

**РЕЦЕНЗИЈА**  
**НА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА ПОД НАСЛОВ „ДИЗАЈНИРАЊЕ, АНАЛИЗА**  
**И РАЗВОЈ НА СОФТВЕРСКИ МОДЕЛ ЗА ПРЕДИКЦИЈА НА ДИЈАБЕТЕСОТ И**  
**КЛИНИЧКО МЕНАЦИРАЊЕ НА ДИЈАБЕТЕСОТ И НЕЈЗИНИТЕ РЕСУРСИ“,**  
**ИЗРАБОТЕНА ОД М-Р ЛИНДИТА ЛОКУ, ПРИЈАВЕНА НА ФАКУЛТЕТОТ ЗА**  
**ИНФОРМАТИКА, УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ ВО ШТИП**

Со Одлука број 0206-410/3 од 26.8.2020 година, донесена на 52. седница, а одржана на 24.8.2020 год. на Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 (биотехнички, техничко-технолошки и природно-математички науки) при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип, формирана е Комисија за оценка и одбрана на докторската дисертација под наслов „Дизајнирање, анализа и развој на софтверски модел за предикција на дијабетесот и клиничко менаџирање на дијабетесот и нејзините ресурси“, пријавена и изработена од кандидатката м-р Линдита Локу, во состав:

- проф. д-р Зоран Здравев – претседател (Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип);
- проф. д-р Александар Крстев – ментор и член (Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ -Штип);
- проф. д-р Беким Фетаји – екстерен ментор и член (Факултет за информатика, Универзитет „Мајка Тереза“ - Скопје);
- проф. д-р Билјана Златановска – член (Факултет за информатика, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип);
- проф. д-р Андон Чибишев – член (Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ -Штип).

Комисијата во наведениот состав, по прегледувањето на докторската дисертацијата, го поднесува следниов

### ИЗВЕШТАЈ

#### Анализа на трудот

Докторската дисертација е презентирана на 120 страници и ги содржи следниве делови: Вовед, Досегашни истражувања, Анализа на модел на предвидување со користење на Python програмирање, Методи за машинско учење, Идентификување на Факторите за мерење и Дефинирање на предвидливиот модел во Python, Резултати и Дискусија, Заклучоци и Користена литература. На крајот е дадена листа на табели - вкупно 10 и листа на слики – вкупно 16, прилози – 1.

#### Предмет на докторскиот труд

Дијабетесот се смета за едно од најсмртоносните и хронични заболувања што предизвикува зголемување на шеќерот во крвта. Многу смртни случаи и компликации се јавуваат ако дијабетесот остане нетретиран и неидентификуван. Но, со развојот на информатиката, науката за податоците и растот на разните пристапи за машинско учење има решение и за овој критичен проблем. Затоа, истражувачката студија е насочена кон изготвување на софтверски предвидлив модел за прогноза и предвидување на дијабетес мелитус тип 2 (ДМ) и тоа врз основа на неколку фактори адресирани како варијабли кои се испитуваат во текот на студијата и се идентификуваат како такви од лекарите. Оригиналните сетови на податоци собрани од болница се користат за откривање на дијабетес тип 2 и препорачуваат активности за самогрижа.

Целта на моделот е во многу рана фаза од пет фази осмислени во нашиот модел да предупредат за можноста за развој на дијабетес во подоцнежна фаза и да не чекаат четврта фаза кога ќе се појават рани симптоми, или последната петта фаза кога ќе се појави болест

а потоа и лекување на пациентот. Изработениот предвидлив модел може да помогне во процесот на донесување одлуки поефикасно и високо автоматизирање на целиот процес на откривање на дијабетес многу рано во процесот и со тоа да се спречи неговиот изглед особено овде фокусирајќи се на дијабетес тип 2.

Науката за податоци заедно со вештачката интелигенција инкорпорирана преку употреба на машинско учење (ML), што е пресметковен метод за автоматско учење од искуство и ги подобрува перформансите за да се направат поточни предвидувања можат да направат огромна разлика во спречувањето на дијабетес тип 2. Дијабетесот е болест која се јавува кога нивото на гликоза во крвта станува високо, што на крајот доведува до други здравствени проблеми како што се срцеви заболувања, заболувања на бубрезите и др. Дијабетесот е многу сериозна болест која може да доведе до голем број смртни случаи или многу сериозни компликации како што се слепило, ампутација и срцеви заболувања ако не се лекува правилно навреме.

Еден од најголемите предизвици со кои се соочува денес здравствената заштита е големата количина на податоци што од друга страна не можат да се користат, а и повеќето не се ни во електронски формат. Електронските податоци што се достапни се заштитени и не се лесни за пристап за многу истражувачи, а исто така овие податоци растат толку брзо и станале толку големи податоци што човечки не е можно да се прочитаат и анализираат. Исто така, постои проблемот на растечките неструктурирани податоци на разни области на здравствената заштита кои се станува неопходност да се структурираат и да се стави акцент на нејзината големина во нормализиран сет со номинална вредност што може да се обезбеди и да се користи значење. Единствениот соодветен начин да се направи ова е да се нормализира сетот на податоци и да се користи софтвер за анализирање на податоците и да се обезбеди можна корист од извлекување знаење од овие податоци. Во моментот, овој сет на податоци се развива во големи сетови на податоци и бара посебни анализи со употреба на тековни софтверски алатки и технолошки напредок. Вредноста на ова се заснова на дигитализација на податоците, каде што има потреба компјутерите да ги има во електронски формат, а не во форма на копија на податоците.

Научната област што управува, манипулира, извлекува и толкува знаење од одредена количина на податоци е позната како наука за податоци и методот како анализатор на податоци. Податоци и анализатор е практика на извлекување на информации од постоечките бази на податоци со цел да се утврди кој било модел и да се предвиди во иднина. Принципите за наука на податоци се однесуваат на сите податоци, големи и мали. Предвидливата аналитика го користи минатото за да ја предвиди иднината.

### **Цели и нивна разработка**

Научната оправданост на истражувањето е имплицитно поврзана со актуелните услови и потребата од ваков систем, влијанието на интернационализацијата за современ пристап при обработка на податоците и потребата да се изнајдат релевантни механизми за зајакнување на капацитетите на спречување на дијабетесот и здравствено менаџирање на истиот низ инклузивен процес ќе овозможат одржлив развој на истите. Со научниот опис на каузалноста меѓу начинот на планирање и делување и способноста за обезбедување одржливи позитивни резултати ќе се добие објективна и сеопфатна слика за состојбата на дијабетесот и ќе се добијат научни сознанија за можноста да се појави дијабетесот и да се подобри свесноста и квалитетно информирање кои би било од големо значење. Значи целта на овој истражувачки труд е да се развие систем за предикција на дијабетесот со анализи на големи податоци од резултатите добиени од лабораториски тестови и обезбедување на систем за прогнозирање на дијабетесот.

Методолошка цел на истражувањето е изготвување инструменти и систем (модел) за воспоставување и одржливост на стратегија за управувањето со податоците од лабораториите во општините, како и нивна примена и проверка.

Практична цел на истражувањето е добиените научно засновани податоци да целта на оваа студија е да се спречи заболување од дијабетес тип 2 и да се подигне свеста за факторите кои влијаат на тоа со изготвување модел на предвидување што ќе ги анализира

претходно утврдените фактори на влијание што се поврзани со болест дијабетес тип 2. Со ова би се подобрил и стандардот на информираноста на корисниците на овој тип на систем со кој полесно би се донесувало одлука или дијагноза во клучни моменти.

### **Методи на истражувањето**

Хипотеза: Користењето на осмислен модел за предвидување за дијабетес во почетната фаза еден од индексот на фаза на предвидување ќе ја зголеми свеста и ќе има поголеми перцепирани придобивки и може да го намали бројот на луѓе кои се заболени од дијабетес тип 2, а со тоа да спасат животи и да се подобри здравјето на населението.

Во однос на дизајнот истражувањето од методолошки аспект претставува акционо-развојно истражување во кое се примена на каузална дескрипција и компаративна анализа ќе се опише придонесот на проектираниот модел на автоматизиран софтверски систем со кој се врши предикција на појавата на дијабетесот преку процесот на процесирање на различни типови на податоци можностите за менаџирање на ресурсите и клиничките потреби поврзани со дијабетесот.

*Дефинирање и имплементирање на Модел за анализа и предикативност, имплементација и одржливост на процесот на процесирање и анализирање на податоците од лабораториските резултати, креирање на автоматизиран систем* е основен инструмент на ова истражување. Паралелно за дополнување и евалуација на продуктивноста на предвидениот модел се и формулар за квантитативна и квалитативна анализа на содржината и набљудување и скала на проценка.

*Формуларот за анализа на содржината* е наменет за да се испита и потврди состојбата пред и по примената на системот.

Базата на податоци што се користи во оваа студија е собрана од податоци за следење на управувањето со здравјето на дијабетични пациенти на болницата во Косово. Собраните податоци во базата 237 евиденција за период почнувајќи од мај 2019 г. до 1 октомври 2019 г. Секој запис вклучува 12 карактеристични варијабли, кои веројатно ќе влијаат на степенот на задоволство од контролата на дијабетесот. Анализирани се и поврзани фактори за дијабетес во болница во Косово.

Анализирањето е помошна техника за следење и евалуација на дијабетесот и на моделот за предикција на дијабетесот преку начинот на имплементација на процесот како подеднакво значаен фактор, како и содржината на процесот.

Главните почетни анализи ќе бидат преку алгоритам за учење логистичка регресија. Алтернативно, различни алгоритми за учење машини подоцна ќе бидат имплементирани и тестирани. Различни варијабли, бариери и знаење може да се претворат во квазиконтинуирани мерки со пресметување на процентот на придобивки, бариери и точни одговори така идентификувани. За овој вид на податоци приспособен е Т-тест (каде што е групата „дијабетес“ или „недијабетес“), кој ќе се спроведе со помош на повеќе линеарни анализи на регресија. Направени се приспособувања за различни типови на влезни информации кои се добиени од првичната студија и професионалните карактеристики, како што е претходно опишано.

Заради утврдување на оправданоста од ова истражување, извршено е предистражување со цел согледување на актуелната состојба во постоечките системи од различни европски земји, како и во Република Северна Македонија и Косово, преку утврдување на соодветен примерок, избор на техники и инструменти. Податоците се прибрани по случаен избор во неколку општини конкретно од Косово за кои е планирано да бидат целосно истражени во овој труд.

Користен е Пајтон (Python) и некои од неговите популарни пакети поврзани со науката за податоци. Исто така, користено е numpy за да се претворат податоците во формат погоден за да се наполни моделот на класификација. Се користи и азуре и матплотбид за визуализации. Потоа е вметнат во алгоритмот „Логистичка регресија“ од sklearn. Зачуваните податоци во CSV-датотека наречена дијабетес Косово 2019.csv. Прво се вчитува базата на податоци во пандан-база на податоци наречена дијабетес, а потоа се користи функцијата глава head() за да се прикажат првите дваесет записи од базата на

податоци.

Подготовка на база на податоци (разделување и нормализирање) при употреба на алгоритми за учење - машина ќе се реализира со поделување на податоците во сет за обука и комплет за тестирање. Ќе се поделат податоците на 4 дела, имено - сет за обука 10%, развој на сет 25% и комплет за тестирање 60%. Во овој случај, се издвоени и некои податоци за рачно вкрстување 5%.

### **Преглед на досегашните научни достигнувања**

Анализирајќи и следејќи ја литературата кај нас и пошироко проблемот поставен во ова истражување не е доволно третиран, поради што трудот е заснован на искуства од практични подготовки на Сегментирани системи за мониторинг на лабораториски резултати, како и „*Софтверски системи за автоматско управување со податоци и вршење на предикција за можноста на заболување од дијабетес*“.

### **Очекувани резултати и заклучок**

Резултатите и заклучоците кои ќе се добијат од истражувањето би нашле примена во практиката, а тоа се следните:

Развој на иновативниот дизајн на моделот, со цел навремено алармирање при некои нагли промени на параметри, особено гликозата, а со тоа да се обезбеди навремена и соодветна реакција, избегнување и спречување на некои сериозни ситуации кои можат да бидат предуслов за развој на дијабетес.

Имплементација на алгоритми базирани на вештачка интелигенција, за обработка на податоци, со цел да се направи споредба на потребните параметри во реално време. На тој начин може да се овозможи и брза интервенција кога е потребно.

Развој на модел на алгоритам за проценка на можноста на појава на тип на дијабетес, врз база на тестирани параметри кои се земени предвид при донесувањето на одлука од страна на системот, кој би алармирал за евентуални драстични или сомнителни појави на нерегуларни симптоми.

Согласно со предметот на истражувањето се очекува од резултатите на истражувањето да се добие материјал кој ќе покаже дека се обезбедени механизми за активно и партиципативно изготвување развојни системски политики и одржливост на предвидените стратегии за третман и управување со лабораториските резултати кај нас и пошироко.

Генерално би можело да се заклучи дека добиените резултати во овој труд покрај научната ќе имаат и практична примена во процесирањето на резултатите добиени од лабораториски испитувања, што претставува појдовна основа за дизајнирање на систем кој ќе ги менаџира и процесира податоците добиени од испитувањата во лабораторија воедно превенција и заштита на здравјето на секој поединец.

### **Исполнетост на законските услови за одбрана на трудот**

Кандидатката пред одбраната на докторската дисертација ги објавил следниве рецензирани истражувачки трудови:

1. Loku, Lindita and Kocaleva, Mirjana and Zlatanovska, Biljana and Stojkovic, Natasa and Krstev, Aleksandar (2019) Analysis of students' outcomes for the subject mathematics at university level. *Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics*, 2 (1). pp. 23-28. ISSN 2545-4803
2. Loku, Lindita and Fetaji, Bekim and Krstev, Aleksandar (2018) Automated medical data analyses of diseases using big data. *Knowledge - International Journal, Scientific Papers*, 28.5 (5). pp. 1719-1724. ISSN 2545-4439
3. Loku, L., Fetaji, B., & Krstev, A. (2018). AUTOMATED MEDICAL DATA ANALYSES OF DISEASES USING BIG DATA. *Knowledge International Journal*, 28(5), 1719 - 1724. <https://doi.org/10.35120/kij28051719L>
4. Loku, Lindita and Fetaji, Bekim and Krstev, Aleksandar and Fetaji, Majlinda and

- Zdravev, Zoran, Analyses of Diabetes Data and its Data Analytics Perspectives of Usage in the Health System in Kosovo (September 12, 2019). 2019 ENTRENOVA Conference Proceedings. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3490082> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3490082>
5. Bekim Fetaji, Lindita Loku, Majlinda Fetaji, Mirlinda Ebibi, Samet Kera, BIG DATA ANALYSES OF ANALYTICS PERSPECTIVES OF IMPLEMENTATION IN THE HEALTH SYSTEM IN MACEDONIA, [seejsd.unt.edu.mk](http://seejsd.unt.edu.mk) › SEEJSD-Vol-3-2019-finale-I-1
  6. Bekim Fetaji, Lindita Loku, Majlinda Fetaji, Aleksandar Krstev, Zoran Zdravev, Survey of Data Analytics and its Applications in Healthcare, <http://www.ijltes.com/issues-2/volume-9-issue-2-april-2020/>
  7. Lindita Loku, ICT in The Learning Process, Proceedings of 120th The IRES International Conference, Istanbul, Turkey, 20th-21st June, 2018, <http://worldresearchlibrary.org/proceeding.php?pid=1667>
  8. Kocaleva, Mirjana and Loku, Lindita and Zlatanovska, Biljana and Stojkovic, Natasa and Krstev, Aleksandar (2019) Theoretical Basics of Statistics via Examples. In: ITRO 2019, June 27, 2019, Zrenjanin, Republic of Serbia.
  9. L. Loku, B. Fetaji and M. Fetaji, "Prevention Of Diabetes By Devising A Prediction Analytics Model," 2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA), Ankara, Turkey, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/HORA49412.2020.9152894.

### ЗАКЛУЧОК И ПРЕДЛОГ

Комисијата за оценка и одбрана на докторската дисертација „Дизајнирање, анализа и развој на софтверски модел за предикција на дијабетесот и клиничко менаџирање на дијабетесот и нејзините ресурси“, пријавена и изработена од кандидатката м-р Линдита Локу, донесе заклучок дека истата претставува самостојна научна работа со оригинални научни истражувања и значајни резултати.

Врз основа на анализата и проверката на докторската дисертација може да се заклучи дека проблематиката систематично е разработена и пристапено е кон реализација на сите поставени цели и истите се реализирани. Докторската дисертација е научен труд со оригинални сознанија, а врз основа на содржината, обемот и постигнатото ниво на квалитет ги задоволува и исполнува условите потребни за изработка на докторската дисертација.

Врз основа на тоа, Комисијата има чест да му предложи на Наставно-научниот совет на докторски студии на Кампус 2 да ја прифати позитивната рецензија на докторската дисертација со наслов „Дизајнирање, анализа и развој на софтверски модел за предикција на дијабетесот и клиничко менаџирање на дијабетесот и нејзините ресурси“, изработена од кандидатката м-р Линдита Локу и да одобри јавна одбрана на истата.

### РЕЦЕНЗЕНТСКА КОМИСИЈА

Проф. д-р Зоран Здравев – претседател, с.р.  
 Проф. д-р Александар Крстев – ментор и член, с.р.  
 Проф. д-р Беким Фетаји – екстерен ментор и член, с.р.  
 Проф. д-р Билјана Златановска – член, с.р.  
 Проф. д-р Андон Чибишев – член, с.р.