

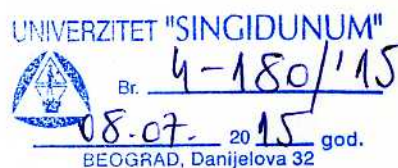
**VEĆU DEPARTMANA ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
I MEĐUNARODNU SARADNJU UNIVERZITETA SINGIDUNUM**

Beograd
Danijelova 32

Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj: 4- 19/2015 od 23.01.2015. godine, određeni smo za članove Komisije za pregled, ocenu i usmenu odbranu doktorske disertacije Aleksandra Zakića, master pod nazivom: *“Unapređenje performansi obrazovnih sistema primenom bežičnih mesh mreža”*.

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala, Komisija je sačinila sledeći

REFERAT



1. UVOD

1.1 Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Aleksandar Zakić je upisao doktorske studije na Univerzitetu Singidunum školske 2009/2010. godine. Položio je svih 12 ispita, sa srednjom ocenom 10. Zahtev za odobravanje teme za izradu doktorske disertacije podneo je 01.10.2014. godine. Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj: 1- 3006/2014 od 31.10.2014. godine, formirana je Komisija u sastavu:

1. dr Mladen Veinović, redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd
2. dr Aleksandar Jevremović, vanredni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd
3. dr Goran Šimić, vanredni profesor, Vojna Akademija, Univerzitet odbrane

za ocenu teme i podobnosti kandidata za izradu doktorske disertacije pod nazivom: *“Unapređenje performansi obrazovnih sistema primenom bežičnih mesh mreža”*. Na osnovu pozitivnog izveštaja Komisije Veće departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju je 23.01.2015. godine odobrio rad na izradi doktorske disertacije. Za mentora je imenovan prof. dr Mladen Veinović. Završnu verziju doktorske disertacije u elektronskom i štampanom obliku Aleksandar Zakić je predao Univerzitetu 07.07. 2015. godine.

1.2. Naučna oblast disertacije

Tema disertacije kandidata je u oblasti informacionih sistema i tehnologija, za koju je Fakultet za informatiku i računarstvo Univerziteta Singidunum matičan.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Aleksandar Zakić je rođen 01.06.1979. u Prištini, republika Srbija. U Štimlju je završio osnovnu školu „Nikola Spasić“ a zatim i gimnaziju u Uroševcu 1998. godine.

Diplomirao je 2005. godine na „Fakultetu za menadžment“ iz Novog Sada na smeru Menadžment u informatici.

Master studije je upisao školske 2006/2007. godine na univerzitetu Singidunum u Beogradu (smer zaštita informacionih sistema). Master rad pod nazivom „Bezbednost edukativnog modela“ kod mentora Prof. dr Ranka Popovića odbranio je 2008. godine i stekao akademski naziv diplomirani inženjer informatike - Master.

Školske 2010/2011 počinje da radi kao predavač na predmetima „Računarske mreže“, „Bezbednost u računarskim mrežama“, i „Informatika“ na Visokoj poslovnoj školi strukovnih studija Blace.

Nastavne aktivnosti:

Od školske 2002/2003 bavi se izvođenjem nastave na Visokoj poslovnoj školi strukovnih studija Blace na sledećim predmetima:

- Računarske mreže
- Praktična nastava
- Informatika
- Bezbednost u računarskim mrežama

Od vannastavnih aktivnosti se može istaći sledeće:

- MCP, MCSE – Microsoft sertifikati
- Cisco Network Academy Instructor

Radio je kao administrator mreže Univerziteta u Prištini sa sedištem u Kruševcu 2001. godine, kao Microsoft administrator u kompaniji Sard Communication 2002. godine, a 2003. osniva kompaniju za telekomunikacije ITSolution.NET doo, koja je pružala usluge hostinga i interneta na teritoriji cele Srbije. 2008 godine ITS.net je imao 30 000 aktivnih dial-up korisnika i 3000 ADSL korisnika, kao i preko 250 distributera.

Učesnik je SinYU (Scientific Information Network of Yugoslavia) projekta 2001. godine pomoću koga su postavljena glavna čvorišta Akademske mreže Srbije (AMRES). Objavio je šest radova u međunarodnim naučnim časopisima (od toga jedan u časopisu sa SCI liste, M21), 14. radova u zbornicima sa međunarodnih i domaćih konferencija.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija pod naslovom: *“Unapređenje performansi obrazovnih sistema primenom bežičnih mesh mreža”* ima ukupno 18+130 strana. Disertacija ima devet poglavlja i spisak literature. Poglavlja su:

1. Uvod, 7 strana
2. Karakteristike WMN mreža, 11 strana
3. WMN protokoli rutiranja, 9 strana
4. Sigurnost u WMN mrežama, 37 strana
5. Performanse WMN protokola rutiranja, 27 strana
6. Emulator za analizu WMN protokola – MeshLAB, 22 strana
7. Primena spektralne teorije grafova u WMN mrežama, 9 strana
8. Evaluacija predloženog rešenja, 5 strana
9. Zaključak, 3 strane.

Literatura sadrži 107 bibliografskih jedinica.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodu su prikazane ideje koje su motivisale istraživački rad na temu disertacije. Istaknuta je aktuelnost teme i dat je opis modela edukativnog softverskog sistema za emulaciju bežičnih mesh mreža. Ukazano je na nedostatke kod aktuelnih pristupa modelovanja, i naglašene prednosti pristupa korišćenog u tezi, zasnovanih na mesh mrežama i virtualizaciji. Navedeni su originalni naučni doprinosi teze i kratak pregled preostalih poglavlja.

Drugo poglavlje predstavlja uvod u bežične mesh mreže i njihove karakteristike. Evaluaciju WMN mreža i podelu na osnovu fizičke topologije.

Treće poglavlje se bavi WMN protokolima rutiranja, vrstama WMN protokola i standardima. Opisane su osobine mesh mreža i protokoli rutiranja.

Četvrto poglavlje opisuje trenutna istraživanja bezbednosnih protokola za WMN mreže. Razmatra se razvoj mehanizama za različite tipove slabosti na različitim slojevima referentnog modela.

Peto poglavlje se bavi analizom performansi WMN protokola, i implementacijom OLSR i B.A.T.M.A.N. protokola na realnim uređajima.

Originalni naučni rezultati kandidata prikazani su u šestom i sedmom poglavlju. Šesto poglavlje sadrži opis emulatora i okruženja u kome se razvijao model za testiranje WMN protokola rutiranja. Opis stvaranja radnog okruženja za testiranje različitih protokola za WMN mreže. U ovom poglavlju dat je detaljan pregled i evaluacija raspoloživih rešenja za kreiranje edukativnog modela. Opisuje se razlika između mrežnih simulatora i novog koncepta kreiranja emulatora pomoću računarstva u oblaku i virtualizacije.

U sedmom delu disertacije prikazani su najvažniji naučni doprinosi kandidata. Sedmo poglavlje sadrži matematički model iz spektralne teorije grafova i njegovu primenu u WMN mrežama. Ovo poglavlje opisuje primenu matrice susedstva i Laplasovu teoremu za kreiranje matematičkog modela na osnovu parametara koji su dobijeni iz vežbi kreiranih pomoću emulatora MeshLAB (edukativnog modela za kreiranje WMN mreže). Proučavanjem primene spektralne teorije grafova u WMN mrežama stvorila se ideja o klasterizaciji čvorova, koja je obrazložena u disertaciji, i koja bi u budućim istraživanjima mogla da ima veliki doprinos u razvoju protokola rutiranja u mesh mrežama.

Osmo poglavlje sadrži evaluaciju naučnog rezultata i naučnog doprinosa kandidata. Prikazane su prednosti u performansama učenja pomoću MeshLAB okruženja, nedostaci okruženja, kao i utisci studenata o upotrebi. Kako bi se izvršila evaluacija korišćenja MeshLAB okruženja testirana je propusna moć između datih čvorova kreirane laboratorije uporedno sa realnim uređajima sa istim protokolom za usmeravanje. Prikupljeni podaci pokazuju značaj upotrebe emulatora kao optimalnog rešenja za unapređenje performansi obrazovnih sistema u svim segmentima edukacije studenata. Ovaj pristup omogućava studentima da pored kurseva, materijala i vežbi, savladaju veštine tako što koriste emulatore kao zamenu za realne sisteme.

U zaključku teze su navedeni osnovni doprinosi disertacije i date su smernice za moguća dalja istraživanja u ovoj oblasti.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Nastava iz oblasti bežičnog umrežavanja i mobilnih mreža predstavlja neophodnu oblast bez koje današnje savremeno prihvatanje znanja iz računarskih nauka ne bi moglo da se sprovede. Studenti uče apstraktne pojmove o radu ovih sistema, i svakodnevno se susreću sa različitim tehnologijama umrežavanja. Jedan od novih načina za povezivanje apstraktnih koncepata jeste i korišćenje savremenih tehnologija kao sto su računarstvo u oblaku (Cloud computing), emulatori i virtualizacija. Ove tehnologije omogućavaju poboljšanje procesa učenja i proširivanje znanja studenata na lako razumljiv način jer pružaju mogućnost za izgradnju i testiranje različitih tipova tehnologija, protokola i servisa u bežičnim i mobilnim mrežama.

Sušтина unapređenja performansi obrazovnih sistema se ogleda u izgradnji distribuiranih aplikacija primenom savremenih tehnologija. Za izgradnju ovakvog okruženja potrebno je da se studenti i predavači aktivno uključe u proces razvoja novih tehnologija, da bi stvorili optimalne uslove za eksperimente i nova naučna ostvarenja u oblasti informacionih i komunikacionih tehnologija.

U ovom kontekstu, kandidat je svoju originalnost potvrdio na korektan i uverljiv način objavljivanjem radova u međunarodnim naučnim časopisima (2 rada, od čega jedan u časopisima sa impakt faktorom, kategorije M21), u zbornicima sa međunarodnih (5 radova) i domaćih naučnih konferencija (7 radova), kao i dve monografske publikacije.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U izradi disertacije korišćena je obimna literatura iz oblasti bežičnih mreža, bezbednosnih protokola u mesh mrežama i spektralne teorije grafova polazeći od fundamentalnih referenci, pa sve do najnovijih radova u vrhunskim međunarodnim naučnim časopisima uključujući i sopstvene reference. Na osnovu tih referenci, originalni naučni rezultati do kojih je kandidat došao u disertaciji su stavljeni u korektan kontekst.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Kandidat je u svom istraživačkom radu koristio više različitih postupaka. Najpre je uvidom u literaturu, zajedno sa mentorom došao do zaključka o potrebi za razvojem novih efikasnih modela i pristupa za edukativni model iz oblasti bežičnog umrežavanja i mobilnih mreža primenom savremenih tehnologija, kao sto su računarstvo u oblaku (Cloud computing), emulatori i virtualizacija. Detaljnom analizom raspoloživih pristupa uočeni su nedostaci, sagledane potencijalne mogućnosti u savremenom prihvatanju znanja iz računarskih nauka i formulisan je cilj istraživanja: modelovanje edukativnog softverskog sistema za emulaciju bežičnih mesh mreža. Praktični cilj ovog istraživanja je dizajniranje i implementacija edukativnog softverskog sistema za testiranje protokola rutiranja u WMN mrežama, kao i matematička analiza primenom spektralne teorije grafova. Osnovu okruženja za emulaciju WMN mreža čine komponente koje su razvijene na računarstvu u oblaku primenom virtualizacije.

U postupku razvoja edukativnog modela mesh mreže, kandidat je pokazao samostalnost i inventivnost u izboru okruženja za razvoj emulatora za testiranje WMN protokola rutiranja, određivanju modela za prikaz apstraktnih pojmova prilikom analize, u cilju poboljšanje procesa

učenja i proširivanje znanja studenata na lako razumljiv način. Razvijeni edukativni model za analizu i testiranje WMN protokola rutiranja je verifikovan odgovarajućim teoremama i analizom iz spektralne teorije grafova.

Prednosti i nedostaci predloženog pristupa edukativnog modela na bazi emulatora bežičnih mesh mreža su kritički sagledani i na kraju disertacije su date smernice za moguća dalja istraživanja.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati do kojih je kandidat došao u svojoj disertaciji mogu imati neposrednu primenu u oblasti analize i testiranja različitih WMN protokola rutiranja, primenu u savladavanju apstraktnih pojmova pri učenju, korišćenjem savremenih tehnologija, pre svega računarstva u oblaku i virtualizacije. Razvijeni edukativni model odlikuje se jednostavnim interfejsom za kreiranje WMN mreže koji podržava veliki broj WMN protokola rutiranja, modul iz spektralne teorije grafova omogućava analizu novih algoritama ili implementirane promene već postojećih protokola rutiranja u WMN mrežama (OLSR-BF npr.).

Prikupljeni podaci pokazuju značaj upotrebe emulatora kao optimalnog rešenja za unapređenje performansi obrazovnih sistema u svim segmentima edukacije studenata. Ovaj pristup omogućava studentima da pored kurseva, materijala i vežbi, savladaju veštine tako što koriste emulatora kao zamenu za realne sisteme. Glavni benefit upotrebe MeshLAB okruženja nije samo u okviru kursa Bežične mreže. MeshLAB je koncept koji može da posluži u kreiranju sličnih distribuiranih aplikacija u domenu web programiranja, administracije internet servisa (email, www, DNS itd.), upravljanje podacima, elektronskog poslovanja itd.

Stoga se predloženi pristup može uspešno primeniti kako u oblasti edukacije i prikaza apstraktnih pojmova, tako i u analizi i projektovanju WMN protokola rutiranja.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat je u svom dosadašnjem radu pokazao kvalitete presudne za uspešan istraživački rad: sposobnost uočavanja problema i postavljanje korektnog cilja istraživanja, shvatanje i proširivanje teorijskih koncepata, originalnost, sposobnost da teorijske metode pretoči u algoritme, strukture podataka i računarske programe, kao i da kritički analizira dobijene rezultate.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Naučni doprinos doktorske disertacije je u domenu analize i sinteze softverskog sistema koji treba da omogući kreiranje WMN mreža, pogodnih za poboljšanje performansi učenja u edukativnom domenu. Kao sastavni delovi doktorske disertacije dati su sledeći naučni doprinosi:

- Sistematizacija i klasifikacija postojećih rešenja pri projektovanju emulatora iz oblasti WMN mreža;

- Kreiranje metodologije projektovanja emulatora WMN mreža na osnovu klasifikovanih rešenja koja su bila primenjena, koja se primenjuju ili koja se mogu primeniti u okviru ove discipline;
- Osnovni doprinos je predlog i razvoj novog edukativnog okruženja koji na jednostavan način treba da omogući kreiranje WMN mreža sposobnih za rad u edukativnom okruženju, za testiranje protokola rutiranja. Sistem obezbeđuje vizuelni pregled i izgradnju kompleksnog sistema WMN mreža od najnižeg nivoa, kao i mogućnostima povezivanja proizvoljnih modula pomoću alata;
- Postavljeni analitički model opisuje ponašanje emulatora WMN mreža razvijenih prema predloženoj metodologiji prilikom rada u edukativnom okruženju, kao i matematički model primenom spektralne teorije grafova;

Predloženi model je alternativa mrežnim simulatorima (ns-2, ns-3, OMNet i sl.) koji često daju različite rezultate prilikom testiranja protokola u odnosu na performanse realnih uređaja pa su zbog toga potrebna nova istraživanja u domenu bežičnih mesh mreža (WMN) primenom virtualizacije, računarstva u oblaku i emulatora. Ovaj pristup omogućava stvaranje okruženja čiji rezultati u istraživanjima mogu da imaju doprinos pri testiranju WMN protokola rutiranja u različitim uslovima.

Edukativni model se zasniva na emulatoru koji predstavlja virtuelnu mašinu koja simulira kompletan hardver, što omogućava gost OS-u da se izvršava na potpuno nezavisnom procesoru. Na ovaj način virtualni hardver oponaša pravi uređaj. Ovaj model omogućava: smanjenje troškova pri testiranju novih uređaja, aplikacija ili protokola u ovom slučaju; analizu dobijenih rezultata; prilagođavanje okruženja zahtevima koji su potrebni u kreiranju nekog modela; sposobnost simulacije različitih arhitektura i tipova hardvera; sposobnost simulacije različitih platformi (Android, iOS, OpenWRT, Windows Mobile);

Predložen je model primene matrice susedstva i Laplasove teoreme za kreiranje matematičke analize na osnovu parametara koji su dobijeni iz vežbi kreiranih pomoću emulatora MeshLAB (edukativnog modela za kreiranje WMN mreže). Proučavanjem primene spektralne teorije grafova u WMN mrežama stvorila se ideja o klasterizaciji čvorova, koja je obrazložena u disertaciji, i koja bi u budućim istraživanjima mogla da ima veliki doprinos u razvoju protokola rutiranja u WMN mrežama.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

U prvoj fazi kandidat je razmatrajući raspoloživu literaturu u oblasti teme disertacije izvršio kritičku analizu dostupnih informacija i korektno definisao cilj istraživanja. U istraživačkom radu koristio je mogućnost kritičkog preispitivanja i pogodne načine verifikacije dobijenih rezultata. Rezultati dobijeni pomoću edukativnog modela za emulaciju bežičnih mesh mreža su verifikovani su poređenjem rezultata modelovanja sa odgovarajućim referentnim vrednostima (eksperimentalnim ili rezultatima računarskih simulacija). Uočene su i prikazane prednosti i nedostaci predloženog pristupa i ukazano na smernice mogućih daljih istraživanja.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Naučni doprinosi disertacije verifikovani su sledećim radovima kandidata:

Kategorija M21

1. Milovanovic, I. Z., Milovanovic, E. I., & **Zakic, A.** (2014). A short note on graph energy. *MATCH Commun. Math. Comput. Chem*, 72, pp. 179-182, ISSN 0340 - 6253.

Kategorija M51

1. N. Jovanović, S. Marković, Z. Jovanović, **A. Zakić** (2009), *WEB Based Interactive Digital Logic Circuit Simulator*. JOURNAL of the Technical University of Gabrovo, 37, 58-62, ISSN: 1313-230X.

Kategorija M45

1. M. Zakić, **A. Zakić** (2014), *Elektronsko poslovanje*, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Blace, 2014. ISBN 978-86-7544-103-8.
2. **A. Zakić**, (2005), *Informatika - primena u praksi*, Visoka poslovna škola Blace, 2005, ISBN 86-7544-051-0.

Kategorija M33

1. **Aleksandar Zakić**, Mladen Veinović, Nenad Jovanović, Slaviša Trajković, (2015), *Linux kontejneri: Primena Docker platforme za distribuirane aplikacije*, međunarodna konferencija INFOTECH 2015, 03. - 04. Jun 2015. Zbornik radova CD izdanje, 9.1.
2. M. Zakić, **A. Zakić**, S. Trajković, *Optimizacija e-commerce rešenja korišćenjem Docker platforme*, XV međunarodna konferencija o elektronskoj trgovini i elektronskom poslovanju E-trgovina 2015, Palić 2015. <http://www.etrgovina.org/program-konferencije/najava-programa>.
3. Jovanovic, N., Jovanovic, Z., Popovic, O., Stankovic, I., & **Zakic, A.** (2013, October). Computer network simulation and visualization tool for educational purpose. In *Telecommunication in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS), 2013 11th International Conference on* (Vol. 2, pp. 579-582). IEEE.
4. N.Jovanović, **A. Zakić**, Z.Jovanović, Simulacija statičkog rutiranja IP paketa u WAN mreži, INFOFEST, pp.131-137, Budva, 2008.
5. N.Jovanović, **A. Zakić**, Z.Jovanović, *Web lab: sistem za učenje osnovnih koncepata ip umrežavanja*, INFOFEST, Budva 2007.

Kategorija M63

1. **A. Zakić**, I. Stanković, R. Popović, M. Zakić, *Bezbednost međudomenskog rutiranja*, ETRAN 2011. Banja Vrućica Teslić, 2011. ISBN 978-86-80509-66-2.
2. I. Stanković, **A. Zakić**, R. Popović, M. Zakić, *E-LEARNING 2.0*, ETRAN 2011. Banja Vrućica Teslić, 2011. ISBN 978-86-80509-66-2.
3. **A. Zakić**, N. Jovanović, "Zaštita MOODLE edukacionog sistema", *Zbornik radova Konferencije YU INFO 2010, (CD ROM)*, Kopaonik, Srbija, 6. mart - 9. mart, 2010, pp. 468-472., ISBN: 978-86-85525-05-6.
4. Jovanovic Nenad, Jovanović Zoran, Popovic Oliver, **Aleksandar Zakić**: Modelovanje ful-duplex komunikacije u računarskoj mreži, *Zbornik radova Konferencije YU INFO 2009, (CD ROM)*, Kopaonik, Srbija, ISBN 987-86-85525-04-9.

5. N.Jovanović, A. Zakić, Z.Jovanović, IPKalkulator: Web aplikacija za proračun IP adresa, RT6.2, ETRAN, 2007. ISBN: 987-86-80509-62-4.
6. N.Jovanović, A. Zakić, Z.Jovanović, WEB simulator dihtalnih logičkih kola, YU-INFO, CD, Kopaonik, 2007. ISBN: 978-86-85525-02-5
7. N.Jovanović, A. Zakić, Z.Jovanović, JMX aplikacija za upravljanje računarskom mrežom, YU-INFO, CD, Kopaonik, 2007. ISBN: 978-86-85525-02-5

5. MIŠLJENJE KOMISIJE I PREDLOG

Na osnovu izloženog, komisija konstatuje da doktorska disertacija Aleksandra Zakića, master informacionih tehnologija, pod naslovom “*Unapređenje performansi obrazovnih sistema primenom bežičnih mesh mreža*” ispunjava sve formalne i suštinske uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju, kao i propise Univerziteta Singidunum u Beogradu. Doktorska disertacija Aleksandra Zakića sadrži naučne doprinose koji se sastoje u razvoju emulatora za edukativna okruženja za unapređenje performansi obrazovnih sistema primenom bežičnih mesh mreža pomoću virtualizacije i računarstva u oblaku.

Tokom celokupne izrade doktorske disertacije, kao i kroz ukupne naučne doprinose iz prethodnog perioda kandidat je pokazao nesumnjivu sposobnost za samostalni naučno istraživački rad. Stoga članovi Komisije sa zadovoljstvom predlažu Veću departmana za posle diplomске studije i međunarodnu saradnju da se doktorska disertacija pod naslovom “*Unapređenje performansi obrazovnih sistema primenom bežičnih mesh mreža*” kandidata Aleksandra Zakića, mastera u oblasti informacionih tehnologija prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Senatu univerziteta Singidunuma u Beogradu.

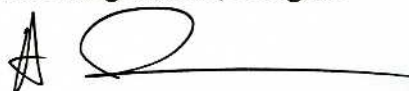
Beograd, 08. 07. 2015. godine

Članovi komisije:

dr Mladen Veinović, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd



dr Aleksandar Jevremović, vanredni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd



dr Goran Šimić, vanredni profesor,
Vojna akademija, Univerzitet Odbrane, Beograd



1. *[Illegible text]*
2. *[Illegible text]*
3. *[Illegible text]*
4. *[Illegible text]*
5. *[Illegible text]*

[Illegible header text]

[Illegible paragraph 1]

[Illegible paragraph 2]

[Illegible text]

[Illegible header text]

[Illegible text]

[Illegible signature]

[Illegible text]

[Illegible signature]

[Illegible text]

[Illegible signature]