
Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centro veiklos kryptys

Povilas Balčiūnas, Vytautas Adomavičius

*Kauno technologijos universitetas,
Elektrotechnikos ir automatikos
fakultetas, Atsinaujinančiųjų šaltinių
energijos technologijų centras,
Studentų g. 48–329,
LT-3031 Kaunas
pobal@eaf.ktu.lt, vytado@eaf.ktu.lt*

Vytenis Leonavičius

*National Microelectronics Research
Centre, University College, Cork,
Ireland
vleon@nmrc.ie*

Požangiausios pasaulio šalys, bet nebūtinai turtingiausios, pastaruosius du dešimtmečius intensyviai plėtojo atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijas. Daug laimėjimų šioje srityje pasiekė ne tik Danija, Vokietija, Jungtinė Karalystė, JAV, Olandija, Norvegija, bet ir Airija, Ispanija, Indija, Kinija, Brazilija ir kitos šalys. Nors ir labai vangiai, po truputį į šį procesą pradeda įsitraukti ir Lietuva. Dabartiniai tempai yra aiškiai nepakankami. Šiai sričiai plėtoti Lietuvoje turėtų būti skiriama kur kas daugiau dėmesio ir bent truputį lėšų.

Kauno technologijos universiteto vadovybė, suprasdama šių dienų aktualijas, 2000 m. pavasarį Elektrotechnikos ir automatikos fakultete įkūrė Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centrą. Šiuo straipsniu siekiame supažindinti Lietuvos technišką visuomenę su įkurtuoju centru, jo veiklos koncepcija, centro materialine metodine baze ir jos plėtra, moksline veikla, vykdomomis mokslinėmis programomis, su mokymo, švietimo ir bendradarbiavimo veikla.

Raktažodžiai: atsinaujinantieji šaltiniai, energija, technologijų centras, mokymas, švietimas, moksliniai tyrimai

1. ĮVADAS

Požangiausių šalių energetikos plėtros tendencijų ir perspektyvų analizės rezultatai rodo, kad atsinaujinančios energijos technologijos (AET) yra sparčiausiai besiplėtojanti pasaulio energetikos sritis. Tai nėra atsitiktinis reiškinys. Senkant tradicinių iškastinių energetinių žaliavų ištekliams ir didėjant jų kainoms, atsirado būtinybė ieškoti kitų energijos šaltinių. Po didžiojo naftos produktų kainų šuolio XX a. aštuntojo dešimtmečio pradžioje ir išryškėjus ekologinės krizės padariniams, buvo pradėta vis dažniau naudoti kuro nereikalaujančius atsinaujinančiuosius bei alternatyvius energijos šaltinius: vėjo, saulės, mažųjų upių tvenkinius, žematemperatūrius (panaudojant šilumos siurblius) ir geoterminius šaltinius bei biomasę, biokurą, biodegalus, biodujas. Visi šie energijos šaltiniai yra arba ekologiškai švarūs, arba bent jau kur kas švaresni (biomasė ir kiti), negu tradiciniai energijos šaltiniai – nafta, orimulsija, anglys ir gamtinės dujos. Todėl AET plėtra sėkmingai prisideda prie šiltnamio efekto problemos sprendimo. Netgi neįvertinus tradicinių energijos gamybos technologijų, pagrįstų iškastinių žaliavų deginimu, daromos žalos aplinkai, neretai AET jau sėkmingai konkuruoja su tradicinėmis energijos gamybos techno-

logijomis. Nuolatinis tradicinių energetinių žaliavų ir energijos brangimas sudarys tik dar geresnes sąlygas tolimesniam AET plėtojimui. Todėl neatsitiktinai **Europos Sąjungoje AET plėtra vertinama kaip viena prioritetinių ekonomikos, ekologijos ir energetikos sričių**. Teigiama, kad atsinaujinančioji energetika labai daug prisidės efektyviai sprendžiant svarbiąsias žmonijos megaproblemas – globalinio atšilimo, ekologijos ir apsirūpinimo energijos ištekliais.

AET plėtra reikėtų labai susirūpinti ir Lietuvoje. Laikas bėga labai greitai. Štai nuo Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo praėjo jau daugiau kaip 10 metų, o per tą laiką laimėjimai AET įdiegimo srityje mūsų šalyje labai menki. Labai greitai prabėgs ir tie keturi dešimtmečiai, kai pagal prognozę pasaulyje baigsis komerciniai naftos ištekliai, ir dar du dešimtmečiai, kai išseks ir gamtinių dujų atsargos [1]. Prognozuojama, kad jau 2025 m. vienas barelis naftos kainuos apie 100 JAV dolerių. Suprantama, kad atitinkamai pabrangs ir gamtinės dujos. Atominės energetikos plėtra yra gana problemiška, ypač neturtingai ir mažai Lietuvai. Be to, po 2001 m. rugsėjo 11 d. teroro aktų Niujorke ir Vašingtone Tarptautinė atominės energijos agentūra pripažino, kad mažai ką galima padaryti užtikrinant branduolinių elektrinių saugumą nuo panašių išpuolių, kurie galėtų sukelti Čer-

nobylio tipo katastrofas [2]. Tačiau, iš ko tuomet gaminsime šiluminę ir elektros energiją? Negalime tikėtis, kad „per naktį“ AET srityje padarysime tai, ką kitos šalys kūrė dešimtmečiais. Todėl būtų gerai, kad nors dabar atsakingi mūsų šalies specialistai energetikos plėtros strategijoje deramą dėmesį skirtų atsinaujinančiųjų ir alternatyviųjų energijos šaltinių naudojimui. Palankios sąlygos šioms problemoms spręsti susidaro Lietuvai jungiantis į ES, tarp kurios narių yra didelę patirtį šioje srityje turinčių valstybių. Iš jų galima ir verta daug ko pasimokyti.

Pagal EK „Baltosios knygos“ nuostatas, kiekvienai ES valstybei, tarp kurių tikisi būti ir Lietuva, reikia turėti savo suformuotą AET plėtros strategiją ir savo indėlį į bendrąją ES valstybių 2010 m. minimalųjį tikslą: **bent 12% energijos gauti naudojant AET**. Šioje strategijoje reikia įvardyti planuojamas įdiegti technologijas bei optimalias šalies sąlygomis elektros energijos konversijos struktūras. Akcentuojama, kad ypatingą dėmesį reikia skirti AET konkurencingumui didinti, skatinti mažos ir vidutinės galios jėgainių, kuriose naudojamos AET, statybą ir su tuo susijusį naujų darbo vietų kūrimą. **Labai svarbus ir paruošiamosios veiklos uždavinys – intensyviai šviesti visuomenę, formuoti objektyvų, mokslinį požiūrį į AET naudojimo pranašumus ir būtinybę.** Integruodamasi į ES ir būdama jos narė, Lietuva tik tada galės sėkmingai panaudoti šiai sričiai iš ES skiriamas didžiules investicijas, **jeigu mūsų šalyje AET bus naudojamos ir plėtojamos jau dabar.** Kai kurios Lietuvos institucijos jau rengia projektus ir programas, kuriems būtų galima gauti svarią ES, kai kurių užsienio valstybių ir tarptautinių organizacijų finansinę paramą, bet labai dažnai jų planai žlunga dėl to, kad Lietuva neįneša savo dalies, kuri paprastai sudaro nuo 20 iki 50%. Čia daroma didelė klaida, nes stabdoma pažanga ir užsienio investicijos į naujosios Lietuvos statybą, lieka neįgyvendinti svarbūs projektai, kuriuos anksčiau ar vėliau vis dėlto reikės įgyvendinti, bet jau vien savo lėšomis. Todėl galėtų būti sudarytas specialus fondas tokiems projektams paremti iš Lietuvos pusės, nes ministerijos, nors morališkai paremia, finansinės paramos suteikti neįstengia.

Įdomu pažymėti, kad EK pavyzdžiu neseniai mūsų šalyje taip pat parengta „Baltoji knyga“, tačiau AET joje netgi nepaminėtos (tuo tarpu nuolat kalbama, kad einame į Europą). Manome, kad susiklosčiusių aplinkybių dėka Lietuvai savo energetiką labai pagrindusiai (per 90%) importuojamomis iškastinėmis energetinėmis žaliavomis, turėtų ypač rūpėti kuro nereikalaujantys ir pigūs vietiniai energijos šaltiniai bei energiją tausojančios technologijos. Mūsų nuomone, tai turėtų atsispindėti ir Lietuvos „Baltojoje knygoje“.

Jeigu daugumoje pasaulio valstybių būtų intensyviai plėtojama atsinaujinančiųjų ir alternatyviųjų šaltinių energetika, tai leistų prailginti likusiųjų iškastinių energijos šaltinių naudojimo laikotarpį, laimėti daugiau laiko ir iš dalies išvengti galimų nepageidaujamų įtampų tarp valstybių būsimumų energetinių krizių metu.

Įvertinus dabartinę Lietuvos energetikos būklę ir minėtas AET plėtros tendencijas, jau parengta Lietuvos nacionalinė saulės programa – LNSP (2000–2005), kuri integruojama į UNESCO Globalinę saulės programą (1996–2005). Joje jau dalyvauja daugiau kaip šimtas pasaulio valstybių. LNSP sudarys prielaidas sėkmingai realizuoti moderniąsias AET ir Lietuvoje. Kaip buvo numatyta šioje programoje, 2000 m. balandžio 19 d. KTU Elektrotechnikos ir automatikos fakultete įsteigtas pirmasis Pabaltijo šalyse Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centras (AŠETC) [3, 4].

2. CENTRO VEIKLOS KONCEPCIJA

Strateginis KTU Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centro tikslas – ruošti šios srities specialistus ir prisidėti formuojant objektyvią, moksliskai pagrįstą Lietuvos visuomenės nuomonę apie atsinaujinančiųjų šaltinių energijos modernių technologijų perėmimą ir praktinį naudojimą mūsų šalyje. Pagrindinis centro veiklos akcentas – tai glaudus įvairių lygių studijų ir mokslinio tyrimo veiklos kompleksiskumas. Šios veiklos uždaviniai studijų ir švietimo srityje yra atsinaujinančiųjų bei alternatyviųjų šaltinių energijos technologijų sistemingas mokymas, propagavimas ir naudojimo įgūdžių ugdymas visuose studijų sistemos lygmenyse: studentų, magistrantų, doktorantų, pramonėje ir žemės ūkyje dirbančių inžinierių [5, 6]. Mokslinių tyrimų srityje – bendradarbiaujant su Lietuvos ir užsienio mokslo centrais, mokslinėse programose turi būti sprendžiamos Lietuvos sąlygomis moksliskai pagrįstų modernių šios srities technologijų perėmimo ir praktinio naudojimo problemos. Kaip žinia, šis perėmimo procesas yra ilgalaikis, tolydžiai spartėjantis, todėl investicijos į švietimą ir mokslą šioje veiklos srityje yra perspektyvios, turinčios ilgalaikę išliekamąją vertę. Be šios veiklos plėtros negalimas naujausių technologijų diegimas ir Lietuvoje egzistuojančių energetikos, ekologijos bei ekonominių ir socialinių problemų sprendimas.

Visapusė AŠETC veikla bus grindžiama, remiantis Centre sudarytu moksliniu projektu „Atsinaujinančiosios energijos praktinio panaudojimo galimybių sukūrimas Lietuvoje“ [7], kuris patvirtintas KTU Elektrotechnikos ir automatikos fakulteto taryboje.

Mokymo ir švietimo srityje Centras propaguos visas Lietuvai aktualias AŠE naudojimo sritis, o moks-

linių tyrimų srityje plėtos tik su elektros energijos, gaunamos iš atsinaujinančiųjų ir alternatyviųjų šaltinių, konversija ir naudojimu susijusius darbus.

3. CENTRO MATERIALINĖ METODINĖ BAZĖ IR JOS PLĖTRA

Naujajame KTU Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centre kuriama mokomoji techninė bazė, kurioje numatyta įrengti 12–15 laboratorinių darbų stendų ir realizuotų praktinių projektų su demonstracinėmis technologijomis, įrengtomis KTU ir pas veiklos partnerius.

Šiuo metu AŠETC elektros keitiklių laboratorijoje jau įrengti ir naudojami studijų procese nauji modernių energijos konversijos technologijų laboratoriniai darbai:

- pagrindinių saulės energinės erdvės parametru matavimas ir spindulinės energijos charakteristikų sudarymas,
- fotoelektrinių keitiklių parametru ir charakteristikų tyrimas,
- energijos tiekimo sistemų savybių ir charakteristikų tyrimas,
- elektrocheminio generatoriaus savybių ir charakteristikų tyrimas (demoanalitinis laboratorinis darbas),
- puslaidininkinio konverterio savybių ir charakteristikų tyrimas,
- mažosios hidrojėgainės elektros energijos konversijos sistemos savybių ir charakteristikų tyrimas,
- vėjo jėgainės elektros energijos konversijos sistemos savybių ir charakteristikų tyrimas,
- saulės jėgainės elektros energijos konversijos sistemos savybių ir charakteristikų tyrimas,
- termoelektros generatoriaus savybių ir charakteristikų tyrimas,
- kogeneracinės termoelektros bei šilumos jėgainės savybių ir charakteristikų tyrimas.

Rengiami ir kiti laboratoriniai darbai su veikiančiomis hibridinėmis saulės ir vėjo, šilumos ir termoelektros, saulės–vėjo–vandenilio–elektrocheminio generatoriaus (SVVEG) demonstracinėmis mikrojėgainėmis. Šie darbai bus skirti modernių technologijų elektros jėgainių fizinių modelių veikimui tirti ir demonstruoti.

Daugumos laboratorinių darbų struktūra bus kompleksinė: tai realūs, praktiškai naudojami energetinės elektronikos moduliai ir jų sistemos, kurių savybės ir charakteristikos tiriamos virtualiojoje erdvėje, naudojant modernias schemotechninio ir struktūrinio matematinio modeliavimo kompiuterines programas.

Stiprinant Centro metodinę bazę, siekiama šių tikslų:

- AŠE konversijos technologijų stenduose panaudoti bazinius modulius, skirtus konkretaus technologinio proceso struktūros realizavimo principams ir to proceso eigai vaizdžiai atskleisti,
- sukaupti modernią programinę įrangą elektromagnetinių ir technologinių procesų schemotechniniam ir matematiniam modeliavimui, eksperimentiniam tyrimui ir sistemų projektavimui,
- sukaupti aukšto metodinio lygio mokymo literatūrą kiekvienam stendui, atskiras temas iliustruojant skaidrėmis ir vaizdajuostėmis,
- **panaudoti modernias informacines technologijas mokymo ir švietimo srityje, pasitelkiant veikiančią KTU regioninį distancinio mokymo centrą (KRDMC), kuriame yra 12 dėstytojų – kuratorių darbo vietų, turinčių garso ir vaizdo magnetofonus, palydovinės televizijos priėmimo sistemą, kompiuterius, įjungtus į kompiuterinį tinklą, ir kitas modernias informacijos pateikimo priemones.**

Šiuos tikslus pasiekus, Centre susidarys palankios galimybės tokiai veiklai:

- išmokti kurti AŠE sistemų technologinių stacionariųjų ir pereinamųjų procesų algoritmus ir jų realizavimo programas, derinti ir gauti pageidaujamus tų procesų parametrus,
- naudoti sukauptą programinę įrangą tyrimams pagal mokslines programas atlikti, studijoms bei praktinei projektinei veiklai,
- pasiekti aukšto lygio didaktinį efektą, gautą pasitelkus stendų funkcionalumą, modernų dizainą, mokymo ir demonstracines priemones,
- **bus galima organizuoti aukšto profesinio lygio studijas ir pasitobulinimo kursus technikos specialistams.** Tai bus efektyvi naujų technologijų reklamos ir populiarinimo priemonė.

Pastaruoju metu kuriamas ir palaipsniui įdiegiamas visas svarbiausių laboratorinių darbų ir demonstracinių objektų kompleksas, rengiamos metodinės priemonės: laboratorinių darbų aprašymai, kompiuterinės programos, paskaitų ir seminarų medžiaga informacijai pateikti per KRDMC. Ruošiami mokomieji tyrimo darbai bus dviejų lygių – profesinių studijų ir švietimo. Kai kurie tų darbų bus universalūs – operatyviai pritaikomi abiem lygiams juos šiek tiek modifikavus.

Taigi, AŠETC laboratorijoje jau dabar yra sukurta moderni minimalių poreikių mokslinė ir aukštosios studijoms bei švietimui reikalinga materialinė metodinė bazė, kuri intensyviai plėtojama toliau.

4. MOKSLINĖ IR MOKYMO VEIKLA

AŠET Centre natūraliai susiformavo šios pagrindinės atsinaujinančiųjų energijos šaltinių naudojimo mokslinių tyrimų kryptys:

- Lietuvos saulės energijos išteklių tyrimas,

– iš atsinaujinančiųjų ir alternatyviųjų šaltinių gautos elektros energijos konversijos sistemų ir jos modulių sintezė bei tyrimas,

– regeneracinio elektrocheminio generatoriaus (REG, angliškai RFC – Regenerative Fuel Cells) fizinio modelio sukūrimas ir jame vykstančių energijos konversijos procesų tyrimas,

– elektrocheminių generatorių su protonams laidžia membrana (EG su PLM, angliškai PEMFC – Proton Exchange Membrane Fuel Cells) ir kietų oksidų elektrocheminių generatorių (KOEK, angliškai SOFC – Solid Oxide Fuel Cells) energetinių charakteristikų tyrimas, iš jų gaunamos elektros energijos konversijos sistemų sintezė bei tyrimas,

– termoelektrinių generatorių modulių (TEGM, angliškai TEGM – Thermoelectric Generating Module) charakteristikų tyrimas, jų elektros energijos konversijos sistemų sintezė bei tyrimas.

Peržvelkime šias penkias pagrindines Centro mokslinės veiklos kryptis.

Lietuvos saulės energijos ištekliai (LSEI) buvo pradėti tirti vykdant Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondo remtą mokslo programą „Saulė ir kiti atsinaujinantys šaltiniai žemės ūkiui (1996–1999)“. Buvo atliktas nemažas darbas, kurio vienas svarbiausių rezultatų yra preliminarių LSEI nustatymas [8] ir pirmųjų šiuolaikinių šalies saulės energijos išteklių žemėlapių sudarymas. Daugiau apie šioje mokslo programoje AŠETC atlikto darbo rezultatus parašyta Centro vykdytų ir vykdomų mokslo programų apžvalgoje. Darbus LSEI srityje Centras numato vykdyti toliau kitose programose. Ateityje laukia ne mažiau svarbūs darbai: patobulintų saulės energijos monitoringo postų gamyba ir antrosios Lietuvos saulės energijos monitoringo sistemos [9] pakopos su saulės energinės apšvietos matavimu ir jos ekspozicijos skaičiavimu, gautos informacijos apdorojimas, patikslintų LSEI nustatymas ir jų žemėlapių sudarymas, gautų rezultatų paskelbimas moksliniuose-techniniuose leidiniuose ir internete laisvam naudojimui, kaip tai padaryta kitose AET plėtojančiose šalyse.

Viena svarbiausių Centro mokslinių tyrimų sričių yra atsinaujinančiųjų šaltinių energijos elektrinės konversijos sistemų bei atskirų tų sistemų modulių sintezė ir jų charakteristikų tyrimas. Tokios sistemos reikalingos dėl to, kad dažniausiai iš atsinaujinančiųjų šaltinių gaunama stochastiškai kintanti nestandartinių ir nestabilių parametrų nuolatinės srovės elektros energija, o vartotojui paprastai reikia stabilų standartinių parametrų kintamosios srovės elektros energijos ir bet kuriuo paros metu. Tam šios sistemos ir skirtos – kad pastoviai būtų garantuotas kokybiškų parametrų elektros energijos tiekimas. Priklausomai nuo energijos konversijos sistemoje naudojamo elektros generatoriaus tipo ir mažosios AĖŠ elektrinės tipo, tokios sistemos struktūroje gali būti

reikalingi tokie moduliai: lygintuvas KS/NS, NS/NS konverteris, AB įkroviklis arba regeneratyvinis elektrocheminis generatorius, AB arba elektrocheminė energijos saugykla, inverteris, ciklokonverteris, valdikliai, galios filtrai (čia KS – kintamoji srovė, NS – nuolatinė srovė, AB – akumuliatorių baterija). Lietuvoje mažųjų elektrinių AĖŠ pagrindu naudojimas yra dar tik pradinėje stadijoje. Jų platesnį panaudojimą riboja daug priežasčių, tarp jų ir įvertintos Lietuvos sąlygoms moksliskai pagrįstos apibendrinančios informacijos bei praktinio patyrimo stoka. Šių elektrinių energijos konversijos sistemose naudojami įvairių parametrų bei modifikacijų energetinės elektronikos moduliai, kurie gaminami užsienyje daugelyje konkuruojančių firmų. Įvairios užsienio firmos suinteresuotos realizuoti tik savo gamybos gaminius. Nėra padaryta tokių įtaisų palyginamosios analizės, neiširta galimybė sudaryti unifikuotas energetinės elektronikos modulių struktūras, neiširtos tų modulių suderinamumo problemos, nėra rekomendacijų vartotojams. Plėtojantis AET, Lietuvoje tokių energetinės elektronikos modulių reikės vis daugiau. Todėl, mūsų nuomone, šioje srityje būtina dirbti: technikuose universitetuose ir kolegijose ruošti specialistus, mokslo centruose kaupti išlaptintąją profesinę patirtį („know how“), plėtoti mokslinius tyrimus, kad mūsų specialistai tokią techniką galėtų aptarnauti, ją gaminti Lietuvoje ir kad šioje perspektyvioje srityje galėtume žengti koja kojon su išsivysčiusiomis pasaulio šalimis.

AŠETC, bendradarbiaudamas su KTU Bendrosios chemijos katedra, kuria regeneratyvinio elektrocheminio generatoriaus (REG) fizinį modelį. REG yra esminis elektrocheminės energijos saugyklos modulis. Elektrocheminė energijos saugykla yra viena moderniausių elektros energijos kaupiklių [10], kuriame elektros energija kaupiama potencinės cheminės energijos pavidalu. Naudojant REG, elektros energija pakeičiama į cheminę energiją elektrolite. Kai energetikos sistemoje atsiranda papildomas elektros energijos poreikis, naudojant REG, potencinę cheminę energiją galima paversti nuolatinės srovės elektros energija, kuri keitikliais konvertuojama į standartinių parametrų kintamosios srovės elektros energiją, pateikiamą į energetikos sistemą arba į autonominę elektros tinklą. Panaudojant REG, galima įrengti galingas didelės talpos pramonines energijos saugyklas, kurių nominalioji galia gali siekti dešimtis ir šimtus MW, o sukauptos energijos kiekiai skaičiuojami MWh ir GWh. Esant reikalui, tokie REG savo nominaliąją galią gali išvystyti per dešimtasias sekundės dalis. Energetikoje REG gali būti naudojami elektrocheminėse energijos saugyklose, kurios gali pakeisti kur kas didesnių gabaritų daug brangesnes hidroakumuliacines elektrines. Mažosiose energetikoje nedidelės talpos elektrocheminės energijos

saugyklos labai tinka atsinaujinančiųjų šaltinių mažosioms autonominėms elektrinėms kaip energijos kaupiklis [11]. Kuriant REG, KTU AŠETC kartu su Bendrosios chemijos katedra jau atlikti kai kurie darbai: pagamintas tokio generatoriaus veikiantis fizinis modelis. Gauti rezultatai teikia vilčių, kad tolimesni darbai bus sėkmingesni. Tačiau iki pramoninio įrenginio dar lieka ilgas mokslinio tyrimo ir tobulinimo kelias.

AŠETC nekuria elektrocheminių generatorių ir termoelektrinių generatorių modulių, nes tokių galimybių neturi. Tačiau Centras tiria jų, kaip netolimoje ateityje labai perspektyvių elektros energijos generatorių charakteristikas ir savybes bei praktinio panaudojimo galimybes. Kadangi šie generatoriai gamina nuolatinės srovės energiją, o vartotojui dažniausiai reikalinga standartinių stabilių parametru kintamosios srovės energija, tai Centras kuria ir tiria tokių generatorių energijos elektrinės konversijos sistemas ir atskirus šių sistemų modulius. Taip pat Centre kuriamos ir tiriamos įvairių mažųjų hibridinių atsinaujinančios energijos jėgainių su EG arba TEGM elektrinės konversijos sistemos. Dabartinėje tyrimų stadijoje šioje srityje naudojami schematiniai ir matematiniai struktūriniai minėtų sistemų modeliai.

Čia paminėti mokslinio tyrimo darbai atliekami dalyvaujant mokslo programose, projektuose arba visuomeniniais pagrindais, t. y. pačių tyrėjų iniciatyva ir lėšomis. Be finansavimo paprastai atliekami didelių išlaidų nereikalaujantys darbai pagal naują tematiką, kurių metu patikrinamos naujos idėjos ir temos perspektyvumas. Po to, turint įdirbį ir sukaupus tam tikrą patyrimą, galima be didesnės rizikos imtis atsakingų mokslinio tyrimo darbų. Trumpai peržvelkime svarbiausias Centro vykdytas ir vykdomas mokslines programas, jų tikslus ir gautus arba laukiamus rezultatus.

Lietuvos mokslo ir studijų fondo remtoje mokslo programoje „Saulė ir kiti atsinaujinantys šaltiniai žemės ūkiui (1996–1999)“ buvo siekiama šių tikslų:

- kartu su Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba (LHMT) įvertinti preliminarius LSEI,
- ištirti galimybes mažosiose hibridinėse saulės ir vėjo elektrinėse efektyviai naudoti vietovės atsinaujinančiąją energiją, kurios parametrai stochastiškai kinta plačiose ribose.

Atlikus šioje programoje Centrai pavestus darbus, gauti tokie rezultatai:

- **visoje šalies teritorijoje veikia pirmoji Lietuvos saulės energijos monitoringo pakopa** – sisteminis saulės spindėjimo trukmės matavimas 15 Hidrometeorologijos stočių [12],
- preliminariai įvertinti LSEI ir sudaryti jų žemėlapiai,

- sukurtas kompiuterizuotas monitoringo posto modelis antrajai Lietuvos saulės energijos monitoringo pakopai – sistemingam saulės apšvietos ir ekspozicijos registravimui [13–15],

- sudaryta efektyvi unifikuoti energetinės elektronikos modulių struktūra stochastiškai kintančios atsinaujinančiosios energijos konversijai.

Lietuvos nacionalinėje saulės programoje (2000–2005), kuri integruojama į UNESCO Pasaulio saulės programą (1996–2005), KTU AŠETC numatyti darbai mokslinių tyrimų ir mokymo bei švietimo srityse. Mokslo srityje atliekami darbai pagal šias temas:

- patikslintas saulės energijos išteklių nustatymas ir efektyvus jų naudojimas,
- mažosios saulės–vėjo–EG hibridinės elektrinės energijos konversijos procesų optimizavimas ir efektyvumo monitoringas.

Šioje srityje bus siekiama tokių tikslų ir rezultatų:

- atlikti patikslintus LSEI tyrimus,
- sukurti SEJ ir HSVEJ efektyvumo monitoringo postus,
- optimaliai suderinti hibridinės SVEG jėgainės struktūros elementus ir išspręsti valdymo sistemos optimizavimo problemas,
- paruošti SEMP techninę dokumentaciją ir pagaminti jų eksperimentinius pavyzdžius,
- parengti rekomendacijas LSE monitoringo sistemai sukurti,
- parengti SEJ ir HSVEJ efektyvumo monitoringo postų techninę dokumentaciją ir eksperimentinius pavyzdžius,
- įrengti HSVEG jėgainės laboratorinį pavyzdį KTU AŠETC,
- įrengti HSVEG demonstracines jėgaines LŽŪII ir mokslinėje-gamybinėje įmonėje SLENGIAI,
- įdiegti HSVEG demonstracinių jėgainių efektyvumo monitoringą mokslinėje-gamybinėje įmonėje SLENGIAI.

Gaila, kad Lietuvos Vyriausybė jau treči metai neranda lėšų šiai programai paremti. Dėl to negalima gauti ir UNESCO finansinės paramos, o Pasaulio saulės programa, kurioje dalyvauja daugiau kaip 100 valstybių, eina į pabaigą (2005 m.).

Mokymo ir švietimo atsinaujinančiųjų bei alternatyviųjų energijos šaltinių srityje šioje programoje keliamas pagrindinis tikslas – paruošti specialistus ir visuomenę modernių AŠET įdiegimui Lietuvoje. Tam tikslui pasiekti reikia:

- paruošti specialistus darbui Centre,
- Centre sukurti modernią materialinę ir metodinę bazę aukštosioms studijoms ir moksliniams-mokomiejiems tyrimo darbams,
- realizuoti mokymo ir švietimo procesą – aukštąsias studijas, seminarus, konferencijas, visuomenės švietimą – ir kitus praktinius šios srities projektus.

Kai kurių rezultatų mokymo ir švietimo srityje jau pasiekta: įkurtas KTU AŠETC, daug padaryta mokomosios laboratorijos sukūrimo srityje, skaitomos paskaitos, atliekami laboratoriniai darbai, vyksta seminarai, šviečiama visuomenė. Kada bus sukurti visi numatyti laboratorinių darbų standai ir veikiančios demonstracinės technologijos Centre, pas veiklos partnerius ir užsakovus bei pasiekti kiti laukiami rezultatai, priklausys nuo finansavimo.

SOCRATES – Agreement (1999–2002) yra dar viena mokymo srities programa, kurioje dalyvauja KTU AŠETC kartu su Štralzundo (Vokietija) technikos universitetu. Jos pagrindinis tikslas – aukštos kvalifikacijos specialistų rengimas Štralzundo technikos universitete su programos finansine parama. Į šį universitetą kasmet vyksta mūsų studentai ir magistrantai tobulintis atsinaujinančiųjų ir alternatyviųjų šaltinių energijos technologijų srityje.

Vienas KTU AŠETC narys šiuo metu studijuoja doktorantūroje Koriko universitete (Airija). Jo moksliniai tyrimai doktorantūroje susiję su energetinės elektronikos modulių modernizavimu, taikant naujas gamybos ir surinkimo (angliškai – Packaging) technologijas. Jų pagrindu gaminami kompaktiški naujos kartos galios keitikliai, turintys platų pritaikymą šiuolaikinėje elektronikoje, telekomunikacijose bei energetikoje, įskaitant ir AET [16].

5. BENDRADARBIAVIMO VEIKLA

KTU AŠETC skiria daug dėmesio bendradarbiavimui visose savo veiklos kryptyse: *mokymo ir švietimo, mokslo bei praktinėje-techninėje*. Tik bendradarbiaudami su veiklos partneriais galime tikėtis efektyvaus darbo ir sėkmingo Centro strategijoje numatytų tikslų įgyvendinimo. Pateikiame kai kurias svarbesnes mūsų bendradarbiavimo veiklos koncepcijos idėjas.

Mokymo srityje pirmasis Pabaltijo AŠET Centras galėtų tapti modernia regiono baze techniškųjų universitetų studentų stažuotėms, o švietimo srityje – vienu iš Lietuvos centrų, propaguojančių moderniąsias energetikos technologijas. Sukūrus Centro strategijoje numatytą mokymo bazę, regiono studentams susidarytų galimybė klausyti AŠET paskaitų kursus, atlikti išsamų laboratorinių darbų ciklą, ikidiplominę praktiką, rengti realius diplominius projektus, gilinti žinias magistrantūroje ir doktorantūroje. Paruošti specialistai būtų geriausi naujųjų technologijų propaguotojai ir įdiegėjai.

Mokslo srityje palankios galimybės bendradarbiauti susidaro dalyvaujant šalies bei tarptautinėse mokslo programose bei projektuose, parodose, konferencijose, simpoziumuose ir kituose renginiuose. Šiuose renginiuose yra puikių galimybių praturtėti nauja patirtimi ir idėjomis, užmegzti naudingus dalykinius bei

asmeninius ryšius su potencialiais būsimos veiklos partneriais. Didelę profesinę naudą duoda dalyvavimas parodose. Čia būtų propaguojami praktiškai patikrinti įdiegtų modernių technologijų projektai ar jų realizavimo komponentai.

Centro bendradarbiavimo praktinėje techninėje veikloje pagrindą galėtų sudaryti dalyvavimas komerciniuose projektuose (AŠET sistemų projektavimas pagal užsakymą, naujų projektų inicijavimas, konsultavimas, jau veikiančių objektų kuravimas, firmų ir kompanijų gaminių propagavimas bei demonstravimas ir t. t.). Centras numato inicijuoti, parengti ir pasiūlyti verslui tokius komercinius AŠE technologijų projektus, kurie jau dabar gali konkuruoti su tradicinėmis energijos gamybos technologijomis arba sėkmingai jas papildyti. Pastoviai brangstant energijai, naujų technologijų konkurencingumas vis didės ir jos užims vis didesnes ir naujas sritis.

Centro materialinį bendradarbiavimo pagrindą visose veiklos srityse sudarytų intelektualio bei finansinio kapitalo sintezė ir kadrai. KTU suteikia Centrai patalpas, jų energinį aprūpinimą, aukštos kvalifikacijos kadrus, profesinės veiklos įdirbį, metodinę Centro parengimą ir aptarnavimą. Bendradarbiaujantieji partneriai (gamyklos, firmos, institucijos) finansškai paremtų Centro laboratorijų ir demonstravimo objektų įrengimą, dalyvavimą parodose, seminaruose ir konferencijose, realizuotų sukurtus projektus ir koordinuotą komercinę veiklą.

Šiuo metu vienas reikšmingiausių naujųjų projektų, kuriame bendradarbiaudamas su veiklos partneriais ruošiasi dalyvauti KTU AŠETC, yra Europos Sąjungos finansškai remiamas ES-5 bendrosios programos „Saulės miestų“ projektas. Jau parengta projekto koncepcija, kuri derinama su Lietuvos Vyriausybės institucijomis ir ES-5 bendrosios programos FP-5 vadovybe.

Pagal projekto „Saulė–Lietuva“ koncepciją Lietuvoje turi būti įkurti 4 regioniniai saulės energetikos centrai: Vilniaus, Kauno, Klaipėdos ir Neringos. KTU AŠETC su veiklos partneriais kurs Kauno regiono saulės bei vandenilio energijos studijų ir mokslinių tyrimų centrą. Pagrindiniai mūsų partneriai yra Lietuvos energetikos institutas (LEI), Lietuvos žemės ūkio inžinerijos institutas (LŽŪII), ALTEI fondas „Žalioji sodyba“ (Ladruvos MEKS), UAB „Saulės energija“ ir mokslinė gamybinė įmonė UAB „Slengiai“.

Projekto „Saulė–Lietuva“ Kauno regiono dalies tikslai atitinka „UNESCO Globalinės saulės programos 1996–2005“, „Lietuvos nacionalinės saulės programos 2001–2005“ bei strateginius AŠETC tikslus:

– aukštos kvalifikacijos specialistų ruošimas atsinaujinančios energijos technologijų naudojimo srityje,

– visuomenės švietimas ir parengimas integracijai į ES,

– mokslinių tyrimų atsinaujinančios energijos technologijų srityje plėtra ir naujų projektų rengimas,
– atsinaujinančios ir alternatyviosios energijos naudojimo technologijų Lietuvoje demonstravimas,
– modernių užsienio ir vietinių atsinaujinančios energijos technologijų įgyvendinimas, naujų darbo vietų kūrimo inicijavimas.

Didžioji viso projekto „Saulė–Lietuva“ dalis turėtų būti finansuojama iš užsienio fondų. Projekto koncepcijoje Europos Sąjungai šiuo metu numatyta 40% dalis, iš UNESCO Pasaulio saulės programos – 30%, iš nacionalinių šaltinių – 15%, iš regioninių – 10%, iš projekto dalyvių ir būsimųjų Saulės miestų namų savininkų – likusioji 5% dalis.

6. CENTRO VEIKLOS STRATEGIJOS APIBENDRINANČIOS IŠVADOS

1. Pagal sudarytą Lietuvos nacionalinę saulės programą, integruojamą į UNESCO Globalinę saulės programą, Kauno technologijos universitete įkurtas **Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centras**.

1. Sudarytas Centro veiklos strategijos projektas, kuriame suplanuotos svarbiausios veiklos kryptys ir prioritetai:

- dalyvavimas mokslinėse programose, numatyti jų vykdymo tikslai ir laukiami rezultatai,
- sudaryta AŠE konversijos procesų laboratorijos techninės ir metodinės bazės plėtros programa,
- sudaryta mokslinio ir techninio bendradarbiavimo veiklos plėtojimo programa, kurioje suformuluotos bendradarbiavimo koncepcijos pagrindinės nuostatos ir dabar vykdomi bendradarbiavimo projektai.

7. LAUKIAMI VEIKLOS REZULTATAI

Tikimės, kad Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centre bus vystomos Lietuvos nacionalinės saulės programos nuostatos ir bus praktiškai realizuoti numatyti projektai:

- bus sukaupta modernių energijos konversijos technologijų mokslinė patirtis (know how), kuri sudarys pagrindą šių technologijų praktiniam panaudojimui Lietuvoje,
- bus sukurta moderni mokslo ir metodinė bazė aukštos kvalifikacijos specialistams ruošti, projektams kurti ir realizuoti,
- bus plėtojamas plataus masto mokslinis ir techninis praktinis bendradarbiavimas su verslo institucijomis bei veiklos partneriais.

Gauta
2002 01 07

Literatūra

1. Bačauskas A. Pasaulio energetikos problemos ir Lietuva // Energetikos ir elektrotechnikos technologijos. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 2000. P. 11–12.
2. Kole W. J. Global atomic agency confesses little can be done to safeguard nuclear plants / Associated Press, September 19, 2001.
3. Balčiūnas P., Adomavičius V. Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centras // Vietinių energijos šaltinių naudojimas (red. V. Katinas). Kaunas: Technologija, 2001. P. 173–191.
4. Balčiūnas P. Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos technologijų centro įstatai ir strategija. KTU Elektrotechnikos ir automatikos fakulteto dokumentas. Kaunas: ASETC, 2000. P. 16.
5. Balčiūnas P. Atsinaujinančiųjų šaltinių energijos konversijos technologijų moksliniai tyrimai, švietimas ir mokymas: Saulės mokslinė programa Lietuvoje, integruota į globalinę UNESCO saulės programą 2000–2005. XI pasaulio lietuvių mokslo ir kūrybos simpoziumas 2000.06.21–26. Tezių rinkinys. Vilnius: LMS, 2000. P. 208.
6. Balčiūnas P. Research, teaching and training in the field of renewable energy sources in Lithuanian Solar and introduction of it into the UNESCO Global Solar Program 2000–2005. 8 Symposium, 2–4 November, 2000. P. 81–85. Fachhochschule Stralsund, *Deutschland*.
7. Balčiūnas P. Atsinaujinančios energijos praktinio panaudojimo galimybių sukūrimas Lietuvoje. Projektas. Elektrotechnikos ir automatikos fakulteto dokumentas. Kaunas: ASETC, 2000. P. 5.
8. Balčiūnas P. Lietuvos saulės energijos išteklių ir jų įvertinimas. Atsinaujinantys energijos šaltiniai Lietuvoje. Pirmosios nacionalinės mokslinės konferencijos Vilniuje medžiaga. Raudondvaris: Milga, 1999. P. 23–27.
9. Adomavičius V. Lietuvos saulės energijos monitoringo sistema. XI pasaulio lietuvių mokslo ir kūrybos simpoziumas 2000.06.21–26. Tezių rinkinys. Vilnius: LMS, 2000. P. 208.
10. Davidson B., Calver T., Price A., Simchock D. Large-scale storage solution? Regenesys™ regenerative fuel cell // Renewable Energy World. January 2000. Vol. 3, No. 1. P. 85–91.
11. Balčiūnas P., Adomavičius V. The concept of electric energy conversion in micro-hydro electric power plant. Proceedings of International Conference on Small Hydropower LITHUANIAN HYDROPOWER–100. Kaunas: Akademija, 2001. P. 2–24 – 2–31.
12. Balčiūnas P., Adomavičius V. Estimation of the Lithuanian solar energy resources. Renewable energy in agriculture. The International Conference. Raudondvaris: Lithuanian Institute of Agricultural Engineering, 1999. P. 65–72.
13. Adomavičius V. Eksperimentinis saulės energijos monitoringo postas. Atsinaujinantys energijos šaltiniai Lietuvoje. Pirmosios nacionalinės mokslinės konferencijos Vilniuje medžiaga. Raudondvaris: Milga, 1999. P. 40–43.
14. Adomavičius V., Balčiūnas P. Kompiuteriuotas saulės energijos monitoringo postas ir jo tyrimo rezultatai // Lietuvos ŽŪU mokslo darbai. Inžinerija. Kaunas: Akademija, 1999. Nr. 4. P. 54–61.

15. Balčiūnas P., Adomavičius V. New equipment and methods for measurement of the parameters of solar energy. Defence technologies from Lithuania. Vilnius: Association of Lithuanian Science Institutions, 2000. P. 62.
16. Meinhardt M., Leonavičius V., Flannery J., O'Mathuna S. C. Impact of Power Electronics Packaging on the Reliability of Grid Connected Photovoltaic Converters for Outdoor Applications // Microelectronics Reliability. 1999. Vol. 39. P. 1461–1472.

**Povilas Balčiūnas, Vytautas Adomavičius,
Vytenis Leonavičius**

ACTIVITIES OF THE CENTRE OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES

S u m m a r y

Renewable energy technologies is the fastest growing branch in the world's power engineering area. It has a great impact on the most important megaproblems of mankind such as global warming and supply of energy resources.

Understanding trends and prospects of modern power engineering, the governing body of Kaunas University of Technology founded the Centre of Renewable Energy Technologies (CRET) at Faculty of Electrical Engineering and Control Systems on the 19th of April 2000.

This paper presents the Centre and its activities in the following areas:

- Undergraduate and postgraduate programs for the degree of Bachelor of Engineering (B. E.), Master of Engineering Science (M. Eng. Sc) and the degree of Doctor (Ph. D.),
- Scientific research in renewable energy technologies and monitoring of solar energy
- Scientific and educational publications
- Consultations, seminars and workshops for professionals and specialists in industry and agriculture
- Education of society in the application of renewable energy sources and modern technologies of energy conversion in Lithuania

– Co-operation with industrial and trade companies and other business institutions in the demonstration of modern technologies for renewable and alternative energy employment

– Propagation of the CRET activities in scientific conferences, congresses, symposiums and exhibitions at the national and international level.

Key words: the centre, renewable energy, technologies, studies, education, research

**Повилас Бальчюнас, Витаутас Адомавичюс,
Витянис Леонавичюс**

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Р е з ю м е

Энергетические технологии возобновляемых источников энергии в настоящее время представляют одну из стремительно развивающихся отраслей мировой энергетики, решающую важнейшие мегапроблемы человечества – проблемы экологии, глобального потепления климата и обеспечения энергоресурсами.

Указанные тенденции и перспективы развития энергетики обусловили тот факт, что на факультете электротехники и автоматики Каунасского технологического университета 19 апреля 2000 г. был создан Центр энергетических технологий возобновляемых источников.

В статье представлена информация об этом Центре, его материально-методической базе, перспективах его развития, об областях научной, учебной и просветительной деятельности, а также сотрудничества с местными и зарубежными партнерами.

Ключевые слова: центр, энергетические технологии, возобновляемые источники, обучение, просвещение, научные исследования