

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2013/19



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0356
Naslov programa	Elektroenergetski sistemi
Vodja programa	6168 Rafael Mihalič
Obseg raziskovalnih ur	8100
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2009 - 12.2012
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.03 Energetika 2.03.05 Sistemske raziskave
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.02
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

3. Povzetek raziskovalnega programa²

SLO

Osnovni cilj programske skupine je razvoj metod analize in razvoja elektroenergetskih sistemov (EES) prihodnosti s ciljem čim zanesljivejše oskrbe z električno energijo, sonaravnega razvoja EES, dobavo kakovostne električne energije gospodarstvu in drugim odjemalcem ob nemotenem delovanju trga z električno energijo.

V okviru raziskovalnega programa težišče dela posvečamo naslednjim področjem.

SKLOP 1: Sistemske raziskave

- **Možnosti preusmerjanja pretokov moči po elektroenergetskem omrežju.** Za varno in ekonomično obratovanje našega EES je ključnega pomena, da obvladamo pretoke moči preko njega.

- **Razvoj metod za hitro določanje meja stabilnosti EES in sprotno določanje stabilnostnih indeksov EES v centrih vodenja.** V razmerah, ko zaradi zaostajanja investicij za potrebami EES obratujejo vedno bližje robu fizikalnih meja, postaja čim natančneje poznavanje teh meja v vsakem obratovalnem stanju sproti vedno nujnejše.
- **Določanje dinamične sigurnosti delovanja elektroenergetskega sistema z upoštevanjem tehnologije fleksibilnih prenosnih sistemov – FACTS.** Hitre elektronsko regulabilne naprave na področju prenosa električne energije lahko bistveno prispevajo k sigurnosti delovanja sistema. Njihovo delovanje je potrebno prilagoditi specifični sistema.

SKLOP 2: Kakovost oskrbe

- **Razvoj koncepta aktivnega distribucijskega omrežja.** Koncept aktivnega razdelilnega omrežja je temelj za povečanje deleža proizvedene energije iz obnovljivih virov.
- **Zagotavljanje različnih ravni kakovosti električne energije.** Z odprtjem energetskega trga je električna energija postala tržno blago. Poleg različnih cen električne energije je možno električno energijo, ponuditi tudi z različnimi ravni kakovosti.
- **Razvoj sodobnih kompenzacijskih naprav.** Pri zagotavljanju ustrezne ravni kakovosti napetosti v distribucijskih omrežjih z visokim deležem razpršene proizvodnje bodo sodobne kompenzacijske naprav odigrale ključno vlogo.

SKLOP 3: Energetske strategije

- **Razvoj metod za zagotavljanje sistemskih storitev.** Pri tem gre predvsem za regulacije frekvence in delovne moči, regulacije napetosti ter razbremenjevanje kritičnih prenosnih poti.
- **Metode za učinkovito rabo električne energije.** Danes se kar 50% energije porabi v stavbah. Z uporabo sodobnih razsvetljavnih naprav in avtomatizacijo stavbe je možno prihraniti tudi do 85% električne energije.
- **Razvoj modelov in metod za analizo energetske zadostnosti.** V pogojih odprtega trga z električno energijo je načrtovanje nove proizvodnje v rokah investitorjev. Za izgradnjo novih elektrarn so potrebni novi mehanizmi za državna in regulatorna telesa, s katerimi bi zagotavljali strateške cilje za zagotavljanje zanesljive dobave električne energije. Razviti je potrebno nova orodja, ki bodo omogočala tudi podporo proizvajalcem in trgovcem z električno energijo pri odločanju na trgu z električno energijo.

ANG

The main aim of the program group is development of the methods to analyze and develop EPS of the future with the aim to provide reliable power supply and secure EPS operation while accommodating the environmental requirements and accounting for new operation states arising from EPS being operated closer to the limits and under the open electricity market conditions.

In the framework of the proposed research program, the Group will focus the research efforts on the following topics:

AREA 1: System Research

- **Analysis of possibilities for redirecting the power flows in the transmission network.** For secure and economic operation of EPS the big power flows across the Slovenian EPS must be controlled properly.
- **Development of the methods for fast EPS stability limit determination and on-line determination of the EPS stability indices in the control centers.** In the present status of the EPS operating closer to the technical limits, the importance of knowing these limits in real-time is growing as well.
- **Determination of dynamic security of EPS operation taking into account flexible AC transmission systems (FACTS) technologies.** Fast electronic regulating devices in the power transmission sector can significantly contribute to the EPS security. The operation of these fast devices must be adjusted to specific EPS.

AREA 2: Quality of Electricity Supply

- **Development of the Active Distribution Network concept.** This concept is based on the assumption that the future EPS will contain a large amount of RES and distributed generation.
- **Development of new concepts for provision of differentiated power quality levels.** Following the opening of the electricity market, the electricity as a commodity requires differentiated quality levels on the distribution level.
- **Development of modern compensation devices.** In the assurance of the suitable energy quality in distribution network with high penetration of distributed generation, the modern compensation devices will play an important role.

AREA 3: Energy Strategies

- **Development of methods for ancillary services provision.** In the EPS the main role plays regulation of frequency, voltage and active power as well as de-loading of critical transmission lines.
- **Development of methods for efficient energy use.** Nowadays 50 % of consumed electricity accounts for consumption in buildings. With use of modern lighting devices and automation it is possible to save up to 85 % of energy.

Development of models and methods for energy security. In the deregulated electricity market, the planning of the new generation is in the domain of the investors. In such a situation new mechanisms are needed to be developed that the government and regulatory bodies can use to ensure national strategic goals and secure energy supply. New decision support strategies and models for players on the electricity market have been developed.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu³

SLO

SKLOP 1: Sistemske raziskave

- **Možnosti preusmerjanja pretokov moči po elektroenergetskem omrežju.** Problematika ostaja prioriteta raziskav po svetu. Raziskovalci smo sodelovali pri pripravi študije za vključitev prečnega transformatorja za preprečevanje neželenih pretokov moči po slovenskem EES. V letu 2011 je bil ta vključen v EES Slovenije. Naprava predstavlja unikum. Ker izkušenj s tako izvedbo ni, smo na izsledkih simulacije dinamičnih razmer na detajlnem simulacijskem modelu in na pomanjšanem fizičnem modelu prečnega transformatorja izdelali obratovalna navodila.
- **Razvoj metod za vključevanje tehnologije vodika kot shranjevalnika energije v EES.** Na področju razvoja metod za vključevanje tehnologije vodika kot shranjevalnika energije smo preučili tehnično-ekonomske možnosti vključevanja vodika v elektroenergetski sistem. Analize so obsegale vključevanja vodikovih celic kot shranjevalnika energije iz obnovljivih virov v časih, ko te energije ne moremo shraniti. Poudarek je bil na ekonomskih analizah. Rezultati kažejo na ekonomsko upravičenost uporabe vodika, če se trg z vodikom razvije. Na tem področju je bil v letu 2009 objavljen doktorat. V letu 2012 smo razvoj teh metod razširili na splošno shranjevanje električne energije v poljubnih shranjevalnikih.
- **Razvoj metod za hitro določanje meja stabilnosti EES z vizijo sprotnega določanja stabilnostnih indeksov EES v centrih vodenja.** V sklopu raziskovalnega programa smo razvili orodja za določanja stabilnosti EEO na podlagi katerih so v Siemens AG razvili programski paket za oceno dinamične sigurnosti EEO. Programski paket z imenom "SiGuard DSA" je bil v zadnjem letu pripeljan do stopnje končnega izdelka in zanj trenutno iščejo prve komercialne kupce. Še v fazi razvoja je bil projekt Siguard DSA razglašen za najuspešnejši Siemensov projekt leta 2009.
- **Določanje dinamične sigurnosti delovanja elektroenergetskega sistema z upoštevanjem tehnologije fleksibilnih prenosnih sistemov – FACTS.** Dokončno je bil izdelan koncept adaptivne metode podfrekvenčnega razbremenjevanja. Rezultati so bili predstavljeni v okviru doktorata in objav v uglednih mednarodnih revijah.

Prej obstoječi modeli regulabilnih naprav FACTS v programih za pretoke moči niso bili zadovoljivi. Ker je to predpogoj za možnost analize vpliva tovrstnih naprav na obratovanje EES, smo z novim matematičnim pristopom slabosti predhodnih modelov odpravili. Pristop smo generalizirali in omogoča uporabo teh modelov za poljubne naprave, in to za simetrične ali nesimetrične trifazne razmere. Rešitev je bil uspešno predstavljena znanstveni javnosti (članki, citati).

SKLOP 2: Kakovost oskrbe

- **Razvoj koncepta aktivnega distribucijskega omrežja.** V raziskavi je bila predstavljena problematika vključevanja razpršenih virov električne energije v distribucijska omrežja. Razvili smo koncept aktivnega (pametnega) omrežja, ki omogoča integracijo visokega deleža razpršenih virov. V zadnjem letu smo aktivno delovali v Kompetenčnem centru – Napredni sistemi učinkovite rabe električne energije (KC SURE), v okviru katerega smo pripravili Program razvoja pametnih omrežij v Sloveniji.
- **Zagotavljanje različnih ravni kakovosti električne energije.** Raziskane so bile izvedbe različnih ravni kakovosti oskrbe z električno energijo in ocenjene možnosti uvedbe pristopa v delih distribucijskih

omrežij.

- **Razvoj sodobnih kompenzacijskih naprav.** Raziskave smo izvajali v okviru aplikativnega raziskovalnega projekta Razvoj kompenzacijskih naprav za aktivno razdelilno omrežje. Razvili smo nov regulacijski algoritem za statični kompenzator, tako imenovano časovno-optimalno tokovno regulacijo. Dodatno smo razvili novo topologijo vezave hibridnega filtra. Na področju aktivnih distribucijskih omrežij smo izdelali koncept virtualnega kompenzatorja jelove energije. Izdelek »Pasivni kompenzator za aktivno razdelilno omrežje« je bil izbran za najpomembnejši dosežek slovenskih znanstvenikov v okviru znanstvene vede Tehnika - Energetika za leto 2010.

SKLOP 3: Energetske strategije

- **Razvoj metod za zagotavljanje sistemskih storitev.** Zaradi zahtev po zmanjšanju stroškov smo za sistemskega operaterja izdelali orodja za napoved prenosnih izgub, ki omogočajo ustrezen nastop na trgu z električno energijo za kritje izgub. Zaradi posebnih značilnosti EES veljajo za ta orodja posebne zahteve glede robustnosti. Sistemskemu operaterju omogočajo, da za njihovo kritje lahko kupi na dnevnem trgu, s čimer privarčuje pri obratovalnih stroških.

Zasnovali in izdelali smo programsko orodje, ki organizatorju trga z električno energijo omogoča napovedovanje proizvodnje električne enegije iz obnovljivih virov energije (OVE). Orodje operaterju omogoča podrobno kratkoročno, srednje in dolgoročno načrtovanje proizvodnje, s čimer si pomaga pri plasiranju te energije na trg in s tem zmanjšuje stroške, ki jih država namenja za podpore OVE, ter pomaga k doseganju slovenskih ciljev iz EU Direktiv 3. Energetskega paketa. Programsko orodje se dnevno uporablja v centru organizatorja trga.

Razvili smo zasnovano podatkovnega modela za nadzor energetskih trgov na debelo z elektriko in plinom. Ta je skladna z EU Uredbo REMIT, ki velja od konca 2011, in na podlagi katere bodo morali vsi udeleženci energetskih trgov poročati o svojih transakcijah in rabi tajnih informacij. Na podatkovnem modelu bo temeljil programski paket, ki ga bo uporabljal evropski regulator energetskih trgov.

Sistemski operater mora kot javna služba zmanjšati stroške sistemskih storitev oz. te optimalno izrabiti. Zato smo izdelali novo regulacijo delovanja vetrnih elektrarn za njihovo sodelovanje pri primarni regulaciji frekvence. Sodelovanje vetrnih elektrarn pri tej sistemski storitvi bo v prihodnosti nujno potrebno. Rezultat je mednarodno priznani članek v letu 2012.

Poleg sodelovanja vetrnih elektrarn pri primarni regulaciji frekvence smo razvili natančno metodo za napoved izrabe sistemske storitve pokrivanja izgub v EES. Temu je sledil razvoj programskega orodja za napoved prenosnih izgub, ki sistemskemu operaterju omogoča robustno in natančno napoved uporabe te sistemske storitve. Rezultat je mednarodni članek v letu 2011 in praktični program za sistemskega operaterja.

Izdelali smo programsko orodje, ki sistemskemu operaterju omogoča zajemanje, analizo in grafično predstavitev izgub v slovenskem EES zaradi čezmejnih tranzitov električne energije, kakor zahteva Uredba EU št. 838/2009. Programsko orodje se dnevno uporablja v republiškem centru vodenja.

- **Metode za učinkovito rabo električne energije.** V Sloveniji se več kot 20 % el. energije porabi za notranjo razsvetljavo. Raziskava je pokazala, da je z uporabo dnevne svetlobe možno to porabo zmanjšati za preko 40 %. V zadnjem letu smo začeli z razvojem metode, ki bo omogočala standardiziran izračun porabe električne energije v stavbi z upoštevanjem različnih realno možnih prihrankov in uporabe obnovljive energije.
- **Razvoj modelov in metod za analizo energetske zadostnosti.** V prihodnosti pričakujemo širšo uporabo električnih vozil in integracijo obnovljivih virov v EES. Ključno pri tem je ravnanje s proizvedeno električno energijo v času viškov. Možno rešitev predstavlja hranjenje energije v baterijah električnih vozil. Izdelali smo metodo za optimalno izkoriščanja obnovljivih virov in shranjevanja njihove odvečne energije v električna vozila. Na to temo smo objavili 4 mednarodne članke v priznanih revijah.
- Na področju razvoja **Modelov in metod za analizo energetske zadostnosti v pogojih odprtega trga z električno energijo** smo razvili novo metodo za ocenjevanje in analizo zanesljivosti oskrbe z električno energijo (ZOEE). Temelji na novem sestavljenem indeksu za celovito oceno ZOEE v EES in omogoča kvantitativno vrednotenje sprememb ZOEE.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

SLO

SKLOP 1: Sistemske raziskave

V slovenski EES je bil na podlagi analiz (sodelovali člani PS) vključen prečni transformator, ki je bistveno zmanjšal možnost delnega razpada slovenskega EES in ustavil neželene pretoke moči "vzhod – Italija". Gre za najbolj donosno energetska naložbo v Sloveniji v zadnjih desetletjih.

Razvit koncept adaptivnega podfrekvenčnega razbremenjevanja. Za implementacijo v EES, ga bo potrebno predhodno testirati. V ta namen smo izvedli investicijo v najsodobnejšo opremo (RTDS –Real time Digital Simulator), kar pa že seže onkraj zastavljenih ciljev.

Rešili smo problem izračuna pretokov moči v EES, ki vsebujejo FACTS naprave. Slednji prej ni bil zadovoljivo rešen.

Metode za hitro avtomatsko določanje meja stabilnosti EES so bile razvite v celoti in so bile osnova za komercialna verzija orodja za dinamično oceno sigurnosti EES "Siemens SiGuard DSA".

Metode za tehnično-ekonomsko analizo vključevanja vodika v elektroenergetski sistem so bile teoretično razvite v celoti. V letu 2012 smo metode razširili na splošno shranjevanje električne energije v poljubnih shranjevalnikih energije.

Raziskovalni cilji sklopa so v celoti doseženi (preseženi).

SKLOP 2: Kakovost oskrbe

S slovenskimi distribucijskimi podjetji je bil izdelan nacionani program za vpeljavo aktivnih (pametnih) omrežij. Dodatno izvajamo dva razvojno-raziskovalna industrijska projekta; Supermen (Iskra MIS) in KiberNET (Inea). Aktivnosti so potekale v sklopu aplikativnih raziskovalnih projektov, katerih sofinancerja sta Iskra MIS in Iskratel Zastavljeni cilji izvajanja programa so bili v celoti izpolnjeni.

SKLOP 3: Energetske strategije

Razvili smo:

- programsko orodje, ki sistemskemu operaterju omogoča zajemanje, analizo in napoved izgub,
- nov podatkovni model za nadzor energetskih trgov na debelo z elektriko in plinom, ki se uporablja v industriji na EU nivoju,
- orodje za napovedovanje proizvodnje električne enegije iz obnovljivih virov energije, ki ga dnevno uporabljajo v praksi,
- nov način regulacije, vetrnih elektrarne,
- teorijo polnjenja električnih vozil z obnovljivimi viri, ki bi omogočila vzdržnost sistema ob povečanju števila električnih vozil,
- novo metodo za analizo zanesljivosti oskrbe z električno energijo (ZOEE),
- programsko opremo za zajemanje in analizo izgub v slovenskem EES zaradi čezmejnih tranzitov, ki omogoča sistemskemu operaterju pridobitev podpor iz evropskega mehanizma za kritje teh izgub.

Ugotovili smo porabo el. energije za notranjo razsvetljavo in dokazali, da uporaba regulacije glede na razpoložljivo dnevno svetlobo prihrani preko 40 % le-te. Razvili smo orodje, za izračun prihrankov el. energije z uporabo naravne svetlobe sedaj pa orodje razvijamo dalje, tako da bo omogočen izračun celotne porabe el. energije v stavbi.

Primerjajoč prijavno vlogo za program in navedene rezultate lahko ugotovimo, da smo zastavljene cilje dosegli. Ker so se med raziskavami odprla dodatna področja, smo na mnogih od njih prvotne cilje tudi znatno preseгли.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma

sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine⁵

Ni sprememb.

7.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	9428820	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Tokovni modeli naprav FACTS za trifazni izračun pretokov moči z Newton-Raphsonovo metodo
		ANG	Current-based models of FACTS devices for three-phase load-flow calculations using the Newton-Raphson method
	Opis	SLO	V članku je predstavljen trifazni tokovni model naprav FACTS za izračun pretokov moči z Newton-Raphsonovo metodo. Najprej je predstavljen osnovni način trifaznega tokovnega modeliranja naprav FACTS, skupaj z obstoječim trifaznim modelom naprav FACTS, ter vrste naprav FACTS. Sledi določitev izbranih veličin v odvisnosti od vrste in izvedbe naprav FACTS. Na koncu članka so predstavljeni numerični primeri uporabe trifaznih modelov naprav FACTS v IEEE 300 vozličnem elektroenergetskem sistemu. Izpostavljen je problem začetnih vrednostih in pokazana superiornost nove metode pred obstoječimi.
		ANG	Paper presents a three-phase current-based model of FACTS devices for power flow calculation with Newton-Raphson method. First, it presents the basic method of three-phase current-based modelling of FACTS devices, together with existing three-phase model of FACTS devices and the type of FACTS devices. Next, determinations of controlled parameters depending on the type and usage of FACTS devices are presented. At the end numerical examples in the IEEE 300 bus system are presented. The problem of initial values is exposed and superiority of the new method by comparison with the existing ones.
	Objavljeno v	Butterworth Scientific; International journal of electrical power & energy systems; 2012; Vol. 45, no. 1; str. 117-128; Impact Factor: 2.247; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.323; A': 1; WoS: IQ; Avtorji / Authors: Vinkovič Anton, Suhadolc Marko, Mihalič Rafael	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	8910420	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Optimizirana regulacija vetrnih elektrarn za njihovo sodelovanje pri primarni regulaciji frekvence
		ANG	Optimised control approach for frequency-control contribution of variable speed wind turbines
	Opis	SLO	V tem članku so avtorji izdelali nov način regulacije vetrnih elektrarn za njihovo sodelovanje pri primarni regulaciji frekvence. S tem omogočijo obnovljivim virom, kot so vetrne elektrarne sodelovanje pri tej pomembni sistemski storitvi. S tem izboljšajo zanesljivost sistema ter omogočijo lastnikom vetrnih elektrarn da sodelujejo na trgu s sistemskimi storitvami.
		ANG	In this paper the authors developed a novel regulation scheme in order for wind turbines to participate in primary frequency control. This improves power system reliability and enables the participation of wind farms in the ancillary service market
	Objavljeno v	Institution of Engineering and Technology; IET renewable power generation; 2012; Vol. 6, no. 1; str. 17-23; Impact Factor: 1.742; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.323; A': 1; WoS: ID, IQ; Avtorji / Authors: Žertek Andraž, Verbič Gregor, Pantoš Miloš	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

3.	COBISS ID	7855188	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Spremljanje prvega časovnega odvoda frekvence za izboljšanje adaptivnih metod podfrekvenčnega razbremenjevanja
		ANG	Monitoring the first frequency derivative to improve adaptive underfrequency load-shedding schemes
	Opis	SLO	V članku je na osnovi predstavljenega teoretičnega ozadja podan postopek za izboljšavo delovanja adaptivnih metod podfrekvenčnega razbremenjevanja. Kljub oceni primanjkljaja delovne moči, ki je razlog za močan upad frekvence, je namreč mogoče s spremljanjem prvega časovnega odvoda frekvence količino odklopljenih bremen ter frekvenčni odziv sistema v precejšnji meri izboljšati. Postopek je bil tudi ustrezno preizkušen.
		ANG	In this paper a procedure for improving the operation of adaptive underfrequency load shedding schemes is presented as well as theoretical background for its explanation. Despite knowing active power deficit estimation, that caused rapid frequency decay, it is possible to usefully apply monitored first system frequency derivative in order to improve the amount of disconnected load and also power system frequency response. The presented procedure has been appropriately tested.
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on power systems; 2011; Vol. 26, no. 2; str. 839-846; Impact Factor: 2.678; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.323; A': 1; WoS: IQ; Avtorji / Authors: Rudež Urban, Mihalič Rafael	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	7834196	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Izračun širjenja flikerja v delu slovenskega prenosnega omrežja
		ANG	The calculation of flicker propagation in part of the Slovenian transmission network
	Opis	SLO	Nihanja napetosti v prenosnem omrežju zaradi obratovanja velikih industrijskih porabnikov, kot so elektroobložne peči, so pogosto glavni vir visokih vrednosti flikerja pri končnih odjemalcih. V članku je opisana analiza dveh metodi za simulacijo širjenja flikerja v zazankanem visokonapetostnem omrežju, kjer so simulirane ravni flikerja primerjane z ravnmi, ki so bile izmerjene v omrežju. Primerjava simuliranih in izmerjenih vrednosti flikerja je bila narejena za dve različni konfiguraciji omrežja, kar omogoča podroben vpogled v naravo širjenja flikerja v elektroenergetskem omrežju.
		ANG	Voltage fluctuations in transmission networks caused by the operations of large consumers, for example, electric arc furnaces, are often the primary sources of high levels of flicker at the end-users. This article compares two methods for simulating the flicker propagation in a meshed high voltage network by comparing simulated levels of flicker with levels obtained from field measurements. The comparison of the simulated and measured flicker values was extended to include two different network schemes and provides a further insight into the nature of flicker propagation in power networks.
	Objavljeno v	Butterworth Scientific; International journal of electrical power & energy systems; 2010; Vol. 32, no. 9; str. 1037-1048; Impact Factor: 2.073; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.203; A': 1; WoS: IQ; Avtorji / Authors: Maksić Miloš, Papič Igor	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	35976965	Vir: COBISS.SI
		Izračun širjenja flikerja z medharmoniki in reprezentativnimi vzorci	

Naslov	SLO	napetosti v zaznkanem visokonapetostnem omrežju
	ANG	Calculating flicker propagation in a meshed high voltage network with interharmonics and representative voltage samples
Opis	SLO	Izračun širjenja flikerja je ključen pri ocenjevanju ravni kakovosti napetosti v omrežju. Kot alternativa že uveljavljenim stacionarnim metodam je v članku predstavljena metoda izračuna širjenja flikerja na podlagi reprezentativnih vzorcev napetosti. Krajši 1-sekundni vzorci so izločeni iz izmerjenih trenutnih napetosti in lahko predstavljajo daljše obratovanje obločne peči. Dodatno metoda omogoča izračun jakosti flikerja v vozliščih, ki so pod vplivom več peči oz. ostalih virov flikerja, brez uporabe superpozicijskih faktorjev.
	ANG	The calculation of flicker propagation is vital in assessing power quality levels throughout the network. As an alternative to the established stationary flicker propagation methods, this paper introduces representative voltage samples. The shorter 1-s voltage samples are extracted from the instantaneous voltages measured and can represent the longer operating periods of an arc furnace. Additionally, the flicker levels in nodes under the influence of flicker from multiple arc furnaces can be obtained without the use of superposition factors.
Objavljeno v	Butterworth Scientific; International journal of electrical power & energy systems; 2012; Vol. 42, no. 1; str. 179-187; Impact Factor: 2.247; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.323; A': 1; WoS: IQ; Avtorji / Authors: Maksić Miloš, Papič Igor	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine²

Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	8420180 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Časovno-optimalna tokovna regulacija statičnega kompenzatorja
	ANG	Time-optimal current control of static compensator
Opis	SLO	Osrednja tema in znanstveni prispevek disertacije Ambroža Božička je razvoj naprednega regulacijskega algoritma za optimalno vodenje statičnega kompenzatorja. Regulacijski algoritem je razvit na osnovi natančnega poznavanja delovanja napetostnega pretvornika. Optimizacija delovanja, ki predstavlja prednost pred drugimi že poznanimi prediktivnimi regulacijskimi algoritmi, pa je izvedena na podlagi matematičnega modeliranja naprave in predikcije spreminjanja referenčnih in sistemskih veličin.
	ANG	An advanced control algorithm for the optimal control of the static compensator is the main subject and scientific contribution of the dissertation of Ambrož Božiček. The control algorithm is developed based on detailed knowledge of the voltage sourced converter. Performance optimization, which is an advantage over others already known predictive control algorithms, is based on the mathematical modelling of the device and prediction of variations of the reference system parameters.
Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
Objavljeno v	[A. Božiček]; 2011; VI, 142 str.; Avtorji / Authors: Božiček Ambrož	
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija	
2.	COBISS ID	7881300 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Podlaga obratovalnim navodilom za stikalne manevre s prečnima transformatorjema v Divači

		ANG	Basis for operation guidelines regarding switching procedures of phase shifting transformers in Divača
	Opis	SLO	Prečni transformator Divača močno vpliva na pretoke moči v Evropi kot tudi v internem omrežju. Ker je izveden v dveh enotah, se je pojavilo več dilem o možnem načinu obratovanja. V študiji smo preučili množico možnih obratovalnih stanj oz. variant obratovanja in izdelali priporočila za obratovalna navodila. Ta pa so predpogoj za vključitev naprave v obratovanje. Prečni transformator Divača je vključen v slovenski sistem od sredine leta 2010 in izpolnjuje vsa pričakovanja. Po izjavi direktorja ELES, gre za najdonosnejšo naložbo v EES v desetletjih.
		ANG	Phase shifting transformer (PST) Divača considerably impacts power flow situation in Europe, as well as in power station. As it is manufactured in the form of two units, there dilemmas existed regarding its operation. In the study the operating states and acceptable operation modes have been considered and the operating procedures proposed. They are required when putting the device into operation. PST Divača is connected since middle 2010 and till now it met all expectations. According to the ELES director it is the most profitable investment in Slovenian power system for decades.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Objavljeno v	Fakulteta za elektrotehniko; 2010; 110 str.; Avtorji / Authors: Mihalič Rafael, Rudež Urban, Ažbe Valentin	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
3.	COBISS ID	9649492	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Analiza stroškov in koristi vključitve enosmernega 400 kV prenosnega voda Slovenija - Italija
		ANG	Cost and benefit analysis of 400 kV DC transmission-line between Slovenia and Italy
	Opis	SLO	Študija vsebuje temeljito analizo vpliva izgradnje enosmernega interkonekcijskega voda med Slovenijo in Italijo na cene električne energije v Sloveniji, na prihodke systemskega operaterja in na finančne toke tega podjetja.
		ANG	The study includes a detailed cost-benefit analysis of the planned DC transmission line between Slovenia and Italy. The analysis includes the effects of electricity prices, and the financial impact on the Slovenian transmission system operator.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Objavljeno v	Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za elektroenergetske sisteme; 2012; XII, 129 str.; Avtorji / Authors: Pantoš Miloš, Imširović Damir, Božič Dušan, Rejc Matej, Žertek Andraž	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
4.	COBISS ID	8239956	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Izboljšana lokalna sekundarna regulacija napetosti jalove moči s pomočjo umetnega nevronskega omrežja
		ANG	Improved Local Secondary Reactive Power Control using Artificial Neural Network
	Opis	SLO	Izboljšana lokalna sekundarna regulacija napetosti s pomočjo nevronskega omrežja (UNO) je namenjena nastavljanju referenčnih vrednosti primarnih regulatorjev napetosti v EES. Temelji na lokalnih regulatorjih, nameščenih v vseh napetostno reguliranih vozliščih, ki temeljijo na UNO. Za svoje delovanje regulacija ne potrebuje terciarnega regulacijskega signala. Bistvena je izboljšava pri določanju optimalne topologije UNO-ja ter postopkih za pohitritev učenja in konvergence.

		ANG	Secondary voltage and reactive power control using artificial neural networks (ANN) aims at setting the reference values for the automatic voltage controllers in the EPS. It is based on autonomous local controllers that use local information in the controlled node, and for its operation does not need a supervisory, tertiary voltage control signal. The patent envisions an improved definition of the optimal ANN topology, faster ANN learning and faster convergence.
	Šifra	F.33	Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, Patentna pisarna; 2010; Avtorji / Authors: Gubina Ferdinand, Gubina Andrej	
	Tipologija	2.23	Patentna prijava
5.	COBISS ID	7765844	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Development of tools for dynamic security assessment of electric power systems
		ANG	Razvoj orodij za oceno dinamične sigurnosti elektroenergetskih sistemov
	Opis	SLO	V disertaciji so opisane metode, ki omogočajo oceno dinamične sigurnosti EES na podlagi simulacije ali izmerjenih vrednosti spremenljivk stanja sistema. Metoda temeljijo na izračunih indeksov, ki podajajo ogroženost sistema glede na fizikalne in obratovalne meje. V disertaciji je podan predlog enotnega kompozitnega indeksa in način prikaza rezultatov, ki operaterju omogoča spremljanje stanja EES. Rezultati raziskovalnega dela so služili kot osnova za razvoj programskega orodja "SiGuard DSA" pri firmi Siemens AG.
		ANG	In his doctoral thesis Uroš Kerin describes methods for dynamic security assessment of electric power systems. Methods are based on calculations of indices, taking into account physical and operational limits of power systems. As input data simulation results or measured data can be used. Proposed indices are combined into single composite index which helps operators to monitor the power system. The results described in the thesis, served as the basis for the development of the dynamic security assessment tool "SiGuard DSA" by Siemens AG.
	Šifra	D.09	Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	[U. Kerin]; 2010; XX, 126 str.; Avtorji / Authors: Kerin Uroš	
	Tipologija	2.08	Doktorska disertacija

9. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁸

--

10. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Problematika analize in načrtovanja elektroenergetskih sistemov je v svetu zaradi velikih vlaganj v elektroenergetsko infrastrukturo in zaradi odločilnega pomena, ki ga ima oskrba z električno energijo na celotno družbeno dogajanje, vedno aktualna tema. Razvoj sodobnih tehnologij proizvodnje in prenosa električne energije v povezavi z rastočo porabo zahteva sprotno reševanje problemov, ki se ob tem porajajo. Glede na preteklo delo raziskovalne skupine, njene reference in postavljene prioritete, se v okviru raziskovalnega programa lotevamo predvsem nerešenih problemov, ki so prioritete tema v svetu in so vitalnega pomena tudi za razvoj in delovanje našega elektroenergetskega sistema (EES). Ker je razvoj vsakega EES specifičen, smatramo kot eno od prioritete tudi prilagoditev obstoječih rešitev za potrebe našega EES. V nadaljevanju naštevamo nekatera razvojna področja, na katerih smo dosegli

najpomembnejše prispevke za razvoj znanosti.

- Razvoj modelov naprav FACTS, ki omogočajo uporabo direktnih metod za analizo EES,
- Razvoj nove metode za izračun pretokov moči v EES, ki vključujejo tudi regulabilne naprave, ki odpravlja pomanjkljivosti obstoječih metod.
- razvoj regulacijskih strategij naprav FACTS z več regulabilnimi parametri na podlagi optimizacije energijske funkcije;
- razvoj sprotne (on-line) ocene stabilnostnih indeksov in dinamične sigurnosti EES,
- razvoj regulacijskih algoritmov za vodenje sodobnih kompenzacijskih naprav v EES,
- razvoj metod za določanje odgovornosti za motnje v elektroenergetskem sistemu in povečanje kakovosti dobavljene električne energije,
- razvoj koncepta aktivnega distribucijskega omrežja,
- nova lokalna metoda za sprotno ocenjevanje bližine napetostnega zloma, ki ogroža delovanje močno obremenjenih EES,
- razvoj modelov trga s sistemskimi storitvami,
- razvoj stohastičnih metod za napovedovanje porabe električne energije, cen itn.,
- teorijo polnjenja električnih vozil z obnovljivimi viri, ki bi omogočila vzdržnost sistema ob povečanju števila električnih vozil
- razvoj metod za določevanje razpoložljive dnevne svetlobe v odvisnosti od lokacije na podlagi meteoroloških podatkov in satelitskih posnetkov.

Metode in postopki, jih razvijamo v okviru raziskovalnega programa pri zasledovanju cilja povečanja zanesljivosti oskrbe z električno energijo ob upoštevanju ostalih družbenoekonomskih in okoljskih kriterijev omogočajo učinkovitejšo analizo stanja EES, učinkovitejše obvladovanje problemov v obratovanju EES, predvidevanje nastopa šibkih členov v sistemu, večjo kakovost dobavljene električne energije in nenazadnje prihranek energije.

ANG

Power system planning and analysis play an important role in power system development. Due to the vital role electric power systems have in the modern society, these areas of research are of significant interest. With the rapid advances in transmission and generation technologies and the ever-increasing power consumption, efficient and fast solutions to emerging problems are required. In accordance with the research program group (the Group) past work, its references and set priorities, the focus of the research program are the high priority problems that play a major role in the operation and development of the Slovenian power system. Due to the specific nature of individual power system development, our priorities also include adjusting the current solutions to the needs of the national power system.

In the following research areas, the most important achievements for the development of science have been reached.

- development of facts device models, necessary for direct power system analysis methods,
- development of facts device models, necessary for direct power system analysis methods,
- development of a new method for power flow calculations in power systems containing controllable devices, which improves considerably the existing ones,
- increase of power system transmission capacity,
- development of a real time (on-line) power system stability index assessment program,
- development of modern compensation control device regulation algorithms,
- development of a method to determine the location of event sources and its responsible party, and methods to increase power system quality,
- development of an active distribution network concept,
- new local method for voltage instability prediction,
- development of ancillary services market models,
- new probabilistic methods for power consumption and electricity price forecasting,
- new theory of feeding of electric vehicles from renewables, which enables increased number of such users in existing or non-essentially changed power network,
- development of available daylight luminance prediction method, based on location, meteorological information and satellite images.

The methods and procedures developed in the research program, follow the goal of improving EPS analysis methods, finding new and efficient ways of handling EPS operation problems, EPS weak link prediction methods, improvements of the quality of the supplied energy to the consumers while achieving efficient energy conservation, as well as taking into account improved system adequacy and socio-economic and environmental issues.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Zanesljiva oskrba z električno energijo je temelj obstoja sodobne družbe in je kot taka posebnega pomena tudi za družbeno-ekonomski in kulturni razvoj Slovenije. Znanstveni razvoj na tem področju neposredno vpliva na vse akterje v slovenskem elektroenergetskem sektorju, t.j. proizvodna podjetja, operaterje prenosnega in distribucijskih omrežij, proizvajalce opreme, regulatorne organe ter raziskovalne in izobraževalne institucije. Ključnega pomena za razvoj Slovenije kot družbe znanja in sonaravnega razvoja je poznavanje odgovorov na izzive, ki jih prinašajo EES prihodnosti.

V skladu z enim ključnih zakonodajnih svežnjev Evropske komisije, t. j. podnebno-energetskim sveženjem, mora Slovenija odločno povečati deleža obnovljivih virov energije, končni cilj je 25 % delež OVE v končni rabi energije leta 2020 ki se dotika predvsem vprašanja zmanjševanja emisij toplogrednih plinov in povečane rabe obnovljivih virov energije. Nacionalni cilji, naloženi državam članicam, so veliki izziv, a hkrati tudi priložnost. Cilj je mogoče doseči z večjo energetsko učinkovitostjo, spodbujanjem rabe OVE in novimi tehnologijami, vsi ti dejavniki so direktno povezani z raziskavami na področju elektroenergetskih sistemov.

Največji pomen in vpliv našega dela vidimo na naslednjih razvojnih področjih:

- zanesljivejše obratovanje slovenskega EES kot celote;
- učinkovita vključitev obnovljivih in razpršenih virov električne energije v EES Slovenije (ne smemo pozabiti, da ni dovolj zgraditi omenjene vire, pač pa mora biti visokemu deležu obnovljivih virov prilagojen celoten sistem);
- povečati delež proizvodnje iz obnovljivih virov (vzporedno z rastjo njihovega deleža je potrebno prilagajati strukturo in način obratovanje drugih delov EES);
- boljša vključitev v panevropski trg z električno energijo in večja pripravljenost na izzive, ki jih trg električne energije ponuja (Trgovanje z električno energijo je lahko zelo donosna gospodarska panoga, če sta struktura in način obratovanja EES temu prilagojena.);
- razvoj novih storitev za bolj aktivno vključitev porabnikov električne energije v proces upravljanja EES (npr. demand side management, vključitev lastnih proizvodnih virov, ipd.);
- vpeljava sodobne razsvetljave in ustrezne avtomatizacije stavb bo prinesla precejšnje zmanjšanje porabe električne energije v stavbah;
- razvoj raziskovalne skupine in vzpostavljena kritična masa znanja na področju analize in načrtovanja EES prihodnosti je dobra podlaga za vzpodbujanje inovacij, tehnološkega razvoja, učinkovitejšo izmenjavo znanja ter bolj tesno povezovanje raziskovalnih institucij na področju energetike v širšem smislu;
- rezultati raziskav bodo omogočili specifikacijo sekundarne opreme v EES, ki jo bodo lahko razvijala slovenska mala in srednje-velika podjetja na področju IKT in močnostne elektronike.
- Vključitev razvitih modelov in metod v proces, ki se odvija v centrih vodenja, pri upravljanju v podjetjih, pri oblikovanju razvojnih strategij ipd. Dosedanje izkušnje kažejo, da so tovrstne rešitve dobrodošle in predstavljajo spodbudo za nadaljnje delo.
- Člani programske skupine smo neposredno vpeti v visokošolski študijski proces kot predavatelji oz. asistenti, zato ima raziskovalno delo neposreden vpliv na kakovost pedagoškega procesa in na sodelovanje bodočih strokovnjakov v znanstveno-raziskovalnih dejavnostih.
- Dognanja raziskovalne skupine bodo tudi osnova za vzpostavitev ustrezne regulative, ki bo omogočala učinkovito izvedbo razvoja elektroenergetike v skladu s sodobnimi smernicami energetskega sektorja (sonaravni razvoj).

Novi programi za načrtovanje izgradnje proizvodnih virov in vključevanje sonaravnih virov ohranja nižjo stopnjo energetske odvisnosti Slovenije od uvoza. Načrtovanje omrežja z upoštevanjem okoljskih normativov pa zmanjšuje krnjenje naše naravne dediščine.

ANG

Electric power systems play a major role in providing reliable power supply to all consumers, which is the basis of modern society and plays a significant role in socio-economic and cultural development of Slovenia. The scientific developments in this area directly affect all involved parties in the Slovenian energy sector, ranging from power production companies, transmission

and distribution system operators, equipment manufacturers and suppliers, regulatory bodies to research and education institutes. The answer to key questions and challenges that power systems will bring in the future is of vital importance in the sustainable economic development and the development of Slovenia as the society of knowledge.

In accordance to one of the vital proposals of the European Commission i.e. Climate Action that sets an overall binding target for the European Union, Slovenia has to raise its renewable energy production considerably. The goal is to reach 25 % penetration of renewable energy by 2020. The goals for all member states are a great challenge and opportunity. The achievement of the goal is possible with higher energy efficiency and stimulating the use of renewable energy sources and new technologies. All these factors are directly linked with the research program research areas.

The main impact of our work can be seen in the following development areas:

- To ensure higher reliability and security of the EPS.
- Efficient incorporation of renewable energy sources and distributed generation (DG) into existing EPS. It is important to keep in mind that to incorporate a larger amount of renewable energy sources and DG, EPS has to be adopted to incorporate them.
- To increase energy production from renewable sources with low carbon emissions, and consequentially adapt the structure and mode of operation of the whole EPS.
- To ensure better inclusion of EPS into Pan-European electrical energy market and prepare for its challenges.
- Development of new services to enable better integration of demand response into EPS management (e.g. demand side management and incorporation of DG and autoproducers into EPS).
- To use modern lighting and automation of buildings, significantly decreasing the use of electrical energy.
- Development of the research group and fusion of knowledge will enable evolution of analyses and development of EPS, new innovations, technological progress and improve broad collaborations with other institutions in the power sector.
- While the existing research program groups incorporate some aspects of the energy sector, the field of power systems was mainly not yet covered. We therefore propose a new research group that would specifically cover the power systems.
- The results will provide for an exact specification of secondary EPS equipment, mostly developed by small and medium companies from Slovenia in the field of information technology and power electronic.
- The research results will also enable integration of developed models into actual process in control centers, company managements, new development strategies etc.
- Members of proposed research group all work in academic sphere (assistants or professors), therefore the proposed research work would directly and positively influence quality of study.
- Findings, based on research of this group, will enable development of corresponding regulation that will enable sustainable development and evolution of EPS according to the modern directives of power sector.

New programs for power sources development and integration of renewable sources in the EPS will decrease Slovenian dependence on import of electrical energy, while programs on power system network planning constrained with new environmental directives will reduce its impact on natural heritage.

11. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2012¹²

11.1. Diplome¹³

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	3
bolonjski program - II. stopnja	0
univerzitetni (stari) program	81

11.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
0	Janez Smukavec	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Tanja Čuk	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Miha Zajec	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28587	Urban Metod Peterlin	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Marko Vilfan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Andrej Vrbinc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Matej Šinko	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Marko Suhadolc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Jakob Tome	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Miha Leban	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Gorazd Berginc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30897	Branko Pesan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
12610	Tomaž Mohar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29557	Urban Rudež	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19813	Matej Bernard Kobav	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25416	Uroš Kerin	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29795	Jure Strmec	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25414	Tomaž Pfajfar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28463	Ambrož Božiček	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30145	Miloš Maksić	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27525	Matjaž Dolinar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28462	Gregor Taljan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Nikola Krečar	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28461	Iztok Zlatar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30368	Borut Kozan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij**Dr.** - Doktorat znanosti**MR** - mladi raziskovalec**12. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁵**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
27525	Matjaž Dolinar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
28462	Gregor Taljan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
29557	Urban Rudež	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

25414	Tomaž Pfajfar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28463	Ambrož Božiček	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28461	Iztok Zlatar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
30368	Borut Kozan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
25416	Uroš Kerin	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

13. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, doktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2012

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
32229	Ljubiša Spasojević	A -	48	
0	Damjan Kopše	A -	36	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - doktorand iz tujine

14. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2012¹⁶

SLO

1. Strategies and means to use a variety of stationary and mobile storages to allow for the integration of intermittent renewable energies – AlpStore, Evropski teritorialni program sodelovanja "Alpine Space", odobreno za sofinanciranje, 2012-2014.
2. Metamorphosis of Power Distribution: System Services from Photovoltaics – MetaPV, Sedmi okvirni program, 239511, komisija EU, 2009-2014.
3. Realisegrid Project, 7. FP, Contract No. 219123, EU Commission, 2008-2011
4. Classification of European Biomass Potential for Bioenergy Using Terrestrial and Earth Observations – CEUBIOM, Sedmi okvirni program, 213634, komisija EU, 2008-2010.
5. REseArch, methodoLogles and technologieS for the effective development of pan-European key GRID infrastructures to support the achievement of a reliable, competitive and sustainable electricity supply – REALISEGRID, Sedmi okvirni program, 219123, komisija EU, 2008-2011.
6. Assessment of Policy Interrelationships and Impacts on Sustainability in Europe – APRAISE, Sedmi okvirni program, 283121, komisija EU, 2011-2013.

15. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2012), potekali izven financiranja ARRS¹⁷

SLO

- R. MIHALIČ
Obremenitve zaradi atmosferskih pravnitev HVDC Inga-Kolwezi postaj; 2012.
- R. MIHALIČ
Analiza tranzientne stabilnosti ter modalna analiza TEŠ za različne možnosti priključitve šestega bloka;

2012.
R. MIHALIČ
Določitev nabora elementov slovenskega EES v odvisnosti od deleža pretoka delovne moči kot posledice potreb čezmejnega trgovanja; 2011.
R. MIHALIČ
Podlaga obratovalnim navodilom za stikalne manevre s prečnima transformatorjema v Divači; 2010.
R. MIHALIČ
Recenzija strokovnih podlag v postopku priprave državnega prostorskega načrta za ČHE Kozjak in povezavo do RTP Maribor; 2009.
I. Papič
Izvajanje storitev pri razvojnem projektu pametna omrežja, Kolektor Sinabit, Zgornje Jarše, 2012.
I. Papič
Izdelava vsebin za nacionalni program za pametna (aktivna) omrežja, Sistemski operater distribucijskega omrežja – SODO, Maribor, 2012.
I. Papič
Električna omrežja in naprave, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, 2011.
I. Papič
Vpliva EPŽ naprav na kakovost napetosti na lokaciji Metala Ravne, Metal Ravne, Ravne na Koroškem, 2010.
I. Papič
Zagotavljanje različnih ravni kakovosti električne energije v distribucijskih omrežjih, GIZ Elektrodistribucija, Ljubljana, 2009.
M. PANTOŠ
Analiza stroškov in koristi vključitve enosmerne 400 kV prenosnega voda Slovenija - Italija : končno poročilo. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za elektroenergetske sisteme, 2012, Ljubljana
M. PANTOŠ
Ekonomska upravičenost izgradnje interkonekcijskih povezav : študija št. 1154/2011. Ljubljana
M. PANTOŠ
Vpliv realizacije investicij predvidenih v novem NEP na zanesljivost obratovanja slovenskega VN EES : študija št. 656/2011. Ljubljana
M. PANTOŠ
Analiza investicije v ČHE Golica in njena optimalna uporaba : študija št. 728/2010. Ljubljana
M. PANTOŠ
Pregled značilnosti modelov tujih izravnalnih trgov in dopolnitev predlaganih modelov izravnalnega trga z električno energijo v RS : študija št. B-ULFE/2009-01. Ljubljana:
G. BIZJAK
Dynamic and Protection Security Assessment System SiGuard-small, Siemens AG, Erlangen, Nemčija, 2010
G. BIZJAK
VARČUJ/ŠTEDI – Z varčno razsvetljava do prihrankov in čistega okolja, Operativni program IPA Slovenija-Hrvaška 2007-2013
G. BIZJAK
Izboljšanje izkoristka mHE Čegeljše zaradi zamenjave generatorjev in spremembe priključitve na distribucijsko omrežje, BPT d.o.o., Kranj, 2012
G. BIZJAK
Določitev osnove za izračun prihrankov električne energije pri razsvetljavi, UKC Ljubljana, 2012
A.F. Gubina
Analiza možnosti zagotavljanja rezerv delovne moči kot sistemskih storitev v slovenskem EES-u; 2010.
A.F. Gubina
Izdelava programskega paketa za simulacijo trga z električno energijo PEGASUS; 2010.
A.F. Gubina
Vzpostavitev in vzdrževanje aplikacije ARENA za napoved proizvodnje električne energije za elektrarne v »Eko skupini«; 2010.
A.F. Gubina
PESEM: Technical advice for setting up data set and data acquisition of fundamental data for energy market monitoring; 2012.
A.F. Gubina
Evalvacija in nadgradnja napovednih modelov paketa ARENA; 2012.

16. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁸

SLO

Prečni transformator Divača obratuje v skladu s pričakovanji in po obratovalnih navodilih, ki smo jih dorekli člani PS in strokovnjaki ELES.

Orodje za analizo izgub v slovenskem EES zaradi čezmejnih tranzitov sistemski operater dnevno uporablja.

Koncept adaptivnega podfrekvenčnega razbremenjevanja je teoretično utemeljen, prenos v prakso želimo izvesti v okviru nadaljnjega dela.

Rezultati izdelave optimizacijskih algoritmov polnjenja električnih vozil, uporabe obnovljivih virov in izrabe shranjene energije v električnih vozilih je trenutno v začetnih fazah raziskav, saj je število električnih vozil še majhno, kot je tudi tehnologija baterij, v katerih se energija shranjuje. Z razvojem teh tehnologij in povečanja števila takšnih vozil se pričakuje nujna uporaba omenjenih optimizacijskih algoritmov za optimalno izkoriščanje teh vozil. Raziskave so vodile tudi v razvoj metod za izrabo teh vozil za povečevanje zanesljivosti EES. Vpeljava teh mehanizmov bo možna v obliki bodisi programskih paketov na strani uporabnikov oz. ponudnikov. Obstaja tudi možnost izdelave strojne opreme za vodenje polnjenja in praznjenja električnih vozil z namenom povečanja izkoriščenosti teh vozil.

Metode za tehnično-ekonomsko analizo vključevanja vodika v EES aplikacije trenutne niso smiselne zaradi trenutnih razmer na trgu z vodikom. Kljub temu smo razvoj nadaljevali in metode razširili tudi za druge shranjevalnike energije, kjer pa se metode lahko izkažejo za zanimive v obliki programskih paketov, ki bi podjetjem, ki proizvajajo ali trgujejo z električno energijo, omogočale večje dobičke.

Metode za hitro določanje meja stabilnosti EES so bile v okviru mednarodnega sodelovanja s Siemens AG razvite do stopnje končnega izdelka "SiGuard DSA", ki se danes trži kot del orodij za podporo sistemskih operaterjem s skupnim imenom SiGuard. V fazi razvoja je bilo opravljeno tudi temeljito testiranje metod in končnega izdelka.

Orodje, za izračun prihrankov el. energije z uporabo naravne svetlobe je v trenutno v fazi testiranja.

Ustanovitev odcepljenega podjetja 2e, rešitve za aktivna elektroenergetska omrežja, d.o.o. (F.20).

Objava: Agencija Republike Slovenije za javnopravne evidence in storitve – AJPEŠ.

Opis: V letu 2009 je prof. dr. Igor Papič s partnerji ustanovil podjetje 2e, rešitve za aktivna elektroenergetska omrežja, d.o.o., ki je odcepljeno podjetje Laboratorija za električna omrežja in naprave na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Podjetje je leta 2011 dokapitaliziralo nemško podjetje Maschinenfabrik Reinhausen. Z vstopom nemškega strateškega partnerja se je podjetje preimenovalo v Reinhausen 2e. Glavna dejavnost podjetja je inženiring ter razvoj pasivnih, hibridnih in aktivnih kompenzatorjev. Podjetje ima licenčno pogodbo Univerze v Ljubljani.

Učinek aplikativnih rezultatov: G.02.01 razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu.

17. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	Spin-off podjetje je bilo že ustanovljeno.
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁹	Razen kapitalskih vložkov zainteresiranih vlagateljev posebna infrastruktura in oprema ni potrebna. Vsi raziskovalni rezultati, ki jih bo možno tržiti, bodo izkoriščeni v okviru obstoječega spin-off podjetja (Reinhausen 2e d.o.o.) Laboratorija za električna omrežja in naprave, FE, UL.

18. Izjemni dosežek v 2012²⁰

18.1. Izjemni znanstveni dosežek

18.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščenca oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
elektrotehniko

Rafael Mihalič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

13.3.2013

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-ZP-2013/19

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani ARRS (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato

ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1. 1. 2009 – 31. 12. 2012), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite število opravljenih diplom v času trajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹⁴ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času trajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite MR. [Nazaj](#)

¹⁵ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2012), ustrezno označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁹ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

²⁰ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2013 v1.00

0C-DC-A4-74-4D-BC-F4-55-58-04-C3-53-D5-BC-CB-F3-24-67-00-F6