

FAKULTET ZA INFORMACIONE TEHNOLOGIJE I INŽENJERSTVO
UNIVERZITETA „UNION – NIKOLA TESLA“ U BEOGRADU

Nastavno – naučnom veću Fakulteta za informacione tehnologije i inženjerstvo u Beogradu
Senatu Univerziteta „Union – Nikola Tesla“ u Beogradu

PREDMET: Izveštaj komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije doktoranda Hana Qananah Ghayth Rizq Allah

Komisija imenovana odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta za informacione tehnologije i inženjerstvo u Beogradu br. 415/23 od 08.11.2023. godine, za ocenu i pregled doktorske disertacije kandidatkinje Hana Qananah Ghayth Rizq Allah: “Dizajniranje vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte”, u sledećem sastavu:

1. prof. dr Maja Anđelković, redovni profesor Fakulteta za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta „Union – Nikola Tesla“ u Beogradu – predsednik,
2. doc. dr Boris Damjanović, docent Fakulteta za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta „Union – Nikola Tesla“ u Beogradu – mentor,
3. prof. dr Nataša Đorđević, viši naučni saradnik Instituta za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina (ITNMS), Beograd – mentor,
4. prof. dr Radovan Petrović, redovni profesor u penziji Fakulteta za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu, Univerzitet u Kragujevcu – član,

pregledala je doktorski rad i podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

U svom doktorskom radu ***“Dizajniranje vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte”***, kandidatkinja Hana Qananah Ghayth Rizq Allah istražuje, razvija i praktično primenjuje, informacione tehnologije i upravljanje znanjem, na konkretnom proizvodu industrije koristeći savremene metode i kompjuterske programe za eksperimentalno istraživanje, matematičko modeliranje, identifikaciju i optimizaciju radnih i konstruktivnih parametara vertikalnih atmosferskih rezervoara u rafinerijama nafte.

1. Podaci o kandidatkinji

Hana Qananah Ghayth Rizq Allah, rođena je 17.03.1983. godine u mestu Sirt, Libija. Kandidatkinja je diplomirala 2008. godine na Visokoj instituciji za nauku i tehnologiju u Sirtu, Libija.

Na Fakultetu informacionih tehnologija “ALFA Univerziteta” u Beogradu 2015. godine završila je osnovne akademske studije i stekla stručni naziv *diplomirani inženjer informacionih tehnologija* i master akademske studije 2017. godine i stekla akademski naziv *master inženjer informacionih tehnologija*.

Kandidatkinja je udata i ima troje dece.

Pored arapskog maternjeg jezika, govori engleski i srpski jezik.

2. Naučno-istraživačka delatnost kandidatkinje

Pregledni naučni članak

1. RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, ALNAGASA, Khalefa Altahir, ALMABROUK, Mohamed Salem, ŽIVANOVIĆ, Nada S. Da li suproblemi u IT veštinamarešiviiliostaju da buduuevekprisutni? = Are the Problems in Information Technology skills Solvable, or Will Stay Forever?. *FBIM Transactions : Finance, Business, Information & Industrial Technologies, Management*. [Štampanoizd.]. 2019, vol. 7, no. 2, str. 118-123. ISSN 2334-718X. [COBISS.SR-ID [59461385](#)]
2. ALNAGASA, Khalefa Altahir, HAMZA, Mohamed Najib, ALMABROUK, Mohamed Salem, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth. Business Results as an Imperative of Organizational Management: Khalefa Altahir Alnagasa...[et al.]. *Mechanics, transport, communications*. [Onlajnizd.]. str. 7-12., ilustr. ISSN 2367-6620. https://mtc-aj.com/MTC-aj_paper.1762_EN.htm. [COBISS.SR-ID [512855709](#)]
3. RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, ALNAGASA, Khalefa Altahir, HAMZA, Mohamed Najib, ALMABROUK, Mohamed Salem. Information Architecture as an Important Factor of Contemporary Business : Hana Rizq Allah Qananah...[et al.]. *Mechanics, transport, communications*. [Onlajnizd.]. str. 13-18. ISSN 2367-6620. https://mtc-aj.com/MTC-aj_paper.1762_EN.htm. [COBISS.SR-ID [512855965](#)]

Objavljeno naučno izlaganje na konferenciji

4. ALI, Halima Onalla S, HALLAB, Najat Abdullah Ali, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth. The Role of the Total Quality Strategy in Achieving Sustainable Development in the Economic Enterprise. U: KOČOVIĆ, Petar (ur.), et al. *Zbornik radova. Vol. 3*. Beograd; = Belgrade: Fakultet za poslovne studije i pravo Univerziteta „Union - Nikola Tesla”: = Faculty of Business Studies and Law University Union - Nikola Tesla: Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta "Union - Nikola Tesla": = Faculty of Strategic and Operational Management University Union - Nikola Tesla, 2022. Str. 237-254., tabele. ISBN 978-86-81400-72-2. [COBISS.SR-ID [70509577](#)]
5. HALLAB, Najat Abdullah Ali, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, ALI, Halima Onalla S. Administrativna korupcija i potencijal ekonomske reforme. U: RADOSAVLJEVIĆ, Života (ur.). *Zbornik radova. Knj. 1*. Beograd: Fakultet za poslovne studije i pravo Univerziteta "Union - Nikola Tesla": Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta "Union - Nikola Tesla", 2021. Str. 221-234, tabele. ISBN 978-86-81088-93-7. [COBISS.SR-ID [42022665](#)]
6. RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, ALI, Halima Onalla S, HALLAB, Najat Abdullah Ali. Time as an Important Management Resource. U: RADOSAVLJEVIĆ, Života (ur.). *Zbornik radova. Knj. 3*. Beograd: Fakultet za poslovne studije i pravo Univerziteta "Union - Nikola Tesla": Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta "Union - Nikola Tesla", 2021. Str. 121-132., tabele. ISBN 978-86-81088-95-1. [COBISS.SR-ID [60348937](#)]

7. ALMABROUK, Mohamed Salem, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, HAMZA, Mohamed Najib. Uticaj zagađenja vode teškim metalima na ljudsko zdravlje. U: ANĐELKOVIĆ, Maja Ž. (ur.), RADOSAVLJEVIĆ, Milan (ur.). *Zbornik radova*. Beograd: Univerzitet "Union - Nikola Tesla", Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo: Univerzitet "Union - Nikola Tesla", Fakultet za poslovne studije i pravo, 2021. Str. 37-43, tabele. ISBN 978-86-81400-60-9. [COBISS.SR-ID [55170825](#)]

Objavljeni sažetak naučnog izlaganja na konferenciji

8. ALI, Halima Onalla S, HALLAB, Najat Abdullah Ali, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth. Uloga ukupne strategije kvaliteta u ostvarivanju održivog razvoja privrednog preduzeća. U: KOČOVIĆ, Petar (ur.), et al. *Zbornik apstrakata*. Beograd; = Belgrade: Fakultet za poslovne studije i pravo Univerziteta „Union- Nikola Tesla”: = Faculty of Business Studies and Law University Union-Nikola Tesla: Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta "Union-Nikola Tesla": = Faculty of Strategic and Operational Management University Union-Nikola Tesla, 2022. Str. 227-230. ISBN 978-86-81400-68-5. [COBISS.SR-ID [64015625](#)]
9. ALMABROUK, Mohamed Salem, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, HAMZA, Mohamed Najib. Uticaj zagađenja vode teškim metalima na ljudsko zdravlje. U: ANĐELKOVIĆ, Maja Ž. (ur.), RADOSAVLJEVIĆ, Milan (ur.). *Zbornik apstrakata*. Beograd: Univerzitet "Union - Nikola Tesla", Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo: Univerzitet "Union - Nikola Tesla", Fakultet za poslovne studije i pravo, 2021. Str. 20-21. ISBN 978-86-81400-53-1. [COBISS.SR-ID [51294985](#)]

Samostalni naučni sastavni deo ili poglavlje u monografskoj publikaciji

10. TODOROVIĆ, Ena, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth. Medijski aspekt bezbednosti informacija u kriznim situacijama. U: GORDIĆ, Miodrag (ur.), ARSENIJEVIĆ, Olja (ur.). *Bezbednost i mediji u kriznim situacijama : međunarodni tematski zbornik*. Beograd: Fakultet za poslovne studije i pravo Univerziteta "Union - Nikola Tesla": Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo Univerziteta "Union - Nikola Tesla". 2020, str. 391-412. ISBN 978-86-81088-36-4. [COBISS.SR-ID [15290377](#)]

Objavljen rad u časopisu "Integritet i vek konstrukcija - Structural integrity and life", vol. 22, no 2, 2022. (Kategorije M24)

11. PETROVIĆ, Radovan, BANASZEK, Andrzej, CVEJIĆ, Stefan, RIZQ ALLAH, Hana Qananah Ghayth, ALNAGASA, Khalefa Altahir. Application of Liquefied Natural Gas = Primena tečnog prirodnog gasa. *Integritet i vek konstrukcija*. [Online izd.]. 2022, vol. 22, br. 2, str. 139-142., ilustr. ISSN 1820-7863. <http://divk.inovacionicentar.rs/ivk/home.html>. [COBISS.SR-ID [80245513](#)]

Objavljen rad u časopisu "MDPI Designs" (ISSN 2411-9660) Basel, on 27 December 2023. (Kategorije M22)

12. Radovan Petrović; Andrzej Banaszek; Maja Andjelković; Hana R. Qananah; Khalefa A. Alnagasa "Experimental Tests of the Piston Axial Pump Constant Pressure Variable Flow"

3. Teorijska osnova doktorske disertacije

Kod inženjerskih i drugih problema, kod kojih se opšta rešenja ne mogu dobiti u zatvorenom obliku induktivni pristup je od posebnog značaja. U okviru metode konačnih elemenata (MKE), razmatrano područje zamenjuje se velikim brojem malih delova konačnih dimenzija, koji su međusobno povezani u određenom broju tačaka. Na ovaj način, područje sa beskonačno mnogo stepeni slobode, zamenjuje se diskretnim sistemom sa konačnim brojem stepeni slobode i analizira metodama diskretne analize. U matematičkoj formulaciji, ovo znači da se razmatrani problem prevodi iz područja analize u područje algebre. MKE se može shvatiti kao metoda numeričke analize o okviru koje se definiše način prevođenja kontinuiranih fizičkih sistema u diskretne, odnosno način formiranja sistema algebarskih jednačina pomoću kojih se aproksimira određeni konturni zadatak.

Generisanje modela konačnih elemenata za realne geometrije inženjerskih struktura do pojave optičkih mernih metoda nije bilo moguće ili je predstavljalo složen i dugotrajan zadatak. Pogodnost matričnih metoda analize pokazala se kod rešavanja zadataka plastičnosti, puzanja i ojačanja elemenata, kao i kod uvođenja istorije prethodnog opterećenja strukture. Važan element primene metoda analize, je brzina izvođenja procedura, čime se u ranom periodu razvoja strukture, identifikuju posmatrane (prognozirane) osobine. Shodno tome, vrši se korekcija do postizanja zadovoljavajućih osobina.

Dovoljnom brzinom analiza, moguće je istovremeno razvijati više konstruktivnih varijanti i odabrati najpovoljnije rešenje. Ideja analize dakle govori da se nizom iteracija dolazi do rešenja. Prema ovom konceptu, na bazi postavljenih ciljeva, formiraju se kriterijumi za ocenu svojstava strukture. Pri tome je iskustvo osnovna sprega izvedenih strukture i očekivanih osobina traženog rešenja. Sama analiza izvodi se izabranom teorijskom metodom. Na osnovu dobijenih rešenja ocenjuje se polazno pretpostavljeno rešenje. Ocena dobijenih osobina vodi modifikaciji strukture delimično ili u celosti. Nakon korekcije, obnavlja se procedura analize modela i analize osobina, dok postavljeni ciljevi ne budu dostignuti. Osnovni princip na kojem se zasniva MKE, sastoji se u podeli razmatranog područja nakonačan broj manjih područja, odnosno elemenata, tako da se analizom pojedinih elemenata, uz pretpostavku o njihovoj međusobnoj povezanosti, analizira celina. Ovaj pristup u analizi, gde se od posebnog ide ka opštem, od individualnog ka univerzalnom, u kome se analizom delova zaključuje o celini, je poznati induktivni pristup, koji se primenjuje u mnogim područjima nauke.

4. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja su nove metode i tehnike u projektovanju, izradi i eksploataciji atmosferskih rezervoara u rafinerijama nafte, primenom IT.

Osnovna motivacija za ovu tezu proizilazi iz želje da se primenom Informacione tehnologije (IT) stekne znanje o tehnikama digitalne analize slike, koje postaju sve značajnije u istraživanjima poslednjih godina u laboratorijama inženjerskog softvera. Evidentno je da postoji relativno veliki broj komercijalnih kodova za analizu slike u mehaničkim problemima. Međutim, postojanje lokalnog znanja o takvim mernim metodama je veoma korisno, posebno kada se sprovode kompleksni i nestandardni eksperimenti.

Softveri zasnovani na Informacionim tehnologijama (IT) i multiblok metodi, omogućavaju brzo generisanje mreže konačnih elemenata koristeći kao polaz poligonalni model dobijen 3D digitalizacijom. Ovakvi softveri u Informacionim IT su efikasni pri kreiranju proračunskih mreža za kompleksne geometrije u biomehanici i inženjeringu uopšte, jer se izbegavaju dugotrajne procedure rekonstrukcije NURBS površina, a zatim i CAD modeliranja. U okviru disertacije razvijen je softver za generisanje modela konačnih elemenata. Primenom savremenih eksperimentalnih metodologija merenja omogućena je verifikacija rezultata dobijenih numeričkim pristupom. Numerički modeli, dobijeni na osnovu optičke 3D digitalizacije, omogućavaju da se rezultati merenja i numerički rezultati porede u tačkama koje odgovaraju tačkama u modelu.

5. Ciljevi istraživanja

Cilj istraživanja je analiza geometrijskih i materijalnih problema. Numerički proračuni su sprovedeni primenom MKE u softverskom paketu PAK, a rezultati uporede i sa rešenjima dobijenim vodećim svetskim MKE softverima.

Ovladavanjem teorijskih, metodoloških i praktičnim znanjima razvoja softverskog inženjeringa, koja se primenjuju kroz upotrebu savremenih projektantskih alata očekuje se razvoj novih proizvoda u oblasti nafte i gasa.

Glavni cilj ove disertacije je da se primenom informacione tehnologije (IT), razvije i verifikuje metodologija merenja deformacija u laboratorijskim uslovima, prvenstveno za praćenje eksperimenata koji se izvode na mašinama za testiranje materijala, pružajući merne podatke pogodne za validaciju numeričkih simulacija i analitičkih studija mehaničkog ponašanja materijala. U skladu sa modernim istraživačkim trendovima, predmet istraživanja je analiza i diskusija postojećih algoritama korelacije digitalnih slika implementiranih u softverima otvorenog i zatvorenog koda i predlog njihovog unapređenja i implementacije radi povećanja tačnosti. Razmatran je uticaji rezolucije CCD čipa, osvetljenja, dubine vidnog polja, unutrašnjih i spoljašnjih parametara eksperimentalne postavke, "šuma" na fotografijama, relativnog pomeranja senzora i mernog uzorka. Razmatreni su dvo-dimenzionalni i tro-dimenzionalni problemi. Takođe, razmatrene su slike uzoraka sa i bez nastajanja pukotina. Napravljena su poboljšanja i adaptacije postojeće opreme u cilju adekvatnog ispitivanja u okviru disertacije. Kalibracioni paneli dimenzija 55mm, 250mm i 500mm neophodni za kalibraciju eksperimentalne postavke već postoje u Centru za inženjerski softver i dinamička ispitivanja, kao komponente već instaliranih optičkih mernih sistema ATOS i TRITOP. Nedostajući merni konstruisani su i napravljeni korišćenjem komercijalno dostupnih keramičkih referentnih markera. Geometrija i sertifikacija svih kalibracionih panela izvršena je u *Laboratoriji za eksperimentalna ispitivanja Fakulteta za mašinstvo i građevinarstvo Kraljevo*.

6. Hipoteze istraživanja

Primena informacionih tehnologija (IT) u cilju razvoja i implementacije metodologije za beskontaktno optičko merenje polja pomeranja i deformacija zahtevalo je uvođenje sledećih pretpostavki:

- Kalibracija kamere može se izvršiti dovoljno tačno dostupnim softverima otvorenog koda,

- U dvodimezionalnoj korelaciji digitalnih slika kameru je moguće postaviti dovoljno paralelno odgovarajućoj ravni posmatranog uzorka korišćenjem raspoložih mernih metoda,
- Korišćenjem globalnog pristupa uz uvođenje multiblok metode moguće je poklapanje merenja i rezultata numeričke analize,
- Uzimajući u obzir režime deformacija koji se javljaju pri eksperimentalnim istraživanjima kao nužno se nameće razmatranje velikih deformacija.

7. Metodologija istraživanja

Na bazi kriterijuma koje struktura mora da zadovolji u pogledu mehaničkih i funkcionalnih karakteristika, analizom se ocenjuje posmatrana struktura i traže njeni nedostaci. Očigledno, metode analize usavršavaju strukturu po sistemu "korak po korak" i one kao takve i danas zadovoljavaju konstruktorske zahteve.

Primena **matričnih metoda** za analizu struktura, rešila je: zahteve sistemskog predstavljanja kontinuuma, uvođenje polja spoljašnjih koncentrisanih sila, polja površinskih opterećenja kakva se javljaju kod brodskih struktura avio struktura, struktura vozila i polja temperatura svojstvena za raketne konstrukcije, toplotne turbine i nuklearne reaktore.

U doktorskoj disertaciji korišćen je veći broj savremenih naučno-istraživačkih metoda primenom informacionih tehnologija (IT). Usled kompleksnosti problema, korišćen je i numerički i eksperimentalni pristup. Eksperimentalna istraživanja izvedena su na opremi: *Shimadzu EHF EVIOLKZ-070-0A, optički merni sistemi TRITOP i ATOS*.

Ova oprema locirana je u *Centru za inželjski softver i dinamička ispitivanja Fakulteta inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu*.

ATOS je beskontaktni merni sistem za digitalizovanje kompletne geometrije vidljivih površina na objektima različitih veličina i složenosti. Koristi tehniku projekcije struktuiranog svetla (structured light projection), a položaje tačaka određuje korišćenjem triangulacije. Rezultat merenja je "mrtva" geometrija kompletne digitalizovane površine u formi gustog oblaka tačaka ili mreže poligona. Merenja su dopunjena taktilno izmerenim tačkama (GOM Touch Probe). Za potrebe istraživanja korišćen je merni rezultati dobijeni varijantama ATOS II, ATOS IIe i ATOS Compact Scan ovog mernog sistema. TRITOP je beskontaktni merni sistem za određivanje položaja referentnih markera postavljenih na vidljivim površinama objekta. Korišćenjem softvera CMM2 Deformation, ili softverskog modula TRITOP Deformation, moguće je merenje kvazistatičkih deformacija snimanjem uzastopnih konfiguracija, čime se stiče jasna predstava o karakteru i veličini deformacije posmatranog objekta. Zasnovan je na teoriji fotogrametrije. U kombinaciji sa mernim sistemom ATOS moguća je digitalizacija površine uzoraka velikih gabarita.

ARAMIS je beskontaktni optički merni sistem za određivanje, analizu i dokumentovanje pomeranja i deformacija statički i/ili dinamički opterećenih deformabilnih objekata. Zasnovan je na lokalnom pristupu korelacije digitalne slike. Primenjuje se u analizi čvrstoće konstrukcija, određivanju karakteristika materijala, verifikaciji i analizi numeričkih proračuna. Pogodan je analizu objekata od različitih materijala (metali, kompoziti, gume, drvo, ...).

Metoda konačnih elemenata (MKE) je danas najopštiji numerički metod, primenjen u gotovo svim naukama, a posebno u inženjerskim oblastima. Industrija razvoja softvera na osnovama MKE i svakodnevna primena komercijalnih MKE programskih paketa

(NASTRAN, ANSYS, ADINA, ABAQUS i dr.) u svim granama industrije, kao i intenzivna naučna istraživanja u MKE najbolja su ilustracija prethodne tvrdnje. Za razliku od dostupnih komercijalnih softvera, upotreba programskog paketa PAK, zasnovanog na MKE, koji se preko 35 godina razvija u *Laboratoriji za inženjerski softver Fakulteta inženjerskih nauka u Kragujevcu*, pruža mogućnost jednostavne dogradnje postojećih i ugradnje novih konačnih elemenata i materijalnih modela. Pogodan je za analizu geometrijskih i materijalnih problema. Numerički proračuni su sprovedeni primenom MKE u softverskom paketu PAK, a rezultati su poređeni i sa rešenjima dobijenim vodećim svetskim MKE softverima.

8. Sadržaj doktorske disertacije

Doktorska disertacija je izložena na ukupno 117 strana. Rad sadrži sledeća poglavlja:

1. Uvodna razmatranja
2. Razvoj informacionih tehnologija u naftnoj industriji
3. Informacione tehnologije u procesu zavarivanja atmosferskih rezervoara
4. Tehnologija izrade atmosferskih rezervoara za naftu
5. Eksperimentalna istraživanja
6. Proračuna čvrstoće zidova rezervoara
7. Primena metode konačnih elemenata u proračunu rezervoara
8. Dizajniranje rezervoara implementacijom softvera
9. Zaključci

Literatura

Rad je ilustrovan sa 27 slika, 5 tabela, 61. jednačina a spisak korišćene literature sadrži 46 reference.

U prvom poglavlju ističe se primena računara i naprednih softverskih alata u dizajniranju rezervoara i sudova pod pritiskom. Primene računara doprinose sveobuhvatnom i preciznom dizajniranju rezervoara i sudova pod pritiskom, čime se minimizira rizik od otkaza, poboljšava efikasnost i osigurava usklađenost sa regulativama. Uloga inženjera i analitičkih veština u interpretaciji rezultata simulacija i donošenja relevantnih dizajnerskih zaključaka u ovom poglavlju je posebno naglašena. Dizajniranje rezervoara i sudova pod pritiskom zahteva stručnost iz oblasti mašinskog inženjeringa, građevinarstva i materijala, kao i detaljno poznavanje specifičnih zahteva regulativa i standarda. Uvek je preporučljivo angažovati iskusne inženjere i stručnjake koji su upoznati sa relevantnim regulativama kako bi se obezbedila sigurna i efikasna konstrukcija. Objasnjena je uloga veštačke inteligencije u različitim aspektima dizajniranja, izrade i montaže rezervoara velikih zapremina za naftu. Posebno je objasnjena primena veštačke inteligencije u oblasti rezervoara u analizi raznih parametara i performansi kako bi generisala optimalne geometrijske konfiguracije rezervoara. Ovo se odnosi na optimizaciju dimenzija, oblika, debljine zida i materijala kako bi se postigla maksimalna efikasnost i strukturalni integritet. Veštačka inteligencija može izvoditi napredne numeričke analize i simulacije kako bi se procenila ponašanja rezervoara pod različitim

uslovima pritiska, temperature, opterećenja i drugih faktora. Ovo omogućava identifikaciju potencijalnih problema pre nego što rezervoar bude izgrađen.

U drugom poglavlju prikazan je značaj i benefit razvoja informacionih tehnologija koji je omogućio registrovanje i kontinualno merenje bitnih podataka o zavarivanju kao što su npr. kvalifikacije zavarivača, kvaliteti dodatnih i pomoćnih materijala i parametri zavarivanja. To je omogućilo poređenje sakupljenih informacija sa odgovarajućim informacijama iz propisanih procedura zavarivanja – WPS lista i, po potrebi, blagovremeno preduzimanje korektivnih aktivnosti. Na taj način je bitno poboljšan kvalitet i pouzdanost zavarenih konstrukcija. Sprovedena su istraživanja sa ciljem da se primenom novih informacionih tehnologija izvrši modelovanje integralnog procesa zavarivanja, modelovanje podataka i omogući firmama da poseduju svu neophodnu dokumentaciju u elektronskom obliku, prema standardu SRPS EN ISO 3834 - Kontrola kvaliteta pri zavarivanju metalnih materijala topljenjem, kako bi se omogućila njihova lakša sertifikacija za izvođenje zavarivačkih radova. Ovo je veoma značajno za kompanije koje ne mogu izvoziti svoje zavarene proizvode u zemlje Evropske Unije, bez sertifikata EN ISO 3834, koji im omogućuje da dokažu njihove kompetencije i kvalitet proizvoda, kako bi bili što konkurentniji. Prednosti koje omogućavaju informacione tehnologije su formiranje elektronski dokumentovanih procedura, zapisa, specifikacija, planova kvaliteta i radnih uputstava su: odgovarajuće osoblje ima pristup istim ažuriranim informacijama u svakom trenutku; jednostavan pristup; lako se prave izmene i njima se lako upravlja; distribucija je trenutna i lako se njome upravlja; sa mogućnošću štampanja kopija na papiru; postoji pristup dokumentima sa udaljenih lokacija; povlačenje zastarelih dokumenata je jednostavno i efektivno i identifikacija i sledljivost.

U trećem poglavlju detaljno je opisana primenu savremenih informacionih tehnologija radi osiguravanja kvaliteta, bezbednosti i efikasnosti. Navedeno je nekoliko načina na koje informacione tehnologije mogu biti primenjene u ovom procesu: Računarski asistirani dizajn (CAD) je tehnologija koja se koristi za stvaranje, analizu i optimizaciju projekata pomoću računara. Kada je reč o dizajnu rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte, CAD se može primeniti kako bi se olakšao proces projektovanja, omogućila bolja vizualizacija, optimizovala efikasnost i smanjili rizici; Računarski asistirano upravljanje proizvodnjom (CAM) je tehnologija koja se koristi za automatizaciju procesa proizvodnje, uključujući planiranje, mašinsku obradu i kontrolišuće operacije. Kada je reč o proizvodnji rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte, CAM tehnologija može značajno poboljšati efikasnost, tačnost i doslednost tokom različitih faza proizvodnog procesa. Primena CAM-a u proizvodnji rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte omogućava bržu i precizniju izradu komponenti, smanjenje grešaka i optimizaciju resursa. Ovo doprinosi povećanju produktivnosti i smanjenju troškova tokom celog proizvodnog ciklusa. Roboti opremljeni za zavarivanje mogu biti precizniji i dosledniji od ljudskih operatera. Kombinacija softvera za upravljanje robotima i senzora omogućava visok stepen automatizacije u procesu zavarivanja. Ova kombinacija igra ključnu ulogu u automatizaciji i optimizaciji procesa izrade rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte. Omogućava precizno vođenje robota i kontinuirano praćenje senzora kako bi se postigla visoka efikasnost, kvalitet i sigurnost tokom proizvodnje

U četvrtom poglavlju prikazano je nekoliko osnovnih koraka i tehnologija koje se obično koriste u izradi rezervoara. Koristi se CAD softver (računarski asistirani dizajn) za kreiranje detaljnih tehničkih crteža rezervoara. Ovi crteži obuhvataju dimenzije, oblik, zavarne spojeve i druge tehničke specifikacije. Dizajn rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte je ključan korak koji zahteva pažljivo planiranje kako bi se osigurala sigurnost, funkcionalnost i usklađenost sa relevantnim standardima i propisima. Rezervoari se obično izrađuju od čelika koji je otporan na koroziju i ispunjava stroge standarde za skladištenje naftnih derivata. Odabir pravog materijala je ključan za dugotrajnost i sigurnost rezervoara. Materijali za izradu atmosferskih rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte moraju ispunjavati visoke standarde izdržljivosti, otpornosti na koroziju i hemijsku stabilnost. Ovi materijali se pažljivo biraju kako bi se osigurala sigurnost, dugotrajnost i zaštita skladištene nafte. Zidovi rezervoara se mogu izraditi spajanjem čeličnih ploča zavarivanjem ili drugim tehnikama. Robotizovano zavarivanje ili automatizovani postupci zavarivanja često se koriste za obezbeđivanje preciznosti i doslednosti. Izrada zidova rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte je složen proces koji zahteva precizno planiranje, tehničku ekspertizu i pažljivu primenu različitih tehnika i procedura. Zavarivanje je ključan korak u izradi rezervoara. Koriste se različite metode zavarivanja, uključujući MIG/MAG zavarivanje, TIG zavarivanje, elektrolučno zavarivanje itd. Ovde se primenjuju strogi parametri i tehnike kako bi se osigurala čvrstoća i integritet zavarenih spojeva. Zavarivanje rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte je ključan korak u izradi ovih objekata. Zavarivanje se mora pažljivo planirati, izvoditi sa visokom preciznošću i kvalitetom kako bi se osigurala čvrstoća, sigurnost i dugotrajnost zavarenih spojeva. Nakon zavarivanja, vrše se ispitivanja radi provere kvaliteta zavarenih spojeva. Ova ispitivanja mogu uključivati ultrazvučne, radiografske ili magnetske preglede kako bi se identifikovali potencijalni defekti. Ispitivanje kvaliteta rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte je ključni deo procesa izrade kako bi se osigurala sigurnost, pouzdanost i usklađenost sa standardima. Ova ispitivanja imaju za cilj otkrivanje eventualnih defekata, nedostataka ili slabosti u strukturi rezervoara pre nego što bude pušten u operativnu upotrebu. Pre nego što se rezervoar stavi u upotrebu, obično se vrše testiranja integriteta, hermetičnosti i performansi. Rezervoari se takođe moraju pridržavati različitih industrijskih standarda i propisa. Testiranje i sertifikacija rezervoara velikih zapremina za skladištenje nafte su ključni koraci u osiguranju da su rezervoari izgrađeni i instalirani u skladu sa standardima, propisima i tehničkim zahtevima. Ovi postupci se sprovode kako bi se garantovala sigurnost, funkcionalnost i pouzdanost rezervoara pre nego što se stave u operativnu upotrebu.

U petom poglavlju detaljno je opisano *eksperimentalno istraživanje* obavljeno u pet faza. Prva faza je obuhvatila zavarivanje ispitnih uzoraka MAG postupkom uz upotrebu zavarivačkog robota i obavljena u laboratoriji za elektrolučne postupke zavarivanja koja je opremljena opremom za E, MIG, MAG, TIG, EPP i postupak zavarivanja mikroplazmom. Druga faza istraživanja je obavljena u radionici za mašinsku obradu pri čemu je izvršeno rezanje zavarenih uzoraka i priprema epruveta za metalografska ispitivanja. Treća faza istraživanja obavljena je u laboratoriji za metalografiju pri čemu su epruvete dodatno obrađene i utisnute u polimernu smolu radi formiranja uzoraka za dalja ispitivanja. Tako dobijeni uzorci su izbrušeni, polirani i hemijski nagriženi u cilju pripreme uzoraka za četvrtu fazu ispitivanja. Četvrta faza je obuhvatila mikroskopska merenja parametara geometrije šava, mikroskopsko snimanje mikrostruktura osnovnog materijala, metala šava, zone uticaja toplote

i zone pregrevanja. U petoj fazi ispitivanja, izvršeno je merenje mikrotvrdoće po Vickersu u odgovarajućim tačkama zavarenog spoja. Deo eksperimenta, vezan za zavarivanje eksperimentalnih uzoraka je u cilju ponovljivosti eksperimenata i smanjenja grešaka, izveden na zavarivačkom robotu ARC Mate 100iC, proizvođača FANUC. Robot sa svojih šest stepeni slobode je posebno projektovan za izvođenje operacija elektrolučnog zavarivanja. Robot je opremljen upravljačkom jedinicom FANUC System R-30iA, koja omogućava kontrolu do 40 stepeni slobode, smanjenje vremena trajanja ciklusa kao i unapređenu kontrolu vibracija. Merenje dimenzija geometrije šava na pripremljenim metalografskim uzorcima je obavljeno na stereo mikroskopu STEMI DV4, u kombinaciji sa kamerom AxioCam ERc5s, koja je povezana na računar, merenje je izvršeno u softverskom paketu AxioVision.

U šestom poglavlju opisan je proračun čvrstoće zidova rezervoara velikih zapremnina za naftu kao složen inženjerski zadatak, koji zahteva poznavanje različitih faktora kao što su mehanika materijala, hidrostatski pritisak, opterećenje vetrom i seizmička opterećenja. Ukazuje se na specifičnosti projekta a proračun čvrstoće zidova rezervoara se sprovodi koristeći različite metode i standardne smernice. Proračunavanje rezervoara se oslanja na pretpostavke: da je debljina zida mala u poređenju sa ostalim dimenzijama; da su ugibi mali u poređenju sa debljinom zida; da se tačke na normali srednje površine zida pre deformacije nalaze na normali na deformisanu srednju površinu; da su normalni naponi koji deluju na srednju površinu zida mali i da se mogu zanemariti. Proračun unutrašnjeg pritiska rezervoara za naftu temelji se na hidrostatskom pritisku koji stvara nafta unutar rezervoara. Proračun opterećenja vetrom na rezervoarima za naftu uključuje procenu sila koje vetar može izazvati na zidovima rezervoara. Ovo opterećenje zavisi od brzine vetra, izloženosti površine rezervoara, oblika rezervoara te karakteristika strujanja vetra oko rezervoara. Postoje različite metode za proračun ovih opterećenja, a jedna od najčešćih metoda je korišćenje standardnih normi kao što je Eurocode 1 ili ASCE 7. U područjima sklonim potresima, potrebno je uzeti u obzir seizmičke sile koje djeluju na rezervoar. To uključuje proračun dinamičkih sila koje mogu uticati na rezervoar tokom potresa. Seizmički proračun rezervoara velikih zapremnina za naftu je ključan kako bi se osigurala njihova čvrstoća i stabilnost tokom potresa. Seizmički proračun uzima u obzir uticaj seizmičkih sila na rezervoar i osigurava da konstrukcija može izdržati potresne sile bez ozbiljnih oštećenja.

U sedmom poglavlju detaljno je predstavljena metoda konačnih elemenata (Finite Element Method, FEM) kao numerička tehnika, koja se često koristi u inženjerskim proračunima, kako bi se analiziralo ponašanje složenih struktura pod različitim opterećenjima. Primena FEM-a u proračunu rezervoara velikih zapremnina za naftu omogućuje detaljnu analizu naprezanja, deformacija i ponašanja konstrukcije pod različitim uslovima opterećenja, uključujući unutrašnje pritiske, seizmičke sile, opterećenje vetrom itd. Pokazano je modeliranje geometrije rezervoara u softveru za analizu konačnih elemenata. Ovde su korišćeni složeni 3D modeli, koji precizno opisuju oblik rezervoara, uključujući zidove, dno, krov i sve relevantne detalje. Modeliranje geometrije rezervoara u softveru za analizu konačnih elemenata uključuje stvaranje virtualnog trodimenzionalnog modela rezervoara i okolnog okruženja. Ovo modeliranje pomaže inženjerima i analitičarima da simuliraju ponašanje rezervoara pod različitim uslovima opterećenja, promenama temperature, deformacijama tla itd. Pokazana je podela modela rezervoara na manje geometrijske oblike poznate kao konačni elementi. Elementi čine diskretizaciju modela. Automatska podela

modela rezervoara na konačne elemente jedan je od ključnih koraka u analizi konačnih elemenata (FEA) kako bi se simuliralo ponašanje konstrukcije pod različitim uslovima opterećenja. Ova podela omogućava preciznu analizu deformacija, naprezanja i drugih karakteristika modela. Svakom elementu dodeljuju se materijalne karakteristike uključujući modul elastičnosti, gustinu, Poissonov broj i druge relevantne parametre koji definišu mehanička svojstva materijala. Definiranje materijala za konačne elemente rezervoara za naftu velikih zapremina ključno je za provođenje tačnih analiza konačnih elemenata. Materijalne karakteristike igraju ključnu ulogu u određivanju ponašanja rezervoara pod različitim opterećenjima i uslovima.

U osmom poglavlju ukazuje se na složen proces koji zahteva razumevanje različitih aspekata inženjeringa, sigurnosti i tehnologije u dizajniranju atmosferskih rezervoara velikih zapremina, implementacijom softverskih alata, koji pomažu u pravilnom planiranju i upravljanju rezervoarima. Softverski alati omogućuju simulacije sigurnosnih scenarija kao što su curenje nafte, požari ili eksplozije. To pomaže da se identifikuju potencijalni rizici i planiraju sigurnosne mere. Softver može simulirati širenje vatre i toplotne uticaje, te pomoći u identifikaciji ključnih područja koja treba zaštititi. Na temelju vrste nafte i atmosferskih uslova, softver može preporučiti odgovarajuće materijale i konstrukcijske parametre za rezervoar. To uključuje debljinu zidova, vrstu premaza i druge tehničke detalje. Softveri za optimizaciju mogu analizirati različite scenarije dizajna i proračuna kako bi pronašli optimalne dimenzije, oblike i materijale koji zadovoljavaju sve zahteve. Optimizacija dizajna pri dizajniranju rezervoara velikih zapremina za naftu uz pomoć softvera može značajno poboljšati sigurnost i ekonomičnost projekta. Softver može pomoći u proceni troškova materijala, konstrukcije, održavanja i tehnoloških operacija rezervoara, što je ključno za donošenje odluka. Financijska analiza igra ključnu ulogu pri dizajniranju rezervoara velikih zapremina za naftu jer omogućava procenu troškova projekta, održavanja i operacija te donošenje važnih odluka. Implementacija softvera olakšava ovaj proces pružajući alate za detaljnu analizu troškova i mogućnosti optimizacije. Softver može generirati detaljne tehničke crteže, 3D modele i vizualizacije kako bi se bolje razumelo kako će rezervoar izgledati i kako će funkcionisati. Vizualizacija i dokumentacija su ključni aspekti pri dizajniranju rezervoara velikih zapremina za naftu implementacijom softvera. Kvalitetna vizualizacija omogućava jasno razumevanje dizajna i tehničkih detalja, dok dobra dokumentacija olakšava komunikaciju, saradnju i buduće održavanje. Softver može olakšati komunikaciju i saradnju između različitih timova kao što su inženjeri, projektanti, sigurnosni stručnjaci i regulatorne agencije. Komunikacija i saradnja su ključni faktori pri dizajniranju rezervoara velikih zapremina za naftu, a implementacija softvera može značajno olakšati ovaj proces omogućavajući efikasnu razmenu informacija i saradnju među članovima tima i sudionicima.

U devetom poglavlju sa gledišta naučnog doprinosa, može se zaključiti cilj i značaj disertacije *“Dizajniranje vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte”*. Ključni faktori koje treba uzeti u obzir prilikom analize uključuju postizanje preciznijeg i optimiziranog dizajna vertikalnih atmosferskih rezervoara. Razvijeni softverski alati u okviru disertacije omogućavaju inženjerima, da bolje razumeju uticaj različitih faktora na performanse rezervoara i da optimizuju dimenzije, oblike i materijale, kako bi postigli bolje performanse uz manje resursa. Implementacija softvera omogućava brzu analizu i simulaciju različitih scenarija. Ovo može dovesti do smanjenja

potrebe za fizičkim prototipima, čime se štede vreme i resursi, a istovremeno se smanjuje verovatnoća grešaka u dizajnu. Precizna simulacija softvera može pomoći u identifikaciji potencijalnih rizika i problema unutar dizajna rezervoara, što doprinosi poboljšanju bezbednosti i smanjenju rizika od curenja, eksplozija ili drugih opasnosti. Softverski alati omogućavaju bolju integraciju dizajna rezervoara sa drugim sistemima u rafinerijama, kao što su cevovodi, transport i skladištenje. Ovo može poboljšati celokupnu efikasnost i koordinaciju procesa. Značaj dizajniranja vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte omogućava korišćenje najnovijih tehnologija za precizan i optimiziran dizajn rezervoara. To može poboljšati performanse rafinerija, smanjiti gubitke i poboljšati kvalitet nafte. Smanjenje troškova dizajna, proizvodnje i održavanja rezervoara dovodi do ekonomske efikasnosti. Precizniji dizajn i optimizacija mogu povećati produktivnost i profitabilnost rafinerija. Precizno dizajnirani rezervoari smanjuju rizike od curenja i drugih nepoželjnih događaja. To doprinosi smanjenju negativnih uticaja na životnu sredinu, zajednicu i zaposlene. Rafinerije koje uspešno primenjuju softverski podržan dizajn imaju konkurentne prednosti na tržištu. Brži razvoj, bolja efikasnost i viši standardi bezbednosti mogu privući nove klijente i investitore. Softverski alati omogućavaju brži razvoj novih rezervoara i adaptaciju na promene zahteva tržišta. Ovo omogućava rafinerijama da brže reaguju na dinamične promene u potražnji i tehnologiji. Implementacija softverskog pristupa pokazuje angažovanje rafinerija u savremenim tehničkim i tehnološkim inovacijama, što može imati pozitivan uticaj na imidž kompanije i percepciju kvaliteta.

9. Ostvareni naučni doprinos

Definisani su uslovi opterećenja kao što su unutarnji pritisak, seizmičke sile, opterećenje vetrom i druge sile koje djeluju na rezervoar. Određene su granice i uslovi koji simuliraju stvarne uslove u kojima će se rezervoar koristiti. Definisane su granice i uslovi koji simuliraju stvarne uslove rada i analizirali ponašanje rezervoara pod različitim opterećenjima. Na temelju matematičkih formulacija koje opisuju ponašanje materijala i geometrije, rešavaju se sistemi jednačina koji opisuju odziv konstrukcije na opterećenja. U analizi konačnih elemenata (FEA), rešavanje sistema jednačina koje proizlaze iz diskretizacije modela rezervoara za naftu ključan je korak kako bi se dobili odgovarajuća pomeranja, deformacije, naprezanja i ostali rezultati. Nakon rešavanja sastava jednačina, dobijeni su rezultati koji prikazuju deformacije, naprezanja, pomake i ostala ponašanja konstrukcije pod opterećenjem. Ovi rezultati omogućuju procenu sigurnosti i stabilnosti konstrukcije. Analiza rezultata nakon rešavanja sistema jednačini za konačne elemente rezervoara za naftu važan je korak kako bi razumeli ponašanje rezervoara pod različitim uslovima opterećenja. Ovi rezultati pružaju uvid u deformacije, naprezanja, pomake i druge relevantne veličine unutar rezervoara.

U celini, disertacija "Dizajniranje vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte", ima za cilj postizanje tehničkih i ekonomskih dobrobiti, unapređenje bezbednosti i smanjenje ekološkog uticaja rafinerijskih operacija. Ovo je od suštinskog značaja za dalji razvoj rafinerijske industrije i prilagođavanje savremenim tehničkim izazovima.

10. Predlog komisije

Komisija smatra da je doktorska disertacija kandidatkinje Hana Qananah Ghayth Rizq Allah: ***“Dizajniranje vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte”***, rezultat originalnog naučnog rada kandidatkinje. Obradena tema je aktuelna i značajna za razvoj nauke u oblasti simulacionog modeliranja. Kandidatkinja je detaljno i studiozno obradila temu, pri čemu je koristila relevantna saznanja vezana za temu iz različitih naučnih oblasti.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Fakulteta za informacione tehnologije i inženjerstvo u Beogradu da se rad kandidatkinje Hana Qananah Ghayth Rizq Allah: ***“Dizajniranje vertikalnih atmosferskih rezervoara implementacijom softvera u rafinerijama nafte”***, prihvati kao doktorska disertacija, i da se rad, kao i ovaj izveštaj izloži 30 dana na uvid javnosti, te da se po isteku ovog roka (ukoliko ne bude značajnih primedbi) odredi datum javne odbrane pred Komisijom u istom sastavu.

Beograd, januar 2024. god.

Komisija:

1. prof. dr Maja Anđelković, predsednik
2. doc. dr Boris Damjanović, mentor
3. prof. dr Nataša Đorđević, mentor
4. prof. dr Radovan Petrović, član