRYBĖNAS**

Tel. (8 37) 401 908

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

# Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorija

## Vandenilio ir hidridų poveikio cirkonio lydinių mechaninėms ir fizikinėms savybėms tyrimai

Laboratorijoje buvo tęsiami darbai, susiję su vandenilio ir hidridų degradaciniu poveikiu atominių elektrinių kuro kanalų ir kuro apvalkalų cirkonio lydinių savybėms. Šioje tyrimų kryptyje dalyvauta Tarptautinės atominės energetikos agentūros (TATENA) koordinuojamame projekte **Kuro elementų cirkonio lydinių apvalkalo lėtas hidridinis pleišėjimas**. Darbų tikslas – ištirti vandenilio įtaką hidridinių plyšių susidarymui. Taikant specialią bandymų įrangą, buvo siekiama sukurti vieningas eksperimentines procedūras, leidžiančias įvertinti lėto hidridinio plyšimo greitį cirkonio lydinių kuro apvalkalų vamzdžiuose bei nustatyti sąlygas, kurioms esant sukeliamas šiluminių elementų apvalkalų irimas.

Darbo eigoje gauti eksperimentiniai duomenys gali būti panaudoti kuriant bei patikrinant hidridinio plyšio susidarymo cirkonio lydiniuose prognozavimo modelius, įvertinant vandenilio įtaką fizikinėms bei mechaninėms lydinių savybėms. Šie klausimai svarbūs sprendžiant atominių elektrinių saugaus darbo užtikrinimo problemas, taip pat aktualūs saugant panaudoto branduolinio kuro kasetes.

## Energetinių objektų įrenginių patikimumo ir eksploatacinio resurso pratęsimo įvertinimas

2008 m. atlikta keletas darbų, tiriant metalų senėjimo procesus, vykstančius eksploatuojant šiluminių jėgainių įrenginius aukštose temperatūrose bei veikiant įtempiams.

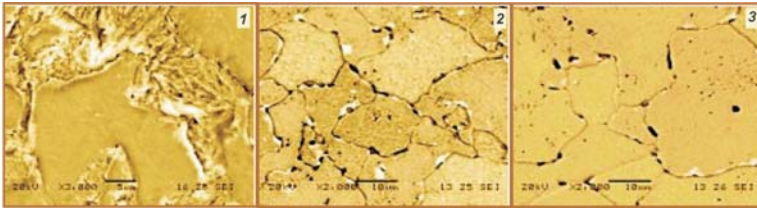
Plieno eksploatacijos ir jo senėjimo aukštoje temperatūroje problema aktuali daugeliui energetikos objektų. Šių darbų rezultatai bei sudaryta metodologija galėtų būti taikomi tiek Lietuvos elektrinėje, tiek kitose jėgainėse, kuriose

konstrukciniai plienai dirba esant aukštoms temperatūroms ir slėgiui. Darbo resurso įvertinimas leidžia optimizuoti elektrinių įrangos atnaujinimo bei remonto darbus. Vykdamas darbus šioje kryptyje, daug dėmesio skiriama fundamentiniams fizikinių reiškinių plienų struktūrose tyrimams.

Kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorija vykdamas darbą pagal **Aštraus garo atkirtos vožtuvo darbo resurso pagrindimas** sutartį su AB Lietuvos elektrinė, Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondu finansuojant, ištirta nuo 1967 m. eksploatuojamo aštraus garo atkirtos vožtuvo korpuso metalo būklė. Nustatytos plieno mechaninės charakteristikos, atlikti rentgenostruktūriniai tyrimai, optinė, elektroninė ir metalografinė bei struktūros pokyčių analizės, atsižvelgiant į eksploatacijos sąlygas. Darbe buvo sprendžiamas kompleksinis uždavinys – taikant šiuolaikines skaičiavimo baigtiniais elementais metodikas bei įvertinant pasikeitusias plieno savybes ir įvykusius struktūrinius pokyčius, nustatytas vožtuvo korpuso konstrukcijos atsparumas ir liekamasis resursas pateiktomis eksploatacijos sąlygomis.

2007–2008 m. LEI Medžiagų tyrimų ir bandymų bei Branduolinių įrenginių saugos laboratorijose buvo vykdomas projektas **Ignalinos AE 1-ojo energijos bloko avarinės apsaugos sistemos servopavarų eksploataavimo resurso pagrindimas**. Siekiant nustatyti tikrąjį nenaudotą servopavarų darbo resursą, buvo atliekami specialūs greitai veikiančios avarinės apsaugos servopavarų kompleksiniai bandymai, būtini skaičiavimai ir statistinis patikimumo įvertinimas.

**COST 538** veikla **Aukštų temperatūrų elektrinių eksploatacinio resurso pratęsimas** buvo vykdoma dalyvaujant mokslo ir pramonės partneriams iš 17 Europos šalių. Pagrindinis veiklos tikslas – pažangaus aukštų temperatūrų elektrinių konstrukcinių elementų liekamojo resurso prognozavimo



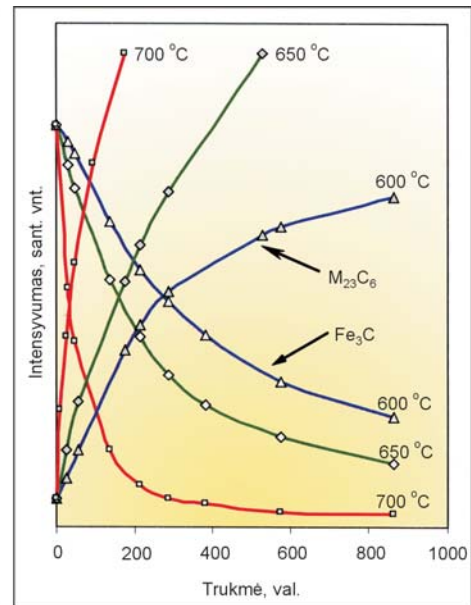
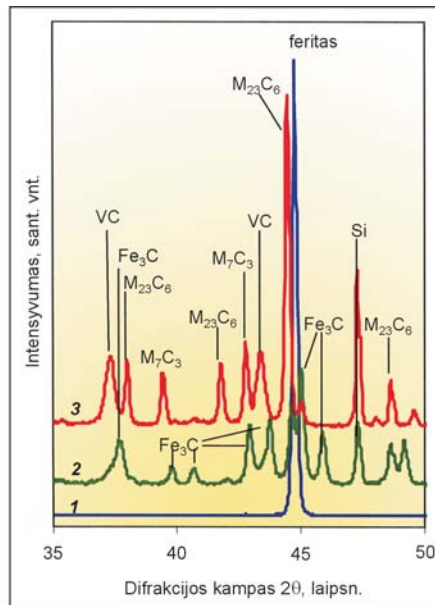
Plieno 12X1MΦ mikrostruktūros pokyčiai, atsirandantys jam senstant. 1 – neekspluatuotas plienas, 2 – kaitintas 384 val. 700 °C temperatūroje, 3 – eksploatuotas 227000 val. 550 °C temperatūroje 14 MPa garų slėgyje

modelio sukūrimas. Laboratorijos mokslo darbuotojai atliko pradinio ir 200 tūkst. ir daugiau valandų eksploatuoto bei laboratorinėmis sąlygomis sendinto plieno 12X1MΦ karbidinių junginių kokybės ir kiekybės analizę. Karbidų kokybės ir kiekybės analizei rentgeno spinduliuotės difrakcijos metodu atlikti pasiūlytas plieno bandinių elektrocheminis išdėdymas, leidžiantis išplėsti rentgeno struktūrinės analizės metodo efektyvaus taikymo galimybes. Nustatyta, kad rentgenostruktūrinė analizė yra spartus ir informatyvus perlitinio karščiui atsparaus plieno eksploatacinės būklės įvertinimo būdas.

Pasiūlyta plieno sendinimą esant aukštomis temperatūroms laboratorinėmis sąlygomis pritaikyti modeliuojant procesus, vykstančius jį eksploatuojant realiomis sąlygomis.

Dėl legiruojančių elementų difuzijos senstant karštyje stipriam plienai kinta karbidų fazinė sudėtis. Struktūros pokyčiai nustatomi naudojant rentgeno spinduliuotės difrakcinę analizę. Pradinę plieno struktūrą sudarantys feritas ir cementitas ( $Fe_3C$ ) tolydžio virsta termodinamiškai stabilesniais karbidais ( $M_{23}C_6$  ir  $M_7C_3$ ). Pagal šių karbidų kiekio kitimą, senstant plienai, nustatoma jo eksploatacinė būklė.

Plieno bandinių difraktogramos:  
1 – neišdėdintas bandinys,  
2 – neekspluatuotas ir elektrochemiškai išdėdintas druskos rūgšties tirpale, 3 – eksploatuotas 550 °C temperatūroje ir esant 14 MPa slėgiui bei elektrochemiškai išdėdintas



Karbidų  $Fe_3C$  ir  $M_{23}C_6$  kiekio pliene priklausomybės nuo bandinių sendinimo trukmės ir temperatūros

## Naujų funkcinių ir struktūrinių savybių kompozitų iš nanostruktūros medžiagų kūrimas

2008 m. spalį laboratorijos mokslininkai įsitraukė į COST MP0701 veiklą *Naujų funkcinių ir struktūrinių savybių kompozitai iš nanostruktūros medžiagų*, dalyvavo pirmojoje darbo grupėje WG1 *Nanodalelės/skiriamašis paviršius* (matricos ir nanodalelių parinkimas, paviršiaus funkcionalumo keitimas / cheminis nanodalelių apdirbimas). Dalyvavimo COST MP0701 veikloje, tikslas – sukurti polimerinio nanokompozito su epoksidine matrica ir nanokristalinio girolito užpildu gavimo metodiką, ištirti įvairių veiksnių (užpildo dispergavimo būdo, jo cheminio modifikavimo, kietiklio parinkimo ir suderinamumo su užpildu) įtaką mineralinio užpildo interkalicijai / eksfoliacijai polimerinėje matricoje.

Dalyvaudami COST MP0701 veikloje, laboratorijos darbuotojai glaudžiai bendradarbiauja su Kauno technologijos

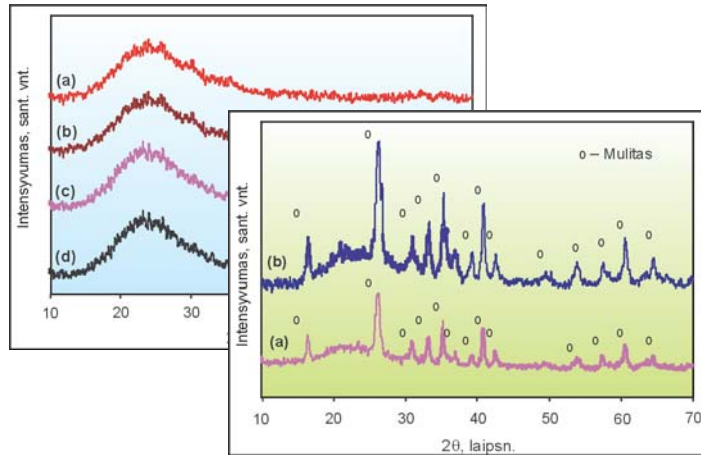
universiteto (KTU) Cheminės technologijos fakulteto Silikatų katedros mokslininkais.

## Nanostruktūrų formavimo ypatumai cementinėse statybinėse medžiagose: tyrimai ir technologinė plėtra

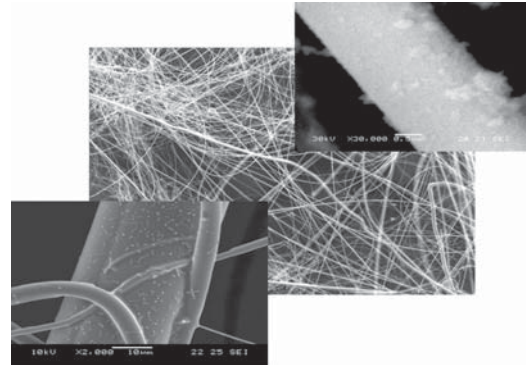
Pastaraisiais metais, dirbant kartu su Plazminių technologijų laboratorija, daug dėmesio skiriama nanotechnologijoms taikyti cementinėse statybinėse medžiagose. *Nanostruktūrų formavimo ypatumai cementinėse statybinėse medžiagose: tyrimai ir technologinė plėtra* projektas, pagal Aukštųjų technologijų plėtros programą, vykdomas kartu su Vilniaus Gedimino technikos universiteto Termoizoliacijos institutu, KTU Fizikinės elektronikos institutu, UAB *Betonuota* bei UAB *Statizola*. Projekto paskirtis – naujų cementinių statybinių medžiagų, kurių savybes lemia jų struktūroje susiformavusios nanostruktūros, sukūrimas. Atliekami tyrimai analizuojant

cementinių kompozitinių medžiagų su nanomodifikatoriais, nanostruktūrų formavimosi ir reguliavimo principus bei šių struktūrų įtaką produkto savybėms. Pagrindinis šių metų darbo uždavinys – nanomodifikatoriaus mikroplaušo gavimas plazmocheminiame reaktoriuje bei šio plaušo savybių tyrimai – įgyvendintas, atlikus tyrimus kartu su Plazminių technologijų laboratorija. Mikroplaušas pagamintas iš naftos

pramonės katalizatoriaus atliekų (ceolity), kurių utilizacija aktuali tiek ekologiniu, tiek ekonominiu požiūriu. Tyrimai parodė, kad plaušą galima naudoti ne tik kompozicijose su portlandcemenčiu, bet ir cementinėse kompozicijose, skirtose naudoti esant aukštoms temperatūroms. Plaušo terminis patvarumas – didesnis nei 1200 °C.



Rengenostruktūrinė ceolitinio plaušo analizė



Plaušo SEM nuotraukos

## Keramikos ir keraminių dangų ir struktūros bei savybių tyrimas

Kartu su Plazminių technologijų laboratorija vykdoma COST 533 veikla **Ilgai tarnaujančios medžiagos dirbtiniams sąnariams**, kurios tikslas – spręsti dirbtinių sąnarių dėvėjimosi problemas, pritaikant teorines žinias ir praktinę patirtį – vykdyti paiešką alternatyvių medžiagų implantams, kurios padidintų dirbtinių sąnarių ilgaamžiškumą bei pagerintų atsparumą dėvėjimuisi.

Mokslo žinios apie naujas biomedžiagas ir geresnes jų *in vivo* tyrimo metodikas padėtų spręsti dirbtinių sąnarių ilgaamžiškumo problemą ir išplėsti jų klinikinius tyrimus.

Su 2-ąja darbo grupe, kurios mokslinės veiklos tikslas – ieškoti alternatyvių biomedžiagų, pasižyminčių geresnėmis tribokorozinėmis savybėmis, buvo vykdomi moksliniai tyrimai, susiję su alternatyvių medžiagų paieška dirbtinių sąnarių jungtims. Plazmos būdu formuojamos oksidinės keramikos dangos ant plieno padėklų ir tiriamos jų savybės. Atlikti dangų struktūros ir tribologinių charakteristikų tyrimai rodo, kad plazminės oksidinės keramikos dangos pasižymi dideliu atsparumu dilimui ir gali būti gera alternatyva kuriant ilgai tarnaujančias dangas dirbtinių sąnarių implantams.

## Medžiagų bandymai ir kokybinių rodiklių įvertinimas

Laboratorijos darbuotojai vykdo darbus teikia akredituotos laboratorijos paslaugas, atliekant medžiagų bandymus ir kokybės rodiklių įvertinimą (laboratorija akredituota

LST EN ISO/IEC 17025 standarto atitikčiai). Sėkmingai bendradarbiaujama su ūkio subjektais, vykdant tiriamuosius darbus bei teikiant konsultacijas gamybos produktų kokybės užtikrinimo srityje.

### Laboratorija akredituota atlikti:



plastikinių vamzdžių, izoliuotų vamzdžių,

statybinių skiedinių, plytelių klijų, statybinių glaistų,



termoizoliacinių medžiagų, ugniai atsparių medžiagų bei gaminių bandymus.

2008 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 7 mokslinius straipsnius mokslo žurnaluose, 8 – recenzuojamose konferencijų medžiagose, 4 mokslo populiariusius straipsnius – populiariuose leidiniuose. Dalyvauta 14 tarptautinėse ir Lietuvos mokslinėse konferencijose.





**Vadovas – dr. Darius MILČIUS**  
Tel. (8 37) 401 909  
El. paštas [milcius@mail.lei.lt](mailto:milcius@mail.lei.lt)

### 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/elektrolitų/katodų sintezė taikant fizikinius medžiagų nusodinimo metodus.

## Vandenilio energetikos technologijų centras

2008 m. toliau tęstas iš valstybės subsidijų finansuojamas darbas **Nano-kristalinių metalų hidridų, skirtų vandenilio saugojimui, sintezė, taikant joninius-plazminius metodus**. Šio darbo rengimo metu daugiausia dėmesio buvo skiriama magnio-nikelio lydinių paviršiniams procesams nagrinėti, įvertinant dinamines paviršiaus oksido barjero savybes. Vandenilio absorbcija bei desorbcija buvo nagrinėjama atskirai. Taip pat buvo siekta išsiaiškinti Mg-Ni sistemos sąveiką su Ti priemaišomis, kurios daugelyje kitų hidridų sistemų (magnio hidridas, natrio alanas ir kt.) pagerino vandenilio sorbcijos savybes. Siekiant užsibrėžtų tikslų magnetroninio garinimo būdu suformuotos skirtingos sudėties (Mg-Ni-Ti) dangos bei, esant skirtingoms sąlygoms, atliktas jų hidrinimas. Vėliau dangos buvo tiriamos šiuolaikiniais matavimo metodais siekiant išsamiai nustatyti dangų elementų sudėtį, struktūrą ir vandenilio sorbcijos savybes. Norėdami geriau suprasti procesus, VET centro darbuotojai atliko matematinį modeliavimą.

2008 m. buvo sėkmingai tęsiami darbai vandenilio energetikos srityje. Kartu su Vytauto Didžiojo universitetu (VDU) sėkmingai baigtas Europos Sąjungos Struktūrinių fondų projektas **Vandenilio energetikos technologijų mokymo organizavimas**. Įgyvendinant projektą, sukurta mokymo programa **Energija ir aplinka**, skirta VDU magistrantūros studentams ir LEI bei VDU

mokslininkams, dirbantiems vandenilio energetikos tyrimų srityse. Programa suteikia žinių, reikalingų kurti ir eksploatuoti šioms energijos rūšims: atominė energija, saulės energija (fotoelektrinė ir šiluminė), vėjo energija, vandens energija, biomasės energija (biokuras, biodegalai, biodujos), geoterminei energija, tai pat energija, gaunama naudojant vandenilio kuro elementus ir valdomas termobrunduolinės sintezės reakcijas.

Šis projektas tiesiogiai prisidėjo prie paraiškos Europos regioninės plėtros fondo finansinei paramai gauti. Parama patvirtinta ir jau pradėta įgyvendinti – centro bazėje 2009 m. birželį numatyta įrengti modernų **Vandenilio energetikos technologijų centrą**.

Kartu su VDU toliau baigtas tarptautinės vandenilio energetikos doktorantūros studijų vykdymas (HyTRAIN). Jau pirmaisiais projekto metais į LEI Vandenilio energetikos technologijų centrą iš Prancūzijos atvyko studentas Emmanuel Wirth. Prieš atvykdamas į Lietuvą jis savo šalyje jau buvo apgynęs chemijos bei medžiagų inžinerijos sričių magistro darbus. Drauge su darbo vadovu VDU Fizikos katedros vedėju prof. habil dr. Liudviku Pranevičiumi ir moksliniais konsultantais dr. Constantina Filiou (JRC Institute for Energy), dr. Dariumi Milčiumi (LEI), Emmanuelis suformulavo darbo temą **Dinaminio paviršiaus barjero poveikio Mg-Ni pagrindo dangų hidrinimo savybėms tyrimas** (Study of dynamic surface barrier effects on hy-

drogen storage properties of Mg-Ni-based films).

Pirmaisiais metais doktorantas aktyviai darbavosi LEI laboratorijose, atliko Mg-Ni, Mg-Ni dangų nusodinimą ir nanokristalinių miltelių sintezę, panaudojant fizikines magnetroninio garinimo technologijas, sodrino jas vandeniliu bei atliko pirminę bandinių analizę. Tuo pat metu Emmanuelis aktyviai dalyvavo VDU pedagoginėje veikloje, buvo vienas LEI ir VDU projekto **Vandenilio energetikos technologijų mokymo organizavimas** dalyvių, bendruose projekto seminaruose pristatinėjo savo darbo rezultatus, diskutavo su kitais dalyviais.

Antraisiais metais Emmanuelis išvyko tęsti darbus į Europos Komisijos Jungtinio tyrimų centro Energetikos institutą (*JRC Institute for Energy*, Petten, Olandija), kuriame modernia centro įranga atliko išsamius LEI sintezuotų bandinių tyrimus. Be to, dalį tyrimų doktorantas atliko Vokietijos Rossendorf-Dresdeno tyrimo centro Joninės spinduliuotės fizikos departamente (Ion Beam Physics Departments of the Rossendorf-Dresden Research Center). Šiose institucijose jaunasis tyrėjas ne tik atliko sau būtinus tyrimus, bet ir padėjo LEI bei VDU mokslininkams užmegzti glaudesnius santykius su jį priėmusiomis institucijomis.

Trečiaisiais metais Emmanuelis drauge su LEI ir VDU mokslininkais analizavo dvejus metus kaupučius rezultatus ir apibendrino juos matematinio mode-

liu. Dauguma rezultatų buvo publikuoti trijuose į ISI mokslinių leidinių sąrašą įtraukuose žurnaluose, pristatyti tarptautinėse konferencijose. Doktoranto darbai pastebėti tarptautiniu mastu – naujienų agentūra *FACTIVA-Dow Jones & Reuters* pateikė informacinį pranešimą, kuriame pažymėjo, kad E. Wirth ir kolegų darbai pažangūs ir ateityje gali turėti didelę technologinę bei ekonominę įtaką vandenilio saugojimo medžiagų sintezės srityje. Be rezultatų publikavimo ir pristatymo, Emmanuelis rengė daktaro disertaciją, kurios gynimas įvyko VDU 2008 m. birželio 30 d. Tarptautinė komisija vienbalsiai nusprendė, kad disertacija atitinka tarptautinius reikalavimus ir doktorantui suteikė Europos lygį atitinkantį daktaro laipsnį.

Netrukus po disertacijos apgynimo Emmanueliui buvo pasiūlyta dalyvauti Setaram Instrumentation (Prancūzija) mokslinių tyrimų padalinio darbuotojų atrankoje. Ši bendrovė kuria, parduoda bei eksploatuoja pažangiausius pasaulyje dujų adsorbcijos/desorbcijos įrenginius. Po dviejų sėkmingų atrankos etapų buvęs LEI ir VDU doktorantas buvo įdarbintas Setaram Instrumentation kompanijoje. Emmanuelis – pirmasis ir iki šios dienos vienintelis HyTRAIN projekto dalyvis, įsigijęs daktaro laipsnį, o sėkmingas įsidarbinimas tarptautinėje kompanijoje tik patvirtina jo, kaip specialisto, vertę. Taigi galima pažymėti, kad gabiausi studentai ne tik palieka Lietuvą, kad įgytų aukščiausio lygio išsilavinimą, bet ir atvyksta į ją. Emmanuelio atliktas mokslinis darbas bei bendradarbiavimas su LEI Vandenilio energetikos centro bei VDU mokslininkais parodė, kad šalyje esama specialistų, gebančių organizuoti ir atlikti aukšto lygio mokslinius tyrimus vandenilio saugojimo medžiagų sintezės srityje.

2008 m. baigti darbai tarptautiniame termobrandaulinės energetikos (FUSION) projekte – **Volframo dangų, naudojamų termobrandaulinės sintezės reaktoriuose, charakterizavimas**, kurio vykdymo metu formuojamos volframo ir volframo karbido dangos, atliekamas išsamus jų savybių tyrimas.

2008 m. baigtas 6-osios bendrosios programos papildomos paramos projektas – **HYSIC: Enhancing International Cooperation in Running FP6 Hydrogen Solid Storage Activities**. Jo vykdymo metu skatinamas bei plėtojamas bendradarbiavimas su užsienio



2008 m. birželio 30 d. Emmanuelio Wirth daktaro disertacijos gynimas

tyrėjais, dirbančiais vandenilio saugojimo srityje, inicijuojamas bandinių, duomenų ir kitų žinių apskaitimu. Darbų metu Mg-Ni dangų sintezė buvo atliekama dviejų nepriklausomų magnetronų sistemoje vienalaikio garinimo proceso metu. Suformuotos metalinės dangos buvo hidrinamos nerūdijančio plieno vamzdyje bei skaidriame kvarco vamzdyje. Atlikus hidrinimą, dangos buvo nuodugnai ištirtos panaudojant rentgeno spindulių difraktometrą (RSD), skenuojantįjį elektroninį mikroskopą (SEM), peršviečiantįjį elektroninį mikroskopą (TEM), diferencijuotąjį skenuojantįjį kalorimetrą, Furje infraraudonųjų spindulių spektrometrą.

Bendradarbiaujant su Šiaurės šalių partneriais, tęsiami darbai naujame Šiaurės šalių energetikos tyrimų programos tinklo projekte – **Nordic Center of Excellence for Hydrogen Storage Materials**. Šiame fundamentinių tyrimų darbe pasinaudojant nepusiausvyrinėmis technologijomis siekiama pabandyti sintezuoti magnio ir aliuminio hidridus, turinčius (atitinkamai) nedidelį kiekį aliuminio ir magnio priemaišų. Tikimasi, eksperimentinių magnetroninio garinimo technologijų dėka bus įmanoma išvengti tradicinių pusiausvyrinių metodų sukurtų medžiagų (magnio ir aliuminio) tarpusavio persimaišymo limitų.

2008 m. aktyviai dalyvauta Tarptautinės energetikos agentūros vandenilio taikymo sutarties (IEA HIA) 22 grupės tyrimuose – **Fundamentinis ir taikomas medžiagų vandenilio saugojimui vystymas**. Šiame darbe metalų ir jų lydinių hidridų cheminis destabilizavimas atliekamas į medžiagą įvedant naujus elementus, kurie hidrido dekompozicijos metu formuoja tarpinius darinius, neleis-

dami sistemai atsipalaiduoti iki žemiausios energetinės būsenos, arba hidrinimo metu susiformavus į destabilizuotą hidridą.

Vandenilio energetikos technologijų centro darbuotojai aktyviai dalyvavo COST 542 veiklos **Efektyvus energijos saugojimas mobiliems ir stacionariems įrenginiams programoje**, kurios vykdymo metu susipažinta su pagrindiniais superkondensatorių tipais, naudojamomis medžiagomis ir atlikti tyrimai, susiję su brangiųjų metalų (Pt, Pd) katalizatorių pakeitimu į Ni / NiO plonasluoksnės struktūras. Ištirtas pramoninio grafito GR 280, plonasluoksnių anglies struktūrų, gautų pritaikius plazminio purškimo metodus, ir TiOx plonasluoksnių struktūrų, gautų pasitelkus magnetroninio garinimo metodus, pritaikymas superkondensatorių elektrodų sintezėje. Šių medžiagų pritaikymas ateityje turėtų gerokai sumažinti superkondensatorių savikainą. Gautos medžiagos ir struktūros ištirtos taikant rentgeno difrakcijos, skenuojančiosios elektroninės mikroskopijos metodus. Sukonstruota kondensatorių talpos matavimo schema. Atlikti pirmieji talpos matavimo tyrimai.

2008 m. tyrimų rezultatai paskelbti 12 straipsnių leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąrašuose, 1 straipsnyje mokslo leidinyje, registruotame tarptautinėje mokslinės informacijos duomenų bazėje, 7 pranešimuose tarptautinėse konferencijose, 1 pranešime Lietuvos konferencijoje ir 2 mokslo populiarinimo straipsniuose.

Martynas Lelis 2008 m. vasario 7–27 d. stažavosi Stokholmo universitete, prof. Dag Noreus grupėje.



**Vadovas – dr. Vitas VALINČIUS**

Tel. (8 37) 401 896

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

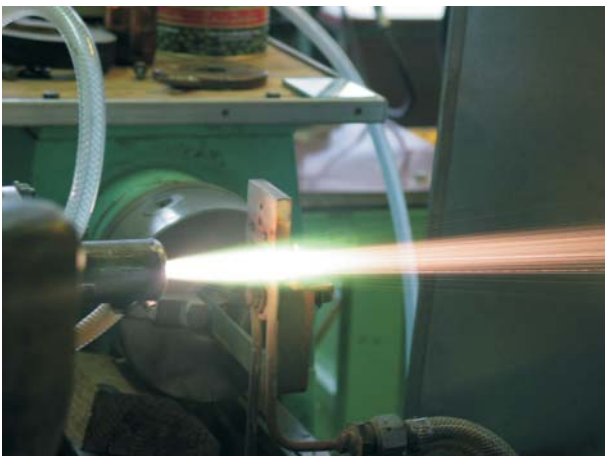
### **Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:**

- įvairios paskirties nuolatinės srovės plazmos šaltinių kūrimas ir tyrimas;
- reakcinėje lanko zonoje ir žematemperatūroje plazmoje vykstančių procesų ir reiškinų tyrimas;
- aukštos temperatūros dujų srautų dinamikos ir šilumos–masės mainų procesų tyrimai atmosferos ir redukuoto slėgio plazminėse aplinkose;
- plazmos ir aukštos temperatūros dujų srautų diagnostika bei diagnostikos priemonių kūrimas;
- plazmos srautų ir medžiagų sąveika įvairiuose plazminiuose-technologiniuose procesuose;
- itin kenksmingų medžiagų plazminio neutralizavimo proceso tyrimas ir realizavimas;
- katalizinių ir tribologinių dangų sintezė plazminėje aplinkoje bei jų savybių tyrimas;
- šiluminių ir heterogeninių procesų tyrimas, reaguojantiems produktams aptekant katalizinį paviršių;
- plazminis konstrukcinių medžiagų paviršių formavimas ir modifikavimas;
- mikrodispersinių ir nanodispersinių granulių bei mineralinio plaušo iš sunkiai besilydančių medžiagų sintezė ir savybių tyrimas.

## **Plazminių technologijų laboratorija**

Plazminių technologijų laboratorijos mokslininkai jau daugiau nei 40 metų dirba įvairiose žemos temperatūros plazmos technologijų kūrimo, mokslinio tyrimo ir pritaikymo srityse ir gali sėkmingai modeliuoti naujas plazmines technologijas, panaudodami laboratorijoje pagamintus plazmos įrenginius. Plazmos srautui gauti naudojamos įvai-

rios sudėties dujos ar jų mišiniai. Laboratorija turi bandomosios gamybos technologinę įrangą, kuri naudojama įvairių medžiagų paviršių sluoksnių mechaninėms, tribologinėms, cheminėms ir optinėms savybėms keisti bei modifikuoti. Pastovus techninės bazės atnaujinimas, plėtimas ir disponavimas esama analizine aparatūra leidžia atlikti plazmos šaltinių tyrimus, plazmos srovių ir srautų diagnostiką, dujų dinaminių charakteristikų ir aukštatemperatūrų šilumos–masės mainų analizę.



*Veikiantis pastovios srovės linijinis plamos generatorius*

### **Plazmos šaltinių kūrimas ir plazmos srautų tyrimas**

Pastaruosiu metu Plazminių technologijų laboratorijoje kuriami mažesnės nei 100 kW galios plazmos generatoriai Norint sukurti įvairių konstrukcijų ir galių linijinius plazmotronus vadovaujamosi žiniomis apie reakcinėse iškvosose kamerose vykstančius procesus. Ši informacija gaunama pasitelkus panašumo teoriją, apibendrinant plazmotronų voltamperines ir šilumines charakteristikas, kurios nustatytos elektros lankui kaitinant įvairias dujas, esant skirtingiems slėgiams. Gautieji rezultatai lyginami tarpusavyje ir su kitų autorių darbų rezultatais.

Laboratorijoje tiriama procesai, vykstantys reakcinėje lanko zonoje: šilumos mainai, elektros srovės stiprio kitimas





*Vandenilio plazma, ištekanti iš plazmos generatoriaus*

esant laminariniam ir turbulentiniam dujų tekėjimui, jo poveikis plazmos srautų ir srovių charakteristikoms, spinduliavimo įtaka tekan skirtingoms dujoms.

Plazminių technologijų laboratorijoje nagrinėjama aukštos temperatūros dujų srauto susidarymas, dinamika, šilumos mainai įvairių formų kanaluose, šilumokaičių elementuose. Ištirti linijinių elektros lanko dujų kaitintuvų ir reaktorių darbo režimai, jų eksploatacinės charakteristikos, nustatytos darbo trukmės papildinimo sąlygos, ištirti lanko turbulencijos ir nauji energijos panaudojimo plazminiuose įrenginiuose metodai. Pritaikius kontaktinius metodus, ištirtos atmosferos slėgio plazmos srovės terminės nepusiausvyros sąlygos. Šaldomais kalorimetriniais zondais išmatuoti plazmos greičių ir temperatūrų profiliai, nustatytos vietinės jų reikšmės, kurios palygintos su iš šilumos balanso lygčių gautomis vidutinėmis reikšmėmis, nustatyti greičių ir temperatūrų pasiskirstymo dėsniniai. Lengmiūro su šaldomu pirminiu keitikliu zondų išmatuotos temperatūros pulsacijos, nustatytas elektronų temperatūrų ir koncentracijų pasiskirstymas. Nustatyta, kad daugeliu atvejų atmosferos slėgio plazmoje elektronų temperatūra gali būti daug didesnė už dujų sunkiųjų dalelių temperatūrą.

## **Plazmos srauto ir medžiagų sąveikos tyrimas**

Siekiant gauti aukštatemperatūrį ultraplona plušą, perdirbti kenksmingas medžiagas, suformuoti įvairias dangas, sintetinti naujas medžiagas, tiriama elektros lanko ir plazmos srauto sąveika su amorfinėmis ir dispersinėmis medžiagomis, nustatomos gautų medžiagų bei dangų fizinės, cheminės ir mechaninės savybės.

Plazminiu būdu formuojamos dangos gaunamos sluoksniuojant daugybę dispersinių dalelių, kurios, prieš atsimušdamos į kietą paviršių, turi būti aplydytos ir plastiškos. Todėl jų forma ir struktūra dangoje yra labai įvairi. Dalelių ir pagrindo sąveiką smūgio metu apibūdina tekėjimo, deformacijos, aušinimo, šaldymo procesai. Nustatyta, kad net vienodo dispersiškumo ir vienos rūšies medžiagos dalelių parametrai skerspjūvyje prie dengiamo pagrindo yra labai skirtingi.

## **Itin pavojingų medžiagų plazminio neutralizavimo proceso tyrimai**

Plazminis itin kenksmingų medžiagų neutralizavimo metodas taikomas skystoms ir dujinėms atliekoms nukenksminti, kai nėra galimybės nukenksminti liepsniniu metodu. Jei deginant atliekas degimo kameroje temperatūra žemesnė nei 1300 °C, iš organinių chloro atliekų gali susidaryti tokios naujos toksinės medžiagos – dioksinai, furanai ir kitos, daug nuodingesnės už pirminį produktą. Dioksinai – tai grupė junginių, vadinamų aromatinių eteriais. Didžiausia dioksinų koncentracija aptikta buitinių atliekų ir šiukšlių deginimo fabrikų išmetamosiose dujose. Iš aptiktų 135 dioksinų ir 75 furanų rūšių – 17 yra labai nuodingi. Jų leistina norma tik 0,1 ng/m<sup>3</sup>.

Plazminė toksinių medžiagų nukenksminimo technologija leidžia visiškai neutralizuoti praktiškai visų rūšių pavojingas medžiagas, atsiranda galimybė sukurti nedidelių gabaritų mobilų įrenginį. Plazminio įrenginio savybės, tokios kaip labai aukšta temperatūra, neilgas reakcijos laikas, galimybė kaitinti įvairias dujas, visiškai pavojingų medžiagų neutralizavimas, nepriklausymas nuo kuro šaltinių (naudojant autonominį elektros generatorių), leidžia jį naudoti tiesiog toksinių medžiagų sandėliavimo vietose. Atlikus pavojingų atliekų neutralizavimo plazminėje aplinkoje tyrimus nustatyta, kad:

- nauji, technologiškai pažangūs plazminiai įrenginiai gali neutralizuoti atliekas ir kenksmingas medžiagas neteršdami aplinkos, o deginimo procesas juose gali būti taikomas energijos gamybai;
- plazmos aplinkoje, esant 5000–7000 K temperatūrai, visos organinės ir neorganinės medžiagos suskyla į atomus, molekules ir radikalus;
- plazminėmis technologijomis perdirbtose visų rūšių atliekose nelieka jokių toksinių medžiagų nei antrinių kenksmingų produktų. Galutiniai perdirbimo produktai yra tamsusis stiklas arba šlakas, metalas ir kurui tinkamos vandenilio prisotintos dujos;
- kenksmingų medžiagų destrukcijos laipsnis plazminiuose įrenginiuose siekia 99,99 %.

## **Dangų sintezė plazmos srovėje**

Laboratorijoje sukurta plazminė dangų sudarymo technologija, kurią taikant formuojamos katalizinės, tribologinės, apsauginės bei kietosios keraminės dangos, naudojamos konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių eksploatacinėms savybėms mechanikoje, chemijoje, energetikoje, medicinoje pagerinti. Jos padidina atsparumą korozijai 10<sup>2</sup>–10<sup>3</sup> kartų, gerokai sumažina trinties koeficientą ir padidina atsparumą mechaniniam dėvėjimuisi. Naudojant plazminę technologiją, mažėja brangių konstrukcinių medžiagų paklausa, nes įvairaus storio dangomis padengtos pigios konstrukcinės medžiagos pakeičia dideliais kiekiais sunaudojamas brangias medžiagas.

Plazminiame įrenginyje, tiekiančiame nepusiausvirą atmosferos slėgio plazmos srautą su nebalansuotomis atskirų komponentų temperatūromis, įvairios medžiagos aktyvinamos, sintetamos ir apdorojamąjį paviršių pasiekia turėdamos skirtingą energiją. Tai sudaro reikalingas sąlygas kai kurioms cheminėms reakcijoms blokuoti plazmos sraute bei substrato paviršiuje. Tokiu būdu buvo sintetamos  $\gamma$ -fazės Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dangos su labai išvystytu ir aktyviu paviršiumi, o tai

labai aktualu sudarant katalizines dangas. Pakaitinus tam tikroje temperatūroje dangos savitasis paviršius buvo dar daugiau padidintas.

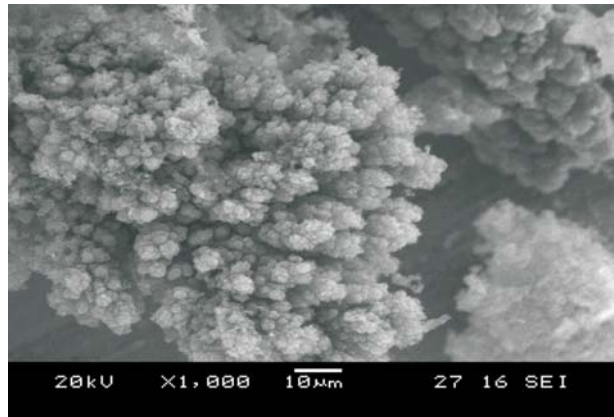
Šiuo metu plazminiuose įrenginiuose sintetamos kietosios anglies darinių dangos. Jos dar vadinamos plazminiais polimerais. Plazminiai polimerai – plazminiu būdu nusodintos plonos plėvelės daug kur pritaikomos: mikroelektronika, medicina, biotechnologijos, puslaidininkų gamyba ir kt. Žemą jų kainą ir geras mechanines savybes – atsparumas korozijai, stiprumas, nedidelė savitoji masė, mažas drėkinimo kampas – leidžia konkuruoti su geriausiomis šiuolaikinėmis medžiagomis ir lydiniais.

Atliekant tyrimus, sukurtos dvi plazminės kietųjų keraminių ir deimanto tipo dangų sintezės sistemos su naujos kartos modifikuotais plazmos generatoriais, tiekiančiais nepusiausvirovios plazmos srautą. Įrenginiai dirba atmosferos ir išretintų dujų – azoto, argono, vandenilio, acetileno, propano-butano ir jų mišinių aplinkoje.

### **Keraminių medžiagų lydymas ir aukštatemperatūrio mineralinio plaušo sintezė**

Šiuo metu mineraliniam pluoštui gaminti naudojama tradicinė technologija ir įrenginiai reikalauja nepertraukiamo veikimo proceso, sudėtingų ir brangių lydymo krosnių bei izoliacinių medžiagų. Lydant žaliavą lydymo krosnyse, o po to lydalą plaušinant mechaniniais metodais gaunamas plaušas, kurio siūlelių skersmuo didesnis kaip  $10\ \mu\text{m}$ . To nepakanka naujuose šiuolaikiniuose preciziniuose šilumos panaudojimo įrenginiuose ir technologijose. Tradiciniais metodais gaminamo plaušo kokybę ir sudėtį riboja žaliavos lydymosi temperatūra: šiuo metodu negalima gaminti aukštos temperatūros termoizoliacinio plaušo, vis plačiau naudojamo įvairiose srityse.

Plazminė technologija – vienintelė alternatyva gauti aukštos kokybės aukštatemperatūrinį plaušą. Lydant keramines medžiagas ir formuojant mineralinį plaušą, Plazminių technologijų laboratorijoje sukurtas eksperimentinis plazminis įrenginys su didelės galios plazmos generatoriumi. Jo dėka iš dispersinių dalelių formuojamas plaušas naudojant orą kaip



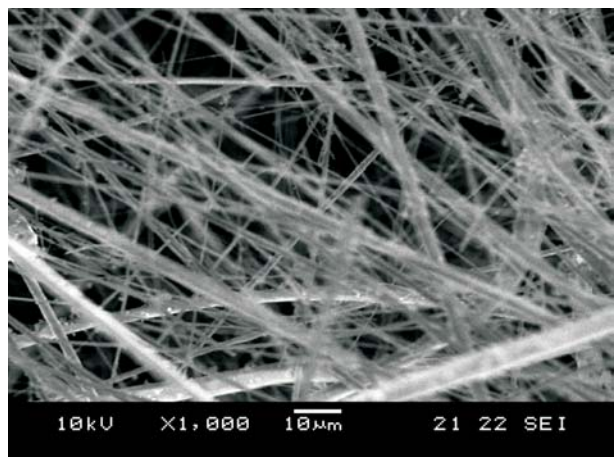
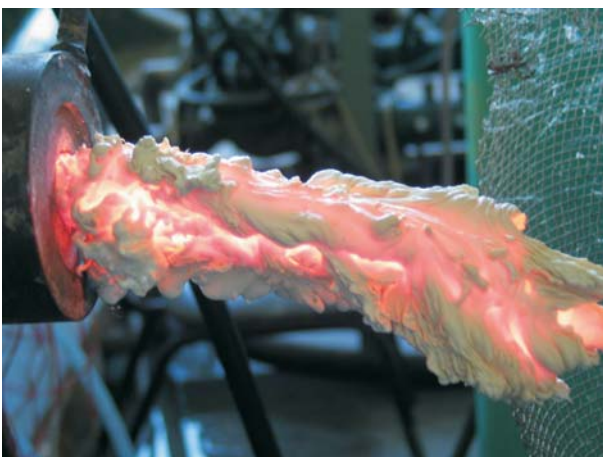
*Anglies darinių struktūros ant nerūdijančio plieno substrato*

plazmą sudarančias dujas bei pagalbinus (Ar, N<sub>2</sub>, propano-butano) dujų mišinius.

### **Kitos laboratorijoje sukurtos technologijos**

Kartu su kitų Europos šalių mokslininkais laboratorijoje tiriama plazminėmis technologijomis sudaromos keramikos cheminės sudėties, struktūros, ribų storio, grūdų orientacijos, defektų skaičiaus, priemaišų įtaka jos elektriniam laidumui. Tuo tikslu suformuotos trijų stabilizuoto cirkonio oksido dangos, ištirta jų struktūra ir savybės. Nustatyta gautų dangų struktūros, fazinės sudėties bei kristalitų dydžio priklausomybė nuo plazminio proceso parametrų bei terminio apdorojimo sąlygų.

Laboratorijoje realizuotas plazminis azotinimo procesas, siekiant pakeisti nerūdijančio plieno konstrukcinių medžiagų paviršinių sluoksnių savybes taip, kad žymiai padidėtų paviršiaus kietumas bei sumažėtų paviršiaus trinties koeficientas. Azotinimo procesą pasiūlyta realizuoti atmosferos slėgio plazmos srovėje, kurioje azoto koncentracija 30–40 kartų didesnė už azoto jonų koncentraciją praretintų dujų plazmoje. Tokiu atveju, azotinimo procesas tampa ekonomiškai ir nereikalaujantis brangios vakuuminės technologijos.



*Aluminio oksido lydalas, ištekantis iš plazmocheminio reaktoriaus (kairėje) ir iš jo sudarytas plaušas (dešinėje)*

Ištirti šilumos ir masės mainų procesų dėsningumai oksidinio katalizinio reaktoriaus (KR) kanaluose tekant įvairios sudėties reaguojančiųjų dujų mišiniams, siekiant pagerinti dangų katalizines savybes, nustatyti reaguojančiųjų dujų greičių, temperatūros pasiskirstymas KR, srauto bei sienelės šilumos–masės mainų koeficientai. Pagal gautų tyrimų rezultatus sukaupia informacija gali būti panaudota kuriant, projektuojant ir analitiškai skaičiuojant CO oksiduojančius KR, taip pat gali praplėsti modeliavimo programų duomenų bazes, nes šiuo metu trūksta eksperimentinių duomenų apie KR vykstančius procesus. Sukurtas įrenginys, teikiantis pastovių charakteristikų degimo produktų srautą, bei sukurta metodika dangų kataliziniams savybėms ir šiluminiam procesams, vykstantiems prie katalizinės sienelės, tirti.

2008 m. baigtas valstybės subsidijomis finansuotas darbas **Aukštatemperatūros purškimo pirolizės proceso, skirto plazminei dangų sintezei, dėsningumų tyrimas**, kurį vykdant išnagrinėta plazminės purškimo pirolizės problema pasaulio mokslo ir technikos literatūroje, suprojektuotas ir pagamintas eksperimentinis dujų dinaminis įrenginys su specialios paskirties plazmos generatoriumi. Pagal panašumo teoriją ištirtos ir apibendrintos plazmos generatoriaus eksploatacinės charakteristikos, ištirtos iš jo ištekiančių dujų srovės dinaminės ir šiluminės charakteristikos, įvertinta plazmos būseną bei nustatyta, kad nepusiausvirošios plazmos srovės elektronų temperatūra 4–5 kartus aukštesnė už sunkiųjų dalelių temperatūrą. Skaitmeniniais ir eksperimentiniais metodais ištirti vienfazės ir dvifazės plazmos srovės tekėjimo dėsningumai. Atlikus skaitmeninį dvifazės srovės modeliavimą nustatyta, kad esant optimaliems srauto parametrų, dispersinės dalelės maksimalią temperatūrą pasiekia, kai  $x/d = 20$ , o greitį  $x/d = (7-8)$  atstumu nuo plazmotrono ištekėjimo.

Eksperimentiniame įrengime įgyvendintas plazminės purškimo pirolizės procesas ir ištirti pagrindiniai jo dėsningumai. Nustatyta, kad plazmos srovės ir dispersinių dalelių sąveika užtrunka apie 1 ms, sparčiausias dalelės fazės pokytis prasideda esant  $x/d = (3-8)$  nuo ištekėjimo tūtos.

**Laboratorijos darbuotojai šiuo metu dalyvauja šiuose tarptautiniuose projektuose ir programose:**

- COST 533 veikla **Ilgai tarnaujančios medžiagos dirbtiniams sąnariams** (iki 2009 m.). Šioje veikloje kartu su Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorijos mokslininkais ir mokslinėmis organizacijomis iš 16-os Europos šalių atliekamas specialių dangų, skirtų biomedicinos reikmėms, formavimas plazminėmis technologijomis. Sudaromos YSZ dangos, skirtos dirbtiniams sąnariams gaminti atmosferos slėgio žemos temperatūros plazmos srovėje taikant plazminio purškimo nusodinimo metodą;
- COST D41 veikla **Neorganiniai oksidai: paviršiai ir ribiniai sluoksniai** (iki 2010 m.). Ši veikla susijusi su metalų oksidų dangų sintezės procesais ir jų paviršių bei vidinės struktūros tyrimais. Pagrindinis jos tikslas – tobulinti mokslines žinias ir supratimą apie oksidų paviršių savybes bei struktūrą mikroskopiniu lygiu, taip pat ištirti priemones ir būdus, leidžiančius sukurti pageidaujamų savybių dangas, kontroliuoti nusodinimo proceso eigą. Veikloje dalyvauja 16-os Europos šalių mokslininkai;
- Europos tyrimų, plėtros ir bendradarbiavimo programa **Eureka** (iki 2009 m.). Plazminių technologijų laboratorijos mokslininkai inicijuoja, koordinuoja ir vykdo **E!3539 PLAZMINFIB** projektą **Šiuolaikiniai mineralinio plaušo iš vietinių žaliavų ir atliekų gamybos metodai**. Darbe pasiūlyta mineralinio plaušo ir granulių formavimą realizuoti atmosferos slėgio oro plazmos srovės reaktoriuje, kuriame pasiekama aukšta temperatūra ir didelė aktyviųjų jonų koncentracija. Sukurtas eksperimentinis plazmocheminis įrenginys, skirtas Si, Mg, Ca ir Al oksidų bei jų junginių išlydymo, lydalo išplaušinimo ir granulių sudarymo procesų tyrimams. Plazmocheminiame reaktoriuje, panaudojant nuolatinės srovės plazmos generatoriumi sukurtos aukštos temperatūros oro srauto kinetinę energiją, sudaromas plaušas, kurio plaukelių skersmuo 0,5–2 μm.



Laboratorijos produkcijos pavyzdžiai **Balttechnika - 2008** parodoje



Vykdam darbus bendradarbiaujama su Katanijos universiteto (Italija) ir UAB *Termotechnika* (Lietuva) mokslininkais;

- Lietuvos Respublikos ir Ukrainos dvišalio bendradarbiavimo mokslinių tyrimų srityje programa 2007–2008 m. Projektas **Atmosferinio ir redukuoto slėgio plazmos, naudojamos medžiagų paviršių modifikavimui ir kuro konversijai, nepusiausvyros charakteristikų tyrimas**, skirtas atmosferos ir redukuoto slėgio plazmos, naudojamos katalizinių ir tribologinių dangų sintezės bei kietojo kuro konversijos į dujinį įrenginiuose, pagrindinėms dinaminėms ir šiluminėms charakteristikoms tirti. Jame išnagrinėta plazmos būsenos tyrimo problema, sukurti plazmos srovės parametrų matavimo metodai, ištirta plazmos srovių dinamika ir šilumos mainai, nustatytos plazmos ir plazmos generatorių ypatybės, išanalizuota galimybė sukurti specialius plazmos generatorius dangų

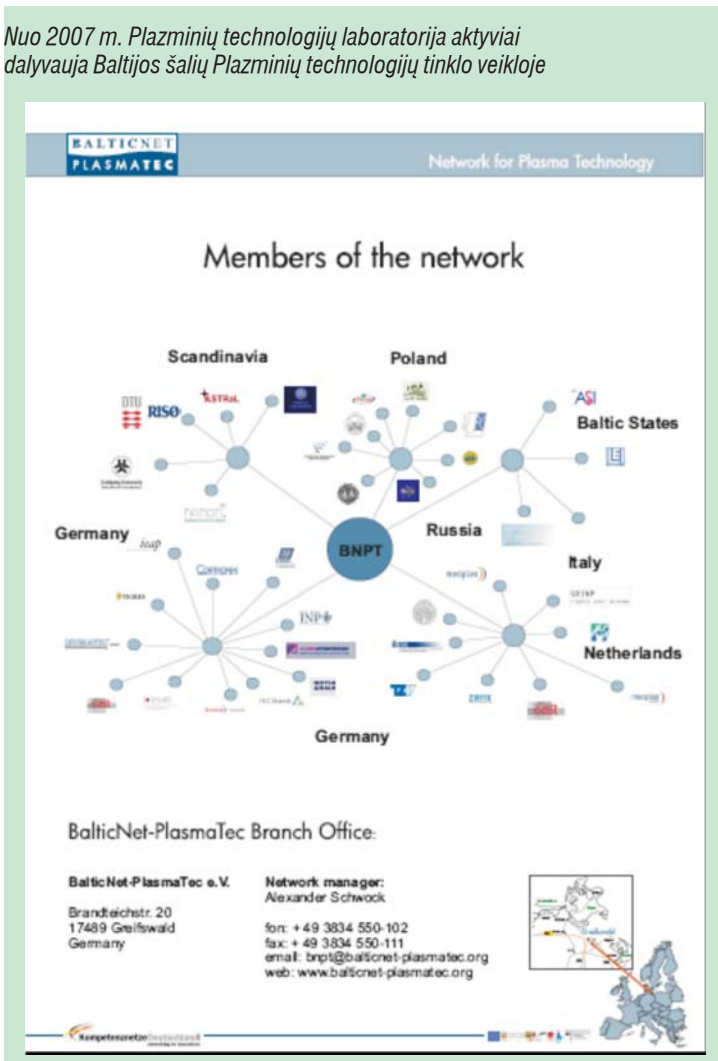


Laboratorijos stendą pristačiusio jaunimo grupė: iš kairės – dr. L. Marcinauskas, dr. V. Grigaitienė ir dokt. M. Miliūška

sudarymo procesams įgyvendinti. Vykdomi bendri darbai su Ukrainos nacionalinės MA Dujų institutu;

- Lietuvos Respublikos ir Ukrainos dvišalio bendradarbiavimo mokslinių tyrimų srityje programa 2007–2008 m. Projektas **Ultradispersinių dalelių sintezės ir dangų su charakteringomis savybėmis sudarymo plazminės technologijos sukūrimas**, kurio vykdymo metu, bendradarbiaujant su Odesos nacionalinio universiteto mokslininkais (Ukraina), sukurta dispersinių dalelių sintezės elektros lanke ir plazmos sraute technologija, išspręsta simetriško ultradispersinių dalelių sumaišymo su plazmą sudarančiomis dujomis ir įvedimo į plazmos srautą problema, sudarytos porėtos didelio savitojo paviršiaus dangos, skirtos mikrostruktūriniais ir nanostruktūriniais katalizatoriams.

Nuo 2007 m. Plazminių technologijų laboratorija aktyviai dalyvauja Baltijos šalių Plazminių technologijų tinklo veikloje



Laboratorijos mokslinė ir technologinė produkcija 2008 m. buvo pristatyta 8 tarptautinėse ir 4 respublikinėse konferencijose. Produkcija sėkmingai demonstruota tarptautinėje parodoje *Balttechnika - 2008*, kurios metu pateikti laboratorijoje sudarytų katalizinių ir tribologinių dangų bei modifikuotų paviršių pavyzdžiai, pademonstruoti nauji kataliziniai reaktoriai, filtrai, hidrofobinės dangos. Parodoje taip pat pristatytos naujos keraminių medžiagų lydymo ir plaušinimo plazminės technologijos bei jomis gautos produkcijos pavyzdžiai.

Plazminių technologijų laboratorijoje dirba 6 mokslų daktarai, 2 jaunieji mokslininkai - doktorantai, 1 magistrantas, 1 jaunesnysis mokslo darbuotojas, taip pat darbo patirtį turintis pagalbinis personalas: 2 inžinieriai ir aukštos kvalifikacijos meistras. 2008 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 27 straipsnius, dalyvavo 22 Lietuvos ir tarptautinėse konferencijose.



Vadovas – **prof. habil. dr. Povilas POŠKAS**

Tel. (8 37) 401891

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

## Branduolinės inžinerijos problemų laboratorija

### Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- šilumos atidavimo ir turbulentinio pernešimo dėsningumą eksperimentinis tyrimas vienfaziuose srautuose: *priverstinė ir mišri konvekcija; turbulentinis ir pereinamasis tekėjimo režimai; kanalo geometrijos, kintamų fizikinių savybių, šiurkštumo, nestacionarumo, išcentrinų jėgų įtaka;*
- skaitinis šilumos mainų ir pernešimo procesų modeliavimas vienfaziuose srautuose *įvairiuose kanaluose bei geologinėse struktūrose;*
- panaudoto branduolinio kuro tvarkymas: *kuro charakteristikų modeliavimas, saugojimo ir laidojimo įrenginių saugos bei poveikio aplinkai įvertinimas, norminė ir įstatyminė bazė;*
- radioaktyviųjų atliekų tvarkymas: *strategija, technologinės apdorojimo, saugojimo ir laidojimo įrangos 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 pavojaus atominėse elektrinėse ir kituose svarbiuose objektuose įvertinimas;
- tyrimai, susiję su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje.



*Mišrios konvekcijos pasvirusiame plokščiame kanale eksperimentinio tyrimo metu – dr. J. Kolesnikovas (sėdi) ir doktorantas G. Drumstas*

### Šilumos mainų ir turbulentinio pernešimo eksperimentiniai ir skaitiniai tyrimai kanaluose ir geologinėse struktūrose

Nuo pat laboratorijos įkūrimo pradžios įvairios paskirties energetiniuose įrenginiuose (branduolinių reaktorių, įvairių šilumokaičių elementuose ir kt.) vykdomi šilumos mainų ir hidrodinamikos tyrimai. Pastaraisiais metais, analizuojant panaudoto branduolinio kuro laidojimo galimybes, tokie tyrimai pradėti vykdyti ir geologinėse struktūrose. Nustatyta, kad tiek laminarinio, tiek turbulentinio tekėjimo atvejais daugelyje energetinių įrenginių gali pasireikšti termogravitacijos jėgų poveikis šilumos mainams, kuris tam tikromis sąlygomis dažnai tampa sukeliančia avarijas įvairiuose įrengimuose priešastimi. Todėl laboratorijoje buvo pradėti mišrios konvekcijos (termogravitacijos jėgų poveikio) moksliniai tyrimai – iš pradžių vamzdžiuose, o vėliau ir plokščiuosiuose kanaluose.

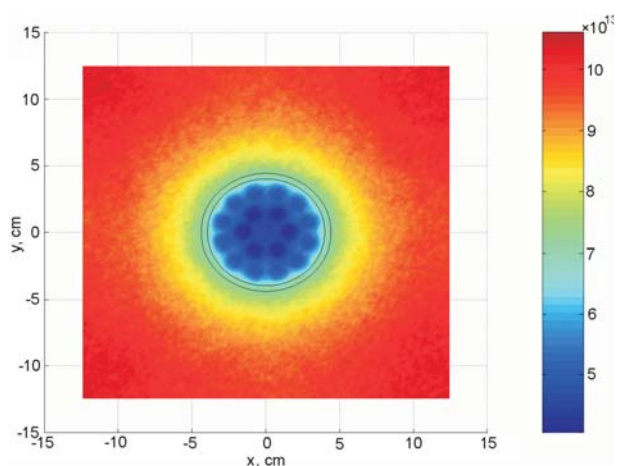
2008 m. buvo tęsiami eksperimentiniai ir skaitiniai mišrios konvekcijos šilumos mainų ir tėkmės struktūros tyrimai plokščiam kanale pereinamojo (sūkurinio) tekėjimo zonoje pasvirusiame kanale (pasvirimo kampas 60°), esant priešingų krypčių tėkmėms. Tyrimų vertikaliame kanale viopusio kaitinimo atveju rezultatai palyginti su dvipusio kaitinimo atveju. Taip pat analizuoti rezultatai vertikaliame kanale, esant vienkryptėms tėkmėms. Skaitinis modeliavimas įvairiais mišrios konvekcijos atvejais buvo atliekamas naudojant kompiuterinę programą FLUENT (JAV). Gauti šilumos mainų ir tėkmės hidrodinamikos rezultatai, esant mišriai konvekcijai, keičia ir praplečia laminarinio tekėjimo perėjimo į turbulentinį procesą veikiant termogravitacijos jėgoms, sampratą ir esmę.

## Panaudoto branduolinio kuro tvarkymas

Laboratorijos specialistai jau ne vienerius metus vykdo mokslinius tyrimus, susijusius su panaudoto branduolinio kuro (PBK) tvarkymu bei laidojimu. 1999 m. Ignalinos AE pradėjęs eksploatuoti PBK saugyklą su CASTOR RBMK-1500 ir CONSTOR RBMK-1500 tipo konteineriais, laboratorijoje pradėti PBK saugojimo bei laidojimo saugos įvertinimo darbai. Paprastos bei padidintos talpos konteineriams su PBK įprasto eksploatavimo ir avarinėmis sąlygomis atlikti radioaktyviųjų nuklidų aktyvumo kitimo saugojimo laikotarpiu, kritiškumo bei spinduliuotės dozių ant konteinerių paviršiaus ir apibrėžtame atstume nuo jo bei temperatūros laukų įvertinimai.

Vykdamas PBK laidojimo Lietuvoje tyrimus, Švedijos ekspertų konsultuojami laboratorijos specialistai pasiūlė giluminio geologinio kapinyno panaudotam branduoliniam kurui ir ilgaamžėms vidutinio aktyvumo atliekomis molio aplinkoje bei kristalinėse uolienose įrengimo Lietuvoje koncepcijas. Laidojimo koncepcijos nuolat tikslinamos ir optimizuojamos atsižvelgiant į tarptautinę patirtį ir konkrečios kapinyno vietos fizikines, chemines, šilumines bei mechanines savybes. Analizuojant PBK laidojimo Lietuvoje galimybes, atliktas geologinio kapinyno įrengimo išlaidų įvertinimas bei pradėtas bendrasis kapinyno saugos vertinimas.

2007–2008 m. buvo tęsiami tyrimai, susiję su radionuklidų sklaida bei ją veikiančiais procesais kapinyno tolimojo lauko aplinkoje (geosferoje), siekiant optimaliau įvertinti geosferos įtaką panaudoto branduolinio kuro kapinyno saugai. Tyrimai, kuriuos koordinavo TATENA, buvo vykdomi kartu su kitų šalių mokslininkais, pasinaudojus Veresnia vietovės (Ukraina) duomenimis. Įvertinant skirtingas požeminio vandens tekėjimo sąlygas skirtingose geologinėse formacijose, buvo nustatytas požeminio vandens geofiltracijos pobūdis atitinkamomis sąlygomis. Nagrinėjamų radionuklidų srauto į kapinyno tolimojo lauko aplinką įvesties duomenys gauti atlikus radionuklidų sklaidos PBK, laidojamo pagal KBS-3V koncepciją, artimojo lauko aplinkoje deterministinį vertinimą. Radionuklidų sklaidos geologiniuose sluoksniuose skaitinio vertinimo rezultatai parodė, kad duotomis sąlygomis iš kapinyno artimojo lauko aplinkos pasklidęs nesorbuojamas ilgaamžis jodo izotopas  $^{129}\text{I}$  pasiektų upės vandenį, tačiau jo srautas būtų apie 10 kartų mažesnis nei srautas pro inžinerinius barjerus, bet didžiausio srauto iš geosferos vertės, iškart vandenyje tirpstanti radionuklidų kiekio, dalis nagrinėjamomis geologinėmis sąlygomis jau nenulemia. Didžiausio srauto



Kompiuterine programa MCNP-5 sumodeliuotas šiluminių neutronų srauto ( $n/cm^2 \times s$ ) radialinis pasiskirstymas reaktoriaus RBMK-1500 gardelėje

verčių pasiekimo laikai skiriasi apie 49 kartus; tai reiškia, jog radionuklidams pasiekti upės vandenį reikalingas ilgas laikas, nes jie yra užlaikomi geosferoje.

Toliau tęsiami kompleksiniai šilumos bei dujų sklaidos procesų įtakos radionuklidų pernašai tyrimai, svarbūs kapinyno ir žmonių radiacinei saugai. Radionuklidų sklaidai vertinti buvo naudojamos kompiuterinės programos COMPULINK, CHAN3D, PREBAT-BATEMAN (Švedija), AMBER (Jungtinė Karalystė), TOUGH2 (JAV).

2008 m. laboratorija kartu su GNS – RWE NUKEM GmbH (Vokietija) konsorciumu toliau vykdė didelės apimties projektą – **Laikinosios sausojo tipo saugyklos, skirtos RBMK panaudoto branduolinio kuro rinklių iš Ignalinos AE 1-ojo ir 2-ojo blokų saugojimui, projektavimas bei įrengimas** (2005–2009 m.). Laboratorija rengia šios PBK saugyklos (eksploatavimo laikas ne mažiau nei 50 metų) poveikio aplinkai vertinimo ir saugos analizės ataskaitas bei teikia paramą licencijuojant saugyklą. 2007 m. *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita* buvo suderinta ir patvirtinta Aplinkos ministerijoje, o 2008 m. parengta *Preliminari saugos analizės ataskaita* buvo derinama su atsakingomis institucijomis.

## Radioaktyviųjų atliekų tvarkymas

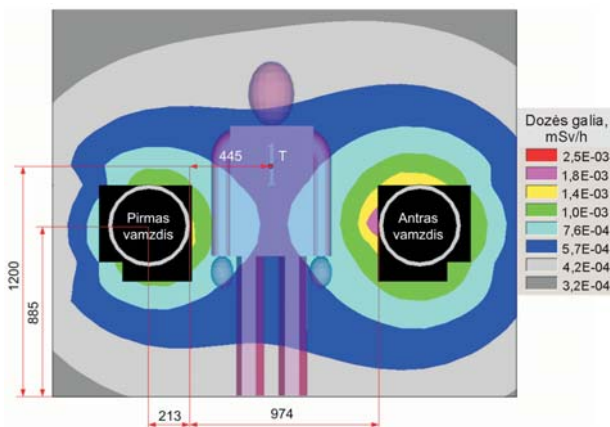
Nuo 1994 m. laboratorija aktyviai dalyvauja analizuojant Ignalinos AE radioaktyviųjų atliekų tvarkymo problemas. Laboratorijos ekspertai dalyvauja projektuose, vertinančiuose esamų radioaktyviųjų atliekų saugyklų Ignalinos AE ir Maišiagalėje ilgalaikę saugą, galimybes transformuoti šias saugyklas į kapinynus. Drauge su SKB International (Švedija) kompanija atlikta keletas projektų, vienas jų – jau esamų radioaktyviųjų atliekų saugyklų saugos įvertinimas. Kartu su Framatome ANP GmbH (Vokietija) laboratorija dalyvavo atliekant IAE cementavimo įrenginio ir laikinosios sukietintų radioaktyviųjų atliekų saugyklos poveikio aplinkai ir saugos vertinimus. Laboratorija nuolat dalyvauja TATENA koordinuojamose tyrimų programose.



Pastaraisiais metais daug dėmesio skiriama ieškant statybos vietos naujam paviršiniam radioaktyviųjų atliekų kapinynui Lietuvoje bei moksliniams tyrimams, susijusiems su radionuklidų sklaida iš radioaktyviųjų atliekų kapinynų bei jų įtaka saugai. Konsultuojantis su Švedijos ekspertais, nustatyti kriterijai paviršinio kapinyno vietai parinkti, tobulinta paviršinio kapinyno projekto koncepcija, parengta jos įgyvendinimo programa. Išanalizuota *heterogeniško* (netolygaus) atliekų aktyvumo pasiskirstymo įtaka radionuklidų sklaidai iš modelinio paviršinio kapinyno. Kartu su Prancūzijos kompanijomis Thales Engineering and Consulting ir ANDRA bei Fizikos instituto laboratorija vykdė PHARE projektą **Maišiagalos kapinyno saugos įvertinimas ir gerinimas**, kuriame dalyvavo rengiant *Saugos analizės ataskaitą*, sukūrė duomenų bazę apie radioaktyvias atliekas, patalpintas Maišiagalos kapinyne, bei atliko išsamią nuklidinės sudėties analizę. Vykdamas darbus, finansuojamus iš Mokslo ir studijų fondo, laboratorijos specialistai kartu su Fizikos institutu parengė ataskaitą – *Radioaktyviųjų atliekų susidarymo, jų sklaidos, poveikio aplinkai ir žmogui tyrimai bei taikymai*. Tyrimams panaudoti DUST, GENII, GWSCREEN (JAV), AMBER programų paketai.

2006–2008 m. laboratorijos specialistai vykdė projektą – **Ignalinos AE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos (158 statinio) pertvarkymas į kapinyną**. Parengtas planuojamo kapinyno ilgalaikės saugos įvertinimas. Tyrimuose vadovautasi galimais saugyklos statinio pertvarkymo į kapinyną inžineriniais sprendimais, laidojimo sistemos komponentų, t. y. radioaktyviųjų atliekų, saugyklos statinio ir numatomų virš jo įrengti inžinerinių barjerų bei aikštelės, charakteristikomis. Vertinimui naudota ISAM saugos analizės metodika, AMBER ir DUST kompiuterinės programos. 2007 m. parengti dokumentai pateikti peržiūrėti reguliuojančioms institucijoms, o 2008 m. jie buvo derinami.

2008 m. kartu su NUKEM GmbH (Vokietija) buvo toliau vykdomas projektas – **Ignalinos AE naujasis kietųjų atliekų tvarkymo ir saugojimo kompleksas (2006–2009 m.)**. Laboratorija rengia šio komplekso poveikio aplinkai vertinimo bei saugos analizės ataskaitas. 2008 m. suderinta ir Aplinkos ministerijoje patvirtinta *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita*, o dvi preliminaros saugos analizės ataskaitos: *Ignalinos AE naujasis kietųjų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksas*



Dozės galios laukai išmontuojant Ignalinos AE 117/1 pastato reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos didelio skersmens vamzdyną

ir *Ignalinos AE naujasis kietųjų atliekų išėmimo kompleksas* atiduotos atsakingoms institucijoms įvertinti.

2008 m. laboratorija lietuviško konsorciumo sudėtyje (UAB *Specialus montażas-NTP*, LEI, *PramProjektas*, UAB *Vilstata*) pradėjo vykdyti naują projektą – **Labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų kapinyno (Landfill) įrengimas**. *Landfill* kapinynas skirtas Ignalinos AE eksploatavimo ir eksploatavimo nutraukimo metu susidariusioms trumpaamžėms labai mažo aktyvumo atliekoms laidoti. Visą *Landfill* kompleksą sudarys trys laidojimo moduliai ir buferinė saugykla, kurioje bus kaupiamos atliekos iki jų palaidojimo. Laboratorija parengė planuojamos ūkinės veiklos *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą* (bendrą buferinei saugyklai ir laidojimo moduliams) bei *Saugos analizės ataskaitą* (buferinei saugyklai) ir parengtus dokumentus pateikė peržiūrėti reguliuojančioms institucijoms.

### Atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimo įvairių veiksmų įvertinimas

1998 m. laboratorijos mokslininkai pradėjo tyrimus, susijusius su Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimu. Mūsų ekspertai dalyvavo PHARE projekte rengiant *Preliminarių Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo planą*. Sukurta duomenų bazė apie įvairių sistemų elementus ir jų charakteristikas, sukurtas kompiuterinių programų paketas DEC-RAD, galintis įvertinti Ignalinos AE susidarysiančių radioaktyviųjų atliekų kiekius bei numatomų darbų finansavimo išlaidas. Rengiant *Galutinį IAE eksploatavimo nutraukimo planą*, laboratorija analizavo duomenis apie IAE sistemų radiacinį užterštumą. Labiausiai užterštoms sistemoms įvertinti panaudota TRACTEBEL kompanijos (Belgija) LLWAA-DECOM programa, pritaikyta RBMK tipo reaktoriui, bei laboratorijoje sukurtos papildomos programinės įrangos priemonės radioaktyviųjų atliekų kiekiams įvertinti. 2004 m. laboratorija LR ūkio ministerijos užsakyму parengė Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo programos ir jos įgyvendinimo priemonių plano 2005–2009 m. projektus.

Švedijos ekspertų konsultuojami laboratorijos darbuotojai įvertino gaisro pavojų IAE 1-ajame ir 2-ajame blokuose. Taip pat įvertintas gaisro pavojus kai kuriose atnaujintose pakeistos paskirties Ignalinos AE patalpose ir naujai projektuojamose IAE panaudoto branduolinio kuro ir radioaktyviųjų atliekų saugyklose bei IAE naujajame kietųjų atliekų apdorojimo ir saugojimo komplekse. 2008 m. atlikta gaisro pavojaus, ruošiantis IAE 117/1 pastato įrangos išmontavimo ir deaktyvavimo darbams, analizė.

Laboratorija dalyvavo TATENA koordinuojamame tyrimų projekte – **Mažo ir vidutinio aktyvumo Ignalinos AE eksploatacijos nutraukimo atliekų laidojimo aspektai**. Parengta radioaktyviųjų nuosėdų susidarymo ir jų aktyvumo įvertinimo metodika galutinio reaktoriaus sustabdymo metu, įvertinti susidarysiančių radioaktyviųjų atliekų kiekius, apskaičiuotos ir pateiktos preliminaros ribinės specifinės aktyvumų vertės radioaktyviųjų atliekų pakuotėms su aktyvuotais reaktorių komponentais.

2007–2008 m. buvo tęsiami tyrimai, susiję su reaktoriaus konstrukcinių medžiagų neutronine aktyvacija, daugiausia

dėmesio skiriant reaktoriaus konstrukciniams elementams, esantiems atokiau nuo grafitinio klojinio ribos. Norint įvertinti tokių elementų aktyvumą, reikia skaitiniu būdu sumodeliuoti neutronų srautus tose konstrukcijose, nes RBMK reaktoriuose neutronų srautai matuojami tiksliai reaktoriaus grafitinio klojinio ribose. Todėl 2008 m. sukurta metodika, leidžianti skaitiškai įvertinti neutronų srautus ir jų pasiskirstymą ašine kryptimi nagrinėjamos reaktoriaus konstrukcijose. Neutronų srautams modeliuoti buvo naudojama MCNP-5 (JAV) kompiuterinė programa. Pasinaudojus sumodeliuotais neutronų srautais ir ORIGEN-S (JAV) kompiuterine programa, pradėta vertinti reaktoriaus konstrukcinių medžiagų aktyvumą.

Kartu su Fizikos institutu vykdytas projektas – **Ignalinos AE įrangos ir įrenginių radiologinių tyrimų programos rengimas**, kurio metu išanalizavus tarptautinę patirtį, parengta ir pateikta reguliuojančioms institucijoms *Bendroji radiologinių tyrimų programa* bei, surinkus ir išanalizavus visus esamus duomenis apie IAE aikštelę, parengta *Ignalinos AE radiologinio užterštumo istorinio vertinimo ataskaita*, o taip pat atskirų IAE blokų (V1, G1, 117/1) detalių radiologinių tyrimų programos. 2007–2008 m. vykdytas naujas projektas – **IAE B1, D0, D1 blokų ir 119 pastato įrenginių detalių radiologinių tyrimų programų rengimas**. Sukurta elektroninė Microsoft Access duomenų bazė, kurioje sukaupti visi įrangai apibūdinti būtini duomenys bei brėžiniai su nurodytomis radioaktyvumo matavimo, ėminių ėmimo vietomis. Sukurtos programos bei surinkti ir išanalizuoti duomenys apie radiologinę situaciją IAE yra būtini tęsiant jos eksploatavimo nutraukimą.

2007–2008 m. LEI, kaip konsorciumo VT Nuclear Services Ltd (Jungtinė Karalystė), LEI ir NUKEM (Vokietija) partneris, vykdė naują projektą – **IAE 117/1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas** (2007–2009 m.). Laboratorijos specialistai dalyvauja rengiant poveikio aplinkai vertinimo bei saugos pagrindimo ataskaitas, techninį bei detalių projektus ir sudarant bendrąjį duomenų sąvadą. Naudojant programų paketą CORA/CALCOM (Vokietija) išanalizuota 117/1 pastate esanti įranga, susidarančių atliekų kiekiai bei jų charakteristikos ir atliktas numatomų vykdyti deaktyvavimo ir išmontavimo darbų kainos vertinimas. Kompiuterine programa VISIPLAN 3D ALARA (Belgija) įvertinus paviršinį įrangos užterštumą, modeliuotos darbuotojų apšvitės dozės. 2008 m. parengtos ir pateiktos užsakovui *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita*, *Saugos pagrindimo ataskaita* bei *Bendrasis duomenų sąvadas*.

## Tyrimai, susiję su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje

2007–2008 m. laboratorijos specialistai vykdė tyrimus, susijusius su naujos atominės elektrinės statybos įgyvendinimu Lietuvoje. AB *Lietuvos energija* užsakymu konsorciumas Pöyry Energy Oy (Suomija) – LEI vykdė projektą – **Naujos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo programos rengimas**, kuriame nustatė planuojamos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo gaires. Dalyvaujant laborato-

rijos specialistams buvo parengta ir Aplinkos ministerijoje patvirtinta *Poveikio aplinkai vertinimo programa*.

2008 m. tęsiant pradėtus tyrimus, Pöyry Energy Oy ir LEI konsorciumas vykdė naują projektą – **Naujos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo ataskaitos parengimas**. Dalyvaujant laboratorijos specialistams parengta ir PAV subjektams įvertinti pateikta *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita*. PAV ataskaitoje, pasitelkus kitų Suomijos ir Lietuvos



*Naujosios atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo ataskaitos aptarimo metu – iš kairės mokslų daktarai D. Grigaliūnienė, E. Adomaitis, V. Ragaišis, A. Šmaižys*

institucijų (Botanikos instituto, Ekologijos instituto, Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos) specialistus bei ekspertus, buvo vertinti galimi poveikiai aplinkai naujos AE statybos ir eksploatacijos metu. Taikant skaitinius metodus ir pasinaudojant patirtimi eksploatuojant Ignalinos AE, analizuota, kaip planuojama ūkinė veikla gali paveikti šiuos aplinkos komponentus – vandenį, orą, dirvožemį, biologinę įvairovę, kraštovaizdį, kultūros paveldo objektus, socialinę ekonominę aplinką ir visuomenės sveikatą. Ypač daug dėmesio skirta Drūkšių ežero vandens temperatūros ir avarijų metu į atmosferą išmestų radionuklidų sklaidos skaitiniams modeliavimams, poveikio ežero ekosistemai vertinti bei visuomenės sveikatos radiologiniam poveikiui vertinti tiek normalios eksploatacijos, tiek projektinių bei sunkiosios avarijos metu. Kadangi planuojama ūkinė veikla gali turėti ir tarpvalstybinį poveikį, buvo vertinta, kaip nauja AE gali paveikti Latvijos ir Baltarusijos aplinkos komponentus.

## Pagrindiniai rezultatai

2008 m. laboratorija (26 darbuotojai) tęsė du valstybės subsidijomis finansuojamus mokslu tiriamuosius darbus ir vykdė 10 taikomųjų darbų bei uždirbo apie 1,8 milijono litų. Laboratorijoje apginta viena daktaro disertacija, o šiuo metu doktorantūroje studijuoja dar 4 doktorantai. Darbuotojai aktyviai dalyvavo įvairiose mokymo programose, koordinaciniuose susitikimuose, perskaitė 10 pranešimų tarptautinėse konferencijose (Baltarusijoje, Čekijoje, JAV, Maroke, Olandijoje, Ukrainoje, Vokietijoje ir Lietuvoje), paskelbė 26 mokslinius straipsnius Lietuvos ir užsienio žurnaluose bei leidiniuose.



**Vadovas – dr. Sigitas RIMKEVIČIUS**

Tel. (8 37) 401 924

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

2008 m. kartu su šalies ir užsienio subjektais laboratorijos darbuotojai vykdė 33 projektus:

- 3 biudžeto subsidijomis finansuotus mokslo tiriamuosius darbus;
- 15 tarptautinių projektų (6 iš jų Europos Sąjungos (ES) 6-osios ir 7-osios Bendrųjų Programų (BP) bei 4 savo lėšomis finansuojamos tarptautinės mokslinių tyrimų programos);
- 15 projektų pagal Lietuvos ūkio subjektų užsakymus.

## Branduolinių įrenginių saugos laboratorija

### Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- branduolinių jėgainių saugos vertinimas;
- termohidraulinė avarinių ir pereinamųjų procesų analizė;
- termohidraulinių parametų kitimo atominių elektrinių apsauginiuose gaubtuose ir kitose patalpose įvertinimas;
- radionuklidų bei aerozolių pernešimo patalpose modeliavimas;
- branduolinių reaktorių reaktyvinių avarinių procesų analizė bei aktyviosios zonos modifikacijų pagrindimas;
- termobranduolinės sintezės reaktorių saugos analizė;
- naujų atominių elektrinių analizė;
- energetikos sistemų patikimumo vertinimas ir kontrolė;
- atominių elektrinių 1 ir 2 lygio tikimybinė saugos analizė;
- tarpelio tarp AE reaktoriaus grafito klojinio ir kuro kanalo dinamikos įvertinimas ir prognozė;
- sudėtingų techninių objektų statybinių konstrukcijų, vamzdžių ir kitų elementų stiprumo analizė;
- sudėtingų techninių sistemų vienetinių gedimų analizė ir inžinerinis įvertinimas;
- pramonės objektų pavojaus ir rizikos įvertinimas;
- energijos tiekimo saugumo vertinimas;
- tinklinėse sistemose vykstančių procesų modeliavimas ir patikimumo vertinimas;
- modeliavimo rezultatų jautrumo ir neapibrėžtumo analizė;
- fundamentiniai šiluminės fizikos tyrimai.

### Energetinio saugumo vertinimas

2008 m. buvo baigtas trejus metus (2006–2008) trukęs biudžetinis darbas **Energijos tiekimo Lietuvai saugumo ir patikimumo įvertinimo metodologijų sukūrimas**. Pagrindinis šio darbo tikslas – sukurti Lietuvos energetinio saugumo matavimo ir įvertinimo metodiką. Ši metodika apima įvairių, tiek išorinių, tiek vidinių, energetinės sistemos grėsmių įvertinimą, jų pasekmių analizę ir sprendimų, galinčių pašalinti ar sušvelninti šias pasekmes, parinkimą. Iš galimų grėsmių analizuojamos ne tik techninės ar gamtinės, bet ir ekonominės (kri-

zės) bei geopolitinės energijos tiekimo sutrikimų priežastys ir teroristiniai aktai. Grėsmių poveikis vertinamas ne tik ekonominiais, bet ir socialiniais bei politiniais aspektais.

2008 m. rugsėjį užbaigtas **UNDERSTAND** projektas, kurio tikslas – perdavimo sistemos operatoriams pateikti mokymų paketą apie krizių valdymą ir jų metu vykstantį energetikos srityje dirbančių Europos Sąjungos mokslo institucijų ir energetikos kompanijų bendradarbiavimą. Projekto paskirtis – sukurti ir pagrįsti mokymo koncepciją, kuri galėtų būti plėtojama tolesniuose projektuose, siekiant išsaugoti nepertrau-

kiamą elektros energijos tiekimą Europos elektros energetikos sistemose. Pagal Europos Komisijos *Leonardo da Vinci* programą vykdytame projekte, be Lietuvos energetikos instituto (LEI), dar dalyvavo 9 partneriai iš 8 Europos šalių: AB SecLink (Švedija), ABC Dialog





(Danija), National Emergency Supply Agency (Suomija), Link Consulting sas (Italija), KCEM (Švedija), Žilinos (Slovakija), Kranfildo (Jungtinė Karalystė) ir Ostravos technologinis VSB (Čekija) universitetai; vadovaujantis partneris – Švedijos energetikos agentūra.



7BP projekto **SECURE** (Security of Energy Considering Its Uncertainty, Risk and Economic Implications), kuriame dalyvauja 15 partnerių iš 11 Europos Sąjungos ir Europos ekonominės zonos šalių, programos tikslas – sukurti energetinio saugumo vertinimo metodiką, atsižvelgiant į energijos tiekimo saugumo problemas, vertinant geopolitinius pokyčius, kainų formavimą, energijos rinkų ES viduje ir išorėje kūrimą, terorizmo grėsmes ir pan. Projektas, kurio koordinatorių – Observatoire Méditerranéen de l'Énergie (Prancūzija), labai svarbus ir savalaikis ES energetinio saugumo atžvilgiu.

2008 m. pasirašyta bendradarbiavimo sutartis su Jungtinių tyrimų centro

energetikos institutu (Olandija) vykdyti projektą **Lietuvos energetinio saugumo vertinimas**, kuriame, pasinaudojus kolegų Olandijoje patirtimi, bus sudarytas energijos tiekimo Lietuvai saugumo vertinimo modelis ir gauti šalies energetinio saugumo vertinimai.

### **Naujos AE Lietuvoje statybai bei eksploatacijai besirengiant**

2008 m. spalio 20–31 d. Lietuvoje įvyko **Regioniniai branduolinės saugos profesinio mokymo kursai** (angl. *Basic Professional Training Course in Nuclear Safety*). Idėją suorganizuoti tokius kursus Lietuvoje inicijavo Valstybinė atominės energetikos saugos inspekcija (VATESI) ir Tarptautinės atominės energijos agentūra (TATENA). Kursus kuravo LEI, kursų direktoriumi paskirtas Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos habil. dr. Algirdas Kaliatka. Rengiant kursus labai aktyviai prisidėjo ir UAB *Visagino atominė elektrinė* bei Ignalinos atominė elektrinė (IAE). Šiuose kursuose, greta TATENA parinktų lektorių, paskaitas skaitė ir dėstytojai bei specialistai iš LEI, IAE, Kauno technologijos universiteto, Fizikos instituto. Paskaitas klausė 19 atstovų iš VATESI, UAB *Visa-*

*gino atominės elektrinės*, LEI bei 20 dalyvių iš 13 užsienio šalių – Armėnijos, Bulgarijos, Čekijos Respublikos, Vengrijos, Kazachstano, Latvijos, Estijos, Lenkijos, Rumunijos, Rusijos, Slovakijos, Slovėnijos ir Ukrainos.

Kursų metu klausytojai susipažino su pagrindiniais branduolinės, radiacinės, aplinkos saugos principais, atominėse elektrinėse saugos užtikrinimo ir jos vertinimo ypatumais. Šiuose kursuose nebuvo apsiribota vien TATENA numatyta kursų programa. Įtrauktos papildomos temos (naujos atominės elektrinės struktūros kūrimas: išorinis elektros tiekimo tinklas: elektrinės išardymas galutinai ją sustabdžius), ypač aktualios ir įdomios Baltijos šalių atstovams, besirengiantiems statyti naują atominę elektrinę Lietuvoje. Dalyviams organizuota ekskursija į IAE, suteikta galimybė susipažinti su pilnamasteliniu IAE valdymo treniruokliu. Į tris grupes (jėgainės, reaktoriaus ir turbinų operatorių) suskirstyti dalyviai, naudodamiesi treniruokliu, atliko operatorių veiksmus avarinių situacijų atveju.

„Šalims, kurios rengiasi naujų atominėse elektrinėse statyboms, svarbu pagal TATENA saugos standartus suformuoti branduolinės saugos žinias, Lietuvos organizacijų ir TATENA bendradarbiavi-



2008 m. Lietuvoje vykusių regioninių branduolinės saugos profesinio mokymo kursų dalyviai

mas itin naudingas, siekiant šalyje toliau plėtoti su branduoline sauga susijusias struktūras“, – sakė Maria Moracho, TATENA Branduolinių įrenginių saugos skyriaus inspektorė. Pasak jos, šiuos regioninius kursus nuspręsta organizuoti Lietuvoje, nes čia esama šios srities ekspertų, sukaupta nemažai patirties bei yra tokio pobūdžio mokymams reikalinga infrastruktūra.

„Tokio pobūdžio kursai Lietuvoje organizuojami pirmą kartą. Be to, tai – vieni pirmųjų žingsnių steigiant Regioninį branduolinės saugos mokymo centrą Lietuvoje“, – sakė Marius Grinevičius, UAB *Visagino atominė elektrinė* generalinis direktorius. Pasak jo, ateityje, įsteigus tokį mokymo centrą Lietuvoje, savo kvalifikaciją galėtų tobulinti ne tik Lietuvos, bet ir aplinkinių šalių specialistai.



2008 m. tęsiant projekto **IRIS** (International Reactor Innovative and Secure) darbus pagal bendrą projekto dalyvių ir *Westinghouse Electric Company LLC* susitarimą, buvo siekiama pasirašyti naujas dvišales sutartis. Konceptualus IRIS elektrinės projektas baigtas ir toliau tęsiami reaktoriaus techninių sistemų testavimo bei intensyvūs reaktoriaus projekto parengimo licencijuoti (iki 2010 m.) darbai. Šiame etape LEI tyrėjai pradeda rengti naujų reaktorių tarpusavio palyginimo metodologijas bei vykdymo darbus, susijusius su reaktoriaus struktūriniais, ekonominiais ir saugos tyrimais. Planuojant statyti naują AE, šios srities mokslo tiriamieji darbai aktualūs naujų reaktorių statybos Lietuvoje studijai. IRIS projektas ir su juo susiję tyrimai bus baigti apie 2010–2015 m. Pastaraisiais metais Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos specialistai atliko IRIS tikimybinę saugos ir ekonominio efektyvumo analizę bei vykdė tyrimus, skirtus sumažinti įvairių išorinių pavojų riziką bei gauti jų rezultatų neapibrėžtumą.

Laboratorijoje vykdomi naujos kartos reaktorių kūrimo ir analizės darbai, susiję su TATENA koordinuojamomis tyrimų programomis. Viena jų – **Atominių elektrinių su inovatyviais mažo ir vidutinio galingumo reaktoriais evaku-**

**cinės zonos ir apsaugos priemonių pakeitimo ekonominiai privalumai regionuose, kuriuose reaktoriai naudojami elektros ir šilumos generavimui.** Šios programos TATENA projekto 2007–2008 m. tyrimai skirti AE evakuacinei zonai ir apsaugos priemonėms vertinti bei saugių ir ekonomiškai efektyvių mažo ir vidutinio galingumo reaktorių perspektyvoms analizuoti. Vykdam tyrimus siekta išplėtoti ekonominio efektyvumo studiją, kurioje nagrinėjamos naujos AE panaudojimo centralizuotai šildyti galimybės. Darbe vertinta, koks būtų ekonominis efektas, jeigu kelių branduolinių reaktorių elektrinė būtų naudojama tiek elektros energijai gaminti, tiek centralizuotai tiekti šilumą. Atlikti tyrimai akivaizdžiai parodo, kaip šiuo atveju padidėja naujos AE efektyvumas.

2008 m. VATESI užsakymu pradėtas darbas, kurio tikslas – parengti **Branduolinę saugą reglamentuojančio teisės akto „Bendrieji atominių elektrinių saugos užtikrinimo nuostatai“ naujos redakcijos projektą.** Iš pradžių atlikta tarptautinių normatyvinių dokumentų (TATENA, WENRA, EUR, EPRI (URD)) ir pasaulinės patirties (9 šalių) apžvalga, pagal kurią sudarytas teisės akto naujos redakcijos projekto turinys bei parengta pirma, o įvertinus VATESI pastabas, ir antra Bendrųjų atominių elektrinių saugos užtikrinimo nuostatų versijos. Galutinį dokumento projektą numatyta perduoti VATESI 2009 m. Šis dokumentas bus vienas svarbiausių teisės aktų, reglamentuojančių Lietuvoje planuojamos statyti Visagino AE saugos užtikrinimo reikalavimus.

Trečius metus Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkai bendradarbiauja su Inspecta Nuclear AB (Švedija), atliekant Švedijoje eksploatuojamų AE su verdančio ir suspausto vandens reaktoriais (atitinkamai BWR ir PWR tipo reaktoriais) galiai padidinti skirtos projektinės dokumentacijos ekspertizę. Nepaisant 1980 m. Švedijoje priimto sprendimo iki 2010 m. nutraukti visų Švedijos AE eksploataciją, pastaruoju metu iš esmės pasikeitė Švedijos visuomenės ir politikų nuomonė dėl branduolinės energetikos plėtros perspektyvų ir šiuo metu Švedijoje intensyviai vykdoma eksploatuojamų AE galios didinimo programa. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojai 2008 m. dalyvavo šiame procese,

tęsiant darbą **LEI pagalba, atliekant PULS 03 projekto dokumentacijos ekspertizę.** PULS 03 projektas skirtas Švedijoje eksploatuojamo Oskarshamn 3 BWR tipo reaktoriaus galiai padidinti. Didelę dalį PULS 03 projekto dokumentacijos apima stipruminiai skaičiavimai, kuriuose atliktos vamzdinių atramų standumo, maksimalių ir avarinių apkrovų poveikio šioms atramoms analizės. Pagrindinis LEI mokslininkų uždavinys 2008 m. buvo atlikti PULS 03 projekte pateiktų stipruminių skaičiavimų ekspertizę. Dalyvavimas šiame darbe – puiki galimybė iš arčiau susipažinti su BWR tipo reaktorių specifika, su nacionaliniais Švedijos ir tarptautiniais reikalavimais, keliamais branduolinių reaktorių projektinei dokumentacijai bei saugai pagrįsti. Laboratorijos mokslininkų patirtis, įgyta vykdant šį projektą, bus naudinga įgyvendinant naujos AE projektą Lietuvoje.



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

2008 m. buvo tęsiami darbai kompetencijos tinkle **SARNET**, skirtame AE sunkiųjų avarijų reiškinų ir valdymo tyrimų integracijai Europoje. Kartu su LEI šiame projekte dalyvauja 49-ių ES šalių mokslo ir verslo institucijos. 2008 m. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkai dalyvavo trijų darbo grupių veikloje:

- ASTEC – integruoto programų paketo ASTEC, skirto sunkiosioms avarijoms branduolinėse jėgainėse modeliuoti, pritaikymas ir patikra;
- CONTAINMENT – branduolinių jėgainių apsauginiuose kiaučiuose vykstančių procesų analizė;
- PSA-2 – antrojo lygio tikimybinės saugos analizės taikymo įvairioms branduolinėms jėgainėms, rizikos įvertinimo ir jos mažinimo metodikos kūrimas.

Kita SARNET projekto dalis – tikimybinis saugos vertinimas nagrinėjant galimus sunkiųjų avarijų scenarijus. Kartu su kitais šio projekto dalyviais iš *Consejo de Seguridad Nuclear ir Université Libre de Bruxelles* organizacijų nagri-



nėtas ir išplėtotas sunkiosios avarijos metu susidarančio vandenilio sprogdimo, saugos sistemų nesuveikimo ir apsauginio kiauto pažeidimo tyrimo modelis. Numatytiems darbams atlikti buvo tobulinama sukurta programinė įranga ir modelis. Gautiems rezultatams analizuoti ir palyginti pritaikyta neapibrėžtumo ir jautrumo analizės programinė įranga SUSA ir SIMLAB.

2008 m. SARNET projektas užbaigtas. Darbai, skirti branduolinių jėgainių sunkių avarijų reiškinį ir valdymo tyrimų integracijai Europoje, bus pratęsti kompetencijos tinkle SARNET II.



### **Branduolinių jėgainių darbo resurso įvertinimas**

2008 m. buvo tęsiami kompetencijos tinklo **NULIFE (Nuclear Plant Life Prediction)**, skirto parengti branduolinių įrenginių ilgaamžiškumo valdymo metodologiją ir virtualaus instituto, galinčio atlikti ilgaamžiškumo įvertinimo mokslinius tyrimus Europos branduolinių įrenginių gamybos pramonėje, kūrimo darbai. Projektas taip pat siejamas su rizikos vertinimais pagrįstų sprendimų priėmimo metodikos tobulinimu ir eksploatacinės kontrolės optimizavimu. Šio projekto vykdytojai – konsorciumas, kuriame 10 organizacijų dalyviai ir 27 organizacijų sutarties partneriai. Viso projekto koordinatorius yra VTT (Suomija) mokslinių tyrimų centras.

Praejusiais metais laboratorijos mokslininkai dalyvavo darbo grupių: *Partnerių patyrimo ir kompetencijos vertinimas (IA-1)*; *Struktūrinio vientisumo įvertinimas (IA-2-2)* ir *Saugumas, rizika ir patikimumas (IA-2-4)* veikloje ir organizuotuose susitikimuose. *Struktūrinio vientisumo įvertinimo* darbo grupėje parengta galutinė ataskaita apie RBMK-1500 reaktoriaus kuro kanalų senėjimą. *Saugumas, rizika ir patikimumas* darbo grupėje laboratorijos mokslininkai perėikė savo patirtį atominių elektrinių saugumo, rizikos ir patikimumo vertinimo darbuose. Visų projekto dalyvių patirtis ir veiklos galimybės išreikštos parengtoje ataskaitoje. Atskirose temose gauti atsakymai susisteminti ir apibendrinus bus toliau naudojami veiklos plėtrai planuoti. Projektas bus vykdomas iki 2011 m.



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

Pagal EK Jungtinių tyrimų centro energetikos instituto (EC JRC IE) ir LEI sutartį 2008 m. pradėtas vykdyti tyrimas **Pasyvių komponentų patikimumo ir duomenų analizė**. Šio projekto darbai susiję su EC JRC IE koordinuojamu **APSA** tyrimų tinklu *Senėjimo reiškinų įtakos energetinių įrenginių saugai tikimybinės saugos analizės pritaikymas (Use of Probabilistic Safety Assessment for Evaluation of Ageing Effects to the Safety of Energy Facilities)*. APSA tyrimų tinklas vienija 14 šalių organizacijas ir yra siejamas su Europos Sąjungos NULIFE kompetencijos tinklu. APSA tyrimų tinklas skirtas klasikinės tikimybinės saugos analizės (TSA) plėtrai, atsižvelgiant į įrenginių senėjimo poveikį jų patikimumo charakteristikų kaitai. Klasikinėje TSA, taikant laike nekintančių patikimumo parametru prielaidą, kartais gaunamas neadekvatus saugos vertinimas. Senėjimo TSA atlikti būtina turėti daugiau duomenų, išsamesnius modelius bei atlikti eksploatacinės kontrolės vertinimą. Šiame tyrimų tinkle LEI daugiausia dėmesio skyrė darbams, susijusiems su komponentų patikimumo analizės metodais ir laike kintančių patikimumo charakteristikų vertinimu bei tokių metodų ir įverčių taikymu TSA modeliuose. Taip pat nagrinėti patikimumo duomenų bazių bei atitinkamos programinės įrangos (pvz., WinBUGS) sudarymo ir taikymo klausimai. LEI nuo 2008 m. koordinuoja APSA tyrimo tinklo vienos užduoties veiklą – *Senėjančių pasyvių komponentų duomenų ir patikimumo analizė*.



### **Eksploatacinės kontrolės ir rizikos tyrimai**

2008 m. LEI, dalyvaudamas EC JRC IE koordinuojamo Europos Eksploatacinės kontrolės ir įrenginių atestacijos

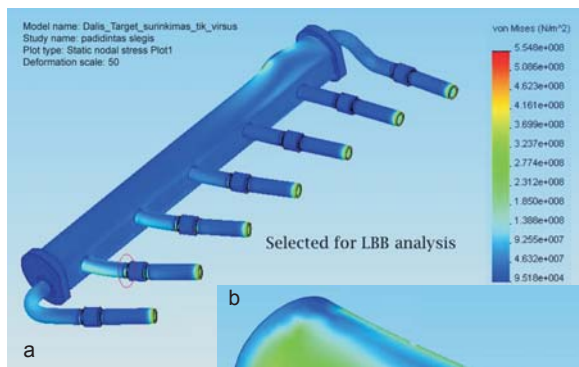
tyrimų tinklo **ENIQ (European Network for Inspection and Qualification)** nare, toliau dalyvavo rizikos analizės grupės TGR (*Task Group Risk*) veikloje, vykdė rizikos vertinimu pagrįstus eksploatacinės kontrolės programos sudarymo ir optimizavimo darbus Lietuvoje. ENIQ tyrimų tinklo grupėje – 20 skirtingų organizacijų. Šio tinklo veikla susijusi su Europos Sąjungos NULIFE kompetencijos tinklu ir kitais 7-osios BP projektais.

2008 m. buvo tęsiamas projektas **Ignalinos AE 117 / 1 pastate esančios įrangos dezaktyvacijos ir išmontavimo projekto (B9-0) rengimas**, kurį vykdo VT Nuclear Services (Jungtinė Karalystė), Nukem Technologies GmbH (Vokietija) ir LEI konsorciumas. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojai šiame projekte dalyvauja rengiant strategiją, techninį ir darbo projektus bei saugos pagrindimo ataskaitą, suteikiant paramą projekto licencijavimo bei įdiegimo metu. 2008 m. parengtas techninis projektas, saugos pagrindimo ataskaita bei IAE 117 / 1 pastate esančios įrangos išmontavimo ir dezaktyvacijos strategija, kurią patvirtino IAE. 2008 m. pabaigoje pradėtas rengti įrangos išmontavimo ir dezaktyvacijos Darbo projektas.

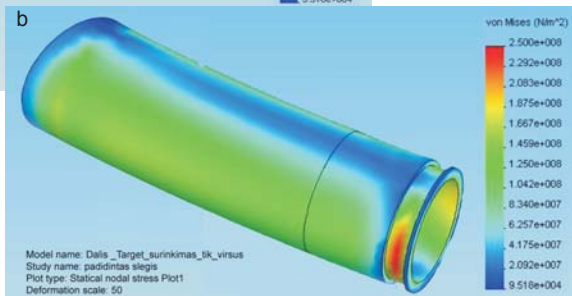
### **Termobranduolinės sintezės reaktorių saugos analizė**

2008 m. buvo vykdomi darbai pagal LEI ir Europos Komisijos pasirašytą **Asociacijos sutartį dėl bendradarbiavimo termobranduolinės sintezės energetikos mokslinių tyrimų srityje**. Bendradarbiaujant su Makso Planko institutu (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Vokietija) atlikta šiame institute statomo stelatoriaus tipo termobranduolinės sintezės eksperimentinio įrenginio W7-X pasirinktos avarijos analizė. Buvo modeliuojama avarija, kurios metu trūkus 40 mm skersmens aušinimo kontūro vamzdynui į W7-X vakuuminį indą patenka garas. Skaičiavimai buvo atliekami RELAP5, COCOSYS ir ASTEC programų paketais. Taip pat atlikta šilumos mainų elemento (Target module 1H) vamzdžio tekėjimo prieš suirimą pirminė analizė. Vamzdžio vieta, kurioje buvo modeliuojamas kiauras plyšys, nustatyta išanalizavus įtempio būvį parinktame šilumos mainų elemente. Tuo tikslu parengtas šio elemento baigtinių elementų modelis, atlikta įtempimų analizė

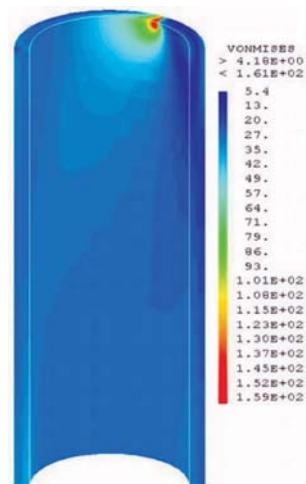




1 pav. Šilumos nuvedimo elemento (Target module 1H) baigtinių elementų modelis ir įtempių pasiskirstymas



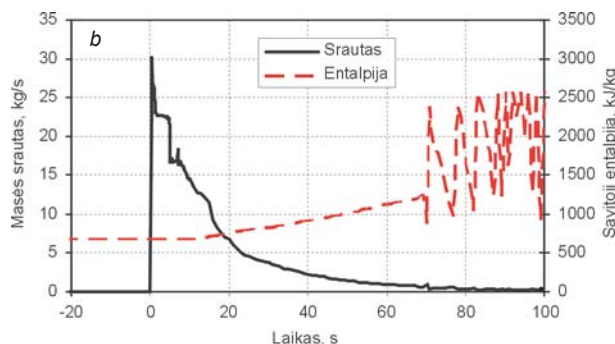
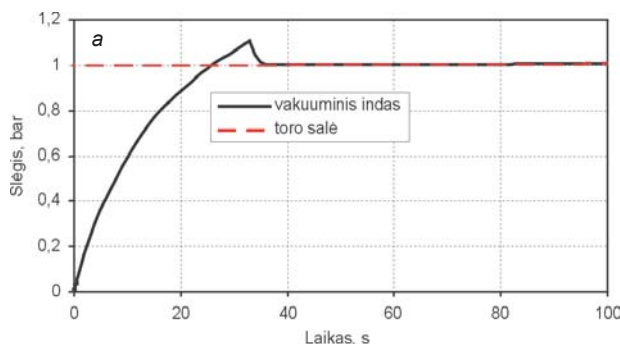
2 pav. Šilumos nuvedimo elemento (Target module 1H) vamzdžio su kiauru plyšiu baigtinių elementų modelis ir įtempių pasiskirstymas



(1 pav. a) ir nustatyta labiausiai apkrauta nagrinėjamos konstrukcijos vieta. Tekėjimui prieš surimą analizuoti parinktas šilumos nuvedimo elemento vamzdis (1 pav. b). Naudojant R6 metodiką parinktame vamzdyje apskaičiuoti priimtini ir kritiniai plyšių dydžiai.

Kompiuterine baigtinių elementų programa CASTEM 2000 parengtas šiluminio elemento vamzdžio su kiauru plyšiu baigtinių elementų modelis (2 pav.) bei apskaičiuotas plyšio atsivėrimo dydis. SQUIRT v.2.4 programa apskaičiuotas aušinimo skysčio ištekė-

jimas per kiaurą plyšį. 2008 m. LEI mokslininkai vyko į Makso Planko institutą, pateikė gautus skaičiavimų rezultatus ir aptarė tolesnę darbų programą. Numatoma W7-X saugos analizės darbus tęsti 2009 m.



COCOSYS programų paketu apskaičiuotas slėgio kitimas W7-X vakuuminiam inde ir toro salėje (a) bei RELAP5 programų paketu apskaičiuoti į W7-X vakuuminį indą iš tekančio šilumnešio parametrai (b)

## Kondensacijos pliūpsnio tyrimai

2008 m. apgintas LR biudžeto lėšomis finansuotas darbas **Kondensacijos įtakos tarpfazinio paviršiaus stabilumui tyrimas**. Darbo metu pristatyti dvifazio tekėjimo horizontaliame kanale skaitinio ir eksperimentinio tyrimo rezultatai: slėgio nuostoliai; kanalo pavertimo kampas, reikalingas vienodam garingumo laipsniui sraute išlaikyti, ir dujų greičio profiliai. Pagal šiuos rezultatus apskaičiuoti tarpfazinio paviršiaus šlyties įtempimai ir nustatyta, kad esant

dvifaziu vienos krypties vertikaliai stratifikuotam horizontaliam tekėjimui, kondensacija padidina tangentinis įtempius tarpfaziniame paviršiuje.

2008 m. užbaigtas dvejų metų trukmės bendradarbiavimo su Ukraina projektas **Skaitiniai ir eksperimentiniai tyrimai branduoliniuose reaktoriuose šilumos mainų srityje**. Projektas vykdytas kartu su Ukrainos nacionalinės mokslų akademijos Techninės šiluminės fizikos institutu. Darbe pateikti kondensacijos įtakos tarpfazinio paviršiaus stabilumui rezultatai bei FAST (Furjė transformacijos) metodu atlikta RBMK-1500

reaktoriaus vieno grupinio paskirstymo kolektoriaus blokados postuluojamos avarijos jautrumo analizė. Rezultatai gali būti naudojami kuriant šiluminį-hidraulinį įrenginį, skirtą užtikrinti pasyvią (bet priešingą natūraliai) cirkuliaciją dvifazių sistemų šiluminiuose kontūruose.

## Geriausio įverčio metodologijos taikymas

2008 m. buvo toliau tęsiamas trejų metų trukmės LR biudžeto lėšomis finansuojamas darbas **Geriausio įverčio metodologijos taikymas modeliuojant**



LEI atstovai G. Dundulis (kairėje) ir T. Kaliačka (viduryje) aptaria W7-X įrenginio detales su IPP atstovu D. Naujoks (dešinėje)

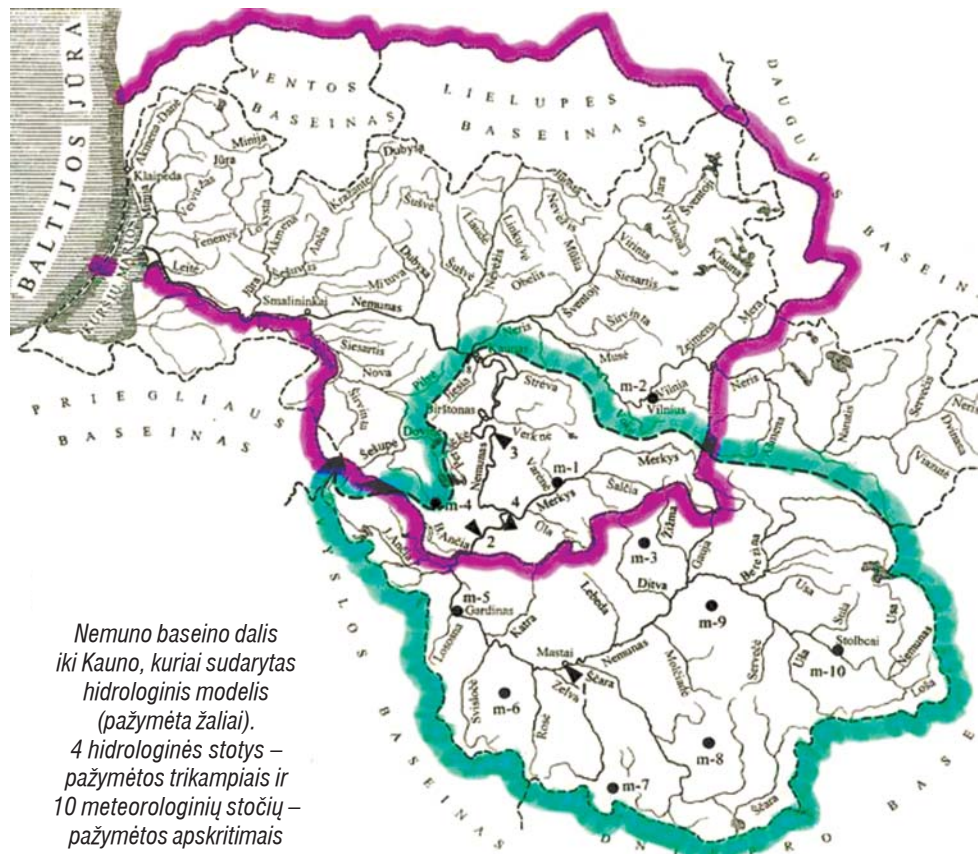
**procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose.** Šiame darbe taip pat dalyvauja Hidrologijos ir Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijų mokslininkai. Darbo tikslas – neapibrėžtumo analizės metodologijos taikymas techninių ir socialinių mokslų srityje bei atliekant hidrologinių procesų modeliavimą. 2008 m. atlikta elektros energijos poreikių patikslinta prognozė. Socialinėse sistemose (energetikos ekonomikos uždaviniams) taikant jautrumo ir neapibrėžtumo analizės metodus, peržiūrėtas energetikos sistemos raidos matematinis modelis, taikomas kuriant Nacionalinę energetikos strategiją. Pasikeitus sąlygoms energijos rinkose šis modelis atitinkamai pritaikytas. Taip pat pademonstruotas patobulinto FEMAXI-6 programų paketo patikrinimas naudojant jautrumo ir neapibrėžtumo analizę. Šis programų paketas, skir-

tas modeliuoti procesus šilumą išskiriančiuose elementuose, pritaikytas RBMK-1500 reaktoriaus reikmėms. Sprendžiant gamtinių sistemų (Nemuno

hidrologinio režimo įvertinimo) uždavinius sukurtas Nemuno hidrologinis modelis, kuriuo galima modeliuoti Kauno HE prietaką įvairiomis gamtos sąlygomis ir pagal numatomus klimato kaitos scenarijus. Taikant GLUE (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation) metodą, atlikta Merkio upės (priklausančios Nemuno baseinui) hidrologinio modelio kalibravimo parametų analizė. Nustatytos geriausio šešių kalibravimo parametų įverčio reikšmės bei apibrėžti reikšmių intervalai, iš kurių rekomenduojama pasirinkti parametrus hidrologiniam modeliui kalibruoti Lietuvos sąlygomis.

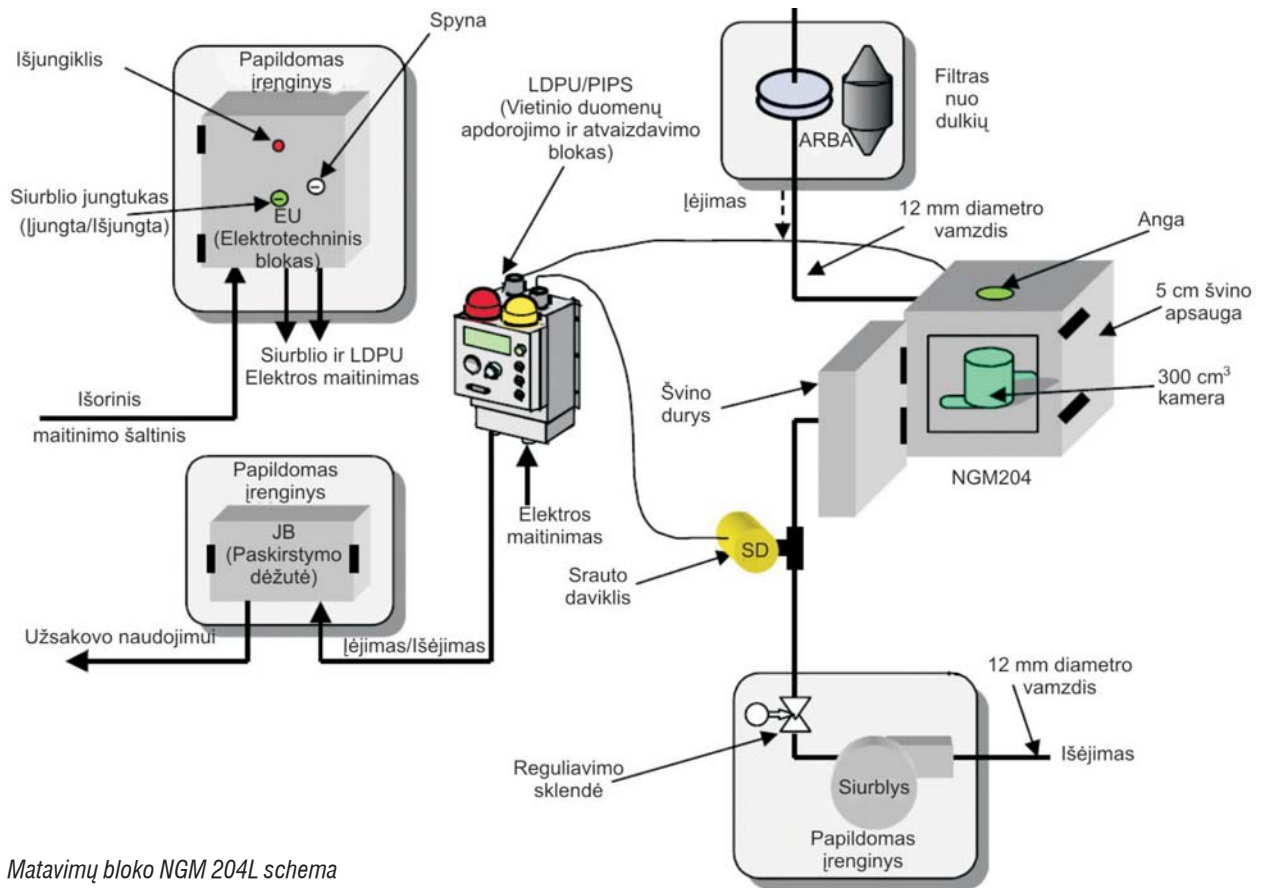
### Ignalinos AE saugai vertinti ir gerinti skirti darbai

2008 m. sėkmingai buvo tęsiamas bendradarbiavimas su Ignalinos AE. Vykdamas projektą **Šilumą išskiriančių elementų (ŠIEL) apvalkalų panaudotų šilumą išskiriančių rinklių (PŠIR) ardymo „karštojoje kameroje“ metu hermetiškumo kontrolės sistema**, IAE buvo sukurta ir įdiegta kuro hermetiškumo kontrolės sistema. IAE panaudoto branduolinio kuro rinklės iš reaktoriaus įkraunamos į kuro išlaikymo



Nemuno baseino dalis iki Kauno, kuriai sudarytas hidrologinis modelis (pažymėta žaliai). 4 hidrologinės stotys – pažymėtos trikampiais ir 10 meteorologinių stočių – pažymėtos apskritimais



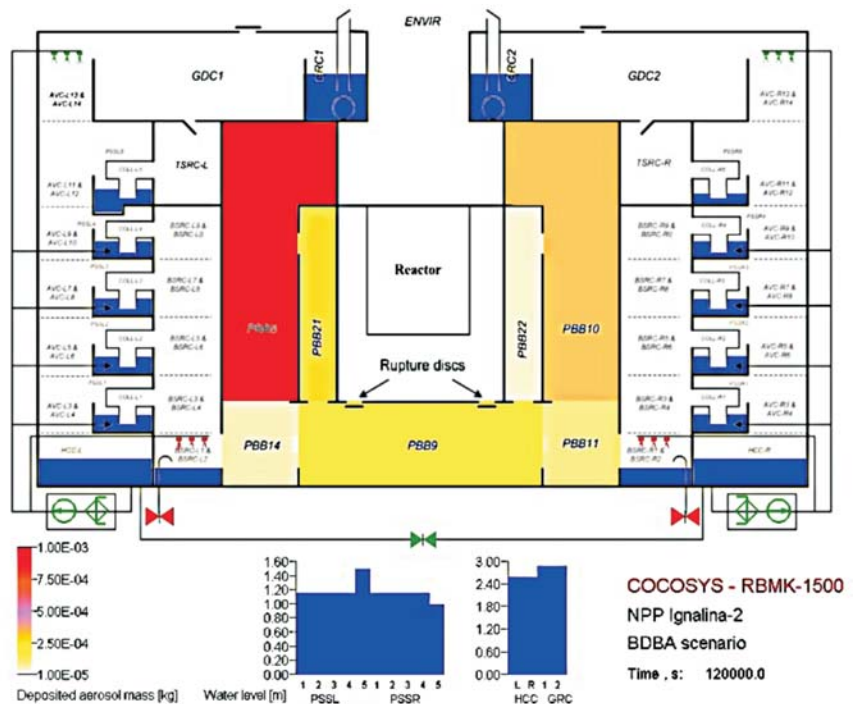


Matavimų bloko NGM 204L schema

baseinus ir laikomos ne mažiau kaip 12 mėnesių. Paskui kuro rinklės nukreipiamos į „karštąją kamerą“, kurioje dalijamos į dvi dalis (du šilumą išskiriančių elementų (ŠIEL) pluoštus) ir įkraunamos į transportavimo dėklus, į kuriuos galima įkrauti tik sandarius ŠIEL pluoštus. Būtina kontroliuoti branduolinio kuro rinklių sandarumą (hermetiškumą) viso proceso „karštojoje kameroje“ metu. IAE inicijavo šį projektą, kurio tikslas buvo sukurti *Branduolinio kuro rinklių šilumą išskiriančių elementų apvalkalų hermetiškumo kontrolės* metodą, jį pagrįsti bei sukurti ir įdiegti šiuo metodu veikiančią apvalkalų sandarumo kontrolės sistemą. Projektą koordinavo ir kartu su UAB *Specialus montażas – NTP* sėkmingai įgyvendino Lietuvos energetikos institutas. Projekto vykdymo metu sukurta ir pagrįsta kuro rinklių sandarumo kontrolės metodika pritaikyta kuriant ir įdiegiant sistemą, leidžiančią aptikti kuro rinkles su nesandariais šilumą išskiriančių elementų apvalkalais IAE „karštojoje kameroje“ tiek iškraunant kuro rinkles iš dėklo, tiek rinklių dalijimo į du ŠIEL pluoštus metu. Iš „karštosios kameros“ paimti oro bandiniai patenka į matavimų bloką NGM 204L, kuriame

matuojamas inertinių radioaktyviųjų dujų aktyvumas. Kuro elementų sandarumo kontrolės sistema Lietuvos pramoninių konfederacijos organizuo-

jamame konkurse *Lietuvos metų gaminy*s apdovanota **aukso medaliu**, o jos darbo efektyvumas patvirtintas pradėjus eksploatuoti sistemą 2008 m. pabaigoje.



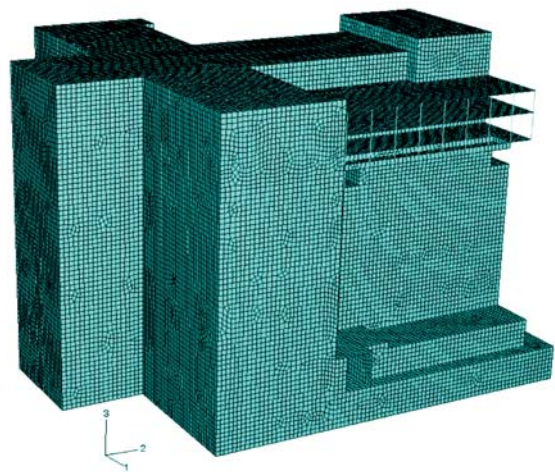
Nusėdusių radioaktyviųjų aerozolių pasiskirstymas patalpose



2008 m. kartu su GRS mbH (Vokietija) užbaigtas bendradarbiavimo projektas **Ignalinos AE avarijų lokalizavimo sistemos analizė**, kurio tikslas – išanalizuoti IAE apsauginiame kiaušte vykstančius procesus. Atlikta pasirinkto neprojektinio avarinio įvykio (reaktoriaus aušinimo sistemos vamzdyno trūkis, kai nesuveikia reaktoriaus avarinio aušinimo sistema) analizė ir įvertinta modeliavimo parametų įtaka skaičiavimo rezultatams. Skaičiavimams atlikti pasirinkti šie modeliavimo parametrai: kontrolinio tūrio centro altitudė, suspausto oro sistemos suveikimo kriterijai ir pradinė oro ir vandens temperatūra avarijų lokalizacijos sistemoje. Atliekant analizę apskaičiuotas termodinaminių parametų (slėgis, temperatūra, vandens lygis ir kt.) pokytis, vandenilio pasiskirstymas ir radionuklidų nusėdimas patalpose bei jų ištekėjimas iš avarijų lokalizacijos sistemos.

2008 m. su IAE pasirašyta sutartis **AE A2 bloko 101/2 pastatų reakcijos seisminiam poveikiui analizės darbų atlikimas**. Vykdam šį projektą, kaip subrangovai dalyvauja Geologijos ir geografijos institutas ir Vilniaus Gedimino technikos universitetas (VGTU). Surinkti duomenys seisminei analizei, atliktas seisminio pavojingumo įvertinimas, atsižvelgiant į seisminių įvykių ir seismotektoninių sąlygų IAE regione analizės rezultatus. IAE A2 bloko 101/2 pastato seisminei analizei parengti grunto, esančio po elektrine, grunto sąveikos su pastatu ir pastato modeliai.

2008 m. su Lietuvos valstybiniu mokslo ir studijų fondu pasirašyta sutartis finansuoti mokslinių tyrimų projektą **Grunto ir jo sąveikos su Ignalinos A2 bloko 101/2 pastato modeliavimas ir analizė**, kurį vykdė Geologijos ir geografijos instituto ir VGTU specialistai. Mokslinių tyrimų projekto ataskaitoje išnagrinėta seisminė situacija Lietuvoje. Aprašyti seisminę analizę reglamentuojantys dokumentai, išnagrinėti IAE konstrukcijų seisminio poveikio tyrimai, apžvelgti seisminės analizės metodai. Išnagrinėjus pranešimus įvairiuose leidiniuose pateiktas seisminio pavojaus įvertinimas, palygintos seisminės apkrovos (grunto) tikimybinės ir deterministinės metodologijos ir jų galimas pritaikymas Lietuvos sąlygomis. Naudojant šias metodologijas atliktos studijos ir gauti panašūs grunto virpesių IAE rezultatai patvirtina jų pritaikymo galimybes Lietuvoje, taip pat rodo jų bendro taikymo būtinybę analizuojant seisminį pavojų. Palyginimas su Leningrado atominės elektrinės spektrais patvirtina pasirinktos metodikos efektyvumą. Parengta metodika kompleksiniam IAE pastato seisminės analizės uždaviniui spręsti. Metodika apima grunto seisminių virpesių, pastato sąveikos su gruntu ir paties pastato

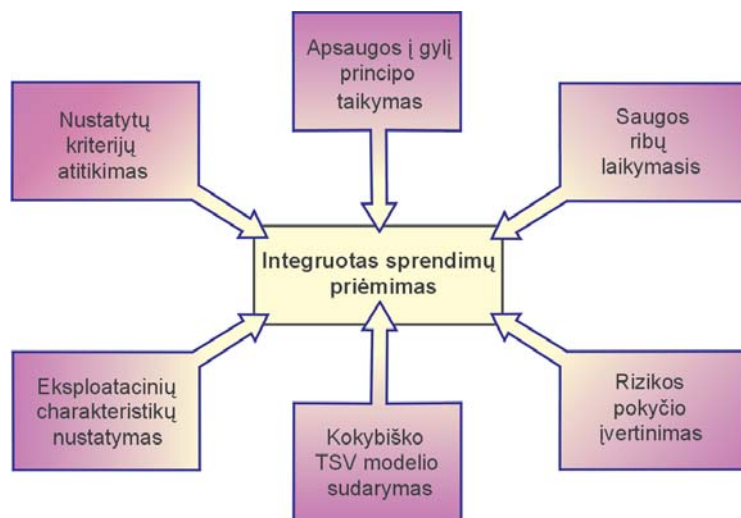


IAE reaktoriaus pastato baigtinių elementų modelis

modeliavimus, įvertinant Žemės drebėjimo poveikį pastatams. Pagal pasiūlytą metodiką parengtais modeliais atlikti bandomieji skaičiavimai. Atlikus grunto virpesių modeliavimą artimojo lauko Žemės drebėjimo atveju, modeliuojant potencialų Žemės drebėjimą po elektrine (tai siejama su nemažu tektoniniu lūžiu IAE rajone), apskaičiuotas horizontalaus grunto pagreitis piko metu per  $10^4$  metų gali būti viršytas 1 % tikimybe ir yra lygus  $168 \text{ cm/s}^2$ . Tai maždaug prilygsta 7,5 balo pagal MSK-64 skalę Žemės drebėjimui.

Vykdam **Ignalinos AE tikimybinės saugos analizės** darbus, išplėta metodika, skirta žmoniškųjų klaidų tikimybinei analizei ir atliktas personalo patikimumo vertinimas. Taip pat papildyta inicijuojančių įvykių analizė, atnaujintas tikimybinio saugos vertinimo modelis bei atlikta modeliavimo rezultatų reikšmingumo ir neapibrėžtumo analizė. Sudaryta tikimybinio saugos vertinimo praktinio taikymo ir sprendimų priėmimo metodika.

2008 m. atliktas procedūros **Karštas sustabdymas, esant visiškai elektros srovės nutraukimui savoms IAE reikmėms** pagrindimas. Taikant sisteminį termohidraulinės analizės programų paketą RELAP5, atlikta procesų, vykstančių reaktoriaus aušinimo kontūre, kai visiškai nutrūksta elektros srovės tiekimas saviems Ignalinos AE poreikiams, analizė. Atlikus daugelį skaičiavimų, pasiūlyti optimalūs operatorių veiksmai, leidžiantys saugiai ataušinti reaktorių šiomis ekstremaliomis sąlygomis. Reikia pažymėti, kad procesai,



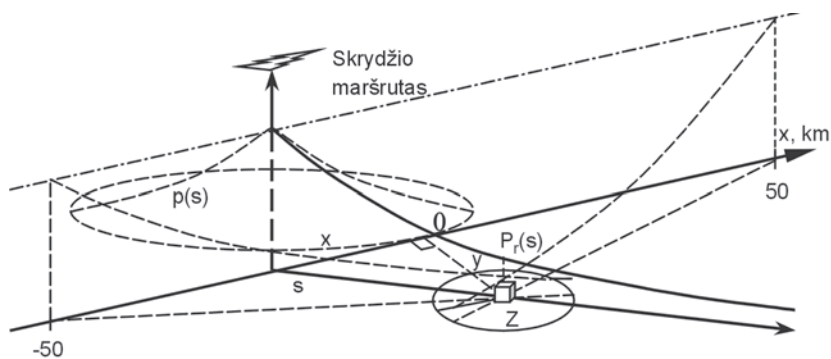
Integruotas sprendimų priėmimo procesas

vykstantys neprojektinių avarių metu RBMK reaktoriuose, anksčiau nebuvo išsamiai išnagrinėti. Darbo rezultatai padėjo patobulinti Ignalinos AE „karšto sustabdymo“ procedūrą taip, kad elektrinės operatoriai galėtų sėkmingai valdyti net ir tokią neprojektinę avarią, kaip visiškas energijos praradimas saviems poreikiams.

Praėjusiais metais vykdyti kiti su tikimybinio saugos vertinimu susiję darbai: **Išorinių įvykių ir įvykių sustabdymo reaktoriuje tikimybinė saugos analizė; Saugai svarbių sistemų bandymų intervalų optimizacija.** Vykdamas šiuos darbus papildyta tyrimų metodologija, sudaryti tikimybiniai analizės modeliai, atliktas statistikos duomenų tyrimas, įvykių scenarijų analizė bei bandymų intervalų tyrimas.

2008 m. buvo vykdomi projektų **Pakeitimų, įtraukiamų į IAE simptomiškai orientuotų avarių instrukciją, pagrindimas ir Pakeitimų, įtraukiamų į IAE simptomiškai orientuotų avarių instrukciją, pagrindimas** darbai. Naudojant termohidraulinės analizės programų paketus RELAP5 ir COCOSYS atlikta neprojektinių avarinių situacijų, nesukeliančių aktyviosios zonos pažeidimų, deterministinė analizė. Modeliuojami procesai, vykstantys avarių, kurioms esant prarandamas šilumnešis, reaktoriaus aktyviosios zonos aušinimo kontūre bei šį kontūrą gaubiančiose patalpose, metu. Žinant konkrečių avarinių situacijų pasekmes, šios avarijos priskiriamos tam tikrai avarių klasei. Nustatoma, kokios reikia elektrinės personalo reakcijos, siekiant suvaldyti konkrečią avarinę situaciją ar sušvelninti jos pasekmes.

Pagal sutartį su IAE atliktas darbas **Daviklių išbrokavimas pagal diagnostikos rezultatus 2-ajame energijos bloke 2008 metais.** Kiekviename RBMK-1500 tipo reaktoriaus technologiniame kanale įrengtas šilumnešio srauto matuoklis, nustatantis pratekančio šilumnešio debitą. Sugedus matuokliui, atitinkamo technologinio kanalo darbas nutraukiamas iki kito reaktoriaus sustabdymo, kurio metu sugedęs srauto matuoklis pakeičiamas nauju. Siekiant išvengti srauto matuoklių gedimų, prieš kasmetinį planinį remontą atliekama srauto matuoklių daviklių diagnostika.



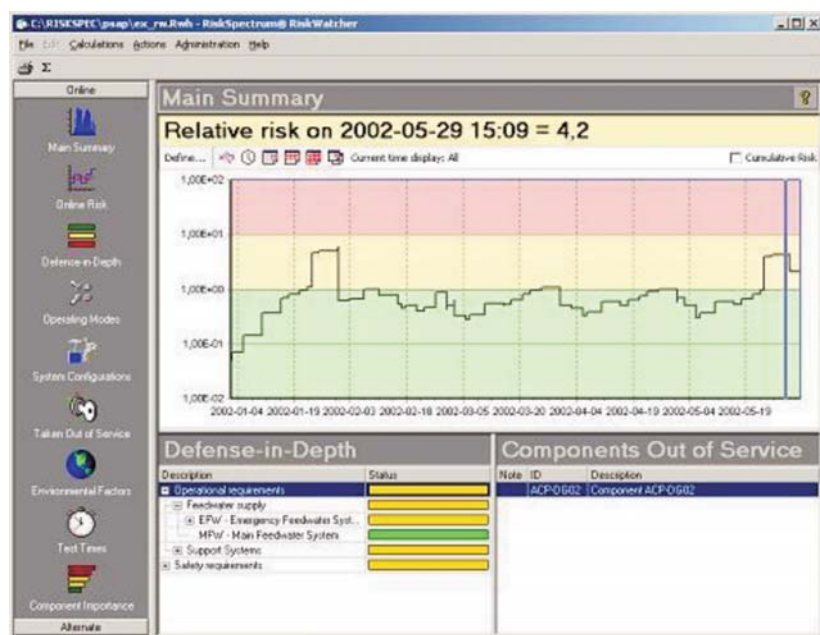
Lėktuvo kritimo AE teritorijoje skaičiavimo modelis

Darbe atlikta 2007–2008 m. diagnostinių matavimų rezultatų analizė ir nustatyta, kad norint iki numatytos eksploatacijos nutraukimo datos užtikrinti saugų 2-ojo bloko darbą, reaktoriuje rekomenduojama pakeisti 470 srauto matuoklių. Analizės metu atrinkti labiausiai degradavę srauto matuokliai, kuriuos pakeitus gerokai pagerėja visos srauto matavimo sistemos patikimumas.

2008 m. vykdytame darbe **Likutinio dujų tarpelio IAE 2-ojo energijos bloko individualiuose reaktoriaus narveliuose tikimybinis įvertinimas ir jo pasikeitimo prognozavimas iki 2010 metų** pritaikyta ankstesniuose darbuose sukurta metodologija IAE reaktoriaus 2-ojo bloko dujų tarpeliui prognozuoti ir likutinio tarpelio tikimybei įvertinti. Atlikta antrojo bloko kuro kanalų matavimų statistinė analizė, panaudojant matavimų

duomenis iki 2008 m., įvertinta tarpelio išnykimo tikimybė bei atlikta jo kitimo prognozė iki 2010 m. Skaičiavimai parodė, kad dujų tarpelio antrajame bloke išnykimo tikimybės prognozės iki 2010 m. rezultatai atitinka VATESI apibrėžtus reikalavimus.

LEI Branduolinių įrenginių saugos laboratorija – viena techninės paramos organizacijų, daugelį metų bendradarbiaujanti su VATESI. 2008 m. vykdamas darbą **Ignalinos AE tikimybinio saugos analizės modelio pritaikymas VATESI veikloje** atliktas tikimybinio saugos vertinimo ir analizės (TSA) modelio patikrinimas bei reikalingų duomenų tinkamumo įvertinimas. Siekiant VATESI turimą IAE TSA modelį pritaikyti neįprastų įvykių analizei atlikti, pasirinkta programinė įranga „RiskSpectrum Risk-Watcher“.



RiskSpectrum RiskWatcher grafinė vartotojo sąsaja





Lietuvos pramoninių konfederacijos konkurso **Lietuvos metų gaminy 2008** aukso medalis skirtas už projekto **Branduolinio kuro rinklių hermetiškumo kontrolės sistema Ignalinos AE „karštojoje kameroje“** sukūrimą ir įgyvendinimą

Ši programinė įranga palengvina darbą TSA modeliu ir leidžia jį pritaikyti sudarant neįprastų įvykių analizės sistemą (NIAS). „RiskWatcher“ programinė įranga paprastai naudojama kaip rizikos monitorius, skirtas stebėti rizikos dinamiką, modeliuoti galimus įvykių scenarijus ir planuoti prastovas atsižvelgiant į rizikos įverčius. Šios programinės įrangos veikimo esmė yra: 1-ojo lygio TSA modelis, sudarytas iš aibės gedimų ir įvykių medžių, nusakančių tiriamų įvykių ir jų pasekmių scenarijus. Atsižvelgiant į IAE TSA modelio struktūrą ir naudojamus duomenis bei VATESI turimą informaciją, atliktas TSA modelio adaptacijai reikalingų duomenų tinkamumo sudaryti NIAS tyrimas.

2008 m. atliktas darbas **Ignalinos AE austenitinių Du-300 vamzdynų suvirintų siūlių, kuriose yra įtrūkimai, paliktų tolesnei eksploatacijai bei eksploatacinės kontrolės apimties ir laikotarpio tarp inspekcijų saugos įvertinimo ekspertizė**. Pateikta IAE dokumento 2-ojo bloko daugkartinio priverstinės cirkuliacijos kontūro Du-300 vamzdynų saugos pagrindimas, remiantis RBMK-1500 reaktoriaus aušinimo sistemos austenitinių vamzdynų, kuriuose galimas tarpkristalinis korozinis trūkinėjimas, veikiant įtempiams, saugos įvertinimo reikalavimai P-2004-01, ataskaitų paruošimo ekspertizė. Ekspertizės metu suformuluoti komentarai bei atlikti nepriklausomi priimtinių ir kritinių plyšių dydžių bei plyšių prieaugio, per 1,5 eksploatacijos metų veikiant

tarpkristalinei korozijai patikrinamieji skaičiavimai. Gauti rezultatai palyginti su recenzuojamoje ataskaitoje pateiktais rezultatais. Pagal analizės rezultatus VATESI rekomenduota suderinti peržiūrėtą dokumentą, atsižvelgiant į IAE atsakymus į išreikštas pastabas.

Vykdam sutartį **Ignalinos AE pateiktų VATESI dokumentų, susijusių su reaktorių aktyviosios zonos konfigūracijos, fizikinių charakteristikų ir kontrolės pakeitimais bei kitais reaktoriaus fizikos ir branduolinio kuro saugojimo ir tvarkymo klausimais, ekspertizė** buvo analizuojami IAE dokumentai siekiant pagrįsti operatyviosios reaktyvumo atsargos skaičiavimo metodikos patobulinimą, atnaujintų parametru, pateikiamų reaktoriaus įrenginio pase, leistinas ribas bei 2,8 % įsodrinto urano-erbio kuro kartu su panaudotomis kuro rinklėmis, pervežtomis iš IAE 1-ojo bloko, eilinės įkrovos į IAE 2-ojo bloko reaktorių, saugą. Atlikti nepriklausomi skaičiavimai ir pagal juos suformuluotos išvados apie pateiktą saugos pagrindimų tikslingumą ir patikimumą.

Vykdam sutartį **Ignalinos AE SIP-3/2007 41 priemonės įvykdymo dokumentų ekspertizė** buvo analizuojami IAE dokumentai, pateikti VATESI siekiant pagrįsti metodiką ir įrangą, skirtą matuoti vandenilio koncentracijai IAE avarių lokalizacijos sistemos viršutinėje garų priėmimo kameroje. Įvertinus pasirinktą vandenilio koncentracijos matavimo metodikos priimtimumą, atlikti patikrina-

mieji vandenilio koncentracijos matavimo paklaidos skaičiavimai.

2008 m. sėkmingai baigtas kartu su IAE vykdytas projektas, kurio metu sukurta ir įdiegta IAE kuro sandarumo kontrolės sistema Lietuvos pramoninių konfederacijos organizuojamame konkurse **Lietuvos metų gaminy 2008** apdovanota **aukso medaliu**.

2008 m. technologijos mokslų, energetikos ir termoinžinerijos srityje apgintos dvi daktaro disertacijos **Vandenilio pasiskirstymo atominių elektrinių apsauginiuose kiaučiuose analizė** (E. Babilas), **Tikimybinis energetikos įrenginių senėjimo vertinimas ir kontrolė** (V. Matuzas) bei sėkmingai baigtos dvi biudžetinės temos. Tyrimų rezultatai pateikti mokslo tyrimų ataskaitose bei 63 moksliniuose straipsniuose (iš jų 15 leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto sąrašė), mokslinėse konferencijose perskaityti 49 pranešimai. Laboratorijos darbuotojai dalyvavo termobranduoline tematika vykusiuose renginiuose ir perskaitė pranešimus visose pagrindinėse tarptautinėse konferencijose, kuriose buvo nagrinėjama saugi branduolinių jėgainių eksploatacija ir jose vykstantys fizikiniai reiškiniai. Mokslininkai aktyviai dalyvavo įvairiose tarptautinėse ir šalyje vykusiame mokymo programose, TATENA seminaruose, komitetų posėdžiuose ir koordinaciniuose susitikimuose, termobranduolinės sintezės energetikos (FUSION) plėtros komitetų ir kitų organizacijų bei mokslo junginių veikloje.





**Vadovas – prof. habil. dr. Vaclovas MIŠKINIS**  
Tel. (8 37) 401 959  
El. paštas [miskinis@mail.lei.lt](mailto:miskinis@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, naudojant plačiai aprobuotus optimizacinius modelius;
- energetikos įtakos aplinkai vertinimas, taršos mažinimo technologijų analizė ir aplinkosaugos politikos diegimas;
- energetikos vadybos ir rinkodaros tyrimai;
- energetikos restruktūrizavimo ir liberalizavimo patirties Europos Sąjungoje ir Vidurio bei Rytų Europos šalyse apibendrinimas ir taikymas vykdant reformas Lietuvos energetikos sektoriuje;
- energetikos informacinės sistemos kūrimas, Lietuvos ir užsienio šalių energetikos raidos statistikos duomenų kaupimas.

2008 m. laboratorija baigė biudžeto subsidijomis finansuotą mokslo tiriamąjį darbą **Paskirstytosios energijos gamybos plėtros tyrimai**, kuriame išanalizuotos energetikos sektoriaus raidai aktualios problemos. Darbe pateikiama:

- bendra paskirstytosios gamybos apžvalga (mažos galios elektros energijos gamybos šaltinių privalumai ir trūkumai, jų prisijungimo prie tinklo problemos);
- paskirstytosios elektros gamybos charakteristika Lietuvoje bei veiksniai, įtakojantys smulkių gamintojų patekimą į rinką ir valdymo priemonių taikymo poreikius;
- kogeneracijos plėtros direktyvos analizė, kogeneracinių jėgainių prijungimo prie tinklų problemos, jų plėtros trukdžių šalinimo būdai;
- rekomendacijos paskirstytosios energijos gamybos plėtros techninėms, verslo ir reguliavimo kliūtims įveikti;
- elektros energetikos sektoriaus plėtros modelis, pritaikytas panaudojant MESSAGE modelio programinę įrangą ir papildytas naujais tiesinio programavimo sprendimais, kurie leidžia pakankamai išsamiai ir korektiškai modeliuoti vėjo elektrinių ir hidroelektrinių darbo režimus;
- šilumos tiekimo schemų privačių namų ūkiuose ir platesnio atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo modeliavimo principai bei apibendrinti optimalių

skaičiavimų rezultatai;

- galimų po Kioto protokolo tarptautinių klimato kaitos režimų analizė, jų įtakos į atmosferą išmetamų šiltnamio dujų kiekiams įvertinimas ir darnios energetikos plėtros rodiklių sistemos charakteristika;
- gamtinių dujų tiekimo sistemos modeliavimo principai ir slėgių kritiniuose Lietuvos dujų tiekimo sistemos taškuose įvertinimas, gautas pritaikius STANET programų paketą.

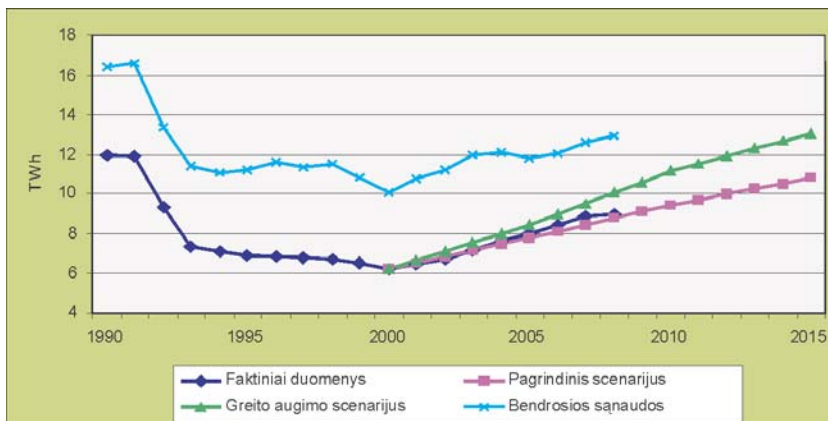
Baigtame biudžeto subsidijomis finansuojamame mokslo tiriamajame darbe **Energijos tiekimo Lietuvai saugumo ir patikimumo įvertinimo metodologijų sukūrimas**, laboratorijos darbuotojų pastangomis parengta bendra energetinio saugumo vertinimo metodika, suformuoti jos principai, sudaryti matematiniai modeliai bei sumodeliuoti Lietuvos energetikos sistemos trikdžiai.

2008 m. kartu su Branduolinių įrenginių saugos bei Hidrologijos laboratorijomis buvo vykdomas valstybės biudžeto subsidijomis finansuotas mokslo tiriamasis darbas **Geriausio įvertinimo metodologijos taikymas modeliuojant procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose**. Šiame darbe pateiktos patikslintos elektros energijos poreikių prognozavimo prielaidos ir nustatyti galimi elektros vartojimo Lietuvos ūkio šakose tendencijų pokyčiai.

## Mokslo tiriamieji darbai šalies ūkiui

Reikšminga užduotis laboratorijos darbuotojams iškilo artėjant Ignalinos AE uždarymui. AB *Lietuvos energija* užsakytu atliktas mokslo tiriamasis darbas *VI „Ignalinos atominė elektrinė“ eksploataavimo nutraukimo pasekmių Lietuvos ekonominiam saugumui nuo 2010 m. įvertinimo studija*. Šiame darbe pateikta Lietuvos elektros energetikos sektoriaus esamos būklės analizė, išnagrinėtos Ignalinos AE eksploataavimo nutraukimo grėsmės, elektros energetikos sistemos raidos scenarijai. Modeliuojant įvairius scenarijus ir išanalizavus gautus rezultatus, apibendrinti tikėtini elektros energijos gamybos, kuro, naudojamo elektros energijai ir šilumai gaminti, bei pirminės energijos balanso pokyčiai, pateikta elektros energijos gamybos kainos prognozė ir elektros energijos kainos padidėjimo įtaka šalies bendrajam vidaus produktui bei infliacijai. Pasiūlytos priemonės neigiamoms Ignalinos AE eksploataavimo nutraukimo pasekmėms sušvelninti, pateikta išsami Ignalinos AE saugos būklės charakteristika.

LR Užsienio reikalų ministerijos užsakytu atliktas mokslo tiriamasis darbas *Lietuvos elektros energijos sektoriaus po 2009 metų įvertinimas*. Šiame darbe pateikta: elektros energijos generavimo pajėgumų ir poreikio iki 2020 m. balansas; elektros energijos vartojimo šalies ūkio šakose prognozė; kuro prieinamumas ir jo galima struktūra; elektros energijos kaina; aplinkos taršos kaita ir kiti elektros energijos sektoriaus kriterijai. Apibendrintus tyrimų rezultatus naudojo LR Vyriausybės komisija energijos tiekimo problemoms po 2009 m. nagrinėti ir šalies galimybėms prisiimti įsipareigojimus dėl klimato kaitos švelninimo ir dėl į atmosferą išmetamų šiltnamio dujų kiekio pokyčio, uždarius Ignalinos AE, įvertinti.



Galutinės elektros energijos poreikių prognozė ir faktiniai duomenys

Tęsiant bendradarbiavimą su AB *Lietuvos energija*, atliktas mokslo tiriamasis darbas *Lietuvos elektros energetikos sistemos perspektyvinės raidos matematinio modelio atnaujinimas, atsivėlgiant į naujas tendencijas Baltijos regione, ir galių bei energijos balansų tyrimas 2010–2050 metais*. Šiame darbe pateikta: bendrojo vidaus produkto pokyčių ir elektros energijos vartojimo tendencijų Baltijos šalyse ir Lenkijoje analizė; atnaujintas elektros energetikos sistemos numatomos raidos analizės matematinis modelis; Estijos, Latvijos, Lietuvos ir Lenkijos centralizuoto elektros

energijos ir šilumos tiekimo iš termofikacinių elektrinių, aukštos įtampos elektros perdavimo tinklo ir vidutinės įtampos perdavimo-skirstomųjų tinklų modeliavimo principai; ryšių su trečiųjų šalių elektros energetikos sistemomis modeliavimo ypatumai; kuro ir energijos kainų kaitos prognozė; Baltijos šalių ir Lenkijos elektros energijos ir galių balansai bei į atmosferą išmetamų CO<sub>2</sub> dujų kiekio scenarijai.

## Dalyvavimas tarptautinėse programose

2008 m. baigti du Europos Sąjungos 6BP projektai: *Koordinavimo veikla, skirta skatinti ir stiprinti mokslinius tiriamuosius darbus, plačiai panaudojant paskirstytuosius energijos išteklius elektros rinkoje (SOLID-DER)* (projekte apibendrinta ES šalyse sukaupta patirtis, išryškinti paskirstytosios gamybos šaltinių privalumai ir prijungimo prie tinklų problemos, pateiktos rekomendacijos, kaip įveikti ekonomines, technines ir reguliavimo kliūtis bei į elektros energetikos sistemas sparčiau integruoti mažos galios jėgaines) ir *Kaštų vertinimas darnioms energetikos sistemoms (CASES)* (šiam projekte, taikant EcoSense modelį, nustatyti išoriniai elektros energijos gamybos kaštai pagrindinėms Lietuvos, Latvijos ir Estijos elektrinėms). Pradėtas svarbus ES 7BP projektas *Tikiemybinis naujų energetikos technologijų scenarijų įvertinimas (PLANETS)* (šio projekto tikslas – nustatyti naujų perspektyviausių technologijų plėtros ES šalyse iki 2050 m. scenarijus, atitinkančius ES energetikos politikos prioritetus ir darnios plėtros tikslus).

Lietuvai aktualūs energetikos sektoriaus vystymo klausimai, tarp jų ir atsinaujinančių energijos išteklių platesnio naudojimo aspektai, nagrinėjami tarptautiniuose programos *Pažangi energetika Europai* projektuose: *Europos elektros gamybos šaltinių identifikavimo sistema (E-TRACK-II)*, *Elektros energijos gamybos, naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, Europos politikos ateities – gairių nustatymas (FUTURES-e)*, *Darnios energijos tiekimo sistemos naujuose pastatuose galimybių studijų įdiegimas pagal pastatų energetinio naudingumo direktyvos reikalavimus (SENTRO)*, *Individualių investicijų apmokėjimas šilumos tiekimo sistemose, naudojančiose atsinaujinančius energijos išteklius, taikant tiesioginių mokesčių priemones (RE-FUND+)*, *Politikos, skirtos tobulinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo šildymui skvarbą ES šalyse narėse, parengimas (RES-H Policy)*.

Du projektai rengiami pagal sutartis su Europos Komisijos Energetikos ir transporto direktoratu: *Direktyvos 2001/77/EC nacionalinių ir bendrijos 2010 m. tikslų pasiekimo analizė (PROGRESS)* ir *Darnios ES energetikos įtaka užimtumui ir ekonomikos augimui (EMPLOYRES)*.

Tęsiamas Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) koordinuojamas projektas *Šiltnamio dujų mažinimo*



Seminarą *Paskirstytosios energijos gamybos vaidmuo Europos Sąjungoje ir Baltijos šalyse* pradeda V. Miškinis

**strategijos ir energetikos plėtros scenarijai**, kuriame išnagrinėti galimi po Kioto protokolo tarptautiniai klimato kaitos režimai, nustatyti į atmosferą išmetamų šiltnamio dujų kiekio mažinimo reikalavimai Lietuvai 2020 m. ir 2050 m. pagal įvairius tarptautinius klimato švelninimo režimus. 2008 m. pradėtas naujas TATENA koordinuojamas projektas **Ekonominis-techninis CO<sub>2</sub> ir branduolinių atliekų saugojimo įrenginių palyginimas**.

Laboratorijoje sukaupta patirtis panaudota tarptautiniu lygiu, rengiant:

- Etiopijos ir Pietų Afrikos Respublikos specialistus energetikos sektoriaus raidai modeliuoti (dr. A. Galinis dalyvavo TATENA mokomuosiuose kursuose, kaip šios agentūros deleguotas ekspertas, atsakingas už MESSAGE modelio panaudojimą perspektyvaus energetikos planavimo uždaviniams spręsti);
- Lietuvos šiltnamio dujų inventorizacijos energetikos sektoriuje ataskaitą Jungtinių tautų Bendrosios klimato kaitos konvencijos (JTBKKK) sekretoriatui (už 2007 m.) ir JTBKKK Kioto protokolo reikalavimų įgyvendinimo pažangos ataskaitą;
- Jungtinių Tautų Vystymo Programos ataskaitą **Kazachstano darnaus vystymosi strategijos įgy-**

**vandinimo priemonių parinkimas, remiantis kitų šalių patirtimi** (Dr. D. Štreimikienė);

- Rusijos, Ukrainos, Suomijos ir Italijos šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų inventorizacijų centralizuotą vertinimą (Dr. I. Konstantinavičiūtė).

2008 m. balandžio 22 d. laboratorija AB *Lietuvos energija* patalpose Vilniuje organizavo nacionalinį seminarą *Paskirstytosios energijos gamybos vaidmuo Europos Sąjungoje ir Lietuvoje*, kuriame dalyvavo specialistai iš Danijos, Ispanijos ir Latvijos bei 17 energetikos įmonių ir įvairių organizacijų atstovai. Šis seminaras rengtas pagal 6BP projekto **Koordinavimo veikla, skirta skatinti ir stiprinti mokslinius tiriamuosius darbus, plačiai panaudojant paskirstytuosius energijos išteklius elektros rinkoje** programą.

Vyr. mokslo darbuotojai Daliai Štreimikienei Vilniaus universiteto senatas suteikė socialinių mokslų profesoriaus pedagoginį vardą.

2008 m. dalyvauta tarptautinėse konferencijose Ispanijoje, JAV, Japonijoje, Estijoje, Latvijoje, Maltoje, Vokietijoje, Turkijoje ir kitose šalyse, kur perskaityti 25 pranešimai. Laboratorijos darbuotojai paskelbė 16 mokslinių straipsnių Lietuvos ir užsienio žurnaluose, tarptautinių konferencijų ir kt. leidiniuose (5 jų ISI leidiniuose).





**Vadovas – dr. Vaclovas KVESELIS**

Tel. (8 37) 401 931

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

### Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- vietinio energetikos ūkio raidos analizė ir modeliavimas, leidžiantis prognozuoti trumpalaikę ir vidutinės trukmės perspektyvą;
- šilumos ūkio įmonių veiklos rodiklių raidos analizė, įvertinant ekonominių bei socialinių veiksnių ir valstybės reguliavimo priemonių poveikį;
- vietinių ir atsinaujinančiųjų energijos išteklių integravimas į regionines energetikos plėtros programas;
- savivaldybių energetikos ūkio raidos duomenų bazės kūrimas ir makroekonominė analizė regioniniu lygiu.

## Regionų energetikos plėtros laboratorija

### Regioninių energetikos problemų tyrimai

2008 m. pradėtas valstybės subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas **Darnios regionų energetikos plėtros planavimo pagrindai ir įgyvendinimo galimybės**, kuriame analizuojami darnios regionų plėtros programų kūrimo principai ir įgyvendinimo patirtis, Lietuvos regionų ir miestų energetikos problemos ir planavimo būklė.

Darni energetikos plėtra regionuose – vienas Europos energetikos politikos elementų, siejamų su visos darnaus visuomenės vystymosi koncepcijos įgyvendinimu, padėsiančiu pasiekti užsibrėžtus uždavinius – energijos tiekimo saugumą, patikimumą ir prieinamumą visiems socialiniams sluoksniams bei atitikimą įsipareigojimams klimato kaitos prevencijos srityje. Ligšiolinės priemonės negali užtikrinti šių tikslų įgyvendinimo, toliau didėja šalių energetinė priklausomybė nuo importuojamų išteklių, lėtai kinta vartojamų energijos išteklių struktūra, kyla grėsmė, kad liks neįvykdyti įsipareigojimai klimato kaitos prevencijos srityje.

Socialiniu požiūriu, Lietuvos regionų (apskričių) vystymosi tendencijos pastaruosiu metu buvo neigiamos. Regioniniai skirtumai didėjo, nepaisant deklaruojamų veiklų. Tik pastarųjų metų duomenys rodo tam tikrą tendencijų pokytį – ekonominiai ir socialiniai skirtumai tarp regionų nebedidėja.

2008 m. baigtas mokslo tiriamasis darbas **Energijos išteklių panaudojimo darnumo aspektų įvertinimo metodologijos sukūrimas**. Šiame darbe siekta iširti Lietuvos energetikoje naudojamų kuro rūšių išgavimo, perdavimo, transformavimo procesą – kaip sudėtingų, tarpusavyje viena kitą įtakančių sistemų visumą. Darbo tikslas buvo suformuoti energijos išteklių panaudojimo ekonominio, socialinio, aplinkosauginio, patikimumo ir atsinaujinimo aspektų metodologiją, norint ateityje pagrįsti ir įvertinti darnią energetikos plėtrą. Vykdamas darbą buvo sprendžiami šie pagrindiniai uždaviniai:

- įvertintos energetikos plėtros, ekonomikos augimo ir socialinių bei energijos tiekimo patikimumo problemų

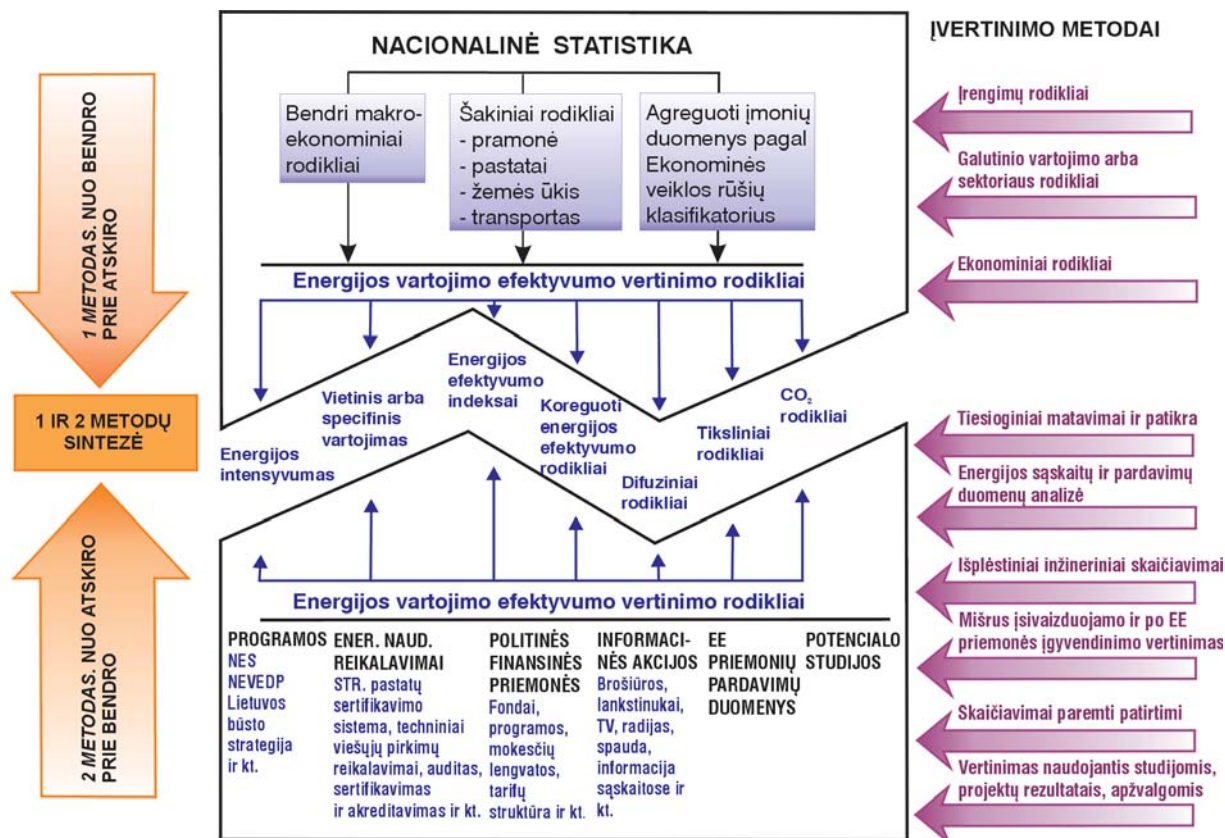


*Darnaus vystymosi sampratos elementai*

sprendimų sąsajos (teigiamas poveikis) ir šalutinis neigiamas poveikis dėl aplinkos taršos ir rinkos išskrypimų įvairiose įmonėse, miestuose, regionuose;

- aptarti energetikos ekonomikoje vyraujančios ekonominės teorijos teiginiai energijos išteklių patikimo tiekimo klausimais;
- atsakyta į vieną svarbiausių ekonominės teorijos šiuolaikinių klausimų: kodėl skatinant atsinaujinančiųjų energijos išteklių vartojimą turi būti imtasi ekonominės politikos priemonių.

Pagal sutartį su Ūkio ministerija laboratorija 2008 m. vykdė projektą **Energijos vartojimo efektyvumo didinimo stebėsenos sukūrimas**. Šio darbo tikslas buvo atlikti taikomąjį mokslinį tyrimą ir parengti teisės aktų (metodikų) projektus, skirtus įvertinti energijos vartojimo efektyvumo augimą ir sutaupyta energijos kiekį dėl skirtingose šalies ūkio šakose ir energetikos veiklos srityse vykdomų energijos vartojimo efektyvumą didinančių priemonių. Apžvelgus Lietuvos teisinius dokumentus, kuriais reglamentuojamas energijos gamybos, tiekimo ir vartojimo efektyvumas, galima teigti, kad bendrieji dokumentai (įstatymai) labai nekonkrečiai apibūdina energijos vartojimo efektyvumo sąvoką ir nereglamentuoja stebėjimo sistemos Lietuvoje.



Principinė stebėsenos funkcionavimo schema

Kuriama Energijos vartojimo efektyvumo didinimo stebėjimo sistema Lietuvoje gali naudingai perimti kai kuriuos tarptautiniu mastu pripažintus principus ir metodikas, pavyzdžiui, atsinaujinančiųjų energijos išteklių ir kombinuotos elektros ir šilumos gamybos projektų vertinimą ir patikrą, neapibrėžčių vertinimą, kitus vertinimo būdus.

Apibendrinant anksčiau pateiktą analizę, sudaryta bendra Energijos vartojimo efektyvumo stebėjimo schema, integruojant du pagrindinius metodus – „nuo atskiro prie bendro“ ir „nuo bendro prie atskiro“ bei pasirenkant tinkamas metodikas.

Energijos vartojimo efektyvumo didinimo stebėjimo sistema kuriama pagal Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2006–2010 m. programą, kurioje numatytos organizacinės, teisinės, ekonominės, technologijų tobulinimo ir diegimo, taikomųjų mokslinių tyrimų, visuomenės švietimo ir informavimo priemonės energijos išteklių ir energijos vartojimo efektyvumui didinti. Tarptautinio bendradarbiavimo kontekste, be energijos vartojimo efektyvumo stebėjimo šalies viduje, neįsivaizduojamas prisiimtų šalies įsipareigojimų vykdymas vadovaujantis Energijos galutinio vartojimo efektyvumo didinimo ir energetinių paslaugų Direktyva 2006/32/EB, pagal kurios reikalavimus jau parengtas Energijos efektyvumo veiksmų planas.

## Tarptautiniai projektai

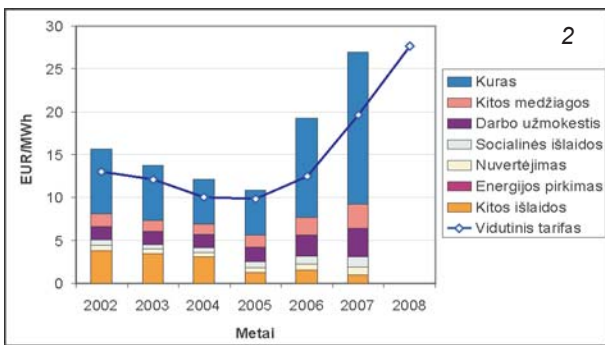
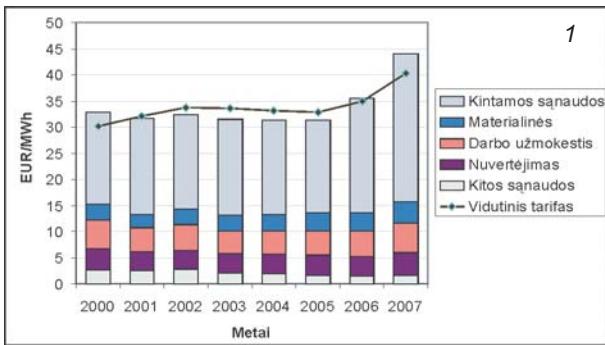
Pagal Lietuvos–Ukrainos dvišalio bendradarbiavimo mokslinių tyrimų srityje programą laboratorijoje buvo vykdomas projektas *Ukrainos ir Lietuvos savivaldybių šilumos ūkio būklės ir problemų palyginamoji analizė*. Projekto

partneris – Ukrainos nacionalinės mokslų akademijos Techninės šiluminės fizikos institutas. Projektas skirtas dviejų postsovietinių šalių – Ukrainos ir Lietuvos – savivaldybių šilumos ūkio sektoriams palyginti, įvertinant šiuose socialiniu požiūriu svarbiuose ir kartu problemiškesniuose energetikos sektoriuose vykdytų ir vykdomų reformų pasekmes bei perspektyvas.

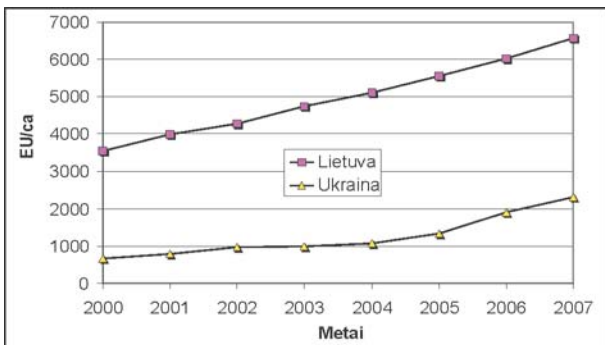
Analizės rezultatai leidžia teigti, kad savivaldybių šilumos ūkio reformos pereinant prie rinkos ekonomikos principų Ukrainoje tebėra pradinėje būsenoje ir pastebimi akivaizdūs nukrypimai nuo rinkos ekonomikos. Lyginant su situacija Lietuvoje, be iš dalies panašių techninių charakteristikų, atskleista nemažai esminių skirtumų šio sektoriaus veiklos reguliavimo institucinėje bazėje, informacinėje aplinkoje, formuojant rinkos santykius.

2008 m. baigtas GBP projektas *EIFN (Energy Innovation Financing Network)* INNOVA programoje. Projekto vykdymo metu sukurtas platus energetikos įmonių ir institucijų bei finansinių agentų tinklas, kurio tikslas – padėti vykdyti ES inovacijų ir energetikos politikos prioritetus: bendradarbiauti, energetikos sektoriuose teikiant finansines paslaugas inovacijoms, priimant praktiškus ir veiksmingus sprendimus,





Šilumos savikainos struktūra Lietuvoje (1) ir Ukrainoje (2)



BVP vienam gyventojui augimas Lietuvoje ir Ukrainoje

susipažinti su įvairių naujovių energetikoje įgyvendinimu Europos šalyse, reguliariai leidžiant informacinį biuletinį. Vykdamt projektą LEI dalyviai energetikos bendruomenei pristatė šio projekto ir INNOVA tinklo galimybes seminaruose bei vietinėse konferencijose.

Sukaupta medžiaga apibendrinta ir paskelbta tinklalapyje [www.eifn.ipacv.ro](http://www.eifn.ipacv.ro).

2008 m. parengta **ES Pažangi energetika Europai** programos projekto **SEIPLD (Darnios energetikos investicijos, remiančios miestų ekonominę plėtrą)** galutinė ataskaita. Šiame darbe sprendžiamas mokslinis ir praktinis uždavinys, kaip susieti atsinaujinančios energijos (šiuo atveju biudujų panaudojimo technologijų) įdiegimą su bendraja energetikos ir ekonomine politika, o valstybės vaidmenį, organizuojant ir suteikiant finansinę paramą, grįsti visapusišku teigiamu efektu, kurį duotų praktinis projektų įgyvendinimas. Energetikos ekonomikos mokslo požiūriu šiuo projektu buvo sprendžiami itin aktualūs – energetikos technologijų panaudojimo įtakos

gamtosaugai, kaimui atgaivinti, gyvulininkystei ir žemės ūkiui plėtoti – vertinimo klausimai.

Griežtėjantys aplinkosaugos reikalavimai lėmė biudujų gamybos sektoriaus vystymąsi visose Europos Sąjungos šalyse. Siekiant dviejų tikslų – sumažinti aplinkos taršą ir gaminti energiją, visose ES šalyse pradėjo veikti biudujų gamybos įmonės. Gyvulininkystės kompleksų organinės atliekos yra pagrindinis biudujų gamybos žaliavų šaltinis Lietuvoje ir ES. Biudujos, gautos anaerobinio organinių medžiagų skaidymo metu, gali būti naudojamos kaip energijos šaltinis elektros energijai ir šilumai gaminti ar kaip dujiniai degalai. Todėl biudujų energetikos sektoriaus plėtra yra susijusi su šalies gyvulininkystės dabartine būkle ir perspektyvomis.



**REDUBAR (Teisinių priemonių sukūrimas ir administracinių kliūčių sumažinimas biudujas naudojant šildymui, vėdinimui ir elektros gamybai)** projektas toliau vykdomas pagal Europos Komisijos remiamą **Pažangi energetika Europai** programą. Projekto iniciatorius ir koordinatorius – Gas-und Umwelttechnik GmbH (DBI) – vienas didžiausių Vokietijos dujų institutų.

Šiuo metu Vakarų Europoje biudujos dažniausiai naudojamos jų gamybos vietoje elektros energijai generuoti, o gamybos proceso metu gaunama šiluma praktiškai nepanaudojama. Šis projektas inicijuotas siekiant didesnio energetinio efektyvumo naudojant biudujas. Projekto tikslas – išanalizuoti ir teikti rekomendacijas, šalinant esančias administracines ir technologines kliūtis bei kuriant teisingas priemones biudujas naudoti šildyti, vėdinti ir elektrai gaminti.

Vykdamt projektą apžvelgtos ir išanalizuotos projekte dalyvavusių šalių teisinės ir reguliuojamosios bazės (įstatymai, taisyklės, techniniai reglamentai ir pan.); išanalizuoti standartai ir reglamentai, susiję su būtina biudujų kokybe, norint jas transportuoti gamtinių dujų tinklais; atlikta išsami galiojančių techninių standartų ir instrukcijų analizė, leidžianti sugrupuoti juos pagal įtaką ir svarbą; išanalizuota ir aprašyta teigiama biudujų transportavimo gamtinių dujų tinklais praktika. Taip pat buvo išanalizuotos projekto metu atsirandančios kliūtys, apsunkinančios biudujų įpurškimo procesą; atliktas teorinis modeliavimas, siekiant išsiaiškinti galimas kliūtis, jei kiekviena grandinės dalis (tiekimasis, gamyba, biudujų kokybės gerinimas, vartotojai bei investuotojai) veiktų savo nuožiūra; sukurtas matematinis ir finansinis modelis, skirtas palyginti biudujomis ir gamtinėmis dujomis kūrenamas jėgaines.

2008 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 1 straipsnį ISI žurnale (Renewable and Sustainable Energy Reviews), 1 straipsnį mokslo leidinyje, registruotame tarptautinėse mokslinės informacijos duomenų bazėse (Energetika). Laboratorijos mokslininkai pristatė 6 pranešimus Lietuvos, 2 – tarptautinėse konferencijose (vienas jų – ISI Proceedings), pranešimai buvo publikuoti konferencijų medžiagoje.



## Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) naudojimo energijai gaminti analizė ir vartojimo plėtros vertinimas, vykdamas Europos Parlamento ir Tarybos direktyvų nutarimus;
- vėjo srautų kaitos Baltijos jūros Lietuvos pakrantėje tyrimai, modeliavimas ir prognozė;
- biudujų ir biodegalų gamybos bei naudojimo ekonominio ir aplinkosauginio efektyvumo tyrimai;
- kietosios biomasės naudojimo energijai gaminti šalyje tyrimai;
- pažangių technologijų propagavimas, naudojant vietinius ir AEI; aplinkosaugos problemų tyrimai; akredituotų mokymo kursų rengimas; duomenų bazių formavimas; paslaugos ir konsultacijos vartotojams.



Vadovas – prof. habil. dr. Vladislovas KATINAS

Tel. (8 37) 401 841

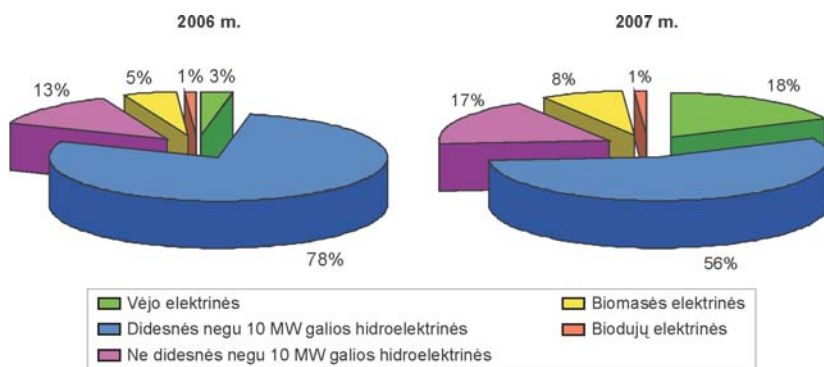
El. paštas [res@mail.lei.lt](mailto:res@mail.lei.lt)

# Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratorija

Laboratorijoje vykdomi tyrimai, susiję su AEI naudojimo energijos gamybai plėtra šalyje. Analizuojamos naujos technologijos ir jų taikymo perspektyva Lietuvoje, kaupiami duomenys apie AEI vartojimą ir numatomos gairės tolesniam spartesniam AEI skverbimuisi į šalies energetikos rinką, siekiant optimaliai užtikrinti Europos Parlamento ir Tarybos direktyvų nutarimų reikalavimų, keliamų visoms ES šalims, įgyvendinimą.

2008 m. baigtas iš valstybės subsidijų finansuotas mokslinis darbas **Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo energijos gamybai Lietuvoje analizė ir plėtros galimybių tyrimas**. Tyrimai parodė, kad šalyje elektros gamyba naudojant AEI daugiausia priklauso nuo hidroenergetikos, vėjo energijos ir biomasės kuro išteklių. Nustatyta, kad mažųjų upių hidroenergetikos išteklių mažai, o didžiųjų upių (Nemuno ir Neris) – uždrausti naudoti dėl aplinkosaugos reikalavimų, todėl daugiausia dėmesio numatoma skirti vėjo ir biomasės energetikai plėtoti.

Laboratorijoje įvertinta biomasės kuro, kaip energijos šaltinio, reikšmė pasaulyje ir Lietuvoje. Konstatuota, kad dėl pagrindinės biomasės rūšies – medienos – vyksta aštri energetikos ir pramonės sektorių konkurencija, kuri ateityje tik sustiprės. Atliktas vertinimas, kaip elektros energijos gamybos efektyvumą kogeneracinėse biokuro jėgainėse veikia galimos kuro deginimo technologijos. Pateikiamas tiesioginio kuro deginimo įvairių tipų kūrėklose tarpusavio palyginimas. Apžvelgiamos galimybės pagal netiesioginio kuro deginimo technologiją (gazifikacijos ar pirolizės reaktoriuose biokuras paverčiamas į dujinį ar skystąjį kurą) naudoti įvairesnę ir elektros energijos gamybos požiūriu efektyvesnę įrangą, pavyzdžiui, dujų turbinas, mikrotrubinas ar kuro elementus. Medienos išteklių gausinimas kultivuojant kuro plantacijas įgauna ypatingą reikšmę. Laboratorijoje surinkta informacija apie kuro augalams keliamus specifinius reikalavimus bei kuro augalų įveisimo ir kultivavimo ypatumus. Taip pat apžvelgta pasaulio šalių patirtis auginant gluosnių plantacijas komercijai bei aptarti gluosnių plantacijų kultivavimo ekonominiai aspektai. Išnagrinėtos saulės energijos naudojimo elektrai gaminti Lietuvoje galimybės ir apžvelgta pastarųjų 15-os metų pažanga fotomodulių gamyboje. Atliktas saulės fotomodulių pažangiausių gamybos technologijų vertinimas akcentuojant, kad fotomodulių gamybos pramonės sektorius – vienas dinamiškiausių verslo sektorių Europos Sąjungoje. Tyrimai rodo, kad fotomodulių panaudojimo plėtrą visame pasaulyje lemia jų gaminamos energijos kaina, kuri kol kas keletą kartų didesnė už įprastinės elektros energijos gamybos kainą. Atliktas elektros energijos gamy-



Elektros energijos gamybos iš AEI struktūra Lietuvoje 2006 ir 2007 m.

bos vėjo elektrinės galimybių techninis ir ekonominis vertinimas bei parengta vėjo energetinių parametru apskaičiavimo ir prognozavimo metodika.

## Vėjo srautų kaitos tyrimai, skaitmeninis modeliavimas ir prognozavimo metodų taikymas Lietuvoje

Laboratorijoje atliekama vėjo greičio ir krypties matavimo duomenų statistinė analizė, vertinami vėjo išteklių Lietuvos sausumoje ir jūroje, kuriamas vėjo elektrinių (VE) galios kitimo prognozės modelis. Sudarytas Lietuvos pajūrio regiono vėjo greičio pasiskirstymo žemėlapis. Tyrimais nustatyta, kad Baltijos jūros Lietuvos priekrantės ir pajūrio regiono vėjo energetiniai parametrai artimi Vokietijos, Lenkijos ir kitų Europos šalių vėjo energetiniams parametrui, vidutinis vėjo greitis 50 m aukštyje pajūrio regione siekia 6–7 m/s, o jūroje apie 7–7,5 m/s.

Sudaryta vėjo energetinių parametru skaičiavimo metodika, pagrįsta WASP programiniu paketu. Nustatyta, kad to paties vėjaračio skersmens jūrinių VE išdirbis yra vidutiniškai 35 % didesnis nei žemyninių VE. Optimalus atstumas nuo kranto VE parkams įrengti Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje yra 6–10 km. Tačiau dėl didesnių investicinių kaštų jūrinių VE elektros energijos gamybos kaina yra apie 24 % didesnė nei žemyninių VE.

Bendradarbiaujant su Danijos DTU Risø nacionalinės laboratorijos Vėjo energijos departamentu atlikta išsami Lietuvos pajūrio regiono vėjo išteklių analizė bei sudaryta VE statybos vietų parinkimo metodika naudojant WASP programą. Pagal Lietuvos kosminio vaizdo 1 : 50000 vektorinės skaitmeninių duomenų bazės LTDBK50000 duomenis sudaryti skaitmeniniai Lietuvos pajūrio regiono paviršiaus šiurkštumo bei reljefo žemėlapiai leidžia apskaičiuoti vėjo greičio pasiskirstymą regione.

Vėjo išteklių apskaičiuoti naudojant vėjo matavimo šiame regione duomenis, atsižvelgiant į vietovės reljefą, žemės paviršiaus šiurkštumą ir gamtines bei urbanistines kliūti. Nustatyta, kad VE statybai tinkamiausios sąlygos yra apie 20 km pločio Lietuvos pajūrio ruože bei Tauragės rajone.



Laboratorijos mokslo darbuotojai vėjo elektrinių parke Kretingos rajone

Taikant Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje naudojamą skaitmeninės orų prognozės modelio HIRLAM duomenis, parengta trumpalaikės (iki 54 val.) vėjo greičio ir VE galios kitimo prognozės Lietuvos VE parkams metodika, įvertinta reljefo, paviršiaus šiurkštumo bei atmosferos stabilumo sąlygų įtaka prognozių tikslumui.

## Biodujų ir biodegalų gamybos, naudojimo, ekonominio ir aplinkosauginio efektyvumo tyrimai

### Biodujos

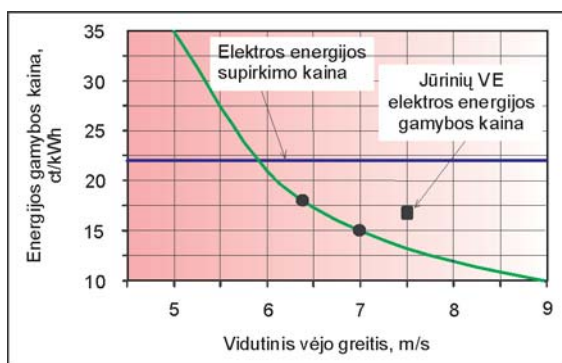
Didėjant atsinaujinančių energijos išteklių svarbai šalies energetikoje, laboratorijoje vykdomi darbai, susiję su išsamia šalyje veikiančių biodujų energetikos objektų veiklos analize, reikalinga jų darbo efektyvumui įvertinti bei optimizuoti, be kurios būtų sudėtinga prognozuoti biodujų gamybos ir vartojimo sektoriaus tolesnę plėtrą. Vykdydami ES programų projektus, atliekami biodujų gamybos ir panaudojimo transporte galimybių tiriamieji darbai.

### Biodegalai

Nepaliaujamas mineralinių degalų kainų augimas įpareigoja spręsti aktualias biodegalų pramonės plėtros problemas. Ta kryptimi toliau sprendžiami platesnio biodegalų naudojimo transporte klausimai, neatmetant kitų alternatyvių degalų naudojimo galimybių, tokių kaip suskystintos naftos dujos, suspaustos gamtinės dujos ir biodujos. Laboratorija dalyvauja Lietuvos nacionalinės Biodegalų technologinės platformos veikloje.

## Dalyvavimas tarptautinėse programose

Laboratorijoje atliekami tyrimai, susiję su racionali biomės išteklių vartojimu biokurui bei kietojo biokuro naudojimu šilumai ir elektros energijai gaminti. Kaupiami ir analizuojami duomenys, apimant visą technologijos ciklą: žaliavos surinkimas, paruošimas, perdirdimas į kietąjį biokurą bei deginimas įvairių tipų katilų kūryklose. Šiuo metu AEI sudaro apie 9,3 % nuo pirminės energijos vartojimo Lietuvoje. Apie 91,66 % atsinaujinančių energijos išteklių tenka kietajai biomėi, daugiausia medienai, todėl medienos kuro gamybos ir vartojimo klausimams skiriama ypač daug dėmesio. Tyrimai atliekami vykdydami įvairias ES programas.



VE elektros gamybos kainos priklausomumas nuo vidutinio vėjo greičio: • – vėjo elektrinės žemyninėje dalyje pajūrio regione

### **6BP projektas Kuro mišinių deginimas – nuo tyrimų iki patikros: technologijos ir biomasės tiekimo techninių žinių propagavimas Vidurio ir Rytų Europoje (COFITECK)**

6-osios Bendrosios programos projekto tikslas – prisidėti prie mūsų šaliai aktualaus kuro mišinių deginimo technologijų bei biomasės kuro tiekimo grandžių optimizavimo.

Parengti trys informaciniai biuleteniai, supažindinantys su biomasės mišinių deginimo technologijomis elektros energijai gaminti. Juose išanalizuoti biomasės paruošimo katiluose vykstantys procesai, apžvelgti sėkmingos patirties pavyzdžiai ir aptartos kylančios problemos. Kituose trijuose informaciniuose biuleteniuose akcentuotos biomasės gamybos ir tiekimo kuro mišiniams deginti galimybės. Įvertintos įdiegtos priemonės ir plėtros kliūtys bei aptartos biomasės kuro mišinių tiekimo grandies modelis. Į lietuvių kalbą išversta brošiūra *Šiuolaikinių kuro mišinių deginimo technologijų apžvalga*.

Vykdamas projektą surengti seminarai, kuriuose per 60 suinteresuotų šilumos ir elektros gamybos įmonių darbuotojų supažindinti su pažangiausiomis technologijomis kuro mišinių deginimo srityje ES šalyse bei pasidalinta patirtimi, įgyta ir sukaupia įvairiose Lietuvos įmonėse. Taip pat aptartos biomasės gamybos ir tiekimo Lietuvoje problemos.

### **7BP projektas Integruotas Europos tinklas Biomasės ir atliekų pakartotinis naudojimas bioproduktų gamyboje (AquaTERRE)**

2008 m. kartu su Islandijos, Italijos, Jungtinės Karalystės, Nyderlandų, Ispanijos, Vokietijos, Rumunijos, Bulgarijos, Danijos, Belgijos, Ukrainos, Švedijos, Prancūzijos ir Austrijos mokslininkais pradėtas vykdyti ES 7-osios Bendrosios Programos

projektas tematiškoje *Maistas, žemdirbystė ir biotechnologijos*, kurio tikslas – skatinti mokslo tyrimo centrų, verslo ir kitų partnerių bendradarbiavimą biomasės ir jos atliekų pakartotinio naudojimo srityje. Projekto vykdymo metu siekiama inventorizuoti egzistuojančius biomasės išteklius ir nustatyti biokuro gamybos potencialą bei reikšmę. Naudojant Geografinę informacinę sistemą bus sudaryti Europos biomasės išteklių



Projekto COFITECK leidiniai: **Biomasės mišinių deginimo technologijos gaminant elektros energiją bei Biomasės tiekimo galimybės kuro mišinių deginimui**



Seminaro akimirka

naudojimo žemėlapiai bei sukurtos ekonominių veiksnių ir poveikio aplinkai schemos pagal optimalius gyvavimo raidos ciklą (LCA) scenarijus. LCA – standartizuotas ir suformuotas skaičiavimo metodas, įvertinantis produkto visame gamybos procese poveikį aplinkai. Vykdamas projektą pasiekti šie tikslai:

- suvienytos Europos mokslo centrų, verslo atstovų bei politikų pastangos biomasės naudojimo srityje, įdiegiant naujas technologijas;
- surinkta informacija apie geriausias biomasės panaudojimo atvejus Europoje, kurią numatoma panaudoti leidžiant *Baltąją knygą*;
- apžvelgtos šiuolaikinių mokslo priemonių galimybės, vertinant žemės plotus biokuroi auginti, naudojant naujų rūšių augalus įvairiose šalyse, nustatant socialinius ir ekonominius veiksnius įvairiose aplinkose;
- įvertinta biomasės ir biokuro gamybos darna pagal prieinamumo, gamybos, kainų ir aplinkosaugos kriterijus ir numatyti optimalūs biomasės gamybos scenarijai naudojant (LCA) skaičiavimo modelius.

2008 m. laboratorijoje buvo vykdomi šie **ES Pažangi energetika Europai** programos tarptautiniai projektai:

- **Dujinius degalus vartojančių automobilių rinkos kūrimas, apimant gamtinių dujų bei biodujų tiekimą ir paskirstymą** (MADEGASCAR). 2007–2010 m.
- **Biomasės naudojimo šildymui regioninės plėtros iniciatyvos Europoje** (REGBIE+). 2006–2009 m.
- **Energijos suvartojimo savivaldybių visuomeninės paskirties pastatuose stebėjimas ir kontrolė internetu** (ENERinTOWN). 2006–2008 m.
- **Biomasės kuro rinkos apribojimų ir žaliavos gamybos sprendimai** (EUBIONET III). 2008–2011 m.

Bendradarbiaujant su Vokietijos, Danijos, Lenkijos ir kitų šalių mokslo centrais atlikti bioenergetikos plėtros perspektyvų tyrimai Europos regionuose. Vykdomų projektų pagrindinis tikslas – prisidėti prie ES uždavinių įgyvendinimo energetikos sektoriuje, siekiant, kad AEI dalis regiono ir visos ES energijos balanse atitiktų direktyvų ir kitų norminių dokumentų numatytus rodiklius.



Projekto **MADEGASCAR** vykdymo metu atliekami gamtinių dujų ir biodujų panaudojimo autotransporte galimybių tyrimai. Suspaustų gamtinių dujų ir biodujų vartojimas, lyginant su tradiciniais degalais, įgalina gerokai sumažinti aplinkos teršimą kenksmingosiomis variklių išmetamomis dujomis. Tačiau suspaustų gamtinių dujų vartojimas turi specifinius jų sandėliavimo, paskirstymo ir vartojimo ypatumus, kurie šalyje nėra pakankamai ištirti. Siekiant šio tikslo, būtina išanalizuoti biodujų gamybos technologijas ir jų panaudojimo autotransporte ypatumus, lyginant su gamtinių dujų panaudojimu.

Projekto **REGBIE+** vykdymo metu atliekamas biomasės išteklių įvertinimas įvairiuose ES regionuose, taip pat ir Lietuvoje – Kauno apskrityje. Analizuojamos biomasės panaudojimo energijai gaminti galimybės, vertinant Švedijos, Vokietijos, Austrijos ir kitų šalių patirtį. Šiuo metu biokurą naudojančių katilų galia mūsų šalyje viršija 550 MW, o medienos kuro vartojimas sudaro apie 80 % atsinaujinančių energijos išteklių turimų apimčių. Todėl būtina numatyti įvairias skatinimo priemones, naujas biokuro ruošimo ir deginimo technologijas, ieškant efektyvesnių šilumos gamybos būdų. Lietuvos energetikos instituto mokslo darbuotojai kartu su kitų šalių mokslo centrais, vykdančiais šį projektą, sprendžia minėtus klausimus, keičiasi naujaisiais mokslo pasiekimais šioje srityje.

2008 m. baigtas vykdyti projektas **ENERinTOWN**, kurio tikslas – padėti mažinti energijos vartojimą savivaldybių visuomeninės paskirties pastatuose, sukuriant pastovią stebėjimo sistemą internetu, kai duomenys registruojami energijos suvartojimo tendencijoms išryškinti ir panašioms pastatams palyginti. Vykdamas projektą, 12-oje Kauno, Kėdainių, Vilkaviškio ir Šakių rajonų savivaldybių visuomeninės paskirties pastatų įdiegta energijos suvartojimo stebėjimo sistema, surengti seminarai savivaldybių energetikams, parengtas leidinys *Įrangos įsigijimo ir pastatų projektavimo, atsižvelgiant į efektyvų energijos vartojimą, vadovas*.

Projekto **EUBIONET III** tikslas – skatinti daugiau naudoti biomasės kurą ES šalyse, ieškant būdų rinkos kliūtims įveikti. Siekiant šio tikslo, atliekama biokuro naudojimo, ateities perspektyvų bei pagrindinių kliūčių analizė, nagrinėjamos nacionalinės biomasės programos, įvertinamas biomasės kuro potencialas, daugiausiai dėmesio skiriant pramonės,



žemės ūkio atliekoms ir naujų biokuro rūšių potencialui įvertinti. Taip pat analizuojami kainų mechanizmai, nustatomi biomasės kuro sertifikavimo ir tvirtos plėtros kriterijai.

## Mokslo populiarinimo veikla

2008 m. laboratorijoje vykdytas mokslo ir technologijų populiarinimo projektas **Apie energiją mąstytk kitaip**, kurio tikslas – skleisti mokslo idėjas, skatinti visuomenę domėtis mokslu, vykdyti mokslinę veiklą, organizuojant įvairius mokslo populiarinimo renginius, skatinti mokslo atstovus aktyviai dalyvauti informuojant visuomenę mokslo populiarinimo klausimais. Projekto rėmėja – LR švietimo ir mokslo ministerija. Įgyvendinant projektą, vyko šie renginiai:

- seminarai gamtos mokslų mokytojams, studentams, mokiniams ir kitiems suinteresuotiems asmenims klimato kaitos, efektyvaus energijos vartojimo ir atsinaujinančios energetikos temomis;
- ekskursija į biomasės kuro ruošimo ir naudojimo objektus;
- Lietuvos mokinių kompiuterinės animacijos ir grafikos kūrybinių darbų konkursas, integruojantis gausius mokinių informacinių technologijų įgūdžius su žiniomis ir naujomis idėjomis apie efektyvų energijos vartojimą ir atsinaujinančią energetiką;
- Lietuvos mokytojų plakatų konkursas, kurio metu sukurti darbai, kaip galimos metodinės priemonės, atskleistų pamokose naujų idėjų projekto temoms pristatyti;
- Kauno apskrities mokinių edukacinė viktorina *Ką žinai apie energiją?*;
- baigiamoji projekto konferencija.

Viešinant projektą ir populiarinant mokslą, parengti ir išleisti leidiniai *Atsinaujinantys energijos šaltiniai*, *Klimato kaita: priežastys ir pasekmės* bei aukštojo mokslo įstaigų mokslininkų parengta metodinė medžiaga.

2008 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 5 straipsnius mokslo žurnaluose ir 9 – kituose recenzuojamuose mokslo leidiniuose, 2 mokslo populiarinimo straipsnius – populiariuose leidiniuose. Dalyvauta 5 tarptautinėse ir 5 Lietuvos mokslinėse konferencijose. Parengta ir pateikta apginti technologijos mokslų daktaro disertacija.



Projekto **Apie energiją mąstytk kitaip** dalyviai energetinių augalų plantacijoje ir medienos granuliu gamybos įmonėje

## Pagrindinės Centro mokslinės veiklos kryptys:

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



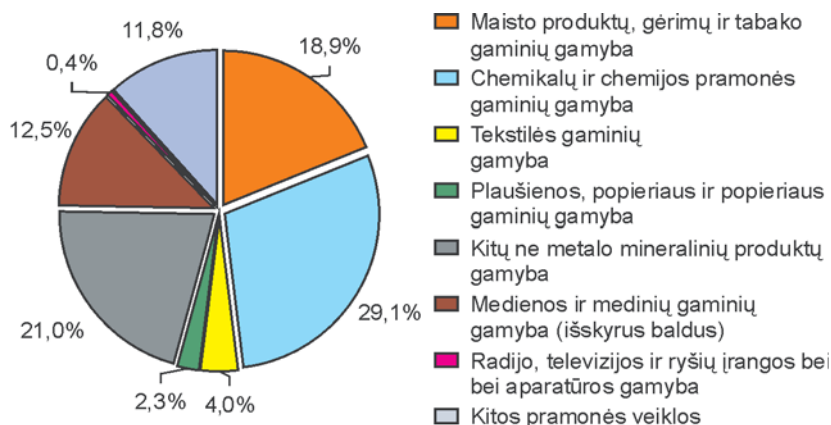
Vadovas – dr. Romualdas ŠKĖMA

Tel. (8 37) 401 802

El. paštas: skema@mail.lei.lt

## Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras

Darni energetikos plėtra, energijos taupymas – prioritėtinė energetikos kryptis Lietuvoje ir Europos Sąjungoje. Šiuo metu Lietuvoje, pasikeitus galutinio energijos vartojimo struktūrai, beveik 2/3 suvartotos energijos tenka pramonei, namų ūkiui bei prekybos ir aptarnavimo sektoriui. Šiuose sektoriuose galima pastebėti didžiausią energijos vartojimo efektyvumo didinimo potencialą, kurį būtų galima panaudoti tik diegiant pažangias energetikos vadybos sistemas, energetiškai efektyvią techniką bei technologijas, tobulinant organizacines bei teisinės priemones.

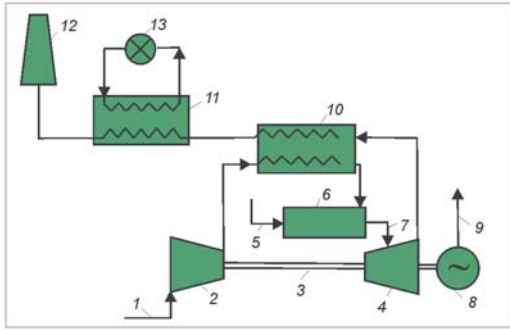


Pramonės galutinės energijos (šilumos, elektros, gamtinių dujų, skysto kuro, malkų ir anglių) pasiskirstymas pagal veiklas 2007 m.

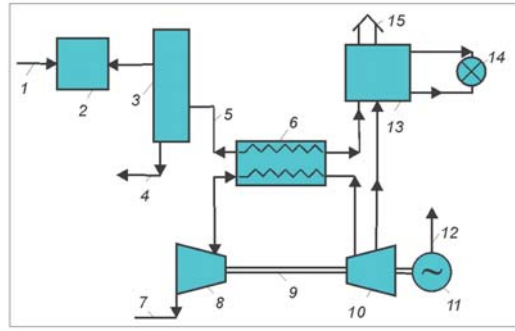
2008 m. baigtas valstybės biudžeto lėšomis finansuotas mokslo tiriamasis darbas **Energijos vartojimo efektyvumo didinimo pramonės ir pastatų sektoriuose tyrimas**, kuriame atlikta 2005–2007 m. pramonės struktūrinių pokyčių bei energijos vartojimo pramonėje analizė. Išsamiai išanalizuota stambiausia – maisto produktų ir gėrimų pramonės šaka, suvartojanti apie trečdalį visų pramonės energijos sąnaudų. Vienas energijos vartojimo pramonėje efektyvumo įvertinimo rodiklių

yra įmonių energijos sąnaudų produkcijos vienetui pagaminti palyginimas su analogiškais sąnaudomis Vakarų šalyse. Vykdam darbą surinkti energijos vartojimo efektyvumo pasirinktose maisto produktų ir gėrimų pramonės įmonėse duomenys, kurie palyginti su analogiškais įmonėmis Vakarų šalyse, vadovaujantis tų šalių rezultatų palyginimo metodika ir patirtimi. Pagal gautus rezultatus pateiktos rekomendacijos apie energijos vartojimo efektyvumo pasirinktoje pramonės šako-

	Metai					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Energijos intensyvumas</b> (TNE/milijonui Lt sukurto BVP)						
Bendras	77,2	72,0	69,8	67,5	66,4	64,1
Pramonėje	71,5	65,0	60,5	60,0	59,2	56,0
<b>Darbo našumas</b> (BPV/faktiškai dirbtai 1 val., Lt)						
Visame ūkyje	18,4	20,0	22,0	23,8	27,1	30,6
Apdirbamoji gamyba	17,8	20,1	24,9	26,0	29,2	32,0



Kogeneracinės jėgainės su mikroturbina principinė schema (kuras – dujos, dyzelinas): 1 – aplinkos oras, 2 – oro kompresorius, 3 – velenas, 4 – turbina, 5 – kuras, 6 – degimo kamera, 7 – degimo produktai, 8 – generatorius, 9 – elektros energija, 10 – rekuperacinis oro šildytuvas, 11 – atliekinės šilumos šilumokaitis, 12 – kaminas, 13 – šilumos vartotojai



Kogeneracinės jėgainės su mikroturbina principinė schema (kuras – biomasė): 1 – tiekiamą biomasę, 2 – kuro sandėlis, 3 – dujųofikatorius ir degimo kamera, 4 – šalinami pelenai, 5 – degimo produktai, 6 – oro šildytuvas, 7 – aplinkos oras, 8 – oro kompresorius, 9 – velenas, 10 – turbina, 11 – generatorius, 12 – elektros energija, 13 – atliekinės šilumos šilumokaitis, 14 – šilumos vartotojai, 15 – kaminas

je didinimo galimybes ir perspektyvą. Mažoms ir vidutinio dydžio įmonėms pateiktas Energetikos vadybos įgyvendinimo modelis, parengta kompiuterinė energetikos vadybos *E-mokymų* sistema.

Atsižvelgiant į Europos Parlamento ir Tarybos 2004 m. vasario 11 d. direktyvą 2004/8/EB, kurioje nurodomas elektros energijos gamybos kogeneracinėse jėgainėse skatinimas, atliktas mažos galios (30–250 kW) mikroturbinų (viena kogeneracijos technologijų) diegimo pramonės ir pastatų sektoriuose galimybių įvertinimas, o keliuose pasirinktuose objektuose – jų diegimo techninis ir ekonominis pagrindimas.

Darbe įvertintos efektyvesnio elektros energijos vartojimo gyvenamųjų namų sektoriuje galimybės. Surinkti išsamūs statistikos duomenys apie gyvenamuosiuose namuose elektrą vartojančius prietaisus, elektros vartojimo efektyvumą, efektyvumo didinimo galimybes esamą įrangą keičiant naujomis technologijomis. Gauti duomenys palyginti su analogiškais Vakarų šalių duomenimis. Įvertinta teisinė bazė, kliūty, trukdančios efektyviau vartoti elektrą gyvenamuosiuose namuose, pasiūlytos priemonės esamai padėčiai pagerinti.

Vykdamas Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo programą (2006–2010 m.) atliktas UAB *Senjorų rezidencija* priklausančio pensionato (Pakalnės g. 3, Birštone) pastato vandens tiekimo sistemoje įvykusios avarijos priežasčių ekspertinis tyrimas. Įvertinta Smalininkų technologijų ir verslo mokyklos, UAB *Jurbarko komunalininkas*, Viešosios įstaigos *Eržvilko pirminės sveikatos priežiūros centras*, VŠĮ

*Juodupės komunalinis ūkis* eksploatuojamų katilinių veikla 2007–2008 m. ir nustatytos iš jų centralizuotai tiekiamos šilumos planuojamos realizacijos kainos. Atliktas Anykščių miesto katilinių Pušyno ir Šaltupio gatvėse šilumos tinklų sujungimo techninis ir ekonominis pagrindimas bei Geoterminio šildymo sistemos, įrengtos *Teisėjų mokymo centre* Sanklodžiškių kaime (Molėtų r.), ekspertinis įvertinimas.

## Dalyvavimas tarptautiniuose projektuose

### Elektros variklių panaudojimo efektyvumo tyrimas

*ES Pažangi energetika Europai* programos projektas, kurio trukmė – 30 mėnesių, vykdė partneriai iš 15-os Europos šalių. Projekto vadovas – Prancūzijos *Nacionalinė energetikos agentūra*.

Pagrindinis šio darbo tikslas – įvertinti atskirų šalių elektros variklių panaudojimo pramonėje efektyvumą bei pasiūlyti priemones jų panaudojimo efektyvumui padidinti. Šiuo metu elektros varikliai sunaudoja apie 70 % visos elektros energijos, suvartojamos pramonėje.

Pagal projekto programą, LEI skirta tirti elektros variklių panaudojimo Lietuvos vandens tiekimo įmonėse efektyvumą. Lietuvoje šiose įmonėse elektros energijos taupymo potencialas yra labai didelis.

Pagal darbų programą atlikti energetiniai auditai pasirinktose vandens tiekimo įmonėse. Auditų metu buvo naudojamos mokslinės elektros vartojimo parametrų matavimo metodikos bei sukurtos metodikos gautiems matavimo duomenims apskaičiuoti. Gauti rezultatai pagal bendrą duomenų palyginimo metodiką palyginti su kitų šalių rezultatais. Nustatytas preliminarus elektros energijos suvartojimo vandens tiekimo įmonėse taupymo potencialas. Atskirose įmonėse jis siekia iki 50 % šiuo metu naudojamos elektros energijos.

Vadovaujantis tyrimų rezultatais nustatytos priemonės bei vandens tiekimo įmonėms pateikti pasiūlymai, kaip, diegiant naujas technologijas, moderni-



## ELEKTROS VARIKLIŲ PANAUDOJIMO EFEKTYVUMO PROGRAMA

Elektros variklių panaudojimo efektyvumo programa yra Europos Komisijos skatinama savanoriška programa, kuria siekiama, kad įmonės:

Gerintų elektros variklių panaudojimo efektyvumą

Mažintų šiltnamio dujų emisijas



zuojančios elektros variklių valdymą ir jų panaudojimą, geriau panaudoti esamus elektros variklius.

Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras tapo programos Europos elektros variklių panaudojimo efektyvumas atstovu Lietuvoje. Šiuo metu į šią programą įsitraukė apie 30 naujų, įvairių Lietuvos pramonės įmonių, siekiančių padidinti savo įmonėse naudojamų elektros variklių darbo efektyvumą.

**ES buitinių elektros prietaisų energetinio ženklavimo strategijos paruošimas ir įgyvendinimas Vidurio ir Rytų Europos šalyse**

ES Pažangi energetika Europai programos projektas, kurio trukmė – 30 mėnesių, vykdė partneriai iš 9-ių Europos Sąjungos šalių. Projekto vadovas – Čekijos Respublikos *Efektvyvios energetikos centras*.

Pagrindinis šio projekto tikslas buvo įvertinti elektros energijos vartojimą ir jo efektyvumą ES šalių gyvenamuosiuose namuose, pasiūlyti priemones elektros energijos vartojimui gyvenamuosiuose namuose sumažinti. Šis darbas labai aktualus Lietuvai, kurioje beveik 2/3 elektros energijos suvartojama pastatuose.

Pagal projekto darbų programą įvertinti Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys energijos vartojimą pastatuose, atlikti energetiniai auditai pasirinktuose pastatuose, naudojant moksliskai pagrįstą, specialiai parengtą metodiką, nustatyti pagrindiniai elektros energijos vartotojai esamuose gyvenamuosiuose pastatuose. Įvertintas pagrindinių buitinių elektros prietaisų elektros energijos vartojimo efektyvumas. Atlikus energetinius auditus nustatytas elektros energijos taupymo gyvenamuosiuose namuose potencialas, pasiūlytos priemonės efektyviau vartoti elektros energiją.

Išsami informacija apie elektros energijos vartojimą gyvenamuosiuose namuose, taip pat parengtos metodikos, leisiančios įvertinti elektros energijos taupymo galimybes ir įdiegtų taupymo priemonių techninį bei ekonominį efektyvumą,



ES Greenlight programos nugalėtojai

sudarys galimybę gyventojams efektyviai vartoti elektros energiją gyvenamuosiuose namuose.

**Elektros energijos panaudojimo apšvietimui efektyvumo tyrimai**

ES Pažangi energetika Europai programos projektas, kurio trukmė – 28 mėnesiai, vykdė partneriai iš 9-ių Europos Sąjungos šalių. Projekto vadovas – Čekijos Respublikos *Efektvyvios energetikos centras*.

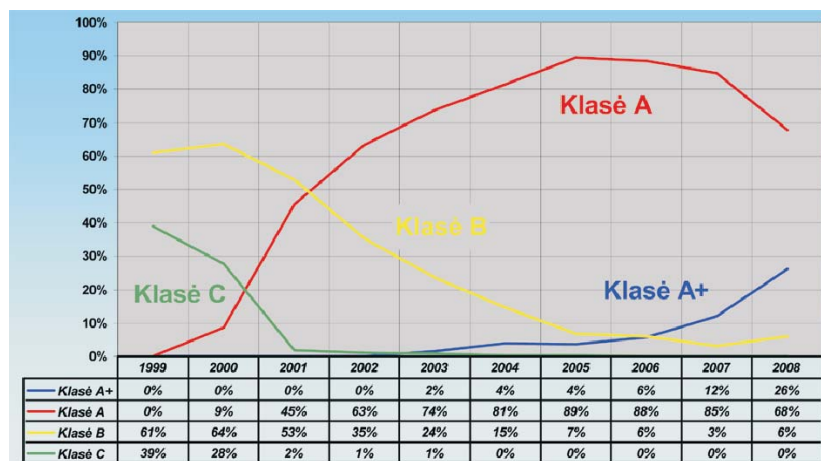
Pagrindinis šio projekto tikslas buvo įvertinti elektros panaudojimą miesto teritorijoms bei visuomeninės paskirties pastatams apšviesti, pasiūlyti priemones, kaip mažiau suvartoti elektros energijos apšvietimo reikmėms.

Vykdamas darbą įvertintos šiuo metu naudojamos apšvietimo technologijos, elektros energijos suvartojimo mažinimo galimybės, pasiūlytos naujos apšvietimo technologijos, leidžiančios mažiau sunaudoti elektros energijos, skirtos miesto teritorijoms bei visuomeniniams pastatams apšviesti.

Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras paskirtas Europos Efektvyviaus apšvietimo programos atstovu Lietuvai. Europos Komisijos iniciatyva Europos efektyvaus apšvietimo programa (Green Light) įkurta 2000 m. vasario 7 d. Vykdamas projektą į minėtą programą įsijungė apie 40 įvairių Lietuvos organizacijų (universitetai, savivaldybės, mokyklos, sporto mokyklos, sporto centrai, Kauno oro uostas ir kt.).

Programa yra savarankiška ir įmonės, organizacijos, kurios įdiegė, modernizavo ar dar ruošiasi modernizuoti savo patalpų ar teritorijų apšvietimo sistemas, gali savarankiškai įsijungti į vykdomą programą. Europos Komisija programos dalyviams kol kas neteikia tiesioginės finansinės paramos apšvietimo sistemoms modernizuoti, tačiau apšvietimo srities specialistams ji teikia labai gausią informaciją apie naujausias bei kuriamas moder-

...



AB Snaigė gaminamų buitinių šaldytuvų pasiskirstymas pagal energetinio efektyvumo klases

nias apšvietimo sistemas, geriausių kitų šalių patirtį jas modernizuojant.

Labai aktyviai vykdant projektą dalyvavo Kauno miesto savivaldybė, kuriai už aktyvią veiklą, modernizuojant Kauno miesto gatvių apšvietimą, pirmą kartą Lietuvoje suteiktas Europos efektyvaus apšvietimo programos 2008 metų apdovanojimas.

### ***Pažangios energetikos sistemos Europos vientisumui didinti***

ES Pažangi energetika Europai programos projektas, kurio trukmė – 36 mėnesiai, vykdytas su partneriais iš 12-os Europos Sąjungos šalių. Projekto vadovas – Vokietijos *Atsinaujinančių energijos šaltinių centras*, įsikūręs Miunchene.

Pagrindinis šio projekto tikslas buvo įvertinti potencialias 8-ių atrinktų Europos Sąjungos šalių regionų decentralizuotų energijos gamybos išteklių plėtros galimybes, panaudojant ES Struktūrinių ir Sanglaudos fondų lėšas. Vykdamas projektą, padedant projekto strateginiams partneriams (EURADA, REC, UNEP, URBIS ir kitiems), buvo išnagrinėta ir įvertinta ES politika skatinant regionų vystymąsi, mažinant ekonominio išsivystymo skirtumus tarp atskirų šalių regionų, skatinant atsinaujinančiųjų energijos išteklių plėtrą regionuose.

Vienas atrinktų Europos šalių regionų buvo Kauno regionas, kuriam parengta energetikos strategija. Kauno regiono energetikos strategijos pagrindinis tikslas buvo įvertinti esamą energetikos sektoriaus padėtį regione, atsinaujinančiųjų energijos išteklių potencialą, pateikti regiono energetikos sektoriaus vystymo viziją, projektų, kurie galėtų būti iš dalies finansuojami ES struktūrinių fondų lėšomis, pavyzdžius.

Kauno rajono energetikos strategija parengta vadovaujantis ***Lietuvos Nacionalinės energetikos strategija***. Kauno regiono strategijos nuostatos atitinka svarbiausias Lietuvos Nacionalinės energetikos strategijos nuostatas. Kauno regiono energetikos strategijoje pateikta papildomų duomenų apie Kauno regiono energetikos sektorių.

Pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos stabiliai energetikos veiklai Lietuvoje (ir Kauno regione) yra šie:

- I. Vyraujantis pirminės energijos išteklių importas iš Rusijos, Lietuvos dujų tiekimo ir elektros energetikos sistemų priklausomybė nuo Rusijos energetikos sistemų bei jungčių su Vakarų Europos energetikos



*Apdovanojimo įteikimas Kauno miesto savivaldybei*

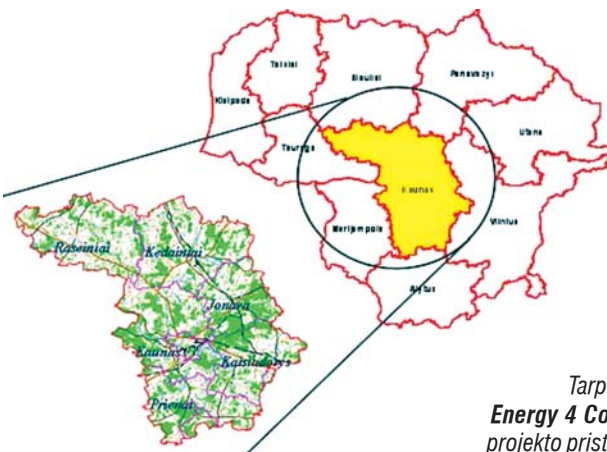
sistemomis nebuvimas;

- II. Ignalinos atominės elektrinės uždarymas 2009 metais, turėsiantis didelę neigiamą įtaką elektros energijos išteklių struktūrai, pirminės energijos balansui ir elektros energijos kainai 2010–2015 metais.

Efektyvesnė energijos gamyba bei vartojimas, platesnis atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimas gali gerokai sušvelninti neigiamą poveikį energetikos sektoriaus veiklai bei plėtrai Kauno regione.

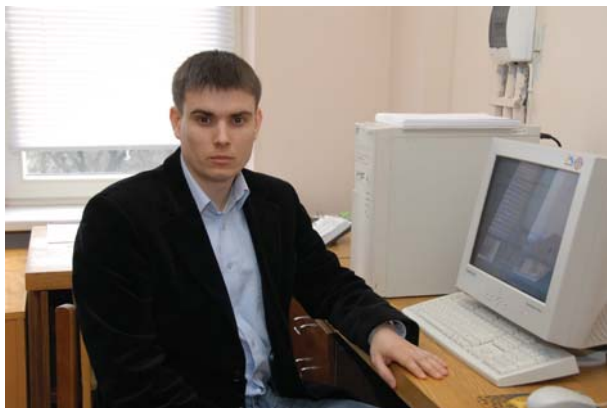
Norint sėkmingai įvykdyti naujuosius energetikos projektus, būtinas glaudus visų suinteresuotų organizacijų, tokių kaip apskrities administracija, savivaldybės, energetikos įmonės, gyvenamųjų namų bendrijos, bankai ir kt., bendradarbiavimas. Vykdamas tarptautinį projektą parengta vieninga regionų energetikos sektoriaus strategijų rengimo metodologija, kuri panaudota rengiant 8-ių atrinktų ES šalių regionų energetikos strategijas. Įvairių organizacijų idėjos ir pasiūlymai įvertinti ir apibendrinti minėtoje strategijoje, nustatant energetikos sektoriaus vystymo kryptis bei prioritetus. Projekto vykdymo rezultatai pristatyti 8-iuose nacionaliniuose seminaruose, parengtas bendras leidinys, išverstas į 8-ias užsienio kalbas.

Pagal vykdytų darbų tematiką 2007–2008 metais surengti 6 (2 jų tarptautiniai) seminarai, tyrimų rezultatai pateikti 12-oje mokslinių straipsnių, perskaityti 8 pranešimai (2 jų tarptautinėse) mokslinėse konferencijose.



*Tarptautinio Energy 4 Cohesion projekto pristatymas*





**Vadovas – dr. Virginijus RADZIUKYNAS**

Tel. (8 37) 401 943

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

### Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

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

## Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorija

Sparčiai plėtojantis informacinėms technologijoms elektros energetikos sistemose (EES) daugėja valdymo ir apsaugos techninių priemonių, intelektikos ir intelektinių elektroninių valdiklių (angl. – IED). EES valdymo algoritmai tampa sudėtingesni, nes reikia suderinti šių priemonių veikimą taip, kad EES režimas būtų valdomas norima linkme, sukoordinuoti jų veikimą teritoriniu mastu. Taikomos naujos informacinės ir komunikacijų technologijos, pvz., globali pozicionavimo sistema (GPS), kuria grindžiamos didelę teritoriją apimančio valdymo rajono apsaugos sistemos (angl. – WAPS). Siekiama realiu laiku apdoroti daugiau informacijos (telematavimų, telesignalų) iš įvairių EES objektų ir pagal ją: 1 – suformuoti EES būseną atitinkančius valdymo poveikius ir perduoti juos į EES valdymo įrenginius; 2 – parinkti optimalius automatikos įtaisų nuostatus. Siekiama nustatyti optimalų centralizuoto ir decentralizuoto valdymo santykį. EES pradedamos taikyti lanksčiosios kintamosios srovės perdavimo sistemos (angl. – FACTS) – tai galios elektronikos (kelių kilovoltų įtampos puslaidininkinių prietaisų) įrenginiai, didinantys tinklų pralaidumą ir gerinantys EES veikimo stabilumą. Geresnis valdymas didina ekonominį EES veiksmingumą, mažina avarinių įvykių riziką, leidžia lokalizuoti avariją nacionalinėje sistemoje ar išvengti jos išplitimo visoje jungtinėje sistemoje.

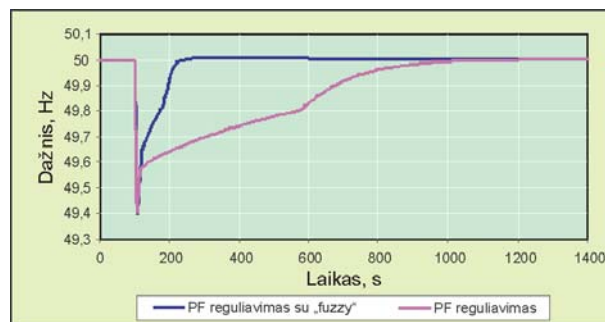
Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorija **atlieka tyrimus ir siūlo paslaugas** šiose srityse:

- EES parametrų tyrimas ir įvertinimas;
- EES, elektros tinklų ir valdymo sistemų matematinis modeliavimas;
- EES pažangių valdymo metodų, naujų automatinio valdymo priemonių ir informacinių komunikacinių technologijų taikymo tyrimai;
- EES valdymo problemų tyrimas ir valdymo algoritmų kūrimas (dažnio, aktyviosios ir reaktyviosios galios valdymas, statinis ir dinaminis stabilumas, nuostolių

mažinimas, elektros kokybės įvertinimas, avarių prevencija, elektros rinka);

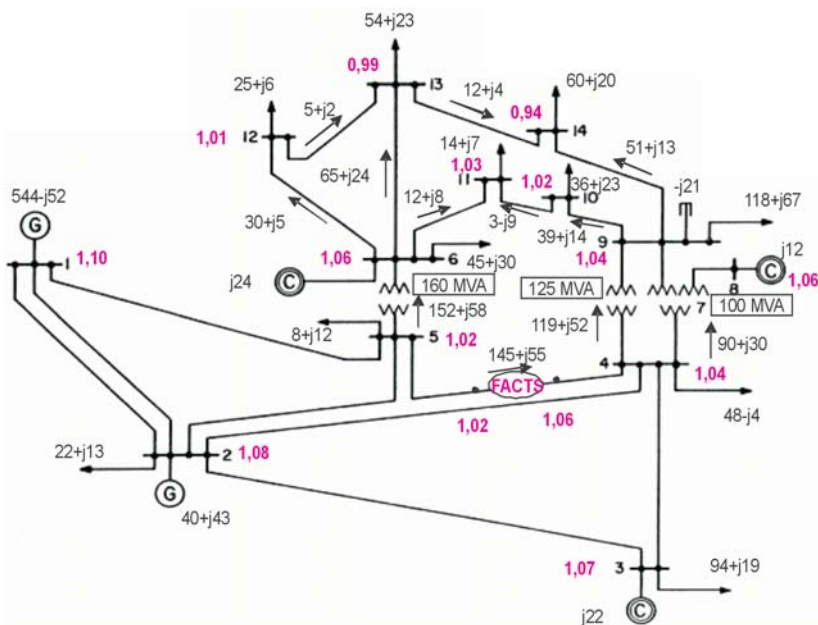
- EES, elektros tinklų valdymo ir elektros vartojimo teisinio reglamentavimo problemos;
- EES, elektros tinklų valdymo ir plėtros bei elektros vartojimo ekonominio efektyvumo analizė;
- EES patikimumo, rizikos ir saugumo tyrimai bei vertinimai;
- EES veikimo optimizavimas rinkos sąlygomis, balansavimo, sisteminių ir papildomų paslaugų konkurencinių mechanizmų kūrimas;
- EES valdymo poreikių nustatymas integruojant į EES vėjo elektrinių parkus, kitas atsinaujinančių energijos išteklių elektrines, smulkiuosius generatorius.

2008 m. laboratorija baigė valstybės subsidijomis finansuotą trejų metų darbą **Nacionalinio galių balanso valdymo išteklių efektyvus panaudojimas Lietuvos ir Baltijos EES**. Šis darbas atitiko mokslinės veiklos kryptį **Sudėtingų sistemų modeliavimas, jų valdymo metodų ir kontrolės tech-**



Izoliuotos Baltijos EES dažnio kitimo kreivės, kai galia pasikeičia 200 MW





Ribinio režimo parametrai modifikuotoje IEEE 14 mazgų testinėje schemeje su FACTS įrenginiu šakoje 5–4

ninių priemonių kūrimas. Darbe nagrinėtos efektyvaus balanso valdymo išteklių panaudojimo galimybės. Siekiant sukurti efektyvius EES darbo režimo ir būtinųjų galios rezervų parinkimo ir jų valdymo metodus, ištirtos turimų galios išteklių reguliavimo bei naujausių pasiekimų ir metodų (pvz., remiantis FUZZY logika) pritaikymo galios automatinio reguliavimo kokybei pagerinti galimybės.

Darbe taip pat nagrinėjama EES darbo režimų įtaka sistemos patikimumui. Atlikta avarijų, kurių metu galėtų būti nutrauktas elektros energijos tiekimas dideliems šalies rajonams, priežasčių bei jų prevencijos galimybių analizė, siekiant tiksliau įvertinti pasirinkto EES darbo režimo riziką ir numatyti priemones jai sumažinti.

Ištirti parametrinės identifikacijos ir spektrinės analizės metodai leistų tiksliau ir operatyviau gauti EES dinaminį dažninių charakteristikų parametrų įverčius, suteiktų papildomą informaciją apie galimą dažnio kitimo pobūdį didelių avarijų atveju ir leistų pasirinkti sistemos struktūrą didinant sistemos atsparumą trikdžiams.

Nustatyti galimi galių balanso nuokrypių dydžiai įvairioms instaliuotoms vėjo elektrinių galioms. Išnagrinėti efektyvesnio balanso valdymo išteklių panaudojimo būdai įvairių trikdžių atvejais, siekiant optimaliai panaudoti turimus galios rezervus.

2008 m. laboratorija Lietuvos Respublikos ūkiniams vienetais atliko sutartinius mokslinius tiriamuosius darbus. Vienos didžiausių Vidurio Europos naftos perdirbimo įmonių AB *Mažeikių nafta* (10 mln. t naftos per metus) užsakymu atlikti projektai (kartu su UAB *Energetikos projekta*):

- AB *Mažeikių nafta* naujų elektros įrenginių prijungimo prie tinklų teisinis sąlygų tyrimas;
- AB *Mažeikių nafta* elektros tinklo plėtros ir rekonstrukcijos planas;
- AB *Mažeikių nafta* elektros tinklo plėtros variantų ekonominio efektyvumo skaičiavimai.

Projekto **AB Mažeikių nafta naujų elektros įrenginių prijungimo prie tinklų teisinis sąlygų tyrimas** vykdymo metu įvertintos AB *Mažeikių nafta* teisinės ir techninės galimybės prijungti naujus elektros įrenginius prie perdavimo tinklų, įvertintas prijungimus reglamentuojančių Lietuvos Respublikos teisės aktų nuoseklumas ir atitiktis naujo vartotojo poreikiams. AB *Mažeikių nafta* pateiktos ekspertų rekomendacijos naujiems įrenginiams prijungti prie elektros tinklų.

Projekto **AB Mažeikių nafta elektros tinklo plėtros ir rekonstrukcijos planas** vykdymo metu pateikti keli AB *Mažeikių nafta* elektros tinklo plėtros ir rekonstrukcijos plano variantai, išanalizuoti kiekvieno privalumai ir trūkumai, atliktas pirminis ekonominis variantų palyginimas.

Vykdamas projektą **AB Mažeikių nafta elektros tinklo plėtros variantų ekonominio efektyvumo skaičiavimai**, nustatytas AB *Mažeikių nafta* elektros tinklo plėtros variantų ekonominis efektyvumas, įvertinant ne tik kapitalo investicijas, bet ir „naujo tinklo“ eksploatacijos bei elektros energijos nuostolių sąnaudas.

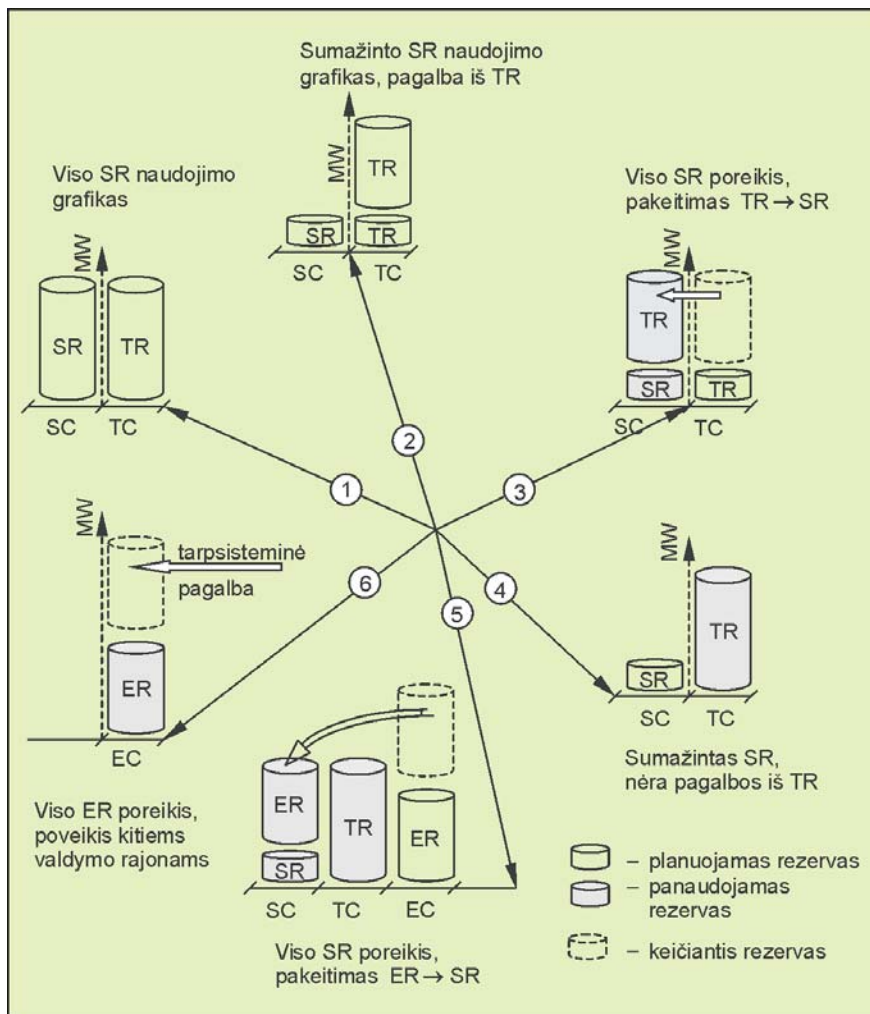
AB *Lietuvos energija* užsakymu atlikta dalis projekto **Perspektyvinės Lietuvos energetikos 2025 metų schemos dinaminio režimų tyrimas** darbų ir pateiktos tarpinės ataskaitos:

- Lietuvos energetikos sistemos plėtros iki 2025 m. schema;
- Lietuvos energetikos sistemos matematinio modelio sudarymas 2010, 2015, 2025 metams.

Projekto **Lietuvos energetikos sistemos plėtros iki 2025 metų schema** vykdymo metu pateikta perspektyvinė Lietuvos elektros energetikos sistemos plėtros schema (planas) iki 2025 m. Numatyti generuojančiųjų šaltinių plėtros variantai ir 110–330 kV perdavimo tinklų plėtra iki 2025 m., išskiriant tarpinius 2010 ir 2015 m. Nagrinėjama perspektyvai pateiktos Lietuvos elektros energijos poreikių ir maksimalios reikiamos galios prognozės.

Vykdamas projektą **Lietuvos energetikos sistemos matematinio modelio sudarymas 2010, 2015, 2025 metams** kompiuterinės programos PSS/E 30.2 formatu parengtas skaičiavimų modelis Lietuvos elektros energetikos sistemos 110–330 kV perdavimo tinklo elektriniams skaičiavimams atlikti. Modelis sudarytas trims laikotarpiams – 2010, 2015 ir 2025 metams. Perspektyviniai generatoriai ir tinklų įrenginiai modeliui parinkti pagal minėtąją **Lietuvos energetikos sistemos plėtros iki 2025 metų schemą**. Šiame darbe nustatyti ir suvesti į modelį perspektyvinių generatorių ir tinklų įrenginių parametrai. Modelis skiriamas Lietuvos elektros energetikos sistemos 110–330 kV perdavimo tinklo statiniams, dinaminiais ir trumpųjų jungimų skaičiavimams.

UAB *Šilutės šilumos tinklai* užsakymu atlikta studija **Kogeneracinės jėgainės prijungimo prie elektros tinklų ekspertizė**, kurioje pateikiama kogeneracinės jėgainės



Rezervų pakeitimas, esant sumažintam antrinio reguliavimo rezervui. SC, TC, EC – antrinis, tretinis ir avarinis valdymas. SR, TR ir ER – antrinis, tretinis ir avarinis rezervai

prijungimo prie skirstomųjų tinklų operatoriaus AB VST ekspertizė. Įvertinta operatoriaus pateiktų techninių sąlygų (prijungimui prie operatoriaus elektros tinklų projektuoti), techninio projekto ir prijungimo prie operatoriaus tinklų išlaidų pagrįstumas.



Laboratorijos darbuotojai dalyvauja tarptautiniuose projektuose, vienas jų – **UNDERSTAND** – Europos Komisijos *Leonardo da Vinci* programos dalis.

Šio projekto tikslas – iširti „tarpsteminio“ bendradarbiavimo problemas krizių valdymo metu, nustatyti mokymo poreikį ir sukurti patrauklų mokymo programų paketą, skirtą Europos elektros energijos tiekėjams, perdavimo sistemų ir skirstomųjų tinklų operatoriams bei elektros inžinerijos specialistų ruošimo institucijoms.

Tarptautiniame projekte **Bulk Electrical Energy Transport in Europe**, kurio vykdymo metu išdėstoma, kaip dirba elektros energetikos sistema, pateikiamos naujausios technologijos, jų privalumai ir trūkumai, išnagrinėtos problemos, susijusios su elektros energetikos sistemų darbu ir plėtra, numatomos gairės elektros energetikos sistemoms plėtoti

ateityje, užtikrinant:

- realią elektros rinką, kuriai reikalingi stiprūs tarpsteminiai ryšiai;
- atsinaujinančių energijos išteklių plėtrą;
- didelį elektros energijos tiekimo patikimumą.

Šio projekto rezultatai skirti Europos institucijoms (pvz., Europos Komisijai), kurios rūpinasi elektros energetikos sektoriumi. Projektą koordinuoja Europos akademijų mokslo patarimoji taryba (European Academies Science Advisory Council), kurią sudaro 26 ES valstybių narių nacionalinės mokslo akademijos. Ši taryba padeda savo narėms siekti bendrų veiksmų teikiant pasiūlymus ES politikos kūrėjams. Tokiu būdu Europos politikai išgirsta kolektyvinę Europos mokslininkų nuomonę.



2008 m. atliktų tyrimų rezultatai paskelbti 1 straipsnyje leidinyje, įrašytame į Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąrašą; 1 straipsnyje mokslo leidinyje, registruotame tarptautinėse mokslinės informacijos duomenų bazėse. Laboratorijos darbuotojai perskaitė 2 pranešimus tarptautinėse, 1 – Lietuvos konferencijose.



**Vadovas – prof. habil. dr. Brunonas GALLIUSIS**  
Tel. (8 37) 401 961  
El. paštas [hydro@mail.lei.lt](mailto:hydro@mail.lei.lt)

### **Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:**

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

## **Hidrologijos laboratorija**

Hidrologijos laboratorijoje vykdomas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas ***Klimato kaitos įtaka Lietuvos vandens išteklių būklei ir hidroenergetikos sektoriui*** (2007–2009). Globalus klimato atšilimas turi neišvengiamą įtaką esminiems hidrologinio režimo bei vandens išteklių svyravimams. Pagal klimato kaitos scenarijus prognozuojamas oro temperatūros didėjimas, kritulių ir suminio garavimo pokyčiai ypač paveiks upių nuotėkio metinį pasiskirstymą bei sukels ekstremalių nuotėkio elementų (potvynių ir sausrų) kaitą. Lietuvoje, kaip ir kitose ES šalyse, aktualus atsinaujinančiųjų energijos išteklių panaudojimas, leidžiantis sumažinti neigiamus klimato kaitos padarinius (šiltnamio efektą). Vieni plačiau naudojamų atsinaujinančiųjų energijos išteklių yra upių hidroenergetiniai ištekliai, tiesiogiai priklausantys nuo upių nuotėkio parametrų. Vykstant klimato atšilimo procesams, pasikeitę upių vandens ištekliai turės tiesioginę įtaką tiek hidroenergetikos gamybai, tiek užtvankų saugumui ekstremalių gamtinių situacijų metu.

2007 m. laboratorijos darbuotojai nustatė meteorologinių ir hidrologinių parametrų kaitos tendencijas Lietuvoje bei palygino rezultatus su Baltijos ir Šiaurės šalių gautais parametru trendais. 2008 m. sukurtas Nemuno nuotėkio formavimosi modelis, naudojant šiuolaikinę Švedijos mokslininkų sukurtą programinę įrangą HBV. Naudojant šį modelį atlikta Nemuno nuotėkio prognozė pagal įvairius klimato kaitos scenarijus ir išanalizuotas Kauno HE darbas, įvertinant Nemuno nuotėkio prognozes.

Laboratorijoje vykdomi Lietuvos vandens telkinių tyrimai paremti gausiais hidrografiniais, hidrologiniais, morfometriniais, meteorologiniais ir kitais, daugelį metų nuo Hidrologijos laboratorijos įkūrimo (1961 m.) kauptais, duomenimis. Naudojant Danijos hidraulikos instituto šiuolaikinės vandens telkinių reiškinų modeliavimo sistemos MIKE 21 modulius (hidrodinaminis, bangų, advekcijos, dispersijos bei nešmenų pernašos) sprendžiamas svarbiausias aplinkosaugos uždavinys – ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimas.

Naudojant sukauptą duomenų bazę laboratorijoje sprendžiami šie uždaviniai:

- ūkinės veiklos vandens telkiniuose poveikio aplinkai vertinimas bei gamtosaugos priemonių pagrindimas;
- klimato ir nuotėkio kaitos analizė ir jo poveikis vandens ištekliams;
- hidrotechnikos statinių pavojaus ir rizikos analizė;
- krantinių sąveikos su vandens tėkme tyrimas ir optimalių konstrukcijų parinkimas;
- gamtosaugos sąlygų nustatymas vandens telkinius naudojant įvairiems tikslams;
- nuotekų sąmaišos ir sklaidos skaitinis modeliavimas kritinė-



*Klaipėdos uostas*



- mis vandens telkinių modelių sąlygomis;
- dvimačių hidrodinaminių įvadinųjų parametru jautrumo ir neapibrėžtumo analizė.

## Tyrimo objektai

Svarbiausi laboratorijos mokslinių tyrimų objektai – Lietuvos upės, Drūkšių ežeras, Kauno ir Kuršių marios, Baltijos jūra. Šie vandens telkiniai patiria ekstremalių gamtos reiškinių (audrų, liūčių, sausrų) ir ūkinės veiklos (atominės elektrinės, tvenkinių, hidroelektrinių, laivybos) poveikį.

## Tarptautinis bendradarbiavimas

2007 m. su Šiaurės šalimis pradėtas bendras projektas **Klimatas ir energija (Climate and Energy Systems)**. Projektą finansuoja Šiaurės šalių ministrų energetikos taryba. Šiame projekte dalyvauja Norvegijos, Švedijos, Suomijos, Danijos, Islandijos, Lietuvos, Latvijos ir Estijos mokslininkai. Pagrindinis mokslinio darbo tikslas – nustatyti klimato kaitos įtaką energetikos sektoriui. Hidrologijos laboratorijos darbuotojai dalyvauja klimato ir upių nuotėkio statistinės analizės grupės veikloje.

2008 m. atlikti šie tyrimai: Lietuvos upių metinių, sezoninių ir potvynių debitų tendrų analizė 1920–2003, 1941–2003 ir 1960–2003 m. Gautieji rezultatai palyginti su Šiaurės šalių atliktais analogiškais tyrimais. Nustatytos šios bendros tendencijos: didėja upių žiemos nuotėkis, anksčiau prasideda pavasario potvyniai bei mažėja maksimalūs potvynio debitai.

## Lietuvos upių tyrimai

Lietuvos vandens telkinių geros būklės siekis glaudžiai susijęs su hidrografiniais, hidrologiniais, vandens ūkio bei gamtosaugos tyrimais. Tik įvertinus įvairių fizinių geografinių rajonų vandens telkinių ypatybes, galimas tvarus vandens ekosistemų vystymasis.

Hidrologijos laboratorija Vyriausybės nutarimu patvirtinta Lietuvos upių ir ežerų kadastro duomenų teikėja, kuriai pavesta kaupti duomenis apie upių hidrografiją bei hidrotechninius statinius.



Neris

Siekiant efektyviau panaudoti vandenį bei tekančio vandens energiją, upių slėniuose statomos užtvankos. Tačiau toks žmogaus poreikių tenkinimas labai žaloja gamtinę aplinką. Patvenkus upę, staiga pasikeičia svarbiausi vandens ekosistemų abiotiniai parametrai: hidrologinis bei terminis režimas, cheminė vandens sudėtis ir nešmenų kiekis tėkmėje.

Tyrimai rodo, kad žemiau užtvankos daugiau ar mažiau paveikiami visi ekologiškai svarbūs upės tėkmės ir vandens kokybę lemiantys rodikliai. Poveikis daugiausia priklauso nuo tvenkinio morfologinių parametru, užtvankos konstrukcijos ir darbo režimo. Gauti duomenys gali būti naudojami vertinant poveikį aplinkai, nustatant palankiausias projektuojamų tvenkinių įrengimo sąlygas ir tinkamiausią darbo režimą, kad antropogeninis poveikis upei būtų gerokai sumažintas.

## Bendradarbiavimas su valstybės institucijomis ir mokslo įstaigomis

Hidrologijos laboratorija glaudžiai bendradarbiauja su Kauno technologijos universiteto Aplinkos inžinerijos institutu, su kuriuo turi bendrą technologijos mokslų aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos krypties doktorantūrą, o nuo 1995 m. leidžia mokslo žurnalą **Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba**. Laboratorija atlieka bendrus kompleksinius aplinkos tyrimus su Geologijos ir geografijos, Botanikos ir VU Ekologijos institutais, Vilniaus Gedimino technikos, Klaipėdos bei Lietuvos žemės ūkio universitetais. Vienas svarbiausių Hidrologijos laboratorijos uždavinių yra bendros doktorantūros studijos ir aktualių Lietuvai vandens ūkio problemų tyrimas. Vykdamas Lietuvos energetikos instituto bendradarbiavimo sutartį su Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, laboratorijoje rengiamos planų, programų ir projektų ekspertizės.

## Pagrindiniai laboratorijos taikomieji darbai

Laboratorijoje vykdomi taikomieji darbai ir rengiami hidrotechninių statinių projektai pagal sutartis su įmonėmis ir organizacijomis:

- AB *Rėkyva* užsakymu buvo tiriamos ežero vandens lygio kaitos priežastys ir vandens balanso pokyčiai. Šiuos tyrimus finansavo Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas;
- VĮ *Klaipėdos valstybinio jūrų uosto* direkcijos užsakymu buvo rengiami Malkų įlankos gilnimo ir Klaipėdos uosto šiaurinės dalies farvaterio platinimo ir gilnimo projektai;
- LR aplinkos ministerijos užsakymu parengtos gamtosaugos sąlygos, kurių tikslas – reglamentuoti mažųjų HE darbas;
- VĮ *Klaipėdos valstybinio jūrų uosto* direkcijos užsakymu nagrinėtos Klaipėdos giliavandens jūrų uosto įrengimo galimybės;
- projektavimo įmonių užsakymu buvo rengiamos studijos apie Drūkšių ežero vandens potencialaus panaudojimo AE galimybes bei valčių prieplauką Smeltės pusiasalyje.

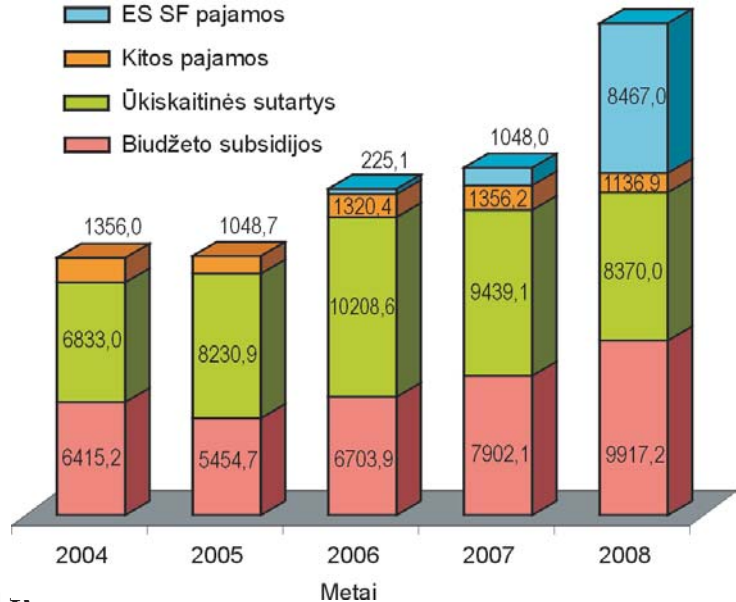
Laboratorijos darbuotojai 2008 m. dalyvavo 6 tarptautinėse konferencijose, paskelbė 8 mokslinius straipsnius Lietuvos ir užsienio leidiniuose.

# Instituto biudžetas

## Instituto pajamas sudaro:

- valstybinės subsidijos;
- lėšos už mokslo programų vykdymą ir specialistų rengimą;
- lėšos, gautos iš Lietuvos bei užsienio įmonių ir organizacijų už sutartinius darbus, mokslinės produkcijos ir gaminių realizavimą bei kitas paslaugas;
- lėšos, gautos iš įvairių fondų ir tarptautinių mokslo programų;
- lėšos, gaunamos iš kitų įmonių ir asociacijų už dalyvavimą bendruose projektuose ir rengiant specialistus;
- Struktūrinių fondų (SF) parama.

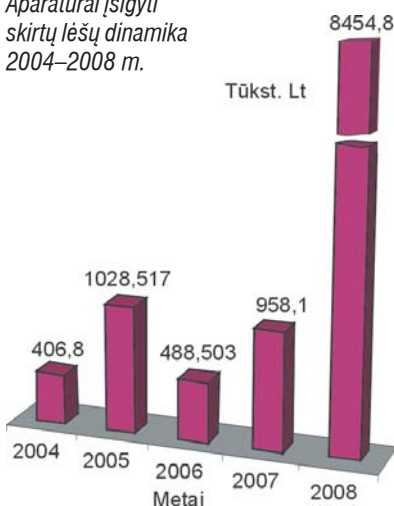
## Pajamų raida (tūkst. Lt)



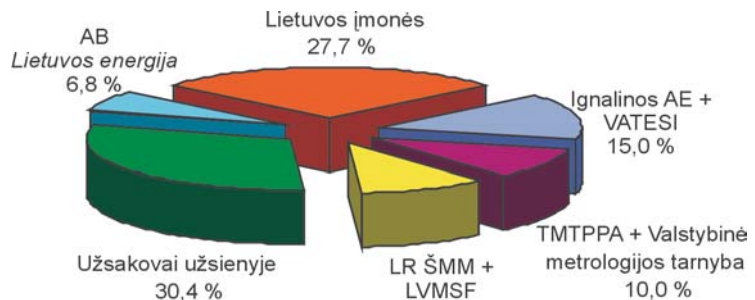
## Pajamų ir išlaidų struktūra (tūkst. Lt)

	2004 m.	2005 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.
<b>Pajamos:</b>					
Biudžeto subsidijos	6415,2	5454,7	6703,9	7902,1	9917,2
Ūkiskaitinės sutartys	6833,0	8230,9	10208,6	9439,1	8370,0
SF parama			225,1	1048,0	8467,0
Kitos pajamos	1356,0	1048,7	1320,4	1356,2	1136,9
Iš viso:	14604,2	14734,3	18458	19745,6	27891,1
<b>Išlaidos:</b>					
Atlyginimai (su soc. dr.)	8667,0	9345,5	10709,1	12919,9	15650,0
Eksplotacijos išlaidos	3699,7	3559,0	4696,6	4881,8	5059,0
Ilgalaikio turto įsigijimas	1564,3	1548,4	1185,5	2010,4	9757,3
Iš viso:	13931,0	14452,9	16591,2	19812,1	30466,3
Tęstinių sutarčių lėšos	2378,2	2878,0	4744,8	4678,1	2102,9

## Aparatūrai įsigyti skirtų lėšų dinamika 2004–2008 m.



## 2008 m. ūkiskaitinių darbų pajamos



VATESI – Valstybinė atominė energetikos saugos inspekcija  
 TMTPPA – Tarptautinių mokslo ir technologijų plėtros programų agentūra  
 LR ŠMM – Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija  
 LVMSF – Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas

# Svarbiausios publikacijos

## Knygos, monografijos

1. Šilumos energetika ir technologijos-2008 // Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2008. ISBN 978-9986-492-99-3, 341 p.
2. Juška A. P., **Miškinis V.** Lietuvos energetika 2007 / Energy in Lithuania 2007 // Lietuvos energetikos institutas, 2008. ISSN 1822-5268, 16 p.
3. **Pranevičius L.** Synthesis of Membranes for Hydrogen Separation // Kaunas: Vytautas Magnus University, Lithuanian Energy Institute, 2008, 50 p.
4. **Pranevičius L.** Hydrogen Production from Biogas using Thin Membranes // Kaunas: Vytautas Magnus University, Lithuanian Energy Institute, 2008, 55 p.

## Straipsniai leidiniuose, įrašytuose į Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąrašą

1. **Babilas E., Urbonavičius E., Rimkevičius S., Kaliačka A.** Analysis of the hydrogen behaviour in compartments of the Ignalina nuclear power plant // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2008. Vol 73, No. 1-2, p. 7-17.
2. **Baltušnikas A., Levinskas R., Lukošiuūtė I.** Analysis of heat resistant steel state by changes of lattices parameters of carbides phases // Materials science. ISSN 1392-1320. 2008. Vol. 14, No. 3, p. 210-214.
3. **Brinkienė K., Čėsnienė J., Kėželis R., Matulionienė V., Mėčius V.** Investigation of plasma coatings manufactured from synthesized zirconia // Materials science. ISSN 1392-1320. 2008. Vol. 14, No. 2, p. 138-142.
4. **Brinkienė K., Kėželis R., Čėsnienė J., Mėčius V., Žunda A.** Characterization of wear properties of plasma sprayed ceramic coatings // Materials science. ISSN 1392-1320. 2008. Vol. 14, No. 4, p. 345-349.
5. Cadini F., Zio E., **Kopustinskas V., Urbonas R.** A model based on bootstrapped neural networks for computing the maximum fuel cladding temperature in an RBMK-1500 nuclear reactor accident // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 9, p. 2165-2172.
6. D'Auria F., Gabaraev B., Radkevitch V., Moskalev A., **Ušpuras E., Kaliačka A., Parisi C., Cherubini M., Pierro F.** Thermal-hydraulic performance of primary system of RBMK in case of accidents // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 4, p. 904-924.
7. D'Auria F., Gabaraev B., Soloviev S., Novoselsky O., Moskalev A., **Ušpuras E., Galassi G., Parisi C., Petrov A., Radkevich V., Parafilo L., Kryuchkov D.** Deterministic accident analysis for RBMK // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 4, p. 975-1001.
8. D'Auria F., Novoselsky O., Safonov V., **Ušpuras E., Galassi G., Cherubini M., Giannotti W.** Thermal-hydraulic performance of confinement system of RBMK in case of accidents // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 4, p. 925-939.
9. Daunys M., Dundulis R., **Grybėnas A., Krasauskas P.** Hydrogen influence on mechanical and fracture mechanics characteristics of zirconium Zr-2.5Nb alloy at ambient and elevated temperatures // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 10, p. 2536-2545.

10. Jankauskas V., Kreivaitis R., Kulu P., Antonov M., **Milčius D., Varnauskas V.** Research of abrasive erosion wear for Fe-Cr-B hard layers // Mechanika. ISSN 1392-1207. 2008. Nr. 4, p. 71-76.
11. Jankauskas V., Kreivaitis R., **Milčius D., Baltušnikas A.** Analysis of abrasive wear performance of arc welded hard layers // Wear. ISSN 0043-1648. 2008. Iss. 11-12. Vol. 265. p. 1626-1632.
12. **Janulionis R., Daunys M., Dundulis G., Grybėnas A., Karalevičius R.** Numerical and experimental research of the influence of hydrogen on the fracture toughness of zirconium-2.5% niobium alloy // Mechanika. ISSN 1392-1207. Vol. 2008, Vol. 74, Nr. 6, p. 5-10.
13. **Jusevičiūtė A., Kaliačka A., Urbonavičius E., Duškesas G., Juodis L., Sonnenburg H.G.** Assessment of FEMAXI and TESP-ROD codes for modelling of BDBA in RBMK-1500 // Kerntechnik. ISSN 0932-3902. 2008. Vol. 73, No. 4, p. 197-206.
14. **Kaliačka A., Urbonavičius E., Ušpuras E.** Approach to accident management in RBMK-1500 // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 1, p. 241-249.
15. **Kaliačka A., Ušpuras E.** Development and testing of RBMK-1500 model for BDBA analysis employing RELAP/SCDAPSIM code // Annals of nuclear energy. ISSN 0306-4549. 2008. Vol. 35, Iss. 6, p. 977-992.
16. **Kaliačka A., Ušpuras E.** Specifics of RBMK core cooling in beyond design basis accidents // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 8, p. 2005-2016.
17. **Kaliačka A., Ušpuras E., Vaišnoras M.** Analysis of BDBA in RBMK-1500 reactor with long-term loss of heat removal from the core // Annals of nuclear energy. ISSN 0306-4549. 2008. Vol 35, Iss. 12, p. 2219-2233.
18. **Katinas V., Markevičius A., Erlickytė R., Marčiukaitis M.** Governmental policy and prospect in electricity production from renewables in Lithuania // Energy policy. ISSN 0301-4215. 2008. Vol. 36, Iss. 10, p. 3686-3691
19. **Kriaučiūnienė J., Meilutytė-Barauskienė D., Rimkus E., Kažys J., Vincevičius A.** Climate change impact on hydrological processes in Lithuanian Nemunas river basin // Baltica. ISSN 0067-3064. Vol. 21, No. 1-2, p. 51-61.
20. Laukaitis G., Dudonis J., **Milčius D.** Gadolinium doped ceria thin films deposited by e-beam technique // Solid state ionics. ISSN 0167-2738. 2008. Vol. 179, Iss. 1-6, p. 66-71.
21. Laukaitis G., Dudonis J., **Milčius D.** Microstructure and surface morphology of YSZ thin films deposited by e-beam technique // Applied surface science. ISSN 0169-4332. 2008. Vol 254, Iss. 10, p. 2980-2987.
22. Laukaitis G., Dudonis J., Orliukas A.F., **Milčius D.** Properties of YSZ thin films deposited by e-beam technique // Solid state ionics. ISSN 0167-2738. 2008. Vol. 179, Iss. 1-6, p. 182-187.



23. Laurikaitis M., Dudonis J., **Milčius D.** Deposition of zirconium oxynitride films by reactive cathodic arc evaporation and investigation of physical properties // *Thin solid films*. ISSN 0040-6090. 2008. Vol. 516, Iss. 7, p. 1549-1552.
24. **Marcinauskas L.**, Grigonis A., Manikowski H., **Valinčius V.** Deposition of amorphous hydrogenated carbon coatings by plasma jet // *ACTA physica polonica A*. ISSN 0587-4246. 2008. Vol. 113, No. 3, p. 1063-1066.
25. **Marčiukaitis M.**, **Katinas V.**, **Kavaliauskas A.** Wind power usage and prediction prospects in Lithuania // *Renewable and sustainable energy reviews*. ISSN 1364-0321. 2008. Vol.12, Iss. 1, p. 265-277.
26. **Nemura A.**, **Klementavičius A.** Multi-criterion assessment of preferences for communications alternatives of wind power park information system // *Informatica*. ISSN 0868-4952. 2008. Vol. 19, No. 1, p. 63-80.
27. **Pabarčius R.**, **Tonkūnas A.**, Listopadskis N. Determination of the RBMK-1500 reactor passport characteristics // *Kerntechnik*. ISSN 0932-3902. 2008. Vol. 73, No. 1-2, p. 18-25.
28. Paspirgelytė R., **Vaitkevičienė V.**, Grigalevičius S., Gražulevičius J.V., Jankauskas V., Linonis V. Bicarbazolyl-based enamines as hole-transporting materials // *Journal of optoelectronics and advanced materials*. ISSN 1454-4164. 2008. Vol. 10, Iss. 10, p. 2782-2786.
29. **Poškas P.**, **Kilda R.**, **Ragaišis V.**, Sullivan T. Impact of spatial heterogeneity of source term in near-surface repository on releases to groundwater pathway // *Nuclear technology*. ISSN 0029-5450. 2008. Vol. 161, Iss. 2, p. 140-155.
30. **Poškas R.**, **Poškas P.** Experimental investigation of opposing turbulent mixed-convection heat transfer in an inclined flat channel with one-sided heating. 3. Investigations for an inclination angle  $\varphi = 20^\circ$  and generalization of the data // *Heat transfer research*. ISSN 1064-2285. 2008. Vol. 39, Iss. 8, p. 739-746.
31. **Poškas R.**, **Poškas P.**, Šinkunas S. Experimental investigation of opposing turbulent mixed-convection heat transfer in an inclined flat channel with one-sided heating. 2. Heat transfer variation along inclined flat channels // *Heat transfer research*. ISSN 1064-2285. 2008. Vol. 39, Iss. 8, p. 731-738.
32. **Pranevičius L.**, **Milčius D.**, **Pranevičius L.L.** Templier C. Hydrogen storage properties of Ti-doped MgAl films // *Przegląd elektrotechniczny*. ISSN 0033-2097. 2008. Vol. 84, Iss. 3, p. 95-98.
33. **Pranevičius L.**, **Milčius D.**, **Pranevičius L.L.**, Orliukas A., Dudonis J., Laukaitis G. Plasma oxidation of bilayered Y/Zr films // *Solid state ionics*. ISSN 0167-2738. 2008. Vol. 179, Iss. 1-6, p. 104-107.
34. **Pranevičius L.**, **Pranevičius L.L.**, **Milčius D.**, Templier C., Bobrovaitė B. Behavior of carbon reabsorbed on tungsten during low energy Ar ion irradiation at elevated temperatures // *Fusion engineering and design*. ISSN 0920-3796. 2008. Vol. 83, Iss. 1, p. 90-95.
35. **Pranevičius L.L.**, **Milčius D.**, Bobrovaitė B., Templier C., **Pranevičius L.** Plasma erosion of tungsten films with different carbon content // *Thin Solid Films*. ISSN 0040-6090. 2008. Vol. 516, Iss. 21, p. 7340-7344.
36. **Rimkevičius S.**, **Ušpuras E.** Experimental investigation of pebble beds thermal hydraulic characteristics // *Nuclear engineering and design*. ISSN 0029-5493. 2008. Vol. 238, Iss. 4, p. 940-944.
37. **Rimkevičius S.**, **Ušpuras E.** Experimental results of pebble bed thermal-hydraulic characteristics // *Nuclear technology*. ISSN 0029-5450. 2008. Vol. 164, p. 97-102.
38. Swider D., Beurskens L., Davidson S., Twidell J., Pyrko J., Pruggler W., Auer H., Vertin K., **Skema R.** Conditions and costs for renewables electricity grid connection: examples in Europe // *Renewable energy*. ISSN 0960-1481. 2008. Vol. 33, Iss. 8, p.1832-1842.
39. **Šlančiauskas A.** On the role of devolatilization in fossil fuel combustion // *Heat transfer research*. ISSN 1064-2285. 2008. Vol. 39, No. 4, p. 279-291.
40. **Štreimikienė D.** The role of nuclear energy in Lithuania under various post-Kyoto climate change mitigation regimes // *Energy*. ISSN 0360-5442. 2008. Vol. 33, Iss. 7, p. 1005-1014.
41. **Tonkonogij J.**, **Pedišius A.** Numerical simulation of the turbine gas meter behavior in the pulsating flow // *Heat transfer research*. ISSN 1064-2285. 2008. Vol. 39, Iss. 7, p. 559-570
42. **Vaitkevičienė V.**, Gražulevičius J.V., Jankauskas V. 3,3-Bicarbazolyl-containing oxirane and its reaction products as new glass-forming electroactive materials // *Molecular crystals and liquid crystals*. ISSN 1542-1406. 2008. Vol. 497, p. 241-253.
43. **Vaitkevičienė V.**, Kružinauskienė A., Grigalevičius S., Gražulevičius J., Rutkaitė R., Jankauskas V. Well-defined [3,3']bicarbazolyl-based electroactive compounds for optoelectronics // *Synthetic metals*. ISSN 0379-6779. 2008. Vol 158, Iss. 8-9, p. 383-390.
44. **Valinčius V.**, **Valatkevičius P.**, **Grigaitienė V.**, **Marcinauskas L.**, **Milieška M.** The synthesis of fine particles during plasma spray pyrolysis process // *Problems of atomic science and technology*. Ser. Plasma physics (14). ISSN 1562-6016. 2008, No. 6, p.189-191.
45. **Valinčius V.**, **Valatkevičius P.**, **Grigaitienė V.**, **Marcinauskas L.**, **Milieška M.** The synthesis of fine particles during plasma spray pyrolysis process // *Problems of atomic science and technology*. Ser. Plasma physics (14). ISSN 1562-6016. 2008, No. 6, p. 189-191.
46. **Valinčiūtė V.**, **Kėželis R.**, **Valinčius V.**, **Valatkevičius P.**, **Mėčius V.** Heat transfer in a plasma jet reactor for melting and melt fibrillation of hard ceramics // *Heat transfer research*. ISSN 1064-2285. 2008. Vol. 39, Iss. 7, p. 609-618.
47. Vasauskas V., Padgurskas J., Rukuiža R., Cesiulis H., Celis J.-P., **Milčius D.**, Prosyčevas I. Cracking behavior of electrodeposited nanocrystalline tungsten-cobalt and tungsten-iron coatings // *Mechanika*. ISSN 1392-1207. 2008. Nr. 4, p. 21-27.
48. Vitas A., **Erlickytė R.** Influence of droughts to the radial growth of scots pine (*Pinus Sylvestris L.*) // *Ekologia (Bratislava)*. ISSN 1335-342X. 2008. Vol. 27, No. 4, p. 367-378.
49. Wirth E., **Milčius D.**, Filiou C., Noreus D. Exploring the hydrogen sorption capacity of Mg-Ni powders produced by the vapour deposition technique // *International journal of hydrogen energy*. ISSN 0360-3199. 2008. Vol. 33, Iss. 12, p. 3122-3127.

### **Straipsniai mokslo leidiniuose, registruotuose tarptautinėse mokslinės informacijos duomenų bazėse**

1. **Alzbutas R.**, Maioli A. Risk zoning in relation to risk of external events (application to IRIS design) // *International journal of risk assessment and management*. ISSN 1466-8297.

2008. Vol 8, No. 1/2, p. 104-122. [INSPEC].
2. **Augutis J., Matuzienė V., Krikštolaitis R.,** Pečiulytė S., **Norvaiša E.** Energijos tiekimo saugumo vertinimo metodų analizė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 1-9. [INSPEC, Index Copernicus].
  3. **Baušys R., Dundulis G.,** Kačianauskas R., Markauskas D., **Rimkevičius S.,** Stupak E., Stupak S., Šliaupa S. Sensitivity of dynamic behaviour of the FE model: case study for the Ignalina NPP reactor building // Journal of civil engineering and management. ISSN 1392-3730. 2008. Vol 14, No. 2, p. 121-129. [Compendex, INSPEC, SCOPUS, ICONDA].
  4. **Brazauskaitė A., Poškas P.** Radionuklidų sklaida iš kristalinėse uolienose įrengto geologinio kapinyno RBMK-1500 panaudotam branduoliniam kurui laidoti. 4. Radionuklidų sklaida tolimojo lauko aplinkoje // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 58-64. [INSPEC, Index Copernicus].
  5. **Bubnienė R., Kopustinskas V., Štreimikienė D.** Energetikos įmonės kaštų optimizavimas Europos Sąjungos prekybos apyvartiniais taršos leidimais sistemoje // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 31-36. [INSPEC, Index Copernicus].
  6. **Čėsna B.** Определение коэффициентов формы ячеек в продольно обтекаемых пучках стержней // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 15-19. [INSPEC, Index Copernicus].
  7. **Dzenajavičienė E. F., Vrubliauskas S.,** Mozgeris G., Buivydaite V., Tiškutė-Memgaidienė D., Lynikas M., Palicinas M. Modelling of biomass resources suitable for fuel at regional level // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 37-45. [INSPEC, Index Copernicus].
  8. **Erlickytė R., Savickas J.** Kietosios biomasės kuro išteklių kitimas vietinės taršos zonoje // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 52-57. [INSPEC, Index Copernicus].
  9. **Gaigalis V., Škėma R.** Energijos naudojimo duomenų internetinio monitoringo ir palyginimo metodologija mažose ir vidutinėse pramonės įmonėse // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 54-61. [INSPEC, Index Copernicus].
  10. **Gaigalis V., Škėma R.** BESS-Duomenų palyginimas ir energetikos vadybos schemos mažose ir vidutinėse įmonėse: projektas ir jo įgyvendinimo rezultatai // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 46-54. [INSPEC, Index Copernicus].
  11. **Gaigalis V., Škėma R.** Efektyvaus energijos naudojimo mokymo ir energijos vartojimo monitoringo integravimas į mokyklų mokymo programas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 22-27. [INSPEC, Index Copernicus].
  12. **Gasiūnas S., Šeporaitis M., Pabarčius R.** Tarpfazinio paviršiaus trinties dvifazėje tėkmėje nustatymas 1. Vienfazio Fluent modelio panaudojimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 1-4. [INSPEC, Index Copernicus].
  13. **Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M., Tomkevičienė A.** Lietuvos upių ir upelių vagų tinklas // Annales Geographicae. ISSN 1822-6701. 2007. T. 40, Nr. 1, p. 46-56. [GeoRef].
  14. **Juknys R., Dagiliūtė R., Miškinis V.** From transition to sustainability: a comparative study // Environmental research, engineering and management. ISSN 1392-1649. 2008. No.1 (43). p. 61-68. [INSPEC, CAB abstracts].
  15. **Kaliatka A., Ušpuras E., Vaišnoras M.** Evaluation of heat removal from RBMK-1500 core using control rods cooling circuit // Science and technology of nuclear installations. ISSN 1687-6075. Volume 2008, Article ID 430768, p. 1-8. [INSPEC].
  16. **Kaliatka A., Ušpuras E., Vileiniškis V.** Deterministic analysis of natural circulation events at the Ignalina NPP // Science and technology of nuclear installations. ISSN 1687-6075. Volume 2008, Article ID 672519, p. 1-9. [INSPEC].
  17. **Kaliatka A., Valinčius M., Augutis J., Krikštolaitis R., Rimkevičius S., Dundulis G.,** Bakas R. Centralizuotų šilumos tinklų patikimumo vertinimo metodika // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 1-9. [INSPEC, Index Copernicus].
  18. **Kilda R., Poškas P., Ragaišis V., Grigaliūnienė D.** Radionuklidų sklaidos iš numatomo Lietuvoje paviršinio radioaktyviųjų atliekų kapinyno vertinimas 2. Apvardų aikštelė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 41-48. [INSPEC, Index Copernicus].
  19. **Kuprys A., Kugelevičius J.** Suskystintų gamtinių dujų transportavimo į Baltijos šalis perspektyvos // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 59-66. [INSPEC, Index Copernicus].
  20. **Laurikaitis M., Burinskas S., Dudonis J., Milčius D.** Physical properties of zirconium oxynitride films deposited by reactive magnetron sputtering // Journal of physics: conference series. ISSN 1742-6588. 2008. Vol. 100, part. 8, p. 1-2. [INSPEC, Scopus].
  21. **Marcinauskas K., Korsakienė I., Tumosa A.** Jurbarko rajono savivaldybės katilinių veiklos 1993-2007 m. ekspertinė analizė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 10-22. [INSPEC, Index Copernicus].
  22. **Marcinauskas K., Korsakienė I., Tumosa A.,** Kuzmickas P. Kogeneracija, „termofikacija“ ir mikroturbinos // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 70-78. [INSPEC, Index Copernicus].
  23. **Matuzas V., Kopustinskas V., Augutis J.** RBMK-1500 reaktoriaus atsargos koeficiento iki ribinio leistino kuro kanalo galingumo skaičiavimo algoritmo patobulinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 41-45. [INSPEC, Index Copernicus].
  24. **Meilutytė-Barauskienė D., Kovalenkoviėnė M., Irbinskas V.** Lietuvos upių vandens išteklių klimato kaitos fone // Geografija. ISSN 1392-1096, 2008. T.44, Nr. 2, p. 1-8. [GeoRef].
  25. **Mikalauskienė A., Štreimikienė D.** Klimato kaitos švelninimo priemonių parinkimas, taikant daugiakriterinius sprendimų priėmimo metodus // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 62-69. [INSPEC, Index Copernicus].
  26. **Milieška M., Kėzelis R., Kalpokaitė-Dičkuvienė R., Čėsniėnė J., Brinkienė K., Mėčius V.** Plazminio metodo taikymas formuojant nanoplaušą iš naftos produktų gamybos proceso atliekų (ceolitų) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 54-58. [INSPEC, Index Copernicus].
  27. **Narkūnas E., Šmaižys A., Poškas P.** Reaktoriaus RBMK-1500 konstrukcinių elementų neutroninės aktyvacijos skaitinis vertinimas 2. Atraminių ir apsauginių plieno plokščių neutroninės aktyvacijos skaitinis vertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 26-32. [INSPEC, Index Copernicus].
  28. **Pažėraitė A., Krakauskas M.** Paskirstytosios kogeneracijos plėtos barjerai ir jų šalinimo būdai // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 30-39. [INSPEC, Index Copernicus].
  29. **Pažėraitė A., Krakauskas M.,** Baltakis V. Elektros ir apyvartinių taršos leidimų rinkų tarpusavio sąveika ES ir Lietuvoje // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 33-40. [INSPEC, Index Copernicus].
  30. **Pažėraitė A., Krakauskas M.,** Baltakis V., Bikulčius R., Vir-

bickas D. Kruonio HAE manevringumo įtakos Lietuvos elektros energetikos sistemos balansavimui matematinis modeliavimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 46-53. [INSPEC, Index Copernicus].

31. **Pažėraitė A., Krakauskas M., Bikulčius R.** Pagalbiųjų paslaugų rinkos realizavimo Lietuvos elektros energetikos sistemoje galimybė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 25-30. [INSPEC, Index Copernicus].
32. **Pedišius A., Janušas V., Bertašienė A.** Low air velocity measurement characteristics variation due to flow regime // International journal of fluid and thermal engineering. ISSN 2070-3759. 2008. Vol. 1, No. 1, p. 25-29. [Academic Search Premier].
33. **Pedišius N., Bončkus A.** Skystojo kuro srautų matavimo ir sieties užtikrinimo tyrimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 40-46. [INSPEC, Index Copernicus].
34. **Pedišius N., Zygmantas G., Bončkus A.** Tekančių skysčių klampos įtakos tūrio ir debito matavimui tyrimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 29-34. [INSPEC, Index Copernicus].
35. **Poškas R., Sirvydas A., Bartkus G.** Šilumos atidavimo eksperimentinis tyrimas vertikaliame plokščiam kanale mišrios konvekcijos atveju priešingų krypčių tėkmėse pereinamojo tekėjimo zonoje 2. Vietinio šilumos atidavimo analizė esant žymiam termogravitacijos jėgų poveikiui ir rezultatų apibendrinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 13-16. [INSPEC, Index Copernicus].
36. **Povilaitis M., Urbonavičius E.** MISTRA stende vykdytų MASP-n eksperimentų modeliavimas COCOSYS programų paketu // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 22-29. [INSPEC, Index Copernicus].
37. **Povilaitis M., Urbonavičius E.** Simulation of MASPN experiments in MISTRA test facility with COCOSYS code // Science and technology of nuclear installations. ISSN 1687-6075. Volume 2008, Article ID 896406, p. 1-7. [INSPEC].
38. **Radziukynas V., Nemura A.** Šiluminio energetinio bloko naudingumo koeficiento įvertinimas, jam dirbant dažnio ir galios reguliavimo sistemoje // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 8-12. [INSPEC, Index Copernicus].
39. **Simaitytė J., Bocchiola D., Augutis J., Rosso R.** Use of a snowmelt model for weekly flood forecast for a major reservoir in Lithuania // Annals of glaciology. ISSN 0260-3055. 2008. Vol. 49, No. 1, p. 33-37. [INSPEC, CAB abstracts].
40. **Striūgas N., Šlančiauskas A., Makarevičienė V., Gumbytė M., Janulis P.** Processing of the glycerol fraction from biodiesel production plants to provide new fuels for heat generation // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 5-12. [INSPEC, Index Copernicus].
41. **Šarauskienė D., Jurgelėnaitė A.** Impact of climate change on river ice phenology in Lithuania // Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. ISSN 1392-1649. 2008. Vol. 46, No. 4, p. 13-22. [INSPEC, CAB abstracts].
42. **Šimonis V., Poškas P., Šmaižys A.** Ignalinos AE saugyklos panaudoto branduolinio kuro konteinerių temperatūrų pasiskirstymo įvertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 2, p. 10-14. [INSPEC, Index Copernicus].
43. **Tonkonogij J., Pedišius A., Stankevičius A.** The new semi-experimental method for simulation of turbine flow meters rotation in the transitional flow // International journal of fluid and thermal engineering. ISSN 2070-3759. 2008. Vol. 1, No. 1, p. 12-18. [Academic Search Premier].
44. **Tonkonogij J., Pedišius A., Stankevičius A., Krukovskij P.**

Динамическая погрешность турбинных счетчиков газа в пульсирующем потоке // Industrial heat engineering. ISSN 0204-3602. 2008. Vol. 30, No. 4, p. 85-93. [Academic Search Premier].

45. **Tonkūnas A., Laurinavičius D., Pabarčius R.** Kuro pervežimo iš Ignalinos AE pirmojo energijos bloko reaktoriaus į antrąjį įrangos radiacinės dozės galios įvertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 4, p. 35-40. [INSPEC, Index Copernicus].
46. **Vaidelienė A., Vaidelys V., Savickas J.** Kauno HE žemutinio Nemuno ruožo savivalos tyrimai // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 13-21. [INSPEC, Index Copernicus].

## Straipsniai kituose moksliniuose periodiniuose leidiniuose

1. **Kėzelis R., Brinkienė K.** Wear resistance testing of plasma sprayed zirconia coatings // Materials for improved wear resistance of total artificial joints. COST 533 biotribology. Eibar, Spain: Tekniker, 2007. ISBN 978-84-932064-4-4, p. 81-85.
2. **Kriauciūnienė J., Šarauskienė D.** Impact of the Ignalina nuclear power plant on the Druksiai cooler-lake // Integrated water management: practical experiences and case studies. NATO science series, IV-Earth and environmental sciences. Springer, 2008. Vol. 80. ISBN 978-1-4020-6551-4, p. 189-197.
3. **Matuzienė V., Augutis J.** Safety and Security of Energy Supply in Lithuania // Strategic Insights. 2008. Vol. VII, Iss. I. (<http://www.ccc.nps.navy.mil/si/>).
4. **Miškinis V., Ušpuras E.** Lietuvos energetikos sektorius: teigiami poslinkiai ir nauji iššūkiai // Lietuvos ekonomikos apžvalga. ISSN 1392-315X. 2008. Nr. 2, p. 105-113.
5. **Poškas P., Brazauskaitė A., Kilda R., Narkūnas E., Šmaižys A., Zujus R.** Disposal aspects of low and intermediate level Ignalina NPP decommissioning waste // Disposal aspects of low and intermediate level decommissioning waste: results of a coordinated research project 2005-2006. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, 2007. IAEA-TECDOC-1572, ISBN 978-92-0-109107-9, ISSN 1011-4289, p. 68-77.
6. **Poškas P., Šimonis V.** Helical channels of rectangular cross section // Heat exchanger design handbook 2008: Part 2 Fluid mechanics and heat transfer. Executive ed./ G.F. Hewitt. New York-Connecticut-Wallingford (UK): Begell House, Inc. 2008. ISBN 978-1-56700-255-3, p. 2.5.15.1-2.5.15-9.
7. **Ušpuras E., Kaliačka A.** Development of RBMK-1500 model for BDBA analysis using RELAP/SCDAPSIM code // Journal of power and energy systems. ISSN 1881-3062. 2008. Vol. 2, No. 1, p. 1-12.
8. **Vaidelienė A., Vaidelys V., Kadiša S.** Small hydropower plants - as renewable energy resources // Journal of agricultural machinery science. ISSN 1306-0007. 2008. Vol. 4, No. 3, p. 237-240.
9. **Valatkevičius P., Marcinauskas L.** TS12-Study of surface processes in plasma nitriding of stainless steel at atmospheric and reduced pressure // Triboscience and tribotechnology superior friction and wear control in engines and transmissions: COST Action 532. Luxembourg: COST Office, 2008. ISBN 978-92-898-0040-2, p. 269-274.



## Pranešimai tarptautinėse konferencijose

1. **Alzbutas R.**, Janilionis V., Rimas J. Treatment of dependability and uncertainty in probabilistic safety assessment of delayed system // Seventh European dependable computing conference EDCC-7, Kaunas, Lithuania, May 7-9, 2008. Kaunas: Vytautas Magnus University, 2008. ISBN 978-9955-12-339-2, p. 79-86.
2. **Alzbutas R.**, Janilionis V., Rimas J. Delayed system reliability and uncertainty analysis // Safety, reliability and risk analysis: theory, methods and applications: proceedings of the European safety and reliability conference (ESREL 2008), Valencia, Spain, September 22-25, 2008. London: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009. Vol. 3. ISBN 978-0-415-48513-5, p. 1819-1827.
3. **Alzbutas R., Kupčiūnienė K., Augutis J.** Probabilistic analysis of hazardous events and safety of the Ignalina nuclear power plant // International conference on probabilistic safety assessment and management (PSAM9), Hong Kong, China, May 18-23, 2008. China, 2008. ISBN 978-988-99791-5-7, p. 1-8.
4. **Antipova O.** Formation curve of the rivers discharge using MIKE 11 // Proceedings of 10th international congress on mechanization and energy in agriculture, Antalya-Turkiye, Akdeniz University, October 14-17, 2008. Antalya: Yeni Gun Press, 2008. ISBN 978-975-7666-93-6, p. 531-535.
5. **Augutis J., Krikštolaitis R., Matuzienė V.,** Pečiulytė S. Mathematical simulation of energy supply disturbances // Safety, reliability and risk analysis: theory, methods and applications: proceedings of the European safety and reliability conference (ESREL 2008), Valencia, Spain, September 22-25, 2008. London: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009. Vol. 1. ISBN 978-0-415-48513-5, p. 2575-2580.
6. **Augutis J., Krikštolaitis R., Matuzienė V.,** Pečiulytė S. Assessment of energy supply security indicators for Lithuania // Safety, reliability and risk analysis: theory, methods and applications: proceedings of the European safety and reliability conference (ESREL 2008), Valencia, Spain, September 22-25, 2008. London: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009. Vol. 1. ISBN 978-0-415-48513-5, p. 3101-3107.
7. **Augutis J., Matuzienė V., Krikštolaitis R., Ušpuras E.** Analysis of energy supply disturbances in Lithuania // Risk analysis VI: sixth international conference on computer simulation risk analysis and hazard mitigation, Greece, May 5-7, 2008. Southampton, Boston: Wit Press, 2008. ISBN 978-1-84564-104-7, p. 299-308. [Conference Proceedings Citation Index].
8. **Augutis J., Matuzienė V., Krikštolaitis R.** Analysis of energy supply disturbances and energy security of supply in Lithuania // International conference on probabilistic safety assessment and management (PSAM9), Hong Kong, China, May 18-23, 2008. China, 2008. ISBN 978-988-99791-5-7, p. 1-8.
9. **Bendikas T., Nemura A., Radziukynas V.** Mathematical modelling park of constant speed wind-power plants // 2005 IEEE St. Petersburg powertech proceedings, St. Petersburg, Russia, June 27-30, 2005. Piscataway, USA: IEEE, 2008. ISBN 978-5-93208-034-4, p. 766-771. [INSPEC].
10. **Bertašienė A.** Laser anemometer - multi applicable fluid flow measurement technique // The vital nature sign: proceedings of the 2nd international young scientist conference, Kaunas, Vytautas Magnus University, May 21, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISBN 978-9955-25-518-5, p. 1-5.
11. Blumberga D., Ozolina L., Rosa M., **Vrubliauskas S., Pedrenis E.** Biomass co-firing in Latvia and Lithuania // Biosystems engineering and processes in agriculture: proceedings of the international conference, Raudondvaris, Lithuania, September 25-26, 2008. Raudondvaris: Institute of Agricultural Engineering LUA, 2008. No. 13. ISSN 1822-2706, p. 25-30.
12. **Briliūtė I., Bončkus A., Zygmantas G.** Influence of installation effects on the performance of residential water-meters // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol II. ISBN 978-9955-28-264-8, p. 785-792. [Conference Proceedings Citation Index].
13. **Brinkienė K., Čėsniėnė J., Kalpokaitė-Dičkuvienė R.** Densification and properties of YSZ ceramics // Proceedings of the 13th international conference: Mechanika 2008, Kaunas University of Technology, Lithuania, April 3-4, 2008. Technologija, 2008. ISSN 1822-2951, p. 94-97. [Conference Proceedings Citation Index].
14. Burinskas S., Dudonis J., **Milčius D.** Synthesis of chromium-copper multilayer thin films deposited by unbalanced magnetron sputtering // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 151-154. [Conference Proceedings Citation Index].
15. Coleman C., Grigoriev V., Inozemtsev V., Markelov V., Roth M., **Makarevičius V.,** Kim Y.S., Kanwar Liagat Ali, Chakravarty J.K., Mizrahi R., Lalgudi R. Delayed hydride cracking in zircaloy fuel cladding - an IAEA coordinated research programme // 2008 Water reactor fuel performance meeting, Seoul, Korea, October 19-23, 2008. Korea, 2008. Paper No. 8014. p. 1-8.
16. **Čėsna B.** Верификация компьютерной программы RKN-M для аналитического расчета касательных напряжений на стержнях тепловыделяющих сборок // 6th Minsk international heat and mass transfer forum MIF 2008, Minsk, May 19-23, 2008. Minsk, 2008, p. 1-10.
17. Čyviėnė J., **Milčius D.,** Laukaitis G. Densification and porosity evaluation of titanium dioxide thin films formed using pulsed DC-magnetron sputtering // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 134-138. [Conference Proceedings Citation Index].
18. **Erlickytė R.** Klimato ir antropogeninių veiksnių įtaka paprastosioms pušies (*Pinus sylvestris* L.) radialiojo prieaugio formavimuisi // 14-oji tarptautinė mokslinė-praktinė konferencija „Žmogus ir gamtos apsauga“. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2008 m. gegužės 14-17, birželio 12-13 d. Kaunas: LŽŪU, 2008. II dalis. ISSN 1822-1823, p. 215-218.
19. **Galinis A., Miškinis V., Konstantinavičiūtė I., Alėbaitė I.** Forecast of greenhouse gas emissions development in Lithuania by 2020 // Electrical and control technologies ECT-2008: proceedings of the 3rd international conference, Kaunas University of Technology, May 8-9, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-5934, p. 341-344. [Conference Proceedings Citation Index].
20. **Galinis A., Miškinis V., Konstantinavičiūtė I., Alėbaitė I.** Modelling and forecasting of CO<sub>2</sub> emissions caused by fossil fuel combustion // Electrical and control technologies ECT-2008: proceedings of the 3rd international conference, Kaunas University of Technology, May 8-9, 2008. Kaunas:

- Technologija, 2008. ISSN 1822-5934, p. 345-348. [Conference Proceedings Citation Index].
21. **Gasiūnas S., Šeporaitis M.** Investigation of condensing two-phase co-current flow in a short rectangular channel by alternation of steam and water velocities // 11th international conference on multiphase flow in industrial plants (MFIP 2008) Palermo, Italy, September 7-10, 2008. Palermo, Italy, 2008. ISBN 88-88198-13-X, p. 807-814.
  22. **Grigaitienė V., Valinčius V., Kėželis R.** Measurement and numerical simulation of two-phase plasma flow in plasma spray process // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 62-65. [Conference Proceedings Citation Index].
  23. **Jablonskis J., Jurgelėnaitė A., Tomkevičienė A.** Lithuanian hydropower and environment protection // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol II. ISBN 978-9955-28-264-8, p. 557-562. [Conference Proceedings Citation Index].
  24. **Janulionis R., Dundulis G., Karalevičius R., Grybėnas A.** Evaluation of the influence of hydrides to the stress intensity factor of zirconium-2,5% niobium alloy // Proceedings of the 16th international conference on nuclear engineering (ICONE16), Orlando, Florida, USA, May 11-15, 2008. USA: ASME, 2008. ISBN 0-7918-3820-X, p. 1-5. [Conference Proceedings Citation Index].
  25. **Jauneika M., Laukaitis G., Dudonis J., Katkauskė O., Milčius D.** Densification and porosity evaluation of samarium doped ceria oxide thin films formed by e-beam deposition technique // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 34-37. [Conference Proceedings Citation Index].
  26. **Jusevičiūtė A., Kaliačka A., Pabarčius R., Ušpuras E.** Analysis of RBMK-1500 fuel rod behaviour in case of reactivity initiating accidents // International conference on reactor physics, nuclear power: a sustainable resource (PHYSOR'08), Interlaken, Switzerland, September 14-19, 2008. Switzerland, 2008. ISBN 978-3-9521409-5-6, p. 1-8.
  27. **Jusevičiūtė A., Kaliačka T., Ušpuras E.** Usage of FEMAXI-6 code for RBMK-1500 // Proceedings of the 7th international conference on nuclear option in countries with small and medium electricity grids, Dubrovnik, Croatia, May 25-29, 2008. Croatian Nuclear Society: IAEA, 2008. ISBN 978-953-55224-1-6, p. 1-15.
  28. **Kaliačka A., Ognerubov V., Vaišnoras M., Ušpuras E., Trambauer K.** Analysis of beyond design basis accidents in spent fuel pools of the Ignalina NPP // Proceedings of the international congress on advances in nuclear power plants (ICAPP'08), Anaheim, CA USA, June 8-12, 2008. American Nuclear Society, 2008. ISBN 0-89448-061-8, p. 1566-1575.
  29. **Kaliačka A., Ušpuras E., Vaišnoras M.** Evaluation of heat transfer between parallel fuel channels during the analysis of BDBA in RBMK reactors // 6th Minsk international heat and mass transfer forum MIF 2008, Minsk, May 19-23, 2008. Minsk, 2008, p. 1-12.
  30. **Kaliačka A., Ušpuras E., Vaišnoras M.** Analysis of BDBA in RBMK-1500 reactor evaluating heat removal from the core by control rods cooling circuit // The 19th international symposium on transport phenomena (ISTP-19), Reikjavik, Iceland, August 17-20, 2008. University of Iceland, 2008, p. 1-8.
  31. **Kaliačka A., Ušpuras E., Vileiniškis V.** Analysis of large break LOCA beyond design basis accident in RBMK-1500 using RELAP/CDAPSIM and ASTEC codes // Proceedings of 7th international topical meeting on nuclear reactor thermal hydraulics, operation and safety, Seoul, Korea, October 5-9, 2008. Korea, 2008, p. 1-10.
  32. **Kalpokaitytė-Dičkuvienė R., Čėsniėnė J., Brinkienė K., Matulionienė V.** Influence of rigidizer on the performance parameters of lining fibrous materials // Proceedings of the 13th international conference: Mechanika 2008, Kaunas University of Technology, Lithuania, April 3-4, 2008. Technologija, 2008. ISSN 1822-2951, p. 211-215. [Conference Proceedings Citation Index].
  33. **Katinas V., Kavaliauskas A., Tamašauskienė M., Jensen A.** Experimental investigation of combustion processes in grate furnaces // Biosystems engineering and processes in agriculture: proceedings of the international conference, Raudondvaris, Lithuania, September 25-26, 2008. Raudondvaris: Institute of Agricultural Engineering LUA, 2008. No. 13. ISSN 1822-2706, p. 32-36.
  34. **Katinas V., Savickas J.** Investigation of compressed natural gas use for vehicle fleet in Lithuania // Biosystems engineering and processes in agriculture: proceedings of the international conference, Raudondvaris, Lithuania, September 25-26, 2008. Raudondvaris: Institute of Agricultural Engineering LUA, 2008. No. 13. ISSN 1822-2706, p. 91-95.
  35. **Kavaliauskas Ž., Brinkienė K., Čėsniėnė J., Kėželis R.** Influence of plasma jet parameters on synthesis and properties of YSZ coatings // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 48-51. [Conference Proceedings Citation Index].
  36. **Kavaliauskas Ž., Pranevičius L. L., Marcinauskas L., Valatkevičius P.** Atmospheric plasma torch deposition of carbon electrodes for supercapacitors // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 52-53. [Conference Proceedings Citation Index].
  37. **Klementavičius A.** Customer reliability categories as the tool to improve electricity delivery in Lithuania // Control of power systems '08: 8th international conference, Štrbske Pleso, Slovak Republic, June 11-13, 2008. High Tatras, 2008, p. 1-10.
  38. **Kriauciūnienė J., Gailiušis B.** Impact of shoreface nourishment and breakwaters on the sediment processes of the Lithuanian nearshore // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol. II. ISBN 978-9955-28-264-8, p. 576-582. [Conference Proceedings Citation Index].
  39. **Kriauciūnienė J., Kovalenkoviėnė M.** Dependence of Lithuanian river runoff extremes on catchment area // Hydrological extremes in small basins: XII Biennial international conference, Cracow, Poland, September 18-20, 2008. Cracow, 2008. ISBN 978-83-88424-38-0, p. 183-186.
  40. **Kriauciūnienė J., Meilutytė-Barauskienė D., Kovalenkoviėnė M.** Regional series of temperature, precipitation and runoff for Lithuania // XXV Nordic Hydrological conference,

- Reykjavik, Iceland, August 11-13, 2008. NHP Report No. 50. Iceland, 2008. ISBN 978-9979-68-238-7, p. 638-645.
41. **Kupčiūnienė K., Alzbutas R.** External events importance for safety of the Ignalina nuclear power plant // Proceedings of the 16th international conference on nuclear engineering (ICONE16), Orlando, Florida, USA, May 11-15, 2008. USA: ASME, 2008. ISBN 0-7918-3820-X, p. 1-8. [Conference Proceedings Citation Index].
  42. **Kveselis V., Dzenajavičienė E. F., Masaitis S.** The role of regulation and ventilation on the efficiency of heat consumption in block residential house // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol. II. ISBN 978-9955-28-264-8, p. 846-853. [Conference Proceedings Citation Index].
  43. **Levinskas R., Baltušnikas A., Lukošūtė I.** Assessment of state of power plant steel 12X1MΦ from the structure point of view // Proceedings of the 13th international conference: Mechanika 2008, Kaunas University of Technology, Lithuania, April 3-4, 2008. Technologija, 2008. ISSN 1822-2951, p. 314-319. [Conference Proceedings Citation Index].
  44. 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 // The 3rd European review meeting on severe accident research (ERMSAR-2008), Nesseber, Bulgaria, September 23-25, 2008. Bulgaria, 2008, p. 1-19.
  45. **Marcinauskas L., Grigonis A., Milčius D., Valatkevičius P.** Synthesis of carbon structures by decomposition of C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> using plasma jet // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 127-129. [Conference Proceedings Citation Index].
  46. **Marcinauskas L., Grigonis A., Valinčius V., Valatkevičius P.** Influence of torch power and Ar/C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ratio on structure of a-C:H films // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 18-21. [Conference Proceedings Citation Index].
  47. **Marcinauskas L., Valinčius V., Grigonis A., Valatkevičius V.** Application of plasma spray technology for carbon films production // Энергоэффективность-2007: материалы конференции, Киев, 15-17 октября 2007. Киев, 2008. ISSN 2070-4399, p. 1-14.
  48. Markauskas D., Kačianauskas R., **Džiugys A.** Multi-sphere ellipsoidal particles in dem simulations of piling problem // International symposium reliable flow of particulate solids (RELPOWFLOW IV), Norway, June 10-12, 2008. Norway, 2008, p. 386-391.
  49. **Matuzas V., Augutis J.** Incorporation of ageing effects into reliability model for power transmission network // Safety, reliability and risk analysis: theory, methods and applications: proceedings of the European safety and reliability conference (ESREL 2008), Valencia, Spain, September 22-25, 2008. London: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009. Vol. 3. ISBN 978-0-415-48513-5, p. 2569-2574.
  50. **Milčius D., Lelis M.** Hydrogen storage in Mg-based nanocrystalline metal hydrides // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 196-199. [Conference Proceedings Citation Index].
  51. **Milieška M., Brinkienė K., Kėzelis R., Čėsniėnė J.** Microstructure and electrical properties of doped with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> YSZ thin films, produced by plasma spraying technique // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 44-47. [Conference Proceedings Citation Index].
  52. **Miškinis V., Konstantinavičiūtė I., Deksnys R.** Current and expected changes in the Lithuanian energy sector // Zittauer Seminar zur energiewirtschaftlichen Situation in den Landern Mittel-und Osteuropas Zittau/Gorlitz, University of Applied Sciences, September 17-19, 2008. Heft 103, Nr. 2412-2430. ISBN 978-3-9812655-1-4, p. 135-158.
  53. **Miškinis V., Konstantinavičiūtė I., Galinis A., Deksnys R.** Landerbericht Litauen // Zittauer Seminar zur energiewirtschaftlichen Situation in den Landern Mittel-und Osteuropas: Tagungsband, Zittau, Oktober 04-06, 2007. Hochschule Zittau/Gorlitz, University of Applied Sciences, 2008. Heft 97, Nr. 2304-2328. ISBN 978-3-9811021-7-8, S. 115-149.
  54. Navickas E., **Milčius D.,** Laukaitis G. Reactive pulsed-DC magnetron sputtering of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 155-158. [Conference Proceedings Citation Index].
  55. **Norvaiša E., Miškinis V.** Opportunities and barriers for development of distributed energy resources in Lithuania // Elektros ir valdymo technologijos ECT-2008: 3-ioji tarptautinė konferencija, straipsnių lietuvių kalba rinkinys, KTU, 2008 gegužės 8-9. Kaunas: Technologija, 2008. ISBN 978-9955-25-484-3, p. 32-36.
  56. **Pedišius A., Janušas V., Bertašienė A.** Low air velocity measurement characteristics' variation due to flow regime // World Congress of science, engineering and technology (WCSET 2008), Paris, France, July 4-6, 2008. France, 2008. ISSN 1307-6884, p. 203-207.
  57. **Poška P.** Current status of ongoing decommissioning at Ignalina NPP and radwaste strategies in Lithuania // International conference CEE decommissioning & waste cooperation, Berlin, Germany, June 18-19, 2008. Berlin, 2008, p. 1-7.
  58. **Poška P., Kilda R., Poška R.** Comparison of candidate sites for installation of Landfill facility at Ignalina NPP site using Fuzzy Logic approach-8095 // WM 2008 coference, USA, February 24-28, 2008. USA, 2008, p. 1-9.
  59. **Poška P., Poška R., Sirvydas A.** Modelling of the opposing mixed convection heat transfer in a one-side heated vertical flat channel in the transition region // Proceedings of CHT-08 ICHMT international symposium on advances in computational heat transfer, Marrakech, Morocco, May 11-16, 2008. USA: Begell House, 2008. ISBN 978-1-56700-253-9, p.1-9.
  60. **Poška P., Sirvydas A.** Modelling of decay heat removal from possible geological repository for RBMK-1500 spent nuclear fuel in clay formation in Lithuania // 6th Minsk international heat and mass transfer forum MIF 2008, Minsk, May 19-23, 2008. Minsk, 2008, p. 1-5.
  61. **Poška P., Zujus R., Drumstas G., Poška R., Šimonis V.** Principles on radiological characterization of the Unit 1 at Ignalina NPP for decommissioning purposes-8096 // WM symposia 2008, Phoenix, Arizona, February 24-28, 2008.



Arizona, 2008, p. 1-9.

62. **Poškaskas R., Poškaskas P., Sirvydas A.** Opposing mixed convection heat transfer in the vertical flat channel in a laminar-turbulent transition region under prevailing effect of buoyancy // 5th European thermal - science conference (EUROTHERM 2008), Eindhoven, Netherlands, May 18-22, 2008. Netherlands, 2008. ISBN 978-90-386-1274-4, p. 1-8.
63. **Povilaitis M.** Simulation of thermonuclear plasma interaction with the first wall material // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 119-122. [Conference Proceedings Citation Index].
64. **Pranevičius L.L., Pranevičius L., Milčius D.** Membrane hydrogen separation from ionized hydrocarbon gases // Radiation interaction with material and its use in technologies 2008: international conference, Kaunas University of Technology, September 24-27, 2008. Kaunas: Technologija, 2008. ISSN 1822-508X, p. 279-282. [Conference Proceedings Citation Index].
65. **Stravinskienė V., Erlickytė R.** Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) radial increment formation due to climatic and anthropogenic factors // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol. II. ISBN 978-9955-28-264-8, p.374-380. [Conference Proceedings Citation Index].
66. **Šiupšinskas G., Galinis A.** The evaluation of heat production subsystem's modernisation by 3 E multi-criterion factor // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol II. ISBN 978-9955-28-264-8, p. 870-874. [Conference Proceedings Citation Index].
67. **Šlančiauskas A., Striūgas N.** Improvement of the liquid fuel combustion by controlling the release of initial volatiles // 6th Minsk international heat and mass transfer forum MIF 2008, Minsk, May 19-23, 2008. Minsk, 2008, p. 1-7.
68. **Šmaižys A., Narkūnas E., Poškaskas P.** Criticality and dose rate modelling for copper disposal canister with spent RBMK-1500 nuclear fuel // International conference underground disposal unit design & emplacement processes for a deep geological repository, Prague, Czech Republic, June 16-18, 2008. Prague, 2008, p. 1-7.
69. **Štreimikienė D.** External costs of energy security and climate change // International conference on energy security and climate change: issues, strategies, and options, Bangkok, Thailand, August 6-8, 2008. Thailand, 2008, p. 1-9.
70. **Štreimikienė D.** Post-Kyoto climate change mitigation regimes impact on energy sector: Lithuanian case // The challenge of creating social and technological innovation through system-thinking: the eight international conference on EcoBalance, Tokyo, Japan, December 10-12, 2008. Tokyo, 2008, p. 1-4.
71. **Štreimikienė D., Alėbaitė I.** Application of operational research methodology for climate change mitigation policies // EURO Mini conference continuous optimization and knowledge-based technologies EurOPT'2008: the 20th international conference, Neringa, Lithuania, May 20-23, 2008. Vilnius: Technika, 2008. ISBN 978-9955-28-283-9, p. 422-427. [Conference Proceedings Citation Index].
72. **Tonkonogij J., Pedišius A.** Investigation of critical Reynolds number for single-phase flow in capillaries // Proceedings of the 1st European conference on microfluidics (Microfluidics 2008), Bologna, Italy, December 10-12, 2008, p. 1-7.
73. **Tonkonogij J., Pedišius A., Stankevičius A.** The new semi-experimental method for simulation of turbine flow meters rotation in the transitional flow // World Congress of science, engineering and technology (WCSET 2008), Paris, France, July 4-6, 2008. France, 2008. ISSN 1307-6884, p. 208-212.
74. **Ušpuras E.** State-of-the-art of the Ignalina RBMK-1500 safety // Conference proceedings TOPSAFE '2008, Dubrovnik, Croatia, September 30 - October 3, 2008. ISBN 978-92-95064-06-5, p. 1-15.
75. **Ušpuras E., Kaliačka A.** Problems with cooling of overheated fuel channels in RBMK-type reactors // Proceedings of the 16th international conference on nuclear engineering (ICONE16), Orlando, Florida, USA, May 11-15, 2008. USA: ASME, 2008. ISBN 0-7918-3820-X, p. 1-9. [Conference Proceedings Citation Index].
76. **Ušpuras E., Kaliačka A., Rimkevičius S.** Modelling of heat and mass transfer processes in fuel channels and reactor cavity of RBMK-1500 // 7th international symposium heat transfer 2008 (ISHT7'08), Beijing, China, October 26-29, 2008. China, 2008. ISBN 978-7-89477-058-5, p. 1-8.
77. **Ušpuras E., Kaliačka A., Rimkevičius S.** Modelling of heat and mass transfer processes in fuel channels and reactor cavity of RBMK-1500 // 7th international symposium on heat transfer 2008 (ISHT7 '08), Beijing, China, October 26-29, 2008. China: USTB, 2008. ISBN 978-7-89477-058-5, p. 1-6.
78. **Ušpuras E., Rimkevičius S.** Energy production from high level radioactive waste at the Ignalina NPP // Waste management and the environment IV: fourth international conference on waste management and the environment, Granada, Spain, June 2-4, 2008. USA: WIT Press, 2008. ISBN 978-1-84564-113-9, p. 79-88. [Conference Proceedings Citation Index].
79. **Ušpuras E., Rimkevičius S., Kaliačka A.** Ignalina nuclear power plant safety issues // The 25th international symposium on automation and robotics in construction (ISARC-2008), Vilnius, Lithuania, June 26-29, 2008. Vilnius: Technika, 2008. ISBN 978-9955-28-304-1, p. 33-38. [Conference Proceedings Citation Index].
80. **Ušpuras E., Vaišnoras M., Kaliačka A.** Modelling of heat transfer processes in fuel channels of RBMK-type reactors // Proceedings of CHT-08 ICHMT international symposium on advances in computational heat transfer, Marrakech, Morocco, May 11-16, 2008. USA: Begell House, 2008. ISBN 978-1-56700-253-9, p.1-11
81. **Vaidelienė A.** Agriculture water runoff influence on the river water quality // Biosystems engineering and processes in agriculture: proceedings of the international conference, Raudondvaris, Lithuania, September 25-26, 2008. Raudondvaris: Institute of Agricultural Engineering LUA, 2008. No. 13. ISSN 1822-2706, p. 125-129.
82. **Vaidelienė A.** Hydropower plants influence on downstream river's water quality // Proceedings of 10th international congress on mechanization and energy in agriculture, Antalya-Turkiye, Akdeniz University, October 14-17, 2008. Antalya: Yeni Gun Press, 2008. ISBN 978-975-7666-93-6, p. 557-561.
83. **Vaidelienė A., Mihailov N.** Influence on the river self-purification // Environmental engineering: 7th international conference, Vilnius Gediminas Technical University, May 22-23, 2008. Vilnius: VGTU Press "Technika", 2008. Vol. II. ISBN 978-9955-28-264-8, p. 748-757. [Conference Proceed-

ings Citation Index].

84. **Valinčius M., Šeporaitis M., Gasiūnas S., Pabarčius R.** Modeling of steam-water flow in nearly horizontal channel using RELAP5 code and verification // 11th international conference on multiphase flow in industrial plants (MFIP 2008), Palermo, Italy, September 7-10, 2008. Palermo, Italy, 2008. ISBN 88-88198-13-X, p. 471-478.
85. **Valinčius V., Valatkevičius P., Valinčiūtė V.** Low temperature plasma and plasma processing in Lithuanian Energy institute // Энергоэффективность-2007: материалы конференции, Киев, 15-17 октября 2007. Киев, 2008. ISSN 2070-4399, p. 1-14.
86. **Žutautaitė-Šeputienė I., Augutis J., Ušpuras E.** Modelling of the node immunity change process in a network system // Risk analysis VI: sixth international conference on computer simulation risk analysis and hazard mitigation, Greece, May 5-7, 2008. Southampton, Boston: Wit Press, 2008. ISBN 978-1-84564-104-7, p. 357-365. [Conference Proceedings Citation Index].
87. **Žutautaitė-Šeputienė I., Augutis J., Ušpuras E.** Modeling of the changes of graphite bore in RBMK-1500 type nuclear reactor // Safety, reliability and risk analysis: theory, methods and applications: proceedings of the European safety and reliability conference (ESREL 2008), Valencia, Spain, September 22-25, 2008. London: CRC Press Taylor & Francis Group, 2009. Vol. 3. ISBN 978-0-415-48513-5, p. 1867-1872.

## Mokslo populiarinimo straipsniai

1. **Baltušnikas A., Lukošiuūtė I., Levinskas R.** Rentgenostruktūrinė analizė-greitas metodas karščiui atsparių plienų realiai eksploatacinei būsenai nustatyti // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2008. Nr. 4, p. 13-14.
2. **Česnienė J., Matulionienė V.** Energijų taupančių medžiagų šilumos laidumo nustatymo galimybės // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2008. Nr. 4, p. 14-16.
3. **Dzenajavičienė E.F.** Prof. habil. dr. Matui Tamoniui-70 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 58-59.
4. **Erlickytė-Marčiukaitienė R.** Mokslo ir technologijų populiarinimo projektas „Apie energiją mąstyti kitaip“ // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2008. Nr. 12, p. 5-6.
5. **Gaigalis V., Škėma R.** Energijos vartojimo stebėjimas ir efektyvaus energijos naudojimo mokymas mokyklose // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2008. Nr. 2, p. 10-11.
6. **Gailiušis B.** Sėkminga habilitacijos procedūra // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 59-60.
7. **Gailiušis B.** Apgintos disertacijos (Jurgita Simaitytė) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 61.
8. **Gailiušis B., Kriauciūnienė J.** Hidrotechnikos statinių sąveika su vandens masėmis // Nauja statyba. ISSN 1648-4274. Nr. 2 (28), p. 73-75.
9. **Galinis A., Miškinis V., Ušpuras E.** Lietuvos elektros energetikos sektoriaus raida uždarius Ignalinos AE // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2008. Nr. 4, p. 4-6, 28-29.
10. **Konstantinavičiūtė I.** Europos elektros energijos gamybos, naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, paramos schemų harmonizavimas ir koordinavimas // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2008. Nr. 5, p. 2-3.
11. **Makarevičius V.** Apgintos daktaro disertacijos (Dr. Stasė Irena Lukošiuūtė) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 69-70.
12. **Makarevičius V.** Dr. Rimantui Levinskui-50 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 56.
13. **Milčius D., Sipavičienė L.** Vandenilio energetikos technologijos // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2008. Nr. 1, p. 11-13.
14. **Milčius D., Sipavičienė L.** Vandenilio energetikos technologijos Lietuvos energetikos institute // Veiklos kryptys. 2008. Nr. 2 (12), p. 14.
15. **Miškinis V.** Paskirstytosios energijos gamybos vaidmuo Europos Sąjungos šalyse ir Lietuvoje // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2008. Nr. 5, p. 26-27.
16. **Savickas J.** Apgintos daktaro disertacijos (Dr. Regina Erlickytė) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 69.
17. **Šimonis V.** Apgintos daktaro disertacijos (Dr. Arūnas Sirvydas) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 68-69.
18. **Škėma R.** Europos efektyvaus apšvietimo programa Lietuvoje // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2008. Nr. 2, p. 15.
19. **Škėma R.** Europos efektyvaus apšvietimo programa Lietuvoje (Vykdoma Europos Komisijos iniciatyva) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 63.
20. **Škėma R., Gaigalis V.** Aktyvaus mokymo ir energijos naudojimo monitoringo integravimas į mokyklų programas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 71.
21. **Štreimikienė D.** Išorinių elektros energijos gamybos kaštų vertinimas Baltijos šalyse // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2008. Nr. 3, p. 28-29.
22. **Štreimikienė D.** Naujų energijos gamybos technologijų plėtra išsūkių ir galimybių // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2008. Nr. 4, p. 10-11.
23. **Tomkevičienė A.** Habil. dr. Jonui Jablonskiui-75 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 3, p. 57.
24. **Urbonas R.** Lithuanian Energy Institute // The ANS Globe ... e news from the ANS international Committee, 2008, No. 9, p. 10-17.
25. **Urbonas R.** Lithuanian Energy Institute // Lithuanian business review. 2008. No. 3, p. 24-25.
26. **Vilemas J.** Lietuvos energetika po 2009 m. // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2008. Nr. 10, p. 3-4, 6.
27. **Vilemas J.** Atsinaujinantys energijos ištekliai. Naujos sąlygos, naujos galimybės // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2008. Nr. 11, p. 7-10.
28. **Žiugžda V.** Pažymime profesoriaus Anupro Šlančiausko 75 metų jubiliejų // Energetika. ISSN 0235-7208. 2008. T. 54, Nr. 1, p. 65-66.
29. **Žiugžda V., Tamonis M.** Suvalkijos lygumų ažuolas pasaulio šiluminės fizikos platybėse // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2008. Nr. 4, p. 12-14.

Išsamų publikacijų sąrašą rasite Lietuvos energetikos instituto tinklapyje <http://www.lei.lt> → Informacija → Publikacijos → 2008



# LEI įvykiai 2008 m.



Sausio 4 d. Kauno rotušėje prof. Jurgisui Vilemui įteiktas miesto mero apdovanojimas – Gerumo plyta



Sausio 25 d. JAV ambasados atstovų viešnagė



Sausio 31 d. Konferencija skirta akademiko Algirdo Žukausko 85-osioms gimimo metinėms pažymėti



Kovo 6 d. Mantui Povilaičiui skirta LR MA aukštųjų mokyklų studentų mokslinių darbų konkurso premija už mokslinį darbą „Plazmos sąveikos su pirmąja termobrandaolinio reaktoriaus sienele modeliavimas“



Kovo 6 d. Dr. Liutauras Marcinauskas už mokslinį darbą „Anglies dangų formavimas ir paviršių modifikavimas panaudojant elektros lanko plazmą“ apdovanotas LR MA Pagyrimo raštu



Kovo 19 d. LEI dalyvauja KTU karjeros dienų renginyje



Balandžio 14 d. Dr. Inga Konstantinavičiūtė gavo oficialią Tarpvyriausybines Klimato kaitos organizacijos (kartu su Albertu Arnoldu (AI) Goru) padėką už indėlį į darbą, apdovanotą Nobelio premija



Balandžio 18 d. 2-asis Euratom/LEI asociacijos posėdis



Kovo 31 d. Dr. Karl Gross paskaita „Hybride development for Hydrogen Storage“



Balandžio 22 d. VDU studentų viešnagė LEI

Balandžio 29 d. Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorija paskirta paskelbtąja (notifikuota) įstaiga

Gegužės 12 d. Prof. Claude Templier paskaita apie elektronų sąveiką su medžiagomis



Gegužės 14 d. LEI VDU karjeros dienos



Gegužės 24 d. LEI dalyvauja tarptautinėje parodoje „Kaunas 2008“





Gegužės 29 d. 5-oji kasmetinė doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija CYSENI 2008



Rugsėjo 1 d. Baigtas įgyvendinti ES struktūrinių fondų ir LR bendrojo finansavimo lėšomis remiamas projektas „LEI šiluminių mainų ir branduolinių įrenginių laboratorinio-administracinio pastato (10C 3 b) remontas“



Rugsėjo 2 d. Instituto visuotinis mokslo darbuotojų ir tyrėjų susirinkimas



Rugsėjo 10 d. TATENA nacionalinis seminaras „How to Write Competitive Proposals for Research Funding“



Rugsėjo 22 d. Seminaras „Darni energetikos strategija Baltijos šalyse“



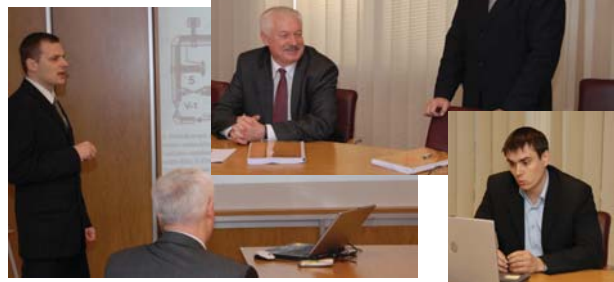
Rugsėjo 25 d. LEI tarybos rinkimai



Spalio 16 d. LEI JMS organizuotas seminaras „Šiuolaikinės šiluminės energetikos problemos“



Lapkričio 10–14 d. Iš valstybės subsidijų finansuojamų darbų gynimai



Lapkričio 4 d. Pirmą kartą regioniniai branduolinės saugos profesinio mokymo kursai pradedami Lietuvoje



Lapkričio 20 d. Paminėta prof. J. Vilemo aktyvios ir ilgametės veiklos Tarptautinės energijos agentūros Vandensilio įgyvendinimo sutarties Valdymo komitete sukaktis



Lapkričio 27 d. 7BP programos „Pajėgumai“ ir „Žmonės“ informacinė diena LEI



Gruodžio 22 d. LEI – Lietuvos pramonininkų konfederacijos konkurso „Lietuvos metų gaminy“ nominantas





LIETUVOS  
ENERGETIKOS  
INSTITUTAS



Breslaujos g. 3  
LT-44403 Kaunas  
Lietuva

tel. (8 37) 351403  
faksas (8 37) 351271  
<http://www.lei.lt>

UDK 061.6:620:9(474.5)  
Li 233  
ISSN 1822-007X