

**GOCE DELCEV UNIVERSITY, STIP, NORTH MACEDONIA
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING**

ETIMA 2023

**SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE
27-29 SEPTEMBER, 2023**



**TECHNICAL SCIENCES APPLIED IN ECONOMY,
EDUCATION AND INDUSTRY**



УНИВЕРЗИТЕТ
ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ
ФАКУЛТЕТ



ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ,
УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ”, ШТИП, СЕВЕРНА
МАКЕДОНИЈА

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING,
GOCE DELCEV UNIVERSITY, STIP, NORTH MACEDONIA

ВТОРА МЕЃУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЈА
SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE

ЕТИМА / ETIMA 2023

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ
CONFERENCE PROCEEDINGS

27-29 септември 2023 | 27-29 September 2023

ISBN: 978-608-277-040-6

DOI: <https://www.doi.org/10.46763/ETIMA2321>



Главен и одговорен уредник / Editor in Chief

проф. д-р Сашо Гелев
Prof.d-r Saso Gelev

Јазично уредување / Language Editor

Весна Ристова / Vesna Ristova

Техничко уредување / Technical Editing

Дарко Богатинов / Darko Bogatinov

Издавач / Publisher

Електротехнички факултет, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна
Македонија
Faculty of Electrical Engineering, Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Адреса на организационен комитет / Address of the organising committee

Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Електротехнички факултет / Faculty of Electrical Engineering

Адреса: Крсте Мисирков, 10 А 2000, Штип/ Address: Krste Misirkov, 10А, 2000 Stip

E-mail: conf.etf@ugd.edu.mk

CIP - Каталогизација во публикација Национална и универзитетска библиотека
"Св. Климент Охридски", Скопје

62-049.8(062)

004-049.8(062)

МЕЃУНАРОДНА конференција ЕТИМА (2 ; 2023)

Зборник на трудови [Електронски извор] / Втора меѓународна конференција
ЕТИМА 2023, 27-29 септември 2023 = Conference proceedings / Second
international conference, 27-29 September 2023 ; главен и одговорен уредник
Сашо Гелев]. - Штип : Универзитет "Гоце Делчев", Електротехнички факултет ;
Stip : "Goce Delcev" University, Faculty of Electrical engineering, 2024

Начин на пристапување (URL): <https://www.doi.org/10.46763/ETIMA2321>. -

Текст во PDF формат, содржи 200 стр.илустр. - Наслов преземен од екранот. -

Опис на изворот на ден 25.03.2024. - Трудови на мак. и англ.

јазик. - Библиографија кон трудовите. - Содржи и: Appendix

ISBN 978-608-277-040-6

а) Електротехника -- Примена -- Собири б) Машинство -- Примена -- Собири

в) Автоматика -- Примена -- Собири г) Инфоматика -- Примена -- Собири

COBISS.MK-ID 63335173





Втора меѓународна конференција ЕТИМА
27-29 септември 2023
Second International Conference ETIMA
27-29 September 2023

**ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР
ORGANIZING COMMITTEE**

Василија Шарац / Vasilija Sarac

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Сашо Гелев / Saso Gelev

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Тодор Чекеровски / Todor Cekеровски

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Маја Кукушева Панева / Maja Kukuseva Paneva

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Билјана Читкушева Димитровска / Biljana Citkuseva Dimitrovska

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Дарко Богатинов / Darko Bogatinov

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia



Втора меѓународна конференција ЕТИМА
27-29 септември 2023
Second International Conference ETIMA
27-29 September 2023

**ПРОГРАМСКИ И НАУЧЕН ОДБОР
SCIENTIFIC COMMITTEE**

Со Ногучи / So Noguchi

Висока школа за информатички науки и технологии
Универзитет Хокаидо, Јапонија
Graduate School of Information Science and Technology
Hokkaido University, Japan

Диониз Гашпаровски / Dionýz Gašparovský

Факултет за електротехника и информациона технологија,
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Антон Белан / Anton Belán

Факултет за електротехника и информациона технологија,
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Георги Иванов Георгиев / Georgi Ivanov Georgiev

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Ивелина Стефанова Балабанова / Ivelina Stefanova Balabanova

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Бојан Димитров Карапeneв / Boyan Dimitrov Karapenev

Технички Универзитет во Габрово, Бугарија
Technical University in Gabrovo, Bulgaria

Сашо Гелев / Saso Gelev

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Влатко Чингоски / Vlatko Cingoski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Божо Крстајиќ / Bozo Krstajic
Електротехнички факултет
Универзитет во Црна Гора, Црна Гора
Faculty of Electrical Engineering,
University in Montenegro, Montenegro

Милован Радуловиќ / Milovan Radulovic
Електротехнички факултет
Универзитет во Црна Гора, Црна Гора
Faculty of Electrical Engineering,
University in Montenegro, Montenegro

Гоце Стефанов / Goce Stefanov
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мирјана Периќ / Mirjana Peric
Електронски факултет
Универзитет во Ниш, Србија
Faculty of Electronic Engineering,
University of Nis, Serbia

Ана Вучковиќ / Ana Vuckovic
Електронски факултет
Универзитет во Ниш, Србија
Faculty of Electronic Engineering,
University of Nis, Serbia

Тодор Чекеровски / Todor Cekerovski
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Далибор Серафимовски / Dalibor Serafimovski
Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мирослава Фаркаш Смиткова / Miroslava Farkas Smitková
Факултет за електротехника и информации технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Петер Јанига / Peter Janiga
Факултет за електротехника и информации технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Јана Радичова / Jana Raditschová

Факултет за електротехника и информациони технологии
Словачки Технички Универзитет во Братислава, Словачка
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Slovak Technical University in Bratislava, Slovakia

Драган Миновски / Dragan Minovski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Василија Шарац / Vasilija Sarac

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Александар Туцаров / Aleksandar Tudzarov

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Владимир Талевски / Vladimir Talevski

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Владо Гичев / Vlado Gicev

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Марија Чекеровска / Marija Cekerovska

Машински факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Mechanical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мишко Цидров / Misko Dzidrov

Машински факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Mechanical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Александар Крстев / Aleksandar Krstev

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Ванчо Аџиски / Vancho Adziski

Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Natural and Technical Sciences,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Томе Димовски / Tome Dimovski

Факултет за информатички и комуникациски технологии,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Information and Communication Technologies,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Зоран Котевски / Zoran Kotevski

Факултет за информатички и комуникациски технологии,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Information and Communication Technologies,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Никола Рендевски / Nikola Rendevski

Факултет за информатички и комуникациски технологии,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Information and Communication Technologies,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Илија Христовски / Ilija Hristovski

Економски факултет,
Универзитет „Св. Климент Охридски“, Северна Македонија
Faculty of Economy,
University St. Climent Ohridski, North Macedonia

Христина Спасовска / Hristina Spasovska

Факултет за електротехника и информациски технологии,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Роман Голубовски / Roman Golubovski

Природно-математички факултет,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Маре Србиновска / Mare Srbinovska

Факултет за електротехника и информациски технологии,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Билјана Златановска / Biljana Zlatanovska

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Александра Стојанова Илиевска / Aleksandra Stojanova Pievska

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Мирјана Коцалева Витанова / Mirjana Kocaleva Vitanova

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Ивана Сандева / Ivana Sandeva

Факултет за електротехника и информациски технологии,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies,
Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Билјана Читкушева Димитровска / Biljana Citkuseva Dimitrovska

Електротехнички факултет,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
Faculty of Electrical Engineering,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia

Наташа Стојковиќ / Natasa Stojkovic

Факултет за информатика,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија;
Faculty of Computer Science,
Goce Delcev University, Stip, North Macedonia;



Втора меѓународна конференција ЕТИМА Second International Conference ETIMA

PREFACE

The Faculty of Electrical Engineering at University Goce Delcev (UGD), has organized the Second International Conference *Electrical Engineering, Informatics, Machinery and Automation - Technical Sciences applied in Economy, Education and Industry-ETIMA*.

ETIMA has a goal to gather the scientists, professors, experts, and professionals from the field of technical sciences in one place as a forum for exchanging the ideas, strengthening the multidisciplinary research and cooperation, and promoting the achievements of technology and its impact on every aspect of living. We hope that this conference will continue to be a venue for presenting the latest research results and developments on the field of technology.

Conference ETIMA was held as online conference. More than sixty colleagues contributed to this event, from five different countries with more than thirty papers.

We would like to express our gratitude to all the colleagues, who contributed to the success of ETIMA'23 by presenting the results of their current research and by launching the new ideas through many fruitful discussions.

We invite you and your colleague to attend ETIMA Conference in the future as well. One should believe that next time we will have opportunity to meet each other and exchange ideas, scientific knowledge and useful information as well as to involve as much as possible the young researchers into this scientific event.

The Organizing Committee of the Conference

ПРЕДГОВОР

Меѓународната конференција *Електротехника, Технологија, Информатика, Машинство и Автоматика-технички науки во служба на економија, образование и индустрија-ЕТИМА* е организирана од страна на Електротехничкиот факултет при Универзитетот „Гоце Делчев“.

ЕТИМА има за цел да ги собере на едно место научниците, професорите, експертите и професионалците од полето на техничките науки и да претставува форум за размена на идеи, да го зајканува мултидисциплинарното истражување и соработка и да ги промовира технолошките достигнувања и нивното влијание врз секој аспект од живеењето. Се надеваме дека оваа конференција ќе продолжи да биде настан на кој ќе се презентираат најновите резултати од истражувањата и развојот на полето на технологијата.

Конференцијата ЕТИМА се одржа online и на неа дадоа свој придонес повеќе од шеесет автори од пет различни земји со повеќе од триесет труда.

Сакаме да ја искажеме нашата благодарност до сите колеги кои придонесоа за успехот на ЕТИМА'23 со презентирање на резултати од нивните тековни истражувања и со лансирање на нови идеи преку многу плодни дискусии.

Организационен одбор на конференцијата

СОДРЖИНА / TABLE OF CONTENTS:

ANALYTICAL ESTIMATION OF OPTIMAL PV PANEL TILT BASED ON CLEAR-SKY IRRADIANCE MODEL	13
ENVIRONMENTAL AND ENERGY UTILIZATION OF MUNICIPAL WASTE – ONE PRODUCT, TWO SOLUTIONS	14
INTELLIGENT POWER MODULE CONTROLLED BY MICROCOMPUTER AND IMPLEMENTED IN AC MOTOR SPEED REGULATOR	22
COMPARATIVE ENVIRONMENTAL ANALYSIS BETWEEN CONVENTIONAL AND COGENERATION GAS-FIRED CENTRAL HEATING SYSTEMS	32
COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BIFACIAL AND MONOFACIAL SOLAR PANELS USING PV*SOL SOFTWARE	44
TECHNO-ECONOMIC EVALUATION OF RETROFITTING A 210 MW THERMAL HEAVY-OIL POWER PLANT WITH A PHOTOVOLTAIC SOLAR THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM USING MOLTEN SALT: A CASE STUDY OF TEC NEGOTINO.....	45
CHARGING STATIONS CONNECTED TO STREET LIGHT POWER SYSTEM	46
ELECTRICITY PRODUCTION OF PVPP FOR ELECTRICITY MARKET	47
ENERGY MIX OF THE SLOVAK REPUBLIC.....	55
SWOT ANALYSIS OF HYDROGEN ECONOMY	59
PHYSICAL LIMITATIONS OF DIMMING OF 400 W RATED HALIDE LAMPS (A CASE STUDY).....	60
ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА: МОДЕЛИ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА	68
EASY AND FAST ESTIMATION OF THERMAL STABILITY OF HTS MAGNETS UNDER SIMPLE SITUATION.....	76
INVESTIGATION OF TURN-TO-TURN CONTACT RESISTANCES OF LARGE-SCALE D-SHAPED NO-INSULATION HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTING MAGNETS TO ACHIEVE SHORT CHARGING DELAY AND HIGH THERMAL STABILITY.....	77
IMPACT OF CORE SATURATION ON OPERATING CHARACTERISTICS OF THREE-PHASE SQUIRREL CAGE MOTOR.....	84
PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF ORAL ELECTROSURGERY	93
MOLTEN SALT THERMAL ENERGY STORAGE FOR RENEWABLE ENERGY: SYSTEM DESIGN, MATERIALS, AND PERFORMANCE	100
ДЕНТАЛНИТЕ ЛАСЕРИ - ПРЕДИЗВИК НА СОВРЕМЕНАТА СТОМАТОЛОГИЈА.....	110
ANALYSIS OF DEVELOPING NATIVE ANDROID APPLICATIONS USING XML AND JETPACK COMPOSE	118
ENSURING INFORMATION SECURITY IN THE DIGITAL AGE	119
CLOUD COMPUTING AND VIRTUALIZATION: CAN CLOUD COMPUTING EXIST SEPARATELY FROM VIRTUALIZATION?.....	124

THE IMPACT OF ONLINE TEACHING ON THE DENTAL STUDENTS' EXAM SUCCESS.....	131
КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА СТАНДАРДИ И МЕТОДОЛОГИИ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО ИНФОРМАЦИСКО-БЕЗБЕДНОСНИ РИЗИЦИ НА ТЕХНИЧКИТЕ И ЕЛЕКТРОНСКИТЕ СИСТЕМИ ОД КРИТИЧНАТА ИНФРАСТРУКТУРА.....	139
УЧЕЊЕ СО ПОМОШ НА МОБИЛНИ УРЕДИ – ПРИДОБИВКИ И ПРЕДИЗВИЦИ НА НОВОТО ВРЕМЕ	140
TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL NERVE STIMULATION METHOD IN PATIENTS WITH XEROSTOMIA	147
БИОТЕХНОЛОШКА ПРОЦЕДУРА НА ДОБИВАЊЕ НА АВТОЛОГЕН ДЕНТИНСКИ ГРАФТ ЗА СТОМАТОЛОШКИ И МЕДИЦИНСКИ ЦЕЛИ	148
PHYSIODISPENSER – AND ITS USE IN DENTAL MEDICINE.....	149
BIOMECHANICAL BEHAVIOR OF ENDOSONICS	153
ДИГИТАЛНИ ОТПЕЧАТОЦИ-СОВРЕМЕН ТРЕНД НА ДЕНЕШНИЦАТА	158
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SCADA SYSTEMS	167
ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ ПРИ ИЗВЕДУВАЊЕ ONLINE НАСТАВА ПО МАТЕМАТИКА	174
ALGORITHMIC METHOD IN DYNAMIC DOSING SYSTEMS BASED ON WEIGHT MEASURING PRINCIPLES	181
IMPLICATIONS FOR THE ENVIRONMENTAL-ENGINEERING COMPROMISE AS A RESULT OF POWER AND ECONOMY TUNING A DIESEL ENGINE	189
AUTONOMOUS ROBOTIC VACUUM CLEANER	190



ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА: МОДЕЛИ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

Деспина Ристова Делипетрева¹

¹Факултет за електротехника и информациски технологии (ФЕИТ),
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје,
е-маил: despina_ristova@yahoo.com

Апстракт

Енергетската економија е збир на економии кои ги анализираат енергетските пазари, според најнови истражувања на Кембриџ. Во 1990-тите, сè поголем број земји организирале пазари на големо за електрична енергија. Иако пазарните правила може да се разликуваат од земја до земја, тргувањето со електрична енергија генерално се заснова на униформни механизми за аукција на цени, а тоа е систем каде секој активен производител ја добива истата цена за секоја единица производ за која е повикан, се додека неговите понуди се пониски од клирингката (пречистената) цена пресметана од операторот на пазарот. Пазарот е механизам кој се појавил многу одамна, во многу цивилизации. Со текот на годините, пазарите еволуирале од едноставна локација, каде што неколку луѓе без претходен договор се собирале и разменувае стоки, до виртуелна средина каде информациите циркулираат електронски, а трговијата се прави со едноставен клик на компјутерот. И покрај овие технолошки промени, основните принципи не се променети - пазар е место каде продавачите и потрошувачите се среќаваат за да тргуваат. За да се анализира конкуренцијата на пазарите на електрична енергија, неопходно е да се разјаснат претпоставките за понудата и побарувачката, но и за пазарните правила и регулаторни инструменти, кои ќе бидат опфатени во понатамошниот текст на трудот.

Клучни зборови:

електрична енергија, пазари на енергија, модели на тргување

Вовед

Развојот на пазарите на електрична енергија се заснова на претпоставката дека електричната енергија може да се третира како стока. Меѓутоа, има разлики помеѓу електричната енергија и другите стоки, како што се литар нафта, тон пченица или кубен метар гас. Овие разлики имаат големо влијание врз организацијата и правилата на пазарите на електрична енергија.

Основна разлика е тоа што електричната енергија е неразделно поврзана со физички систем кој функционира многу побрзо од било кој пазар. Во тој физички електроенергетски систем мора да се одржува баланс помеѓу понудата и побарувачката, односно производството и оптоварувањето. Ако не се одржува баланс, системот се распаѓа со катастрофални последици. Распад на системот е недопустлив бидејќи не само што системот за тргување ќе престане да работи, туку и целиот регион или земја можат да останат без напојување многу часови. Враќањето на електроенергетскиот систем во нормална работа е многу сложен процес кој може да потрае 24 часа или повеќе во големите, индустриски земји. За да објасниме како функционираат пазарите, прво ќе развиеме модел со кој ќе го објасниме однесувањето на потрошувачите. Прво е развиен модел на потрошувачи, потоа е развиен модел на производители, со комбинирање на овие модели се дефинираат условите под кои може да се тргува.

Во зависност од начинот на организација на електроенергетскиот сектор (ЕЕ сектор) и односите помеѓу учесниците на пазарот разликуваме четири генерички модели на пазари на електрична енергија (ПЕЕ): [7]

- монополистички модел (Monopoly model)
- модел на единствен купувач (Single buyer model)
- модел со конкуренција на „пазарот на големо“ (Wholesale competition model)
- модел со конкуренција на „пазарот на мало“ (Retail competition model).

Треба да се забележи дека во праксата пазарите можат да имаат карактеристики од два или повеќе модели, а припадноста кон некој од генеричките (типични) модели се дефинира според доминантните карактеристики на пазарот. [1]

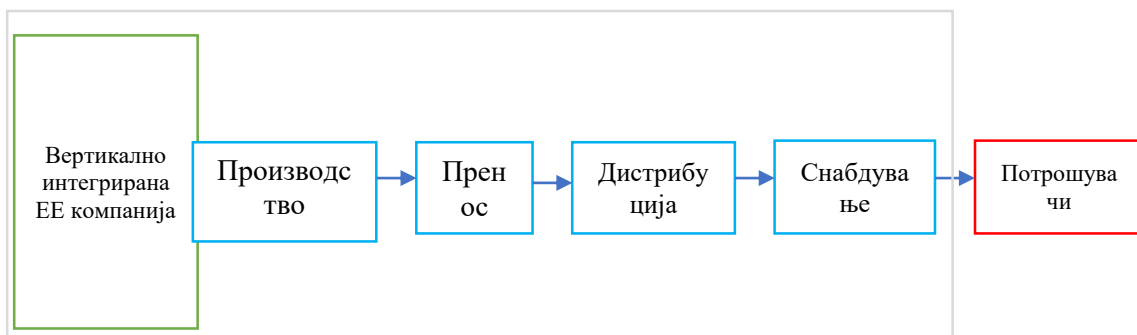
Електричните мрежи, како и други слични техничко-технолошки целини, се природни монополи по дефиниција. Поради тоа, иако првиот типичен модел во името ја има карактеристиката монополистички модел, монополот во ЕЕ сектор што произлегува од мрежните сервиси постои во сите модели.

Во многу држави, а особено во Европската унија, тенденцијата е пазарите постепено да се развиваат, со цел да го достигнат нивото на максимална конкуренција, т.е. да го достигнат моделот со конкуренција на пазарот на мало.

1. Преглед на истражениот материјал

1.1. Монополистички модел

Кај монополистичкиот модел на пазари на електрична енергија (ПЕЕ) сите дејности во секторот се концентрирани во една компанија, т.н. „вертикално интегрирана“ ЕЕ компанија. На слика 1 е прикажана принципиелната шема на ПЕЕ организиран на монополистички принципи. Во основа на овој модел е „вертикално интегрираната електроенергетска компанија“ (ВИЕЕК) која во себе ги содржи (обавува) четирите основни дејности: производство, пренос (и управување со ЕЕС), дистрибуција (и управување со ДС) и снабдување. Покрај тоа, во многу случаи, надвор од ЕЕ компанија можат да постојат т.н. независни производители на електрична енергија (НПЕЕ) (Independent Power Producers, IPPs). НПЕЕ се сопственички независни од ЕЕ компанија што оперира на определена територија. Во групата на НПЕЕ спаѓаат и когенеративните постројки во поголемите индустриски постројки или пак увоз од соседните системи. Во поголемите држави територијата може да биде поделена на повеќе вертикално интегрирани компании, но карактеристично и за тие случаи е дека на дадена територија ВИЕЕК има комплетен монопол во сите дејности од ЕЕ сектор. [2]



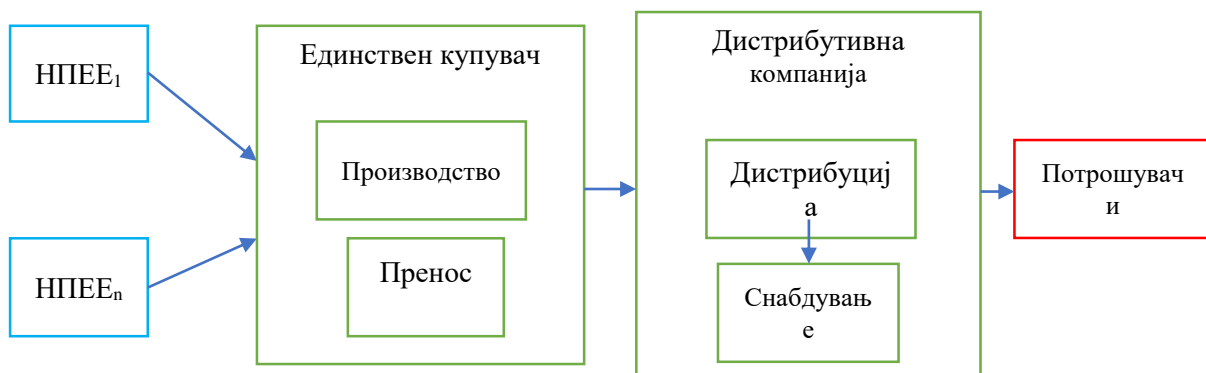
Слика 1 - Шематски приказ на монополистички модел на ПЕЕ

Сопственоста на ВИЕЕК може да биде приватна или државна. Типот на сопственоста влијае врз начинот како државата ја регулира и ја контролира монополската работа на ЕЕ компанија. Во случаите каде државата е сопственик на ВИЕЕК, по правило, не постојат посебни (независни) регулаторни институции што ја регулираат електроенергетиката. Заштитата на потрошувачите од монополската моќ на компаниите е во рацете на државните институции (Влада или министерства). Преку овие институции

државата ги контролира цените (тарифите) и не дозволува компаниите, користејќи ја нивната монополистичка позиција на пазарот, да остваруваат екстра профити. [2] Во државите каде ВИЕЕК е во приватна сопственост постојат независни регулаторни институции (Регулатори) што ја надгледуваат работата на ВИЕЕК, ги одобруваат цените на услугите и на тој начин овозможуваат заштита на потрошувачите. Во овој модел на ПЕЕ, по правило, ВИЕЕК не работат доволно ефикасно од економски аспект. На пример, ако во дејноста дистрибуција и снабдување компанијата остварува висока добивка, компанијата може таа добивка да ја искористи за покривање на (финансиските) загуби во другите дејности. Во таквите случаи компанијата нема некој посебен мотив да го подобри работењето на одделните организациони единици со цел да ги намали трошоците на работа, а со тоа и цените за крајните купувачи (потрошувачите). Дури и во случаите кога работата на компанијата е надгледувана од соодветна регулаторна институција, многу е тешко да се раздвојат трошоците по одделни дејности и активности, за компанијата да се принуди да работи поефикасно. [3]

1.2. Модел на единствен купувач

Главен недостаток на монополскиот модел е недостатокот на конкуренција, т.е. целосен монопол на една компанија (на определена територија) во обезбедувањето на потрошувачите со електрична енергија. Во моделот со единствен купувач овој недостаток е делумно надминат со воведување на (делумна) конкуренција во делот на производството на електрична енергија. На слика 2 е прикажана принципиелната шема на организација на ПЕЕ по моделот на единствен купувач. [1]



Слика 2 - Шематски приказ на моделот на ПЕЕ со единствен купувач

Во многу случаи, ПЕЕ базиран на принципот на единствен купувач еволуирал од монополскиот модел со разделување на ВИЕЕК во (најмалку) две компании: компанија со улога на единствен купувач (ЕК) и дистрибуција. Во рамките на ЕК, покрај преносната компанија, најчесто се и постојните производни капацитети во ЕЕС. И во овој случај, потрошувачите се „заробени“ и тие мораат да ја купуваат електричната енергија од локалната дистрибутивна компанија (ДК) без можност за избор.

Во овој модел, покрај природниот монопол во делот на преносот и дистрибуцијата, монопол има и дистрибутивната компанија во делот на снабдувањето на потрошувачите (трговија на мало). Исто така, монопол има и ЕК во делот на снабдување на ДК, т.е. ДК нема можност за избор на добавувач. [2]

На сликата ЕК и ДК се прикажани како посебни институции. Во пракса, тоа можат да бидат одделни делови на иста компанија, одделни компании во рамките на холдинг или комплетно (сопственички) независни компании. Исто така, ЕК не мора да има свои производни капацитети. Најчесто, при поделбата на ВИЕЕК во рамките на ЕК остануваат постојните производни капацитети, коишто во најголем број случаи се отплатени и трошоците за нивна работа се релативно мали. По правило, НПЕЕ се нови

производни капацитети, когенеративни постројки кај поголемите индустриски потрошувачи или увоз на електрична енергија од соседните ЕЕС. Независно од тоа каква е организационата поврзаност на ЕК и ДК, ако една компанија обавува повеќе енергетски дејности, таа е должна да води сметководство за секоја дејност одделно, т.е. зборуваме за раздвојување на сметководството (*accounting unbundling*). На пример, ако во ЕК има производни капацитети како што е прикажано на сликата, ЕК има посебни (жиро) сметки за секоја дејност одделно (производство и пренос).

Единствениот купувач откупува потребни количини на електрична енергија од производните единици за задоволување на потребите на потрошувачите приклучени на ЕЕС. Доколку во системот има вишок на електрична енергија, ЕК набавува енергија од оние НПЕЕ што ќе понудат најниска цена. Цената по која ЕК ја продава енергијата на ДК претставува просечна цена од набавките од НПЕЕ и цената на производство од сопствените производни единици (ако ги има во рамките на ЕК), зголемена за трошоците за пренос и управување со системот. [7]

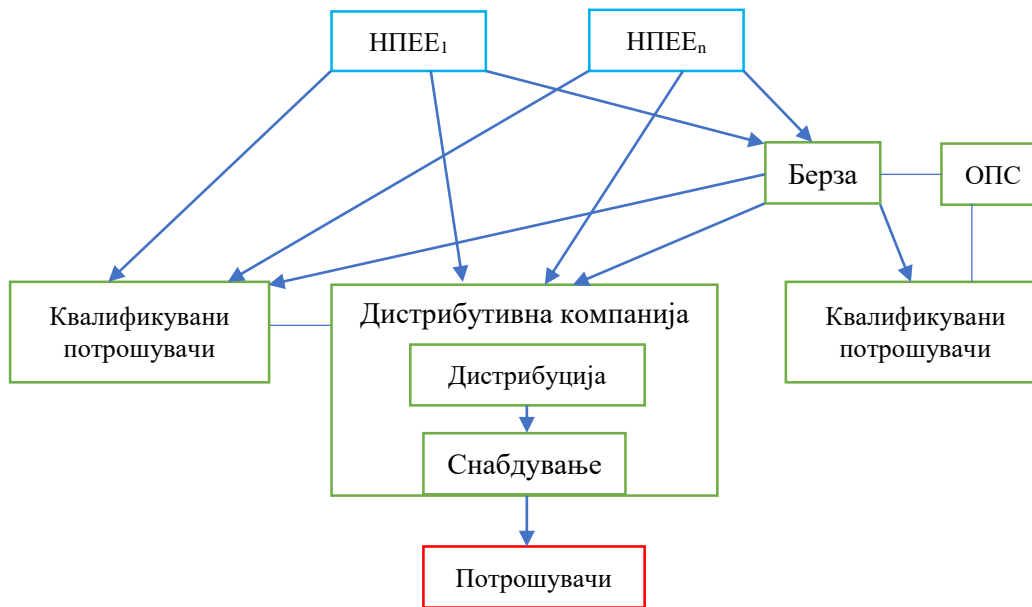
Со оглед на тоа што и во овој модел има дејности што ја задржале монополистичката позиција на пазарот, неопходно е тие дејности да бидат регулирани од страна на Регулаторот. Регулаторот ги одобрува цените на сите монополски дејности (регулирани дејности). Во овој случај тоа се: цените на набавената електрична енергија од страна на ЕК, цените на произведената електрична енергија во производните единици на ЕК, цените на услугите за користење на преносната мрежа и управување со ЕЕС, цените на услугите за користење на дистрибутивната мрежа (ДМ) и управување со ДС и цените за снабдување.

Моделот со ЕК воведува позитивни, но и негативни, промени во однос на монополскиот модел. Позитивните промени се карактеризираат со воведувањето на (делумна) конкуренција во производниот дел од ЕЕС. Како резултат на тоа, цените на електричната енергија за крајните купувачи (потрошувачи) постепено се намалуваат. Од друга страна, управувањето и планирањето на системот станува посложено. Мотивирањето на инвеститорите за изградба на нови производни капацитети сега зависи од сигналите што ги испраќа пазарот. Во таквите случаи, можно е да се случи реакцијата на зголемената побарувачка на енергија да задоцни, со што во определен период може да се јави недостаток од (релативно евтина) електрична енергија, што доведува до зголемување на цените на електричната енергија. [7]

1.3. Модел со конкуренција на пазарот на големо

Моделот на ПЕЕ со конкуренција на пазарот на големо воведува можности за дополнителна конкуренција во снабдувањето. И во овој модел потрошувачите остануваат „заробени“ (*captive customers, tariff customers*) и тие не можат да го бираат својот снабдувач, т.е. снабдувачот за овие потрошувачи е локалната ДК. Но, за разлика од моделот со ЕК, ДК сега не ја набавува енергијата од ЕК, туку од различни НПЕЕ, вклучувајќи и увоз на електрична енергија. Трансакциите можат да биде реализирани преку соодветна берза на електрична енергија (БЕЕ, *Power Exchange – PX*) или преку билатерални договори со НПЕЕ. Постојењето на БЕЕ во овој модел не е предуслов, а и во системите каде таа постоела, количините електрична енергија што се тргувале преку неа биле релативно мали. Во најголем број случаи, во времето кога овој модел бил доминантно застапен, тие количините не надминувале 20% од вкупната потрошувачка на електрична енергија во рамките на ЕЕС [5]. На сликата 3 е прикажана шема на моделот со конкуренција на пазарот на големо. За ефикасно функционирање на ПЕЕ базиран на овој модел, неопходна е поинаква организациона поставеност на учесниците на ПЕЕ. Операторот на преносниот систем (ОПС) е независна компанија (институција) и тој, заедно со операторот на пазарот (ОП, не е прикажан на слика 3) се клучни институции во организацијата на пазарот и управувањето на системот. Сите трансакции

(билатерални или преку БЕЕ) мораат да бидат пријавени и регистрирани од страна на ОП. ОП, заедно со ОПС, кој е задолжен за диспечирање, ги одобруваат договорените трансакции. Процесот на одобрување е базиран на транспарентни принципи дефинирани во соодветните пазарни правила и мрежни правила за пренос. ОПС може да не ги одобри трансакциите што можат да предизвикаат задушвања во преносната мрежа. Во најголем број случаи, поради големата поврзаност помеѓу ОП и ОПС, овие институции се во рамките на една компанија, но со раздвоени сметки. [1]



Слика 3 - Шематски приказ на моделот на ПЕЕ со конкуренција на пазарот на големо

Квалификуваните потрошувачи поврзани на ПМ и ДК ја набавуваат електричната енергија од снабдувач по свој избор и ја плаќаат договорената цена, а на ОПС му плаќаат соодветна надокнада за користење на ПМ и за системски услуги (управување на системот). Квалификуваните потрошувачи приклучени на ДМ, покрај претходните трошоци, се должни да му платат на операторот на дистрибутивниот систем (ОДС) за користење и управување на ДМ.

Регулаторот е надлежен за одобрување на цените на електрична енергија за тарифните потрошувачи и поради тоа цените по кои ДК ја набавува енергијата се исто така предмет на соодветна регулатива. По правило, набавките преку БЕЕ се сметаат за транспарентни и конкурентни. Но, кога ДК набавува електрична енергија преку билатерални договори од НПЕЕ, цените и условите на тие договори се предмет на одобрување од страна на Регулаторот затоа што тие имаат влијание врз цената за потрошувачите поврзани и напојувани преку ДМ.

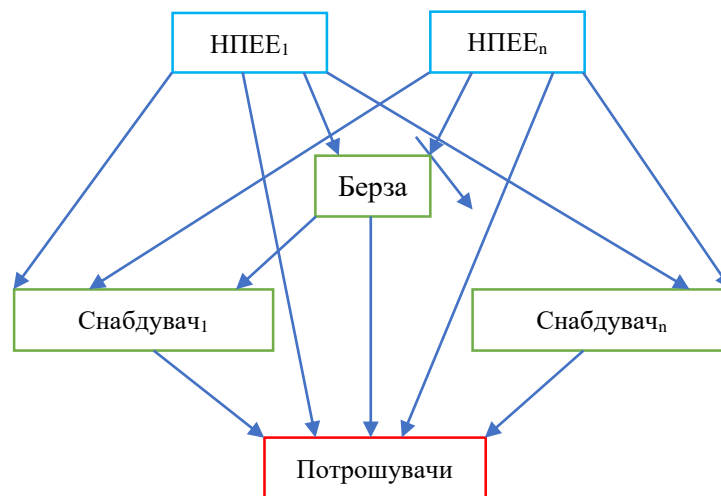
ОПС во овој модел нема производни капацитети во своја сопственост, така што сите потреби за обезбедување на помошни услуги (ладна и топла резерва, покривање на загубите во ПМ, регулација на напоните, регулација на фреквенцијата) ги реализира на сличен начин како и останатите учесници на пазарот (преку билатерални договори или преку берзата). На идентичен начин како и ОПС, ОДС ги обезбедува своите потреби за помошни услуги (загуби во ДМ и регулација на напоните). [7]

Имено, во рамките на овој модел, за сите отстапувања од договорените, односно пријавените трансакции кај ОП, купувачот или продавачот се должни да ги покријат трошоците на ОПС за балансирање, според цени што се постигнуваат на делот од пазарот за помошни услуги и балансна енергија, кој е управуван порамнет од страна на ОП.

1.4. Модел со конкуренција на пазарот на мало

Моделот на ПЕЕ со конкуренција на пазарот на мало се разликува од моделот со конкуренција на пазарот на големо во тоа што сите крајните купувачи (потрошувачи) имаат можност да го избираат својот снабдувач. Потрошувачите ја купуваат енергијата од снабдувачи или, во случај на поголеми потрошувачи, директно од трговци, БЕЕ, или од производителите. Останатите елементи на овој модел се идентични како и кај моделот со конкуренција на пазарот на големо. [1]

На слика4 е даден шематски приказ на моделот на ПЕЕ со конкуренција на пазарот на мало. На сликата не се прикажани ОПС, ОДС и ОП. Нивната улога е идентична како и во претходниот модел.



Слика 4 - Шематски приказ на моделот на ПЕЕ со конкуренција на пазарот на мало

За да се обезбеди конкуренција во делот на трговијата на мало, локалната ДК, која што во претходните модели обавува две функции, мора да биде разделена на две компании: ОДС и снабдувач. Снабдувачот што ќе произлезе од постојната ДК се натпреварува со останатите снабдувачи на пазарот на мало. Во овој случај, со оглед на тоа што не се работи за мрежна услуга, на една територија може (дури, е пожелно) да постојат повеќе снабдувачи.

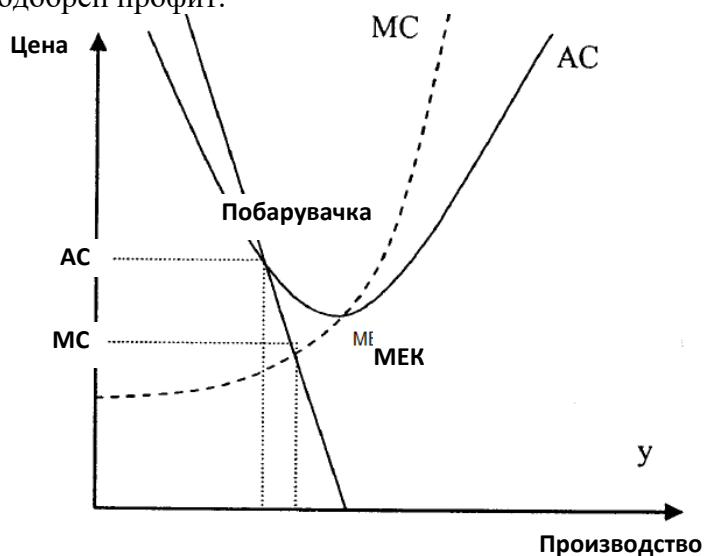
И во ПЕЕ организирани според овој модел најголем дел од енергијата се тргува преку билатерални договори. По правило, во еден ЕЕС постои само една БЕЕ, но постојат исклучоци (ЕУ, САД) каде што на една територија можат да постојат повеќе БЕЕ.

2. Регулација на природните монополи

Процесот на дерегулација претставува реструктуирање на правилата, законите и економските мерки со кои владите воспоставуваат контрола и ги регулираат односите во електростопанството. Главната идеја на дерегулацијата е воведување на конкуренција во дејностите на производство и снабдување (продажба) на ЕЕ. Преносот и дистрибуцијата на ЕЕ остануваат природни монополи.

Во одредени области на индустријата, производството на одредена стока е поврзано со високи фиксни трошоци и релативно ниски варијабилни трошоци. Во тој случај, МЕК излегува надвор од кривата на побарувачка и не може да се воспостави конкуренција. Тоа е природен монопол (Слика 5). Ова е типичен случај во преносот и дистрибуцијата на електрична енергија и гас. Регулаторното тело врши анализа на работењето и влијае на цената со цел да ги заштити потрошувачите од монополот.

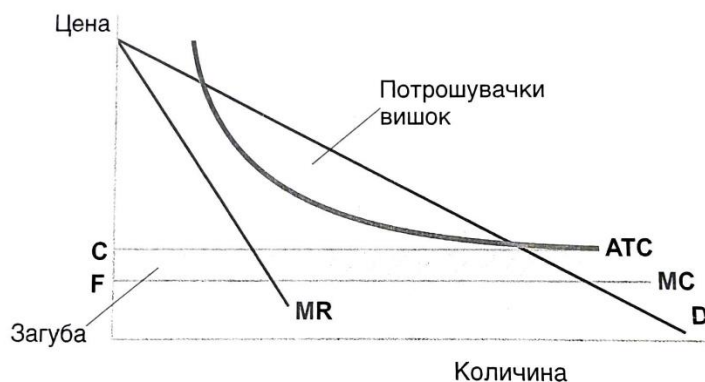
Во овој случај, доколку МЕК е поголемо од побарувачката и доколку цената (според анализа и одобрување од регулаторното тело) се формира според маргиналните трошоци (MC), ниту една компанија нема економски интерес за тргување бидејќи просечните трошоци ќе бидат поголеми и ќе се работи со загуба. Регулаторното тело треба да одобри цена која ќе биде најмалата од просечните трошоци (AC), односно пресекот на кривата на просечни трошоци и кривата на побарувачка, така што компанијата нема да работи со загуба. Тоа е случај со државниот непрофитабилен природен монопол. Исто така, регулаторното тело може да одреди и малку повисока цена, така што компанијата би имала одреден одобрен профит.



Слика 5 - Непрофитен природен монопол

Сепак, најприфатливо решение за регулација на природните монополи е концептот на First – best и Second – best солуции. Доколку Владата (регулаторот) се одлучи цената на природниот монопол да ја утврди на нивото на маргинален трошок (со цел да се максимизира благосостојбата на граѓаните), тогаш се постигнува First – best солуција ($MC=P$). При ваквото решение, монополот е соочен со загуби и истото не е оптимално, затоа што Владата ќе биде принудена да даде субвенции за покривање на загубите, а тоа доведува до пазарни нарушувања (дисторзии).

Оттука доаѓа Second – best солуцијата, каде регулаторот мора да прифати цена која на производителот ќе му осигура покривање на просечните трошоци и нулта економски профит (елиминирање на загубата) или $MC < P$. Истата е прикажана на слика 6.



Слика 6 - Графички приказ на First – best и Second – best солуција за природен монопол

Точките F и C се двата концепти на оптималност, каде во F цената е еднаква на маргиналниот трошок и овозможува највисок можен потрошувачки вишок (First – best),

која спомнавме претходно дека не е прифатлива за ПМ. Точката С ја претставува Second – best, каде потрошувачкиот вишок е помал и му овозможува на монополот да работи без загуби и да продолжи со производство, со што станува пооптимална солуција.

Заклучок

Првиот чекор во процесот на порамнување се состои од утврдување на позицијата на секој учесник на пазарот. За таа цел, секој производител мора да го пријави на порамнувачкиот систем нето количеството на енергија кое договорил да го продаде, вклучувајќи ја и енергијата истргувана преку управуваниот непосреден пазар. Кога од измерените вредности за произведена електрична енергија ќе се одземат договорените вредности се добива разликата. Доколку разликата е позитивна, тоа значи дека производителот инјектирал повеќе од договореното и излегува дека вишокот енергија ја продал во системот. Обратно, доколку разликата е негативна, производителот инјектирал помалку од договореното количество и се третира како да ја купил разликата од системот. На сличен начин се третираат и големите потрошувачи, трговците и снабдувачите.

Цената на електричната енергија за покривање на дебалансите се одредува преку однапред утврдена и објавена методологија. Методологијата може да се разликува од пазар до пазар, но начелно се настојува цените за отстапувањата да бидат такви што ќе ги стимулираат учесниците на пазарот да изработуваат што попрецизни прогнози за своето производство/потрошувачка и да тргуваат на отворениот непосреден пазар сè до неговото затворање со цел подобрување на своите позиции, наместо да бидат пасивни и да чекаат ОПС да го направи тоа за нив преку управуваниот непосреден пазар.

Листа на референци

- [1] Viscusi, W. Kip; Vernon, J. Mitcham; Harrington, J. Emmett: “Economics of Regulation and Antitrust”, 2005, pp. 330~
- [2] Daniel Kirschen, Goran Strbac, „Fundamentals of Power System Economics“, 2004 John Wiley & Sons, Ltd ISBN: 0-470-84572-4
- [3] “Competitive Electricity Markets: Design, Implementation, Performance”, F. P. Sioshansi, Elsevier Ltd., 2008 -
https://books.google.mk/books?id=KrVCPVDOF9QC&printsec=frontcover&dq=Competitive+Electricity+Markets:+Design,+Implementation,+Performance&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Competitive%20Electricity%20Markets%3A%20Design%20Implementation%2C%20Performance&f=false
- [4] Регулаторна комисија за енергетика, <https://www.erc.org.mk/#>
- [5] MEMO, <http://memo.mk/Public/regulativa>
- [6] „Annual Implementation Report for North Macedonia – 2020“, од 1 ноември 2020г., https://www.energy-community.org/dam/jcr:0af3b17a-3759-4a23-a2ef-3134784e217c/EnC_IR2020.pdf
- [7] „Економија“ – Фити, Т., 2006; Поглавје 12.6, стр. 250~.