



**LIETUVOS
ENERGETIKOS
INSTITUTAS**



2009 m.

**VEIKLOS
APŽVALGA**

Lietuvos energetikos institutas

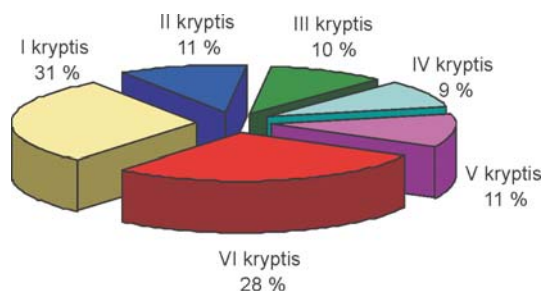
2009 m.

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 daigafunkcinių medžiagų tyrimai.
- V. Degimo ir plazminių procesų tyrimai kuro taupymo, aplinkos taršos mažinimo ir medžiagų terminio nukenksminimo srityse.
- VI. Fundamentiniai ir taikomieji tyrimai branduolinės, termobranduolinės ir vandenilio energetikos srityse.

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 taikomuosius 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

2009 m. instituto kolektyvas vykdė 15 valstybės biudžeto LR švietimo ir mokslo ministerijos finansuojamų mokslo darbų, kurių 5 buvo sėkmingai užbaigti ir apginti, o likusieji 10 tęsiami 2010–2011 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 geriausio įverčio metodologijos taikymas įvairiose sistemose matuoklių metrologinių parametrų tyrimas, radiacinė poveikio analizė tvarkant radioaktyvias atliekas, energijos tiekimo saugumo ir patikimumo vertinimas, naujos vandenilio technologijos, kuro elementai, klimato kaitos klausimai ir kt.

Skysčių ir dujų srauto charakteristikų įtakos tūrio ir debito matuoklių metrologiniams parametrų tyrimas (Darbo vadovas – habil. dr. Antanas Pedišius).

Darbo tikslas buvo ištirti praktikoje labiausiai naudojamų dujų ir skysčių kiekio matuoklių paklaidų priklausomybę nuo srauto pulsacijų, sukeliamų vartojimo nestabilumais ar regu-

Turinys

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	26
Branduolinių įrenginių saugos laboratorija	31
Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorija	42
Regionų energetikos plėtros laboratorija	45
Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratorija	48
Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras	53
Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorija	56
Hidrologijos laboratorija	58
Instituto biudžetas	61
Svarbiausios publikacijos	62
LEI įvykiai 2009 m.	66

liavimo įrangos netinkamu darbu ir hidrodinaminiais trikdžiais bei fizinių savybių pokyčiais, ir sukurti metodus matuoklių metrologiniams parametrams prognozuoti, įvertinant pokyčius eksploatacijos sąlygomis.

Tyrimams panaudoti Doplerio anemometrai, analizei atlikti taikyti dimensijų analizės metodai ir Navje-Stokso lygtys.

Šis darbas aktualus Lietuvai, negalinčiai pasigirti gausiais energetiniais išteklių, nes brangstant atvežiniams ištekliams svarbu juos efektyviai ir taupiai vartoti. Vartojimo apskaitos tikslumas – vienas pagrindinių taupymo būdų.

Atliktas darbas išplėtė žinias apie skysčių ir dujų tekėjimo charakteristikas veikiant įvairiems trikdžiams ir fizinių savybių pokyčiams. Jo dėka galima nustatyti apibendrintas tūrio ir srauto matavimo paklaidų priklausomybes nuo srauto pulsacijų dėsingumų; pagrįstai išanalizuoti ir įvertinti mažų oro greičių matavimo neapibrėžtį.

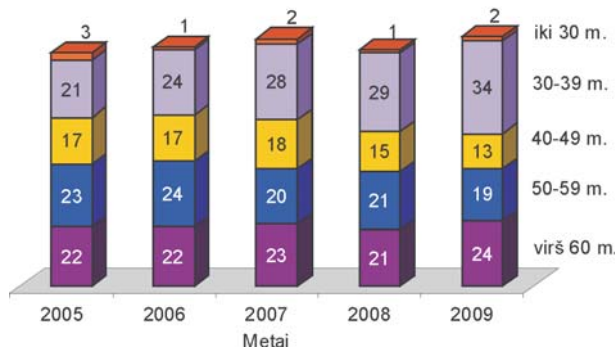
Darbo rezultatai leis sukurti metodą skysčių ir dujų tūrio matuoklių paklaidoms eksploatacijos sąlygomis prognozuoti ir įvertinti bei nustatyti mažų greičių matuoklių kalibravimo sąlygas ir garantuojamą neapibrėžtį.

Geriausio įvertimo metodologijos taikymas modeliuojant procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose (Darbo vadovas – habil. dr. A. Kaliačka).

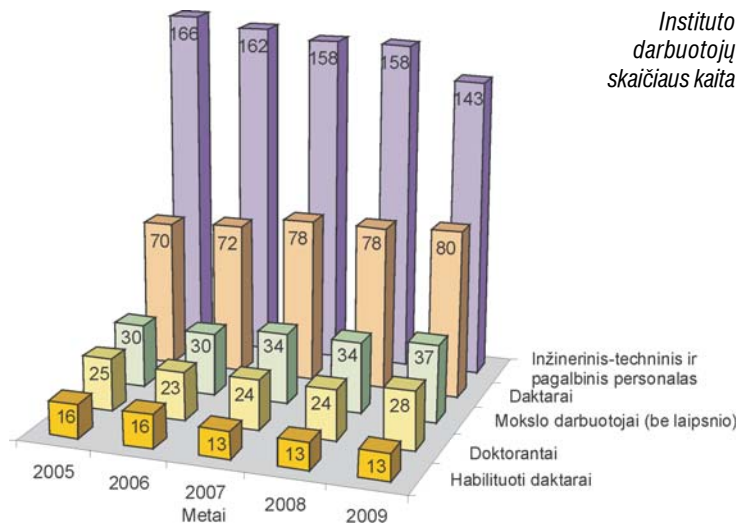
Darbo tikslas buvo geriausio įvertimo metodologijos įtvirtinimas techninių, gamtinių ir socialinių sistemų modeliavime, termohidraulinių procesų, vykstančių suslėgto vandens (kito tipo nei RBMK) reaktoriuose avarijų metu, analizė. Darbas aktualus sprendžiant energetikos ekonomikos ir hidrologijos uždavinius, siekiant gauti patikimus modeliavimo rezultatus.

Darbo metu sudarytas PWR (suslėgto vandens tipo) reaktoriaus modelis, išanalizuota pasirinkta avarija geriausio įvertimo metodu, RBMK-1500 reaktoriaus reikmėms pritaikytas programų paketas FEMAXI.

Geriausio įvertimo metodologijos įtvirtinimas fiziniuose ir socialiniuose moksluose – kokybiškai naujas žingsnis, taikant šią pažangią metodologiją. Parinktų avarinių procesų analizės, naudojant geriausio įvertimo metodologiją, atlikimas PWR tipo reaktoriams leis pagilinti žinias termohidraulinių procesų analizės srityje kito tipo nei branduoliniams jėgainėms su kataliniais reaktoriais. Tai aktualu rengiantis naujos branduolinės jėgainės statybai Lietuvoje.



Instituto mokslininkų amžiaus struktūra



Gauti rezultatai bus panaudoti atnaujinant Nacionalinę energetikos strategiją ir rengiant darbus, susijusius su Kauno hidroenergetinės sistemos eksploatacija bei sauga.

Radiacinio poveikio analizė ir optimizavimas atliekant AE įrengimų išmontavimą ir tvarkant radioaktyvias atliekas (Darbo vadovas – prof. habil. dr. Povilas Poškas).

Darbo tikslas buvo išanalizuoti ir optimizuoti numatomą radiacinį poveikį atliekant Ignalinos AE 1-ojo bloko įrengimų išmontavimą ir tvarkant radioaktyvias atliekas.

Tyrimuose taikyti naujausi modeliavimo metodai, gerokai tiksliau įvertinantys radiacinį poveikį tiek užterštų įrengimų eksploataavimo nutraukimo metu, tiek ir tvarkant radioaktyvias atliekas.

Darbas aktualus sprendžiant saugos problemas nutraukiant IAE eksploataciją ir tvarkant radioaktyvias atliekas.

Darbo metu nustatyti dėsingumai ir sukaupta vertinga informacija apie radiacinį poveikį bus panaudoti planuojant IAE išmontavimo darbus, jų saugos įvertinimą, projektuojant paviršinį ir analizuojant galimybes įrengti geologinį kapinyną Lietuvoje.

Nanokristalinių metalų hidridų, skirtų vandeniliui saugoti, sintezė, taikant joninius-plazminius metodus (Darbo vadovas – dr. Darius Milčius).

Darbo tikslas buvo surasti dar neištirtas magnio/aliuminio nanokristalinių lydinų hidridų metastabilias būsenas, kuriose medžiaga efektyviai adsorbuoja/desorbuoja vandenilį. Taikytos nepusiausvyrinės fizikinės technologijos ir gautos savitos struktūros medžiagos, pasižyminčios unikaliomis adsorbcinėmis/desorbcinėmis savybėmis, atveriančiomis kelių naujos kartos vandenilio saugojimo įtaisams kurti.

Pagrindinės problemos, ribojančios metalo lydinų panaudojimą vandeniliui saugoti susijusios su hidridinimo/dehidridinimo procesu, todėl darbo metu siekta sumažinti hidridinimo proceso slėgį ir dehidridinimo proceso temperatūrą iki 80–200 °C, metalo lydinus vandeniliui saugoti pritaikius transporte. Vykdyta intensyvi naujų cheminių junginių ir technologijų paieška, norint padidinti metalo lydinų efektyvumą ir pagerinti darbo parametrus.

Darbo rezultatus numatoma panaudoti teikiant rekomendacijas pramonei, kuriant naujos kartos vandenilio saugojimo įtaisus.

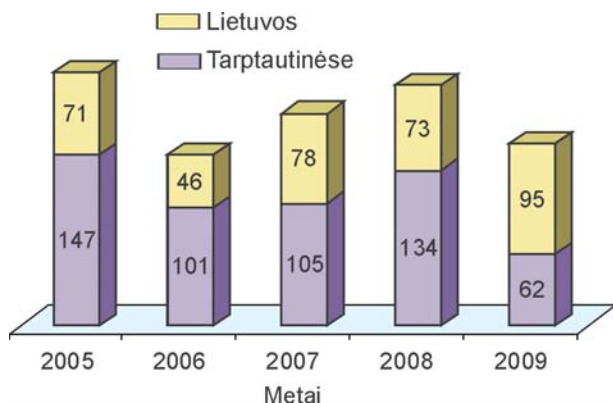
Klimato kaitos įtaka Lietuvos vandens išteklių būklei ir hidroenergetikos sektoriui (Darbo vadovas – habil. dr. Bronas Gailiusis).

Darbo tikslas buvo įvertinti Lietuvos upių nuotėkio kaitos įtaką hidroenergetiniams ištekliams klimato kaitos fone. Planuojant stambių hidroelektrinių darbą, labai svarbu žinoti, kaip pasikeis upių vandens ištekliai XXI a. Todėl pirmą kartą Lietuvoje išanalizuotas Kauno HE darbas prognozuojamo nuotėkio sąlygomis, atkreipiant dėmesį į sistemos darbo saugumą ekstremaliomis sąlygomis. Atlikta energetinės sistemos rizikos analizė padės geriau įvertinti sistemos būklę klimato kaitos požiūriu.

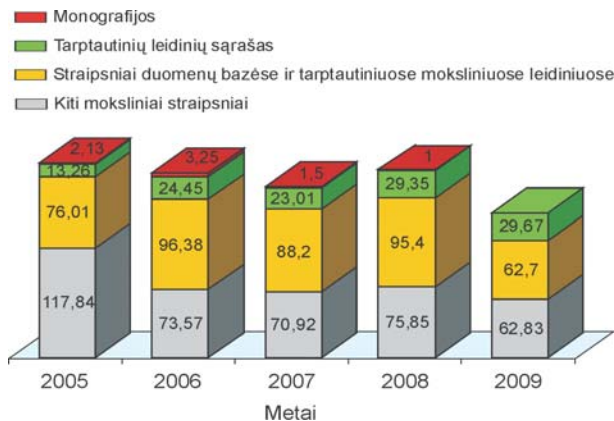
Taikant statistinės analizės metodus nustatytos meteorologinių ir hidrologinių parametų kaitos tendencijos Lietuvoje, palyginti rezultatai su Baltijos ir Šiaurės šalių gautais parametų trendais. Sukurtas Nemuno nuotėkio formavimosi modelis naudojant šiuolaikišką Švedijos mokslininkų sukurtą programinę įrangą HBV. Atlikta Nemuno nuotėkio prognozė pagal įvairius klimato kaitos scenarijus. Išanalizuotas Kauno HE darbas įvertinant Nemuno nuotėkio prognozes. Šio darbo rezultatai pritaikyti Šiaurės šalių (Nordic Energy Research) inicijuotame projekte *Klimatas ir energetinės sistemos* (2007–2010).

Toliau tęsiami iš valstybės biudžeto finansuojami darbai:

- **Biokuro ir kalingų atliekų dujų fiksavimo eksperimentiniai ir skaitinio modeliavimo tyrimai siekiant patobulinti energijos gamybos technologijas.** Darbo vadovas – dr. A. Džiugys;
- **Šilumos mainų ir tėkmės hidrodinamikos tyrimai pereinamojo tekėjimo zonoje esant mišrios konvekcijos ir stabilios bei nestabilios oro tankio stratifikacijos sąveikai.** Darbo vadovas – dr. R. Poškas;
- **Darnios regionų energetikos plėtros planavimo pagrindai ir įgyvendinimo galimybės.** Darbo vadovas – dr. V. Kveselis;
- **Cirkonio lydinių, skirtų šiluminių elementų apvaskalų bei slėgio vamzdžių gamybai, irimo dėsningumų eksperimentinis tyrimas.** Darbo vadovas – dr. A. Grybėnas;
- **Lietuvos energetinio saugumo tyrimas.** Darbo vadovas – prof. habil. dr. J. Augutis;



Pranešimų konferencijose skaičius (įvertinant autorių indėlį)



Mokslinių publikacijų skaičius (įvertinant autorių indėlį)

- **Besikondensuojančio dvifazio tekėjimo eksperimentinis ir skaitinis tyrimas.** Darbo vadovas – dr. M. Šeporaitis;
- **Vėjo energijos prognozavimas ir biomasės išteklių naudojimo plėtros galimybių energetikoje tyrimai.** Darbo vadovas – prof. habil. dr. V. Katinas;
- **Naujų energijos gamybos technologijų plėtros Lietuvoje bei energijos vartojimo efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių tyrimas.** Darbo vadovas – dr. R. Škėma;
- **Daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodų vystymas ir taikymas energetikos ir aplinkos politikoje.** Darbo vadovė – dr. D. Štreimikienė;
- **Pagrindinių veiksnių, lemiančių neorganinių medžiagų oksidų plaušo sintezę plazminėje aplinkoje identifikavimas ir įvertinimas.** Darbo vadovas – dr. V. Valinčius.

Vertinant 2009 m. Lietuvos energetikos instituto veiklą galima pastebėti, kad faktiniai rezultatai atitiko planuotuosius, biudžetinių asignavimų sumažėjimą kompensavo taikomosios veiklos užsakymų apimtys. 2008 m. pasinaudojus ES Struktūrinių fondų parama ir gerokai išplėtus tyrimų bazę, 2009 m. išlaidų skirta daug mažiau – iš esmės įsigyta kompiuterinė ir programinė įranga bei kai kuri eksperimentinė įranga.

Instituto mokslininkai aktyviai dalyvavo Europos Sąjungos programų projektuose: 3-juose 6BP projektuose, 7-niuose 7BP projektuose, 9-niuose *Požangis energetika Europai* projektuose, 4-juose Tarptautinės energijos agentūros projektuose, 5-juose *COST programos* projektuose, 1-ame EUREKA projekte, 2-juose *Šiaurės šalių energetikos programos* projektuose bei 1-ame Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. programos projekte.

2009 m. buvo vykdomi šie 7BP projektai:

- **Energijos tiekimo saugumas atsižvelgiant į neapibrėžtumus, riziką ir ekonominius poveikius** (*Security of Energy Considering Its Uncertainty, Risk and Economic Implications, SECURE*) (Instituto atstovas – prof. habil. dr. 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)** (Instituto atstovė – dr. D. Štreimikienė). Projekto tikslas – nustatyti naujų perspektyviausių technologijų plėtros ES šalyse iki 2050 m. scenarijus, atitinkančius ES energetikos politikos prioritetus ir darnios plėtros tikslus;
- **Integruotas Europos tinklas Biomasės ir atliekų pakartotinis naudojimas bioproduktų gamyboje (Integrated European Network for Biomass and Waste Reutilisation for Bioproducts, AQUATERRE)** (Instituto atstovas – prof. habil. dr. 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;
- **Apšvitinto grafito ir kitų anglies turinčių radioaktyviųjų atliekų apdorojimas ir laidojimas (Treatment and Disposal of Irradiated Graphite and Other Carbonaceous Waste, CARBOWASTE)** (Instituto atstovas – prof. habil. dr. 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 atliekoms perdirbti;

- **Geologiniuose PBK/RA kapinynuose susidarančių dujų elgsena (Fate of Repository Gases, FORGE)** (Instituto atstovas – prof. habil. dr. P. Poškas). Projektas skirtas dujų generavimo ir sklaidos PBK/RA kapinynuose procesų tyrimams ir supratimui gilinti;
- **Europos branduolinės sintezės vystymo sutartis (European Fusion Development Agreement)** (Instituto atstovas – prof. habil. dr. 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.



- **Sunkiųjų avarijų tyrimo kompetencijų tinklas 2 (Network of Excellence for a Sustainable Integration of European Research on Severe Accident Phenomenology, SARNET2).** (Instituto atstovas – habil. dr. A. Kaliačka). Šis projektas skirtas AE sunkiųjų avarijų reiškinii ir valdymo tyrimų integracijai Europoje. Kartu su LEI šiame projekte dalyvauja 41 ES šalių mokslo ir verslo institucija;

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

Sėkmingą instituto darbą parodo ir Lietuvos energetikos institutui suteikta Lietuvos pramoninių konfederacijos įsteigta **Sėkmingai dirbanti įmonė 2009** nominacija didelių įmonių grupėje. Tai parodo, kad ir sudėtingoje ekonominėje situacijoje galima sėkmingai ir socialiai atsakingai įgyvendinti savo tikslus.



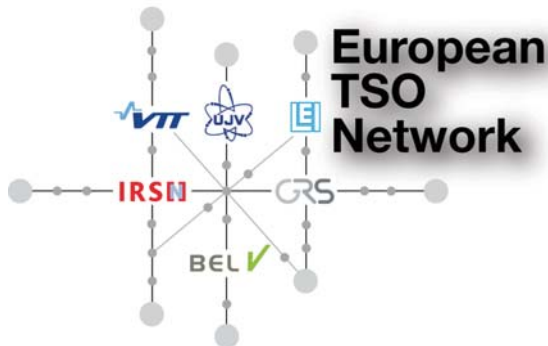
LEI aktyviai dalyvauja šių technologinių platformų veikloje:

- *Ateities gamybos;*
- *Vandenilio ir kuro elementų (H₂/FC);*
- *Nacionalinės šilumos energetikos;*
- *Nacionalinės biomasės ir biokuro gamybos ir naudojimo;*
- *Lietuvos nacionalinės biodegalų.*



Institutas aktyviai dalyvavo Slėnio **Santaka** parengiamuosiuose darbuose. 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 kryptyse, tarp kurių yra ir energetika. 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.



Lietuvos energetikos institutas 2009 m. gruodžio mėnesį įstojo į Europos techninės paramos organizacijų tinklas (**ETSON**), kuris įkurtas 2006 m. Šiuo metu organizaciją sudaro IRSN (Prancūzija), GRS (Vokietija), Bel V (Belgija), ŠJV (Čekija), VTT (Suomija), LEI (Lietuva). **ETSON** – viena iš pagrindinių organizacijų rengusių branduolinės energetikos Strateginių tyrimų programą (SRA). Dalyvavimo **ETSON** pagrindinis tikslas – daryti įtaką Europoje vykdomiems tyrimams branduolinės energetikos srityje bei juose aktyviai dalyvauti.

2009 m. **ETSON** partneriai nusprendė įkurti mokymų ir konsultavimo organizaciją, kuri apimtų naujai priimtų branduolinės energetikos specialistų poreikius. Tai buvo stimulas įkurti Europos branduolinės saugos mokymų ir konsultavimo institutą (European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute, **ENSTTI**). 2009 m. gruodžio mėn. ETSON partneriai (IRSN, GRS, UJV, LEI) pasirašė memorandumą dėl ENSTTI įkūrimo. ENSTTI tikslas – organizuoti ir įgyvendinti mokymų ir konsultavimo programas siekiant didinti būsimų ekspertų kompetenciją branduolinės energetikos srityje.

2009 m. buvo įgyvendintas 2007–2013 m. ES Struktūrinių fondų lėšomis finansuotas **Vandenilio energetikos technologijų centro įkūrimo projektas**, sukuriant jame sąlygas dinamiškai kompleksinių fundamentinių ir technologinių tyrimų plėtrai strateginėje ES mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros tematikoje.

Žvelgdami į 2009 m. atliktus darbus, institutui parodytą pripažinimą, visas instituto kolektyvas su dideliu entuziazmu ir energija žvelgia į mokslinius, kūrybinius ir techninius iššūkius ateityje.

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

Instituto jaunimo veikla

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

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

1992–2009 m. doktorantūrą baigė 64, disertacijas apgynė – 45 doktorantai. 2009 m. institute buvo 28 doktorantai.

2009 m. Kauno technologijos universitetas kartu su Lietuvos energetikos institutu suteikė mokslo daktaro laipsnius instituto doktorantams:

- balandžio 30 d. Mantui MARČIUKAIČIUI už technologijos mokslų – energetikos ir termoinžinerijos (06T) darbą **Vėjo energijos tyrimai, modeliavimas ir prognozė;**
- birželio 5 d. Astai MIKALAUSKIENEI už socialinių mokslų – ekonomikos (04S) darbą **Rinką imituojančių klimato kaitos švelninimo priemonių Lietuvos energetikoje vertinimas;**
- birželio 29 d. Nerijui STRIUGUI už technologijos mokslų – energetikos ir termoinžinerijos (06T) darbą **Glicerolio frakcijos terminio skaidymo vandeniliu praturtintoms dujoms gauti tyrimas;**
- birželio 30 d. Dianai MEILUTYTEI-BARAUSKIENEI už technologijos mokslų – aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos (04T) darbą **Klimato kaitos įtaka Lietuvos upių nuotėkiui;**
- lapkričio 27 d. Dariui TARVYDUI už socialinių mokslų – ekonomikos (04S) darbą **Energetinio saugumo didinimo priemonių ekonominis vertinimas;**
- gruodžio 17 d. Ernestui NARKŪNUI už technologijos mokslų – energetikos ir termoinžinerijos (06T) darbą **Reaktoriaus RBMK-1500 konstrukcinių elementų nuklidinės sudėties kitimo tyrimai.**

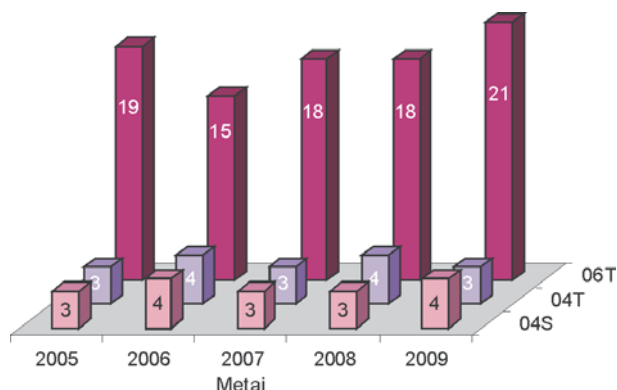
2009 m. gruodžio 22 d. VDU suteikė mokslo daktaro laipsnį Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojui Gediminui STANKŪNUI už fizinių mokslų – fizikos (02P) darbą **Eksperimentiniai branduolinio dalijimosi tyrimai: nuo dalijimosi produktų susidarymo, jų išsiskyrimo iki vėluojančių neutronų emisijos.**



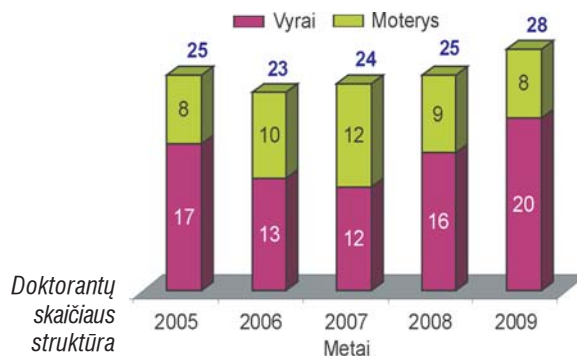
Institute aktyviai veikia Jaunųjų mokslininkų sąjunga (JMS).

2009 m. kovo 18 d. JMS atstovai dalyvavo Kauno technologijos universiteto tradiciniame renginyje **KTU karjeros dienos 2009**.

LEI stendas buvo nuolat apsuptas studentų, kurie ypač domėjosi doktorantūros, praktikos, įsidarbinimo gali mybėmis, atliekamais tyrimais institute. Daugiausiai kreipėsi chemijos bei aplinkos inžinerijos



Doktorantų pasiskirstymas pagal mokslo kryptis



Doktorantų skaičiaus struktūra

specialybių studentai. Abipusiai naudingi pokalbiai akis į akį vyko nuo renginio pradžios iki pabaigos. Jau ketvirtas LEI dalyvavimas parodė tokio renginio svarbą institutui, ieškant perspektyvių jaunų darbuotojų, ir studentams, ieškantiems studijų ir karjeros galimybių.



2009 m. JMS iniciatyva surengta šeštoji kasmetinė tarptautinė doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija *Jaunoji energetika 2009 (CYSENI 2009)*. Pagrindinis šios konferencijos tikslas – skatinti doktorantų ir jaunųjų mokslininkų aktyvią mokslinę veiklą, bendradarbiavimą ir ugdyti gebėjimą pristatyti mokslinių tyrimų rezultatus. Jauniesiems mokslininkams siekiama suteikti galimybes susipažinti su kolegomis ir jų vykdoma moksline veikla, keistis idėjomis bei kontaktais, kurie būtų naudingi kuriant bendrus projektus ir plėtojant vykdomus mokslinius tyrimus.

Konferencijoje mokslinius pranešimus skaitė net 54 įvairių Lietuvos bei užsienio valstybių institucijų jaunieji mokslininkai, dalyvavo doktorantų straipsnių recenzentai – žinomi technologijos mokslų srities ekspertai.

Konferencijoje dalyvavo gausus būrys jaunųjų mokslininkų iš kaimyninių valstybių mokslo ir tyrimų institucijų – A. V. Lykovo Šilumos ir masės mainų instituto (Baltarusija),

Nacionalinio Ukrainos universiteto, T. Ševčenkos Nacionalinio Kijevo universiteto (Ukraina), Fizikinės energetikos instituto (Latvija), Rygos technikos universiteto (Latvija), Latvijos universiteto, Talino technologijos universiteto, Salento universiteto (Italija) ir Federalinio technologijos universiteto (Nigerija).

LEI jaunųjų mokslininkų sąjungos iniciatyvą rengti tokį kasmetinį renginį, kaip ir visuomet, palaikė instituto vadovybė, skyrusi finansinę bei techninę paramą. Konferencijai rengti paramą skyrė ir Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas, COST ir Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija.

Konferencijos organizatoriai (el. p. info@cyseni.com) siekia, kad ši konferencija taptų žymiausiu kasmetiniu jaunųjų mokslininkų, dirbančių energetikos srityje, renginiu, todėl nuolat ieško žymių, didelę patirtį turinčių ir konferencijos tematika vykdančių tyrimus mokslininkų, pageidaujančių prisidėti ugdant stiprius jaunuosius mokslininkus ir kviečia juos tapti konferencijos redakcinės kolegijos nariais.



Geriausių straipsnių ir pranešimų autorius – magistrantų ir pirmųjų bei antrųjų metų doktorantų grupėje – M. Lelj (LEI), trečiųjų ir ketvirtųjų metų doktorantų ir jaunųjų mokslininkų grupėje – V. Leschevich (A. V. Lykovo šilumos ir masės mainų institutas, Baltarusija) sveikina LEI Tarybos pirmininkas prof. J. Vilemas ir LEI JMS pirmininkė D. Meilutytė-Barauskienė

Konferencijos
Jaunoji energetika
2009 akimirkos

Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorija

Pagrindinės laboratorijos mokslinių tyrimų ir taikomųjų darbų kryptys:

- moksliniai skysčių ir oro (dujų) fizikinių savybių ir srautų struktūros įtakos greičio, tūrio ir debito matavimo tikslumui ir patikimumui tyrimai. Tyrimų perorientavimas į srautų struktūros ir pernašos procesų mikrosistemose tyrimus ir matavimus bei prisijungimą prie Europos metrologinių tyrimo programos projektų;
- Lietuvos ūkio ir mokslo metrologinis aprūpinimas skysčių ir dujų srautų parametrų matavimo srityje, atkuriamų etaloninių verčių neapibrėžties tyrimai ir matavimų sistės su Europos šalių nacionaliniais matavimų institutais bei Lietuvos laboratorijomis užtikrinimas;
- kietojo biokuro, jo mišinių ir atgautojo kuro panaudojimo mažos ir vidutinės galios šildymo įrenginiuose efektyvumo ir išmetimų į aplinką tyrimai bei pažangių technologijų diegimas;
- gaminamų dujinių prietaisų ir vandens šildymo katilų, kūrenamų dujiniu, skystuoju ir kietuoju kuru, įskaitant biokurą, bei skystojo kuro, vandens, šilumos bei dujų kiekių matavimo priemonių bandymai ir atitikties nustatytiems reikalavimams vertinimai.

Pagal LST EN ISO/IEC 17025 ir 17020 standartus akredituotos laboratorijos taikomosios 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 atitinka LST EN 305-1:2000 reikalavimus.

Pagrindiniai 2009 m. mokslinio darbo ir eksperimentinės plėtros rezultatai

2009 m. laboratorija užbaigė ir apgynė 3 metų trukmės valstybės biudžeto subsidijomis finansuotą mokslinį darbą *Skysčių ir dujų srauto charakteristikų įtakos tūrio ir debito matuoklių metrologiniams parametrų tyrimas*, kurio pagrindines išvadas galima apibūdinti taip:

- sukurtas universalus metodas matuoklių dinaminiam atsakui į srauto pulsacijas, kintančias įvairiais dėsningumais, ir jų įtakai matavimo paklaidoms vertinti. Metodas pritaikytas turbininių dujų skaitiklių dinaminėms paklaidoms pulsuojančiame sraute vertinti ir prognozuoti atsižvelgus į matuoklio sukimosi dažnio pokyčius. Parodyta, kad analogiško pobūdžio



2009 m. rekonstruotas aerodinaminio įrenginio matavimo kanalas greičio matavimams pradiniam kanalo ruože ir laisvoje srovėje, įtekančioje į apsauginę kamerą: 1 – matavimo kanalas; 2 – apsauginė kamera; 3 – tiriamasis objektas – vėjo greičio matuoklis

Tarptautinio matų ir svorsčių biuro (BIPM) patvirtintos ir paskelbtos bei Lietuvos nacionalinio akreditacijos biuro akredituotos laboratorijos kalibravimo ir matavimo galimybės pateiktos atitinkamai interneto svetainėse:

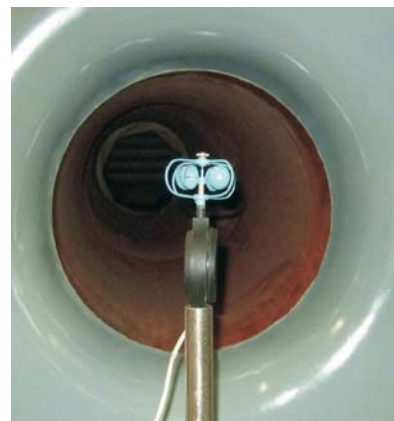
<http://www.bipm.org/en/db/>
ir
<http://www.lei.lt/>

- dinamines paklaidas būtina vertinti matuojant vėjo greitį mechaniniais anemometrais, vandens ar šilumos vartojimą mechaniniais srauto jutikliais ir jiems analizuoti galima taikyti sukurtą metodą;
- nustatyti greičio pasiskirstymo dėsniumai, esant perinamajam tekėjimo režimui kanalo pradiname ruože. Skaitiniais metodais nustatytos asimptotinės maksimalaus ir vidutinio greičių santykio vertės pereinamojo tekėjimo pradžioje ir pabaigoje. Šios vertės, patvirtintos eksperimentiniais matavimais taikant lazerinius ir ultragarsinius anemometrus, leidžia su patikimais apibrėžta neapibrėžtimi atkurti greičio vertes iki 0,05 m/s;
 - tyrimais ir tarptautiniais lyginimais išaiškintos greičio matavimo rezultatų sklaidos priežastys ir pasiūlytos priemonės bei sąlygos darniai atkurti oro greičio reikšmes Europos nacionalinėse laboratorijose;
 - ištirta vandens skaitiklių įrengimo ir įtekėjimo sąlygų bei su jomis susijusių hidrodinaminių trikdžių įtaka pertekančio vandens ir šilumnešio kiekių matavimo tikslumui;
 - ištirtas naftos produktų klampos poveikis kamerinių skaitiklių paklaidoms. Poveikis palygintas su tyrimais, atliktais Nyderlandų nacionaliniame matavimų institute. Vadovaujantis teorinėmis prielaidomis, atliktas tyrimo rezultatų apibendrinimas. Pateikti analogiški tyrimo rezultatai suslėgtų dujų srautuose ir pagrįsta svarba vystyti masės (Koriolio) matuokliais pagrįstą universalų matavimo metodą, nepriklausantį nuo fluido fizikinių savybių;

- visose matavimo srityse atlikti tarptautiniai palyginimai. Atliktų palyginimų rezultatai rodo, kad laboratorijos tyrimo rezultatai yra patikimi ir jų lygmuo glaudžiai siejasi su Europos šalių nacionalinių institutų teikiama vertėmis.

Vykdam tyrimus buvo nuolat tobulinama eksperimentinė įranga ir tyrimo metodai ne tik biudžetiniame darbe išskirtiems uždaviniams spręsti, bet ir tyrimus orientuoti į tolesnį energijos išteklių, įskaitant biokurą, efektyvų panaudojimą ir taršos mažinimą bei pažangių technologijų energijai gaminti vystymą. Iš esmės rekonstruoti aerodinaminiai įrenginiai oro srautų, įskaitant vėjo, greičio ir oro tūrio matavimams, esant 0,005–16 m³/h, tęsiamas kritinių tūčių įrenginio konstravimas ir įrangos komplektavimas mikro-srautams matuoti.

Atlikti tyrimai ir tarptautiniai palyginimai leido iš naujo perskaiciuoti srautų matavimo galimybes, gerokai jas pagerinant oro greičio ir skysčių (vandens ir naftos produktų) tūrio ir debito matavimo srityse.



Vėjo greičio matuoklis įrengtas laisvoje srovėje aerodinaminio įrenginio matavimo kanalo kameroje

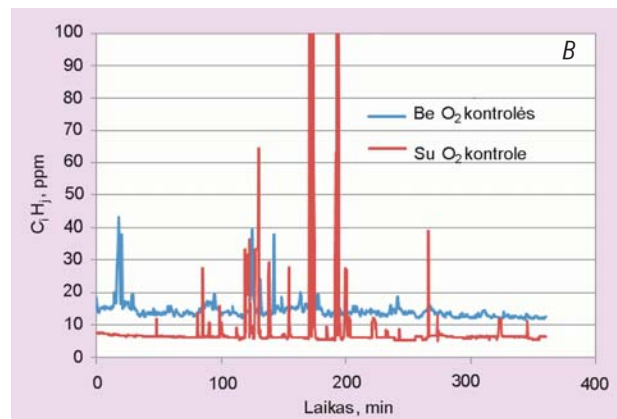
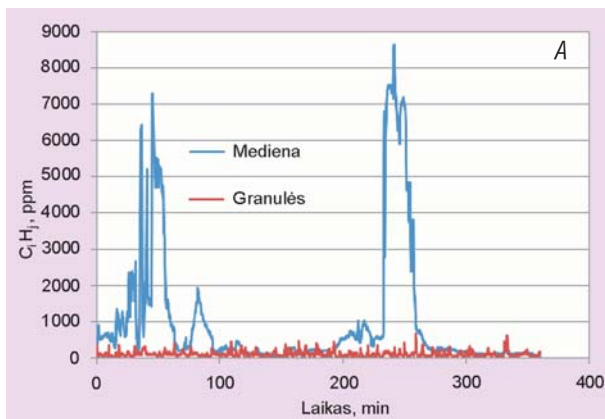
Fluidas, dydis	Akredituotos matavimo ribos/galimybės	Pasiektos matavimo ribos/galimybės
Naftos produktų ir biodegalų tūris	(1–135) m ³ /h, ±0,12 %	(1–150*) m ³ /h, ± (0,04–0,08) %, atsižvelgus į matavimo metodą
Vandens tūris	(0,01–100) m ³ /h, ± 0,08 %	(0,01–100) m ³ /h, ± (0,06–0,08) %, atsižvelgus į debito vertes
Oro greitis	(0,05–0,2–60) m/s, ±(50–7–1)%	(0,05–0,2–60) m/s, ±(15–3,5–0,5)% taikant lazerinį anemometrą

* – lentelėje raudonai pažymėtos naujos vertės

Mokslinių tyrimo darbų perspektyvos 2010–2012 metais

2010–2012 m. numatoma vykdyti mokslinius tyrimus dviem kryptimis. Pirmiausia, planuojama užbaigti tyrimus, siekiant apibendrinti nestacionaraus skysčių ir dujų tekėjimo struktūros ir jos poveikio tachometriniu principu veikiantiems greičio, tūrio ir debito matuokliams, turintiems skirtingą atsaką poveikiams, ir pateikti praktines rekomendacijas matuoklių dinaminėms paklaidoms vertinti bei dujų, vandens ir šilumos tiekimo/vartojimo nebalanso priežastims aiškinti ir šalinti. šioje srityje daug dėmesio bus skiriama naujiems impulso ir šilumos pernašos tyrimo metodams, ypač taikant dalelių judėjimo vizualizavimo techniką makro- ir mikrosistemose.

Kita kryptis – tirti mažos ir vidutinės galios šildymo įrenginių, kūrenamų kietuoju biokuru ir jo mišiniais, efektyvumą ir taršą, atsižvelgiant į šių įrenginių konstrukciją, naudojamą kuro rūšį, jo kokybei gerinti taikomas priemones ir technologijas, oro srautų paskirstymo degimo kameroje, temperatūros degimo zonoje, traukos ir kitus veiksnius. šioje srityje jau turima nemažai patirties ir eksperimentinės įrangos bei matavimo aparatūros. Tačiau šios galimybės gerokai padidės tapus sudedamąja atviros prieigos mokslinio Atsinaujinančios ir alternatyvios energetikos centro dalimi bei bendradarbiaujant su kitais kompetencijos centrais.



CH_4 koncentracijos kitimas deginant medienos granules ir malkas (a) ir medienos granules, kai degiklis aprūpintas deguonies jutikliu ir be jo (B)



Doktorantė I. Briliūtė ir dr. A. Stankevičius tarptautinėje konferencijoje Krokovoje (Lenkija)

Jaunųjų mokslininkų indėlis

Laboratorijos moksliniuose ir taikomuosiuose darbuose pastebimai didėja jaunųjų mokslininkų indėlis. 2009 m. net 4 darbuotojai (A. Bertašienė, I. Briliūtė, E. Maslauskas ir A. Tonkonogovas) rengė disertacinius darbus, aktyviai dalyvavo mokslinėse konferencijose ir visuomeninėje veikloje.

Plečiant tyrimus *micro* srautų, atsinaujinančiųjų energijos išteklių panaudojimo ir kitų pažangių technologijų srityse, manoma, kad juose dalyvaus daugiau perspektyvių jaunų darbuotojų, siekiančių mokslininko karjeros.

Tarptautinis bendradarbiavimas

Veikla EURAMET ir COOMET techniniuose komitetuose.

Laboratorija, vykdydama nacionalinių etalonų laboratorijos funkcijas, 2009 m. dalyvavo tarptautinių organizacijų EURAMET ir COOMET techninių komitetų *Srautai* veikloje: metiniame EURAMET posėdyje Kopenhagoje perskaitytas pranešimas apie sąlygų greičio vienetų atkūrimo sąlygoms suderinti; instituto atstovas priimtas į ekspertų grupę COOMET narių-nacionalinių institutų matavimo galimybės vertinti.

Pateikti 3 siūlymai dalyvauti jungtiniuose projektuose pagal Europos metrologinių tyrimų programos kvietimą ENERGETIKA, vėjo greičio matavimo ir energetinių objektų efektyvumo didinimo srityse.

Aktyviai dalyvauta tarptautiniuose matavimų palyginimuose, kurie patvirtina, kad laboratorijos matavimų lygmuo prilygsta geriausių Europos institutų lygmeniui ir Lietuvos ūkyje ir moksliniuose



Doktorantė A. Bertašienė tarptautinėje konferencijoje Maskvoje (Rusija)

Tarptautinių 2009 m. atliktų arba vykdytų palyginimų charakteristika

Projekto Nr., statusas	Pamatinė laboratorija	Fluidas, dydis	Matavimo ruožas	Šalių/ Laboratorijų skaičius
EURAMET 1046, užbaigtas	CMI Čekija	Vanduo, tūris	1–10 m ³ /h	12/13
EURAMET 877, užbaigtas	SP Švedija	Vanduo, tūris, 50 °C	0,006–0,025 m ³ /h	6/6
EURAMET 1006, užbaigtas	CMI Čekija	Oras, tūris	1000–10 000 m ³ /h	14/16
COOMET 412/UA/07 Atlikti matavimai LEI	SE „Ivano-Frankovsk SM“ Ukraina	Oras, tūris	4–160 m ³ /h	4/4
EURAMET 1050 Atlikti matavimai LEI	INRIM, Italija	Oras, greitis	2–50 m/s	9/11
COOMET 412/UA/07 Pasirengta	PTB Vokietija	Vanduo, tūris	0,01–100 m ³ /h	7/7

se tyrimuose atliekami matavimai siejasi su kitų šalių matavimais, o tai būtina tarptautiniams mainams.

Pasirengta vertinti ir pripažinti iš naujo laboratorijos, kaip nacionalinio srautų matavimo darinio, veiklą 2004–2010 m. Vertinimai atlikti EURAMET technikos komiteto KOKYBĖ 2010 m. vasario 23–25 d. Briuselyje. Parengta ataskaita raštu ir žodinis pranešimas.

Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. bendradarbiavimo programa. 2009 m. laboratorija vykdė tarptautinį ES iš dalies finansuojamą Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. kaimynystės programos Baltijos jūros regiono bioenergetikos skatinimo projektą. Projekto tikslas – stiprinti tvarų, konkurencingą ir teritoriniu požiūriu integruotą Baltijos jūros regiono vystymą bioenergetikos tvaraus naudojimo srityje. Projekto įgyvendinimo laikotarpis 2009–2011 m. Projekte dalyvauja 36 šalių įvairių mokslinių institucijų partneriai. Vykdam šį projektą 2009 m. gruodžio 17 d. surengtas seminaras **Bioenergijos gamyba ir vartojimas Lietuvoje: esama padėtis ir perspektyvos**, išleistas leidinys *Kietoji biomasė* apie kietosios biomasės panaudojimą ir perspektyvas Lietuvoje.



Seminaras „Bioenergijos gamyba ir vartojimas Lietuvoje“

Apibendrinimai

2009 m. mokslinių ir taikomųjų darbų rezultatus galima apibendrinti taip:

- paskelbti 6 straipsniai, tarptautinių konferencijų darbuose 4 straipsniai; perskaityti 8 pranešimai tarptautinėse ir 11 respublikinėse konferencijose;
- mokslo darbuotojams habil. dr. A. Pedišiui, dr. J. Tonkonogij, dr. G. Zygmantui ir dr. N. Pedišiui suteikti 2008 m. Lietuvos mokslo premijos laureatų vardai už darbų ciklą **Valstybės etalonų ir eksperimentinės įrangos komplekso skysčių, dujų ir šilumos kiekių vertėms atkurti ir jų matavimo priemonėms tirti ir bandyti**;
- pagrindinėse matavimų srityse užsakovams atlikta apie 350 kalibravimų ir 3000 patikrų, bandymų, atitikties vertinimų ir techninių ekspertizių, tarp kurių yra Latvijos, Danijos ir Estijos užsakovai;
- atlikti darbai pagal šias svarbiausias sutartis su:
 - Valstybine metrologijos tarnyba valstybės etalonų lygmeniui palaikyti, tobulinti ir tirti;
 - akcinėmis bendrovėmis *Lietuvos dujos*, *Axis Industries*, *Astra*, *Kalvis* ir *Panevėžio energija* gaminiams tirti, įvertinti jų atitiktį reikalavimams, rengti norminius dokumentus ir spręsti iškilusias technines problemas. Įplaukos už įvairius taikomuosius darbus sudarė 1,4 mln. Lt;
 - išduoti 4 vandens skaitiklių, gaminamų AB *Axis Industries*, tipo tyrimo sertifikatai ir 89 atitikties tipui sertifikatai, kurie suteikia gamintojui galimybę tiekti šiuos gaminius užsienio vartotojams.

Habil. dr. Antanas PEDIŠIUS
Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų
laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 863
El. paštas: testlab@mail.lei.lt

Degimo procesų laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- degimo procesų efektyvumo didinimas;
- teršalų į atmosferą emisijos mažinimas;
- degiklių, kuro išpurškimo įrenginių kūrimas ir tobulinimas;
- vandenilio atskyrimo iš organinio kuro tyrimai;
- kietųjų kaloringų atliekų terminio skaidymo ir dujų dujinimo tyrimai;
- granuliuotų terpių ir daugelio dalelių sistemų skaitinis modeliavimas;
- poveikio aplinkai vertinimas.

2009 m. laboratorijoje buvo vykdomas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas ***Degimo ir plazminių procesų tyrimai kuro taupymo, aplinkos taršos mažinimo ir medžiagų terminio nukenksminimo srityse***. Šio darbo apimtis susijusi su taikomąja veikla, mokslinėmis ir techninėmis konsultacijomis Lietuvos įmonėms, bendradarbiavimu su Lietuvos mokslo įstaigomis bei užsienio mokslininkais.

Įvairių kuro rūšių dujų dujinimo tyrimai

Įvairių rūšių kuro ir kaloringų atliekų dujinimas išnagrinėtas teoriškai ir eksperimentiškai. Buvo tiriamos šios atliekų, kurias būtų galima panaudoti kurui, rūšys: padangos, mediena, durpės ir tekstilės atliekos (medvilnė, vilna, viskozė ir mišiniai). Kaloringų atliekų dujinimo tyrimai atlikti LEI dujinimo proceso eksperimentinių tyrimų laboratorijoje, naudojant dujinimo reaktorių. Eksperimentiškai buvo matuojamas lakiųjų junginių išsiskyrimo iš kaitinamų bandinių laikas, taip pat susidariusių smulkių ir anglių liekanų kiekis. Pagal šiuos duomenis nustatoma lakiųjų junginių dalis atitinkamos rūšies kure. Žinant tekstilės medžiagų lakiąsias dalis, atlikti teoriniai dujinimo proceso skaičiavimai, kurie išsamiai parodo visus reikiamus parametrus: oro kiekį, gautų dujų kiekį, kuro šiluminį balansą pirolizei atlikti, tikėtiną dujų cheminę sudėtį, kaip galima spartinti dujinimo procesą ir panašiai. Dujinimo proceso vyksmą tikslinga vertinti dviem kuro rūšių atvejais:

- labai kaloringas kuras (padan-

gos, plastmasė);

- mažai kaloringas kuras (mediena, durpės, atliekos, kitos kuro rūšys).

Pirmuoju atveju su mažesniu oro kiekiu galima pasiekti 1100 °C ir išgarinti daugiau lakiųjų medžiagų, gaunant didelio kaloringumo dujas: 5000–7000 kJ/Nm³. Antruoju atveju kuras turi daug deguonies ir išplėtotą anglies karkasą, dėl to sunkiau įkaista, lėčiau skaidosi ir reikalinga aukštesnė temperatūra, todėl susidaro lengvosios CO, H₂, CH₄, C₂H₄ dujos ir kaloringumas tesiekia 3000–4000 kJ/Nm³. Tekstilės dujinimo pavyzdžiu išsiaiškinta dujinimo ypatybė, kai kuro deguoniui procese tenka atskira reikšmė: skaidantis autopirolizės metu įkautusiam kurui, susidaro daug įvairių angliavandenilių junginių ir per juos kuro deguonis ima sąveikauti sudarydamas daug CO, CO₂ ir laisvo H₂, greta H₂O. Tai naujos žinios apie dujinimo procesą, kurių literatūroje nėra.

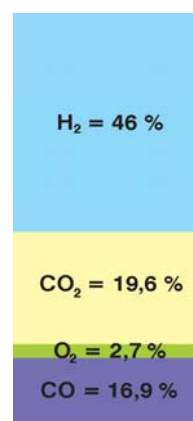
Praėjusiais metais atliktas koksocheminio kuro deginimo eksperimentinis tyrimas. Darbe eksperimentiniu būdu nustatytos pagrindinių dujų teršalų CO, NO_x, SO₂, kietųjų dalelių koncentracijos, atlikta deginių chromatografinė analizė ir palyginta su mazuto deginių sudėtimi. Deginimo metu susidariusių dujų kiekybinė ir kokybinė analizė atlikta dujų chromatografu VARIAN GC-3800 su masių spektrometriniu detektoriumi Saturn 2000 ir dujų analizatoriumi TESTO 350 XL. Nustatyta, kad koksocheminio kuro degimo produktų sudėtis artima mazuto deginimo metu susidarančių degimo produktų sudėčiai.

Glicerolio frakcijos terminio skaidymo vandenilio gavybai

Atlikta glicerolio terminio skaidymo analizė, pabaigtas kurti tyrimo standas ir atlikti eksperimentai. Gauti rezultatai rodo, kad efektyviausios vandenilio gamybos technologijos terminiu būdu skaidant glicerolį yra dalinė jo oksidacija arba autoterminė konversija. Taip pat ištirtas autoterminės glicerolio konversijos dujų reakcijos produktų išeigos priklausomumas nuo vandens garo ir anglies, esančios glicerolyje, santykio.

Katalizinių dangų formavimas plazminėmis technologijomis ir jų aktyvumo tyrimas biokuro konversijos procese

Plazminės pirolizės metodu sukurtos katalizinės dangos, ištirtos jų sudarymo sąlygos bei jų poveikis glicerolio dujinimui ir išgaunamo vandenilio kiekiui.



Dujų mišinio sudėtis ir kiekiai kuro konversijos, naudojant nikelio katalizatorių, metu

Biodujų gamybos analitinis modeliavimas cheminės termodinaminės pusiausvyros sąlygose

Pastaruoju metu nemaistinės biomasės ir atliekų dujifikavimas laikomas vienu galimų energijos išteklių, kurie sumažintų priklausomumą nuo iškastinio kuro. Dujifikavimas yra paprastas ir patikimas būdas pagaminti kaloringą kurą. Tačiau dujifikavimo sistemos turi atitikti techninius ir aplinkosauginius reikalavimus, nes dujifikavimo metu gali susidaryti nepageidaujami šalutiniai produktai, tokie kaip dervos, kietosios dalelės, šarmai, siera ir amoniakas. Todėl šiame skyriuje nagrinėjama kietųjų dalelių ir dervų įtaka pagamintose dujose.

Dujinės fazės angliavandenilių cheminės kinetikos modelius galima apibendrintai suskirstyti į tris grupes: empirinius, molekulinis ir mechanisticinius modelius. Empirinių tyrimų trūkumas yra dideli laiko ir išteklių poreikiai, taip pat paklaidos dėl turimos įrangos. Molekuliniiais modeliais kai kuriais atvejais galima gauti greitus ir patikimus rezultatus. Tačiau tik mechanisticiniai modeliai gali tinkamai ir pakankamai tiksliai pavaizduoti realius cheminius reiškinius, tačiau jų kūrimas didelės molekulinės masės angliavandeniliams yra labai sudėtingas ir reikia atlikti didelės apimties eksperimentinių darbų, atsižvelgiant į analizuojamų junginių kiekį ir tipus. Todėl, pagal turimas galimybes,

nagrinėtas molekulinis modelis, kurio tikslas yra nustatyti dujinės fazės angliavandenilių, azoto ir dervų mišinio termodinaminę pusiausvyrą ir priklausomumą nuo temperatūros.

Pasirinktas modelis pasirodė tinkamas pagamintų dujų sudėčiai numatyti, nagrinėjant šiluminį skaidymą, garų reformingą ir dalinę oksidaciją.

Dalelių degimo modelis

2009 m. pritaikyta kietojo kuro degimo procesų skaitinio modeliavimo programa. Kietojo kuro degimas yra sudėtingas procesas, todėl sudėtingas ir kietąjį kurą naudojančių įrenginių projektavimas; be to, reikia atsižvelgti į atitinkamus reikalavimus:

- šiluminio veiksmingumo reikalavimai;
- eksploataciniai reikalavimai;
- taršos ribinės vertės.

Siekiant atitikti šiuos reikalavimus, reikalingi pakankamai tikslūs proceso modeliai. Dėl procesų sudėtingumo nagrinėjama sistema suskaidoma į posistemes, kiekvienai sukuriant atitinkamą modelį, o visos sistemos veikimą aprašo atskirų sudėtinių procesų sąveika.

Kadangi nagrinėjamoje kietojo kuro degimo sistemoje yra dvi pagrindinės fazės (kietoji ir dujinė), natūralu sistemą suskaidyti į kietųjų dalelių rinkinį ir aplinkos dujas. Pastarąsias sudaro turbulentiniai reaguojantys srautai, o dalelių degimą aprašo jų medžia-

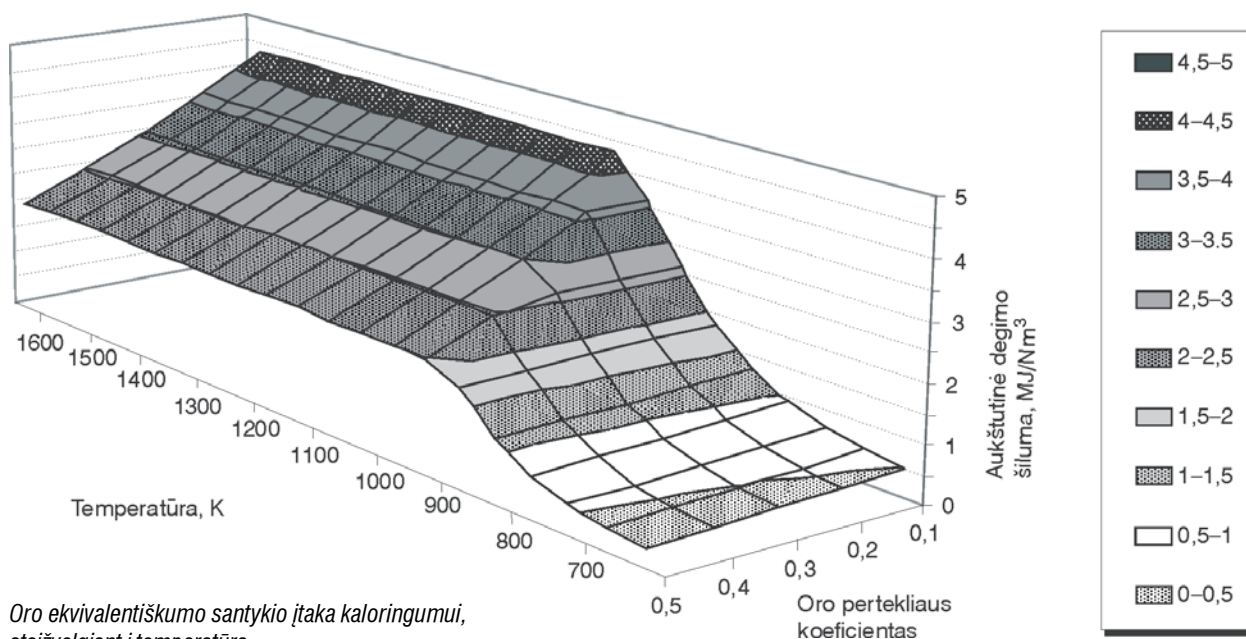
gos (kuro) virsmai, priklausantys nuo oro kiekio, šiluminio spinduliavimo ir kietųjų dalelių judėjimo.

Minėtam procesui aproksimuoti laikoma, kad dalelės susideda iš vandens, kuro (reaktyvi dalelės medžiaga), anglinės liekanos (pirolizės produktas) ir pelenų (inertinė medžiaga). Masės frakcijos gali kisti dėl įvairių virsmų reakcijų, vykstančių dalelės viduje. Svarbiausi procesai yra šie:

- džiūvimas;
- pirolizė;
- dujifikacija.

Kiekvienas šių procesų pasižymi skirtingais greičiais. Kad būtų paprasčiau, į erdvinį kintamųjų priklausomumą neatsižvelgiama.

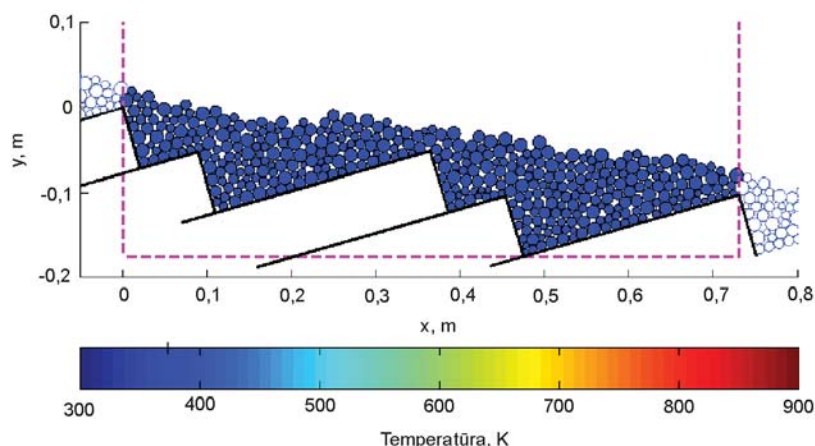
Degimui palaikyti kietųjų dalelių krūvoje tiekiamas oras, sklindantis tuščiose erdmėse tarp dalelių. Tuščios erdvės pasiskirstymas tarp dalelių priklauso nuo dalelių išsidėstymo, jų dydžio mažėjimo dėl degimo ir jų judėjimo ant ardyno arba besisukančioje krosnyje. Taip pat dėl dalelių judėjimo atsiranda tuščios erdvės pasiskirstymo priklausomumas nuo laiko. Tokių dalelių ir tuščios erdvės pasiskirstymą galima laikyti porėta terpe, kurios porėtumas kinta laike ir erdvėje. Ribiniu atveju taip pat galima aprašyti ir dujinę aplinką virš dalelių krūvos; šios dujinės aplinkos porėtumas laikomas nykstamai mažu. Pritaikant masės ir energijos tvermės lygtis, gautami lokalūs parametrai, tokie kaip temperatūra, srauto greitis, fazių pasi-



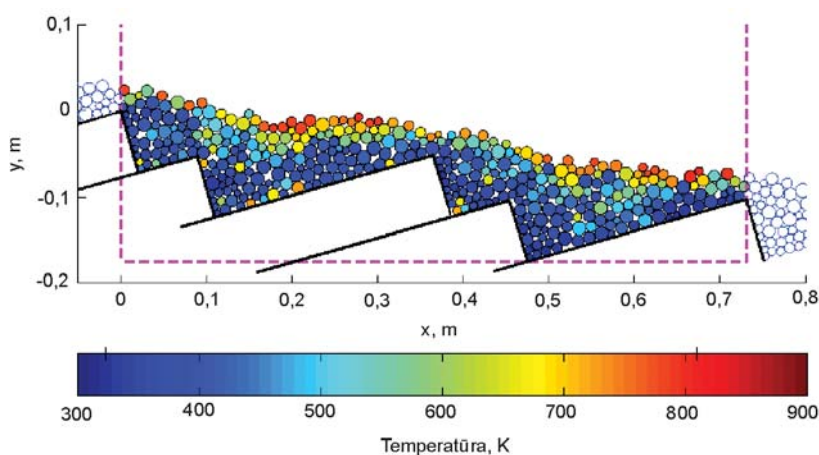
skirstymas sraute, priklausantis nuo laiko ir koordinatų. Kadangi dalelių padėtys žinomos, galima tiksliai aprašyti šilumos ir masės mainus bei srauto sąlygas artimiausioje dalelės aplinkoje. Dėl medžiagos virsmų, tokių kaip pirolizės ir lakiųjų junginių garavimo, iš dalelių į dujinę aplinką išsiskiria junginiai, kurių degieji komponentai dega virš dalelių krūvos vienalytėje terpėje, kurios sudėtis priklauso nuo maišymosi. Tačiau nevienalyčiam kietųjų dalelių degimui deguonis ateina su oro srautu, vykstant masės mainams. Šios sąlygos lemia visą dalelių virsmų procesą. Kiekvienos dalelės procesą aprašo modelis, nustatantis vienmatį ir nenuostovų temperatūros ir fazės pasiskirstymą dalelėje. Tokiu būdu nustatomas dalelės savybių kitimas virsmų metu. Toks modelis taikomas kiekvienai dalelei. Kartu dėl ardymo arba sukamosios krosnies judėjimo keičiasi dalelių išsidėstymas,

atsižvelgiant į skirtingas aplinkos sąlygas erdvėje kintančiame sraute.

Kadangi dalelėje junginių koncentracijos ir temperatūros evoliucionuoja skirtingai, jai šylant ir garuojant vandeniui bei vykstant pirolizei ir nevienalyčiam degimui, tikslaus šių procesų modeliavimo rezultatai yra tikroviškesni, negu iš karto priėmus reaguojančio arba besitraukiančio branduolio modelį. Trimačiam modeliui kiekvienai dalelei reikia per daug skaičiavimo išteklių, tuo tarpu nenuostovus vienmatis modelis sferinei dalelei leidžia modeliuoti pakankamą dalelių skaičių gana trumpą laiką ir pasiekti gerą modeliavimo rezultatų sutapimą su eksperimentiniais. Nors realios dalelės būna įvairių formų, degimo procesui modeliuoti svarbūs parametrai yra Tilės (Thiele) modulis ir veiksmingumo skaičius, kurių tarpusavio priklausomumą mažai sąlygoja tikroji dalelės forma.



Skaitinio modeliavimo būdu gautas dalelių temperatūros pasiskirstymas ant ardymo, praėjus 1 s po kaitinimo pradžios. Skirtingos temperatūros dalelės pavaizduotos skirtingomis spalvomis



Dalelių temperatūros pasiskirstymas ant ardymo, praėjus 200 s nuo kaitinimo pradžios

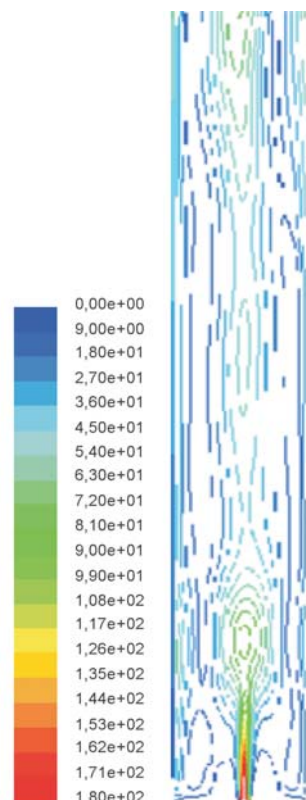
Taikomieji darbai pramonės subjektams

Kūryklos oro ir kuro srovių suderinimo bei liepsnos formavimo metodika geriausiam sudeginimui ir mažai taršai. Vadovaujantis daugkartiniais katilų degimo proceso matavimais, dujoms ir skystajam kurui parengta išsami katilų suderinimo metodika, apimanti oro judėjimo vyksmo valdymą, kuro sklaidą ir liepsnos fakelo išsiskleidimą kūrykloje, siekiant gauti ekonominiu ir gamtosauginiu atžvilgiu geriausią rezultatą. Taip pat surastos kuro pradinės pirolizės charakteristikos ir jų kitimas dėl CH_3 , OH, H, NO ir O.

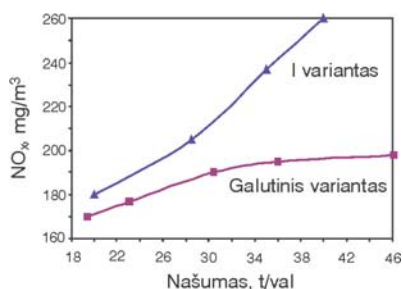
2009 m. laboratorija bendradarbiau gaudama užsakymų iš stambių Lietuvos energetikos ir pramonės įmonių, tokių kaip *Mažeikių nafta*, *Klaipėdos nafta*, *Lietuvos elektrinė*, *Vilniaus energija* ir kitų.

Pritaikant ilgametę įgytą patirtį rekonstruojant katilinių įrenginius, pavyko pasiekti iki 15 % mažesnes azoto oksidų emisijas ir iki 20 % mažesnes kietųjų dalelių emisijas į aplinkos orą. Tai sąlygoja ir kuro sąnaudų mažinimą.

Darbams atlikti taikomas teorinis modeliavimas paketu FLUENT, jo rezultatus lyginant su eksperimentiniu degiklių derinimu.



Srovės vystymasis, greitį vaizduojant izolinijomis ir vektoriais



Azoto oksidų lygis GM-50 garo katilo darbe

Modeliuoti skirtas tinkelis erdvėje buvo sudaromas iš netolygaus dydžio tetraedrių elementų. Siekiant sumažinti skaičiavimų apimtį, modeliuojant buvo sprendžiamas simetrinis uždavinys pusei kūryklos su dviem degikliais. Vienos kūryklos detalės buvo kuriamos iš tetraedrių elementų su 2 mm briaunos ilgiu, o kūryklos viršuje – su 20 mm ilgio briauna. Tuo tikslu išskiriami paviršiai, jie padengiami trikampių elementais, po to kuriami atskiri tūriai erdvėje su palaipsniniais perėjimais iš vienos erdvės į kitą. Tokiu būdu, pritaikius T-grid metodą, įskaitomos visos kūryklos detalės, pradedant nuo mažų matmenų dujų tiekimo skylių. Degiklio dujų srovių detalizavimas leido jas valdyti, uždarant ar atidarant grupėmis. Sukūrin-gumui didinti visoje kūrykloje naudojamas degiklio srauto suformavimas ir jo valdymas pritaikant žiočių geometriją.

Degimo procesas reguliuojamas keičiant degiklio menčių kampą ir priderinant dujų švirkštų skylutes prie dujų tiekimo sistemos slėgio. Taip pat parenkami metalai degikliams gaminti, pagaminus sutaruojamos jų charakteristikos ir suprojektuojamos degiklių žiotys.

Poveikio aplinkai vertinimas

Degimo procesų laboratorija yra sukaupusi daugiametės patirties atliekant ir suderinant su atsakingomis institucijomis ūkinės veiklos poveikio aplinkai ir aplinkos orui vertinimo ataskaitas įvairiems energetikos sektoriaus ūkio subjektams. Įsigyta nauja programinė įranga, veikianti pagal visame pasaulyje pripažintą modelį, leidžia modeliuoti teršalų sklaidą ir nustatyti pažemio koncentracijas pagal galiojančius ES normatyvus.

Biodyzelino gamyboje gaunamo glicerolio utilizavimo tyrimai

Atlikta glicerolio terminio skaidymo analizė, sukurtas tyrimo standas ir atlikti eksperimentai. Gauti rezultatai rodo, kad efektyviausios vandenilio gamybos technologijos, terminiu būdu skaidant glicerolį, yra dalinė jo oksidacija arba autoterminė konversija. Taip pat ištirtas autoterminės glicerolio konversijos dujinių reakcijos produktų išei-

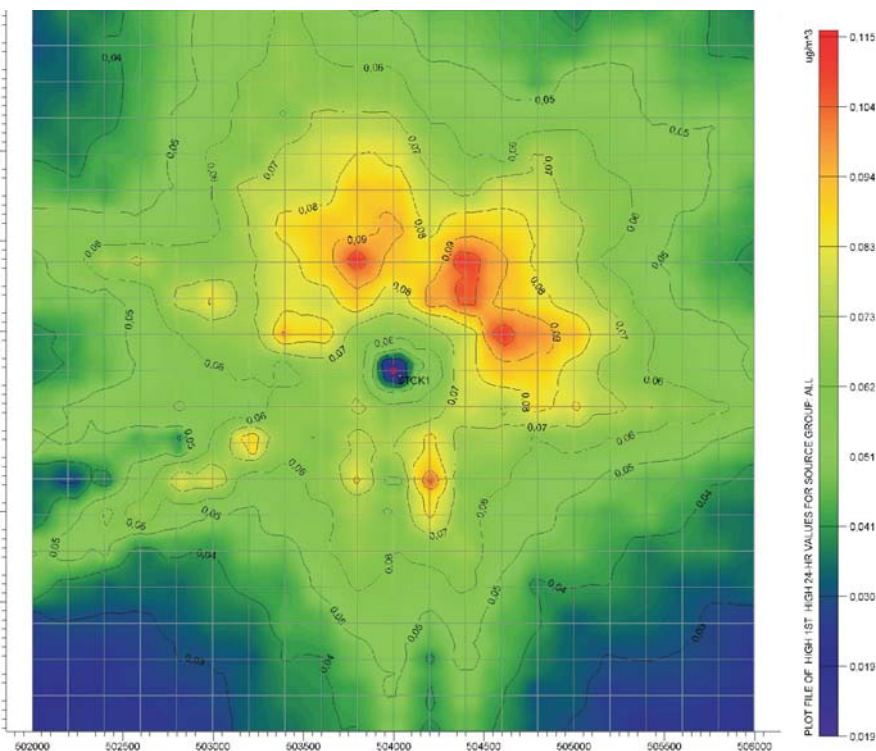
gos priklausomumas nuo vandens garo ir anglies, esančios glicerolyje, santykio.

Ankstesnių tyrimų metu atlikta termodinaminės cheminių reakcijų, vykstančių glicerolio oksidacijos metu, analizė, 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 reaguojančiosios medžiagos. Nustatyta, kad optimali autoterminės konversijos temperatūra, kuomet susidaro didžiausias kiekis vandenilio, yra 1000 K. Pagal termodinaminę analizę, didėjant išgaunamo vandenilio kiekiui, procesas nevykdavo visiškai iki pabaigos, t. y. didėjant vandenilio kiekiui, didėdavo ir CO koncentracija. Siekiant optimalios autoterminės reakcijos vyksmo, nuspręsta ateityje panaudoti katalizatorius CO konversijos vandens garui intensyvinti.

2009 m. paskelbtas 1 straipsnis žurnale, įrašytame Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąrašė, perskaityti 2 pranešimai tarptautinėse ir 3 pranešimai Lietuvos konferencijose.

Prof. habil. dr. Anupras Šlančiauskas
Degimo procesų laboratorijos vadovas
 Tel. (8 37) 401 876
 El. paštas: slanc@mail.lei.lt

Teršalų sklaidos modeliavimo rezultatas



Medžiagų tyrimų ir bandymų laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

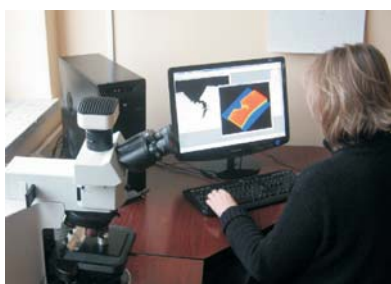
- metalų senėjimo procesų ir savybių degradacijos dėl eksploatacijos veiksnių poveikio tyrimai;
- vandenilio ir hidridų poveikio cirkonio lydinų mechaninėms ir fizikinėms savybėms tyrimai;
- energetinių objektų įrenginių patikimumo įvertinimas;
- daugiavertinių medžiagų ir kompozitų su naujomis struktūrinėmis savybėmis kūrimas;
- medžiagų bandymai, kokybinių rodiklių įvertinimas ir analizė.

2009 m. pradėtas vykdyti valstybės subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas ***Cirkonio lydinų irimo bei karštyje patvarių anglinių plienų struktūros fazinių pokyčių temperatūros poveikyje dėsningumų eksperimentinis modeliavimas ir tyrimas***. Vykdamas šį darbą daugiausia dėmesio skirta eksperimentiniams tyrimams ir procesų, turinčių įtakos hidridiniam pleišėjimui cirkonio lydinuose, dėsningumams pažinti bei juos teoriškai pagrįsti. Darbe eksperimentiniais ir skaitmeniniais metodais taip pat tiriama temperatūros ir laiko įtaka karščiui patvarių plienų fazinei struktūrai, karbidinių fazių struktūros ir kristalografinių parametrų pokyčių dėsningumai.

Energetinių objektų įrenginių patikimumo ir eksploatacinio resurso įvertinimas

Laboratorijoje buvo tęsiami darbai, susiję su vandenilio ir hidridų degradacinių poveikiu atominių elektrinių kuro kanalų ir kuro apvalkalų cirkonio lydinams. Baigti darbai, susiję su Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) koordinuojamu projektu ***Kuro elementų cirkonio lydinio apvalkalo lėtas hidridinis pleišėjimas***. Taikant specialią bandymų įrangą, optimizuotas eksperimentinės procedūros, leidžiančios įvertinti lėto hidridinio pleišėjimo cirkonio lydinio kuro apvalkalų vamzdžiuose greitį, bei nustatytos sąlygos, kurioms esant gali būti sukeltas jų irimas.

Gauti eksperimentiniai duomenys galės būti panaudoti kuriant bei tikrinant

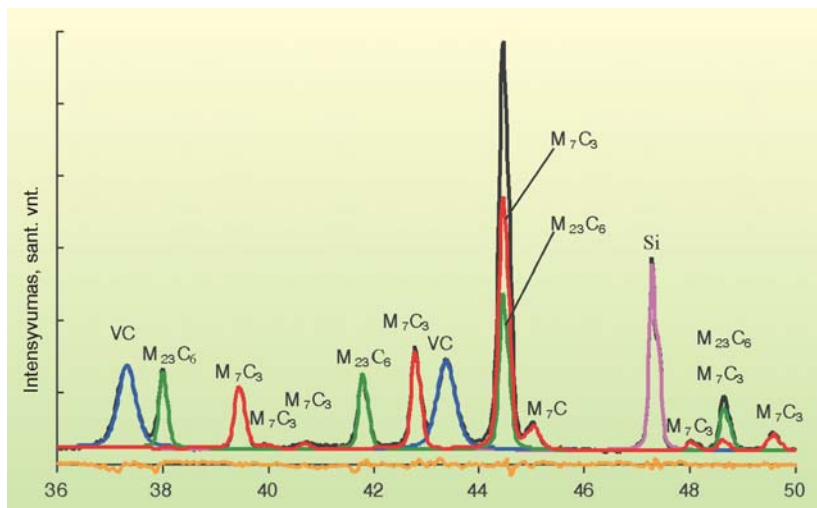


Plyšio susidarymo ir hidridų orientacijos cirkonio lydinio kuro apvalkalo sienelėje tyrimas (vaizdo analizės sistema)

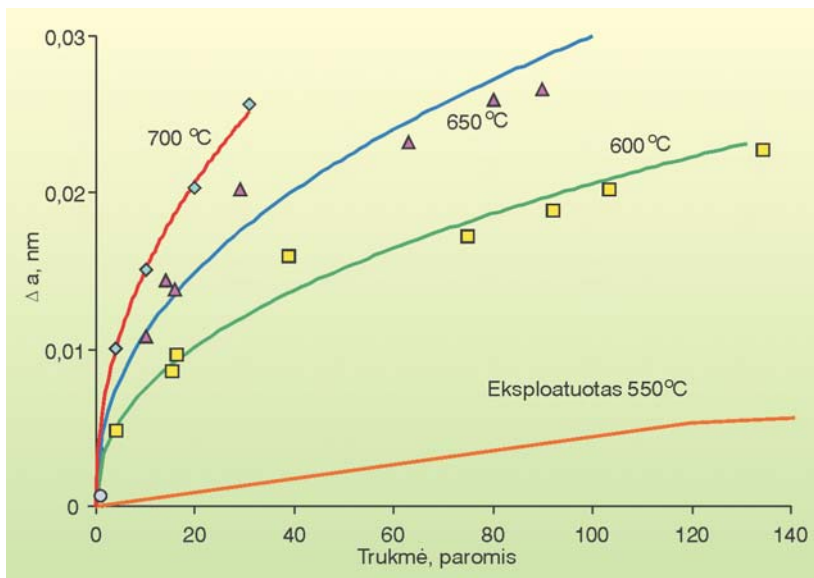
hidridinio plyšio susidarymo cirkonio lydinuose prognozavimo modelius, įvertinant vandenilio įtaką fizikinėms bei mechaninėms lydinų savybėms. Šie klausimai svarbūs sprendžiant atominių elektrinių saugaus darbo užtikrinimo problemas, taip pat aktualūs saugant panaudoto branduolinio kuro kasetes.

Remiant Mokslo ir studijų fondui 2009 m. vykdytas projektas ***Panaudoto branduolinio kuro apvalkalo atsparumo hidridiniam pleišėjimui ilgalaikio saugojimo metu analizė***. Darbe ištirti hidridinio pleišėjimo proceso ypatumai skirtingų reaktorių kuro apvalkaluose, atlikta jų būsenos po eksploatacijos analizė, išnagrinėta įvairių veiksnių įtaka apvalkalų struktūriniam vientisumui jų ilgalaikio „sausos“ saugojimo metu.

Energetinių objektų konstrukciniai elementai (garotiekiai, vožtuvai, katilai) gaminami iš karštyje stiprių, mažai legiruotų ir mažai anglies turinčių plienų. Eksploatuojant juos aukštoje temperatūroje ir veikiant nuolatiniams įtempimams, keičiasi plieno struktūra bei jo fazinė sudėtis, todėl blogėja savybės bei mažėja konstrukcinių elementų patikimumas.



Rentgeno spindulių difrakcijos kreivės patikslinus karbidų struktūrą Rietveldo metodu



Karbido $M_{23}C_6$ kristalinės gardelės parametro a pokytis, esant terminiam poveikiui

2009 m. atlikta nemažai darbų, skirtų metalo lydinių, taikomų energetinių įrenginių konstrukciniuose elementuose, senėjimo procesų dėsningumams pažinti, šių procesų valdymo bei ilgaamžiškumo klausimams spręsti. Taikant rentgeno spindulių difrakcinę analizę (XRD), optinę ir skenuojančiąją elektroninę mikroskopiją, tirti eksploatuoto ir laboratorinėmis sąlygomis sendinto plieno struktūros pokyčiai (karbidų fazinė sudėtis, seka, kristalografiniai parametrai). Taikant šiuolaikines skaitmenines metodikas rentgeno difrakciniams profiliams apdoroti ir analizuoti, gauti tyrimų duomenys, apibūdinantys sendinto ir eksploatuoto plieno struktūros pokyčius, lemiančius jo fizikines savybes. Vykdam darbus šioje kryptyje, daug dėmesio skiriama fundamentiniams fizikinių reiškinių plienų struktūrose tyrimams.

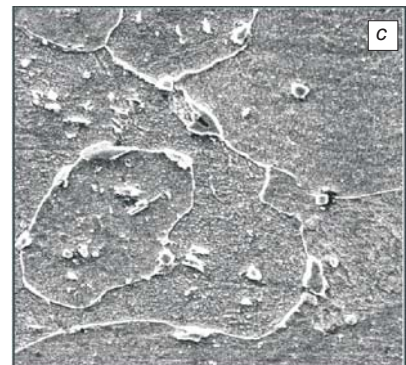
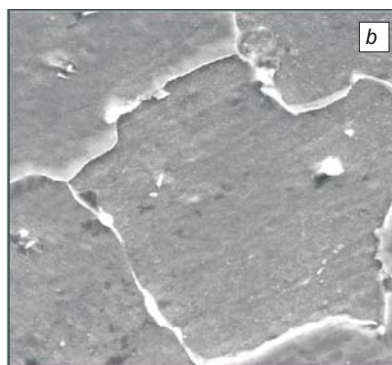
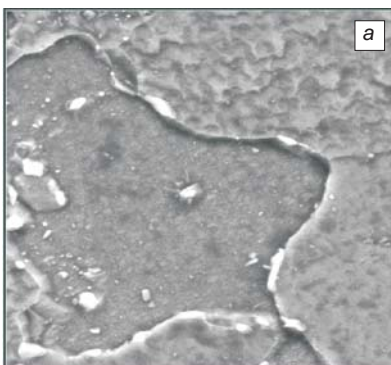
Gauti tyrimų duomenys suteikia

galimybę atlikti junginių kokybinę ir kiekybinę analizę bei tiksliai nustatyti karbidų kristalinės gardelės parametru pokyčius. Šie parametrai gali būti naudojami plienų eksploatacinei būklei vertinti ir tolesniam darbo resursui prognozuoti.

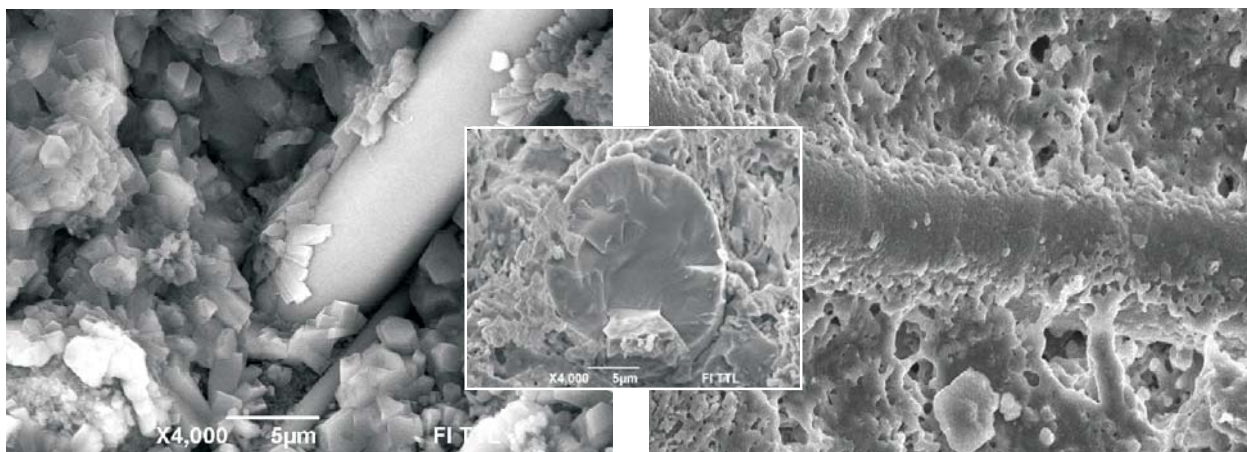
2009 m. pagal sutartį su UAB GEOTERMA pradėtas vykdyti projektas **Absorbcinių šilumos siurblių darbo parametru analizė ir optimizavimas**. Šio projekto tikslas – atlikti jėgainės šilumos siurblių eksploatacinio monitoringo duomenų analizę, įvertinti inhibitorių, taikomų LiBr tirpalo aplinkoje, efektyvumo ir darbo sąlygų įtaką korozijos procesui bei ištirti kitus veiksnius, turinčius įtakos šiam procesui. Atlikus darbą, numatoma pateikti rekomendacijas, leidžiančias minimizuoti korozijos proceso intensyvumą bei suvartojamų medžiagų sąnaudas.

Daugiafunkcinių medžiagų ir kompozitų su naujomis struktūrinėmis savybėmis kūrimas

2009 m. toliau sėkmingai tęstas projektas **Nanostruktūrų formavimo ypatumai cementinėse statybinėse medžiagose: tyrimai ir technologinė plėtra**. Projekto tikslas – naujų cementinių statybinių medžiagų, kurių savybės lemia jų sudėtyje susiformavusios nanostruktūros, sukūrimas. Atliekami tyrimai analizuojant cementinių kompozitinių medžiagų su nanomodifikatoriais nanostruktūrų formavimosi ir reguliavimo principus bei šių struktūrų įtaką produkto savybėms. Nanomodifikatoriaus – mikropilaušo, pagaminto iš naftos pramonės katalizatoriaus atliekų – gavimas plazmocheminiame reaktoriuje bei šio pilaušo savybių tyrimai įgyvendinti kartu su Plazminių technologijų laboratorija. Pagrindinis darbo uždavinys – ištirti atmosferinės plazmos būdu gauto ceolitinio mikropilaušo ir cementinio kompleksinio rišiklio dedamųjų bei modifikuojančiųjų priedų tarpusavio sąveikos procesus normaliomis sąlygomis bei aukštesiose temperatūrose. Nustatyta, kad modifikuojantys priedai turi įtakos kristalohidratų morfologijos kitimams bei nanostruktūrų formavimuisi kompozicijoje ir pilaušo paviršiuje. Atlikti skiedinių, skirtų plonasluoksniams karščiui atsparioms dangoms, tyrimai parodė, kad plazmos būdu gautas pilaušas iš ceolitų yra tinkamas panaudoti mišinyje su cementiniu rišikliu, kuriant kompleksinius kaitrai atsparius skiedinius. Šie tyrimai aktualūs ekologiniu ir ekonominiu aspektu, nes gali padėti spręsti naftos pramonės katalizatorių atliekų utilizavimo problemas. Projektas pagal Aukštųjų technologijų plėtros programą



Plieno 12X1MΦ mikrostruktūros kitimas terminio senėjimo metu: a – 240 val. 650 °C; b – 600 val. 650 °C; c – eksploatuotas 227000 val.



Plaušas cementiniame kompleksiniame rišiklyje

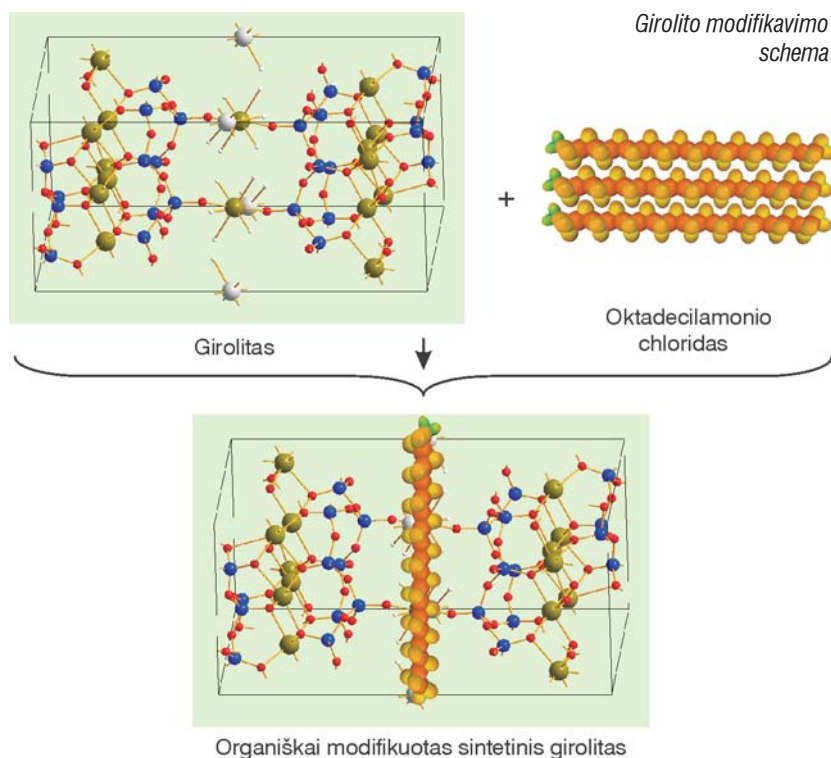
vykdomas kartu su kitomis Lietuvos mokslo ir studijų institucijomis, t. y. Vilniaus Gedimino technikos universiteto Termoizoliacijos institutu, Kauno technologijos universitetu, KTU Fizikinės elektronikos institutu bei pramonės įmonėmis – UAB *Betoneta* ir UAB *Statizola*.

Laboratorijos mokslininkai dalyvauja **COST MP0701** veiklos ***Naujų funkcinių ir struktūrinių savybių kompozitai iš nanostruktūros medžiagų*** pirmojoje darbo grupėje WG1 *Nanodalelės/skiriamasis paviršius* (matricos ir nanodalelių parinkimas, paviršiaus funkcionalumo keitimas / cheminis nanodalelių ap-

dorojimas). Dalyvavimo COST MP0701 veikloje tikslas – sukurti polimerinio nanokompozito su epoksidine matrica ir nanokristalino girolito užpildu gavimo metodiką, ištirti įvairių veiksnių (užpildo dispergavimo būdo, jo cheminio modifikavimo, kietiklio parinkimo ir suderinamumo su užpildu) įtaką mineralinio užpildo interkaliacijai / eksfoliacijai polimerinėje matricoje. 2009 m. sintetinis nanomatmenų užpildas – girolitas, grynas ir su įterptais natrio jonais, buvo organiškai modifikuojamas oktadecilamonio chloridu (keičiamos paviršinės užpildo savybės), siekiant suderinamumo su polimerine matrica (epoksidine derva).

Dalyvaudami COST MP0701 veikloje, laboratorijos darbuotojai glaudžiai bendradarbiauja su KTU Cheminės technologijos fakulteto Silikatų technologijos katedros mokslininkais.

Pagal tarptautinę COST programą kartu su Plazminių technologijų laboratorija dalyvauta **COST 533** veikloje – ***Ilgai tarnaujančios medžiagos dirbtiniams sąnariams***. Pagrindiniai veiklos tikslai ir uždaviniai, kuriuos sprendė 19 Europos šalių mokslininkai, buvo analizuoti dirbtinių sąnarių dėvėjimosi problemas, tirti degradacijos procesus dirbtiniuose sąnariuose ir ieškoti alternatyvių ilgai tarnaujančių medžiagų dirbtiniams sąnariams, kurios padidintų implantų ilgaamžiškumą bei pagerintų jų atsparumą dėvėjimuisi. Atlikti perspektyvių, pasižyminčių geru atsparumu dilimui, keramikos dangų, gautų taikant plazmines technologijas, struktūros ir tribologinių charakteristikų tyrimai. Nors programos veikla baigėsi 2009 m. kovą, kartu su Virtualiuoju tribologijos institutu įkurtas Europos tribologijos tinklas ENIWE (European Network for Industrial Wear Prevention) dilimo problemoms spręsti. Dalyvaujant COST 533 veikloje bendradarbiauta su Lietuvos žemės ūkio universiteto Žemės ūkio inžinerijos fakulteto Mechanikos katedros mokslininkais.



Medžiagų bandymai ir jų kokybinių rodiklių įvertinimas

Laboratorijos darbuotojai vykdo darbus teikdami akredituotos laboratorijos paslaugas, atliekant medžiagų bandymus ir jų kokybės rodiklių įvertinimą. *Laboratorija akredituota LST EN*

ISO/IEC 17025 standarto atitikčiai ir atlieka plastikinių vamzdžių, izoliuotų šilumtiekio vamzdžių, statybinių skiedinių, klijų, glaistų bei ugniai atsparių medžiagų ir gaminių bandymus. Sėkmingai bendradarbiaujama su ūkio subjektais vykdant tiriamuosius darbus, atliekant įvairius bandymus ir teikiant konsultacijas statybinės ir energetikos pramonės gamybos produktų kokybės užtikrinimo srityje.



Akredituoto darbo akimirkos



2009 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 14 mokslinių straipsnių, iš kurių 10 – leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąraše, 4 – recenzuojamuose konferencijų pranešimų leidiniuose.

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

Vandenilio energetikos technologijų centras

Pagrindinės centro tyrimų kryptys:

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

2009 m. sėkmingai baigtas biudžeto lėšomis finansuojamas mokslinis darbas **Nanokristalinių metalų hidridų, skirtų vandeniliui saugoti, sintezė, taikant joninius–plazminius metodus**. Šio darbo metu tirtos sistemos, sudarytos iš Mg/Ni/Al/Ti-H. 2007 m. daugiausia dėmesio buvo skirta Mg-Al-H sistemų tyrimams. 2008 m. susitelkta ties Mg-Ni-H sistemų ir paviršinio barjerinio sluoksnio įtakos hidrinimo kinetikai darbais. 2009 m. darbai buvo susiję su Mg-Al-Ti-H, Mg-Ni-Ti-H, Mg-Ni-Al-H sistemomis ir taikomosiomis plokštelinėmis Mg-Ni-H sistemomis. Konkrečios darbinės sistemos buvo pasirenkamos atsižvelgiant į gaunamus preliminarinius tyrimų rezultatus, vadovaujantis mokslinės literatūros analize ir įvertinant diskusijas, vykusias Tarptautinės energijos agentūros vandenilio įgyvendinimo sutarties 22 veiklos ir Nordic Energy Research projektų seminarų metu.

Šio darbo praktinė reikšmė labiausiai siejasi su analizuotomis Mg-Ni-H sistemomis. Darbo metu ne tik iširta paviršinio sluoksnio reikšmė hidrinimo kinetikai, bet ir, bendradarbiaujant su EK Energetikos instituto mokslininkais (EC JRC Institute for Energy, toliau tekste – JRC), sukurtos naujos kartos vandenilio saugojimo sistemos Mg-Ni-H plokštelėse (angl. hydrogen storage in flakes). Šios saugojimo sistemos buvo sintetintos LEI Vandenilio energetikos technologijų centre 2008–2009 m. Gautos plokštelės sėkmingai iširtos LEI, panaudojant SEM ir XRD metodus prieš hibridinant ir po hidrinimo. Pasiiektas LEI ir JRC mokslininkų išankstinis susitarimas, kad LEI sukurtos sistemos, dar kartą bus iširtos panaudojant SEM, XRD

ir SIMS metodus JRC (tyrimas šiuo metu yra atliekamas) ir norint nustatyti vieną pagrindinių vandenilio saugojimo sistemos parametru – vandenilio pasiskirstymo profilį daugiasluoksniėje struktūroje – bus atliekami išsamūs tyrimai, panaudojant NERDA metodą.

Lietuvos energetikos institutas, vadovaudamasis 2009 m. birželio 22 d. pasirašyta trišale sutartimi Nr. VP2-1.1-SMM-02-V-01-005 su Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, viešąja įstaiga *Centrinė projektų valdymo agentūra* vykdo projektą **Vandenilio energetikos technologijų centras** pagal Lietuvos 2007–2013 m. VP2 Ekonomikos augimo veiksmų programos VP2-1 prioriteto *Ūkio konkurencingumui ir ekonomikos augimui skirti moksliniai tyrimai ir technologinė plėtra*, VP2-1.1 uždavinio *Sustiprinti viešą ir privačių mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros bazę*, VP2-1.1-SMM-02-V priemonę *Aukšto lygio mokslinių tyrimų centrų ir kompetencijos centrų plėtojimas*. Šio projekto vykdymo metu įkurtas Vandenilio energetikos technologijų centras. Centro veikla iš esmės susijusi su medžiagų, skirtų vandenilio gavybos, saugojimo bei kuro elementų prietaisams sinteze ir jų savybių analize. Atliekant medžiagų sintezę galima pritaikyti DC, RF, impulsinio DC ir garinimo elektroniniu spinduliu modernias technologijas. Gautųjų medžiagų paviršiaus topografija tiriama panaudojant optinius, skenuojančius ir atominės jėgos mikroskopus bei šiuolaikinį 3D profilometrą. Medžiagų struktūra tiriama ir analizuojama vienu moderniausių BRUKER D8 ADVANCE rentgeno spindulių difrakcijos tyrimo įrenginių. Tyrimų

rezultatai leidžia įvertinti gautų medžiagų fundamentalias savybes ir tinkamumą taikyti konkrečiuose vandenilio energetikos technologijų prietaisuose. Siekiant iširti medžiagų tinkamumą praktiniam pritaikymui technologinėms vandenilio saugojimo medžiagų savybėms analizuoti (reversiškumas, ilgaamžiškumas ir t. t.) centre naudojamas Sievert'o tipo aparatas (PCT Pro 2000). Tiriant konkrečių oksidų tinkamumą vandenilio gavybos membranų ir kuro elementų membranų sintezėje, naudojamas šiuolaikinis joninio-elektroninio laidumo analizės įrenginys ProboSTAT.

Bendradarbiaujant su Vytauto Didžiojo universiteto Fizikos katedros ir Kauno technologijos universiteto Fizikos katedros dėstytojais bei studentais įkurtas Vandenilio energetikos technologijų centras sutelkia tyrimams būtiną įrangą, sudaro sąlygas dėstytojams naudoti modernias mokymo priemones, rengti aukščiausios kvalifikacijos specialistus (apimant visas studijų pakopas), plėtoti konkurencingus tyrimus. Ne mažiau svarbus faktas, kad LEI turi visas galimybes tapti stipriu jaunųjų mokslininkų traukos centru.

2009 m., bendradarbiaujant su Šiaurės šalių partneriais, tęsti darbai Šiaurės šalių energetikos tyrimų programos tinklo projekte – **Nordic Center of Excellence for Hydrogen Storage Materials**. Šiame fundamentinių tyrimų



Bruker D8 Discover (Vokietija) rentgeno spindulių difraktometras su priedais leidžiančiais atlikti sintezuotų medžiagų, plonų dangų ar nanomiltelių formoje, kristalinės struktūros analizę

darbe siekiama pasinaudojant nepusiausvyrinėmis technologijomis pabandyti sintezuoti magnio ir aliuminio hidridus, atitinkamai turinčius nedidelį kiekį aliuminio ir magnio priemaišų. Tikimasi, kad naudojant eksperimentines magnetroninio garinimo technologijas bus įmanoma išvengti tradicinių pusiausvyrinių metodų sukurtų medžiagų (magnio ir aliuminio) tarpusavio persimaišymo limitų, o šių medžiagų sintezė plonų dangų pavidalu leis savotiškai „surakinti“ šią metastabilią struktūrą, taip pat ap-

saugos ją nuo suirimo bei ir/ar oksidacijos.



2009 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 įterpiant naujus elementus, kurie hidrido dekompozicijos metu formuoja tarpinius darinius, taip sistemai neleidžiant relaxuoti iki žemiausios energetinės būsenos, arba hidrinimosi metu susiformuoja destabilizuotas hidridas.

2009 m. centro darbuotojai tyrimų rezultatus paskelbė 11 straipsnių leidinyje, įrašytame Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąrašė, 1 mokslo populiarinimo straipsnį ir perskaitė 2 pranešimus Lietuvos konferencijoje.

Vandenilio energetikos technologijų centro darbuotojai aktyviai dalyvauja COST programoje: **COST 542 veiklos Efektyvus energijos saugojimas mobiliems ir stacionariems įrenginiams**.

2009 m. atlikti tyrimai parodė, kad:

- superkondensatorių su elektrodais, pagamintais iš aktyvios anglies, gautos nusodinimo iš plazminio fakelo darbinėse dujose $\text{Ar} + \text{C}_2\text{H}_2$ būdu, talpumas priklauso nuo $\text{Ar}/\text{C}_2\text{H}_2$ santykio nusodinimo metu. Talpumas staigiai mažėja $\text{Ar}/\text{C}_2\text{H}_2$ santykio verčių intervale 15–30. Esant didesnėms santykio reikšmėms talpumo priklausomumas nuo darbinių dujų sudėties yra nedidelis. Gautas rezultatas panaudotas siekiant sukurti elektrodų su pasikartojančiais parametrais technologiją. Gauta, kad stabilumo įtampa mažėja, kai $\text{Ar}/\text{C}_2\text{H}_2$ santykis viršija daugiau nei 40;
- superkondensatorių su aktyvios anglies elektrodais elektrinis talpumas po ekspozicijos deguonies plazmoje padidėja iki 2 kartų; trumpalaikė aktyvios anglies ekspozicija plazmoje stabilizuoja dangos mikrostruktūrą ir reljefą;
- optimalios superkondensatoriaus elektrinės charakteristikos pasiekiamos laikantis šių technologinių parametrų: (i) aktyvuotos anglies elektrodai nusodinami iš plazmos fakelo Ar ir C_2H_2 dujų mišinyje, palaikant jų srautų santykį – 40, (ii) „tik nusodinti“ elektrodai talpinami 1 min į deguonies plazmą, palaikant slėgį 1,3 Pa.

Dr. Darius MILČIUS

Vandenilio energetikos technologijų
centro vadovas

Tel. (8 37) 401 909

El. paštas milcius@mail.lei.lt

Plazminių technologijų laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- įvairios paskirties nuolatinės srovės plazmos šaltinių kūrimas ir tyrimas;
- reakcinėje lanko zonoje ir plazmoje sraute vykstančių procesų ir reiškinių tyrimas;
- aukštos temperatūros dujų srautų dinamikos ir šilumos–masės mainų procesų tyrimai atmosferos ir redukuoto slėgio plazminėse aplinkose;
- plazmos ir aukštos temperatūros srautų diagnostika bei diagnostikos priemonių kūrimas;
- plazmos srautų ir medžiagų sąveika įvairiuose plazminiuose-technoliniuose procesuose;
- plazminio itin kenksmingų medžiagų 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;
- dispersinių mikro- ir nanogranulių bei mineralinio plaušo iš sunkiai besilydančių medžiagų sintezė ir savybių tyrimas;
- vandens garo plazmos generavimas ir jos panaudojimas kuro konversijai bei pavojingoms atliekoms neutralizuoti.

Plazminių technologijų laboratorijos mokslininkai jau daugiau nei 40 metų dirba įvairiose plazminių technologijų kūrimo, mokslinio tyrimo ir pritaikymo srityse ir gali sėkmingai modeliuoti naujas plazmines technologijas, panaudodami laboratorijoje pagamintus plazmos įrenginius. Plazmos srautui gauti naudojamos įvairios sudėties dujos ar jų mišiniai. Laboratorija turi 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 analizine aparatūra leidžia atlikti plazmos šaltinių tyrimus, plazmos srovių ir srautų diagnostiką, dujų dinaminių charakteristikų ir šilumos–masės mainų analizę.

Plazminių technologijų laboratorijoje sukauptų mokslo žinių pagrindu atliekami šie tyrimai:

Plazmos šaltinių kūrimas ir plazmos srautų tyrimas

Pastaruoju metu laboratorijoje kuriami mažesnės nei 150 kW galios plazmos generatoriai. Kuriant įvairių konstrukcijų ir galių linijinius plazmotronus vadovaujamasi žiniomis apie procesus, vykstančius reakcinėse iškrovos kamerose, pasitelkiant plazminių procesų panašumo teoriją, apibendrinant plazmotronų voltamperines ir šilumines charakteristikas, nustatytas elektros lankui kaitinant įvairias dujas, esant įvairiems slėgiams. Gautieji rezultatai lyginami tarpusavyje ir su kitų autorių darbų rezultatais.

Laboratorijoje tiriami šilumos mainai plazmotronų reakcinėje lanko zonoje, nagrinėjamas elektros lanko srovės stiprio kitimas esant laminariniam ir turbulentiniam lankui, jo poveikis plazmos srautų ir srovių charakteristikoms, lanko spinduliavimas tekant skirtingoms dujoms. Ištirti linijinių elektros lanko dujų kaitintuvų ir reaktorių darbo režimai, jų eksploatacinės charakteristikos, nustatytos darbo trukmės padidinimo sąlygos, ištirti lanko turbulizavimo ir nauji energijos panaudojimo plazminiuose įrenginiuose metodai.



Veikiantis pastovios srovės linijinis plazmos generatorius

Plazmos ir aukštatemperatūrių srautų diagnostika

Laboratorijoje nagrinėjama aukštos temperatūros dujų srauto susidarymas, jo dinamika, šilumos mainai įvairių formų kanaluose, šilumokaičių elementuose. Plazmos diagnostika laboratorijoje vykdoma skaitmeniniais ir eksperimentiniais metodais. Skaitmeninis įkaitintų dujų srauto kanale tyrimas atliktas naudojant *Fluent* hidrodinamikos programinį paketą. Skaičiavimas vykdomas pagal standartinį $k-\epsilon$ modelį, kuriam fluidui tekėti sprendžiamos pilnos Navje-Stokso ir energijos lygtys. Tačiau, vos tik į srautą patenka kietos dalelės, skaičiuoti tampa ypač sudėtinga. Taip yra dėl ypatingų plazmos savybių, todėl multifazinio plazmos srauto skaitmeniniai tyrimai atliekami naudojant *Jets & Poudres* programinį paketą, sukurtą GENeral MIXing (Genmix) programos pagrindu, patobulintą ir pritaikytą modeliuoti plazmos srautus. Tačiau gerokai nesupaprastinus uždavinių sąlygų, multifazinių plazmos srautų skaitmeniniais metodais tyrinėti neįmanoma, todėl laboratorijoje pasitelkiamas eksperimentinis metodas, kuriam teikiama pirmenybė.

Pastaruoju metu plazmos diagnostikai laboratorijoje plačiai taikomi nekontaktuojantys metodai. Vienas jų – optinės spektroskopijos metodas, kurio pagrindinis įrenginys – šviesolaidis spektrometras AOS-4, su įmontuotu detektoriumi bei vidinės stabilizacijos akustiniu optiniu tuneliniu filtru. Tai



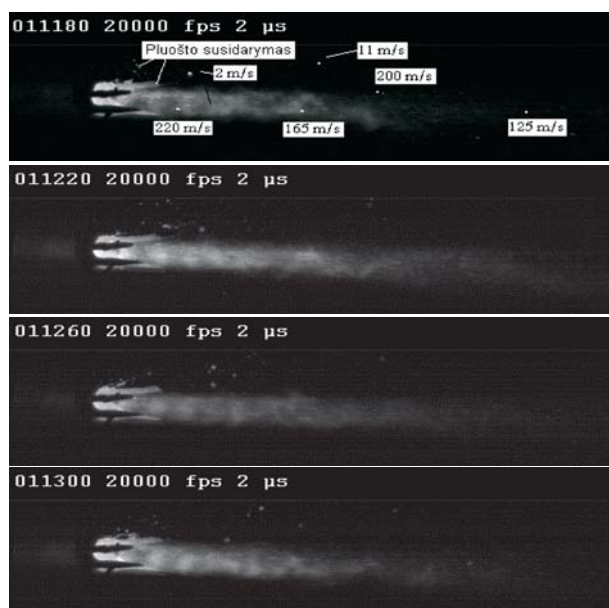
Elementinės plazmos srovės sudėties tyrimas optinės spektroskopijos metodu

labai greita optinė matavimo sistema, kuria galima tyrinėti dujų spinduliavimo ypatybes 250–800 nm bangų ruože. Sistema naudojama plazmos elementų sudėčiai, elektronų ir sunkiųjų dalelių temperatūrai, emisiniams spektrams tirti.

Multifazių plazmos srovių vizualizacijai bei kai kurioms dinaminėms charakteristikoms nustatyti (pav.) naudojama X serijos greitaigė optinė kamera su CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) jautriu elementu, kuri leidžia greitaigį filmavimą 100 ns intervale bei judančių objektų fiksavimą labai dideliu greičiu. Laboratorijoje eksploatuojama MotionPro X4 greitaigė kamera turi vidinę 4 GB atmintį, kurioje esantys duomenys perduodami USB 2.0 greitaigė skaitmenine jungtimi ar Giga-Ethernetu 1000 Mb/s greičiu. Tai užtikrina greitą ir lengvą duomenų perkėlimą į kompiuterį.

Plazmos srauto ir medžiagų sąveikos tyrimas

Siekiant gauti aukštos temperatūros ultraploną pluoštą, perdirbti kenksmingas medžiagas, suformuoti įvairias dangas,

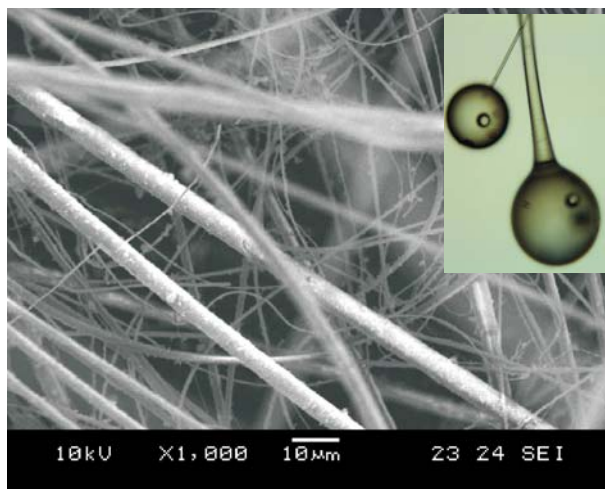


Išlydytų ceolitų granulių judėjimas viršgarsiniame oro plazmos sraute stebimas greitaigė vaizdo kamera



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.

Plazminio proceso eiga priklauso nuo daugelio veiksnių: nešančios aplinkos temperatūros, greičio bei dispersinės medžiagos buvimo laiko reakcijos zonoje, cheminių reakcijų pobūdžio. Plazminiu būdu formuojamos dangos gaunamos sluoksniuojant daugybę dispersinių dalelių, kurios, prieš atsimušdamos į kietą paviršių, turi būti aplydytos ir plastinės būsenos. Todėl jų forma ir struktūra dangoje yra labai įvairi. Dalelių ir substrato sąveiką smūgio metu apibūdina tekėjimo, deformacijos, aušinimo, šaldymo procesai. Dalelių sąveikos su pagrindu rezultatų įvairovė matoma pagal jų pagrindinius parametrus – greitį, temperatūrą ir koncentracijas. Nustatyta, kad net vienodo dispersiškumo ir vienos rūšies medžiagos dalelių parametrai skerspjūvyje prie dengiamo substrato yra labai skirtingi. Realiai kontakto metu šie parametrai yra nestacionarūs. Jų pasiskirstymo funkcijos nusakomos dvifazio srauto formavimosi ir tekėjimo sąlygomis srovės pradinėje dalyje. Išvirkščiamos dalelės srovėje pasiskirsto nevienodai. Šie procesai apibūdina gauto galutinio produkto struktūrą ir savybes.



Katalizinis mineralinis pluoštas (kairėje) ir jo sudarymo mechanizmas (dešinėje)

Keraminių medžiagų lydymas ir aukštatemperatūrio mineralinio plaušo sintezė

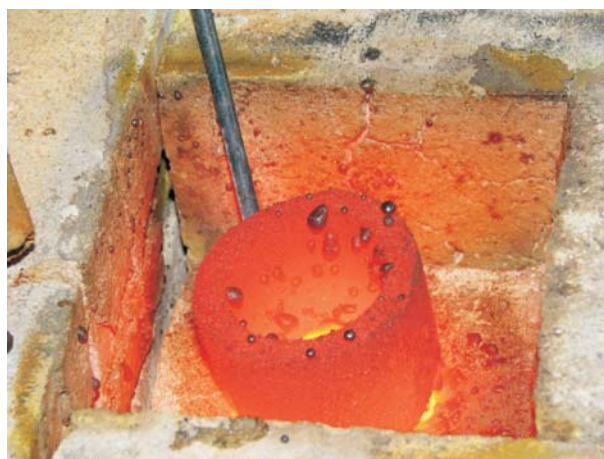
Mineraliniam plaušui gaminti naudojami tradicinei technologijai ir įrenginiams reikia nepertraukiamo veikimo proceso, sudėtingų ir brangių lydymo krosnių bei izoliacinių medžiagų. Tradiciniais metodais gaminamo plaušo kokybę ir sudėtį taip pat riboja žaliavos lydymosi temperatūra: šis metodas neleidžia gaminti aukštos temperatūros termoizoliacinio plaušo, vis plačiau naudojamo įvairiose srityse.

Vienintelis alternatyvus būdas gauti aukštos kokybės aukštatemperatūrį plaušą yra plazminė technologija. Lydant ir plaušinant keramines medžiagas, formuojant MP naudojamas eksperimentinis plazminis įrenginys su 70–90 kW galios plazmos generatoriumi, sukurtas Plazminių technologijų laboratorijoje. Juo formuojamas plaušas iš dispersinių dalelių, naudojant orą kaip plazmą sudarančias dujas bei pagalbinis (Ar , N_2 , propano–butano) dujų mišinys.



garo plazmoje apdorojamai medžiagai per tą patį laiką gali būti atiduota kur kas daugiau energijos ir todėl, kad jos šilumos laidžio koeficientas gerokai didesnis, negu kitų dujų plazmos. Palyginus vandens garo ir oro tūrio entalpijas galime matyti, kad jos tarpusavyje mažai skiriasi. Darome išvadą, kad, norint palyginti vandens garo ir oro plazmos savybes, reikia jas lyginti esant vienodiems masės tūrio, o ne masės srautams.

Atlikus pirminius tyrimus pastebėta, kad sudarant įvairių medžiagų dangas bei granules vandens garo plazma itin svarbi. Jeigu į plazmos, ištekančios į plazmocheminį reaktorių, srautą patenka nors ir nedaug vandens garo, labai padidėja galutinio produkto (pvz., mineralinio plaušo) išeiga ir pagerėja jo kokybė. Tai gali būti aiškinama elektrolizės būdu susidariusio vandenilio arba disocijuoto garo OH^- grupės poveikiu, taip pat gerokai aktyvesnių deguonies, azoto ir vandenilio atomų poveikiu žaliavos dispersinėms dalelėms bei reaktoriuje tekančio lydalo paviršiui. Tai ypač svarbu sudarant specifinės paskirties organinių medžiagų dangas (pvz., katalizines), todėl labai aktualu išaiškinti vandens garo plazmos parametrų įtaką



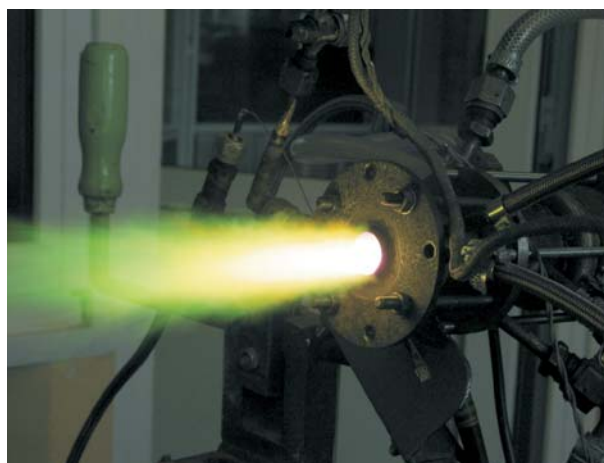
Medžiagų lydymas plazmocheminiame reaktoriuje (kairėje) ir aukštatemperatūriame tiglyje (dešinėje)

Kitos laboratorijoje sukurtos technologijos

Laboratorijoje realizuojamas mikro- ir nanodispersinių dalelių ir granulių, skirtų mikro- ir nanostruktūriniam katalizatoriams gaminti, sintezės procesas. Gauti naujos kartos CO oksiduojantys CuO , Cr_2O_3 , Al_2O_3 ir ceolitų katalizatoriai, kurie gali pakeisti naudojamus brangius platinos grupės metalų katalizatorius. Šiuo metu kuriami nauji katalizatoriai, skirti SO_x ir NO_x neutralizuoti bus naudingi aplinkosaugos srityse.

2009 m. atnaujinti anksčiau laboratorijoje atlikti tyrimai pritaikant vandens garo plazmą įvairioms energetikos, aplinkosaugos ir pramonės reikmėms. Vandens garo plazmos pranašumas akivaizdus: ją naudojant nesusidaro nuodingi azoto oksidai, kurie nepageidaujami kai kuriuose plazminiuose technologiniuose procesuose, be to, vandens garo masės entalpija, esant aukštoms temperatūroms (4000–5000 K), apie 6 kartus didesnė už oro entalpiją. Tai reiškia, kad vandens garui įkaitinti reikia 6 kartus didesnės galios, negu tam pačiam oro masės srautui, todėl gauto srauto energija gerokai didesnė nei kitų iki šiol naudojamų dujų plazmos energija. Vandens

fizinėms ir cheminėms galutinio produkto savybėms, jos poveikį nanodispersinių struktūrų, mikrogranulių bei garų fazės formavimosi procesams. Toliauose darbuose bus siekiama



Vandens garo plazmos, ištekančios iš 95 kW galios plazmos generatoriaus srovė

gerai ištirti vandens garo plazmos srauto sąveikos su dispersinėmis dalelėmis ir srauto elementais mechanizmą.

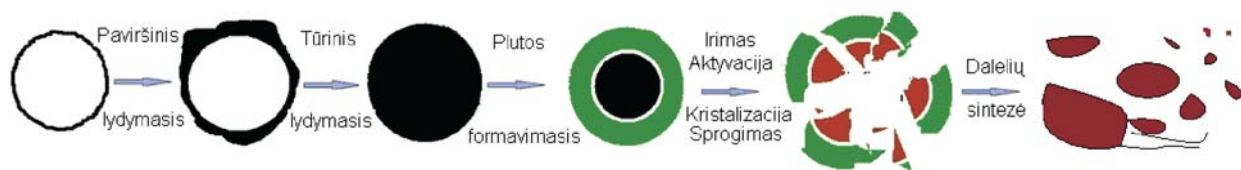
2009 m. pradėto vykdyti naujo iš valstybės biudžeto finansuojamo darbo **Pagrindinių veiksmų, lemiančių neorganinių medžiagų oksidų plaušo sintezę plazminėje aplinkoje, identifikavimas ir įvertinimas** pagrindinis tikslas – skaitmeniniais ir eksperimentiniais metodais ištirti plazminės įvairių neorganinių medžiagų oksidų lydymo ir jų lydalo konversijos į mikro- ir nanostruktūrinį plaušą procesų dėsninumus įvairios sudėties reaguojančiųjų dujų plazmos aplinkoje, siekiant pagerinti formuojamo mineralinio plaušo kokybę ir savybes. Vykdamas darbą išnagrinėta aukštatemperatūros plaušo sudarymo problema pasaulinėje mokslinėje-techninėje literatūroje, suprojektuotas ir pagamintas eksperimentinis dujų dinaminis įrenginys su specialios paskirties plazmos generatoriumi. Vadovaujantis panašumo teorija ištirtos ir apibendrintos plazmos generatoriaus eksploatacinės charakteristikos, ištirtos iš jo ištekančių dujų srovės dinaminės ir šiluminės charakteristikos.

Laboratorijos eksperimentiniuose įrenginiuose realizuotas plazminės purškimo pirolizės procesas ir ištirti pagrindiniai jo dėsniniai. Nustatyta, kad plazmos srovės ir dispersinių dalelių sąveika užtrunka apie 1 ms, dalelės sparčiausias fazės pokytis prasideda esant $x/d = (3-8)$ nuo ištekimą tūtos.

Neseniai išaiškintas plazminės pirolizės proceso mechanizmas bei nustatyta jos įtaka mikro- ir nanodispersinių dalelių sudarymo procese.

priemonės ir būdus, leidžiančius sukurti pageidaujamų savybių dangas, kontroliuoti nusodinimo proceso eigą. Veikloje dalyvauja 16 Europos šalių.

- Europos tyrimų, plėtros ir bendradarbiavimo programa **Eureka**, vykdyta iki 2009 m. pabaigos. Plazminių technologijų laboratorijos mokslininkai inicijavo, koordinavo ir vykdė projektą **E!3539 PLAZMINFIB 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 sukurtą aukštos temperatūros oro srauto kinetinę energiją, sudaromas plaušas, kurio plaukelių skersmuo 0,5–2 μm. Vykdamas darbus bendradarbiaujama su Katanijos universiteto (Italija) ir UAB *Termotechnika* (Lietuva) mokslininkais.
- Baltijos jūros regiono programos 2007–2013 m. projektas **Aplinkosauginių plazminių technologijų inovacijų sklaida ir plėtra Baltijos jūros regione**. Pagrindiniai projekto tikslai – kurti bei panaudoti plazmines technologijas aplinkosaugos problemoms spręsti. Sukurti atitikmenis, įrodančius galimybę praktiškai pagerinti oro ir vandens kokybę, realizuoti



Mikro- ir nanodispersinių dalelių sudarymo mechanizmas plazminės purškimo pirolizės proceso metu

Laboratorijos darbuotojai dalyvauja šiuose tarptautiniuose projektuose ir programose:

- **COST CM0903** veikla **Biomassės utilizavimas į alternatyvų kurą ir cheminius preparatus (UBIOCHEM)**, iki 2013 m. Šioje veikloje laboratorijos darbuotojai vykdo individualų projektą **Vandens garo plazmos panaudojimas biomasės konversijai ir atliekų perdirbimui**, kurį vykdamas bus sukurta nauja, iki šiol pasaulinėje praktikoje dar nerealizuota plazminė technologija, kurios dėka įvairios sudėties organines medžiagas galima paversti sintetinėmis dujomis su daugiau vandenilio. Vykdamas darbą, numatoma vandens garo plazminė technologija apdoroti ne tik įvairias atliekas, bet ir medžiagas, pavojingas aplinkai bei žmonių sveikatai. Veikloje dalyvauja 18 Europos šalių mokslininkai.
- **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 mikroskopiniame lygyje, pritaikius teorines žinias ir praktinį patyrimą ištirti

plazminių technologijų įdiegimą aplinkosaugos srityje.

Šiuo metu rengiama nauja paraiška Baltijos jūros regiono programai 2007–2013 m. Projektas **Pietų Baltijos plazmos mokomasis tinklas** bus pateiktas 2010 m., o paraišką EU-REKA projektui **Vandens garo plazminio įrenginio, skirto kuro konversijai ir pavojingų atliekų apdorojimui, sukūrimas** taip pat numatoma pateikti 2010 m.

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

Laboratorijos mokslinė ir technologinė produkcija 2009 m. pristatyta 7-ioje tarptautinėse ir 4-ioje respublikinėse konferencijose, paskelbti 9 straipsniai pripažintuose pasauliniuose, 7 straipsniai – kituose recenzuojamuose leidiniuose.

Dr. Vitas VALINČIUS
Plazminių technologijų laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 896
El. paštas vitas@mail.lei.lt

Branduolinės inžinerijos problemų laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- šilumos atidavimo ir turbulentinio pernešimo dėsnų eksperimentinis tyrimas vienfaziuose srautuose: priverstinė ir mišri konvekcija; turbulentinis ir pereinamasis tekėjimo režimai; kanalo geometrijos, kintamų fizikinių savybių, šiuurškumo, 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, apdorojimo technologinės įrangos bei saugojimo ir laidojimo įrenginių saugos ir poveikio aplinkai įvertinimas, norminė ir įstatyminė bazė;
- atominų elektrinių eksploatavimo nutraukimo įvairių veiksnių vertinimas: eksploatavimo nutraukimo ir išmontavimo planavimas bei išlaidos; teritorijos, statinių, sistemų ir įrangos radiologinis apibūdinimas; atskirų objektų saugos bei poveikio aplinkai įvertinimas; norminė ir įstatyminė bazė;
- gaisro saugos atominėse elektrinėse ir kituose svarbiuose objektuose įvertinimas;
- tyrimai, susiję su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje.

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

Nuo pat laboratorijos įkūrimo vykdomi šilumos mainų ir hidrodinamikos tyrimai įvairios paskirties energetiniuose įrenginiuose (branduolinių reaktorių, įvairių šilumokaičių elementuose ir kt.). Pastaraisiais metais, dėl panaudoto branduolinio kuro (PBK) laidojimo galimybių analizės, tokie tyrimai pradėti vykdyti ir geologinėse struktūrose. Pastebėta, kad tiek laminarinio, tiek turbulentinio tekėjimo atvejais daugelyje energetinių įrenginių gali pasireikšti termogravitacijos jėgų poveikis šilumos mainams, kuris tam tikromis sąlygomis dažnai tampa avarijų įvairiuose įrengimuose priežastimi. Todėl laboratorijoje pradėti mišrios konvekcijos moksliniai tyrimai vamzdžiuose, vėliau ir plokščiuose kanaluose.

2008–2009 m. biudžeto subsidijomis finansuoto mokslinio darbo **Šilumos mainų ir tėkmės hidrodinamikos tyrimai pereinamojo tekėjimo zonoje esant mišrios konvekcijos ir stabilios bei nestabilios oro tankio stratifikacijos sąveikai** apimtyje buvo vykdyti eksperimentiniai ir skaitiniai mišrios konvekcijos priešingų krypčių tėkmių šilumos mainų ir tėkmės struktūros tyrimai plokščiaame pasvirusiame kanale pereinamojo tekėjimo zonoje (pasvirimo kampas 30° ir 60°). Taip pat vykdyti

skaitiniai tyrimai vertikaliame kanale, esant mišrios konvekcijos vienkryptės tėkmės. Skaitinis modeliavimas įvairiais mišrios konvekcijos atvejais buvo atliekamas taikant kompiuterinę programą FLUENT (JAV). Naudoti įvairūs laminarinio, pereinamojo ir turbulentinio pernešimo modeliai. Dėl gautų šilumos mainų ir tėkmės hidrodinamikos rezultatų keičiasi ir prasiplečia supratimas apie laminarinio tekėjimo perėjimą į turbulentinį veikiant termogravitacijos jėgoms. Taip pat išryškinta stabilios ir nestabilios oro tankio stratifikacijos įtaka šilumos atidavimui mišrios konvekcijos atveju pereinamojo tekėjimo zonoje.



TATENA koordinacinio susitikimo PKB laidojimo klausimais dalyvius sveikina direktoriaus pavaduotojas dr. R. Levinskas (Kaunas, 2009 m. lapkričio 9–13 d.)

Panaudoto branduolinio kuro tvarkymas

Ignalinos AE nusprendus PBK saugoti sausojo tipo CAS-TOR ir CONSTOR konteineriuose, laboratorijos specialistai jau 1997 m. pradėjo vykdyti tyrimus, susijusius su PBK tvarkymo, saugojimo bei laidojimo kompleksų saugos vertinimu. Paprastos bei didesnės talpos konteineriams su PBK įprasto eksploatavimo ir avarinėmis sąlygomis atlikti radioaktyviųjų nuklidų aktyvumo kitimo saugojimo laikotarpiu, kritiškumo bei radiacijos dozių konteinerių paviršiuje 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 atliekoms molio aplinkoje bei kristalinėse uolienose įrengimo Lietuvoje koncepcijas, kurios nuolat tikslinamos ir optimizuojamos atsižvelgiant į tarptautinę patirtį ir konkrečios kapinyno vietos fizikines, chemines, šilumines bei mechanines savybes. Analizuojant PBK laidojimo Lietuvoje galimybes, įvertintos geologinio kapinyno įrengimo išlaidos bei pradėtas bendrasis kapinyno saugos vertinimas.

2007–2009 m. biudžeto subsidijomis finansuoto mokslinio darbo **Radiacinio poveikio analizė ir optimizavimas atliekant AE įrengimų išmontavimą ir tvarkant radioaktyviąsias atliekas**, Europos Sąjungos (ES) 7-osios bendrosios programos (7BP) finansuojamo projekto **Geologiniuose PBK/RA kapinynuose susidarantių dujų elgsena (FORGE)** (2009–2012) bei TATENA koordinuojamo mokslinių tyrimų projekto **Skaitinių modelių panaudojimas, atliekant geologinių kapinyno vietos charakterizavimą bei saugos įvertinimą** (2005–2010) apimtyje buvo vykdomi tyrimai, susiję su radionuklidų sklaida bei ją veikiančiais procesais kapinyno tolumo lauko aplinkoje (geosferoje), siekiant optimaliau įvertinti geosferos įtaką panaudoto branduolinio kuro kapinyno saugai. Buvo naudojami Veresnia vietovės (Ukraina) duomenys. Įvertinant skirtingas požeminio vandens tekėjimo sąlygas skirtingose geologinėse formacijose, nustatytas požeminio vandens geofiltracijos pobūdis atitinkamomis sąlygomis. Nagrinėjamų radionuklidų

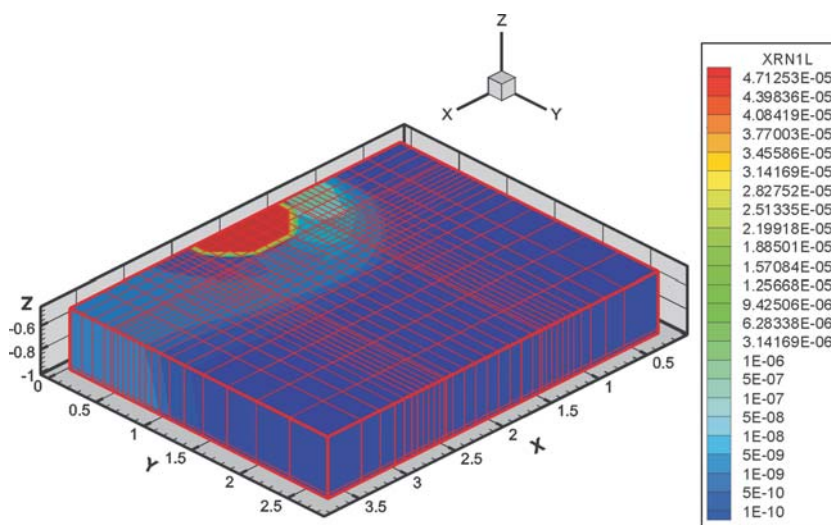
srauto į kapinyno tolumo lauko aplinką įvesties duomenys gauti atlikus radionuklidų sklaidos PBK, laidojimo pagal KBS-3H koncepciją, artimojo lauko aplinkoje tikimybinį vertinimą. Radionuklidų sklaidos geologiniuose sluoksniuose skaitinio vertinimo rezultatai parodė, kad nesant regioninio požeminio vandens tekėjimo geologiniuose sluoksniuose, iš kapinyno artimojo lauko aplinkos pasklidęs nesorbuojamas ilgaamžis jodo izotopas ^{129}I pasiektų upės vandenį, sistemoje esant regioniniam tekėjimui, radionuklido į upę patektų šiek tiek daugiau, o užlaikymas geologinėse struktūrose būtų kur kas trumpesnis. Abiem atvejais srautas į upę būtų mažesnis nei srautas pro inžinerinius barjerus iš artimojo lauko.

Pradėti dujų sklaidos procesų įtakos radionuklidų pernašai tyrimai ir kompleksiniai šilumos sklaidos bei mechaninių procesų įtakos tyrimai neviseiškai vandeniu prisotintose geologinėse ir inžinerinėse struktūrose.

Radionuklidų sklaidai vertinti buvo taikomos kompiuterinės programos AMBER (Jungtinė Karalystė), TOUGH2 (JAV), COMPULINK, CHAN3D, PREBAT-BATEMAN (Švedija).

2009 m. laboratorija kartu su GNS – NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) konsorciumu toliau vykdė didelės apimties projektą – **Laikinosios sausojo tipo saugyklos, skirtos RBMK panaudoto branduolinio kuro rinklių iš Ignalinos AE 1 ir 2 blokų saugojimui, projektavimas bei įrengimas** (2005–2011). Projektas apima visus naujos saugyklos projektavimo, statybos, montavimo, perdavimo ir priėmimo eksploatuoti, eksploatavimo ir eksploatavimo nutraukimo veiksmus, o taip pat visus būtinus darbus, susijusius su PBK išėmimu, supakavimu, hermetizavimu, pervežimu ir tinkamos įrangos pasirinkimui projektiniam sprendimui įgyvendinti eksploatavimu. Saugykloje numatoma patalpinti per 200 naujo CONSTOR tipo konteinerių su sveiku ir pažeistu PBK.

Laboratorija rengia šios PBK saugyklos (eksploatavimo laikas ne trumpiau kaip 50 m.) poveikio aplinkai vertinimo ir saugos analizės ataskaitas bei teikia paramą licencijuojant saugyklą. 2007 m. *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita* suderinta ir patvirtinta Aplinkos ministerijoje. 2009 m. parengta bei suderinta *Preliminari saugos analizės ataskaita* (PSAA), ir VATESI išdavė licenciją saugyklos statybai.



^{129}I sklaida iš RBMK-1500 PBK laidojimo konteinerio ir pasiskirstymas geologinio kapinyno artimojo lauko aplinkoje

Radioaktyviųjų atliekų tvarkymas

Nuo 1994 m. laboratorija aktyviai dalyvauja analizuojant Ignalinos AE radioaktyviųjų atliekų tvarkymo problemas. Laboratorijos ekspertai su kompanija SKB International (Švedija) vykdė keletą projektų, kuriuose įvertinta jau esamų IAE radioaktyviųjų atliekų saugyklų sauga bei galimybės jas transformuoti į kapinytus. Kartu su Prancūzijos kompanijomis Thales Engineering and Consulting ir ANDRA bei Fizikos institutu, laboratorija vykdė PHARE projektą **Maišiagalos kapinyno saugos įvertinimas ir gerinimas**, kuriame rengė **Saugos analizės ataskaitą**, sukūrė duomenų bazę apie radioaktyviąsias atliekas, patalpintas

Maišiagalos kapinyne, bei atliko išsamią nuklidinės sudėties analizę. Kartu su Framatome ANP GmbH (Vokietija) laboratorija atliko 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 skirta vykdant paieškas statybos vietos naujam paviršiniam radioaktyviųjų atliekų kapinynui Lietuvoje bei moksliniams tyrimams, susijusiems su radionuklidų sklaida iš radioaktyviųjų atliekų kapinynų ir jų įtaka saugai. Konsultuojant Švedijos ekspertams, nustatyti kriterijai paviršinio kapinyno vietai parinkti, tobulinta paviršinio kapinyno projekto koncepcija, parengta įgyvendinimo programa. Išanalizuota *heterogeniško* (netolygaus) atliekų aktyvumo pasiskirstymo įtaka radionuklidų sklaidai iš modelinio paviršinio kapinyno. Tyrimams panaudoti DUST, GENII, GWSCREEN (JAV), AMBER programų paketai.

2006–2009 m. laboratorijos specialistai vykdė projektą **Ignalinos AE bitumuotų radioaktyviųjų atliekų saugyklos (158 statinio) pertvarkymas į kapinyną**. Parengtas numatomo kapinyno ilgalaikės saugos įvertinimas, kuriame 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 aplinkos charakteristikomis. Vertinimui taikyta ISAM saugos analizės metodika, AMBER ir DUST kompiuterinės programos. 2007 m. parengti dokumentai pateikti reguliuojančių institucijų peržiūrai, 2008 m. jie suderinti, o 2009 m. po Lietuvos bei užsienio ekspertų peržiūros parengta galutinė ataskaita.

2009 m. laboratorija su NUKEM Technologies GmbH (Vokietija) toliau vykdė projektą – **Ignalinos AE naujasis kietųjų atliekų tvarkymo ir saugojimo kompleksas** (2006–2011). Kompleksas skirtas išimti, rūšiuoti, transportuoti, apdoroti (pagal numatytas technologijas), supakuoti, charakterizuoti ir saugoti kietąsias radioaktyvias atliekas. Visą kompleksą sudarys keli kompleksai, išsidėstę dvejose vietose: kietųjų atliekų išėmimo kompleksas prie IAE esamų kietųjų atliekų saugyklų ir naujasis kietųjų atliekų tvarkymo ir ilgaamžių bei trumpaamžių radioaktyviųjų atliekų saugojimo atskirose saugyklose kompleksas.

Laboratorija rengia šio komplekso poveikio aplinkai vertinimo bei saugos analizės ataskaitas. 2008 m. suderinta ir Aplinkos ministerijoje patvirtinta *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita* bei parengtos ir atsakingoms institucijoms įvertinti pateiktos dvi PSAA: *Ignalinos AE naujasis kietųjų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksas* bei *Ignalinos AE naujasis kietųjų atliekų išėmimo kompleksas*. Pirmoji PSAA patvirtinta, ir VATESI išdavė licenciją saugojimo komplekso statybai. 2009 m. iš naujo parengtos PSAA *Ignalinos AE naujojo kietųjų atliekų išėmimo komplekso 1 ir 2–3 moduliams*.



Europos atominės energijos asociacijos atliekų tvarkymo grupės 10-ojo susitikimo dalyviai (Kaunas, 2009 m. gegužės 11–12 d.)

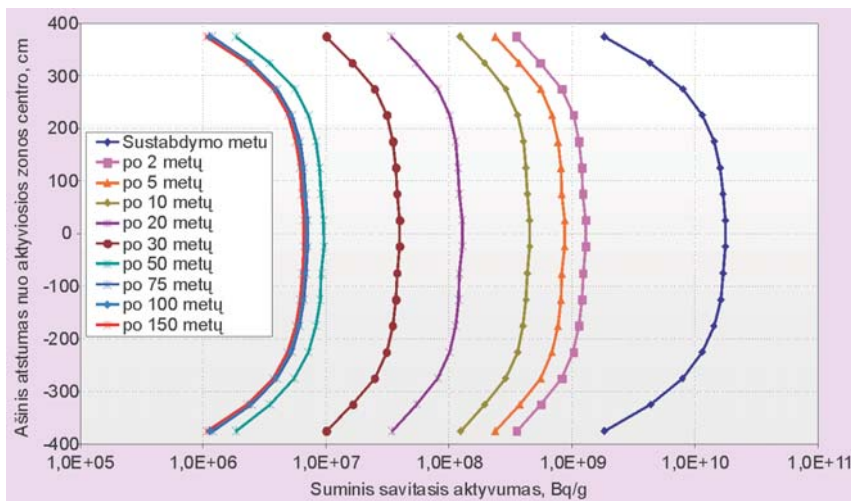
2009 m. laboratorija lietuviško konsorciumo sudėtyje (UAB *Specialus montażas-NTP* – LEI – AB *PramProjektas*–UAB *Vilstata*) tęsė projektą – **Labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų kapinyno (Landfill) įrengimas** (2008–2010). *Landfill* kapinynas skirtas Ignalinos AE eksploatavimo ir eksploatavimo 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.

2008 m. laboratorija parengė planuojamos ūkinės veiklos *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą*, kuri 2009 m. suderinta ir patvirtinta Aplinkos ministerijoje. Taip pat parengtos dvi PSAA: *Landfill kapinyno buferinei saugyklai* (2009 m. patvirtinta VATESI) bei *Landfill kapinyno laidojimo moduliams* (2009 m. pateikta atsakingų institucijų peržiūrai).

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 *Preliminarų Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo planą*. Rengiant *Galutinį IAE eksploatavimo nutraukimo planą*, laboratorija analizavo duomenis apie IAE sistemų radiacinį užterštumą. 2004 m. laboratorija LR ūkio ministerijos užsakyму parengė Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo programos ir jos įgyvendinimo priemonių plano 2005–2009 m. projektus.

Kartu su Fizikos institutu vykdytas projektas – **Ignalinos AE įrangos ir įrenginių radiologinių tyrimų programos rengimas**, kuriame išanalizavus tarptautinę patirtį, parengta ir reguliuojančioms institucijoms pateikta *Bendroji radiologinių tyrimų programa* bei, surinkus ir išanalizavus visus esamus duomenis apie IAE aikštelę, parengta *Ignalinos AE radiologinio užterštumo istorinio vertinimo ataskaita*, taip pat IAE V1, G1 blokų bei 117/1 pastato įrenginių detalių radiologinių tyrimų programos. Vėliau parengtos IAE B1, D0, D1 blokų ir 119 pastato



Sumodeliuotas Ignalinos AE 1-ojo bloko RBMK-1500 reaktoriaus kuro kanalų centrinės dalies suminio savitojo aktyvumo pasiskirstymas ašine kryptimi ir jo kitimas per 150 metų po reaktoriaus galutinio sustabdymo

įrenginių detalių radiologinių tyrimų programos. Sukurta elektroninė Microsoft Access duomenų bazė, kurioje sukaupti visi įrangai apibūdinti būtini duomenys bei brėžiniai su nurodytomis radioaktyvumo matavimo, bandinių ėmimo vietomis. Sukurtos programos bei surinkti ir išanalizuoti duomenys apie radiologinę situaciją IAE yra būtini tęsiant IAE eksploatavimo nutraukimą.

Nuo 2002 m. laboratorija atlieka gaisro atominėse elektrinėse ir kituose svarbiuose objektuose saugos vertinimus. Laboratorijos specialistai, konsultuojami Švedijos ekspertų, įvertino IAE 1-ojo ir 2-ojo blokų gaisro saugą. Taip pat įvertinta kai kurių atnaujintų pakeistos paskirties Ignalinos AE patalpų bei naujai projektuojamų IAE panaudoto branduolinio kuro ir radioaktyviųjų atliekų saugyklų gaisro sauga, vertintas išorinio gaisro poveikis Ignalinos AE naujam kietųjų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksui bei komplekso vidinio gaisro rizikos pavojingiausiose gaisro atveju patalpose analizė. 2008–2009 m. vertintas gaisro poveikis, atliekant Ignalinos AE 117/1 pastato išmontavimo ir deaktyvavimo darbus, taip pat įvertinta iš naujo projektuojamo Landfill kapinyno buferinės saugyklos ir laidojimo modulių gaisro sauga.

2007–2009 m. biudžeto subsidijomis finansuotos temos **Radiacinio poveikio analizė ir optimizavimas atliekant AE įrengimų išmontavimą ir tvarkant radioaktyvias atliekas** bei Europos Sąjungos (ES) 7-osios bendrosios programos (7BP) projekto **Apšvitintų grafito ir kitų anglies atliekų apdorojimas ir šalinimas (CARBOWASTE)** (2008–2011) apimtyje buvo vykdomi tyrimai, susiję su reaktoriaus konstrukcinių medžiagų neutronine aktyvacija, apibūdinant reaktoriuose esančių apšvitintą grafitą bei reaktoriaus konstrukcinius elementus, esančius atokiau nuo grafitinio klijinio ribos. Tokia analizė leido sukaupti ir susisteminti informaciją apie radiologinę situaciją RBMK tipo reaktoriuose, įvertinti galimus grafito blokų bei grafito žiedų išmontavimo ir pašalinimo iš reaktoriaus būdus, atsižvelgiant į grafito mechanines, radiologines ir kt. savybes. Tuo tikslu panaudotas 2008 m. laboratorijoje sukurtas modelis, leidžiantis skaitiškai įvertinti neutronų srautus ir jų pasiskirstymą ašine kryptimi nagrinėjamose reaktori-

riaus konstrukcijose. 2009 m., pasinaudojus MCNP-5 kompiuterine programa (JAV) sumodeliuotais neutronų srautais, įvertinta RBMK-1500 reaktoriaus centrinėje dalyje ašine kryptimi esančių pagrindinių konstrukcinių elementų (grafito blokų, grafito žiedų/ivorių, metalinių konstrukcijų, serpentinito užpildų) neutroninė aktyvacija (ORIGEN-S kompiuterine programa (JAV)).

2007–2009 m. LEI, būdamas konsorciumo VT Nuclear Services Ltd (Jungtinė Karalystė) – LEI – NUKEM (Vokietija) partneris, dalyvavo vykdamas projektą **IAE 117/1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas**. Laboratorijos specialistai dalyvavo rengiant poveikio

aplinkai vertinimo bei saugos pagrindimo ataskaitas, techninį bei detalių projektus ir sudarant bendrąjį duomenų sąvadą. Programų paketu CORA/CALCOM (Vokietija) išanalizuota 117/1 pastate esanti įranga, susidarančių atliekų kiekiai bei jų charakteristikos ir atliktas ekonominis numatomų vykdyti deaktyvavimo ir išmontavimo darbų vertinimas. Kompiuterine programa VISIPLAN 3D ALARA (Belgija) įvertinus paviršinių įrangos užterštumą, buvo modeliuotos darbuotojų apšvitos dozės. 2009 m. suderintos ir pateiktos užsakovui *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita, Saugos pagrindimo ataskaita* bei *Bendrasis duomenų sąvadas*.

2009 m. LEI, būdamas konsorciumo VT Nuclear Services Ltd (Jungtinė Karalystė) – LEI – NUKEM (Vokietija) – Ansaldo Nucleare (Italija) partneris, pradėjo įgyvendinti naują projektą **IAE V1 pastato įrenginių deaktyvacija ir išmontavimas** (2009–2011). Laboratorijos specialistai dalyvauja rengiant poveikio aplinkai vertinimo bei saugos analizės ataskaitas ir sudarant bendrąjį duomenų sąvadą. 2009 m. sukurtas programų paketas DECRAD, skirtas įvertinti išmontuojamos įrangos, susidarančių radioaktyviųjų ir nebekontroliuojamų atliekų bei transportavimo ir laidojimo pakuočių kiekius, darbuotojų poreikį, jų apšvitą išmontuojant radioaktyvius įrenginius, išmontavimo ir deaktyvavimo kainas, bei pateikiantis darbų vykdymo kalendorinius planus.

2009 m. laboratorijos specialistai kartu su Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos specialistais bei UAB *Specialus montażas-NTP* vykdė projektą – **Antrojo bloko eksploatavimo nutraukimo poveikio aplinkai vertinimo dokumentų ir saugos analizės ataskaitos rengimas**. Šis projektas apima IAE 2-ojo bloko reaktoriaus sustabdymą, kuro iškrovimą iš reaktoriaus ir išlaikymo baseinų, kuro pervežimą į laikinąją PBK saugyklą, blokui uždaryti planuojamus sistemų izoliavimo ir modifikavimo darbus bei atliekų (radioaktyviųjų bei kitų) tvarkymą kuro iškrovimo fazės metu. Laboratorijos specialistai parengė ir PAV subjektams pateikė šio projekto *Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą* bei dalyvavo rengiant *IAE 2-ojo bloko reaktoriaus galutinio sustabdymo ir kuro iškrovimo fazės saugos analizės ataskaitą*.



E. Narkūno (dešinėje) daktaro disertacijos gynimo Tarybos posėdyje 2009 m. gruodžio 17 d. metu

Tyrimai, susiję su naujos atominės elektrinės statyba Lietuvoje

2007–2009 m. laboratorijos specialistai vykdė tyrimus, susijusius su naujos atominės elektrinės statybos įgyvendinimu Lietuvoje. 2007 m. AB *Lietuvos energija* užsakymu konsorciumas Pöyry Energy Oy (Suomija) – LEI vykdė projektą ***Naujos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo programos parengimas***, kuriame nustatė planuojamos atominės elektrinės poveikio aplinkai vertinimo gaires. Dalyvaujant laboratorijos specialistams parengta ir Aplinkos ministerijoje patvirtinta *Poveikio aplinkai vertinimo programa*.

2008–2009 m. toliau tęsiant pradėtus tyrimus, konsorciumas Pöyry Energy Oy – LEI 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 institucijų (Botanikos instituto, Ekologijos instituto, Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos) specia-

listus bei ekspertus, buvo vertinti galimi poveikiai aplinkai naujos AE statybos ir eksploatacijos metu. Išanalizuota, kaip numatoma ūkinė veikla gali paveikti šiuos aplinkos komponentus – vandenį, orą, dirvožemį, biologinę įvairovę, kraštovaizdį, kultūros paveldo objektus, socialinę ekonominę aplinką ir visuomenės sveikatą. Itin daug dėmesio skirta Drūkšių ežero vandens temperatūros ir avarijų metu į atmosferą išmestų radionuklidų sklaidos skaitiniams modeliavimams, poveikio ežero ekosistemai bei visuomenės sveikatos radiologiniam poveikiui vertinti tiek normalios eksploatacijos, tiek projektinių bei sunkiosios avarijos metu. Taip pat įvertintas naujos AE galimas tarpvalstybinis poveikis Latvijos ir Baltarusijos respublikoms.

2009 m. pagal PAV ataskaitą iš atsakingų institucijų gautos teigiamos išvados dėl planuojamos ūkinės veiklos, ir Aplinkos ministerija, vadovaudamasi PAV ataskaita, priėmė sprendimą dėl naujos atominės elektrinės statybos Lietuvoje galimybių.

Pagrindiniai rezultatai

2009 m. laboratorija (28 darbuotojai) tęsė du (vieną baigė) biudžeto subsidijomis finansuojamus mokslo tiriamuosius darbus ir vykdė 12 taikomųjų darbų. Laboratorijoje apginta viena daktaro disertacija *Reaktoriaus RBMK-1500 konstrukcinių elementų nuklidinės sudėties kitimo tyrimai* (E. Narkūnas). Doktorantūroje studijuoja dar 4 doktorantai. Darbuotojai aktyviai dalyvavo įvairiose mokymo programose, koordinaciniuose susitikimuose, perskaitė 7 pranešimus tarptautinėse konferencijose (Jungtinėje Karalystėje, Vokietijoje, Lenkijoje ir Lietuvoje), paskelbė 13 mokslinių straipsnių užsienio ir Lietuvos žurnaluose bei kituose leidiniuose.



Drūkšių ežeras

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

Branduolinių įrenginių saugos laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- branduolinių jėgainių saugos vertinimas;
- termohidraulinė avarinių ir pereinamųjų procesų analizė;
- termohidraulinės parametrų kitimo atominių elektrinių apsauginiuose gaubtuose ir kitose patalpose įvertinimas;
- radionuklidų bei aerosolių 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;
- sudėtingų techninių objektų statybinių konstrukcijų, vamzdynų 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;
- tikimybinis neįprastų įvykių modeliavimas ir analizė;
- modeliavimo rezultatų jautrumo ir neapibrėžtumo analizė;
- fundamentiniai šiluminės fizikos tyrimai.

2009 m. kartu su Lietuvos ir užsienio subjektais laboratorijos darbuotojai vykdė 29 projektus: 3 biudžeto subsidijomis finansuotus mokslo tiriamuosius darbus; 14 tarptautinių projektų (5 jų Europos Sąjungos (ES) 6-osios ir 7-osios Bendrųjų Programų (BP) bei 4 tarptautinėse mokslinių tyrimų programose, kuriose dalyviai finansuojami savo lėšomis); 12 Lietuvos ūkio subjektų finansuojamų projektų.

Naujos AE Lietuvoje statybai bei eksploatacijai besirengiant

Laboratorijos mokslininkai dalyvauja tiek tiesiogiai Visagino AE bei Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos (VATESI) užsakymais vykdomuose naujosios jėgainės parengiamuosiuose darbuose, tiek pažangiausiuose tarptautiniuose branduolinės energetikos mokslinių tyrimų projektuose, skirtuose naujiems branduoliniams reaktoriams kurti, ir kitiems svarbiems su branduolinės energetikos sauga susijusiems klausimams spręsti. Taip pat dalyvaujama projektuose, skirtuose mokymams bei žinioms perduoti kitoms šalies branduolinės energetikos infrastruktūros organizacijoms. Visi šie darbai branduolinės energetikos srityje padeda stiprinti Lietuvos kompetenciją, kuri būtina kiekvienai valstybei, turinčiai branduolinės energetikos objektų.

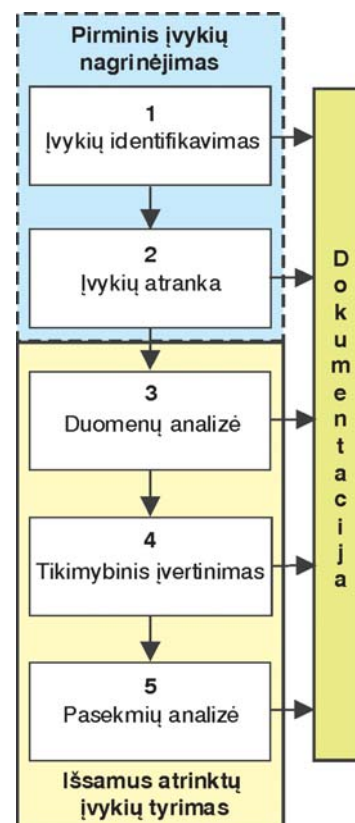


Visagino AE parengiamieji darbai

Pagal sutartį **Potencialių Visagino AE statybos aikštelių įvertinimas išorinių įvykių atžvilgiu** tarp UAB Visagino AE (VAE) ir Lietuvos energetikos instituto (LEI) 2009 m. vykdytos užduotys, skirtos išoriniams veiksniams (žmogaus sukelti įvykiai,

meteorologiniai reiškiniai, vietovės užtvindymas) vertinti. Šio įvykdyto darbo tikslas – vadovaujantis Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) saugos reikalavimais įvertinti potencialių aikštelių tinkamumą Visagino AE statybai.

Pagal techninę užduotį ir projekto valdymo planą, visa informacija ir darbai buvo skirstomi į tris atskiras temas. Vykdam tyrimus pirmojoje temoje *Žmogaus atsitiktinai sukelti reiškiniai ir įvykiai*, daugiausia dėmesio skirta tiems pavojų šaltiniams ir įvykiams, kurie siejami su orlaivio sudužimu, dujotiekio sprogiu ir miško gaisru. Vykdam tyrimus antrojoje temoje *Meteorologiniai ekstremaliūs reiškiniai ir įvykiai*, daugiausia dėmesio skirta ekstremalių vėjų, temperatūrų ir kritulių tikimybei vertinti bei jų galutiniams padariniams apibūdinti. Vykdam tyrimus trečiojoje temoje *Užtvindymo sukeliamas pavojus, reiškiniai ir įvykiai*, išsa-



Išorinių įvykių analizės schema

miau buvo nagrinėjami įvairūs Drūkšių ežero vandens lygį sąlygojantys veiksniai bei užtvindymo padariniai.

Sunkias pasekmes galinčio sukelti lėktuvo sudužimo, dujų sprogdimo bei užtvindymo tikimybių įvertinai yra santykinai maži. Tikėtinas yra miško gaisras, ekstremalūs vėjai, ekstremalūs krituliai ir ekstremali temperatūra, tačiau jų pasekmės yra ne tokios sunkios ir saugos prasme lengviau kontroliuojamos. Atliktų tyrimų rezultatai gali būti svarbūs priimant sprendimą dėl konkrečios statybos aikštelės bei numatant jų rizikos valdymą. Pagal TATENA rekomendacijas, atsiradus naujai reikšmingai informacijai, išorinių įvykių analizė ateityje turi būti atnaujinama.

LEI aktyviai dalyvauja branduolinės energetikos mokslinių tyrimų ir specialistų kompetencijos tobulinimo veikloje. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojai dalyvauja ne tik ES mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros Bendrosios programos projektuose, bet ir kartu su TATENA organizuoja Nacionalinius ir regioninius branduolinės saugos analizės kursus. 2009 m. spalio 19–30 d. Vilniuje vyko TATENA ir LEI organizuoti **Regioniniai branduolinės saugos mokymo kursai**. Antrą kartą Lietuvoje rengiamuose branduolinės saugos mokymuose dalyvavo 16 užsienio šalių atstovai (Albanijos, Armėnijos, Azerbaidžano, Baltarusijos, Bulgarijos, Gruzijos, Kazachstano, Juodkalnijos, Lenkijos, Rumunijos, Rusijos, Slovakijos, Slovėnijos, Ukrainos ir Vengrijos), taip pat atstovai iš UAB VAE, VATESI, Vilniaus universiteto, Valstybinio informacinių technologijų instituto.

Mokymuose dalyviai susipažino su pagrindiniais branduolinės saugos, radiacinės ir aplinkos apsaugos principais, atominių elektrinių saugos užtikrinimo ir jos vertinimo ypatumais. Praktiniai užsiėmimai vyko Ignalinos AE mokymų centre. Čia dalyviai, naudodamiesi reaktoriaus valdymo treniruokliu, mokėsi valdyti reaktorių galimos avarijos atveju. Paskaitas skaitė ir patirtimi dalijosi TATENA, Lietuvos energetikos instituto, Kauno technologijos universiteto, Fizikos instituto bei Ignalinos AE ekspertai.

2009 m. laboratorijos darbuotojai dalyvavo vykdam *Pereinamojo laikotarpio institucijų plėtros priemonės programą*, kurios vienas tikslų – tobulinti vietinių specialistų kompetenciją, siekiant užtikrinti Ignalinos AE eksploataavimo saugos priežiūrą ir vertinimą, įskaitant ir fazę po galutinio reaktoriaus sustabdymo. Vykdyto projekto **VATESI ir jos MTPO žinių gilinimas seminarų ir stažuokių metu** apimtis atitiko tris darbo uždavinius:

- tobulinti VATESI ir jos mokslinės techninės paramos organizacijų (MTPO) specialistų žinias trijose srityse: panaudoto branduolinio kuro tvarkymas; kontrolės ir valdymo įrangos ir sistemų vertinimas/kontrolė; svarbių saugai sistemų struktūrinis vientisumas;
- parengti rekomendacijas esamai teisei bazei pagerinti (panaudoto branduolinio kuro tvarkymas, kontrolės ir valdymo įranga ir sistemos);
- parengti rekomendacijas inspekcijų programoms struktūrinio vientisumo srityje.



Regioninių branduolinės saugos profesinio mokymo kursų dalyviai

Vykdam šį projektą, LEI partneriu buvo Italijos Pizos universiteto Branduolinių tyrimų grupė. Bendromis jėgomis suorganizuoti 7 mokymo seminarai (23 dienos Lietuvoje), 8 darbo seminarai (iš viso 16 dienų, po pusę Lietuvoje ir Italijoje) bei 3 praktiniai užsiėmimai (kiekvienas truko po savaitę bei vyko Italijoje, Vokietijoje, Slovėnijoje ir Kroatijoje). Praktinių užsiėmimų metu aplankytos branduolinės jėgainės, panaudoto kuro saugyklos, programinę įrangą kuriančios organizacijos ir pan. Darbo seminarų metu parengtos ir VATESI pateiktos specifinės rekomendacijos, kaip atnaujinti/pakeisti arba patobulinti esamus nacionalinius reikalavimus operacijoms su kuru, kontrolės ir valdymo įrangai/sistemoms, taip pat parengti šiuolaikinių inspekcijų programos ir vadovo (procedūrų) dokumentų projektai svarbių saugai sistemų struktūrinio vientisumo inspekcijoms atlikti.



2009 m. pagal projekto **IRIS** (International Reactor Innovative and Secure) planus ir jungtinį projekto dalyvių bei *Westinghouse Electric Company LLC* susitarimą buvo siekiama naujų dvišalių tyrimo sutarčių pasirašymo. Konceptinis IRIS elektrinės projektas jau užbaigtas ir šiuo metu vyksta reaktoriaus techninių sistemų testavimo bei intensyvūs reaktoriaus projekto parengimo licencijuoti darbai. Šiame etape LEI tyrėjai dalyvauja rengiant naujų reaktorių tarpusavio palyginimo metodologijas bei peržiūri darbus, susijusius su reaktoriaus struktūriniais, ekonominiais, saugos ir saugumo tyrimais. Pastaraisiais metais laboratorijos specialistai dalyvavo atliekant IRIS tikimybinę saugos ir ekonominio efektyvumo analizę bei vykdam tyrimus, skirtus sumažinti įvairių išorinių pavojų riziką bei gautų jų rezultatų neapibėrėtumą. Planuojant statyti naują AE, šios srities mokslo

tiriamieji darbai yra aktualūs naujų reaktorių statybos Lietuvoje studijai. IRIS projektas ir su juo susiję tyrimai bus baigti 2010–2015 m., t. y. tuo laiku, kai Lietuvai bus ypač reikšmingi naujo branduolinio reaktoriaus vertinimo ir licencijavimo klausimai.

Laboratorijoje taip pat vykdomi naujos kartos reaktorių kūrimo ir analizės darbai, susiję su TATENA koordinuojamomis tyrimų programomis. Viena jų – **Mažų ir vidutinių reaktorių su sumažintais avarinės planavimo zonos reikalavimais ekonominė ir energetinė nauda: Lietuvos atvejis**. Šios programos 2007–2008 m. vykdyto projekto tyrimai skirti AE evakuacinei zonai ir apsaugos priemonėms vertinti bei saugių ir ekonomiškai efektyvių mažo ir vidutinio galingumo reaktorių perspektyvoms analizuoti. Atlikdami tyrimus laboratorijos darbuotojai apžvelgė Lietuvos energetinio saugumo situaciją, susidariusią iki 2009 m. Išnagrinėti keli scenarijai, susiję su galimais energetinių išteklių tiekimo trikdžiais, taip pat atlikti tyrimai, susiję su mažų (IRIS) ir didelio reaktoriaus instaliavimo 2018 m. įtaka elektros ir šilumos gamybai.

2009 m. VATESI užsakymu parengtas naujas branduolinę saugą reglamentuojantis teisės aktas **Bendrieji atominių elektrinių saugos užtikrinimo reikalavimai**. Šis teisės aktas pakeis 1997 m. priimtą VATESI dokumentą VD-B-001-0-97 *Bendrieji atominių elektrinių saugos užtikrinimo nuostatai*. Naujasis norminis dokumentas nustato pagrindinius saugos tikslus, kriterijus ir principus bei technines ir organizacines priemones atominių elektrinių saugai užtikrinti. Šis dokumentas bus vienas svarbiausių teisės aktų, reglamentuojančių Lietuvoje planuojamos statyti Visagino AE saugai užtikrinti keliamus reikalavimus.



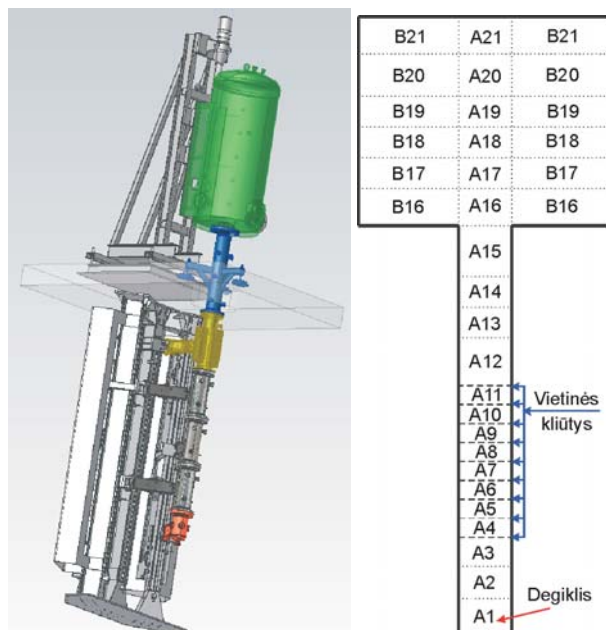
Atominių elektrinių sunkiųjų avarijų tyrimų kompetencijos tinklas SARNET-2

2009 m. pasirašytas naujas 7BP projektas **SARNET-2**, pratęsiantis ketverius metus vykdyto kompetencijos tinklo **SARNET** veiklą. Šis projektas skirtas AE sunkiųjų avarijų reiškiui ir valdymo tyrimų integracijai Europoje. Kartu su LEI šiame projekte dalyvauja 41 ES šalių mokslo ir verslo institucija. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos mokslininkai SARNET-2 projekte dalyvauja trijų darbo grupių veikloje:

- WP4 ASTEC – integralinio programų paketo ASTEC, skirto sunkiosioms avarijoms branduolinėse jėgainėse modeliuoti, adaptavimas ir patikra;
- WP5 COOL – išsilydžiusios aktyviosios zonos ir likusių nuolaužų aušinimas;
- WP7 CONT – procesų, vykstančių branduolinių jėgainių apsauginiuose kiaučiuose, analizė.

2009 m. balandžio 27–29 d. Karlsruheje, Vokietijoje, įvyko pirmasis projekto susitikimas, kuriame buvo aptariamos darbų programos.

Darbo grupės WP-7 CONT tikslas – ištirti grėsmes AE apsauginio kiaučio (angl. containment) vientisumui, kylančias dėl garo sprogo ir vandenilio degimo reiškių. Laboratorijos



Vandenilio degimo tyrimui skirtas eksperimentų stendas ENACCEF ir skaitinis modelis ASTEC programų paketui

darbuotojai dalyvauja tyrimuose, susijusiuose su vandenilio degimo problema. Vienas uždavinių tiriant šią problemą – vandenilio maišymasis apsauginio kiaučio atmosferoje. Spėdžiant šį uždavinį planuojama atlikti eksperimentus TOSQAN stende. LEI numatęs atlikti skaitinį atliktų eksperimentų tyrimą COCOSYS programų paketu. Kitas su vandenilio degimo problema susijęs uždavinys – vandenilio deginimas pasyviaisiais katalizatoriais (angl. Passive Autocatalytic Recombiners). Šiam uždaviniui spręsti mūsų laboratorijos darbuotojai atliks skaitinius tyrimus ASTEC programų paketu. Vandenilio deginimo pasyviaisiais katalizatoriais eksperimentas bus atliekamas Prancūzijoje esančiame ENACCEF stende.

Laboratorijos mokslininkai tęsė tyrimus **PHEBUS-FP programoje**. Tai viena didžiausių tarptautinių tyrimų programų, skirtų vandeniu aušinamų branduolinių reaktorių saugai bei sunkiųjų avarijų tyrimams. 1988 m. programą inicijavo ir dabar ją koordinuoja IRSN (Prancūzija). Laboratorijoje, naudodant COCOSYS programų paketą, atliekami PHEBUS apsauginiame kiaučiu vykstančių reiškių skaitiniai tyrimai. Naudodant FPT-1 eksperimento duomenis, išnagrinėta, kokią įtaką modeliavimo rezultatams turi modelio nodalizacinė schema bei modeliavimo parametrai (aerolių tankis, pasienio sluoksnio storis, aerolių tirpumas).

2009 m. tęsiant bendradarbiavimą su Vokietijos organizacija GRS mbH, nuspręsta PHEBUS-FP tyrimus vykdyti kartu bei sudaryti bendrą apsauginio kiaučio modelį, kuris leistų atlikti išsamų vykstančių procesų tyrimą FPT-2 eksperimento metu. 2009 m. gruodžio 9 d. LEI įvyko susitikimas su GRS mbH ekspertu G. Weber, kurio metu buvo aptarti modelio sudarymo ypatumai ir numatytas tolesnių darbų planas. Laboratorija atsaikinga už modelio sritį, susijusią su termodinaminių procesų ir aerolių bei radionuklidų pamešimo procesų aprašymu. GRS mbH šį modelį papildys jodo cheminių virsmų aprašymu. Vėliau sudarytą bendrą LEI ir GRS modelį bus galima papildyti prijungiant PHEBUS reaktoriuje vykstančių procesų modeliavimą ATHLET-CD programų paketu.



*Branduolinių
jėginių
darbo
išteklių
įvertinimas*

2009 m. buvo tęsiami 6BP kompetencijos tinklo **NULIFE** (**N**uclear **P**lant **L**ife Prediction), skirto parengti branduolinių įrenginių ilgaamžiškumo valdymo metodologiją, ir virtualaus instituto, galinčio atlikti ilgaamžiškumo įvertinimo mokslinius tyrimus Europos branduolinių įrenginių gamybos pramonėje, sukūrimo darbai. Projektas taip pat siejamas su rizikos vertinimais pagrįstų sprendimų priėmimo metodikos tobulinimu ir eksploatacinės kontrolės optimizavimu. Laboratorijos mokslininkai dalyvavo darbo grupių *Struktūrinio vientisumo įvertinimas (IA-2-2)* ir *Saugumas, rizika ir patikimumas (IA-2-4)* veikloje ir organizuotuose susitikimuose. IA-2-2 darbo grupėje parengta tyrimų ataskaita apie RBMK-1500 reaktoriaus kuro kanalų irimo vertinimą, atlikta priimtinių ir kritinių plyšių kuro kanaluose analizė. Lėto hidridinio pleišėjimo įvertinimas atliktas taikant tekėjimo prieš suirimą metodologiją. IA-2-4 darbo grupėje parengtas AE saugumo, rizikos ir patikimumo vertinimo programos aprašymas, parengta informacija apie saugos koeficientų įvertinimo nustatymo metodiką. Projekto dalyviai pateikė pasiūlas 7BP projektams medžiagų degradacijos, irimo mechanikos ir rizikos vertinimo tematikos srityse. Projektas bus vykdomas iki 2011 m.



AE eksploataavimo pabaigos ir pradžios patikimumo charakteristikų tyrimai

Pagal EK Jungtinių tyrimų centro energetikos instituto (EC JRC Institute for Energy) ir LEI sutartį/darbo užsakymą 2009 m. buvo tęsiamas tyrimas **Pasyvių komponentų patikimumo ir duomenų analizė** ir parengta ataskaita. Šio projekto darbai siejasi su EK Jungtinių tyrimų centro energetikos instituto koordinuojamu *Senėjimo reiškinių įtakos energetinių įrenginių saugai pritaikymo tyrimų tinklu* **Network for Incorporating Ageing Effects into PSA Applications (APSA)**. APSA tyrimų tinklas vienija 14 šalių organizacijas ir siejasi su Europos Sąjungos NULIFE kompetencijos tinklu. APSA tyrimų tinklas skirtas klasikinės tikimybinės saugos analizei (TSA) išplėtoti, atsižvelgiant į įrenginių degradaciją ir jų patikimumo charakteristikų kitimą. Klasikinėje TSA, taikant nekintančių laike patikimumo parametrų prielaidą, kartais gaunamas tiek teoriškai, tiek praktiškai neadekvatus saugos vertinimas. Senėjimo TSA atlikti būtinas didesnis duomenų kiekis, eksploatacinės kontrolės vertinimas bei išsamesni modeliai.

Tęsiant veiklą 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 buvo nagrinėjami patikimumo duomenų bazių bei atitinkamos programinės įrangos (pvz., WinBUGS) sudarymo ir taikymo klausimai. Nuo 2008 m. LEI koordinuoja APSA tyrimo tinklo vienos užduoties veiklą *Senėjančių pasyvių komponentų duomenų ir patikimumo analizė*.



Eksploatacinės kontrolės ir rizikos tyrimai

2009 m. LEI, būdama EK Jungtinių tyrimų centro energetikos instituto koordinuojamo *Europos eksploatacinės kontrolės ir įrenginių atestacijos* (European Network for Inspection and Qualification, ENIQ) tyrimų tinklo nare, toliau dalyvavo rizikos analizės grupės veikloje. Laboratorijos darbuotojai pristatė Lietuvoje vykdomus rizikos vertinimo pagrįstus eksploatacinės kontrolės programos sudarymo ir optimizavimo darbus. ENIQ tyrimų tinklo rizikos analizės grupės veikloje dalyvauja 20 skirtingų organizacijų. Šio tinklo veikla siejasi su Europos Sąjungos NULIFE kompetencijos tinklu ir kitais 7BP projektais.

Tarptautinė standartinė problema Nr. 49

2009 m. pradėtas OECD projektas **Tarptautinė standartinė problema Nr. 49**, kurio tikslas – ištirti vandenilio degimo AE apsauginiuose kiaučiuose procesus. šio projekto metu eksperimentai atliekami dviejuose eksperimentiniuose stenduose ENACCEF (Prancūzija) ir THAI (Vokietija). Laboratorijos darbuotojai planuoja atlikti skaitinius eksperimentų tyrimus ASTEC programų paketu, kuriame įdiegtas naujas vandenilio degimo modelis. 2009 m. įvyko pirmasis projekto dalyvių susitikimas, kuriame aptarti pirmieji rezultatai. Darbus numatoma baigti 2010 m.

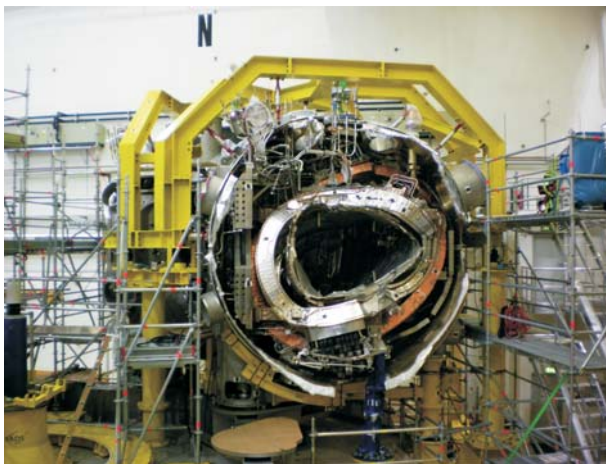
Termobranduolinės sintezės reaktorių saugos analizė

Termobranduolinės sintezės energijos (FUSION) plėtros moksliniai tyrimai yra viena prioritetinių ES 7BP tyrimų sričių. Pagrindinis šių tyrimų tikslas – termobranduolinės sintezės reaktoriaus ITER (angl. International Thermonuclear Experimental Reactor) sukūrimas. ITER reaktorių pateiks mokslines ir technines termobranduolinės energijos naudojimo taikiems tikslams galimybes. Šis pirmasis termobranduolinės sintezės įrenginys, generuojantis 500 MW galią, bus statomas Prancūzijos Cadarache (netoli Marselio) tyrimų centre.



2009 m. toliau vykdyti darbai pagal LEI ir EK pasirašytą *Asociacijos sutartį dėl bendradarbiavimo termobranduolinės sintezės energetikos mokslinių tyrimų srityje*. Bendradarbiaujant su Makso Planko institutu IPP (Vokietija) išanalizuota šiame institute statomo stelatoriaus tipo termobranduolinės sintezės eksperimentinio įrenginio W7-X pasirinkta avarija ir šio įrenginio dalies struktūra.

2009 m. kompiuterinėmis programomis Solidworks ir Brigade/Plus atliktas plazmos indo angų AEU30 suvirinimo siūlių modeliavimas. Geometriniai plazmos indo angų suvirinimo siūlių modeliai parengti taikant kompiuterinio modeliavimo programą SolidWorks. Kompiuterine programa Bri-

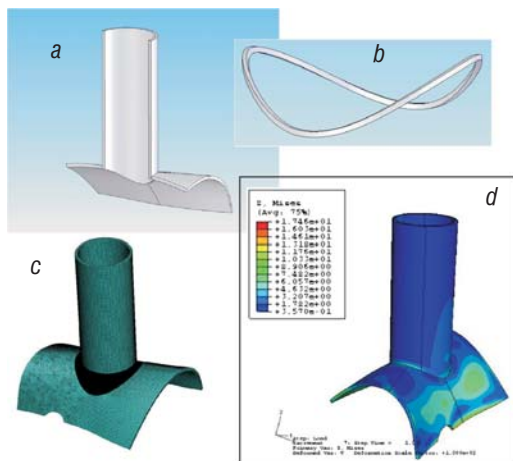


W7-X stelatorius (Vokietija)



Konsultacijos Makso Planko institute (Vokietija)

gade/Plus parengti atitinkami suvirinimo siūlių baigtinių elementų modeliai bei atlikti patikrinamieji skaičiavimai.



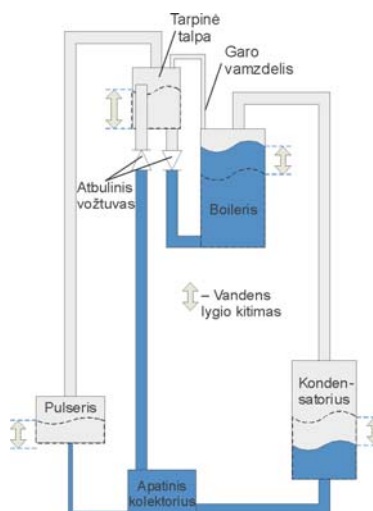
Plazmos indo angos AEU30 suvirinimo siūlės modelis ir skaičiavimo rezultatai: a, b – geometrinis modelis, c – baigtinių elementų modelis, d – skaičiavimo rezultatai

Praėjusiais metais kartu su kitomis EURATOM asociacijomis IPP (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Vokietija), CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medio-ambientales y Tecnológicas, Ispanija), KIT (Karlsruhe Institute of Technology, Vokietija) ir CEA (Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique, Prancūzija) pateikta paraiška dalyvauti EFDA (European Fusion Development Agreement – Europos termobranduolinės energijos vystymo sutarties organizacija) organizuojamoje mokymų programoje. Numatoma įsitraukti į tyrimų erdvę, susijusią su didelių komponentų projektavimu (angl. Engineering of Large Components), LEI prisidėtų prie ITER vakuuminio indo projektavimo, atliekant struktūrinę analizę. Ši programa patogi tuo, kad joje yra numatyti jaunų mokslininkų mokymai ir jų įtraukimas į termobranduolinės sintezės tematiką.

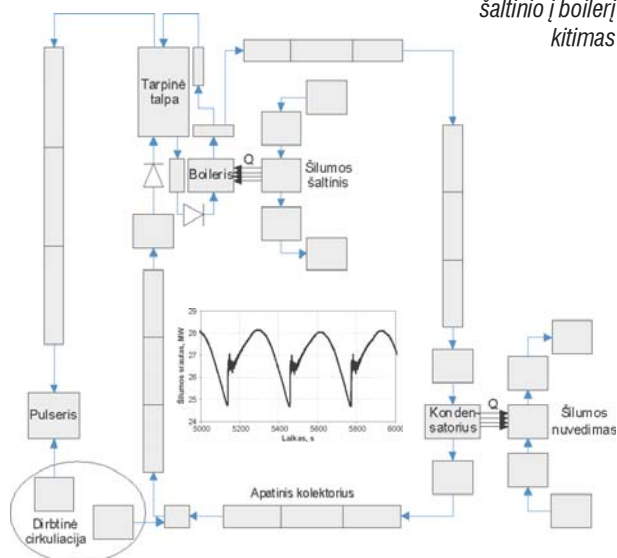
Kondensacijos plūpsnio tyrimai

2009 m. pradėtas LR biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas **Besikondensuojančio dvifazio tekėjimo**

eksperimentinis ir skaitinis tyrimas. Pagrindinis darbo tikslas – ištirti besikondensuojantį stratifikuotą vienakryptį dvifazį tekėjimą uždareme horizontaliame kanale ir nustatyti jo metu vykstančių reiškinių sąveikas. Tuo pat metu siekta sukurti skaitinį šiluminės-hidraulinės sistemos, cirkuliacijai



Šiluminės hidraulinės sistemos kontūro schema, jos RELAP5 modelis ir juo apskaičiuotas šilumos srauto iš šaltinio į boilerį kitimas



naudojančios kondensacijos pliūpsnius, modelį ir parengti rekomendacijas tokios sistemos konstrukcijai. Toks modelis buvo sukurtas ir modeliavimo rezultatai parodė, kad sistema gali veikti cirkuliacijai naudodama kondensacijos pliūpsnius. Tęsiant dvifazio tekėjimo eksperimentinius ir skaitinius tyrimus ištirta termodinaminio FLUENT 3D dvifazio tekėjimo modelio (naudojamo tarpfazinei trinčiai apskaičiuoti) patobulinimo galimybė.

Geriausio įverčio metodologijos taikymas

2009 m. baigtas trejų metų trukmės LR biudžeto subsidijomis finansuotas mokslinis darbas **Geriausio įverčio metodologijos taikymas modeliuojant procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose**. Šiame darbe taip pat dalyvavo Hidrologijos ir Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijų mokslininkai. Darbo tikslas – neapibrėžtumų analizės metodologijos taikymas techninių ir socialinių mokslų srityje bei atliekant hidrologinių procesų modeliavimą.

Atliekant skaitinius tyrimus techninėse sistemose, naudojantis Kurčiatovo instituto mokslininkų skaičiavimo rezultatais, patikrintas sukurtas RBMK-1500 SIEL'o skaitinis modelis bei patobulintas FEMAXI-6 programų paketas. Taikant geriausio įverčio metodologiją bei naudojantis jautrumo ir neapibrėžtumų analizės metodais parodyta, kad patobulintu FEMAXI-6 programų paketu gaunamas gerokai geresnis skaičiavimo rezultatų sutapimas su Kurčiatovo instituto specialistų atliktais skaičiavimais.

Geriausio įverčio metodologijos taikymo socialinėse sistemose (energetikos ekonomikos uždaviniams) rezultatai išsamiai pateikti Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos skiltyje.

Sprendžiant gamtinių sistemų uždavinius, sukurtas Nemuno hidrologinis modelis, kurio dėka galima modeliuoti Kauno HE prietaką įvairiomis gamtinėmis sąlygomis ir pagal numatomus klimato kaitos scenarijus. Taikant GLUE metodą, atlikta Merkio upės (priklausančios Nemuno baseinui) hidrologinio

modelio kalibravimo parametru analizė. Ši neapibrėžtumų analizė leido sumažinti modelio parametru įtaką atliktai nuotėkio prognozei. Taikant sukurtą ir sukalibruotą modelį, pagal geriausio įverčio metodologiją, atliktas Merkio upės nuotėkio modeliavimas pagal pasirinktus globalinius klimato modelius ir emisijų scenarijus.

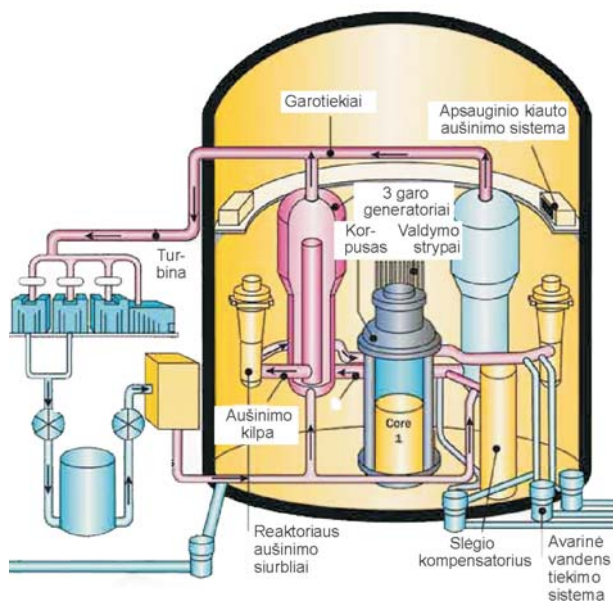
Darbo ataskaitos priede pateikta: medžiaga apie neapibrėžtumų kilmę bei pagrindinius neapibrėžtumų įvertinimo būdus; aptarti avariniai ir pereinamieji procesai, vykstantys lengvojo vandens korpusiniuose ir kanaliniuose reaktoriuose; paruoštas suslėgto vandens reaktoriaus (PWR) aktyviosios zonos ir reaktoriaus aušinimo kontūro modelis termohidraulinių procesų analizei; pateiktas projektinės PWR reaktoriaus avarijos analizės, taikant geriausio įverčio metodologiją, pavyzdys.

Energijos tiekimo saugumo vertinimas

2009 m. pradėtas naujas LR biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas **Lietuvos energetinio saugumo tyrimas**. Pagrindinis darbo tikslas – taikant anksčiau laboratorijos darbuotojų parengtą energetinio saugumo vertinimo metodiką, įvertinti Lietuvos energetinį saugumą įvairiais laikotarpiais iki 2025 m. bei atlikti Lietuvos energetinio saugumo palyginimą su kai kurių ES šalių saugumu. 2009 m. sudaryta Lietuvos energetinio saugumo indikatorių sistema, suskaičiuotos indikatorių reikšmės, parinkti indikatorių, jų pablokų ir blokų svoriai.

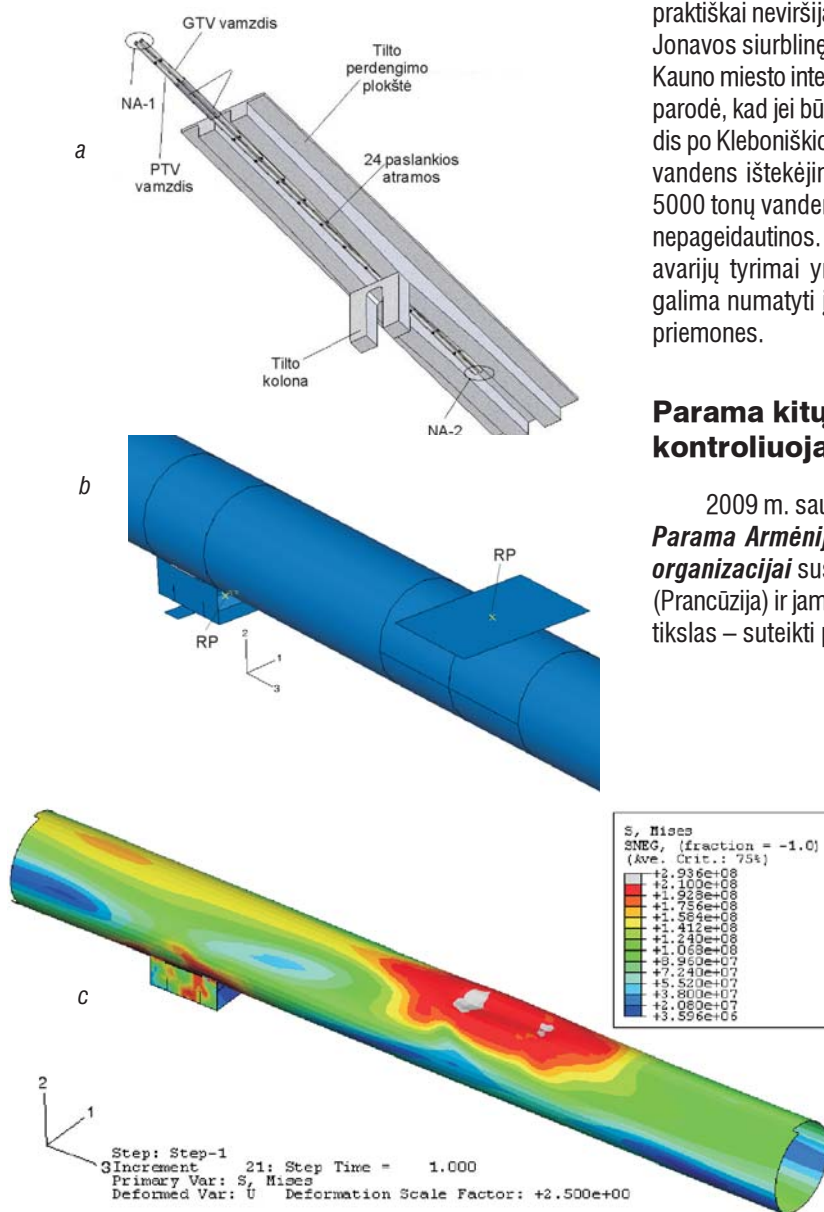
2009 m. buvo tęsiamas 7BP projektas **Energijos tiekimo saugumas atsižvelgiant į neapibrėžtumus, rizikas ir ekonominius poveikius** (Security of Energy Considering Its Uncertainty, Risk and Economic Implications, *SECURE*), kuriame dalyvauja 15 partnerių iš 11 Europos Sąjungos ir Europos ekonominės zonos šalių. Projekto 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. 2009 m. sukurta branduolinės energetikos sektoriaus energetinio saugumo vertinimo metodologija, sudaryti branduolinės energetikos vystymosi scenarijai. Ateityje bus įvertinta geopolitinė, ES ir nacionalinė politinė, techninė ir ekonominė įtaka branduolinės energijos tiekimo saugumui. Papildomai bus sukurta bei testuota priemonė, kuria siekiama įvertinti visą įmanomą įtaką branduolinės energijos tiekimo saugumui, atsižvelgiant į technines problemas, bet kurio pobūdžio trikdžius ir ekonominius bei politinius neapibrėžtumus. Taip pat bus atlikta jautrumo ir neapibrėžtumų analizė modeliams kurti ir modeliavimams testuoti. Projektas, kurio koordinatorių – Observatoire Méditerranéen de l'Energie (Prancūzija), labai svarbus ES energetinio saugumo atžvilgiu.

2009 m. su AB Kauno energija atlikti darbai pagal sutartį **Šilumos tiekimo tinklo vamzdyno per Kleboniškio tiltą stiprinimo analizė**. Šiame projekte išanalizuota Kauno miesto šilumos tiekimo tinklo vamzdyno Kleboniškio tiltu techninė būklė po įvykusios avarijos, sudarytas šio vamzdyno baigtinių elementų modelis ir atlikta stiprinimo analizė, taikant kompiuterines programas PepS v2.0 (konservatyvi vamzdyno stiprinimo analizė) ir BRIGADE/Plus (išsami vamzdyno



Tipinis suslėgto vandens korpusinis reaktorius (PWR)

stipruminė analizė). PepS programa – tai sudėtinė programa, susidedanti iš PIPESTRESS ir EditPipe modulių ir skirta vamzdinams, naudojamiems cheminėje pramonėje, atominėje, šiluminėje elektrinėse ir kituose objektuose, analizuoti. PepS programa gerai analizuoja vamzdinių konfigūracijų pasikeitimus ir susidarantį įtempį, veikiant išorinėms bei vidinėms apkrovoms, tačiau negali įvertinti vamzdžio skerspjūvio geometrijos pasikeitimo dėl apkrovų poveikio, bei atramų geometrijos įtakos vamzdžiui. Todėl buvo taikoma ir baigtinių elementų BRIGADE/Plus programa, skirta tiesiniams ir netiesiniams uždaviniams spręsti veikiant statinėms ir dinaminėms apkrovoms. Šia programa galima atlikti įvairių geometrinių formų konstrukcijų stipruminę analizę. Darbe atlikta šilumos tiekimo tinklų per Klebonišio tiltą stiprumo analizė, įvertinus avarijos faktines ir menamas pasekmes.



Šilumos tiekimo tinklo vamzdinio per Klebonišio tiltą tyrimai:
a – šilumos tiekimo tinklų atkarpos (vaizdas iš apačios) nuo nejudamos atramos NA-1 iki nejudamos atramos NA-2 su tilto segmentu principinis modelis; b – baigtinių elementų modelis tilto ir vamzdžio kontakto vietoje; c – Von Mises'o įtempimų pasiskirstymas tilto ir vamzdžio kontakto vietoje (tyrimo rezultatai)

Įvertinus šilumos tiekimo tinklų Klebonišio tiltu vamzdžio stiprumo analizės rezultatus, tilto perdengimo plokštei pasislinkus vertikalia kryptimi žemyn, taip pat įvertinus suvirinimo siūlių radiografinės kontrolės rezultatus, rekomenduota pakeisti vamzdinių, esančių po pažeistu tiltu, dalį.

AB Kauno energija užsakymu 2009 m. atlikta **Pereinamųjų ir avarinių procesų Kauno m. integruotame šilumos tinkle termohidraulinė analizė**. Šiame darbe pateikta slėgio kitimo Kauno miesto integruotame šilumos tinkle, staiga sustojus Jonavos siurblinės vandens perpumpavimo siurbliams, analizė, kuri parodė, kad dėl Jonavos siurblinės siurblių staiga išsijungimo sumažėja tiekimo ir grįžimo magistralių slėgių skirtumas – tai pablogins šilumos tiekimo sąlygas vartotojams, esantiems kitapus Jonavos g. siurblinės. Po staiga vandens perpumpavimo siurblių sustojimo, slėgiai tiekimo ir grįžimo magistralėse kurį laiką kinta, tačiau šie svyravimai praktiškai neviršija slėgio kitimo ribų, buvusių prieš paleidžiant Jonavos siurblinę. Tai negali sukelti papildomų gedimų kitose Kauno miesto integruoto šilumos tinklo vietose. Taip pat analizė parodė, kad jei būtų trūkęs vandens tiekimo magistralės vamzdis po Klebonišio tiltu ir jei nebūtų imtasi priemonių sustabdyti vandens ištekimą, per 4,5 val. pro trūkį būtų išleista apie 5000 tonų vandens. Tad tokios avarijos pasekmės būtų labai nepageidautinos. Tai patvirtina, kad laiku atlikti deterministiniai avarijų tyrimai yra labai reikalingi, nes pagal jų rezultatus galima numatyti įvairių galimų avarijų pasekmių likvidavimo priemones.

Parama kitų šalių branduolinę saugą kontroliuojančioms organizacijoms

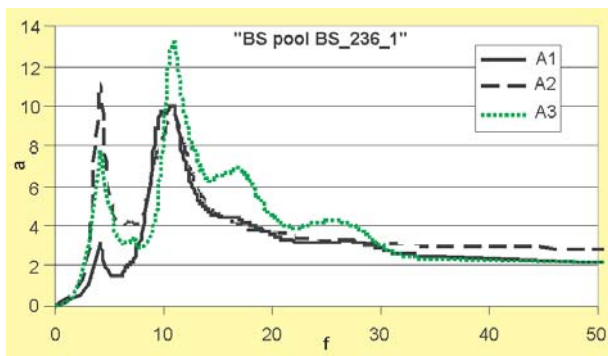
2009 m. sausį įvyko pirmasis EK finansuojamo projekto **Parama Armėnijos branduolinę saugą kontroliuojančiai organizacijai** susitikimas. Šį projektą koordinuoja Riskaudit (Prancūzija) ir jame dalyvauja 8 ES šalių organizacijos. Projekto tikslas – suteikti paramą Armėnijos branduolinę saugą kontroliuojančiai organizacijai ANRA, siekiant užtikrinti branduolinę ir radiacinę saugą šalyje. Vykdamas šį projektą bus siekiama remti ir stiprinti nacionalinę Armėnijos branduolinės saugos kontrolės sistemą, Branduolinės saugos konvencijos principais skatinti efektyvią saugos kultūrą, plačiau šalyje diegti Europos šalyse taikomą kontrolės metodologiją ir praktiką. Laboratorijos darbuotojai sprendžia vieną šio projekto uždavinių – sukurti ANRA darbuotojų mokymų sistemą. 2009 m. LEI įvyko šios darbo grupės susitikimas, kurio metu apibūdinta dabartinė ANRA darbuotojų mokymų sistema, pristatytos Suomijoje, Belgijoje ir Lietuvoje taikomos darbuotojų mokymo metodikos ir aptartos TATENA rekomendacijos darbuotojams mokytis. Projektas bus baigtas 2010 m.

Ignalinos AE saugos vertinimas ir jos gerinimas

2009 m. buvo tęsiamas bendradarbiavimas su Ignalinos AE. Vykdomas projektas **Panaudotų šilumą išskiriančių rinklių (PŠIR) šilumą išskiriančių elementų (ŠIEL) apvalkalų hermetiškumo kontrolės sistema 1-ojo energijos bloko „karštojoje“ kameroje** įdiegta kuro sandarumo kontrolės sistema Ignalinos AE 1-ajame energijos bloke.

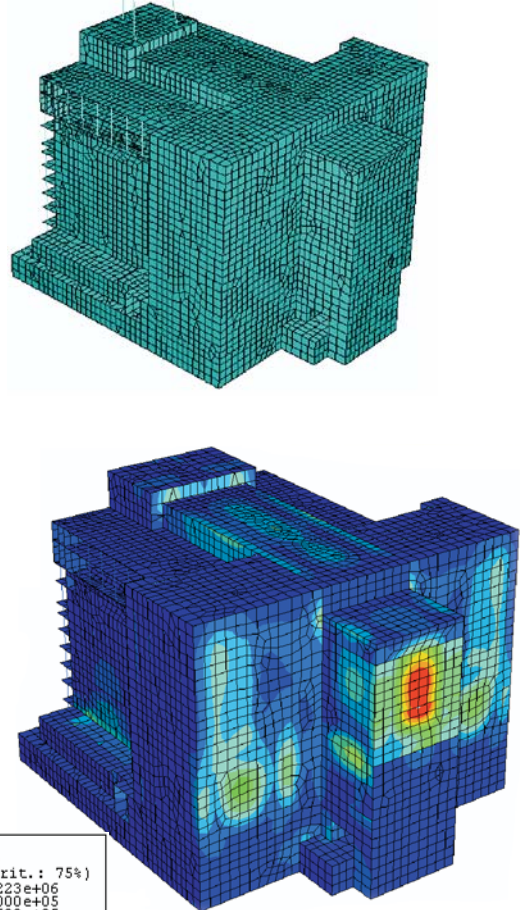
Ignalinos AE panaudoto branduolinio kuro rinklės iš reaktoriaus pakraunamos į kuro išlaikymo baseinus, kuriuose jos laikomos ne mažiau kaip 12 mėnesių. Po to kuro rinklės nukreipiamos į „karštąją“ kamerą, kurioje dalijamos į dvi dalis (du šilumą išskiriančių elementų (ŠIEL) pluoštus) ir pakraunamos į transportavimo dėklus, į kuriuos galima pakrauti tik sandarius ŠIEL pluoštus. Todėl būtina kontroliuoti branduolinio kuro rinklių sandarumą viso proceso „karštojoje“ kameroje metu. 2009 m. įgyvendinto projekto metu branduolinio kuro apvalkalų sandarumo kontrolės sistema įdiegta Ignalinos AE 1-ajame energijos bloke. Sistema galima aptikti kuro rinkles su nesandariais šilumą išskiriančių elementų apvalkalais Ignalinos AE 1-ojo energijos bloko „karštojoje“ kameroje tiek iškraunant kuro rinkles iš dėklo, tiek rinklių dalijimo į du ŠIEL'o pluoštus metu. Įdiegta sistema padeda užtikrinti radiacinę saugą tiek branduolinį kurą saugant kuro išlaikymo baseinuose, tiek jį pakraunant ir saugant apsauginiuose konteineriuose „sausose“ panaudoto branduolinio kuro saugykloje.

2009 m. baigtas vykdyti projektas **IAE A2 bloko 101/2 pastatų reakcijos seisminiam poveikiui analizės darbų atlikimas**. Šiame projekte subrangovais dalyvavo Geologijos ir geografijos institutas ir Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Pagal seisminių įvykių ir seismotektoninių sąlygų Ignalinos AE regione analizės rezultatus įvertintas seisminis pavojingumas. Paruošti grunto, esančio po elektrine, sąveikos su pastatu ir pastato modeliai. Taikant tikimybinę grunto analizės metodiką, paskaičiuotas horizontalaus grunto po Ignalinos AE pagreitis didžiausios apkrovos metu. Tai prilygsta maksimaliai galimam penkių balų žemės drebėjimui. Naudojant paskaičiuotus grunto atsako spektrus Ignalinos AE aikštelėje ir įvertinus grunto sąveiką su pastatu, paskaičiuoti Ignalinos AE bloko A2 pastato 101/2 grindų atsako spektrai. Gauti kuro išlaikymo baseinų grindų atsako spektrai.

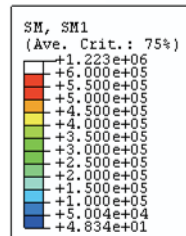


Kuro išlaikymo baseino grindų (20,00 m lygyje) atsako spektrai, esant 5 balų žemės drebėjimui

IAE reaktoriaus pastato baigtinių elementų modelis



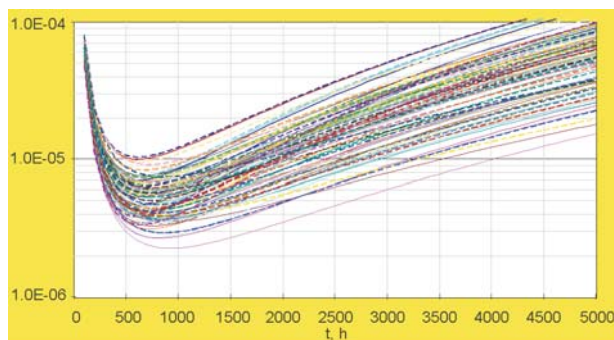
Lenkimo momentų pasiskirstymas bloko A2 pastato 101/2 sienose, veikiant seisminėms apkrovoms



Ignalinos AE bloko A2 pastato 101/2 stiprumo analizė atlikta ne tik patalpoms, kurios yra svarbios eksploatacijos metu, bet ir patalpoms, kurių sauga turi būti užtikrinama ir sustabdytame reaktoriuje. Rezultatai patvirtino, kad nagrinėtų bloko A2 pastato 101/2 patalpų struktūrinis vientisumas nebus pažeistas, t. y. pastatas atlaikys galimo žemės drebėjimo atveju susidarancias apkrovas.

2009 m. viduryje baigtas keletą metų vykdytas projektas **Išorinių įvykių ir įvykių sustabdytame reaktoriuje tikimybinių saugos analizė; Saugai svarbių sistemų bandymų intervalų optimizacija**. Pagal sutartį pirmiausia sudaryti tikimybinių analizės modeliai, atliktas statistikos duomenų tyrimas ir įvykių scenarijų analizė. Tuo pačiu metu buvo vykdomi ir kitos sutarties dalies darbai, t. y. tyrimų metodologijos papildymas, analizės modelių sudarymas, statistikos duomenų analizė ir bandymų intervalų tyrimas. Vienu metu vykusių tyrimų metu

atlikti skaičiavimai ir parengtos kelios tarpinės ataskaitos bei pasirengta pagrindiniams 2009 m. darbams. Vykdamat baigiamuosius darbus, susijusius su **Saugai svarbių sistemų bandymų intervalų optimizacija**, papildyta tyrimų metodologija, patikslinti analizės modeliai, atlikta neparengtumo ribų analizė ir bandymų intervalų optimizavimas, taip pat atliktas rezultatų neapibrėžtumo ir jautrumo tyrimas. Rezultatai apibendrinti ataskaitoje. *Išorinių įvykių ir įvykių sustabdytame reaktoriuje tikimybinė saugos analizė* tema tobulinti tikimybiniai analizės modeliai, atnaujinti statistikos duomenys, atliktas avarinių scenarijų tyrimas bei įvykių pasekmių analizė. Rezultatai apibendrinti galutinėje ataskaitoje.



Galimas sistemos neparengtumo kitimas, atsižvelgiant į laiko trukmę tarp testavimų ir pradinių parametrų neapibrėžtumo

Pagal sutartį su Ignalinos AE atliktas darbas **Daviklių išbrokavimas pagal diagnostikos rezultatus 2-ajame energijos bloke 2009 metais**. Kiekviename RBMK-1500 tipo reaktoriaus technologiniame kanale įrengtas šilumnešio srauto matuoklis, nustatantis pratekančio šilumnešio srauto dydį. 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 patikra. Darbe atlikta 2008–2009 m. diagnostinių matavimų rezultatų analizė ir nustatyta, kad norint iki numatytos eksploatacijos nutraukimo datos užtikrinti saugų 2-ojo bloko darbą, reaktoriuje rekomenduojama pakeisti 177 srauto matuoklius. Analizės metu atrinkti labiausiai susidėvėję srauto matuokliai, kuriuos pakeitus gerokai pagerėja visos srauto matavimo sistemos patikimumas.

2009 m. baigti projektai **Pakeitimų, įtraukiamų į IAE simptomiškai orientuotų avarijų instrukciją, pagrindimas** ir **Pakeitimų, įtraukiamų į IAE avarijų klasifikavimo instrukciją, pagrindimas**. Atliekant darbus šiuose ūkiskaitiniuose darbuose buvo pagrįsti pakeitimai, atlikti Ignalinos AE avarijų klasifikavimo ir simptomiškai orientuotų avarijų instrukcijose. Tyrimo sritis apėmė RBMK-1500 Ignalinos AE

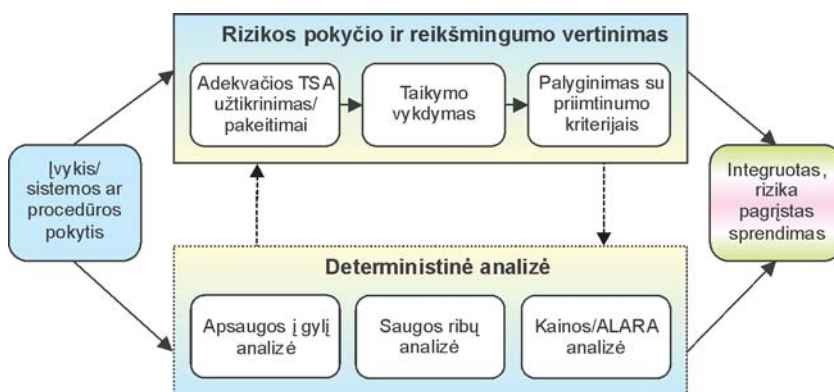
reaktoriaus darbą projektinių ir neprojektinių avarijų atvejais. Jei projektinės avarijos buvo tiriamos dar projektuojant šį reaktorių (LEI tokie tyrimai atliekami apie 20 metų), tai neprojektinės avarijos pradėtos nagrinėti tokio tipo reaktoriuose palyginus neseniai. Tokiai analizei atlikti, taikant termohidraulinės analizės programų paketus RELAP5 ir COCOSYS, buvo sukurti specialūs skaitiniai modeliai neprojektinėms avarijoms analizuoti. Taikant šiuos modelius atlikta neprojektinių avarijų analizė, nustatyti RBMK kanaliniuose reaktoriuose, jų aušinimo kontūre bei šį kontūrą gaubiančiose patalpose vykstantys specifiniai reiškiniai. Atlikti darbai leidžia operatoriui ir Techninės paramos centrui – Ignalinos AE – greičiau ir saugiau suvaldyti avarines situacijas ar sušvelninti jų pasekmes.

Pagal sutartį **Ignalinos AE tikimybinio saugos analizės modelio pritaikymas VATESI veikloje** tarp VATESI ir LEI 2009 m. buvo tęsiami techninėje užduotyje numatyti darbai. Įsigijus numatytą programinę įrangą „RiskSpectrum RiskWatcher™“ (toliau tekste vadinama neįprastų įvykių analizės sistema – NIAS) vykdytas tikimybinio saugos vertinimo ir analizės (TSA) modelio patikrinimas bei reikalingų duomenų tinkamumo įvertinimas. VATESI turimas Ignalinos AE TSA modelis pritaikytas neįprastų įvykių analizei atlikti bei dirbti „RiskSpectrum RiskWatcher“ (RiskWatcher) programine įranga, kuri palengvina darbą TSA modeliu.

RiskWatcher programinė įranga naudojama kaip rizikos monitorius, skirtas stebėti rizikos dinamiką, modeliuoti galimus įvykių scenarijus ir atsižvelgiant į rizikos įverčius planuoti sistemos neparengtumą. Šios įrangos veikimo esmė yra TSA modelis, sudarytas iš aibės gedimų ir įvykių medžių, nusakantių tiriamų įvykių ir jų pasekmių scenarijus. Atsižvelgiant į TSA modelio struktūrą ir naudojamus duomenis bei VATESI turimą informaciją, atliktas tyrimas dėl TSA modelio adaptacijai reikalingų duomenų tinkamumo NIAS sudaryti.

Išnagrinėjus galimybes rizikos analizę susieti su NIAS, kuri realizuota panaudojus RiskWatcher, bei pritaikius atnaujinamąjį TSA ir turimą TSA modelį, atlikti demonstraciniai – bandomieji skaičiavimai. Šiuo tikslu, apžvelgus penkis įvairius neįprastus įvykius ir atrinkus įvykį, kuris gali būti analizuojamas rizikos analizės priemonėmis, atliktas analizei reikiamų duomenų vertinimas ir apžvelgta neįprastų įvykių rizikos analizės eiga. Kartu aprašyta, kaip tiesiogiai taikoma atnaujinama TSA ir panaudojamos RiskWatcher priemonės.

Be to, kaip numatyta techninėje užduotyje, suorganizuoti VATESI personalo mokymai, kurių metu pristatyti TSA teoriniai



Tikimybinės saugos vertinimo ir analizės taikymo procesas

pagrindai, atlikta TSA modelio taikymų apžvalga bei apibūdintos TSA ir NIAS praktinio naudojimo galimybės. Sutarties įgyvendinimo metu buvo teikiamos konsultacijos, kurios, kaip numatyta kalendoriniame plane, kartu su technine parama bus vykdomos ir toliau. Šios temos baigiamieji darbai bus vykdomi 2010 m.

Branduolinių įrenginių saugos laboratorija dalyvavo rengiant **Ignalinos AE antrojo bloko galutinio sustabdymo ir kuro išskrovimo fazės saugos analizės ataskaitą**. Šioje ataskaitoje, įvertinant tai, jog Ignalinos AE antrasis blokas yra negrįžtamai sustabdytas ir kuras iš jo bus iškraunamas į panaudoto kuro saugyklas, laboratorijos mokslininkai atliko tokius darbus:

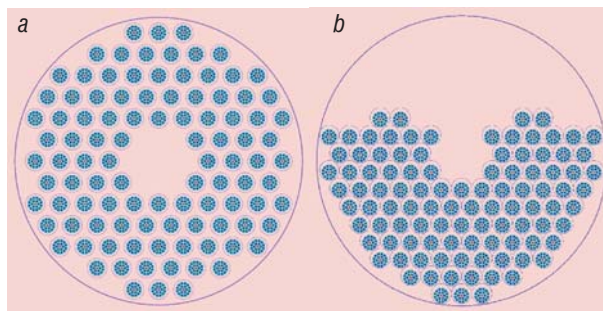
- pradinį įvykių, galinčių sukelti avarijas, parinkimas;
- avarijų analizė, apimanti avarijas reaktoriuje kol kuras dar neiškrautas iš aktyviosios zonos ir avarijas panaudoto kuro baseinuose, kai kuro rinklės iš reaktoriaus perkeltos į baseinus;
- branduolinio kuro charakteristikų nustatymas;
- sistemų, struktūrų ir komponentų senėjimo įvertinimas.

Gauti rezultatai palyginti su priimtumo kriterijais ir vadovaujantis pademonstruotu priimtinumu suformuotos darbo išvados.

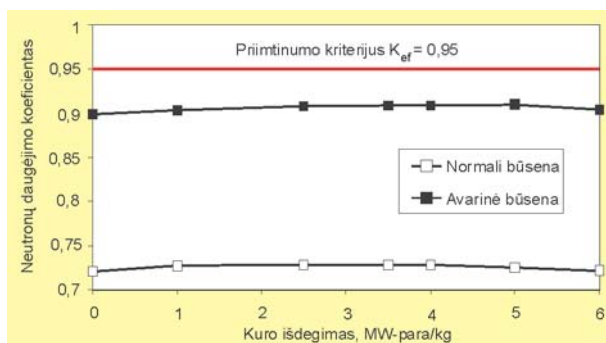
Avarijų analizė negrįžtamai sustabdytame reaktoriuje anksčiau nebuvo atlikta. Šiame darbe, siekiant konservatyviai įvertinti galimų avarijų pasekmes, buvo peržiūrėtos ne tik projektinės, bet ir neprojektinės avarijos, kai daroma keleto saugos sistemų gedimo vienu metu prielaida. Siekiant atlikti visapusišką galimų avarijų analizę, nepraleidžiant nei vieno galimo pradinio įvykio, Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojai išnagrinėjo įvairias galimų avarijų grupes:

- radioaktyviųjų medžiagų galimas išmetimas dėl avarijų už aktyviosios zonos ribų (avarijos panaudoto kuro saugojimo baseinuose – kuro kasečių ar konteinerių kritimas, vandens ištekėjimas iš baseinų, šviežio kuro saugyklų užliejimas vandeniu ir t. t.);
- avarijos, sukeliančios didesnę radioaktyvumą panaudoto kuro baseinuose, dėl vandens praradimo, kuro tvarkymo klaidos, konteinerio su panaudotu kuru patvirtinimo ir t. t.;
- mechaninius kuro pažeidimus sukeliančios avarijos;
- radioaktyviųjų medžiagų išmetimas dėl reaktoriaus erdvės ar grafito klojinio pažeidimo;
- kuro perkaitinimas dėl staigaus reaktyvumo padidėjimo;
- kuro perkaitinimas dėl šilumnešio praradimo ar jo srauto sumažėjimo;
- technologiniai procesai, sukeliantys gedimus dėl bendros priežasties (elektros energijos praradimas, ventiliacijos gedimas, šilumos tiekimo patalpoms gedimas, šilumą nukreipiančių technologinių aušintuvų gedimai ir t. t.);
- vidiniai įvykiai (gaisras, patalpų užliejimas, sprogiimas, sunkių daiktų kritimas transportavimo metu, šilumos tiekimo praradimas, sprogių dujų susidarymas reaktoriaus aušinimo kontūro deaktyvavimo eigoje);
- išoriniai įvykiai (lėktuvo kritimas, išorinis gaisras, žemės drebėjimas, stiprūs vėjai, išorinis užliejimas, staigus atšalimas).

mės drebėjimas, stiprūs vėjai, išorinis užliejimas, staigus atšalimas).



Kuro rinklės 102 vietų transportiniame konteineryje: a – normali būseną; b – avarinė būseną (parvirtus konteineriui)



Neutronų daugėjimo koeficiento priklausomumas nuo kuro išdegimo

Peržvelgus visų galimų avarijų scenarijus, pademonstruotas tinkamas esamų saugos priemonių lygis, nustatyti parametrai, parodantys reaktoriaus ir kuro baseinų būseną, aptarti veiksniai, į kuriuos reikia atkreipti dėmesį kurą perkraunant iš aktyviosios zonos į panaudoto kuro baseinus. Parengtos šios sudėtinės ataskaitos dalys – Reaktoriuje esančio panaudoto kuro charakteristikų įvertinimas, Sistemų, statinių ir įrenginių senėjimo valdymas, Pradinį įvykių parinkimas, Avarijų analizė, Išvadų ir priimtumo demonstracija.

Ignalinos AE įrangos deaktyvacijos ir išmontavimo projektai

Laboratorijos mokslininkai kartu su partneriais dalyvauja dviejuose iš šiuo metu keturių vykdomų Ignalinos AE įrangos deaktyvacijos ir išmontavimo projektų (B9 serijos projektai).

2009 m. buvo tęsiamas darbas **Ignalinos AE 117 / 1 pastate esančios įrangos deaktyvacijos ir išmontavimo projekto (B9-0) rengimas**. Tai pirmasis Lietuvoje projektas, skirtas AE įrangai išmontuoti ir deaktyvuoti. Šį projektą vykdo VT Group (Jungtinė Karalystė), Nukem Technologies GmbH (Vokietija) ir LEI konsorciumas. Pagrindinis projekto tikslas – parengti optimalią RBMK-1500 reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos ir kitos Ignalinos AE 117/1 pastate esančios įrangos išmontavimo ir deaktyvacijos strategiją bei visą projektui



Projekto įgyvendinimo metu parengta visa dokumentacija, reikalinga reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos balionų ir kitos Ignalinos AE 117 / 1 pastate esančios įrangos išardymui ir deaktyvacijai

įgyvendinti reikalingą projektinę ir saugos pagrindimo dokumentaciją, taip pat suteikti paramą Užsakovui projekto licencijavimo (t. y. derinant parengtą projekto dokumentaciją su Reguliuojančiomis institucijomis) bei įdiegimo metu. Laboratorijos darbuotojai šiame darbe dalyvauja rengiant Strategiją, Techninį ir Darbo projektus, Saugos pagrindimo ataskaitą bei suteikiant paramą projekto licencijavimo ir įdiegimo metu. 2009 m. baigti bei suderinti su Užsakovu Techninis projektas ir Saugos pagrindimo ataskaita. 2010 m. pradžioje numatyta šiuos dokumentus baigti derinti su Reguliuojančiomis institucijomis. Pagrindinė veikla, vykdant šį IAE projektą 2009 m., buvo nukreipta įrangos išmontavimo ir deaktyvacijos Darbo projekto dokumentacijai rengti. Darbo projekte parengtos visos procedūros bei brėžiniai, kurie bus naudojami atliekant įrangos išmontavimo ir deaktyvacijos darbus. 2009 m. parengta visa reikalinga Darbo projekto dokumentacija, didžioji jos dalis suderinta su Užsakovu. 2010 m., atsižvelgiant į Užsakovo pateiktas pastabas ir pasiūlymus, numatoma baigti rengti likusias nepatvirtintas Darbo projekto procedūras.

2009 m. pradėtas įgyvendinti ir kitas projektas, skirtas Ignalinos AE įrangai išmontuoti ir deaktyvuoti – **Ignalinos AE V1 bloke esančios įrangos deaktyvacijos ir išmontavimo projekto (B9-2) rengimas**. Šį projektą vykdo VT Group (Jungtinė Karalystė), LEI, Nukem Technologies GmbH (Vokietija) ir Ansaldo (Italija) konsorciumas. Pagrindinis projekto tikslas – parengti optimalią Ignalinos AE V1 bloke esančių reaktoriaus dujų kontūro, išmetamų dujų išvalymo sistemos, reaktoriaus remontinio aušinimo bakų sistemos, ventiliacijos sistemų ir reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos įrangos išmontavimo ir deaktyvacijos strategiją bei visą projektui įgyvendinti reikalingą projektinę ir saugos pagrindimo dokumentaciją, taip pat suteikti paramą Užsakovui projekto licencijavimo bei įdiegimo metu. 2009 m. parengta ir pateikta Užsakovui derinti Ignalinos AE V1 bloke esančios įrangos išmontavimo ir deaktyvacijos strategija. Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos darbuotojai 2009 m. dalyvavo rengiant Techninio projekto bei Saugos pagrindimo ataskaitos dokumentaciją, kuri bus pilnai parengta 2010 m.

Laboratorija ruošiasi dalyvauti ir kituose Ignalinos AE įrangos išmontavimo ir deaktyvacijos projektuose, kurie svarbūs ir naujos AE statybos požiūriu, nes jie bus įdiegiami toje pačioje aikštelėje, kurioje numatomi naujos AE bei įvairaus radioaktyvumo lygio saugyklų statybos darbai. Todėl bus būtina išnagrinėti naujos ir uždaromos AE objektų sąveiką ir jos įtaką saugai bei pagrįsti naujos ir uždaromos AE komplekso saugą tiek atliekant naujos AE statybos ir esančios AE išardymo bei radioaktyviųjų atliekų tvarkymo darbus, tiek naujos AE eksploatacijos metu.

Mokslininkų rengimas ir mokslo rezultatų skelbimas

Doktorantūroje 2009 m. studijavo 10 Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos doktorantų.

2009 m. branduolinės fizikos srityje apginta daktaro disertacija **Eksperimentiniai branduolinio dalijimosi tyrimai: nuo dalijimosi produktų susidarymo, jų išsiskyrimo iki vėluojančių neutronų emisijos** (G. Stankūnas). Tyrimų rezultatai pateikti mokslinių tyrimų ataskaitose bei 40 mokslinių straipsnių (iš jų 3 leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto (ISI) sąraše), mokslinėse konferencijose perskaityti 33 pranešimai. Laboratorijos darbuotojai dalyvavo termobranduoline tema 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 vykusiose mokymo programose, TATENA seminaruose, komitetų posėdžiuose ir koordinaciniuose susitikimuose, termobranduolinės sintezės energetikos (FUSION) plėtros komitetų ir kitų organizacijų bei mokslo junginių veikloje.

Dr. Sigitas RIMKEVIČIUS

Branduolinių įrenginių saugos laboratorijos vadovas

Tel. (8 37) 401 924

El. paštas: sigis@mail.lei.lt

Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

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

Baigtaime biudžeto subsidijomis finansuotame mokslo tiriamajame darbe ***Geriausio įvertimo metodologijos taikymas modeliuojant procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose***, vykdytame kartu su Branduolinių įrenginių saugos bei Hidrologijos laboratorijomis, buvo analizuojamos energetikos sektoriaus raidai aktualios problemos. Darbe apibendrinta naujausia energijos poreikių prognozavimo ir elektros energetikos sektoriaus plėtros modeliavimo patirtis:

- nustatyta staigus kainų šuolio 2010 m. ir ekonomikos nuosmukio 2009–2010 m. įtaka elektros energijos poreikių augimui; taikant SUSA programų paketą, atlikta poreikių prognozių jautrumo analizė;
- sukurtas elektros energetikos sistemos perspektyvinės raidos analizei skirtas matematinis modelis, apimantis Estijos, Latvijos, Lietuvos ir Lenkijos elektros energetikos sistemas bei ryšius su Rusijos, Skandinavijos ir UCTE sistemomis;
- identifiкуotas elektros energetikos sistemos išorinių veiksnių neapibrėžtumų lygis ir nustatytos išorinių veiksnių įtakos modeliavimo rezultatams priklausomybės, kurias tikslinga įvertinti koreguojant išsamųjį elektros energetikos sistemos matematinį modelį.

Pradėtas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas ***Lietuvos energetinio saugumo tyrimas***. Parengtoje tarpinėje ataskaitoje laboratorijos darbuotojai svariai prisidėjo rengiant bendrą energetinio saugumo vertinimo metodiką, formuojant jos principus, sudarant matematinius modelius bei modeliuojant Lietuvos energetikos sektoriaus trikdžius.

Pradėtas biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tiriamasis darbas ***Daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodų vystymas ir taikymas energetikos ir aplinkos politikoje***. Šio darbo pirmajame etape išnagrinėti ir susisteminti daugiakriteriniai sprendimų priėmimo paramos metodai bei apibrėžtos jų taikymo galimybės Lietuvos energetikos politikoje. Tarpinėje ataskaitoje taip pat pateikta sprendimų paramos metodų, paremtų daugiakriteriniais vertinimais, ir jų taikymo energetikos sektoriuje galimybių analizė. Darbe išanalizuoti energetikos ir aplinkos politikos prioritetai bei pateiktas

konceptualus sprendimų priėmimo paramos energetikos sektoriuje modelis, paremtas energijos gamybos technologijų, energetikos sektoriaus plėtros scenarijų, energetikos ir aplinkos politikos priemonių reitingavimu prioritetiniais darnaus energetikos vystymosi tikslais.

Mokslo tiriamieji darbai šalies ūkiui

Sėkmingai pradėta bendradarbiauti su naujai įkurta ***LR energetikos ministerija***. Laboratorija, kartu su Regionų energetikos plėtros laboratorija, laimėjo konkursą ir įvykdė taikomojo darbo ***Šalies savivaldybėse esamų atsinaujinančių energijos išteklių (biokuro, hidroenergijos, saulės energijos, geoterminės energijos) ir komunalinių atliekų panaudojimas energijai gaminti*** pirmąjį etapą. Šiame darbe laboratorijos darbuotojai parengė koncepciją atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo plėtrai pagrįsti. Atsinaujinančių energijos išteklių platesnis naudojimas iš esmės turi būti grindžiamas visų galimų šalies energijos šrautų nuoseklia analize, pradedant realiais galimais ištekliais ir baigiant atskirų energijos rūšių, gautų iš šių išteklių, panaudojimu visuomenės poreikiams tenkinti. Be to, turi būti kompleksiskai analizuojami visi vietiniai ir importuojami (ar galimi importuoti) energetinėms ir neenergetinėms reikmėms naudojami neatsinaujinantys energijos ištekliai bei jų poveikis aplinkai. Kuro ir energijos išteklių visuma turi patenkinti vartotojų poreikius mažiausiomis išlaidomis, atsižvelgiant į Lietuvos įsipareigojimus Europos Sąjungai bei nustatytus strateginius tikslus. Atskirų atsinaujinančių energijos išteklių, įskaitant ir jiems priskiriamą komunalinių atliekų dalį, panaudojimo apimtys ir ekonominis tikslingumas yra glaudžiai susiję su kitų alternatyvių atsinaujinančių ir neatsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo galimybėmis bei technologijų efektyvumu. Tik išsamiai ir įvairiapusiškai analizuojant visus galimus energijos išteklius, pradedant jų gavyba ar importu, gamtinių išteklių perdirstimu ir transformavimu į vartotojui tinkamas energijos rūšis, baigiant jų transportavimu iki vartotojų ir panaudojimu jų įrenginiuose, galima nustatyti efektyvias technologijas, kiekvienos energijos išteklių rūšies panaudojimo Lietuvoje ir atskirose savivaldybėse apimtį, pagrįstas ekonominiu, aplinkosaugos, socialiai politiniu ir kitais aspektais. Šiam uždaviniui išspręsti

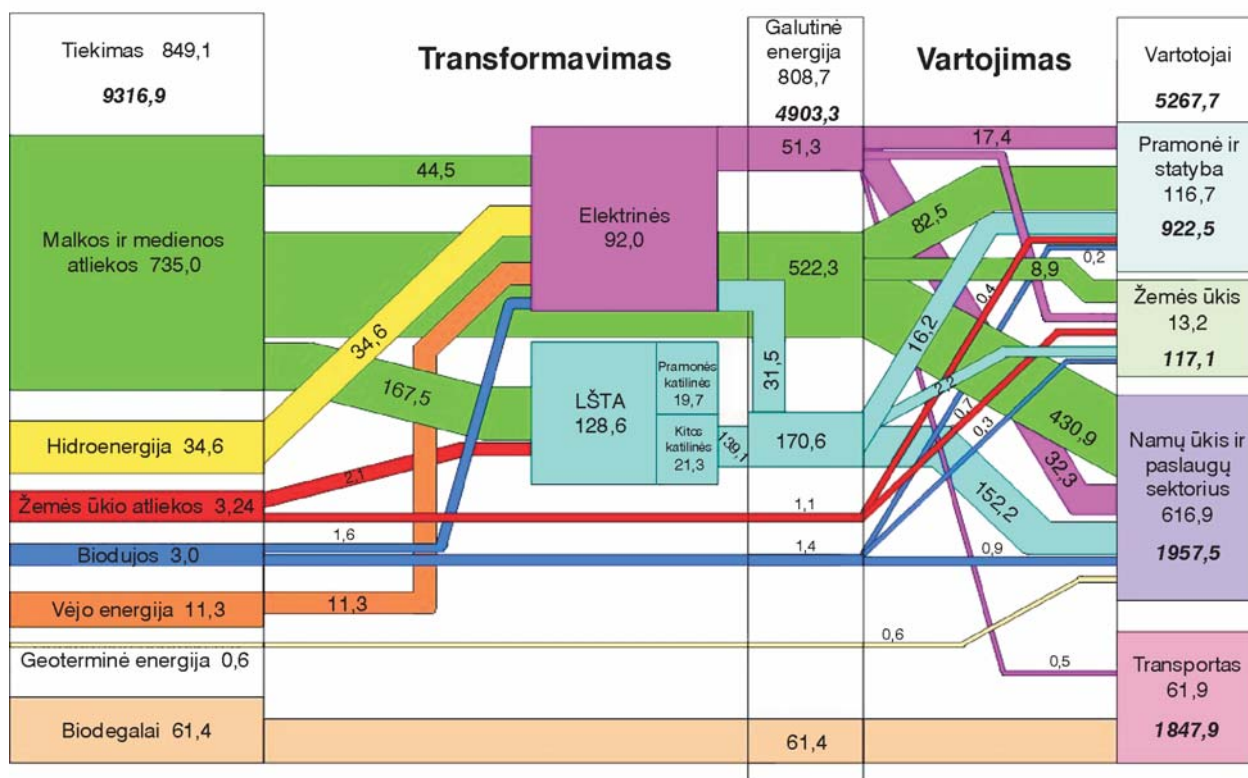
sukurtas optimizacinis modelis, kuris realizuotas sudarant orientuotą tinklinį grafą ir taikant MESSAGE programinio paketo matematinę įrangą. Šio grafo šakos atstovauja galimas atsinaujinančių energijos išteklių išgavimo, transformavimo, transportavimo, paskirstymo, elektros energijos ir šilumos gamybos technologijas, o jo mazgai – atskirus atsinaujinančius energijos išteklius ar iš jų pagamintas energijos rūšis. Šiame etape taip pat sukaupta nemažai tokių išsamių analizei būtinos informacijos. Laboratorijos darbuotojai surinko ir apibendrino duomenis apie žemės fondą, žemės ūkio augalų auginimo ir derliaus nuėmimo kaštus, biodegalų ir biodegalų gamybos technologijas bei jų techninius ekonominius rodiklius, energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių technologijas centralizuoto šilumos tiekimo sistemose ir decentralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje, energijos vartojimo Lietuvoje tendencijas, parengė galutinės energijos poreikių prognozę ir galutinės energijos sąnaudų ūkio šakose pasiskirstymą pagal savivaldybes 2008 m., taip pat atliko Lietuvoje ir ES šalyse taikomų atsinaujinančių energijos išteklių skatinimo priemonių apžvalgą.

Labai reikšminga užduotis laboratorijos darbuotojams teko pagrindžiant planuojamos statyti naujos atominės elektrinės blokų galią. LEO LT užsakymu bendradarbiaujant su Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorijos bei Kauno technologijos universiteto specialistais atliktas mokslo tyrimas **Didžiausios vienatinės galios Lietuvos elektros energetikos sistemoje galimybių tyrimas**. Šiame darbe pateikta bendrojo vidaus produkto pokyčių ir elektros energijos vartojimo tendencijų tarpusavio ryšių Baltijos šalyse ir Lenkijoje analizė, parengtos galutinės elektros energijos, įskaitant energetikos sektoriaus reikmes, ir maksimalių apkrovų Baltijos šalyse prognozės. Siekiant užtikrinti optimalų naujos

atominės elektrinės ir visos Baltijos šalių elektros energetikos sistemos darbą, jos raida buvo optimizuojama mažiausių bendros trijų šalių sistemos raidos ir eksploatavimo kaštų kriterijaus atžvilgiu, sprendimo ieškant galimų raidos alternatyvų srityje. Analizė buvo vykdoma taikant MESSAGE programinės įrangos pagrindu parengtą matematinį modelį, kuriame išsaugoti visi jo privalumai, o papildomai jį modifikavus pavyko matematiškai korektiškai aprašyti ir išspręsti rezervinių galių išdėstymo atskirose elektrinėse problemą. Darbe pateikta optimali perspektyvinė Estijos, Latvijos ir Lietuvos elektros energetikos sistemos generuojančių galių struktūra, jos darbo režimai, rezervinės (pirminė, antrinė, tretinė) galios, elektros energijos importo–eksporto apimtys iki 2045 m., įvertinant būsimus ryšius su UCTE, Nordel ir esamus ryšius su IPS/UPS elektros energetikos sistemomis. Vadovaujantis įvairių Baltijos šalių elektros energetikos tolesnės raidos scenarijų (nagrinėta daugiau kaip 90 variantų) analize, pateikta išsami apsirūpinimo rezervinėmis galiomis ir jų išdėstymo sistemoje strategija. Studijoje taip pat rekomenduoti Baltijos šalių elektros energetikos sistemų tarpusavio bendradarbiavimo principai, įvertinant galimus ryšius su UCTE, IPS/UPS, Nordel sistemomis, kurie pagelbėtų užtikrinant reikiamą atsargą, patikimą ir stabilų elektros energetikos sistemos darbą.

Pagal sutartį su UAB *Danet Baltic*, baigtas mokslo tyrimo darbo **Suskystintų gamtinių dujų (SGD) importo galimybių studijos parengimas** pirmasis etapas. Šiame darbe JAV kompanijos *Science Applications International Corporation*, rengiančios minėtą studiją, užsakymu laboratorijos specialistai atliko išsamią gamtinių dujų vartojimo Baltijos šalyse ir Kaliningrado srityje analizę ir parengė gamtinių dujų poreikių scenarijus, įvertinančius reikšmingus veiksniai, tokius kaip ekonomikos nuosmukio 2009–2010 m. ir tolesnio jos augimo

Atsinaujinančių energijos išteklių srautai 2008 m., tūkst. tne



prognozės, atominės elektrinės uždarymas, pramonės augimas, gyventojų skaičiaus pokyčiai, didėjantis energijos vartojimo efektyvumas, gamtinių dujų vartojimo neenergetinėms reikmėms apimtys, numatomas biokuro platesnis vartojimas elektrinėse ir katilinėse, Lietuvos elektros energetikos sistemos sujungimas su Švedijos ir Lenkijos sistemomis, požeminės gamtinių dujų saugyklos statyba ir kt. Šios studijos rengėjams pateikta informacija apie potencialias suskystintų gamtinių dujų terminalo statybos vietas, gamtinių dujų tiekimo sistemos plėtros kryptis, galimus suskystintų gamtinių dujų importo kiekius ir kitus veiksnius, kurie gali būti reikšmingi priimančiosios strateginius sprendimus.

Dalyvavimas tarptautinėse programose

Laboratorijos darbuotojų kvalifikacijai tobulinti įvairiausiškai reikšminga yra patirtis, sukaupta rengiant ES bendrųjų programų projektus. 2009 m. buvo tęsiamas svarbus ES 7BP projektas **Tikimybinis naujų energetikos technologijų scenarijų įvertinimas (PLANETS)**. Šiame projekto rengimo etape sukurta energijos technologijų darnumo vertinimo metodika, kuri pritaikyta elektros energijos gamybos technologijų bei transporto technologijų darnumui vertinti.

Aktualūs Lietuvai energetikos sektoriaus plėtros klausimai, tarp jų ir atsinaujinančių energijos išteklių platesnio naudojimo aspektai, nagrinėjami tarptautiniuose programose *Pažangi energetika Europai* projektuose. 2009 m. baigti trys projektai **Europos elektros gamybos šaltinių identifikavimo sistema (E – TRACK-II)**, **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+)**, toliau tęsiami projektai **Politikos, skirtos tobulinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo šildymui skvarbą ES šalyse narėse, parengimas (RES-H Policy) ir Veiksmingos ir efektyvios atsinaujinančių energijos išteklių rinkos Europoje formavimas (RE-SHAPING)**.

Baigtas Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) koordinuojamas projektas **Šiltnamio dujų mažinimo strategijos ir energetikos plėtros scenarijai** (projekte išnagrinėti galimi po Kioto tarptautiniai klimato kaitos režimai bei nustatyti šiltnamio dujų emisijų mažinimo reikalavimai 2020 m. ir 2050 m. Lietuvai pagal įvairius tarptautinius klimato švelninimo režimus. Projekto rezultatai pristatyti Buenos Aires vykusioje tarptautinėje konferencijoje. Buvo tęsiamas TATENA koordinuojamas projektas **Ekonominis-techninis CO₂ ir branduolinių atliekų saugojimo įrenginių palyginimas** (2009 m. analizuotos anglies dvideginio saugojimo ir branduolinio kuro laidojimo galimybės Lietuvoje bei atliktas ekonominis techninis galimų saugojimo įrenginių įvertinimas ir parengtos išankstinės rekomendacijos).

Laboratorijoje sukaupta patirtis plačiai panaudota tarptautiniu mastu, rengiant:

- specialistus energetikos sektoriaus raidai modeliuoti (dr. A. Galinis dalyvavo Zagrebe TATENA organizuotose mokomuosiuose kursuose, kaip šios agentūros deleguotas ekspertas ir buvo atsakingas už MESSAGE

modelio panaudojimą perspektyvinio energetikos planavimo uždaviniams spręsti);

- specialistus Ganos energetikos sektoriaus raidai modeliuoti (dr. D. Tarvydas dalyvavo Vienoje TATENA koordinuojamame Ganos energetikos sektoriaus vystymo strategijos projekte ir buvo atsakingas už MESSAGE modelio panaudojimą konkreitiems objektams modeliuoti);
- rengiant Naujosios Zelandijos, Švedijos, Rumunijos ir ES-27 šalių šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų inventorizacijų centralizuotą vertinimą (dr. I. Konstantinavičiūtė);
- rengiant Baltarusijos, Ukrainos ir Rusijos šalių šiltnamio reiškinį sukeliančių dujų nacionalinių pranešimų ekspertizę (dr. A. Mikalauskienė).



D. Tarvydas ir
A. Mikalauskienė instituto
bibliotekoje

2009 m. buvo reikšmingi tobulinant laboratorijos darbuotojų kvalifikaciją – Ekonomikos mokslo krypties taryboje apgintos dvi socialinių mokslų daktaro disertacijos: A. Mikalauskienė apgynė disertaciją **Rinką imituojančių klimato kaitos švelninimo priemonių Lietuvos energetikoje vertinimas**, o D. Tarvydas – **Energetinio saugumo didinimo priemonių ekonominis vertinimas**. Doktorantai V. Bobinaite ir V. Lekavičius stažavosi Argonos nacionalinėje laboratorijoje (JAV), TATENA mokomuosiuose kursuose.

2009 m. rugsėjo 22 d. Lietuvos energetikos institute laboratorija surengė seminarą **Politikos priemonių, skatinančių atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą šilumos (vėsumos) gamybai, formavimas ES šalyse**, kuriame dalyvavo 25 specialistai iš įvairių Lietuvos energetikos įmonių ir organizacijų. Tai *Pažangi energetika Europai* programos projekto **Politikos, skirtos tobulinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo šildymui skvarbą ES šalyse narėse, parengimas (RES-H Policy)** seminaras.

2009 m. dalyvauta tarptautinėse konferencijose Argentinoje, Austrijoje, Brazilijoje, Čekijoje, Italijoje, Lenkijoje, Vokietijoje ir kitose šalyse, kuriose perskaityta 17 pranešimų. Laboratorijos darbuotojai paskelbė 20 mokslinių straipsnių Lietuvos ir užsienio žurnaluose, tarptautinių konferencijų medžiagoje ir kt. leidiniuose (iš jų 3 straipsniai leidiniuose, įrašytuose Mokslinės informacijos instituto sąrašė).

Prof. habil. dr. Vaclovas MIŠKINIS

Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos vadovas

Tel. (8 37) 401959

El. paštas: miskinis@mail.lei.lt

Regionų energetikos plėtros laboratorija

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 regionuose;
- pastatų, elektros ūkio ir technologinių procesų termovizinė diagnostika ir pastatų energinio naudingumo sertifikavimas.

Regioninių energetikos problemų tyrimai

2009 m. tęsiamas valstybės biudžeto 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, siejamas su darnaus visos visuomenės vystymosi koncepcijos įgyvendinimu, padėsiančiu pasiekti užsibrėžtus uždavinius – energijos tiekimo saugumą ir patikimumą, 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.

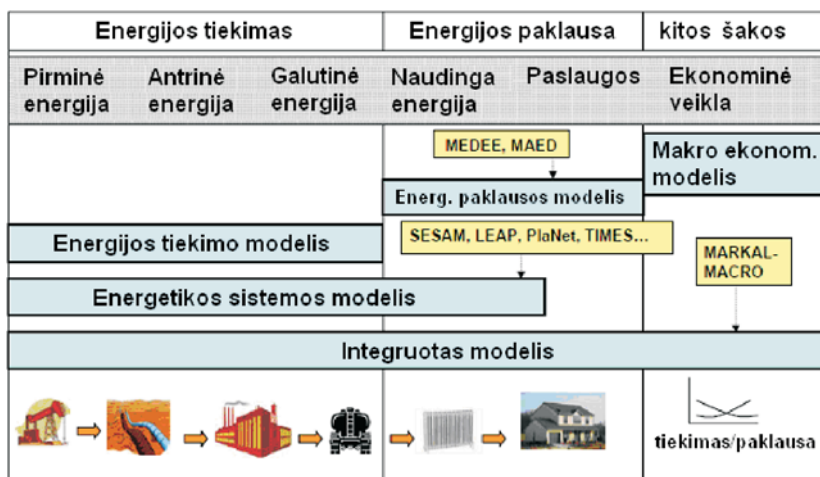
Socialinių požiūriu, Lietuvos regionų (apskričių) vystymosi tendencijos pastaruoju metu buvo negatyvios. Nepaisant tolygiam vystymui skirtų deklaruojamų veiklų, regioniniai skirtumai didėjo. Tik pastarųjų metų duomenys rodo tam tikrą tendencijų pokytį – ekonominiai ir socialiniai skirtumai tarp regionų nustojo augti.

Didėjant ES šalių priklausomybei nuo importuojamų energijos išteklių, energijos tiekimo saugumas ir patikimumas gali būti sustiprintas plėtojant energijos tiekimo infrastruktūrą, integruojant į energijos tiekimo sistemas vietinius, atsinaujinančiuosius, energijos išteklius. Todėl energetikos politika pastaraisiais metais perorientuojama į energijos vartojimo efektyvumo didinimą, atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo skatinimą, poveikio klimato kaitai sumažinimą. Regioninės energetikos plėtrai planuoti šiuo metu keliama nauji uždaviniai. Dėl energijos rinkų demonopolizavimo šis procesas apima vis daugiau vietos kompanijų, siūlančių savo paslaugas energijos tiekimo, efektyvesnio energijos vartojimo, energijos įrenginių aptarnavimo, energijos išteklių srityse, turinčių skirtingus interesus ir tikslus.

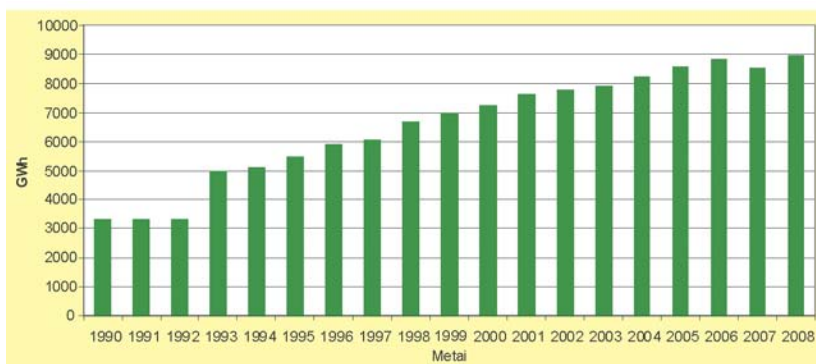
2009 m. kartu su Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorija pagal sutartį su Energetikos ministerija atliktas mokslo tiriamasis darbas ***Šalies savivaldybėse esamų atsinaujinančiųjų energijos išteklių (biokuro, hidroenergijos, saulės energijos, geoterminės energijos) ir komunalinių atliekų panaudojimas energijai gaminti***. Šis darbas turėjo du pagrindinius tikslus. Pirmasis tikslas buvo įvertinti biokuro potencialą šalyje, išanalizuoti biokuro gamybos bei panaudojimo galimybes ir pateikti rekomendacijas dėl tikslingos biokuro naudojimo plėtros. Antrasis tikslas – parengti mokslinės-inžinerinės

praktikos studiją, kurios nuostatomis galėtų būti įgyvendinama darni trumpalaikė bei ilgalaikė Lietuvos regioninė atsinaujinančiųjų energijos išteklių bei komunalinių atliekų panaudojimo plėtra energetikoje – Nacionalinės energetikos strategijos, Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programos, kogeneracijos plėtros plano pagrindais. Formuluoiant darbo tikslą akcentuojamas šalies energetinio saugumo didinimas, atmosferos taršos mažinimas.

Laboratorijos darbuotojai paruošė duomenis apie malkų, medienos kirtimo atliekų potencialą ir gamybos technologijas, medienos granuliu, briketų gamybos technologijas, jų techninius ir ekonominius rodiklius, transportavimo išlaidas.



Energetikos modelių klasifikavimas



Medienos ir kitų atsinaujinančiųjų kietojo kuro rūšių gamyba 1990–2008 metais

das, kuro sąnaudas, žemės ūkio augalų apžvalgą ir panaudojamą energijai išgauti, žemės ūkio, pramonės ir komunalines atliekas bei atliko esamos teisinės bazės savivaldybių energetikos plėtrai įvertinimą.

Tarptautiniai projektai



2009 m. baigtas Europos Komisijos programos *Pažangi energetika Europai* projektas **REDUBAR** (*Teisinių instrumentų sukūrimas ir administracinių kliūčių sumažinimas biudujų naudojimo šildymo, vėdinimo ir elektros gamybos tikslais*). 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 teises priemones biudujas naudojant šildymo, vėdinimo ir elektros gamybos tikslais.

Vykdam projektą apžvelgta ir išanalizuota projekte dalyvavusių šalių biometano įpūtimo į gamtinių dujų tinklus pažangioji praktika ES. Gamtinių dujų standartai taikomi daugelyje ES šalių, o biometano standartai taikomi Vokietijoje, Nyderlanduose, Švedijoje ir pan. Taip pat peržvelgta teisinė bazė, reglamentuojanti trečiosios pusės prisijungimą prie

gamtinių dujų tinklų, transportuojant gamtines ir kitas degias dujas, įskaitant ir biometaną.

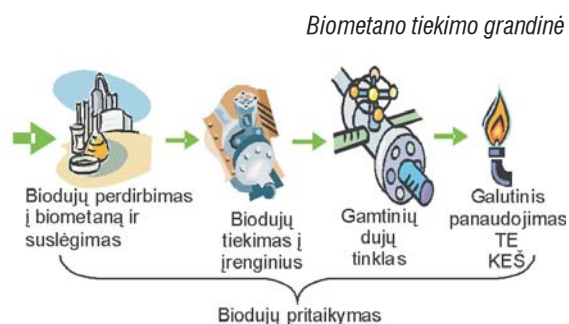
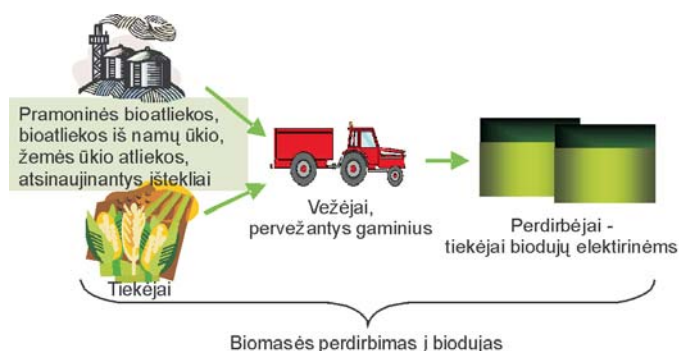
Projekto eigoje pateikta išankstinė skaičiuotė, palyginanti energijos gamybos kaštus generuojant energiją gamtinėmis dujomis ir biometanu; teorinis kaštų-naudos analizės modelis biometano gamyklai (deja, pateikta programa tik vokiečių kalba) bei teorinė biometano gamybos–galutinio naudojimo grandinės analizė, vertinanti biometano rinkos plėtrą projekto partnerių šalyse, panaikinus kliūtis ar sumažinus jų įtaką biudujų rinkai.

Kartu su Šiluminių įrengimų tyrimo ir bandymų laboratorijos bei Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centro darbuotojais dirbama ES iš dalies finansuojamame Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. programos **Baltijos jūros regiono bioenergetikos skatinimo projekte**. Projekto tikslas – stiprinti tvary, konkurencingą ir teoriniu požiūriu integruotą Baltijos jūros regiono vystymąsi bioenergetikos naudojimo srityje.



REDUBAR projekto partnerių susitikimas Prahoje

Ecoheat4EU 2009 m. vasarą kartu su Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija pradėtas vykdyti Euroheat&Power inicijuotas programos *Pažangi energetika Europai* projektas **Ecoheat4EU**. Projekto trukmė – 25 mėnesiai. Projektas skirtas teisinėms kliūtims šalinti bei paramos būtinumui nustatyti skatinant



centralizuoto šilumos ir vėsumos tiekimo sektoriaus plėtrą ES valstybėse. Numatomi pagrindiniai rezultatai:

- 1) Priemonių kompleksas nacionaliniams sprendimų priėmėjams ir Centralizuoto šilumos tiekimo rinkos dalyviams – Rekomendacijos ir kelio žemėlapis skirtas sukurti efektyvią CŠT plėtrą skatinančią teisinę aplinką ir strategiją;
- 2) Informacija ES politikams, skirta dabartinėms ir būsimoms Europos masto iniciatyvoms centralizuoto šilumos ir šalčio tiekimo sferose;
- 3) Praktinis įrankis CŠT plėtros ir nacionalinėms šilumos tiekimo rinkoms įtakos monitoringui, leidžiantis nustatyti paramos priemonių efektyvumą: „CŠT barometras“;
- 4) Platus bendradarbiavimas ir tikslinė rezultatų sklaida projekto tinklapiu, veikiančiu kaip išsami duomenų bazė ir platinant projekto ataskaitas, naujienlaiškius, rengiant konferencijas ir seminarus, skelbiant straipsnius projekto partnerių tinklapiuose.

Regionų energetikos plėtros laboratorija vykdė užsakomuosius tyrimus ir analizes pagal sutartis su Lietuvos įmonėmis ir organizacijomis: Radviliškio šilumos tinklais, Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, UAB *Kauno termofikacinė elektrinė*. Darbai apėmė daug nagrinėjamų problemų – nuo investicinių projektų techninės analizės, šilumos tiekimo vizijos formavimo iki energijos tiekimo teisinio reglamentavimo klausimų analizės.

Paslaugos

Termoviziniai tyrimai atliekami naudojant termovizorių *Flir B400*, kurio matavimo temperatūros diapazonas yra nuo -20 iki +350 °C. Termoviziniai tyrimai naudojami gyvenamiesiems ir pramonės pastatams, stogams, vamzdynams, elektros ūkiui, kaminams, mechaniniams įrengimams tirti ir prižiūrėti, skysčių ištekėjimo problemoms, bakų/talpų užpildymo lygiui nustatyti, procesams stebėti ir kokybei kontroliuoti.

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

Doktorantė J. Bubelienė baigė studijas, parengdama disertaciją *Atsinaujinančiųjų energijos išteklių panaudojimo skatinimo priemonių pagrindimas Lietuvoje* ir ją pristatė. Disertacija atestuota.

Doktorantų gretas papildė M. Stankevičius, kuris rengia disertaciją *Darnios regionų energetikos plėtros skatinant atsinaujinančiųjų energijos išteklių technologijų panaudojimą ekonominės politikos modelio suformavimas*.

Laboratorijoje disertacijas rengia 4 doktorantai.

2009 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 1 straipsnį žurnale *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1 straipsnį – žurnale *Energetika*. Laboratorijos darbuotojai perskaitė 6 pranešimus Lietuvos ir 2 – tarptautinėse konferencijose. Jie paskelbti konferencijų pranešimų medžiagoje.

Laboratorijos darbuotojai vykdo mokslo tiriamuosius ir konsultacinius darbus bei teikia paslaugas pagal sutartis su Lietuvos valstybinėmis institucijomis, įmonėmis ir organizacijomis.



Termoviziniai tyrimai

Dr. Vaclovas KVESELIS
Regionų energetikos plėtros laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 931
El. paštas: vk@mail.lei.lt

Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratorija

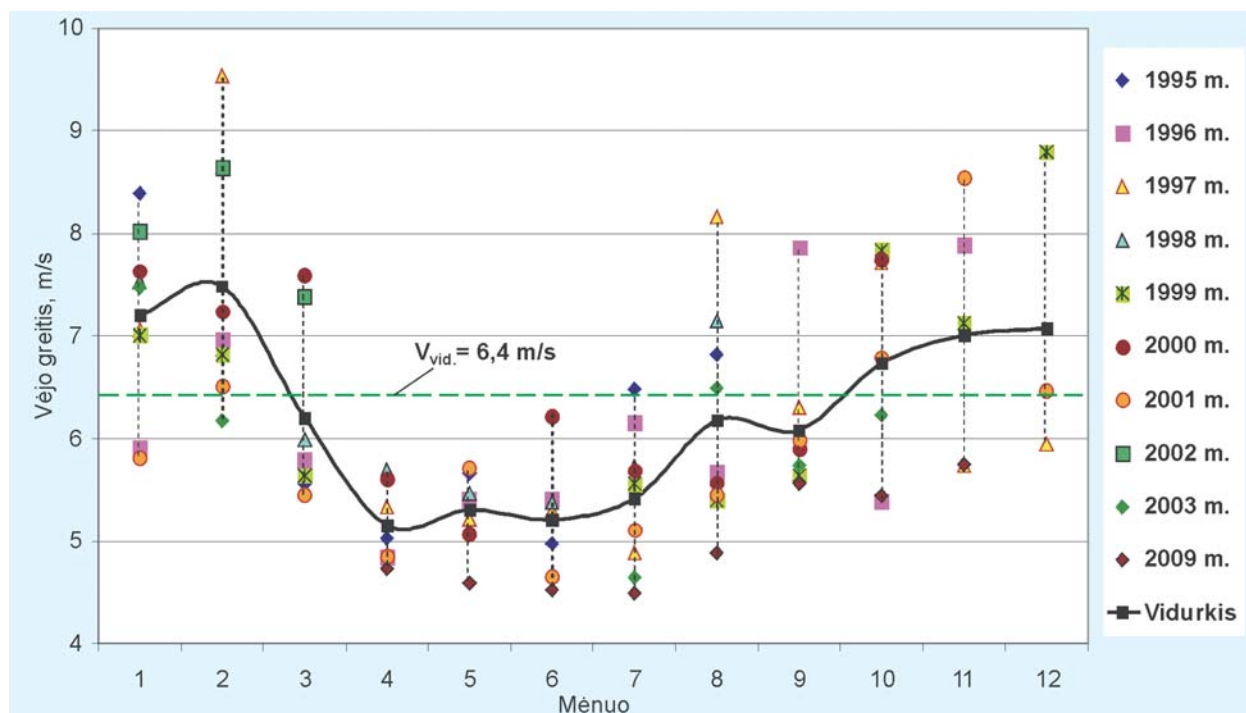
Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

- atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo energijai gaminti analizė ir vartojimo plėtros vertinimas, vykdant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvų nutarimus;
- vėjo srautų kaitos Baltijos jūros Lietuvos pakrantėje ir kituose Lietuvos regionuose tyrimai, modeliavimas ir prognozė;
- biodujų ir biodegalų gamybos bei naudojimo efektyvumo ir aplinkosauginių problemų tyrimai;
- kietosios biomasės naudojimo energijai gaminti efektyvumo tyrimai;
- pažangių energijos gamybos technologijų paieška, analizė ir skatinimas, naudojant vietinius ir atsinaujinančiuosius energijos išteklius, akredituotų mokymo kursų rengimas, duomenų bazių formavimas, paslaugos ir konsultacijos vartotojams.

Laboratorijoje vykdomi tyrimai, susiję su atsinaujinančiųjų energijos išteklių (AEI) naudojimo energijai gaminti plėtra šalyje. Europos Sąjungos (ES) direktyvoje 2009/28/EB numatyta Lietuvai gerokai didinti AEI vartojimą iki 2020 m., t. y. energijos gamyba iš AEI turėtų sudaryti 23 % viso pirminės energijos suvartojimo, iš jų biodegalams turėtų būti suvartojama 20 % viso transportui suvartojamo naftos produktų kiekio, o elektros energijos turėtų būti pagaminama 10 % bendro šalyje suvartojamo elektros energijos kiekio. Todėl laboratorijoje analizuojamos naujos technologijos ir jų taikymo perspektyva Lietuvoje, kaupiami duomenys apie AEI vartojimą ir numatomos gairės toliau, sparčiau šiems ištekliams skverbti į šalies energetikos rinką, siekiant įvykdyti Europos Parlamento ir Tarybos direktyvų ir Strateginio energijos technologijų plano (SET) reikalavimus. Siekiant šių tikslų, šaliai iškyla

nauji uždaviniai, todėl būtina nagrinėti įvairius scenarijus, ieškant šių uždavinių optimalių sprendimo variantų.

2009 m. pradėtas vykdyti valstybės subsidijomis finansuojamas mokslinis darbas **Vėjo energijos prognozavimas ir biomasės išteklių naudojimo plėtros galimybių energetikoje tyrimai**. Vadovaujantis naujausiais statistikos duomenimis, darbe atlikta vėjo, biomasės kuro ir alternatyvių degalų naudojimo energijai gaminti išteklių kaitos analizė, numatytos plėtros galimybių kryptys. Taip pat pateikti vėjo elektrinių galios panaudojimo charakteristikų tyrimai, išanalizuotos vėjo energijos prognozavimo metodikos. Įvertinta kietosios biomasės, biodegalų ir biodujų vartojimo perspektyva ir išanalizuotos techninės-ekonominės biodegalų gamybos Lietuvoje sąlygos.

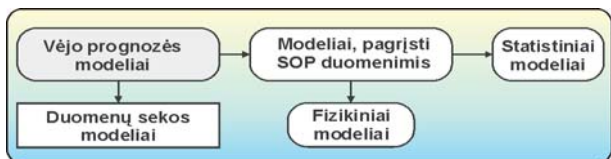


Vidutinio vėjo greičio mėnesinė dinamika Lietuvos pajūrio regione (aukštis 50 m). Matavimai atlikti WICOM-C įranga

Vėjo energetinių parametų tyrimai ir vėjo elektrinių energijos gamybos trumpalaikės prognozės metodų analizė

Darbe surinkti, išanalizuoti ir apibendrinti vėjo greičio ir krypties matavimo duomenys. Atlikti vėjo greičio ir turbulencijos kitimo dėsningumų tyrimai pajūrio regione, naudojant šiuolaikinę vėjo energetinių parametų matavimo įrangą WICOM-C. Taikant WAsP programą ir vėjo greičių parametų matavimus išnagrinėti vėjo srautų kaitos dėsningumai. Pateikta VE galios prognozės metodų analizė, išnagrinėti jų privalumai ir trūkumai. Vėjo greičio pasiskirstymas aprašytas Veibulo skirstinio funkcija. Atlikta Lietuvos pajūryje ir kituose regionuose įrengtų vėjo elektrinių galios panaudojimo koeficiento kitimo dėsningumų analizė. Nustatytas stiprus vėjo srautų pajūrio regione koreliacinis ryšys, todėl atlikus tyrimus vienoje pajūrio vietoje galima pakankamai tiksliai prognozuoti VE rodiklius ir kitose pajūrio vietovėse.

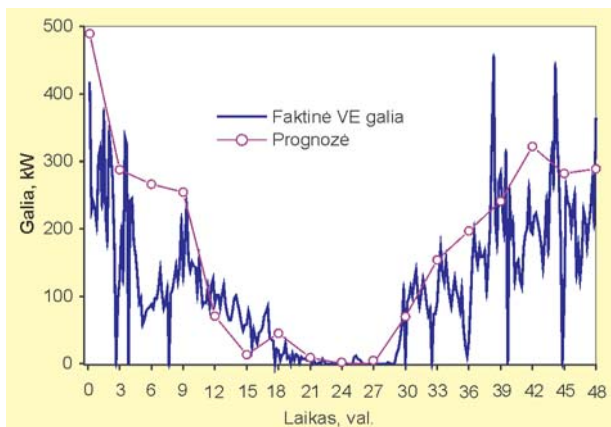
Išanalizuoti kitose šalyse naudojamų vėjo prognozavimo metodų ir VE darbo prognozavimo informacinių sistemų ypatumai. VE galios prognozės modeliai skirstomi į du pagrindinius tipus: *duomenų sekos* (angl. *time series*) *modelius* ir skaitmeninių orų prognozių (*SOP*) *duomenis naudojančius modelius*.



Prognozės modelių tipai

Duomenų sekos modeliuose vartojami tiesioginiai vėjo greičio arba VE galios matavimo duomenys, kuriuos analizuojant duomenų sekos analizės metodais sudaromos VE galios prognozės kelioms valandoms į priekį. Ilgesnio laikotarpio (dažniausiai iki 48 val.) prognozėms sudaryti naudojami modeliai, SOP duomenis perskaiciuojantys konkreitiems VE parkams.

Sudarytas vėjo energijos prognozavimo modelis ir pritaikytas mūsų šalies sąlygomis vėjo elektrinių galios kaitai

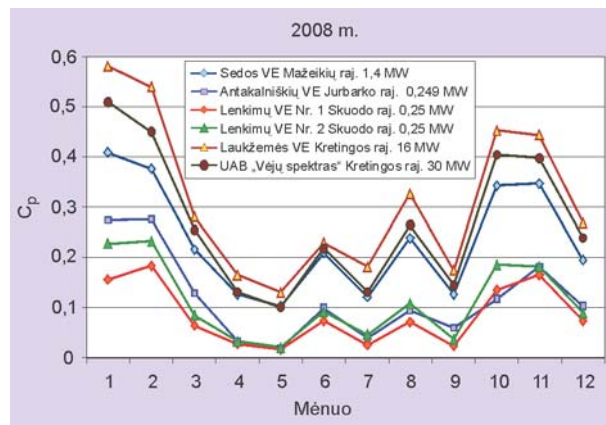


Vėjo elektrinių galios 48 val. prognozės pavyzdys

prognozuoti. Nustatyta, kad vidutinė absoliuti prognozavimo paklaida siekia apie 10 % VE įrengtosios galios.

Tyrimo darbai buvo vykdomi bendradarbiaujant su Danijos Risø DTU mokslo centru.

Darbe apskaičiuoti ir palyginti Lietuvos pajūryje ir žemyninėje dalyje veikiančių VE parkų ir kai kurių VE kiekvieno mėnesio galios panaudojimo koeficientai.



Įvairiose Lietuvos regionuose įrengtų VE galios panaudojimo koeficiento kaita 2008 m.

Nustatyta, kad vidutinis pajūryje įrengtų VE parkų galios panaudojimo koeficientas 2008 m. siekė 0,27–0,33, t. y. VE panaudojo 27–33% nominalios galios. Taigi tirtos VE, dirbdamos nominalia galia, metinį energijos kiekį galėtų pagaminti per 2365–2890 valandų. Lietuvos VE galios panaudojimo koeficiento reikšmės artimos Vokietijoje ir Danijoje įrengtų VE koeficientų reikšmėms.

Kietosios biomasės, biodujų ir biodegalų gamybos, naudojimo, ekonominio ir aplinkosauginio efektyvumo tyrimai

Kietoji biomasė

Laboratorijoje analizuojama įvairių rūšių kietosios biomasės kuro gamybos apimčių ir vartojimo kaita. Nustatyta, kad 1990–2008 m. medienos kuro vartojimas padidėjo daugiau kaip du kartus – nuo 284,9 ktne iki 735 ktne, o tai sudaro atitinkamai 2,6 ir 7,9 % šalies pirminės energijos suvartojimo. 2008 m. Lietuvoje veikė daugiau nei 360 biokuro katilų, kurių bendra įdiegta galia siekė apie 610 MW.

Mažiausiai naudojamas medienos kuro šaltinis iki šiol yra miško kirtimo atliekos. Kirtimo atliekų kasmet susidaro apie 2,5 mln. m³, o realiai biokurui galima panaudoti ne daugiau kaip 1 mln. m³. Siekiant didinti biomasės kuro išteklius, būtina didinti miškų plotus ir jų produktyvumą, daugiausia dėmesio skiriant sparčiai augantiems baltalksniams, kurių potencialas biokurui gaminti yra nepakankamai panaudojamas (plotas – beveik 130 tūkst. ha). Baltalksnių augimo sąlygos Lietuvoje beveik optimalios, jie ne tik sparčiai auga, anksti subręsta ir gausiai bei dažnai dera, bet ir gerai savaime atželia. Biokuro gamybos apimtys padidėtų, o energija būtų gaminama efekty-

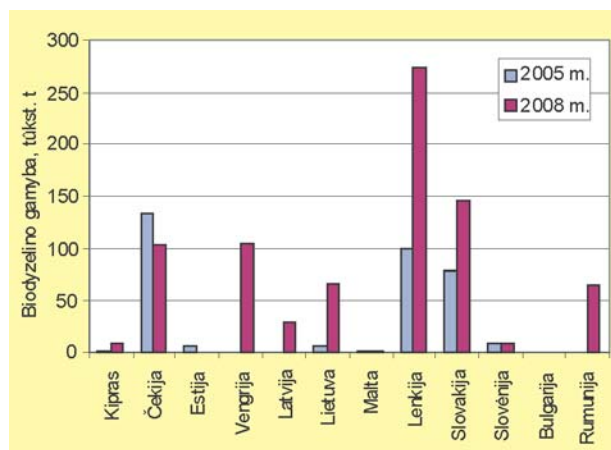
viau, jei būtų išspręstos biokuro surinkimo, sandėliavimo ir transportavimo problemos. Šiuo tikslu reikia rekonstruoti katilines į kombinuotojo ciklo, modernizuoti pakuras privačiame ūkyje (granulių/šaudų granulėms naudoti), anglimis kūrenamas elektrines pritaikyti biomasės ir anglių mišiniams deginti.

Biodujos

Biodujų energetikos pradžia Lietuvoje susijusi su biotechnologijų panaudojimu metantankuose apdorojant gyvulininkystės atliekas ar miestų nuotekų dumblą. Biodujų gamybos iš skystų organinių atliekų technologijos laikomos daug problemų galinti išspręsti alternatyva. Naudojant anaerobinio organinių atliekų apdorojimo technologijas gali būti sprendžiamos aplinkosauginės, energetinės, socialinės bei agrokultūrinės problemos. Aplinkosauginio poveikio esmę sudaro tai, kad anaerobinėmis sąlygomis bioreaktoriuje efektyviai (iki 40–60 %) suskaidomos organinės medžiagos ir taip sumažinamas apdorotų nuotekų neigiamas poveikis aplinkai. Pastaruoju metu daugelyje šalių biodujos, pašalinus iš jų CO₂ bei išvalius kitas susidariusias priemaišas, tiekiamos į gamtinių dujų tinklus arba naudojamos transporto poreikiams. Šiuo metu Lietuvoje veikia 7 biodujų jėgainės. Biodujos, kaip kuras, naudojamos katilinėse ar stacionariose kogeneracinėse jėgainėse šiluminei bei elektros energijai gaminti. Laboratorijoje analizuojami biodujų gamybos procesai, įvertinant prielaidas gamybai plėsti bei sprendžiami gamtos saugos klausimai.

Biodegalai

Atlikta biodegalų gamybos ir vartojimo plėtros Lietuvoje ir ES šalyse apžvalga. Įvertinta biodegalų vartojimo šalys perspektyva. Išanalizuotos techninės-ekonominės biodegalų gamybos plėtros sąlygos mūsų šalyje. Biodegalų gamybos apimčių ir teisės aktų analizė rodo, kad vykdant Lietuvos Vyriausybės įsipareigojimą ES biodegalų vartojimo srityje (iki 2010 m. vartoti 5,75 % bendro transporte sunaudojamų degalų kiekio, o 2020 m. – 20 %), tikslinga ekonominėmis bei organizacinėmis priemonėmis skatinti šių degalų vartojimą transporto sektoriuje.



Biodyzelino gamybos augimo dinamika ES-12 šalyse

Biodegalų technologinių procesų ir žaliavų išteklių analizė rodo, kad pagrindinė žaliava biodyzelinui gaminti Lietuvoje yra aliejus, išspausstas iš šalyje auginamų rapsų, ir sintetinis metilo esteris. Nustatyta, kad biodegalų gamyboje naudojamas sintetinis metanolis gali būti pakeistas bioetanoliu. Taip būtų padidinta AEI naudojimo dalis biodegalų vartojimo srityje.

Dažniausiai bioetanolis naudojamas vidaus degimo varikliuose, juo pakeičiant dalį benzino, tačiau pastaruoju metu imta domėtis bioetanolio panaudojimo dyzeliniame variklyje galimybėmis. Taip siekiama praplėsti žaliavų bazę bei padidinti atsinaujinančiosios energijos dalį dyzeliniuose degaluose. Bioetanolis gali būti naudojamas aliejaus ar riebalų esterinimo ir peresterinimo procesuose, juo pakeičiant dabar naudojamą metanolį.

Dalyvavimas tarptautinėse programose

Laboratorijoje atliekami tyrimai, susiję su racionalių biomasės išteklių vartojimu biokurui bei kietojo biokuro naudojimu šilumos ir elektros energijai gaminti. Kaupiami ir analizuojami duomenys, apimant visą technologijos ciklą nuo žaliavos surinkimo, paruošimo, perdirbimo į kietąjį biokurą bei deginimo įvairių tipų katilų pakurose. Šiuo metu AEI sudaro apie 9,3 % Lietuvoje suvartojamos pirminės energijos kiekio. Didžioji AEI dalis (apie 92 %) tenka kietajai biomasei, daugiausia medienai, todėl su medienos kuro gamyba ir vartojimu susijusiems klausimams skiriama ypač daug dėmesio. Tyrimai atliekami vykdant įvairias ES programas.



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

ES 6-osios Bendrosios programos projekto 2009 m. darbo tikslas – paruošti ir platinti suinteresuotiems šilumos ir elektros gamybos įmonių darbuotojams sukaupią informaciją apie biomasės ir kitų kuro rūšių mišinių deginimą. Parengtas leidinys *Technologijų ir biomasės tiekimo techninių žinių propagavimas Centrinėje ir Rytų Europoje*. Išnagrinėtos biomasės mišinių deginimo perspektyvos ir globalinio šilumos potencialo mažinimo galimybės. Nustatyti biomasės mišinių deginimo ypatumai, susiję su biomasės paruošimu, įtaka katilo efektyvumui, šilumos paviršių užteršimui, šlakavimuisi ir korozijai. Tyrimai rodo, kad siekiant mažinti CO₂ emisijas į atmosferą ir didinti biomasės naudojimą energijai gaminti, iškastinio kuro kūrenamų elektrinių pritaikymas biomasei ir anglies mišiniams deginti yra pigiausia ir efektyviausia priemonė, ypač tiesioginis mišinių deginimas.

Vykdant projektą organizuota tarptautinė konferencija, pasitarimai bei seminarai kuro mišinių deginimo Lietuvoje klausimais. Su tyrimo duomenimis nuolat supažindinami mokslo ir energetinių įmonių darbuotojai bei vartotojai.



COFITECK baigiamojoje konferencijoje Poznanėje dr. E. Perednis skaito pranešimą apie biomasės kuro mišinių deginimo pasiekimus Lietuvoje



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

Projektas pradėtas vykdyti 2008 m. kartu su Islandijos, Italijos, Jungtinės Karalystės, Nyderlandų, Ispanijos, Vokietijos, Rumunijos, Bulgarijos, Danijos, Belgijos, Ukrainos, Švedijos, Prancūzijos ir Austrijos šalių mokslininkais. Projekto tikslas, bendradarbiaujant su mokslinio tyrimo centrais, verslo ir kitais partneriais, atlikti mokslinius tyrimus biomasės ir jos atliekų naudojimo srityje, inventorizuoti egzistuojančius biomasės išteklius Europoje ir nustatyti biokuro gamybos plėtrą ES šalyse. Atlikta literatūros ir mokslinių tyrimų duomenų apžvalga. Naudojant Geografinę informacinę sistemą (GIS) sudaryti Europos biomasės išteklių naudojimo žemėlapiai bei nustatytos ekonominių veiksnių ir poveikio aplinkai schemos pagal optimalius gyvavimo raidos ciklą (LCA) scenarijus, įvertinant produkto visose gamybos proceso fazėse poveikį aplinkai. Surinkta informacija apie geriausius biomasės panaudojimo atvejus Europoje numatoma panaudoti leidžiant *Baltąją knygą*.

2009 m. laboratorijoje buvo vykdomi šie programos ES *Pažangi energetika Europai* 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.
- **Biomasės kuro rinkos apribojimų ir žaliavos gavybos sprendimai (EUBIONET III).** 2008–2011 m.

Bendradarbiaujant su Vokietijos, Danijos, Lenkijos ir kitų šalių mokslo centrais atlikti bioenergetikos plėtros galimybių 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.



Vykdamas ES projektą **MADEGASCAR** nustatyta nemažai gamtinių dujų vartojimo privalumų, palyginus su kitais alternatyviais degalais, vartojamais transporte. Tai ekologiškiausia ir pigiausia degalų rūšis, netgi palyginus su biologiniais degalais (biodyzelinu ir bioetanolu). Suspaustos gamtinės dujos (SGD), vartojant jas degalams, turi tokius privalumus:

- Gamtinių dujų ištekliai pasaulyje gerokai didesni už naftos išteklius;
- Gamtinės dujos – pigiausias kuras pasaulyje;
- Palyginus su suskystintomis naftos dujomis ir dyzeliu – išlaidos degalams sumažėja iki 20 % ir iki 40 % – palyginti su benzinu;
- SGD varikliai yra ilgiau patvarūs naudoti;
- Dvigubai mažesnis dyzelinių variklių triukšmo ir vibracijų lygis;
- Užtikrinta gamtinių dujų kokybė;
- SGD naudojančių automobilių išlakos mažesnės nei reikalauja EURO5 normos;
- Aukštesnis SGD oktaninis skaičius skatina pramonę gaminti tobulesnius ir efektyvesnius automobilių variklius;
- Mažiausi mokesčiai už aplinkos taršą;
- Lietuvoje pakankamai gerai išplėtoti gamtinių dujų tinklai;
- Gamtinės dujos vartojant transporto reikmėms, padidintų jų vartojimo tolygumą per metus.



Dr. Juozo Savicko nuotrauka po pasitarimo „Gamtinių dujų panaudojimas transporte Kauno apskrityje“

Suspaustos gamtinės dujos pradedamos vartoti Vilniaus, Klaipėdos ir Kauno savivaldybėse viešajame transporte. Vykdam projektą glaudžiai bendradarbiaujama su kitomis ES šalimis, pasikeista patirtimi, pastatytos pirmosios dujų pripildymo stotys, kaupiama patirtis šioje srityje, siekiant apsirūpinti pigiausiais degalais.



Projekto
REGBIE+
v y k d y m o
metu atliktas
biomasės
i š t e k l i ų
vertinimas
įvairiuose ES

regionuose, taip pat Lietuvoje – Kauno apskrityje. Išnagrinėtas šių išteklių atsinaujinimo procesas, ištirtas biomasės degimo termocheminis procesas, deginant biokurą sluoksnyje. Išanalizuoti granulų gamybos ir deginimo procesai kūrkylose. Įvertinta biomasės panaudojimo galimybė energijai gaminti, analizuojant kitų šalių (Švedijos, Vokietijos, Austrijos ir kt.) patirtį. Numatytos skatinimo priemonės, siūlomos naujos biokuro ruošimo ir deginimo technologijos, ieškant efektyvesnių šilumos gamybos būdų. LEI mokslo darbuotojai su kitų šalių mokslo darbuotojais, vykdančiais šį projektą, sprendė minėtus klausimus, keitėsi naujausiais mokslo pasiekimais šioje srityje.



Projekto **EUBIONET III** tikslas – skatinti biomasės kuro naudojimą ES šalyse, ieškant būdų rinkos kliūtims įveikti. Siekiant šio tikslo, atliekama biokuro naudojimo, ateities perspektyvų, pagrindinių kliūčių bei nacionalinių biomasės programų analizė, įvertinamas biomasės kuro potencialas, daugiausia dėmesio skiriant pramonės, žemės ūkio atliekoms ir naujų biokuro rūšių potencialui įvertinti. Taip pat analizuojami kainų mechanizmai, nustatomi biomasės kuro sertifikavimo ir tvarios plėtros kriterijai.



Publikuoti leidiniai, vykdam tarptautinius projektus

Mokslo populiarinimo veikla

2009 m. laboratorijoje vykdam tarptautinius projektus AEI srityje skleistos mokslo idėjos skatino visuomenę domėtis AEI panaudojimu energijai gaminti. Organizuoti įvairūs mokslo populiarinimo renginiai, mokslo atstovai skatinti aktyviai dalyvauti informuojant visuomenę mokslo populiarinimo klausimais. Buvo organizuojami renginiai energijos vartotojams, mokiniams ir kitiems suinteresuotiems asmenims klimato kaitos, efektyvaus energijos vartojimo ir atsinaujinančios energetikos temomis.



2009 m. balandžio 30 d.
M. Marčiukaičio daktaro
disertacijos gynimas

2009 m. laboratorijos darbuotojai paskelbė 5 straipsnius mokslo žurnaluose ir kituose mokslo leidiniuose, iš jų 3 straipsniai leidiniuose, įrašytuose ISI leidinių sąrašė. Paskelbti 4 mokslo populiarinimo straipsniai, dalyvauta 1 tarptautinėje ir 4 Lietuvos moksline konferencijose. Parengta ir apginta technologijos mokslų daktaro disertacija.

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

Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras

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.

Energijos gamybos bei vartojimo efektyvumo didinimas yra viena prioritetinių energetikos vystymo strategijos kryptų tiek Lietuvoje, tiek Europos Sąjungoje.

2008 m. gruodžio 4 d. patvirtintas energijos efektyvumo veiksmų Lietuvoje planas, parengtas vadovaujantis 2006 m. balandžio 5 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2006/32/EB dėl energijos galutinio vartojimo efektyvumo ir energetinių paslaugų nuostatomis.

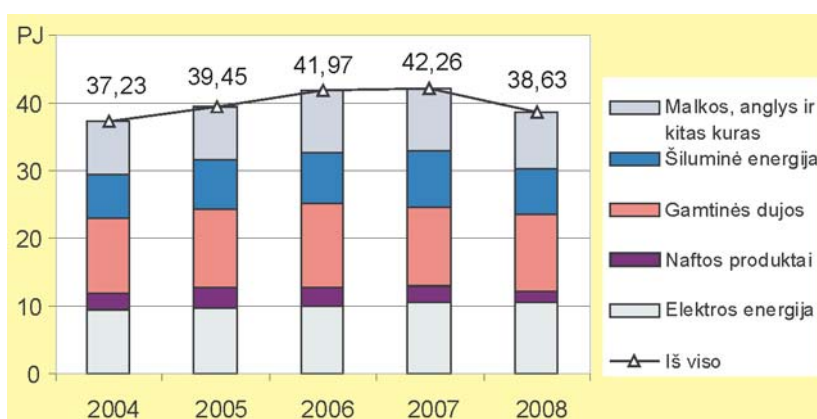
Šiame dokumente įvertintas esamas energijos taupymo potencialas, nustatytos priemonės skirtos energijos vartojimo efektyvumui didinti, nustatyti nacionaliniai energijos taupymo rodikliai bei pateikta strategija, kaip planuojama šiuos rodiklius pasiekti.

Energijos vartojimo efektyvumą numatoma didinti naujomis technologijomis ir inovacijomis, leidžiančiomis gerokai efektyviau panaudoti vietinius, atsinaujinančius, atliekinės energijos išteklius. Jų plėtra Lietuvoje padėtų įgyvendinti veiksmų plane numatytus nacionalinius energijos taupymo rodiklius.

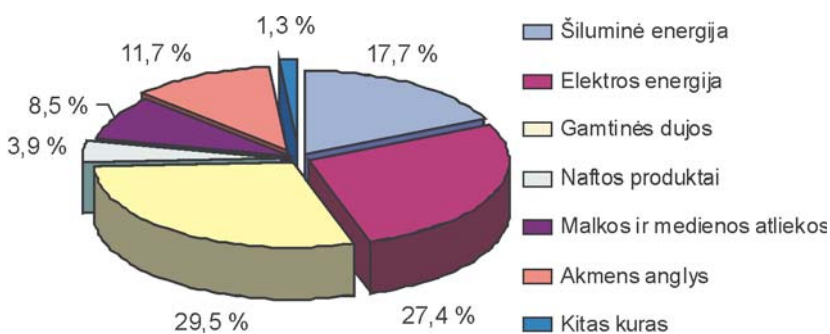
2009 m. pradėtas valstybės biudžeto subsidijomis finansuojamas mokslo tyrimas **Naujų energijos gamybos technologijų plėtra Lietuvoje bei energijos vartojimo efektyvumo didinimo visuomeninės paskirties pastatuose galimybių tyrimas.**

Darbe pasirinkti pramonės, visuomeninių pastatų sektoriai, kuriuose glūdi vienas didžiausių energijos taupymo potencialų. Šio potencialo panaudojimo didinimas yra vienas svarbiausių veiksnių, padėsiančių vykdyti minėtą energetikos sektoriaus plėtros politiką. Dabar trūksta tyrimų, skirtų šiai tematikai.

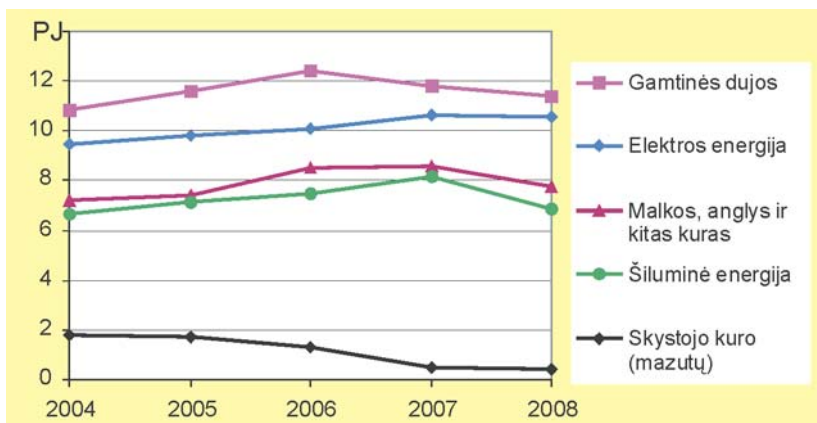
Vykdam darbą surinkti duomenys apie 2005–2008 metų Lietuvos pramonės sektoriaus vystymąsi, kuro ir ener-



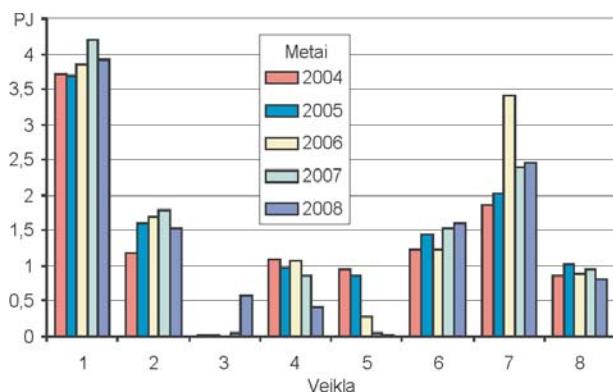
Kuras ir energija, sunaudoti pramonės produkcijai gaminti 2004–2008 m.



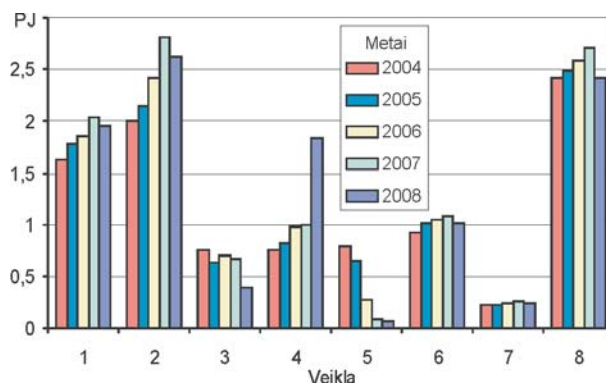
Kuro ir energijos galutinis sunaudojimas pramonėje 2008 m.



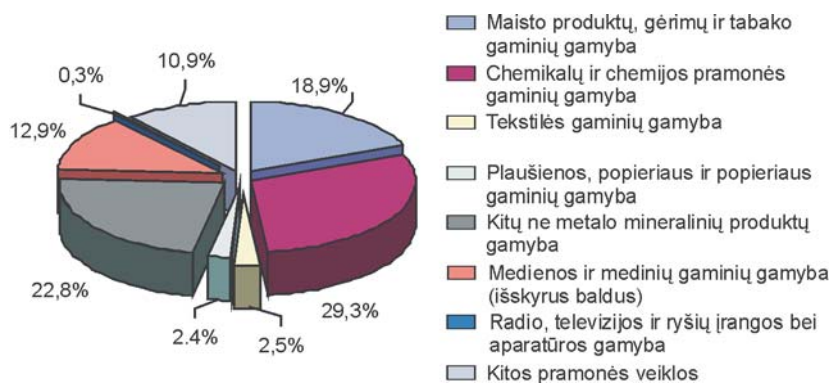
Kuro ir energijos sąnaudos pramonėje 2004–2008 m.



Didžiausi pramonės gamtinių dujų vartotojai: 1 – maisto produktų ir gėrimų, 2 – kitų nemetalo mineralinių produktų, 3 – plaušienos, popieriaus ir popieriaus gaminių, 4 – tekstilės gaminių, 5 – radijo, televizijos ir ryšių įrangos bei aparatūros, 6 – medienos ir medžio gaminių (išskyrus baldus), 7 – cheminių medžiagų ir chemijos gaminių, 8 – kitų pramonės veiklų



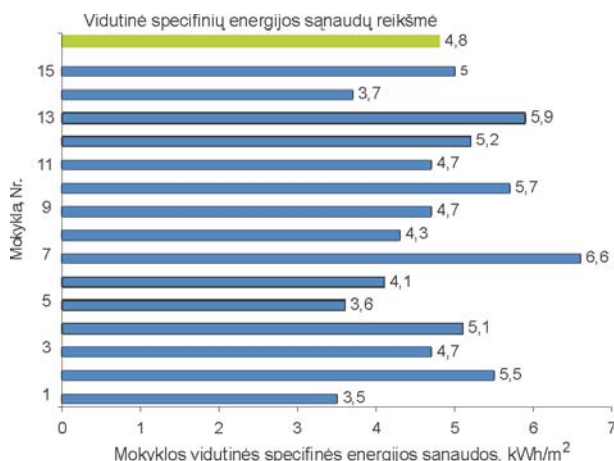
Didžiausi pramonės elektros energijos vartotojai: 1 – maisto produktų ir gėrimų, 2 – cheminių medžiagų ir chemijos gaminių, 3 – tekstilės gaminių, 4 – kitų nemetalo mineralinių produktų, 5 – radijo, televizijos ir ryšių įrangos bei aparatūros, 6 – medienos ir medžio gaminių (išskyrus baldus), 7 – plaušienos, popieriaus ir popieriaus gaminių, 8 – kitų veiklų



Pramonės galutinės energijos (šilumos, elektros, gamtinių dujų, skystojo kuro (mazutų), malkų ir medienos atliekų bei akmens anglių) pasiskirstymas pagal veiklas 2008 m.

išsamūs duomenys apie tas firmas, kurių atstovai platina produkciją Lietuvoje ir ypač aplinkos oro šilumą pasisavinančius šilumos siurblius. Taip pat pateikti duomenys apie firmas, gaminančias šilumos siurblius, kuriuose naudoja natūralų šaltnešį R744 (CO_2 dujas). Pateiktos šaltnešio R744 fizinės ir šiluminės charakteristikos, taip pat apžvelgtos kitų naudojamų šaltnešių pagrindinės savybės. Apžvelgti pagrindiniai Europos ir Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys šaltnešių naudojimo tvarką. Pateikti duomenys apie šilumos siurblių diegimą įvairiose šalyse pastaraisiais metais, nurodytos jų plėtros galimybės ateityje.

Surinkta išsami informacija apie nedidelės galios pasiskirstytosios kogeneracijos jėgaines, ypač naudojančias kietąjį biokurą. Pateikti duomenys apie pastaraisiais metais į rinką pateiktas tokias kogeneracines jėgaines, parodyta, kurių firmų kogeneracinės jėgainės galėtų būti naudojamos ir Lietuvoje.



Kauno m. mokyklų, dalyvaujančių Aktyvaus mokymo apie taupų energijos naudojimą veikloje, 2008 m. 1–15 savičių vidutinės specifinės energijos sąnaudos

gijos vartojimą bei didžiausius pramonės elektros energijos, gamtinių dujų bei šiluminės energijos vartotojus. 2008 m. duomenys palyginti su praėjusių metų ir ankstesnių laikotarpių bei atlikta jų analizė.

Surinkta informacinė medžiaga apie pagrindines šilumos siurblius gaminančias firmas užsienio valstybėse. Pateikti

Naujų technologijų diegimas glaudžiai susijęs su vartotojo informuotumu. Naujos technologijos bus mažai veiksmingos, neįtikinus vartotojų jas taikyti. Anksčiau minėti ES dokumentai nurodo būtinumą didinti visuomenės informavimo veiklą. Būtina užtikrinti, kad vartotojai teisingai suprastų energijos gamybos bei vartojimo efektyvumą lemiančius veiksnius. Tokios švietimo iniciatyvos turėtų būti diegiamos jau mokyklose. Lietuvoje šis procesas tik prasideda. Būtina parengti specialias energetinio švietimo programas, kurias būtų galima integruoti į esamas mokymo programas. Visa tai galėtų suteikti pagrindą darniai būsimų pagrindinių energijos vartotojų elgsenai kisti.

Darbe pasirinktose Lietuvos mokyklose įvertintas esamas mokinių žinių apie energetiką, energijos vartojimo efektyvumą, atsinaujinančius energijos šaltinius lygis. Atsižvelgus į gautus rezultatus, parengti Aktyvaus mokymo apie taupų energijos naudojimą paketai, kurie galėtų būti integruoti į esamas mokyklų mokymo programas. Viena pagrindinių moky-



Bioenergijos gamybos ir vartojimo Lietuvoje seminaras ir jo dalyviai



mosi tematikų skirta energijos vartojimo mokyklose monitoringui, kuris leis įvertinti energijos taupymo mokyklose potencialą. Tuo tikslu panaudota kitų Europos šalių patirtimi besiremianti energijos suvartojimo palyginimo mokyklose metodologija, daugiausia orientuota į Aktyvaus mokymo mokyklose principus. Gauti nauji duomenys apie energijos suvartojimą pasirinktose mokyklose bei mokyklų specifines energijos sąnaudas, atliktas šių mokyklų specifinių energijos sąnaudų palyginimas. Gautus duomenis numatoma palyginti su kitų Europos šalių mokyklų duomenimis.

Dalyvavimas tarptautiniuose projektuose

2009 m. baigti 2 ES programos *Pažangi energetika Europai* projektai ir pradėtas vykdyti ES Baltijos jūros regiono 2007–2013 m. programos projektas.



Elektros energijos panaudojimo apšvietimui efektyvumo tyrimai

Pagrindinis šio tarptautinio projekto tikslas buvo įvertinti elektros energijos panaudojimą miestų teritorijoms bei visuomeninės paskirties pastatams apšviesti bei pasiūlyti priemones, kaip mažiau suvartoti elektros energijos apšvietimo reikmėms. Vykdamas projekto programą įtraukta apie 40 įvairių Lietuvos organizacijų (savivaldybės, universitetai, mokyklos, sporto centrai, oro uostai, kt.). Kelios organizacijos parengė ir sėkmingai įgyvendino elektros energijos, skirtos miestų teritorijoms bei visuomeniniams pastatams apšviesti, taupymo projektus.

Pažangios energetikos sistemos Europos vientisumui didinti

Šis tarptautinis projektas skirtas pažangių energetikos technologijų diegimui ES regionuose skatinti. Projekto strateginiams partneriams padedant, buvo įvertinta esanti ES ener-



getikos politika, skatinanti atskirų regionų vystymąsi, mažinant atskirų šalių regionų ekonominio išsivys-

tymo skirtumus. Vykdamas projektą parengta Kauno Regiono energetikos sektoriaus vystymo strategija ir projektų, kurie galėtų būti iš dalies finansuojami ES Struktūrinių bei Sanglaudos fondų lėšomis, pavyzdžiai. Projekto rezultatai pristatyti aštuoniuose nacionaliniuose seminaruose, parengtas leidinys, išverstas į aštuonias užsienio kalbas.

Baltijos jūros regiono bioenergetikos skatinimo projektas

2009 m. kartu su Šiluminių įrengimų tyrimų ir bandymo laboratorija vykdytas naujas tarptautinis projektas. Projektas iš dalies finansuojamas ES Baltijos jūros regiono programos lėšomis. Projekto partneriai 10 Baltijos jūros regiono šalių. Projekto vadovas – Švedijos energetikos agentūra. Pagrindinis visų projekte dalyvaujančių partnerių darbo tikslas – visokeriopai skatinti ir padėti plečiant bioenergijos gamybą bei vartojimą Baltijos jūros regiono šalyse. Svarbiausias projekto akcentas – bioenergijos gamyba ir vartojimas laikantis darnumo kriterijų. Projekto vykdymo trukmė 3 metai. Jo vykdymo metu bus sudarytos sąlygos tarptautiniam ir tarpregioniniam bendradarbiavimui regione, atveriant galimybes pasikeisti informacija bei žiniomis ir technologijomis, koordinuojant politikos ir teisės aktų tobulinimą bioenergetikos vystymo srityje.

Pagal vykdytų darbų tematiką 2009 m. surengti 2 seminarai, tyrimų rezultatai pateikti 3-uose moksliniuose straipsniuose, perskaityti 3 moksliniai pranešimai mokslinėse konferencijose (1 iš jų tarptautinėje).

Dr. Romualdas ŠKĖMA

Efektivaus energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centro vadovas

Tel. (8 37) 401 802

El. paštas skema@mail.lei.lt

Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

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

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., globalinė pozicionavimo sistema (GPS), pagrįsta didelio valdymo rajono apsaugos sistema (angl. *WAPS*). Siekiama realiuoju laiku apdoroti daugiau informacijos (telematavimų, telesignalų) iš įvairių EES objektų ir pagal ją:

1) suformuoti EES būseną atitinkančius valdymo poveikius ir perduoti juos EES valdymo įrenginiams;

2) parinkti optimalius automatikos įtaisų nuostatus. Siekiama nustatyti optimalų centralizuoto ir decentralizuoto valdymo santykį. EES atsiranda lanksčiųjų kintamosios srovės perdavimo sistemų (angl. *FACTS*) – galios elektronikos įrenginių, didinančių tinklų pralaidumą ir gerinančių 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 kokybė, avarijų 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 atsinaujinančiųjų energijos išteklių elektrines, smulkiuosius generatorius.

2009 m. laboratorija atliko nemažai sutartinių mokslo tyrimų darbų Lietuvos Respublikos ūkiniams subjektams:

AB Lietuvos energija užsakymu atliktas projektas **Perspektyvinės Lietuvos energetikos 2025 metų schemos dinaminio režimo tyrimas** ir užsakovui pateiktos tarpinės ataskaitos:

- Lietuvos energetikos sistemos plėtros iki 2025 metų schema;
- Lietuvos energetikos sistemos matematinio modelio sudarymas 2010, 2015, 2025 metams;
- 2025 metų Lietuvos elektros energetikos sistemos statinio režimų tyrimas;
- Lietuvos elektros energetikos sistemos 2025 metų schemos dinaminiai režimai.

Studijoje **Lietuvos energetikos sistemos plėtros iki 2025 metų schema** pateikta perspektyvinė Lietuvos elektros



energetikos sistemos plėtros schema (planas) iki 2025 metų. Numatyti generuojančių 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 poreikis ir maksimalios reikiamos galios prognozės.

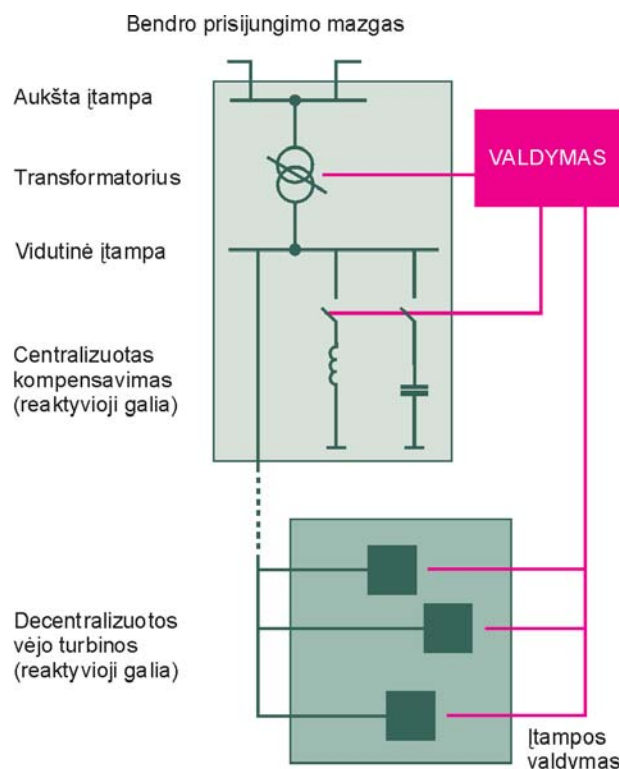
Studijoje **Lietuvos energetikos sistemos matematinio modelio sudarymas 2010, 2015, 2025 metams** parengtas skaičiavimų modelis kompiuterinės programos PSS/E 30.2 formatu Lietuvos elektros energetikos sistemos 110–330 kV perdavimo tinklo elektriniams skaičiavimams atlikti. Modelis sudarytas 2010, 2015 ir 2025 metams. Perspektyviniai generatoriai ir tinklų įrenginiai modeliui parinkti pagal *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.

Studijoje **2025 metų Lietuvos elektros energetikos sistemos statinių režimų tyrimas** sudarytos testinės visų EES duomenų bylos ir suskaičiuoti jų režimai. Ištirti Baltijos EES 2025 metų „sunkūs“ režimai su maksimaliu galios eksportu, importu ir tranzitu. Atliktas Baltijos EES 2025 m. schemas silpnų vietų poavariniuose N-2 tipo režimuose tyrimas skirtingo sinchroninio susijungimo su gretimomis EES scenarijuose.

Studijoje **Lietuvos elektros energetikos sistemos 2025 metų schemas dinaminiai režimai** atliktas 2025 metų perspektyvinės Lietuvos elektros energetikos sistemos schemas dinaminis režimų tyrimas. Patikslintas Lietuvos elektros energetikos sistemos matematinis modelis, bei pritaikius PSS/E programinį paketą, atlikti skaičiavimai imituojuant sunkias avarijas sistemoje, ištirtas generuojančių agregatų dinaminis stabilumas.

AB LEO LT užsakymu atlikta studija **Didžiausios vienetinės galios Lietuvos elektros energetikos sistemoje galimybių tyrimas** (kartu su KTU). Darbe išnagrinėta naujos atominės elektrinės Lietuvoje didžiausios vienetinės bloko galios priklausomybė nuo įvairių Baltijos elektros energetikos sistemos (EES) plėtros variantų. Tyrimuose vadovautasi Baltijos EES generacijos šaltinių ir tarp sisteminių ryšių su Nordel, UCTE ir IPS/UPS energetikos sistemomis optimalios ilgalaikės plėtros matematinio modeliu ir elektros energijos importo/eksporto prognozėmis. Didžiausia vienetinė galia nustatyta pagal jos pirminio, antrinio ir tretinio rezervavimo sąlygas, leistinas Baltijos EES 330 kV ir 110 kV tinklų apkrautumo ir dinaminio stabilumo sąlygas.

AB LEO LT užsakymu atlikta **Vėjo elektrinių plėtros galimybių analizės studija**. Darbe išnagrinėtos vėjo energetikos plėtros skatinimo Europoje schemas ir pasiūlyta Lietuvai rekomenduotina schema. Ištirtas vėjo elektrinių generacijos Lietuvoje atsitiktinių svyravimų pobūdis, aptartos svyravimų balansavimo rezervinėmis elektrinėmis galimybės. Nustatytos vėjo elektrinių plėtros ribinės galios Lietuvos elektros energetikos sistemoje, tiek scenarijuose be galios rezervų plėtros bei elektros tinklų plėtros, tiek scenarijuose su jų plėtra, kartu įvertinant ir papildomas investicijas. Aptarti vėjo elektrinių parkų jūroje plėtros principai.



Vėjo parko su Enercon elektrinėmis įtampos valdymo principinė schema

UAB Šilutės vėjo projektai užsakymu atlikta studija **Perdavimo tinklo stabilumo ir įtampų lygių tyrimas įjungus didelės galios vėjo elektrinių parką** (kartu su KTU). Šiame darbe tiriama Lietuvos EES statinis ir dinaminis stabilumas, įtampų lygiai bei svyravimai, nustatytos įtampos stabilumo atsargos bei papildomo reaktyviosios galios kompensavimo būtinumas, prijungus 250 MW galios vėjo elektrinių parką prie 330 kV elektros perdavimo linijos Klaipėda - Sovetsk. Įvertinta ir nustatyta vėjo elektrinių parko momentinių galios svyravimų balansavimui reikalingos rezervų apimtys ir galimybės juos subalansuoti Lietuvos EES pajėgumais.

Studijoje **Elektros energijos skirstymo ir visuomeninio elektros energijos tiekėjo licencijų įgijimo įmonei UAB Korelita teisinių ir techninių sąlygų ekspertizė** ištirtos įmonės UAB Korelita galimybės gauti elektros energijos skirstymo ir visuomeninio elektros tiekimo licencijas, įvertinant, ar jos valdomo elektros tinklo požymiai atitinka elektros energijos skirstymo licencijai gauti nustatytus techninius skirstomojo tinklo kriterijus. Teoriškai – vadovaujantis teisės aktų visuma – apibūdinti skirstomojo tinklo kriterijai (požymiai).

2009 m. atliktų tyrimų rezultatai paskelbti leidiniuose, registruotuose tarptautinėse mokslinės informacijos duomenų bazėse – 2 straipsniai. Laboratorijos darbuotojai perskaitė 2 pranešimus tarptautinėse konferencijose, 1 – Lietuvos konferencijoje.

Dr. Virginijus RADZIUKYNAS
Sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 943
El. paštas virginijus@mail.lei.lt

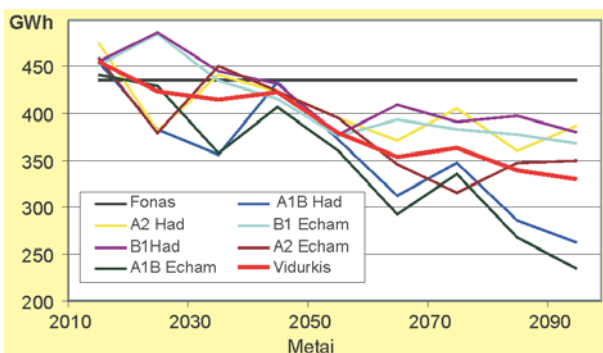
Hidrologijos laboratorija

Pagrindinės laboratorijos tyrimų kryptys:

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

Laboratorijoje buvo tęsiami darbai, susiję su globalaus klimato atšilimo pasekmių vertinimu. Valstybės biudžeto subsidijomis finansuot mokslų tiriamojo darbo **Klimato kaitos įtaka Lietuvos vandens išteklių būklei ir hidroenergetikos sektoriui (2007–2009)** rezultatai rodo, kad numatomi dideli upių nuotėkio sezoninio pasiskirstymo pokyčiai. Taikant Švedijos mokslininkų sukurtą programinę įrangą HBV, sudarytas Nemuno nuotėkio formavimosi modelis. Vykstant klimato atšilimo procesams, Nemuno nuotėkis persiskirsto tarp sezonų. Nemuno baseino iki Nemažųjų XXI a. oro temperatūros, kritulių ir nuotėkio prognozės analizė rodo, kad nuolat kylant oro temperatūrai ir beveik nesikeičiant kritulių kiekiui, neišvengiamai didės garavimas iš baseino. Vidutinis metų nuotėkis sumažės 26 %. Žiemą upių debitai padidės 20 %, o pavasario potvyniai pasislinks į žiemą ir sumažės vidutiniškai 45 %. Išanalizavus globalius klimato kaitos modelius ir dujų emisijų scenarijų įtaką nuotėkiui nustatyta, kad emisijų scenarijai turi gerokai didesnę įtaką nuotėkio kaitai, nei globalūs klimato modeliai.

Tokie XXI a. upių nuotėkio pokyčiai nepalankūs visiems vandens vartotojams. Taikant programinę įrangą River Ware, prognozuotas Kauno HE energijos gamybos sumažėjimas nuo 2021 m., ir XXI a. viduryje metinė HE elektros energijos gamyba gali sumažėti 17–25 %.



Kauno HE energijos gamybos prognozė pagal A2, A1B ir B1 dujų emisijų scenarijus bei pagal Had ir Echam globalius klimato kaitos modelius XXI amžiuje

2007–2009 m. laboratorijos mokslininkai kartu su Branduolinių įrenginių saugos ir Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijų darbuotojais vykdė biudžeto subsidijomis finansuotą mokslų tiriamąjį darbą **Geriausio įvertio metodologijos taikymas modeliuojant procesus techninėse, gamtinėse ir socialinėse sistemose** (vadovas habil. dr. A. Kaliatka).

Tyrimo objektai ir uždaviniai

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

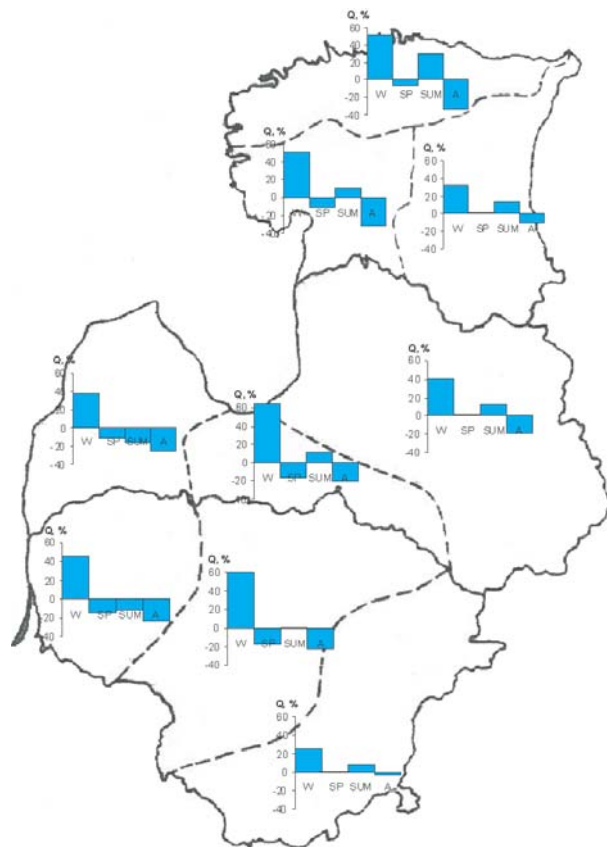
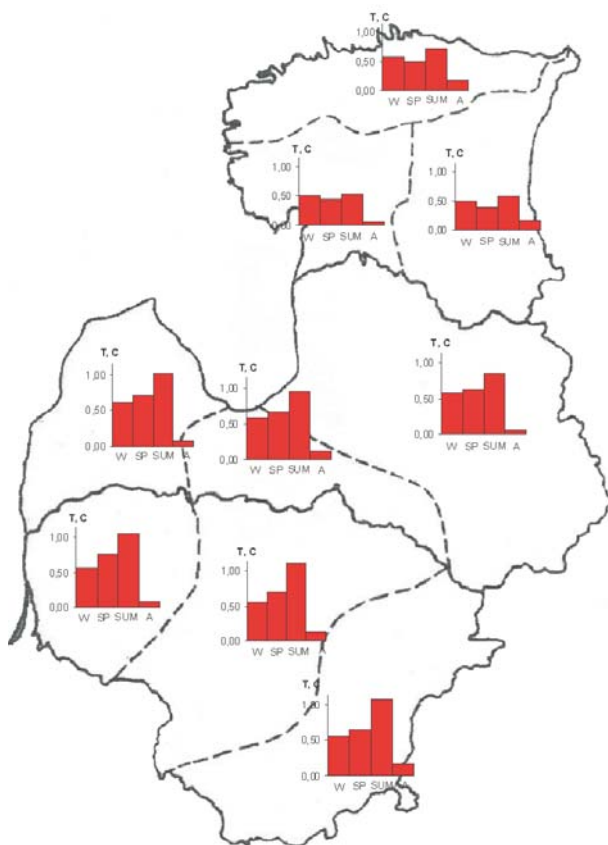
Naudojant sukaupią hidrografinių ir hidrometeorologinių duomenų bazę bei taikant naujausias modeliavimo sistemas MIKE 21, RiverWare ir HBV, laboratorijoje sprendžiami šie uždaviniai:

- ūkinės veiklos vandens telkiniuose poveikio aplinkai vertinimas bei gamtosaugos priemonių pagrindimas;
- hidrotechnikos statinių pavojaus ir rizikos analizė;
- Baltijos jūros krantų apsauga ir tvarkymas;
- uostų krantinių sąveikos su vandens tėkme tyrimas ir optimalių konstrukcijų parinkimas;
- gamtosaugos sąlygų nustatymas naudojant vandens telkinius įvairiems tikslams;
- nuotekų sąmaišos ir sklaidos skaitinis nustatymas kritinėmis vandens telkinių darbo sąlygomis;
- jūrų uostų ir vandens kelių eksploatacija palaikant garantuotus laivybos gylius;
- vandens telkinių hidrodinaminių ir hidrologinių procesų modeliavimo jautrumo ir neapibrėžtumo analizė.

Tarptautinis bendradarbiavimas

Nuo 2007 m. vykdomas bendras projektas su Šiaurės šalimis **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.

2009 m. tirtos daugiamečių regioninės oro temperatūrų, kritulių ir upių nuotėkio eilės. Lietuvos, Latvijos ir Estijos teritorija suskirstyta į 9 dalis, atspindinčias jūrinio ir kontinentinio klimato įtaką. Šitaip sudarytos oro temperatūrų, kritulių ir upių nuotėkio regioninės duomenų eilės, leidžiančios analizuoti metinius bei sezoninius parametrų pokyčius (trendus ir ciklinius svyravimus). Taip pat nustatyti regioninių eilių pokyčiai, palyginus 1991–2007 ir 1961–1990 m. duomenis. Pastaraisiais dešimtmečiais stebimas oro temperatūrų didėjimas visoje



Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonų oro temperatūrų (°C) ir upių nuotėkio (%) pokyčiai (palyginus 1991–2007 ir 1961–1990 m. duomenis) Baltijos šalyse

Baltijos šalių teritorijoje: labiausiai temperatūra didėja vasaros sezonu (pokytis palyginus su 1961–1990 m., yra iki 1 °C), o mažiausiai – rudens sezonu (iki 0,2 °C). Didžiausi metinės oro temperatūros pokyčiai nustatyti Lietuvos ir Latvijos teritorijose, o mažesni pokyčiai – Estijos teritorijoje. Regioninių upių nuotėkio eilių pokyčių, palyginus 1991–2007 ir 1961–1990 m. duomenis, analizė parodė, kad egzistuoja bendros tendencijos visose Baltijos šalyse: didėja upių žiemos nuotėkis, anksčiau prasideda pavasario potvyniai, mažėja pavasario sezono upių debitai ir maksimalūs potvynio debitai. Upių nuotėkio metinis pasiskirstymas taip pat priklauso nuo jūrinio ar kontinentinio klimato ypatybių.

**Europos mokslinių
institucijų,
atliekančių
vandens tyrimus,
tinklas EurAqua
(European
Network of
Freshwater
Research
Organisations,**



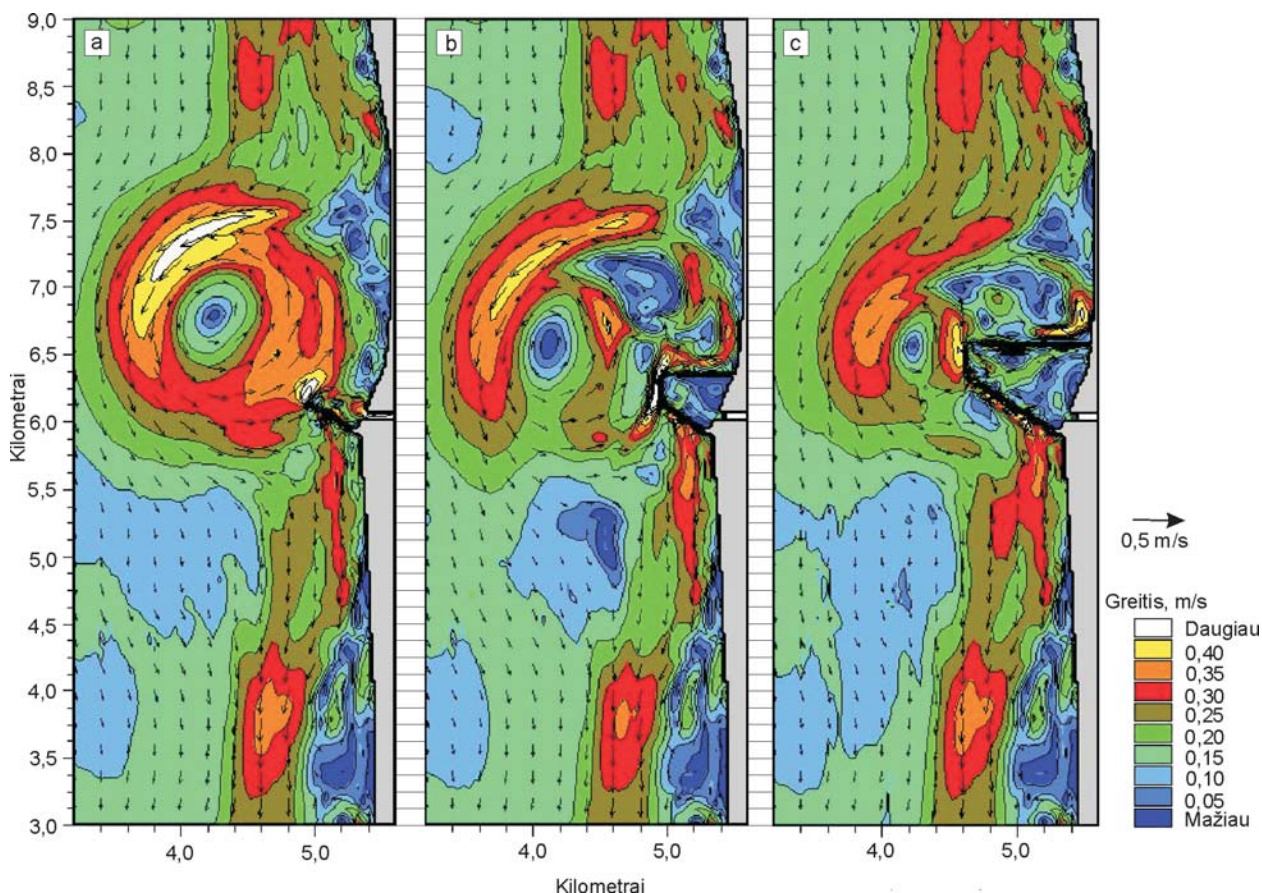
www.euraqua.org

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

Pagrindiniai EurAqua tikslai yra šie:

1. Dalyvauti formuojant vandenų tyrimo politiką Europos Sąjungoje.
2. Suformuoti ir siūlyti svarbiausias ir aktualiausias vandens išteklių tyrimo temas, kurios galėtų būti įtrauktos į Bendrosios programos tematiką.
3. Sudaryti konsorciumus iš EurAqua mokslinių institucijų, ruošiant bendrus pasiūlymus BP projektams.
4. Ruošti mokslinius straipsnius ir technines apžvalgas, apimančias visos Europos vandens išteklių tyrimų problemas.
5. Organizuoti konferencijas aktualiausiais klausimais (klimato kaitos įtaka vandens ištekliams, potvynių analizė ir prognozė Europoje ir kiti).

2009 m. Hidrologijos laboratorijos darbuotojai kartu su ispanų mokslininkais (konsultacinė firma ALATEC) dalyvavo rengiant mokslinę studiją *Šventosios uosto rekonstrukcijos galimybių studija*. Šios studijos tikslas buvo parinkti optimaliausią Šventosios uosto vystymosi variantą tiek ekonominiu, tiek gamtosauginiu požiūriu. Norint pagrįsti planuojamą Šventosios uosto struktūrą, sudarytos šios pagrindinės uosto rekonstrukcijos alternatyvos: „0“ – nulinė alternatyva (dabartinė Šventosios uosto būklė); „1“ – trumpi 400 m molai, 6 m uosto gylis; „2“ – ilgi molai (800 m), 6 m uosto gylis; „3“ – ilgi molai (800 m) ir 8 m uosto gylis. Laboratorijos mokslininkai atliko bangų, hidrodinaminių ir nešmenų pernašos procesų modeliavimą Baltijos priekrantėje esant įvairioms meteorologinėms sąlygoms. Palyginus įvairias alternatyvas, didžiausi hidrodi-



Baltijos priekrantės (ties Šventosios uostu) tėkmių struktūra pučiant 20 m/s V krypties vėjui: „0“ (a), „1“ (b) ir „2“ (c) alternatyva

naminių procesų pokyčiai nustatyti pučiant vakarų krypties vėjui. Šventosios uosto atstatymas pagal „1“ alternatyvą atitinka minimalius uosto reikalavimus ir turi mažiausią įtaką priekrantės litodinaminiams procesams. „2“ uosto atstatymo alternatyva taps krantų erozijos priežastimi, tiek uosto pietų, tiek šiaurės pusėje. Uosto gylio didinimas („3“ alternatyva) iki 8 m padidins uosto poveikį nešmenų pernašos procesams.

Bendradarbiavimas su valstybės ir mokslo institucijomis

Hidrologijos laboratorija glaudžiai bendradarbiauja su Kauno technologijos universiteto Aplinkos inžinerijos institutu, su kuriuo turi bendrą technologijos mokslų aplinkos inžinerijos ir kraštovarkos krypties doktorantūrą, o nuo 1995 m. leidžia mokslo žurnalą *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. Siekiant sukurti šiuolaikinę infrastruktūrą bendrosioms Lietuvos jūrinio sektoriaus mokslinių tyrimų, studijų ir technologinės plėtros reikmėms, Hidrologijos laboratorija prisideda prie asociacijos *Baltijos slėnis* veiklos. Integruotos mokslo, studijų ir verslo slėnio Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai pirmas ir svarbiausias uždavinys – sutelkti teritoriškai išsibarsčiusias jūrinio mokslo ir studijų institucijas bei padalinius. Slėnio kūrimo iniciatoriai: Klaipėdos universitetas, Geologijos ir geografijos institutas, VU Ekologijos institutas, Botanikos institutas, Kauno medicinos universitetas, Lietuvos energetikos

institutas bei jūrinio verslo įmonės. Numatomos dvi mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros kryptys: jūros aplinka ir jūrinės technologijos. Siekiant integruoti išsklaidytą, jūrinio mokslo kryptyse dirbantį, šalies mokslo potencialą, taip pat efektyviai naudoti šiuolaikinę slėnio mokslo tyrimų įrangą ir laivą, numatoma įkurti Nacionalinį jūros mokslo ir technologijų centrą.

Pagrindiniai laboratorijos taikomieji darbai

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

- VĮ Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos užsaky- mu buvo rengiami uosto įplaukos kanalo gilinimo projektai;
- LR aplinkos ministerijos užsakymu parengtos mažų hidroelektrinių statybos ir eksploatacijos gamtosau- ginės rekomendacijos;
- įvertintos pašildyto vandens aušinimo Drūkšių ežere galimybės, rengiant naujos Visagino atominės elektri- nės poveikio aplinkai vertinimo ataskaitą.

Prof. habil. dr. Brunonas GAILIUŠIS
Hidrologijos laboratorijos vadovas
Tel. (8 37) 401 961
El. paštas: hydro@mail.lei.lt

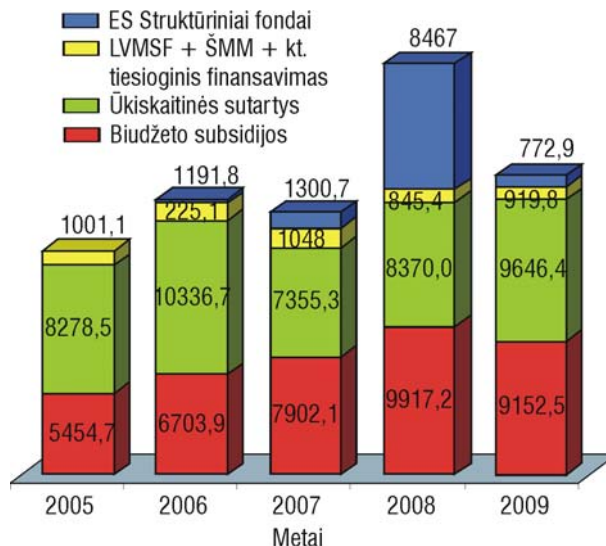


Instituto biudžetas

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.

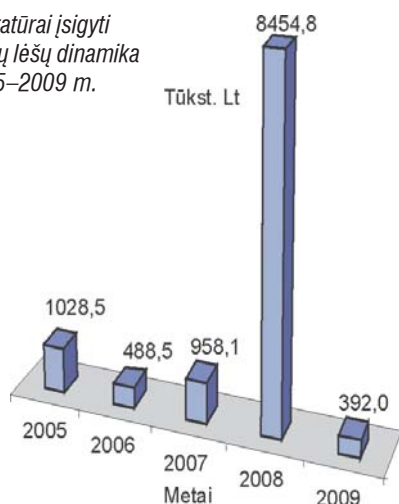
Pajamų raida (tūkst. Lt)



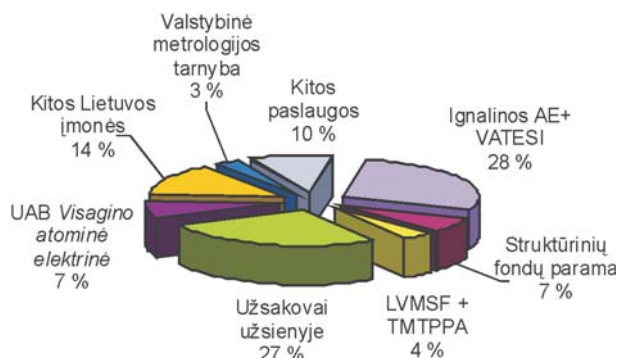
Pajamų ir išlaidų struktūra (tūkst. Lt)

	2005 m.	2006 m.	2007 m.	2008 m.	2009 m.
Pajamos:					
Biudžeto subsidijos	5454,7	6703,9	7902,1	9917,2	9152,5
Ūkiskaitinės sutartys	8230,9	10208,6	9439,1	8370,0	9646,4
SF parama		225,1	1048,0	8467,0	772,9
Kitos pajamos	1048,7	1320,4	1356,2	1136,9	1155,3
Iš viso:	14734,3	18458	19745,6	27891,1	20727,1
Išlaidos:					
Atlyginimai (su soc. dr.)	9345,5	10709,1	12919,9	15650,0	13722,0
Eksplotacijos išlaidos	3559,0	4696,6	4881,8	5059,0	3749,0
Ilgalaikio turto įsigijimas	1548,4	1185,5	2010,4	9757,3	392,0
Iš viso:	14452,9	16591,2	19812,1	30466,3	17863,0
Tęstinių sutarčių lėšos	2878,0	4744,8	4678,1	2102,9	4967,0

Aparatūrai įsigyti skirtų lėšų dinamika 2005–2009 m.



2009 m. ūkiskaitinių darbų pajamos



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

Svarbiausios publikacijos

Knygos, monografijos

1. Lietuvos energetikos institutas 2008 m. // Veiklos apžvalga. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2009. ISSN 1822-007X. 70 p.
2. Lithuanian Energy Institute 2008 // Annual report. Kaunas: Lithuanian Energy Institute, 2009. ISSN 1822-0088. 70 p.

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

1. **Ambrazevičius A., Valatkevičius P.** Heat transfer by a high-temperature gas flow in the cooled units of heat exchangers // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 415-430.
2. **Baltušnikas A., Lukošiuūtė I., Baltakys K.** XRD characterization of organically modified gyrolite // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 4, p. 325-328.
3. **Brinkienė K., Kėželis R., Čėsniienė J., Mėčius V.** Evaluation of wear resistance of plasma sprayed ceramic coatings // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 4, p. 302-305.
4. 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 // Nuclear engineering and technology. ISSN 1738-5733. 2009. Vol. 41, Iss. 2. Special issue on the water reactor fuel performance meeting 2008, p. 171-178.
5. **Čyviienė J., Milčius D., Laukaitis G.** Porosity evaluation of TiO₂ thin films deposited using pulsed DC-magnetron sputtering // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 2, p. 103-107.
6. **Čyviienė J., Navickas E., Milčius D., Laukaitis G.** Titanium oxide thin films synthesis by pulsed-DC magnetron sputtering // Vacuum. ISSN 0042-207X. 2009. Vol. 83, Suppl. 1, p. 91-94.
7. **Dundulis G., Grybėnas A., Karalevičius R., Makarevičius V., Rimkevičius S., Ušpuras E.** Static analytical and experimental research of shock absorber to safeguard the nuclear fuel assemblies // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2009. Vol. 239, Iss. 1, p. 1-8.
8. **Džiugys A., Navakas R.** The role of friction in mixing and segregation of granular material // Granular matter. ISSN 1434-5021. 2009. Vol. 11, No. 6, p. 403-416.
9. **Erlickytė R., Vitas A.** Influence of climatic and antropogenic factors on the radial growth of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) // Baltic forestry. ISSN 1392-1355. 2009. Vol. 14, No. 2, p. 103-109.
10. **Grigaitienė V., Valinčius V., Kėželis R.** Measurement and numerical simulation of two-phase plasma flow in plasma spray process // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2009. Vol. 49, No. 1, p. 91-96.
11. **Kalpokaitė-Dičkuvienė R., Brinkienė K., Čėsniienė J.** Investigation of microfiber as component of cementitious complex binder // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 4, p. 329-334.
12. **Kalpokaitė-Dičkuvienė R., Kėželis R., Čėsniienė J., Brinkienė K., Baltušnikas A., Milieška M.** Microstructure analysis of fibrous material manufactured by plasma spray method // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 3, p. 262-265.
13. **Kandrotaitė-Janutienė R., Žvinys J., Baltušnikas A.** Analysis of low carbon high chromium steel on the conditions of transformation plasticity during long-lasting heating // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 2, p. 129-134.
14. **Katinas V., Marčiukaitis M., Markevičius A.** Current situation of the wind energy use and investigation of wind resources in the coastal region of the Baltic Sea in Lithuania // Renewable & sustainable energy reviews. ISSN 1364-0321. 2009. Vol. 13, Iss. 1, p. 190-196.
15. **Kavaliauskas Ž., Brinkienė K., Čėsniienė J., Kėželis R.** Influence of plasma jet temperature on the synthesis and structure of YSZ coatings // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2009. Vol. 49, No. 1, p. 85-90.
16. **Kavaliauskas Ž., Pranevičius L., Marcinauskas L., Valatkevičius P.** Deposition of carbon electrodes for supercapacitors using atmospheric plasma torch // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 2, p. 99-102.
17. **Kežionis A., Šalkus T., Petraitis A., Dudonis J., Laukaitis G., Milčius D., Kazlauskienė V., Miškinis J., Orliukas A.** Peculiarities of ionic transport of oxygen vacancy conducting superionic ceramics // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2009. Vol. 49, Iss. 3, p. 317-322.
18. Kim Y.S., **Grybėnas A.** Effect of load ratio and hydrogen concentration on the crack growth rate in Zr-2.5 Nb tubes // Materials science and engineering A- Structural materials properties microstructure and processing. ISSN 0921-5093. 2009. Vol. 520, Iss. 1-2, p. 147-152.
19. **Klevas V., Štreimikienė D., Klevienė A.** Sustainability assessment of the energy projects implementation in regional scale // Renewable & sustainable energy reviews. ISSN 1364-0321. 2009. Vol. 13, Iss. 1, p. 155-166.
20. **Kontautas A., Urbonavičius E.** Analysis of aerosol deposition in PHEBUS containment during FPT-1 experiment // Nuclear engineering and design. ISSN 0029-5493. 2009. Vol. 239, Iss. 7, p. 1267-1274.
21. **Kuprys A., Kugelevičius J.** Possibilities of using liquefied oil gas in transport // Transport. ISSN 1648-4142. 2009. Vol. 24, No. 1, p. 48-53.
22. **Laukaitis G., Dudonis J., Virbukas D., Milčius D.** Formation of samarium doped ceria thin films // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2009. Vol. 49, No. 1, p. 75-80.
23. **Laukaitis G., Jauneika M., Dudonis J., Katkauskė O., Milčius D.** The properties of samarium doped ceria oxide thin films grown by e-beam deposition technique // Vacuum. ISSN 0042-207X. 2009. Vol. 83, Suppl. 1, p. 114-117.

24. **Makarevičius R., Zujus R., Poškas P.** Numerical simulation of turbulent mixed convection heat transfer in a vertical flat channel for aiding flows // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 431-441.
25. **Makarevičius V. V.** Self-similarity of differential equations and heat transfer patterns of a turbulent near - wall layer // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 485-504.
26. **Marcinauskas L., Grigonis A., Valinčius V.** Influence of Ar/C₂H₂ ratio on the structure of hydrogenated carbon films // Journal of non-crystalline solids. ISSN 0022-3093. 2009. Vol 355, Iss. 22-23, p. 1240-1245.
27. **Marcinauskas L., Grigonis A., Valinčius V., Valatkevičius P.** Influence of torch power and Ar/C₂H₂ ratio on structure of amorphous carbon films // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2009. Vol. 49, No. 1, p. 97-103.
28. **Marcinauskas L., Grigonis A., Valinčius V., Valatkevičius P.** Influence of process parameters on structure of carbon coatings deposited at atmospheric pressure // High temperature material processes. ISSN 1093-3611. 2009. Vol. 13, Iss. 2, p. 137-146.
29. **Milieška M., Brinkienė K., Kėzelis R., Čėsniėnė J.** Micro-structure and properties of plasma sprayed Al-doped YSZ coatings // Lithuanian journal of physics. ISSN 1648-8504. 2009. Vol. 49, No. 1, p. 81-84.
30. **Narkūnas E., Šmaižys A., Poškas P.** Neutron activation in the metal structures of an RBMK-1500 reactor // Nuclear technology. ISSN 0029-5450. 2009. Vol. 168, No. 2, p. 533-536.
31. **Poškas P., Poškas R.** Mixed convection in channel flows // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 1, p. 31-56.
32. **Poškas R., Sabanskis D.** Experimental investigation of opposing turbulent mixed convection heat transfer in an inclined flat channel for unstable density stratification 1. Method and results for an inclination angle $\phi=60^\circ$ // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 381-390.
33. **Poškas R., Sabanskis D.** Experimental investigation of opposing turbulent mixed convection heat transfer in an inclined flat channel for unstable density stratification 2. Inclination angle effect on heat transfer // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 391-398.
34. **Pranevičius L., Milčius D., Templier C.** The effects of dynamic structural transformations on hydrogenation properties of Mg and MgNi thin films // International journal of hydrogen energy. ISSN 0360-3199. 2009. Vol. 34, Iss. 12, p. 5131-5137.
35. **Pranevičius L., Milčius D., Templier C., Pranevičius L.L., Lelis M.** Studies of Mg film and substrate coupling effects on hydrogenation properties // Journal of alloys and compounds. ISSN 0925-8388. 2009. Vol. 488, Iss. 1, p. 360-363.
36. **Pranevičius L., Pranevičius L.L., Martinavičius A., Kanapickas A., Templier C.** Studies of carbon behavior in tungsten under carbon and hydrogen mixed irradiation // Vacuum. ISSN 0042-207X. 2009. Vol. 83, Suppl. 1, p. 45-50.
37. **Pranevičius L., Wirth E., Milčius D., Lelis M., Pranevičius L.L., Bačianskas A.** Structure transformations and hydrogen storage properties of co-sputtered MgNi films // Applied surface science. ISSN 0169-4332. 2009. Vol. 255, Iss. 11, p. 5971-5974.
38. **Pranevičius L., Wirth E., Milčius D., Lelis M., Pranevičius L.L., Kanapickas A.** Effects of surface dynamic behavior on hydrogen storage properties of sputter-deposited MgNi films // Surface & coatings technology. ISSN 0257-8972. 2009. Vol. 203, Iss. 8, p. 998-1003.
39. **Pranevičius L.L., Pranevičius L., Milčius D.** Membrane hydrogen separation from ionized hydrocarbon gases // Materials science (Medžiagotyra). ISSN 1392-1320. 2009. Vol. 15, No. 2, p. 135-138.
40. **Snapkuskienė V., Valinčius V., Valatkevičius P.** Heat transfer in the Arc discharge channel // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 399-413.
41. **Stravinskienė V., Erlickytė-Marčiukaitienė R.** Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) radial growth dynamics in forest stands in the vicinity of "Akmenės Cementas" plant // Journal of environmental engineering and landscape management. ISSN 1648-6897. 2009. Vol. 17, No. 3, p. 140-147.
42. **Štreimikienė D., Roos I.** GHG emission trading implications on energy sector in Baltic States // Renewable & sustainable energy reviews. ISSN 1364-0321. 2009. Vol. 13, No. 4, p. 854-862.
43. **Štreimikienė D., Roos I., Rekis J.** External cost of electricity generation in Baltic States // Renewable & sustainable energy reviews. ISSN 1364-0321. 2009. Vol. 13, Iss. 4, p. 863-870.
44. **Valinčius M., Šeporaitis M., Pabarčius R.** Uncertainty and sensitivity analysis of rapid condensation simulation results using the adapted RELAP5 version // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 1, p. 1-15.
45. **Wirth E., Munnik F., Pranevičius L.L., Milčius D.** Dynamic surface barrier effects on hydrogen storage capacity in Mg-Ni films // Journal of Alloys and Compounds. ISSN 0925-8388. Vol. 475, Iss. 1-2, p. 917-922.
46. **Zujus R., Makarevičius R., Poškas P.** Numerical simulation of turbulent mixed convection heat transfer variation along a vertical flat channel for aiding flows // Heat transfer research. ISSN 1064-2285. 2009. Vol. 40, No. 5, p. 443-454.

Straipsniai mokslo leidiniuose, registruotuose tarptautinėse mokslinės informacijos duomenų bazėse

1. **Alzbutas R., Kupčiūnienė K., Lysak S.** Atominės elektrinės saugą veikiančių ekstremalių vėjų tikimybinis vertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T.55, Nr. 1, p. 20-26. [INSPEC, IndexCopernicus]
2. **Babilas E., Urbonavičius E., Rimkevičius S., Gasiūnas S., Valinčius M.** Simulation of hydrogen distribution at the Ignalina NPP confinement during BDBA // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 133-143. [INSPEC, IndexCopernicus]
3. **Baltušnikas A., Levinskas R., Lukošūtė I., Grybėnas A., Kriūkienė R.** Karštyje stiprių plienų degradavimo įvertinimas metalų struktūros tyrimo metodais // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 47-52. [INSPEC, IndexCopernicus]
4. **Bertašienė A.** Gyvenamųjų ir darbo patalpų aplinkos oro sąlygų vertinimo kokybiškumo ir tikslumo tyrimas naudojant plačiai metrologijos taikomus termoanemometrus // Mokslas – Lietuvos ateitis. Pastatų inžinerinės sistemos. ISSN 2029-2341. 2009. T. 1, Nr. 1, p. 18-21. [IndexCopernicus]
5. **Bončkus A., Zygmantas G.** Vandens skaitiklių patikros įrenginiai ir jų kalibravimo rezultatai // Mokslas – Lietuvos ateitis.

Pastatų inžinerinės sistemos. ISSN 2029-2341. 2009. T. 1, Nr. 1, p. 26-28. [IndexCopernicus]

6. **Briliūtė I., Maslauskas E.** Įvadinis vandens skaitiklių metrologinių charakteristikų tyrimas esant pereinamiesiems tekėjimo režimams // Mokslo – Lietuvos ateitis. Pastatų inžinerinės sistemos. ISSN 2029-2341. 2009. T. 1, Nr. 1, p. 29-31. [IndexCopernicus]
7. **Česna B.** Сопоставление экспериментальных и расчетных местных температур поверхностей стержней в угловом сегменте продольно обтекаемой газоохлаждаемой сборки // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 61-64. [INSPEC, IndexCopernicus]
8. **Gaigalis V., Škėma R.** Lietuvos pramonės vystymosi bei kuro ir energijos vartojimo pramonės sektoriuje 2002–2007 m. analizė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 228-236. [INSPEC, IndexCopernicus]
9. **Gailiusis B., Jablonskis J., Tomkevičienė A.** Rėkyvos ežero vandens lygio kaitos tendencijos // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 85-90. [INSPEC, IndexCopernicus]
10. **Gasiūnas S., Šeporaitis M.** Tarpfazinio paviršiaus trinties dvifazėje tėkmėje nustatymas 2. Greičio profilio kitimas garui tekant kanale virš laisvo vandens paviršiaus // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 154-157. [INSPEC, IndexCopernicus]
11. **Jusevičiūtė A., Kaliatka T., Kaliatka A., Ušpuras E.** FEMAXI-6 programų paketo taikymas modeliuojant procesus, vykstančius RBMK-1500 šilumą išskiriančiuose elementuose // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 65-76. [INSPEC, IndexCopernicus]
12. **Kaliatka A., Kopustinskas V., Vaišnoras M.** Water hammer model sensitivity study by the FAST method // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 13-19. [INSPEC, IndexCopernicus]
13. **Kalpokaitė-Dičkuvienė R., Česnienė J., Matulionienė V., Antonovič V.** Influence of microsilica additive on thermal conductivity of refractory fireclay-based castable // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 116-120. [INSPEC, IndexCopernicus]
14. **Kilda R., Grigaliūnienė D., Bartkus G.** Landfill tipo radioaktyviųjų atliekų kapinynui numatytų aikštelių įvertinimas 2. Radionuklidų sklaidos atmosferoje analizė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 144-148. [INSPEC, IndexCopernicus]
15. **Klementavičius A., Kadiša S.** EEI bandomosios 14 mazgų schemos pralaidumo didinimas jungtiniu galios srauto perdavimo įrenginiu // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 220-227. [INSPEC, IndexCopernicus]
16. **Kriaučiūnienė J., Šarauskienė D., Gailiusis B.** Estimation of uncertainty in catchment-scale modeling of climate change impact (case of the Merkys River, Lithuania) // Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. ISSN 1392-1649. 2009. Vol. 47, No. 1, p. 30-39. [INSPEC, CAB Abstracts]
17. **Kulokas M., Pedišius N.** Calculation of expanded uncertainty of volume metering in reference measuring tanks using Monte Carlo method // Matavimai. ISSN 1392-1223. 2009. Vol. 43, Nr. 1, p. 9-12. [IndexCopernicus]
18. **Kveselis V., Dzenajavičienė E.F., Tutlytė O., Lisauskas A., Masaitis S.** Ukrainos ir Lietuvos savivaldybių šilumos ūkio būklės ir problemų palyginamoji analizė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 77-84. [INSPEC, IndexCopernicus]
19. **Lekavičius V., Bobinaitė V., Galinis A.** Naftos kainų ryšiai su Lietuvos kviečių augintojų veiklos rezultatais // Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai. Mokslo darbai. ISSN 1822-6760. 2008. Nr. 15 (4), p. 100-109.
20. **Lekavičius V., Galinis A.** Finansinio skatinimo priemonių įtaka individualių namų šildymo raidai // Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos. ISSN 1648-9098. Vol. 15, No. 2, p. 143-150. [IndexCopernicus]
21. **Lekavičius V., Galinis A.** Pelno mokesčių konvergencijos procesai Europos Sąjungos valstybėse // Vadyba. ISSN 1648-7974. 2009. Vol. 14, No. 2, p. 83-90. [IndexCopernicus]
22. **Marcinauskas K., Korsakienė I., Tumosa A.** Termoakumuliacinių 10 kV ir 0,4 kV elektrodinių katilinių statybos ir sunykimo Lietuvoje istorinė analizė // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 252-263. [INSPEC, IndexCopernicus]
23. **Marčiukaitis M., Erlickytė-Marčiukaitienė R., Tumosa A.** Vėjo greičio kitimo dėsningumų Lietuvos pajūrio regione tyrimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 27-34. [INSPEC, IndexCopernicus]
24. **Maslauskas E., Zygmantas G.** Įrengimo sąlygų įtaka srauto matuoklių metrologinėms charakteristikoms // Mokslo – Lietuvos ateitis. Pastatų inžinerinės sistemos. ISSN 2029-2341. 2009. T. 1, Nr. 1, p. 49-51. [IndexCopernicus]
25. **Narkūnas E., Šmaižys A., Poškas P.** Reaktoriaus RBMK-1500 konstrukcinių elementų neutroninės aktyvacijos skaitinis vertinimas. 3. Kuro kanalų neutroninės aktyvacijos vertinimas naudojant sumodeliuotus neutronų srautus // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 200-208. [INSPEC, IndexCopernicus]
26. **Pedišius A., Janušas V., Bertašienė A.** Low air velocity measurement characteristics' variation due to flow regime // International journal of mechanical, industrial and aerospace engineering. ISSN 2073-056X. 2009. Vol 3, No. 1, p. 25-29. (EBSCO, GALE, INTUTE, DOAJ)
27. **Poškas P., Šimonis V.** Šilumos atidavimas sraigtinių kanalų pradinėje šiluminės stabilizacijos dalyje oro sraute // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 91-100. [INSPEC, IndexCopernicus]
28. **Sirvydas A., Drumstas G., Poškas R.** Šilumos atidavimo skaitiniai tyrimai vertikaliame plokščiame kanale mišrios konvekcijos atveju priešingų krypčių tėkmėse. 3. Laminarinė mišri konvekcija bei perėjimas į sukurinį tekėjimą esant vienpusiam kaitinimui // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 245-251. [INSPEC, IndexCopernicus]
29. **Sirvydas A., Poškas P.** Panaudoto RBMK-1500 branduolinio kuro, palaidoto konceptualiaje kapinyne, temperatūros kitimo modeliavimas 1. Temperatūros kitimas molingose uolienose įrengtame kapinyne // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 1-5. [INSPEC, IndexCopernicus]
30. **Slavickas A., Pabarčius R., Tonkūnas A.** Ignalinos AE galios ir garo reaktyvumo koeficientų dinaminis modeliavimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 6-12. [INSPEC, IndexCopernicus]
31. **Snapkauskienė V., Valinčius V., Valatkevičius P.** Dujų dinamikos ir šilumos pernašos kataliziniame monolitiniame reaktoriuje su CuO katalizatoriumi ypatumai oksiduojant CO // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 121-126. [INSPEC, IndexCopernicus]
32. **Štreimikienė D., Mikalauskienė A.** Integruotų rodiklių taikymas Nacionalinės energetikos strategijos monitoringui // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 158-166. [INSPEC, IndexCopernicus]
33. **Tonkonogij J.** Новое уравнение вращения ротора турбинного шестика газа в нестационарных потоках

- // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 172-177. [INSPEC, IndexCopernicus]
34. **Vaitkevičienė V., Narkūnienė A., Grigaliūnienė D.** Solubility of radionuclides released from spent nuclear fuel disposed of in a geological repository. 1. Solubility assessment methodology // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p.237-244. [INSPEC, IndexCopernicus]
 35. **Valinčius M., Šeporaitis M., Pabarčius R., Babilas E.** Dvifazio vienkomponenčio ir dvikomponenčio stratifikuoto srauto pasvirusiame kanale eksperimentinis ir skaitinis tyrimas pastovaus garingumo sąlygomis // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 178-184. [INSPEC, IndexCopernicus]
 36. **Zujus R., Jankauskas J., Bartkus G.** Mišrios konvekcijos skaitiniai tyrimai vertikaliame plokščiame kanale pereinamojo tekėjimo zonoje esant vienkryptėms tėkmėms. 2. Eksperimentinių režimų skaitinis modeliavimas, kai oro slėgis yra 0,2 MPa // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 209-213. [INSPEC, IndexCopernicus]
 5. **Kaliatka A., Valinčius M., Augutis J., Krikštolaitis R., Rimkevičius S., Dundulis G., Bakas R.** Patikimumo įvertinimo metodikos taikymas Kauno miesto centralizuotam šilumos tiekimo tinklui // Šiluminė technika. ISSN 1392-4346. 2009. Nr. 1; Nr. 2, p. 19-22.
 6. **Kovalenkoviėnė M.** Apgintos disertacijos: Klimato kaitos įtaka Lietuvos upių nuotėkiui (Diana Meilutytė-Barauskienė) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 188.
 7. **Meilutytė-Barauskienė D.** Jaunoji energetika – dabartis ir ateitis // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2009. Nr. 9, p. 24-25, 41.
 8. **Meilutytė-Barauskienė D.** Lietuvos energetikos institute – 6 oji kasmetinė doktorantų ir jaunųjų mokslininkų konferencija // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. Vol. 55, No. 4, p. 264-265.
 9. **Milčius D.** Vandenilis – naujos kartos energijos šaltinis // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2009. Nr. 10, p. 4-6.
 10. **Ragwitz M., Schade W., Breitschopf B., Walz R., Helfrich N., Rathmann M., Resch G., Faber T., Panzer C., Haas R., Nathani C., Holzhey M., Zagame P., Fougereyrollas A., Konstantinavičiūtė I.** Summary of the results of the Employ-RES research project conducted on behalf of the European Commission DG energy and transport // The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. Brussels. April 2009, p. 1-27.

Straipsniai kituose moksliniuose periodiniuose leidiniuose

1. **Blumberga D., Ozolina L., Roša M., Gajs H., Zuvala J., Lehavacka M., Kallaste T., Laurs A., Perednis E., Jakubess J., Tantareanu K., Pčelka F., Vebers R., Brinkers S.** Lidzsa-dedzinašana – no izpetes līdz reālam pielietojumam: tehnoloģiju un biomasas pegades prasmju veicinašana centralas un austrumeiropas valstis // Projektu COFITECK finansē Eiropas Komisija DG TREN FP6 programmas “Izpete un tehnoloģiska attīstība” ietvaros. Rīga, 2009. ISBN 978-9934-8058-1-3, p. 1-69.
2. **Miškinis V., Galinis A., Konstantinavičiūtė I.** Current and future options for nuclear power use in Lithuania // International perspectives on energy policy and the role of nuclear power/ed. L. Mez, M. Schneider, S. Thomas. United Kingdom: Multi-Science Publishing Co.Ltd, 2009. ISBN 978-1-907132-11-7, p. 301-319.
3. **Radziukynas V., Radziukynienė I.** Optimization methods application to optimal power flow in electric power systems // Optimization in the energy industry / Ed.J. Kallrath, P.M. Pardalos, S. Rebennack, M. Scheidt. Springer, 2009. ISBN 978-3-540-88964-9, p. 409-436.
4. **Štreimikienė D.** Klimato kaitos švelninimo politika Lietuvoje // Lietuva Europos Sąjungoje 2004-2008. Metrašči. Skiriama penkerių metų Lietuvos narystei Europos Sąjungoje paminėti. Vilnius: Eugrimas, 2009. ISSN 2029-2201, p. 137-154.
11. **Savickas J.** Biodujų gamybos energetikos aspektai Lietuvoje // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2009. Nr. 1, p. 14-17.
12. **Savickas J.** Mantas Marčiukaitis apgynė daktaro disertaciją // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 129.
13. **Savickas J., Žiugžda V.** Prof. habil. dr. Vladislavui Katinui – 70 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 65.
14. **Sinkevičienė E.** Apgintos disertacijos: Glicerolio frakcijos terminio skaidymo vandeniliu praturtintoms dujoms gauti tyrimas (Nerijus Striūgas) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 187-188.
15. **Štreimikienė D.** Socialinių ir technologinių inovacijų kūrimas, pasitelkiant darnumo ir aplinkos vertinimo metodus (Asta Mikalauskienė) // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2009. Nr. 4, p. 3-5.
16. **Štreimikienė D.** Kinijos hidroenergetikos stebuklas // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2009. Nr. 9, p. 7-9.
17. **Štreimikienė D.** Apgintos disertacijos: Rinką imituojančių klimato kaitos švelninimo priemonių Lietuvos energetikoje vertinimas // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 188-189.
18. **Tomkevičienė A., Kovalenkoviėnė M.** Prof. habil. dr. Brunonui Gailiūšiui – 70 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 2, p. 128-129.
19. **Urbonas R.** Lietuvos energetikos institute įkurtas europinio lygio Vandenilio energetikos technologijų centras // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 186-187.
20. **Urbonas R.** Lithuania // Hydrogen implementing agreement 2008 annual report: IEA agreement on the production and utilization of hydrogen. USA, 2009, p. 97-102.
21. **Urbonavičius E.** Apgintos disertacijos: Vandenilio pasiskirstymo atominių elektrinių apsauginiuose kiaučiuose analizė (Egidijus Babilas) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 70.
22. **Žiugžda V.** Prof. habil. dr. Algimantui Ambrazevičiui – 75 // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 3, p. 185-189.

Mokslo populiarinimo straipsniai

1. **Alzbutas R.** Apgintos disertacijos: Tikimybinis energetikos įrenginių senėjimo vertinimas ir kontrolė (Vaidas Matuzas) // Energetika. ISSN 0235-7208. 2009. T. 55, Nr. 1, p. 70-71.
2. **Erlickytė-Marčiukaitienė R.** Mokslo ir technologijų populiarinimo projektas „Apie energiją mastyk kitaip“ // Mokslas ir gyvenimas. ISSN 0134-3084. 2009. Nr. 1, p. 28-29.
3. **Galinis A.** Ignalinos AE uždarymo padariniai ir jų sušvelninimo priemonės // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2009. Nr. 2, p. 4-5, 10-13.
4. **Itimad Soufi, Nguyen Nam Giang, Ušpuras E.** Challenges and strategies from across the globe // Safety & radiation protection-building up tomorrow's skills. EUROSAFE Tribune, February 2009, p. 30-33.

LEI įvykiai 2009 m.

Sausio 22 d. Kauno miesto savivaldybei įteiktas ES apdovanojimas



Kovo 2 d. TATENA seminaras „Saugos analizė jėgainių modifikacijoms“



Kovo 17 d. Lietuvos mokslų akademijos visuotinio susirinkimo ataskaitinė sesija. Lietuvos mokslų akademijos 2008 m. premijų laureato diplomai įteikiami habil. dr. A. Pedišiui, dr. J. Tonkonogij, dr. G. Zygmantui ir dr. N. Pedišiui (nuotr. kairėje). Vardinė Algirdo Žukausko premija įteikiama instituto direktoriui prof. habil. dr. MA nariui-korespondentui Eugenijui Ušpurui



Balandžio 20 d. Nordic Energy Research delegacijos vizitas LEI

Kovo 18 d. KTU karjeros dienos 2009



Balandžio 20 d. Prof. Brunonui Gailiui – 70



Balandžio 24 d. Instituto direktoriumi išrinktas E. Ušpuras



Balandžio 24 d. Energetikų dienos proga habil.dr. A.Kaliatka gavo LR Seimo pirmininko padėkos raštą



Gegužės 11 d. Europos atominės energ. asociacijos radioaktyvių atliekų tvarkymo 10 susitikimas



Gegužės 12 d. Seminaras „Mokslo, studijų ir verslo slėnis „Santaka““. Kalba asociacijos „Santakos slėnis“ direktorius E. Mačikėnas

Gegužės 28-29 d. Konferencija
„Jaunoji energetika 2009“

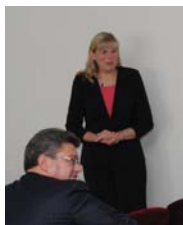


Birželio 9 d. Seminaras „Mokslo,
studijų ir verslo slėnis „Santaka““



Birželio 10 d. Dr. A. J. Ragauskas paskaita
„Biokuras ir atnaujinama energija JAV“

Rugsėjo 18 d.
RES-H Policy projekto
seminaras



Spalio 15 d. Informacinė diena – ES 7BP
specifinės programos „Bendradarbiavimas“
teminė sritis „Kosmosas“



Spalio 19 d. Prasidėjo regioniniai branduolinės
saugos mokymai



Lapkričio 9-10 d. TATENA projekto
“Use of Numerical Models in Support
of Site Characterization and
Performance Assessment Studies of
Geological Repositories” techninis
susitikimas



Lapkričio 24-27 d. Iš valstybės
subsidijų finansuojamų mokslinių darbų gynimas



Lapkričio 26 d. JMS seminaras
„Pastatų šiluminis“



Gruodžio 17 d. Seminaras
„Bioenergetikos gamyba ir vartojimas
Lietuvoje“



Gruodžio 22 d. Institutui
skirta Lietuvos
pramoninių
konfederacijos
nominacija „Sėkmingai
dirbanti įmonė“



Gruodžio 29 d. 2009 m. palydint



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)
Li233
ISSN 1822-007X