

**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 информациони 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 информациони 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 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



ДИГИТАЛНИ ОТПЕЧАТОЦИ-СОВРЕМЕН ТРЕНД НА ДЕНЕШНИЦАТА

Љубица Прошева¹, Сандра Атанасова², Михајло Петровски³

¹Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
email: ljubica.proseva@ugd.edu.mk

²Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
email: sandra.atanasova@ugd.edu.mk

³Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип, Северна Македонија
email: mihajlo.petrovski@ugd.edu.mk

Апстракт

Земањето на отпечаток претставува најбитна процедура во секојдневната стоматолошка пракса. Целта на земањето на точен и прецизен отпечаток е да се прикаже димензиски стабилен негатив кој ја претставува моменталната ситуација од усната празнина. За изработка на адекватни протетски изработки најбитно е што е можно поточно репродуцирање на интраоралната состојба, и особено значајно е дека при присутна грешка може да се добие некавалитетна конечна изработка.

Современите дентални отпечаточни материјали се прецизни, хидрофилни и димензионално стабилни и можат автоматски да се замешуваат. Компаративно со развојот на конвенционалните отпечаточни материјали доаѓа до појава на интраорални скенери за дигитално отпечатување на различните структури во усната празнина. Интраоралните скенери се дигитални апарати кој во стоматолошката ординација се користат за дигитално земање на отпечатоци и прикажување на реалната состојба од усната празнина на пациентот и на пазарот и во секојдневната стоматолошка пракса се појавуваат во осумдесетите години на минатиот век.

Механизмот на нивната работа се темели на емитурање на структурирана светлосна мрежа или ласерски зрак кој доаѓа во контакт со површината која се скенира. За време на контактот со површината зраците се деформираат и се враќаат во камерата која го праќа примениот сигнал во софтверот. Софтверот ги комбинира сите примени слики од снимените разни агли, земајќи ги во предвид движењата на скенерот како и оддалеченоста на објектите кои се скенираат, и на тој начин се реконструира скенираниот објект.

Денес на пазарот постојат разни интраорални скенери базирани на разни оптички компоненти и извори на светлина. Се разликуваат скенери базирани на активно произведување на бранова должина (True Definition Scanner, 3M), паралелна конфокална микроскопија (3Shape) и на оптичка триангулација (Sigma CEREC Omnicam). Покрај наведените постојат скенери кои користат и вештачка интелигенција како по секое скенирање имаат повеќе информации и податоци во врска со природните заби.

Најзначајните предности при употребата на дигиталните отпечатоци се однесуваат на тоа дека со нивната примена се скратува времетраењето на самите интервенции, има помала непријатност кај пациентите, станува збор за едноставна процедура, постои можност за електронски трансфер на самите податоци и се добива значително попрецизна и поточна презентација на состојбите од усната празнина на самите пациенти.

Клучни зборови:

дигитално отпечатување, интраорални скенери, отпечаток, отпечаточни материјали

Вовед

Денталното отпечатување има тенденција да стане рутинска постапка во секојдневната стоматолошка пракса. Најчесто отпечатувањето се изведува преку конвенционалната постапка која вклучува употреба на отпечаточни маси и лажици за отпечатување. Главната цел на отпечатувањето е да се регистрира оралната структура во негатив и како дефинитивен продукт се добива отпечаток. Излевањето на отпечатокот со материјалите за добивање на модели даваат позитивна репродукција на состојбата од усната празнина

на пациентот, а моделите подоцна ни служат за дијагностика, планирање и спроведување на план за третман,[8] па поради тоа прецизноста и димензионална стабилност на отпечаточните материјали се од исклучителна важност за да се добие прецизен и точен модел за изработка на самите протетски изработки.[9] Со традиционалните постапки се бележи долгогодишен клинички успех, но забрзаниот развој на тродимензионалната технологија последните десетина години овозможуваат работа со интраорални скенери кои овозможуваат изработка на тродимензионален дигитален модел и на тој начин да се намали можноста за појава на грешки.[2]

Тежнењето да се поедностави постапката како и да се заштеди времето за целокупната тераписка постапка, но потребата за поголема прецизност како и поголема пријатност при интервенциите на самите пациенти, се една од предностите за кои дигиталната технологија сè повеќе наоѓа место во секојдневната клиничка пракса.

Како што напоменавме, конвенционалното отпечатување подразбира употреба на конфекциски или индивидуални лажици како и соодветен отпечаточен материјал за земање на отпечаток, а самата постапка за земање на истиот се изведува така што отпечаточната маса со соодветна коезистенција се поставува во лажица и со помош на ротационо движење се внесува во усната празнина на пациентот. Отпечаточната маса за време на внесување во устата е во течна или пак со пластична коезистенција, а по стврднувањето на истата, се вади од устата на пациентот, се дезинфицира и се праќа во лабораторија каде што техничарот го излева отпечатокот и се добива модел- кои е верна репродукција на она што се наоѓа во усната празнина.[8] Се со цел да имаме колку што е можно подобар модел потребно е отпечатокот да биде земен доста прецизно. Квалитетот на отпечатокот зависи од самите својства на отпечаточниот материјал, начинот на ракување со истиот, својствата на материјалите за излевање на моделите, како и од вештината на самиот терапевт.[2] Прецизноста на отпечатокот покрај претходно наведеното зависи и од начинот на дезинфекција на отпечатокот,[17] начинот на транспорт до изведувањето на постапката на излевање,[9] одбирањето на соодветната техника на отпечатување,[10] како и од времето кое е поминато од стврднувањето до излевање на материјалот.[16] Секој чекор од избор на лажица и отпечаточен материјал, па се до земање и излевање на отпечатокот, даваат можност за појава на грешка.[22]

Дигиталното отпечатување во денталната медицина се воведува во осумдесетите години на минатиот век, со развојот на технологијата, класичната дводимензионална дијагностика и терапија се заменува со напредна тродимензионална технологија.[20] Со новите материјали и технологии се подобрува ефикасноста, точноста, содржината а со тоа и предвидливоста на резултатите.[19] Три големи чекори во конвенционалната работата во стоматолошките ординации се дигитализирани. Прв чекор е собирање на податоци од пациентот и внесување на истите во дигитален облик, вториот чекор дава можност за планирање на рехабилитацијата на пациентот при што истата е потпомогната со дигитално планирање и симулација на екранот (ang. Computer Aided Design – CAD), додека третиот чекор овозможува користење на компјутерски изработки (ang. Computer Aided Manufacturing – CAM).[20]

Благодареејќи на бројните предности интраоралните скенери се користат во дијагностички цели и помагаат во планирањето на терапијата во разни гранки од денталната медицина. Во стоматолошката протетика се користи за изработка на дефинитивни реставрации како што се инлеи, онлеи, коронки и мостови, успешно се користат и за снимање на положбата на денталните импланти, додека пак во ортодонцијата најчесто служат за планирање на терапијата со помош на aligner и нивната изработка. [4, 11]

Денталните скенери се делат на интраорални и екстраорални (лабараториски) скенери.

- Интраоралните скенери се користат исклучително во ординација, а во состав на CAD/CAM системите служат за директно скенирање на интраоралните структури.[5]
- Лабораториските скенери се користат во заботехнички лаборатории и со нив се скенираат отпечатоци, кои се добиени со конвенционални методи за земање на отпечаток или пак за скенирање на веќе добиени излеани модели.[5]

И покрај тоа што се смета за тривијална и едноставна процедура, земањето на отпечатоци и излевањето на модели, без разлика дали е физички или виртуелен, се клучни чекори кои влијаат на добра дијагноза, планирање и спроведување на терапијата, затоа е неопходно да се обрне внимание на деталите и точните техники на отпечатоци за веродостојна репродукција на забните структури. [4]

Врз основа на фактот дека дигитализација во стоматологијата е несомнена, ја поставивме и основната цел на ова истражување да го опишеме методот на дигиталното отпечатување, начинот на создавање на дигиталните отпечатоци и предностите и нестостатоците на дигиталните отпечатоци.

Материјал и метод

Сè со цел да се исполнат основните цели, направено е литературно пребарување во интернет-базите со научни трудови, доминантно на PubMed, во претходно определен временски период, кој ја опфаќа последната деценија (2013-2023), пред се поради современоста на темата. Во делови од трудот се искористени и податоци од трудови кои се од постар датум, но истите се сметаат за базични. За комплетно исполнување на зададената цел изведен е сеопфатен литературен преглед и користени се податоци кои се публикувани на англиски јазик. За соодветно насочено пребарување беа користени само соодветни клучни зборови.

Беа користени трудови кои припаѓаат на категоријата: публикуван труд (Journal Article), клиничко испитување (Clinical Trial), рандомизирано контролирано испитување (Randomized Controlled Trial), прегледни трудови (Review), компаративна студија (Comparative study).

Преку исполнување на целите на овој труд сакаме да ги презенираме основните карактеристики на употребата на дигиталните отпечатоци во денталната медицина. Тоа се должи пред сè на фактот дека дигитализацијата во стоматологијата е сè попопуларна во последниве години. Дигиталното отпечатување како постапка поседува мноштво на индикации поради што сметаме дека ќе стане незаменлива алатка во секојдневната стоматолошка пракса.

Дентални скенери- иднина на стоматологијата

Врз основа на горенаведеното може да се напомене дека земањето прецизен отпечаток е една од најважните процедури во стоматолошката пракса. Важно е да се прикаже интраоралната состојба што е можно попрецизно, бидејќи грешките може да доведат до некавалитетен финален резултат- протетска изработка. Конвенционалниот метод на отпечатоци сè уште се смета за златен стандард за реплицирање на интраорални структури, но поради неговите бројни недостатоци, се наметнува потребата да се применуваат дигитални отпечатоци.[3] Стекнувањето на тродимензионални слики на оралните структури овозможуваат виртуелна дијагностика, планирање на терапија како и дизајнирање на самите конструкции со помош на глодање/печатење на завршните конструкции.[6]

Како што напоменавме, дигиталниот отпечаток се зема на два начина - со индиректен метод, со скенирање на конвенционален отпечаток или пак со скенирање на моделот во гипс, и со директен метод, со печатење на дентогингивалните ткива за да се добие

дигитален тридимензионален модел.[18] Оптичките отпечатоци даваат бројни предности како што се намалена непријатност кај самите пациенти, поедноставување на клиничката процедура, непосредна размена на податоци со лабораторијата, заштеда на време и можност за складирање на дигитални модели без потреба од лиење на физичкиот модели.[12]

Со цел да се подобри прецизноста и точноста на отпечатокот, заедно со сеопфатната дигитализација, стоматолошките скенери започнуваат да се развиваат во средината на осумдесетите години. Најпрво се користеле во стоматолошките лаборатории, а денес се повеќе наоѓаат примена во секојдневната пракса во стоматолошките ординации како интраорални скенери.[14]

Денталните скенери се една од трите главни компоненти на компјутерски потпомогнатиот дизајн/компјутерски потпомогнато производство, односно CAD/CAM системот (анг. Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing). Составните делови на овој систем се:

- Скенер – уред кој собира податоци за површината подготвена за отпечатување во три димензии и ги претвора во дигитална форма.
- Софтвер - се користи за анализа на податоци кои можат да се складираат во различни формати. Најчесто тоа е STL формат (Surface Tessellation Language и STereoLithography).
- Фреза – машина со која ја добиваме посакуваната форма со помош на фреза и алат за брусење. [13]

Развојот на CAD/CAM системот започнува уште во педесетите години на минатиот век, а првиот систем кој влезе во секојдневна употреба во стоматолошката медицина е создаден во 1987 година со развојот на CEREC 1 од компанијата Сирона, Италија.[13] Д-р Моерман и неговите колеги потоа развиваат систем кои е за употреба во канцеларија (eng. in-office), таканаречен систем “chairside“, каде што имаме директна техника за изработка на протеза во ординација и тоа во само една посета.[5] Сите компоненти на CAD/CAM системот се сместени во самата ординација, така што нема потреба од дополнителна соработка со заботехничка лабораторија.[15]

Покрај техниката “chairside“, постојат уште две CAD/CAM техники. Едната од нив е интегрирана ординациско-лабораториска техника која бара две посети, во првата посета се врши скенирање на самата ситуација во усната празнина на пациентот, додека во втората посета имаме предавање на претходно изработената конструкција во лабораторија со помош на CAD/CAM системот. Стоматологот во ординацијата може да ја потисне препаратацијата со скенирање или да користи една од конвенционалните процедури со кои се зема отпечаток и се добива модел и потоа истиот се скенира во лабораторија. Третата техника е централизирано производство во центарот за глодање. Кај оваа техника „сателитските скенери“ во лабораторијата се поврзани преку интернет со центрите за глодање. Готовите податоци за обликуваните конструкции од лабораторијата се испраќаат до глодачкиот центар, а готовата реставрација од истиот се враќа во лабораторијата каде што техничарот дополнително ја дообликува самата конструкција.[13]

Денес на пазарот се достапни екстраорални стоматолошки скенери кои скенираат веќе испечатени отпечатоци или излеани модели и интраорални скенери кои ги скенираат интраорални структури.[14]

Десктоп дигиталните скенери овозможуваат исклучително висококвалитетна дијагностика, анализа, планирање и споредба на дигитални отпечатоци и модели. Со него управува техничар кој ја дизајнира идната конструкција и потоа ги испраќа овие информации до машината што ја произведува самата конструкција.[14]

Интраоралните скенери денес стануваат сè попопуларни. Тие го поедноставуваат процесот на земање на отпечаток бидејќи состојбата на пациентот директно се

пренесува на екранот со помош на сензорот од камерата која се поставува во усната празнина на пациентот, а снимените слики се обработуваат во софтвер. Резултатот кои се добива со овие скенери е 3D модел, виртуелна алтернатива на традиционалниот работен модел.[12] Со оглед на тоа што не постои конвенционален начин на земање на отпечаток и излевање на модел, помала е и можноста за појава на грешка.[14]

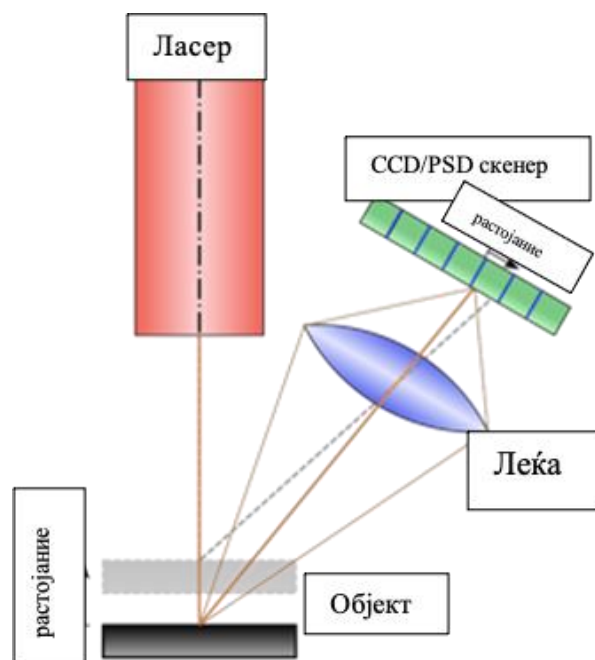
Поделба на итраоралните скенери

Интраоралните скенери може да се поделат на неколку начини:

1. Разликуваме скенери кои бараат кондиционирање на скенираната површина со прашок или спреј, на пример прашок од титаниум диоксид или црно-бел прав, со цел да се постигне рамномерна рефлектирачка површина за соодветно тродимензионално скенирање и оние каде што не е потребно кондиционирање, таканаречените скенери „без прав“(powder-free). Системите кои не бараат кондиционирање на површината се значително попрецизни, имајќи предвид дека начинот на нанесување на правот може да влијае на квалитетот на отпечатувањето.[12,21]

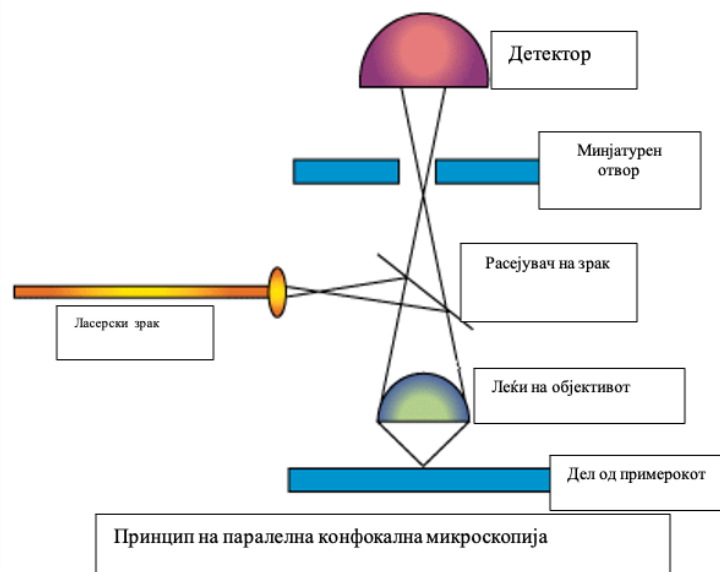
2. Според методот на работа, скенерите можат да се поделат на три основни системи – оптичка триангулација, паралелна конфокална техника и активно земање на примероци од брановидни примероци.

2.1 Оптичка триангулација – оптички скенер каде изворот на светлина е ласерски зрак или бела светлина.[13] Главата на камерата испушта светлина под одреден агол на површината. Кога ќе го погоди предметот што се снима, тој се рефлектира според текстурата на површината под одреден агол назад кон единицата што прима. Таму се открива од чип што е чувствителен на светлина и врз основа на аголот на отклон помеѓу емитирана и рефлектирана светлина, се пресметува обликот на снимениот објект.[21] Растојанието на објектот се мери без допирање, со точност од неколку милиметри до неколку микрони. Триангуларните сензори се корисни каде што е потребно брзо собирање податоци, кога се гледаат чувствителни меки и влажни ткива, и таму каде што контактот е непожелен .[19] (Слика 1).



Слика 1. Шематски приказ на дигитализација по принцип на оптичка триангулација преземено од 3D scanning. Wikiwand [cited 2019]; Available from: https://www.wikiwand.com/en/3D_scanning

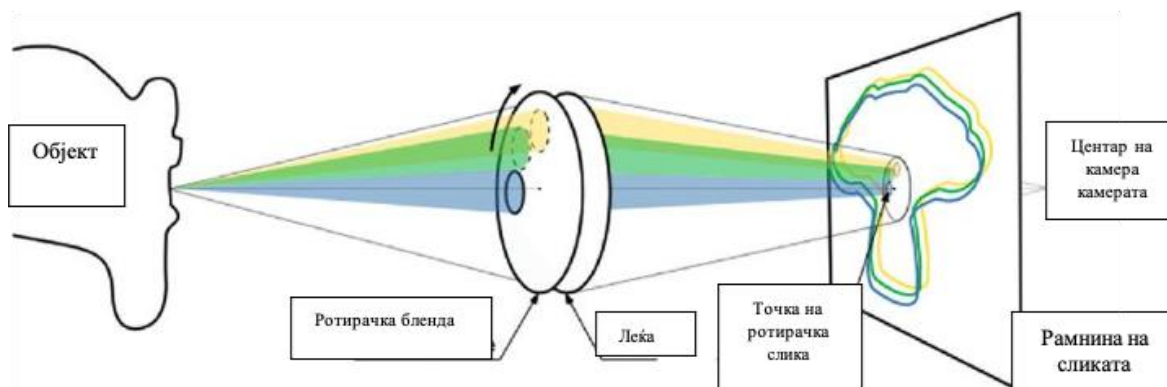
2.2 Паралелна конфокална микроскопија (анг. Confocal Laser Scanner Microscopy) – кај овој метод се емитуваат паралелни зраци на светлина кои се рефлектираат од површината на предметот што се скенира по истата патека на зракот и паѓаат на фотосензитивниот сензор. 3D сликата се реконструира со помош на компјутер, а не преку окулар (леќа). Добиената слика може да се подели на делови со висока резолуција со верно прикажување на длабочината на објектот. Положбата на светлосниот зрак на сензорот дава информации за сагиталната, фронталната и трансверзална рамнина.[21] Можно е и просторно филтрирање, кое се користи за отстранување на рефлексии надвор од фокусот или за отстранување на позадината. (Слика 2).[19]



Слика 2. Принцип на работа на апарати со дигитализација на принцип на паралелна конфокална микроскопија

Преземено од Sason, Gursharan Kaur, et al. "A comparative evaluation of intraoral and extraoral digital impressions: An in vivo study." *The Journal of the Indian Prosthodontic Society* 18.2, 2018, pp. 108.

2.3 Активно земање примероци од брановидни површини - бара само една оптичка патека на модулот AWS и една камера за да се добијат информации за длабочината (9). Секоја снимена точка на површината се прикажува во однос на движењето во различни времиња на различни позиции на сензорот како пиксел. Врз основа на просторното и временското поместување на истиот пиксел во различни времиња, може да се пресмета тродимензионалната форма на објектот.[21] (Слика 3).



Слика 3. Принцип на работа на интраоралните скенери врз база на Active Wavefront Sampling
Преземено од Mangano, Alessandro, et al. "Suppl-1, M8: conventional vs digital impressions: acceptability, treatment comfort and stress among young orthodontic patients." *The open dentistry journal* 12, 2018, p.118.

3. Во однос на компатибилноста скенерите ги делиме на отворен и затворен состав. Кај отворениот состав скенираните податоци можат слободно да се експортираат и да се обработуваат во програм за дизајнирање и планирање на други произведувачи. Достапни се режачи, 3D принтери и тн. независно од произведувачот. Универзалниот јазик на CAD/CAM системот кој ги поддржува повеќето интраорални скенери е STL форматот. Предноста на таквиот систем е добрата поврзаност со сите произведувачи, од наједноставните програми за дизајнирање до најпрецизните произведени единици, но потребно е исклучителна добра координација на сите чекори, а конверзијата на отворените формати може да предизвика губење на квалитетот на моделот. Од друга страна кај затворениот систем сите компоненти на произведениот ланец меѓусебно се оптимално координирани така што потенцијалните грешки лесно се елиминираат чекор по чекор. Некој затворени системи нудат комплетен дигитален тек на работата и нудат оптимално решение. Лимит за таквиот состав се додатни трошоци за отклучување.[12,19]

Компарација на конвенционална и дигитална отпечаточна техника

Најчесто споменуваната разлика помеѓу конвенционалните и дигиталните техники за отпечатување е времетраењето на самата процедура. Конвенционалниот метод на отпечаток бара многу чекори: избор на соодветна лажица, нанесување на адхезивно средство, нанесување на отпечаточен материјал, внесување на лажицата во устата на пациентот, стврднување на отпечаточниот материјал, дезинфекција, регистрирање на меѓувеличните односи, испраќање на отпечатокот во лабораторија, излевање на моделот од отпечатокот, испраќање на моделот назад во ординација, складирање на моделот итн. Интраоралните скенери значително го намалуваат бројот на потребни чекори и ја сведуваат процедурата на внесување на податоците за пациентот, за многу по краток временски период, внесување на инструкции за постапките кои треба да се изведат во лабораторијата како и останатите фази на скенирање на двете вилицы и меѓувеличните односи.

Времето потребно за отпечатување со еден од стандардните методи е во просек 10 минути, додека времетраењето на процедурата со помош на интраорални скенери се намалува на околу 4 минути. Потребни се околу 4 минути за да се земе отпечаток од спротивната вилица со помош на конвенционалниот метод, и околу 90 секунди за да се регистрираат меѓувеличните односи. Техниката за дигитален отпечаток бара во просек 90 секунди за да се отпечати спротивната вилица и само 15 секунди за да се регистрираат меѓувеличните односи.[22]

Употребата на интраорални скенери овозможува подобра комуникација со самите пациенти. Протетската конструкција изработена во CAD/CAM системот може да се заврши во една посета, а дополнително може да се направи и високо естетска привремена работа која може да го отслика изгледот на идната конечна реставрација со неговата форма, боја и големина. Привремените изработки служат како шаблон за пациентот да се навикне на идната конструкција и врз истата да ги изрази своите желби и потенцијални промени. Од друга страна, доколку пациентот е задоволен од привремената протетска конструкција, податоците за креирање на дефинитивната конструкција се складираат и служат како шаблон за создавање на истата.[12,21] Исто така, дигитализацијата представува моќно средство за комуникација што сугерира можни терапевтски опции, а исто така е можно да се споредат.[7]

Недостатокот на интраоралните скенери се јавува при прикажување на маргиналниот раб на субгингивалните препарации. Потребата од субгингивална препарација особено се однесува на предните делови на забниот лак, каде што е неопходно да се постигне естетски задоволителна изработка. Изворот на светлина на интраоралните

скенери не може да го одвои мекото ткиво, па затоа не може да стигне ниту до самиот раб на самата препаација.[12]

Се смета дека дигитализацијата ги намалува трошоците за целата постапка при самата терапија. Како предности на дигиталните отпечатоци се вбројува релативно краткото време на отпечатувањето, чувството на пријатност на самиот пациент, подобрата комуникација на стоматологот со самиот забен техничар, поедноставена клиничка процедура, пренос на податоците преку интернет, намалена потреба од физичко складирање, едноставно повторување, подминирани делови не претставуваат никаков проблем при самата постапка на отпечатувањето, снимање на сегменти од подрачјето за кое имаме потреба како и приказ во стварно време, додека како недостатоци на дигиталните отпечатоци се вбројуваат трошоците за набавка и одржувањето на самиот скенер, тешкотии при отпечатувањето на длабоки маргинални препаации, дополнителна едукација за земање на отпечаток.[12,21]

Заклучок

Трендот во денешницата е модернизирање на земањето на отпечатоците во секојдневната пракса, потребно е колку што е можно повеќе да се намали времето на работа, а да се зголеми продуктивноста и добивањето на добри резултати. Интраоралните скенери денес во секојдневната пракса наоѓаат сè поголема примена и земаат сè поголем замав со стоматолошката протетика.

Користена литература

- [1] 3D scanning. Wikiwand [cited 2019]; Available from: https://www.wikiwand.com/en/3D_scanning.
- [2] Abduo, Jaafar. "Accuracy of casts produced from conventional and digital workflows: A qualitative and quantitative analyses." *The journal of advanced prosthodontics* 11.2, 2019, pp. 138-146.
- [3] Albdour, Emad A., et al. "A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions." *BMC Oral Health* 18, 2018, pp. 1-7.
- [4] Aragón, Mônica LC, et al. "Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review." *European journal of orthodontics* 38.4, 2016, pp. 429-434.
- [5] Baroudi, Kusai, / Shukran Nasser Ibraheem. "Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature." *Journal of international oral health: JIOH* 7.4, 2015, pp. 96.
- [6] Bohner, Lauren, et al. "Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review." *The Journal of prosthetic dentistry* 121.2, 2019, pp. 246-251.-
- [7] Camardella, Leonardo, et al. "Virtual setup: application in orthodontic practice." *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopadie* 77.6, 2016, pp. 409-417
- [8] Ćatović, A. "Klinička fiksna protetika: Ispitno štivo." *Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 1999, pp.65-80.
- [9] Chandran, Deepa T., et al. "Two-and three-dimensional accuracy of dental impression materials: effects of storage time and moisture contamination." *Bio-medical materials and engineering* 20.5, 2010, pp. 243-249.
- [10] Gūth, Jan-Frederik, et al. "Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing." *Clinical oral investigations* 17, 2013, pp. 1201-1208.

- [11] Mangano, Alessandro, et al. "Suppl-1, M8: conventional vs digital impressions: acceptability, treatment comfort and stress among young orthodontic patients." *The open dentistry journal* 12 (2018): 118.
- [12] Mangano, Francesco, et al. "Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature." *BMC oral health* 17.1, 2017, pp.1-11.
- [13] Mehulić, Ketij, et al. "Dentalni materijali." *Zagreb: Medicinska naklada*, 2017, p. 352.
- [14] Miyazaki, Takashi, et al. "A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience." *Dental materials journal* 28.1, 2009, pp. 44-56.
- [15] Moörmann, Werner H. "The evolution of the CEREC system." *The Journal of the American Dental Association* 137, 2006, pp. 7S-13S.
- [16] Nassar, Usama, et al. "An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period." *The Journal of prosthetic dentistry* 109.3, 2013, pp. 172-178.
- [17] PEUTZFELDT, ANNE/ ERIK ASMUSSEN. "Effect of disinfecting solutions on accuracy of alginate and elastomeric impressions." *European Journal of Oral Sciences* 97.5, 1989, pp. 470-475.
- [18] Sason, Gursharan Kaur, et al. "A comparative evaluation of intraoral and extraoral digital impressions: An in vivo study." *The Journal of the Indian Prosthodontic Society* 18.2, 2018, pp. 108.
- [19] Taneva, Emilia, et al. "3D scanning, imaging, and printing in orthodontics." *Issues in contemporary orthodontics* 148.5, 2015, pp. 862-7.
- [20] Vandenberghe, Bart. "The digital patient—Imaging science in dentistry." *Journal of dentistry* 74, 2018, pp. S21-S26.
- [21] Wolfart, S. "Implantoprotetika; Berlin; Quintessenz Verlags.", 2014
- [22] Yuzbasioglu, Emir, et al. "Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes." *BMC oral health* 14.1, 2014, pp. 1-7.