

**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, 10A, 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 информатички технологии,  
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 информатички технологии  
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 Ilevska**

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:

<b>ANALYTICAL ESTIMATION OF OPTIMAL PV PANEL TILT BASED ON CLEAR-SKY IRRADIANCE MODEL .....</b>	<b>13</b>
<b>ENVIRONMENTAL AND ENERGY UTILIZATION OF MUNICIPAL WASTE – ONE PRODUCT, TWO SOLUTIONS .....</b>	<b>14</b>
<b>INTELLIGENT POWER MODULE CONTROLLED BY MICROCOMPUTER AND IMPLEMENTED IN AC MOTOR SPEED REGULATOR .....</b>	<b>22</b>
<b>COMPARATIVE ENVIRONMENTAL ANALYSIS BETWEEN CONVENTIONAL AND COGENERATION GAS-FIRED CENTRAL HEATING SYSTEMS .....</b>	<b>32</b>
<b>COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BIFACIAL AND MONOFACIAL SOLAR PANELS USING PV*SOL SOFTWARE .....</b>	<b>44</b>
<b>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.....</b>	<b>45</b>
<b>CHARGING STATIONS CONNECTED TO STREET LIGHT POWER SYSTEM ....</b>	<b>46</b>
<b>ELECTRICITY PRODUCTION OF PVPP FOR ELECTRICITY MARKET .....</b>	<b>47</b>
<b>ENERGY MIX OF THE SLOVAK REPUBLIC.....</b>	<b>55</b>
<b>SWOT ANALYSIS OF HYDROGEN ECONOMY.....</b>	<b>59</b>
<b>PHYSICAL LIMITATIONS OF DIMMING OF 400 W RATED HALIDE LAMPS (A CASE STUDY).....</b>	<b>60</b>
<b>ФУНКЦИОНИРАЊЕ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА: МОДЕЛИ НА ПАЗАРИ НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА .....</b>	<b>68</b>
<b>EASY AND FAST ESTIMATION OF THERMAL STABILITY OF HTS MAGNETS UNDER SIMPLE SITUATION.....</b>	<b>76</b>
<b>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.....</b>	<b>77</b>
<b>IMPACT OF CORE SATURATION ON OPERATING CHARACTERISTICS OF THREE-PHASE SQUIRREL CAGE MOTOR.....</b>	<b>84</b>
<b>PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF ORAL ELECTROSURGERY .....</b>	<b>93</b>
<b>MOLTEN SALT THERMAL ENERGY STORAGE FOR RENEWABLE ENERGY: SYSTEM DESIGN, MATERIALS, AND PERFORMANCE .....</b>	<b>100</b>
<b>ДЕНТАЛНИТЕ ЛАСЕРИ - ПРЕДИЗВИК НА СОВРЕМЕНАТА СТОМАТОЛОГИЈА.....</b>	<b>110</b>
<b>ANALYSIS OF DEVELOPING NATIVE ANDROID APPLICATIONS USING XML AND JETPACK COMPOSE .....</b>	<b>118</b>
<b>ENSURING INFORMATION SECURITY IN THE DIGITAL AGE .....</b>	<b>119</b>
<b>CLOUD COMPUTING AND VIRTUALIZATION: CAN CLOUD COMPUTING EXIST SEPARATELY FROM VIRTUALIZATION?.....</b>	<b>124</b>

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



## COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BIFACIAL AND MONOFACIAL SOLAR PANELS USING PV\*SOL SOFTWARE

*Mladen Mitkovski<sup>1</sup>, Vlatko Cingoski<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Faculty of Electrical Engineering, Goce Delcev University, Krste Misirkov 10A, 2000 Stip, North Macedonia, email: mladen.20234@student.ugd.edu.mk

<sup>2</sup>Faculty of Electrical Engineering, Goce Delcev University, Krste Misirkov 10A, 2000 Stip, North Macedonia, email: vlatko.cingoski@ugd.edu.mk

### Abstract

*Traditional solar panels commonly used in today's solar power projects are monofacial i.e., with solar cells only on one side of the panels. Recently, many solar panel producers have improved their panel designs by introducing so-called bifacial solar panels which feature solar cells on both sides of the solar panel. Producers claim that the bifacial solar panels, regarding energy generation, typically overperforms the traditional monofacial solar panels by about 5.5%, with additional investment cost between 10% and 25%, which strongly depends on the producer and the size of the project.*

*In this paper, the authors made a simulation and comparative analysis between bifacial and monofacial solar panels using PV\*SOL simulation software. The simulation was done on a solar power project with an installed capacity of 1 MW using exact solar insolation values for the exact geographical location. Typical bifacial and monofacial half-cell solar panels available at the local market were used for the analysis. For enhancing the analysis, two common placements of the panels were utilized, ground placement, and rooftop placement parallel with the roof at the same inclination (pitch) and orientation (azimuth). Obtained results using PV\*SOL simulation software for both panels and both placements are presented with accompanying discussion. For ground placement, bifacial solar panels resulted in increased energy generation of approximately 2.5%, while for rooftop placements the amount of the increased energy generation was negligible. Ground-placed bifacial solar panels have increased energy generation all year around, while rooftop bifacial solar panels provide larger energy generation only during summer months, from June to August. For the rest of the year the energy generation difference, although in favor of bifacial over monofacial solar panels, was still negligible.*

### Key words

*Photovoltaics, monofacial solar panels, bifacial solar panels, PV\*SOL, renewables*

**Full paper is published in *Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics***

<https://js.ugd.edu.mk/index.php/bjami>