

UNIVERZITET SINGIDUNUM  
Beograd, Danijelova 32

## Veću Departmana za poslediplomske studije

**PREDMET:** Izveštaj o urađenoj doktorskoj disertaciji

Na osnovu prijave za izradu doktorske disertacije od 29.03.2021. godine koju je podneo kandidat Vladimir Todorović, master iz oblasti Mikroračunarske elektronike, doneta je odluka Veća Departmana za poslediplomske studije UNIVERZITETA SINGIDUNUM pod brojem 4-119/2021 od 25.05.2021. godine, da su članovi Komisije za pisanje izveštaja o urađenoj doktorskoj disertaciji prof. dr Dragan Cvetković, prof. dr Goran Avlijaš i dr Predrag Popović, naučni savetnik Instituta za nuklearne nauke „Vinča“ u Beogradu. Komisija u novom sastavu podnosi izveštaj o urađenoj doktorskoj disertaciji.

## IZVEŠTAJ

### 1. Podaci o kandidatu

Vladimir Todorović rođen je 05.02.1980. u Zenici, Bosna i Hercegovina osnovnu školu završio je u Zavidovićima (BiH), Ljubljani (Slovenija) i Kelheimu (Nemačka). Po završetku Srednje mašinske škole u Novom Sadu stiče zvanje Mašinski tehničar numerički upravljanih mašina, a potom upisuje studije elektrotehnike i računarstva na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Nakon uspešnog završetka studija 2009. godine stiče zvanje Diplomirani inženjer Elektrotehnike i računarstva - Master iz oblasti mikroračunarske elektronike na Departmanu za Energetiku, elektroniku i telekomunikacije.

Od 2009. radi na Fakultetu tehničkih nauka gde 2010. godine osniva Službu za međunarodnu saradnju i projekte čiji je šef od osnivanja. Razvoj projektnih aplikacija za međunarodne fondove u oblastima koje pokriva Fakultet tehničkih nauka mu je primarni zadatak uz pisanje i vođenje samostalnih projekata u pozivima FP7, H2020, INTERREG IPA CBC itd. u oblastima vezanim za primenu savremenih alata u osnaživanju inovativnog kapaciteta mahom studentske populacije (3D štampa, 3D skeniranje, Virtuelna i proširena realnost...).

Tokom 2011. godine upisuje doktorske studije na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment. Tokom doktorskih studija imao je priliku da usavršavanja u oblasti obavlja na evropskim univerzitetima poput: Tehnički univerzitet Ključ-Napoka, Rumunija, Poljoprivredni fakultet Osijek Hrvatska, Paris Diderot University Francuska, University of Tartu Estonia, FH Ulm Nemačka, FH Technikum Beč Austrija, University of Glasgow Škotska, University of Lihtenstein Lihtenštajn, TU Hamburg Nemačka...).

Od 2020. godine radi na Univerzitetu u Novom Sadu u Kancelariji za međunarodnu saradnju na razvoju projektnih aplikacija Univerziteta.



## Objavljeni naučni radovi

1. Todorović, V., Tekić, Z., Pečujlija, M., (2012) Preduzetničke težnje studenata Fakulteta tehničkih nauka, Zbornik radova druge međunarodne konferencije Učenje za preduzetništvo, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, ISBN 978-86-6253-006-6, pp 205 – 215.
2. Todorovic, V., Jovanovic, M., Medenica, R., Tekic, Z. & Lalic, B. (2011) Mobilnost vs. Mobility (in Serbian), Zbornik radova XVII Skup Trendovi razvoja: "Evropa 2020: društvo zasnovano na znanju", pp. 177-180, ISBN 978-86-7892-323-4, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka
3. Jovanovic, M., Todorovic, V., Krkljes, O., Tekic, Z. & Lalic, D. (2011) Evaluacija kvaliteta i iskustva sa različitih univerziteta u okviru Erasmus Mundus programa, Zbornik radova XVII Skup Trendovi razvoja: "Evropa 2020: društvo zasnovano na znanju", pp. 173-176, ISBN 978-86-7892-323-4, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka
4. Tekic, Z., Penezic, N., Cosic, I. & Todorovic, V. (2010). Entrepreneurial University and Technology Based Entrepreneurship – Evidence from Serbia, Poslovna ekonomija – Business economics, Vol. 1/2010, pp. 159 - 174, UDK 3:33+336, ISSN 1820 – 6859
5. Tekic, Z., Cosic, I., Todorovic, V. & Jovanovic, M. (2010) The Interplay of Entrepreneurship, Technology and Business at University Settings, Zbornik radova I Naučno stručni skup Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment, Mirkov, S. & Molnar, R. (Eds), pp 41 – 47, ISBN 978-86-84289-41-6, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin, Srbija
6. Todorovic, V., Tekic, Z. & Jovanovic, M. (2010) Encouraging Youth Entrepreneurship as Serbia Development Opportunity, Zbornik radova I Naučno stručni skup Preduzetništvo, inženjerstvo i menadžment, Mirkov, S. & Molnar, R. (Eds), pp 69 – 75, ISBN 978-86-84289-41-6, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Zrenjanin, Srbija
7. Ćosić, I., Kovačević, I., Andelić, G., Mešter, D., Temerinac, M., Todorović, V., Radošević, M. & Tekić, Ž. (2010) Harmonizacija strukovnih i akademskih studija u obrazovnom sistemu Republike Srbije, Zbornik radova XVI Skup Trendovi razvoja: "Bolonja 2010: Stanje, dileme i perspektive", pp. , ISBN, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka
8. Tekic, Z., Cosic, I., Penezic, N. & Todorovic, V. (2009). Origin and Characteristics of New Technology Based Firms in Serbia, Proceedings of the Business Development Conference 2009 Zenica, Year 2, Volume 1, pp. 90 – 99, ISSN 1840 – 4006, (Zenica, 13 – 14 November 2009)
9. Todorović, V., Tekić, Ž. (2009). Razvoj omladinskog preduzetništva kao osnov konkurentnosti Srbije u 21. veku, Zbornik radova XV Skup Trendovi razvoja: Doktorske studije u Srbiji, EU i regionu", Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, str.152-155, ISBN 978-86-7892-157-5
10. Tekić, Ž., Todorović, V., Jovanović, M., Hiršenberger, H.: Studentski parlament - iskustva u implementaciji i prvi studentski Tempus projekat, XIII Skup Trendovi razvoja: "Akreditacija bolonjskih studija", Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 05 - 08. Mart, 2007, str. 211- 213, ISBN 978-86-7892-033-2.
11. Hiršenberger, H., Tekić, Ž., Todorović, V.: Koordinaciono telo studenata – korak ka studentskom parlamentu, XII Skup Trendovi razvoja: "Bolonjski proces i primena novog zakona", Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 06 - 09 Mart, 2006, str. 34- 35, ISBN 86-85211-75-1.



12. Zeljko Tekic, Ivan Kovacevic, Petar Vrgovic, Anja Orcik, Vladimir Todorovic, Milos Jovanovic (2013): iDEA Lab: Empowering university – industry collaboration through students' entrepreneurship and open innovation, Proceedings of International Conference on Technology Transfer 2013 (ICTT 2013), University of Nis, Nis, Serbia, pp. 269 – 272, ISBN 978-86-6125-083-5
13. Olivera Djuricic, Vladimir Todorovic, Prof. Dr Filip Kulic, Dragana Nikolic (2013): EU projects – Opportunities and challenges for HEI, Proceedings of International Conference on Technology Transfer 2013 (ICTT 2013), University of Nis, Nis, Serbia, pp. 279 – 284, ISBN 978-86-6125-083-5
14. Jovanović, M., Gajić, S., Todorović, V., Sekeruš, P., & Lalić, B. (2013). Projektni forum 2013. PMO as a driver of organizational change. Ljubljana, Slovenija: Slovensko združenje za projektni management (ZPM).
15. Jovanović M., Jose Moreno, Perez, Bojan Lalić, Vladimir Todorović: "Use of cost analysis, estimation and risk management in making project management decisions in construction projects", Projektna mreža Slovenije, ISSN 1580-0229, Decembar 2010, Slovenija, pp. 4-9
16. Todorovic V., Neag M., Lazarevic M. „On the Usage of RFID Tags for Tracking and Monitoring of Shipped Perishable Goods „24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013, Procedia Engineering 69 ( 2014 ) 1345 – 1349
17. Zeljko Tekic, Anja Tekic, Vladimir Todorovic „Modelling a Laboratory for Ideas as a New Tool for Fostering Engineering Creativity” 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM 2014, Procedia Engineering 100 (2015) 400-407
18. Petar Vrgovic, Anja Tekic, Zeljko Tekic, Milovan Medojevic, Danijela Ciric, Vladimir Todorovic „Students as Innovation Partners – Company Insights from South-East Europe” ICEIRD2015:The 8th International Conference for Entrepreneurship, Innovation and Regional Development University of Sheffield June 2015, page 333.
19. Milovan Medojevic, Milana Medojevic, Vladimir Todorovic, Petar Vrgovic „The role of entrepreneurship in the transition to sustainable development in developing countries with focus on energy sector:The case of Republic of Serbia” ICEIRD2015:The 8th International Conference for Entrepreneurship, Innovation and Regional Development University of Sheffield June 2015, page 697.
20. Dejan Dimitrijević, Đorđe Obradović, Marko Jocić, Zečević Igor, Petar Bjeljic, Vladimir Todorović, Jelena Dimitrijević New Advances in Information Systems and Technologies „Towards Automatic Screening of Idiopathic Scoliosis Using Low-Cost Commodity Sensors—Validation Study” Volume 445 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing pp 117-126, March 3rd 2016.
21. Srđan S. TEGELTIJA, Milovan M. LAZAREVIĆ, Stevan V. STANKOVSKI, Ilija P. ĆOSIĆ, Vladimir V.TODOROVIĆ, Gordana M. OSTOJIĆ „Heating circulation pump disassembly process improved with augmented reality” THERMAL SCIENCE · JANUARY 2016 (M23, doi: 10.3390/su10103481)
22. Filip Kulić, Vladimir Bugarski, Vladimir Todorović, Ilija Kamenko “DEVELOPING OF WEB-BASED KNOWLEDGE PLATFORM FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN A CONTROLLED ENVIRONMENT” XXIX NATIONAL CONFERENCE PROCESSING AND ENERGY IN AGRICULTURE PTEP 2017 Vršac, Serbia, 2017.



23. **Vladimir Todorovic**, Marinko Maslaric , Sanja Bojic, Maja Jokic, Dejan Mircetic and Svetlana Nikolicic „Solutions for More Sustainable Distribution in the Short Food Supply Chains“, Sustainability, MDPI 2018. (M23, doi: 10.2298/TSCI150927043T)

#### **Projekti – TEMPUS**

1. “Implementation of Students’ Parliament in Serbia - ISPAS” 2006. - 2008. Co-author (Budget 125.000 EUR, 3 countries, 10 consortium members)
2. “Fostering students’ entrepreneurship and open innovation in university – industry collaboration – iDEA Lab” Co-Author and project manager 2013. – 2016. (Budget 823.285 EUR, 8 countries, 18 consortium members)
3. “Mastering innovation in Serbia through development and implementation of interdisciplinary post-graduate curricula in innovation management - MAIN” Project team member 2013. – 2016. (Budget 773.000 EUR, 5 countries, 15 consortium members)

#### **Projekti – FP7**

1. “European Researchers Night” in Serbia, All we are researchers, Author and Organizer in years 2010., 2011., 2012. 2013.

#### **Projekti – HORIZON 2020**

1. Maria Sklodowska Kiri Action - “European Researchers Night” in Serbia, Friend2U, Author and project manager in years 2014-2015.
2. Maria Sklodowska Kiri Action - “European Researchers Night” in Serbia, Cool&Hot, Author and project manager in years 2016-2017. Maria Sklodowska Kiri Action - “European Researchers Night” in Serbia, ReConNect, Author and project manager in years 2018-2020.

## **2. Definisane i opis predmeta (problema) istraživanja**

Pored porasta svetske populacije i klimatskih promena veliki uticaj na promenu potražnje prehrambenih proizvoda ima i stanje svetske ekonomije. U vreme ekonomskog rasta, raste i potražnja za prehrambenim proizvodima, međutim u slučaju jačanja ekonomija dolazi do prelaska domaćinstava u razvijenim zemljama sa „standardne“ na luksuznu hranu dok se u ostalim zemljama javlja efekat povećane tražnje za svim vrstama prehrambenih proizvoda.

I pored porasta cena energenata koji se koriste u procesima proizvodnje, ali i transporta prehrambenih proizvoda, koji dovode do stalnog povećanja cena hrane na svetskom tržištu (u izveštaju MMF navodi se porast od 11,5% na cenu hrane) potražnja ostaje u konstantnom porastu. Rešenje za stabilizovanje daljeg rasta cena prehrambenih proizvoda se svakako nalazi u povećanju proizvodnje čemu se i teži. Poslednje najave koje dolaze od strane velikih trgovinskih lanaca (Philip Clark, TESCO) da je došao kraj ere jeftine hrane i da će i pored porasta proizvodnje, cene hrane u budućnosti rasti govori u prilog tome da je potrebno posvetiti posebnu pažnju kvalitetu prehrambenih proizvoda koji nas očekuju u budućnosti.

Zahtevi današnjeg tržišta umnogome se razlikuju od nekadašnjih i zajedno sa razvojem moderne tehnologije postaju strožiji i složeniji za implementaciju. Poslednjih decenija pojavljuje se trend brige o zdravlju i pažnja koja se posveduje ishrani sve je veća i postaje jedan od glavnih činilaca



pri izboru kupca kod kupovine samog proizvoda. Ovo je posebno naglašeno kada su u pitanju prehrambeni proizvodi gde su strogi propisi i zahtevi doveli do toga da danas u mnogim zemljama nije moguće na tržište plasirati proizvod koji ne ispunjava zahteve kako nadležnih institucija koje propisuju standarde, ali takođe i sve zahtevnijih kupaca. Uticaj medija, ali i afere sa hranom koje su sve češća pojava dovele su do toga da današnji kupci žele da znaju poreklo ne samo prehrambenih proizvoda, već i svih njegovih sirovina. Ovaj trend je posebno izražen u zemljama Evropske unije i dalekog istoka (Japan, Južna Koreja...) dok su Sjedinjene američke države 2011. godine donele zakon o praćenju životnog ciklusa proizvoda.

Put koji prolazi jedan gotov prehrambeni proizvod od samog uzgoja, prerade, do konačnog dolaska na trpezu je izuzetno složen i zahteva strogo praćenje sa ciljem izbegavanja situacija koje su i pored svih propisa pogađale zemlje i dovodile neke grane poljoprivrede u veoma tešku situaciju, jer strah kupaca nakon jednog slučaja trovanja hranom je u današnje vreme razvijenih komunikacionih kanala nemoguće kontrolisati i sprečiti. Da bi se ovakve situacije mogle držati pod kontrolom ili u potpunosti preduprediti potrebno je omogućiti sledljivost proizvoda odnosno dovesti do toga da kupac ima mogućnost da konačan proizvod proveri samostalno pre same kupovine i time se uveri u poreklo i proces kroz koji je proizvod prošao u samoj proizvodnji.

Osnovni predmet istraživanja je upravljanje proizvodnjom i lancem snabdevanja prehrambenim proizvodima i uvođenje savremenih identifikacionih tehnologija u ove procese. Prikazani model primene identifikacionih tehnologija treba da omogući povećanje sledljivosti proizvoda kroz ceo proizvodni i preradni ciklus i povećanu efikasnost rada i optimizaciju logističkih procesa.

Sistem savremenih identifikacionih tehnologija će u budućnosti omogućiti napredno upravljanje i kontrolu proizvodnje kao i najvažniji momenat kada je proizvodnja hrane u pitanju, a to je bezbednost i garantovani kvalitet.

Realizacija jednog ovakvog sistema, njegova implementacija i testiranje u realnim uslovima je bio predmet istraživanja ove doktorske disertacije.

### **3. Sadržaj doktorske disertacije**

Naslov doktorske disertacije je **Model primene identifikacionih tehnologija u procesu prae-nja prehrambenih proizvoda.**

Doktorska disertacija sadrži uvod, sedam poglavlja i zaključak sa pravicima daljih istraživanja.

**U uvodnom razmatranju** ukratko je izložen problem koji je razmatran u ovoj disertaciji. Uvod sadrži opšte podatke o statusu ovog problema u svetu i Evropskoj uniji. Metodološki pristup, kao i struktura rada izneti su u uvodnom razmatranju.

**U okviru prvog poglavlja** definisani su objekti koji sadrže rashladne sisteme i koji kao takvi moraju biti razmatrani po grupama zbog svog uticaja na životnu sredinu. Prvo poglavlje sadrži podatke o rashladnim fluidima koji su danas u upotrebi, kao i podatke o njihovom uticaju na životnu sredinu.

**Drugo poglavlje** predstavlja upoznavanje sa postojećim tehnologijama poput bar-kod, NFC i RFID kao osnovama za identifikaciju proizvoda. U poglavlju je detaljno urađena podela i primena identifikacionih tehnologija sa osvrtom na procese automatizacije.



**Treće poglavlje** se bavi pojmom sledljivosti proizvoda. Jasno su istaknute zakonske odredbe po pitanju sledljivosti i trenutno stanje u Srbiji. Poseban osvrt dat je na sledljivost hrane i regulative koje se tiču tog dela imajući u vidu da su standardi koji se u procesu praćenja hrane primenjuju posebno regulišu. Ovo poglavlje pokriva i trenutne trendove u oblasti sledljivosti u industriji hrane i prehrambenih proizvoda. Predstavljani su izazovi koji su aktuelni kada su sistemi sledljivosti u pitanju.

**Četvrto poglavlje** prikazuje detaljan pregled literature. Opisana su aktuelna istraživanja na polju tehnologija za praćenje proizvoda, istraživanja o mogućnostima primene RFID tehnologije u samom procesu praćenja. Deo poglavlja posvećen je i tehnologiji proširene realnosti kao sledećoj velikoj prekretnici i tehnologiji koja će unaprediti sistem sledljivosti. U ovom poglavlju mapirani su i poslovni procesi koji se mogu koristiti u slučajevima kada je kompanija u procesu iznalaženja načina za unapređenje informacionih tokova i povećanja vizuelizacije njenih procesa, a sve u cilju unapređenja njene ukupne poslovne efikasnosti i/ili održivosti.

**Peto poglavlje** se bavi analizom tokova roba i informacija u kompanijama u kojima je istraživanje sprovedeno. Za potrebe kreiranja modela sledljivosti prehrambenih proizvoda rađena su inicijalna istraživanja koja ovo poglavlje sumiraju i donose zaključak o tokovima roba i informacija.

**Šesto poglavlje** predstavlja suštinu istraživanja oko razvoja konceptualnog modela sistema sledljivosti prehrambenih proizvoda. Detaljno su razrađene faze razvoja predloženog modela, analiza zahteva i sama realizacija procesa. Poseban deo poglavlja čini softverski i hardverski deo samog sistema.

**Sedmo poglavlje** predstavlja primenu razvijenog modela u realnim uslovima. Definisane su sve ulazne tokove, specifikaciju pozicija postavljanja i unosa podataka, promene načina skladištenja sirovina, procesa pakovanja i gotovih proizvoda. Detaljno su istaknuta hardverska i softverska podrška za razvijeni sistem. Dat je pregled korišćenog hardverskog dela kao i razvoj softverskog dela u vidu android aplikacije za mobilni telefon. U ovom poglavlju obrađeno je i istraživanje sprovedeno među korisnicima proizvoda, kao i među proizvođačima.

Na kraju disertacije prikazan je **zaključak** sa mogućim pravcima razvoja u ovoj oblasti naučni i stručni doprinos disertacije, kao i dalja istraživanja za konkretan model. Nakon toga dat je spisak referentne literature.

#### **4. Hipoteze, cilj i metode istraživanja**

Osnovne, i sa njima povezane pomoćne hipoteze postavljene u radu su sledeće:

1. H1 – Novi konceptualni model imaće mogućnost brze i jednostavne primene u realnim sistemima, u smislu strukturisanja (softverskog i hardverskog dela) i implementacije sistema za praćenje proizvodnje i prerade prehrambenih proizvoda.
2. H2 - Sistemi za praćenje prehrambenih proizvoda, definisani i strukturisani na bazi razvijenog konceptualnog modela i bazirani na upotrebi RFID i QR kod tehnologija, omogućiće efikasnu sledljivost proizvoda. Ova hipoteza je bazirana na dve pomoćne hipoteze:



- H2.1 – Sistem će omogućiti efikasnu sledljivost proizvoda u kontekstu unapređenja efikasnosti i profitabilnosti, optimizacije proizvodnih i logističkih procesa, kao i jačanja brenda kompanije, i
  - H2.2 – Sistem će omogućiti efikasnu sledljivost proizvoda u kontekstu povećanja bezbednosti proizvoda.
3. H3 – Stavovi potrošača idu ka tome da primena sistema sledljivosti, koji dovodi do povećanja efikasnosti procesa praćenja proizvoda, treba da postane standard u procesu proizvodnje hrane. Ova hipoteza je bazirana na četiri pomoćne hipoteze:
- H3.1 – Na formiranje stavova potrošača utiče njihov socio-profesionalni status,
  - H3.2 – Stav o neophodnosti postojanja pristupa informacijama o sledljivosti proizvoda zavisi od pola potrošača,
  - H3.3 – Potrošači koji više koriste mobilne telefone za dobijanje informacija više prihvataju stav da primena sistema sledljivosti treba da postane standard u procesu proizvodnje hrane, i
  - H3.4 – Potrošači su spremni da za proizvode koji imaju garanciju kvaliteta i porekla plate veću cenu.

Shodno navedenom, **osnovni predmet istraživanja** doktorske disertacije vezan je za dizajniranje i u realnim uslovima testiranje novog konceptualnog modela za strukturisanje i razvoj sistema za praćenje prehrambenih proizvoda. Ovako razvijeni sistemi, bazirani na primeni savremenih identifikacionih tehnologija, treba da omoguće unapređenje sledljivosti proizvoda kroz celokupan lanac snabdevanja (počevši od nabavke proizvoda, preko procesa prerade-ciklus prerade sirovine ili poluproizvoda u gotov proizvod koji je spreman za tržište, do distribucije), kao i unapređenje odgovarajućih logističkih procesa.

**Cilj istraživanja** je uspostavljanje potpuno novog, pre svega konceptualnog, modela razvoja sistema za praćenje procesa nabavke, proizvodnje, prerade i distribucije prehrambenih proizvoda baziranog na RFID i QR kod tehnologiji, kao i provera opravdanosti njegove implementacije u kontekstu zahteva i potreba krajnjih potrošača. Razvoj konceptualnog modela će biti praćen sa jasno definisanim načinom strukturisanja osnovnih hardverskih i softverskih delova sistema, koji bi se praktično izvodio na osnovu definisanog konceptualnog modela. Razvijeni sistem bi omogućavao skladištenje informacija o procesu proizvodnje na samom proizvodu čime bi se kupcima omogućio visok stepen informisanosti i sigurnosti pri upotrebi odnosno konzumiranju proizvoda. Na ovaj način, bilo bi omogućeno postizanje optimalnih rezultata u lancu prehrambenih proizvoda, počev od kontrole kvaliteta, kontrole proizvodnje sve do ispunjenja zahteva potrošača.

### **Primenjene metode istraživanja**

Prilikom planiranja istraživanja, birane su metode koje će obezbediti objektivnost, pouzdanost, preciznost, sistematičnost i opštost. U proveru postavljenih hipoteza u radu su primenjene sledeće metode: **metoda eksperimenta, metoda modelovanja, metoda analize, metoda sinteze i komparativna metoda**. Svaka od navedenih metoda primenjivana je u jednoj ili više osnovnih faza realizovanog istraživačkog procesa.

Generalno, realizacija istraživačkih ciljeva realizovana je kroz pet istraživačkih faza.



U prvoj fazi, izvršena je sistematizacija osnovnih teorijskih principa vezanih za identifikacione tehnologije i sledljivost, kao i pregled odgovarajuće literature na osnovu čega je formirana adekvatna teorijska podloga o konceptu sledljivosti i sistemima za praćenje, pre svega prehrambenih proizvoda.

U drugoj fazi istraživanja izvršena je analiza tokova materijala i informacija u nekoliko odabranih kompanija iz sektora prehrambene industrije, sa ciljem identifikacije svih zahteva, mogućnosti i ograničenja potencijalnog prebacivanja u digitalnu formu svega što je neophodno radi uspostavljanja jednog sistema sledljivosti. Nakon inicijalnih istraživanja sistema sledljivosti samo u procesima pakovanja i distribucije prehrambenih proizvoda, prešlo se na razmatranje jednog integrisanog sistema sledljivosti koji bi pokrивao čitav lanac snabdevanja u prehrambenoj industriji. Razvoj integrisanog sistema sledljivost nije moguć bez razumevanja realizacije materijalnih i njima pripadajućih informacionih tokova, u čijem funkcionisanju i međusobnom odnosu mora doći do odgovarajućih promena ukoliko se želi primeniti jedan sistem praćenja i sledljivosti. Ova istraživačka aktivnost je realizovana uz pomoć tehnike mapiranja procesa, na osnovu čega su identifikovana osnovna mesta u tokovima roba i informacijama koja su ključna za efikasnu realizaciju sledljivosti informacija i proizvoda.

Na osnovu definisane teorijske osnove i analize realnih procesa u četiri proizvodne kompanije, u trećoj fazi istraživanja predložen je konceptualni model sistema sledljivosti, uz poštovanje zahteva pravne regulative sa jedne strane, kao i zahteva jednostavnosti praktične izvedbe i primenljivosti sa druge strane. Treća faza je ključna u istraživačkom procesu jer se u okviru nje konceptualni model detaljno definiše po fazama, nakon čega se daje jasna specifikacija softverske i hardverske podrške tako razvijenom modelu.

U četvrtoj fazi istraživanja, predloženi model se testira po pitanju praktične primenljivosti kroz odgovarajuću studiju slučaja. Realan proizvodni sistem, koji je posmatran u svrhu istraživanja, jeste prerada voća i proizvodnja voćnih sokova (od sirovina koje stižu kako od domaćih proizvođača tako i od inostranih dobavljača). Ovakvi sistemi zahtevaju potpunu kontrolu ulaza sirovine za koju je potrebno dobiti dozvole ovlašćenih instituta za ispitivanje, ali koji moraju proći i interno ispitivanje u laboratorijama unutar same kompanije. U okviru ove faze ispituju se tehnička i ekonomska opravdanost primene modela kod same kompanije u okviru koje je primena testirana, kao i generalno stavovi krajnjih korisnika i proizvođača po pitanju opravdanosti primene modela sledljivosti.

U petoj fazi istraživanja sumiran je kompletan istraživački rad i dobijeni rezultati, na osnovu čega su predloženi i pravci potencijalnih budućih istraživanja.

## **5. Naučni doprinos doktorske disertacije**

Cilj istraživanja je bio da se dođe do modela sistema za praćenje procesa proizvodnje i prerade prehrambenih proizvoda baziranog na RFID (NFC tag) i QR kod tehnologiji, i na taj način prikažu potpuno nove mogućnosti u sledljivosti proizvoda, posebno u slučaju malih proizvodnih kompanija. Razvijeni sistem bi omogućavao skladištenja informacija o procesu proizvodnje, gajenju, tretmanu sirovine, načinu skladištenja i prerade na samom proizvodu, čime bi se kupcima omogućio visok stepen informisanosti i sigurnosti u upotrebi odnosno konzumiranju proizvoda. Dobro definisan sistem sledljivosti je od fundamentalnog značaja za postizanje optimalnih rezultata počev od kontrole kvaliteta, kontrole proizvodnje sve do ispunjenja zahteva potrošača.



Cela pilot studija (eksperiment), koja je sastavni deo ove teze, biće urađena na realnim podacima i za konkretnog proizvođača, i prema mišljenju autora moći će da se primeni kod svih ostalih proizvoda relativno sličnog stepena obrade. Prema tome, model je opšti i omogućava dalji razvoj rešenja koja uzimaju u obzir neke partikularne osobine, specifične za niski stepen prerade poljoprivrednih proizvoda. Obrazloženja data u radu će biti simplifikovana, sa ciljem nezavisnog testiranja modela i mogućnosti nezavisne verifikacije istog. Glavni rezultati rada odnosiće se, između ostalog, na promovisanje koncepta sledljivosti i predlaganje konkretnih rešenja za razvoj sistema sledljivosti, pre svega u malim kompanijama, koji kao krajnji cilj imaju povećanje bezbednost hrane i povećanje stepena poverenja kod kupaca. Pored toga, jedan od rezultata ove teze će biti i modelovanje lanca proizvodnje i distribucije prehrambenih proizvoda koji je, uslovno rečeno, dobijen kao međurezultat u osnovnim istraživanjima. Pažnja će biti posvećena i savremenim hardverskim i softverskim rešenjima koja su karakteristika za procesnu industriju i ovakav vid proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Glavni rezultati rada odnose se, između ostalog, na promovisanje koncepta sledljivosti i predlaganje konkretnih rešenja za razvoj sistema sledljivosti, pre svega u malim kompanijama, koji kao krajnji cilj imaju povećanje bezbednost hrane i povećanje stepena poverenja kod kupaca. Pored toga, jedan od rezultata ove teze je i modelovanje lanca proizvodnje i distribucije prehrambenih proizvoda koji je, uslovno rečeno, dobijen kao međurezultat u osnovnim istraživanjima. Pažnja je posvećena i savremenim hardverskim i softverskim rešenjima koja su karakteristika za procesnu industriju i ovakav vid proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Osnovni naučni doprinos rada je razvoj novog konceptualnog modela sledljivosti, koji se zasniva na mapiranju poslovnih procesa i identifikaciji ključnih aktivnosti od čije realizacije zavisi sledljivost proizvoda, zasnovana na savremenim tehnologijama. Na osnovu razvijenog konceptualnog modela, izgrađen je sistem sledljivosti u realnim uslovima, čime je pokazana upotrebna vrednost predloženog modela i dokazana hipoteza H1.

Kroz dalje istraživanje i analizu pokazalo se da upotreba modela sistema za praćenje proizvodnje i prerade prehrambenih proizvoda baziranog na upotrebi RFID i QR kod tehnologiji omogućava efikasniju sledljivost proizvoda, čime je dokazana i hipoteza H2. Naime, novo razvijeni model i njegova implementacija pokazali su da se efikasnost proizvodnje (povećanje profitabilnosti, smanjenje zaliha i povrata robe) i društvene odgovornosti kompanije (u pogledu povećanja bezbednosti njenih proizvoda) može povećati. Procesi nakon uspostavljanja funkcionalnog sistema unutar proizvodnje postaju jasniji i jednostavniji za upravljanje, izbacujući u velikoj meri mogućnost ljudske greške uz smanjenje troškova zaliha. Doprinos predloženog sistema ogleda se i u garanciji kvaliteta i porekla proizvoda, čime se direktno utiče na poverenje kupaca. Bezbednost proizvoda je povećana imajući u vidu lakšu mogućnost opoziva i povlačenja proizvoda sa tržišta, pošto su informacije lako i brzo dostupne. Predloženi model i na osnovu njega implementirani sistem dovodi do veće prepoznatljivosti proizvoda i skreće pažnju na sebe samom činjenicom da je u sebi integrisao savremene tehnologije, koje su još uvek u velikoj meri nepoznate krajnjim korisnicima.

Rezultati istraživanja vezanog za analizu stavova potrošača prema sistemima sledljivosti, pokazali su da su mogućnost primene sistema sledljivosti prepoznate sa njihove strane, kao i da njegova primena treba da postane standard u proizvodnji hrane, čime je potvrđena hipoteza H3. Interesovanje kupaca za proizvod, koji sadrži nove elemente koji im omogućavaju da provere poreklo robe, pokazalo se kao povećano. Povećano interesovanje za mogućnosti koje pružaju sistemi sledljivosti je prepoznato i od strane proizvođača. Model razvijen u ovoj doktorskoj disertaciji je predstavljen na Agro biznis forumu, pred više od 20 organskih proizvođača iz Srbije i Hrvatske i privukao je veliku pažnju pre svega kod proizvođača sokova, džemova i proizvoda od



meda. Na prezentaciji u Zagrebu u okviru sajma inovacija ostvareni su uspešni kontakti sa kompanijama, kojima je predstavljeni model bio interesantan sa strane inovativnog prilaza kupcima i ostvarivanja većeg poverenja u proizvod.

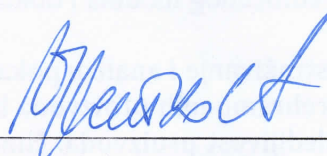
## 6. Ispunjenost formalnih uslova kandidata

- Kandidat ima 2 rada kategorije M23, a na jednom radu je prvi autor.
- Vršena je provera na plagijarizam i stepen preklapanja je bio 4%.

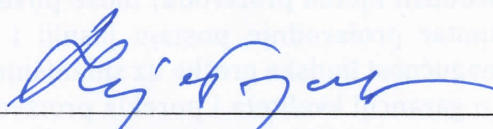
## 7. Mišljenje Komisije o predloženoj temi

Na osnovu iznetog, članovi Komisije su zaključili da kandidat ispunjava sve uslove iz zakonskih propisa i odgovarajućih zahteva iz opštih akata UNIVERZITETA SINGIDUNUM u Beogradu za izradu doktorske disertacije. Stoga članovi Komisije predlažu Veću Departmana za poslediplomske studije UNIVERZITETA SINGIDUNUM u Beogradu da se Vladimiru Todoroviću, master odobri javna odbrana doktorske disertacije pod naslovom **Model primene identifikacionih tehnologija u procesu praćenja prehrambenih proizvoda**.

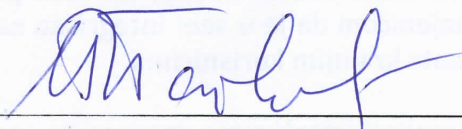
U Beogradu, 24.06.2021. godine



Prof. dr Dragan Cvetković  
UNIVERZITET SINGIDUNUM u Beogradu



Prof. dr Goran Avlijaš  
UNIVERZITET SINGIDUNUM u Beogradu



Prof. dr Predrag Popović  
Naučni savetnik Instituta za  
nuklearne nauke „Vinča“ u Beogradu