

UNIVERZITET U SARAJEVU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET  
SARAJEVO

PRIJEDLOG TEMA ZA IZRADU  
DOKTORSKIH DISERTACIJA  
NA  
TREĆEM CIKLUSU STUDIJA

~ Odsjek za elektroenergetiku ~

*Sarajevo, septembar 2010. godine*

No	Naziv	Predlagac
1	UTJECAJ NEKIH VRSTA DEFEKATA NA PROCES NASTANKA I RAZVOJA PARCIJALNIH PRAŽNJENJA U KABELSKIM SISTEMIMA S POLIMERNOM IZOLACIJOM	Prof. Dr Kemo Sokolija
2	MODEL ZA KOORDINIRANU RASPODJELU REMONATA HIDRO I TERMO PROIZVODNIH KAPACITETA U TRŽIŠNIM USLOVIMA	Prof. Dr Mensur Hajro
3	APLIKACIJA SEMIDEFINITNOG PROGRAMIRANJA U RJEŠAVANJU PROBLEMA OPTIMALNOG ANGAŽOVANJA I OPTIMALNE RASPODJELE OPTEREĆENJA MJEŠOVITOG HIDRO - TERMO SISTEMA U TRŽIŠNIM USLOVIMA	Prof. Dr Mensur Hajro
4	OPTIMIZACIJA GEOMETRIJE VISOKONAPONSKOG IZOLACIONOG BUŠINGA PRIMJENOM HIBRIDNE METODE GRANIČNIH I KONAČNIH ELEMENATA	Prof. Dr Hamid Zildžo
5	PRORAČUN IZNESENIH POTENCIJALA NA UZEMLJIVAČKIM SISTEMIMA PRIMJENOM 1D I 2D GRANIČNIH ELEMENATA	Prof. Dr Hamid Zildžo
6	MODELIRANJE ELEKTROMAGNETSKIH TRANZIJEKCIJA U SISTEMU FAZNIH VRIJEDNOSTI UZ POTPUNU DEKOMPOZICIJU SISTEMA	Prof. Dr Salih Sadovic
7	AUTOMATIZIRANI SISTEM ZA MONITORING KVALITETE ELEKTRICNE ENREGIJE U REALNOM VREMENU	Prof. Dr Salih Sadovic
8	INTEGRACIJA HIBRIDNIH SISTEMA ZA PROIZVODNJU ELEKTRICNE ENERGIJE U ELEKTROENERGETSKI SISTEM	Prof. Dr Mirsad Rascic
9	MJERE ZA POSTIZANJE ELEKTROMAGNETSKE KOMPATIBILNOSTI U SEKUNDARNIM KRUGOVIMA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA	Prof. Dr Salih Carsimamovic
10	UPRAVLJANJE NAPONOM I FREKVENCIJOM ASINHRONOG GENERATORA S VLASTITOM UZBUDOM KORIŠTENJEM PRETVARAČA SA STRUJNO REGULIRANIM IZVOROM NAPONA	Prof. Dr Semsudin Masic
11	UPRAVLJANJE SINHRONOG MOTORA S PERMANENTNIM MAGNETIMA BEZ DAVAČA BRZINE VRTNJE I MEHANIČKOG MOMENTA	Prof. Dr Semsudin Masic
12	PROSTORNO MODELIRANJE KORONE NA UZEMLJIVAČU U VREMENSKOJ DOMENI	Prof. Dr Rasim Gacanovic
13	MODELIRANJE POLARIZIRAJUĆIH OTPORNOSTI ZAŠTITNE KOROZIJE IZOLACIJE SA NELINEARNIM POLARIZIRAJUĆIM KARAKTERISTIKAMA VEOMA DUGAČKE PODZEMNE METALNE CJEVOVODE	Prof. Dr Alija Muharemovic
14	UTICAJ VISOKOG NIVOVA PENETRACIJE VJETROELEKTRANA NA PLANIRANJE PROIZVODNOG DIJELA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA I NJEGOVO VOĐENJE	Prof. Dr Mirsad Rascic

## **1. UTJECAJ NEKIH VRSTA DEFEKATA NA PROCES NASTANKA I RAZVOJA PARCIJALNIH PRAŽNJENJA U KABELSKIM SISTEMIMA S POLIMERNOM IZOLACIJOM**

### **Motivacija i cilj istraživanja**

Prisustvo defekata može za posljedicu imati pojavu parcijalnih pražnjenja u izolacijskom sistemu energetske kabele. Kabelski sistemi s polimernom izolacijom su jako osjetljivi na djelovanje parcijalnih pražnjenja, tako da se nakon instaliranja kabele provode testovi čija je zadaća ustvrditi potpuno odsustvo ovog fenomena. Greške načinjene prilikom instaliranja kabelskog pribora mogu dovesti do stvaranja defekata koji rezultiraju kvarom kabelskog sistema u kratkom periodu nakon instaliranja.

U okviru ovog rada potrebno je izučiti ponašanje kabelskog sistema u slučaju prisustva slijedećih defekata:

1. Oštre izbočine na poluvodičkim ekranima koje mogu dovesti do erozionog proboja izolacije kabele.
2. Prisustvo vodljivih čestica na izolacijskom materijalu unutar komponenata kabelskog pribora koje mogu dovesti do procesa degradacije izolacije na sučelju izolacija/poluvodički ekran.

Naprijed opisane defekte potrebno je vještački proizvesti u realnom kabelskom sistemu, a nakon toga treba provesti njihovu simulaciju koristeći se prikladnim numeričkim postupkom za rješavanje matematskog modela kojim se mogu opisati ovakve situacije. Ova istraživanja omogućit će provođenje analize ponašanja promatranog kabelskog sistema glede pojave parcijalnih pražnjenja u zoni proizvedenih defekata. Nakon toga, potrebno je provesti eksperimentalna istraživanja primjenjujući IEC preporukama propisanu konvencionalnu proceduru za mjerenje parcijalnih pražnjenja u razmatranom kabelskom sistemu.

Konačni cilj istraživanja je ustvrditi valjanost IEC konvencionalne procedure mjerenja parcijalnih pražnjenja za otkrivanje ovdje razmatranih defekata.

### **Kratki pregled literature**

Prema našim saznanjima problem koji se ovdje predlaže istražiti nije do sada bio predmetom znanstvenog istraživanja, osim što je u svojoj magistarskoj tezi J. Setyawan<sup>1</sup> proveo slična istraživanja na drugoj vrsti defekata (nedostatak poluprovodničkog ekrana u kabelskoj spojnici, zaostali poluprovodnički ekran u kabelskoj spojnici i kavitacija na interfejsu izolacija/vanjski ekran). Rezultati ovog rada pokazuju da se kritički osvrt na aktualnu praksu nedestruktivnog ispitivanja instaliranih polimernih kabele ne može prevesti bez da se istraže utjecaji defekata koji bi bili predmetom ovdje predloženog istraživanja.

### **Metode i resursi**

---

<sup>1</sup> Jarot Setyawan: „Investigation of Partial Discharge-Occurance and Detectability in High Voltage Power Cable Accessories“  
MSc Graduation thesis, Delft University of Technology Faculty of Electrical Engineering, High Voltage Technology and Management, November 2009.

Dio istraživanja koji se odnosi na numeričku simulaciju vještački proizvednih defekata obaviti će se u laboratorijama Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu.

Student će u tu svrhu na raspolaganju imati slijedeće softverske pakete: COSMOL Multiphysics, MATLAB, FLUX CAE Software.

Eksperimentalna istraživanja će biti provedena u jednoj od slijedećih visokonaponskih laboratorija (University of Delft, Univesita di Bologna, Chalmers University of Technology).

### **Osnovni očekivani doprinos**

Nova saznanja o nivou pouzdanosti IEC preporukama propisane procedure za ispitivanje visokonaponskih plimernih kabela nakon njihovog instaliranja, provođenjem konvencionalnih mjerenja parcijalnih pražnjenja i predlaganje nužnih poboljšanja u tim preporukama.

## **2. MODEL ZA KOORDINIRANU RASPODJELU REMONATA HIDRO I TERMO PROIZVODNIH KAPACITETA U TRŽIŠNIM USLOVIMA**

### **Kratak sadržaj:**

Planiranje i raspodjela aktivnosti vezanih za redovno održavanje (remonte) proizvodnih kapaciteta u hidroelektranama i termoelektranama koji su u vlasništvu proizvodnih kompanija, predstavlja jedan od ključnih zadataka koji ima značajne refleksije na njihov profit i efikasnost. Ovo je posebno naglašeno u decentralizovanom okruženju u kojem pogonska spremnost proizvodnih jedinica ne smije biti ograničavajući faktor prema izazovima tržišta, ali i prema ispunjenju svih obaveza koje nameće regulatorni okvir. Raspodjela remonata, kao kritični tehnički zadatak, zahtijeva pažljivo planiranje i analizu da bi se garantovala sigurnost u pogonu sistema, kao i ekonomski benefiti za proizvodne kompanije.

Pošto sve proizvodne jedinice trebaju biti redovno održavane, planeri u okviru proizvodnih kompanija moraju planirati raspored njihovih remonata tokom godine tako da u ovu raspodjelu uključe: sedmična maksimalna opterećenja (bilateralne ugovore), tržišne cijene, trajanje remonata za svaku proizvodnu jedinicu, kapacitet jedinica, vrijeme proteklo od posljednjeg remonta jedinica, raspoloživost posada za aktivnosti remonata, tehnološka i sezonska ograničenja, obaveze prema operatoru sistema u smislu ispunjenja zahtjeva za osiguranje potrebnog nivoa rezerve, kao i druga ograničenja. Svi ovi faktori moraju biti uzeti u modelu za maksimizaciju profita za proizvodne kompanije.

Današnji raspoloživi modeli uglavnom se baziraju na raspodjeli remonata ili kod termo, ili kod hidro kapaciteta. Zbog složenosti problema, većina tih modela ne inkorporira kompletan sistem tehničkih i tehnoloških ograničenja, a neki od modela su prilagođeni tehnikama rješavanja kako bi se dobilo rješenje blisko optimalnom. Izbor funkcije kriterijuma i sistema ograničenja u mnogome ovisi o specifičnim potrebama raspodjele remonata, raspoloživosti podataka (ulaznih informacija), tačnosti koja treba biti postignuta pri odabranoj metodologiji rješavanja. Zbog toga su raspoloživi modeli kategorizirani uglavnom u dvije skupine: modeli bazirani na ekonomskim kriterijumima, odnosno modeli bazirani na pouzdanosti sistema.

Problem raspodjele remonata u mješovitom hidro – termo sistemu je složen kombinatorni optimizacioni problem i još uvijek je aktivna istraživačka oblast u optimizaciji planiranja pogona elektroenergetskog sistema. U posljednje vrijeme problem optimalne raspodjele remonata bio je orijentisan ka novim odnosima u elektroenergetskom sektoru. Deregulacija sektora i liberalizacija tržišta dali su proizvodnim kompanijama nezavisnost da održavaju svoje proizvodne jedinice na decentraliziran način, sa minimalnim regulatornim intervencijama samo za sistemsku sigurnost. Zbog toga profit – bazirana raspodjele remonata proizvodnih jedinica mora uvažiti i koordinaciju sa operatorom sistema koji je odgovoran samo za sigurnost sistema. Dubina te koordinacije ovisi o modelu tržišta i važećoj legislativi.

U radu je potrebno razviti model za optimalnu raspodjelu remonata proizvodnih jedinica u jednom hidro – termo proizvodnom portfoliju proizvodne kompanije koja posluje u tržišnom ambijentu, zadovoljavajući pri tome različitost ograničenja pridruženih hidro i termo podsistemima, te ponuditi najbolju proceduru za koordinaciju među različitim ciljevima koji su postavljeni od proizvodnih kompanija i operatora sistema.

### **Postavka zadatka:**

Pregled raspoloživih modela za optimalnu raspodjelu remonata u hidro i termo podsistemima u regulisanom, odnosno deregulisanom ambijentu. Funkcija kriterijuma i sistem ograničenja u problemu optimalne raspodjele remonata proizvodnih jedinica. Postavka modela za koordiniranu raspodjelu remonata mješovitog hidro – termo sistema u deregulisanom ambijentu. Tehnike rješavanja problema. Razvoj procedure za koordinaciju optimalne raspodjele remonata sa operatorom sistema. Studije test slučajeva sa prezentacijom i analizom rezultata.

**Programska realizacija:**

Razvoj programskog rješenja koristeći MATLAB okruženje.

**Preporučena literatura:**

1. M. Shahidehpour, M. Marwali: *Maintenance scheduling in restructured power systems*, Norwell, MA: Kluwer, 2000.
2. A. J. Wood, B. F. Wollenberg: *Power generation, operation and control*, second edition, New York: Wiley, 1996.
3. M. Ilic, F. Galiana, L. Fink: *Power systems restructuring: Engineering and economics*, Boston, MA: Kluwer, 1998.
4. M. Shahidehpour, H. Yamin, Z. Li: *Market operations in electric power systems: Forecasting, scheduling and risk management*, New York: Wiley, 2002.
5. K. P. Dahal, S. Galloway: *Evolutionary generator maintenance scheduling in power systems*, Evolutionary Scheduling, 349-382, 2007.

### **3. APLIKACIJA SEMIDEFINITNOG PROGRAMIRANJA U RJEŠAVANJU PROBLEMA OPTIMALNOG ANGAŽOVANJA I OPTIMALNE RASPODJELE OPTEREĆENJA MJEŠOVITOG HIDRO – TERMO SISTEMA U TRŽIŠNIM USLOVIMA**

#### **Kratak sadržaj:**

Problem određivanja optimalnog angažovanja i raspodjele snaga na angažovane hidro i termo proizvodne kapacitete (*unit commitment* problem) je jedan od najvažnijih zadataka u poslovnom odlučivanju kod proizvodnih kompanija. Ovo je nelinearni, nekonveksni, kombinatorni, mješovito cjelobrojni problem velikih dimenzija sa ograničenjima. Egzaktno rješenje problema moguće je dobiti samo uz kompletno pretraživanje svih stanja, što zahtijeva veliko proračunsko vrijeme za veličine današnjih proizvodnih sistema. Za vertikalno integrisane proizvodne kompanije, *unit commitment* je definisan kao problem raspodjele za proizvodne jedinice koje će biti u/van pogona (on/off) u cilju minimiziranja ukupnih troškova pogona, ali i uz zadovoljenje postavljenog sistema tehničko-tehnoloških ograničenja, takvih kao dijagram opterećenja sistema, zahtjev za operativnom rezervom, ramp-rate restrikcije, minimalno vrijeme pogona nakon pokretanja, minimalno vrijeme stajanja nakon zaustavljanja. Sa restrukturiranjem elektroenergetskog sektora i liberalizacijom tržišta električne energije, *unit commitment* problem dobija sasvim nove odlike. Cilj više nije minimiziranje proizvodnih troškova kao prije, nego nalaženje takve raspodjele angažovanja proizvodnih kapaciteta koja maksimizira profit proizvodnih kompanija. Novi profit-bazirani *unit commitment* problem određuje koliki iznosi snage i rezerve trebaju biti prodani na tržištu u cilju maksimizacije profita.

U nastojanjima da se unaprijede postojeće tehnike rješavanja za *unit commitment* problem, razvijene su brojne alternativne metode. Kombinatorna priroda *unit commitment* problema često zahtijeva korištenje različitih heurističkih procedura za dobijanje rješenja bliskog optimalnom, kao razlog što je prostor pretraživanja nekonveksan čime se ne može garantovati globalni optimum. Semidefinitno programiranje predstavlja tehniku koja može biti korištena za rješavanje konveksnih optimizacionih problema u polinomnom vremenu. Varijable koje zahtijevaju cjelobrojne vrijednosti (on/off status proizvodnih jedinica) mogu biti modelovane kao kvadratne jednačine čiji su korijeni željene cjelobrojne vrijednosti. Dakle, eksplicitna formulacija problema cjelobrojnog programiranja ovdje nije potrebna. Tehnike semidefinitnog programiranja mogu biti korištene u problemima konveksne kombinatorne optimizacije gdje intersekcija (presjek) ograničenja definiše konveksan skup. Ovaj uslov garantuje konvergenciju kao optimumu u polinomnom vremenu gdje se koriste metode unutrašnje tačke, posebno njihova prediktor – korektor tehnika.

Ovaj rad treba da postavi jedan sveobuhvatni model za koordinirano angažovanje i raspodjelu opterećenja na angažovane hidro i termo kapacitete u tržišnim uslovima, a koji će se rješavati aplikacijom semidefinitnog programiranja. Studije na brojnim test slučajevima trebaju jasno pokazati prednosti semidefinitnog programiranja analizom dobijenog rješenja i proračunskih performansi.

#### **Postavka zadatka:**

Model za optimalno angažovanje i optimalnu raspodjelu opterećenja na hidro i termo kapacitete u konkurentnom okruženju. Funkcija kriterijuma i sistem tehničko – tehnoloških ograničenja. Transformacija hidro – termo modela kao semidefinitnog programa.

Semidefinitno programiranje za kombinatornu optimizaciju i semidefinitne relaksacije. Metode unutrašnje tačke i prediktor – korektor implementacija. Studije test slučajeva sa prezentacijom i analizom rezultata.

### **Programska realizacija:**

Realizacija programskog rješenja koristeći MATLAB okruženje.

### **Preporučena literatura:**

1. V. H. Quintana, M. Madrigal: *Semidefinite programming relaxations for  $\{0,1\}$  power dispatch problems*, Department of Electrical Engineering, University of Waterloo, 2000. Technical Report UW E&CE 2000–7.
2. S. Burer, R. Monteiro, Y. Zhang: *Interior-point algorithms for semidefinite programming based on a nonlinear formulation*, Computational Optimization and Applications, 49-79, 2002.
3. C. Helmberg: *Semidefinite programming for combinatorial optimization*, Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin, 2000.
4. L. Vandenberghe, S. Boyd: *Applications of semidefinite programming*, Applied Numerical Mathematics, Vol. 29, 283-299, 1999.
5. B. F. Hobbs, M. H. Rothkopf, R. P. O'Neill, H. Chao: *The next generation of electric power unit commitment models*, International Series in Operations Research & Management Science, Springer, 2001.
6. A. J. Wood, B. F. Wollenberg: *Power generation, operation and control*, second edition, New York: Wiley, 1996.
7. J. Zhu: *Optimization of power system operation*, New York: Wiley, 2009.



#### **4. OPTIMIZACIJA GEOMETRIJE VISOKONAPONSKOG IZOLACIONOG BUŠINGA PRIMJENOM HIBRIDNE METODE GRANIČNIH I KONAČNIH ELEMENATA**

##### **Kratak sadržaj:**

Kroz ovaj rad potrebno je razviti model za rješavanje elektrostatičkih polja baziran na sekvencijalnom Dirichlet Neumannovom postupku iterativnog spajanja proračunskih domena sa hibridnom metodom graničnih i konačnih elemenata. Analizirati raspodjelu električnih potencijala, normalnih i tangencijalnih komponenti električnog polja primjera izolacionog bušinga na ulazu u 110 kV metalom oklopljeno postrojenje napravljeno u SF<sub>6</sub> tehnici. Analizirati brzinu konvergencije i tačnost iteracionog postupka u zavisnosti od izabranog faktora podrelaksacija.

##### **Postavka zadatka:**

Koristiti hibridnu metodu graničnih i konačnih elemenata obrađenu u okviru predmeta Numeričko modeliranje u elektromagnetnoj teoriji. Razviti računarski program u programskom jeziku Fortran. Rezultate proračuna prikazati grafički. Komentarisati rezultate primjera proračuna.

##### **Osnovna literatura:**

1. H. Zildžo, Predavanja 'NUMERIČKO MODELIRANJE', III. ciklus Bologna, ETF Sarajevo 2010/2011
2. Z. Haznadar, Ž. Štih: Elektromagnetizam I i II, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
3. H. Zildžo "Računarske metode u elektroenergetici", ETF Sarajevo, 2004.
4. S. Čaršimamović, H. Zildžo "Inženjerska elektromagnetika I. i II.", ETF Sarajevo, 2010.
5. P. Silvester, R.L. Ferrari: Finite Elements for Electrical Engineers, Third Edition, Cambridge University Press. ISBN 0 521445051
6. Brebbia, C. A. and Walker, S., "*Boundary Element Techniques in Engineering*", Newnes-Butterworths, London, 1980.
7. J. Jin: The Finite Element Method in Electromagnetics, 1993. John Wiley&Sons, ISBN 0 471 58627 7.

##### **Dopunska literatura:**

Kandidat je dužan samostalno ili u saradnji sa nastavnikom i njegovim suradnicima pribaviti i obraditi dopunsku literaturu.

## **5. PRORAČUN IZNESENIH POTENCIJALA NA UZEMLJIVAČKIM SISTEMIMA PRIMJENOM 1D I 2D GRANIČNIH ELEMENATA**

### **Kratak sadržaj:**

Kroz ovaj rad potrebno je razviti model za proračun iznesenih potencijala sa uzemljivačkog sistema sastavljenog od veoma dugačkih tankih provodnih traka ili sondi na susjedne robustne pasivne elektrode (ukopane cijevi vrlo velikog prečnika koje nisu vezane na glavni uzemljivač). Analizirati raspodjelu električnih potencijala na površini zemlje, napona koraka, napona dodira i raspodjelu plivajućih potencijala na primjeru pasivne elektrode – trase cjevovoda koji prolazi u blizini glavnog uzemljivača promatrane podstanice. Analizirati promjenu inteziteta plivajućeg potencijala na cjevovodu u zavisnosti od njegove udaljenosti od podstanice.

### **Postavka zadatka:**

Koristiti metodu graničnih elemenata obrađenu u okviru predmeta Numeričko modeliranje u elektromagnetnoj teoriji.. Za diskretizaciju tankih uzemljivačkih aktivnih elektroda provodnika glavnog uzemljivača koristiti 1D linijske granične elemente, a za diskretizaciju pasivnih elektroda - robustnih cijevi koristiti površinske 2D granične elemente. Razviti računarski program u programskom jeziku Fortran. Rezultate proračuna prikazati grafički. Komentarisati rezultate primjera proračuna.

### **Osnovna literatura:**

1. H. Zildžo, Predavanja 'NUMERIČKO MODELIRANJE', III. ciklus Bologna, ETF Sarajevo 2010/2011
2. Z. Haznadar, Ž. Štih: Elektromagnetizam I i II, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
3. H. Zildžo "Računarske metode u elektroenergetici", ETF Sarajevo, 2004.
4. S. Čaršimamović, H. Zildžo "Inženjerska elektromagnetika I. i II.", ETF Sarajevo, 2010.
5. P. Silvester, R.L. Ferrari: Finite Elements for Electrical Engineers, Third Edition, Cambridge University Press. ISBN 0 521445051
6. Brebbia, C. A. and Walker, S., "*Boundary Element Techniques in Engineering*", Newnes-Butterworths, London, 1980.

### **Dopunska literatura:**

Kandidat je dužan samostalno ili u saradnji sa nastavnikom i njegovim suradnicima pribaviti i obraditi dopunsku literaturu.

## **6. MODELIRANJE ELEKTROMAGNETSKIH TRANZIJEKATA U SISTEMU FAZNIH VRIJEDNOSTI UZ POTPUNU DEKOMPOZICIJU SISTEMA**

### **KRATAK SADRŽAJ:**

Svi dostupni računarski programi za analizu elektromagnetskih tranzijenata u složenim EES koriste model visokonaponskog voda ili kabela koji je baziran na korištenju modalnih komponenti. U svakom vremenskom koraku vrši se prevodjenje u modalne komponente, te nakon dobijanja odgovarajućih vrijednosti u modalnom domenu vrši se obrnuta transformacija ( vraćanje u sistem faznih vrijednosti).

U okviru ovog istraživanja potrebno je uvesti model visokonaponskih vodova i kabela u faznom domenu. Razvijeni modeli trebaju biti kompatibilni s simulacijama u vremenskom domenu.

Glavna karakteristika EES je da su visokonaponska postrojenja međusobno povezana visokonaponskim vodomima i kabelima. Razvijeni modeli vodova i kabela trebaju omogućiti analize u kojima se vrši dekompozicija sistema na pojedine podsisteme. Svaki od podsistema se analiza posebno a međusobno povezivanje (u svakom vremenskom koraku) treba uraditi koristeći se višefaznim Thevenin-ovim ekvivalentima

### **POSTAVKA ZADATKA:**

Kako je pokazano u [1] model visokonaponskog voda i kabela u sistemu faznih vrijednosti može se predtavi preko dvije idealne propagacijske sekcije i skoncentrirane impedanse u sredini. Idealne propagacijske sekcije odgovaraju prostiranju bez gubitaka, dok frekventno ovisna serijska impdenasa predstavlja gubitke uslijed utjecaja skin efekta i zemlje. Visokonaponski vod ili kabel mogu se izdijeliti na više kratkih sekcija. S obzirom na činjenicu da propagacijske sekcije vrši prirodno odvajanje skoncentrisanih parametara (serijske impedanse u sredini) odgovarajuće tranzijente duž voda moguće je odvojeno posmatrati. Pored toga, idealne propagacuisjke sekcije (na početku i na karaju voda /kabela) omogućavaju 'odvajanje' i viskonapopnskih postrojenja, što omogućava potpunu dekompoziciju sistema. Na ovoj način moguće je razviti vrlo efikasn algoritam za analizu elektromagnetskih tranzijena u vremenskoj domeni uz korištenje simuliranja u faznoj domeni i uz potpunu dekompoziciju sistema.

### **LITERATURA [OSNOVNE INFORMACIJE]:**

- [1] Sadović S., Kezunović M.:  
'Electromagnetic Transients Computation Based on the Complete System Decomposition'  
Second International Conference on Digital Power System Simulators - ICDS, Montreal, Canada,  
May 1997
- [2] Sadović S., Gaćanović R., Rašić M.:  
'HV Substation Overvoltage Computation Taking into Account Frequency Dependent  
Transients on the Substation Grounding System'  
International Conference on Power Systems Transients (IPST 05) in Montreal, Paper No. IPST05 -  
097, Canada on June 19-23, 2005

## **7. AUTOMATIZIRANI SISTEM ZA MONITORING KVALITETE ELEKTRIČNE ENREGIJE U REALNOM VREMENU**

### **KRATAK SADRŽAJ:**

Monitoring kvalitete električne energije sastoji se u računarskom mjerenju oblika napona i struja u EES, te na softverskoj obradi izmjerenih signala. Izmjereni signali se analiziraju, te se prezentiraju, za kvalitetu električne energije bitni parametri.

Mjerenje napona i struja vrši se na više mjernih mjesta (u VN postrojenjima : na pojedinim vodovima / kabelima). Ako se sistemu za mjerenje dodijeli prijemnik tačnog vremena (GPS prijemnik) moguće je, pored podataka za kvalitetu električne energije odrediti i čitav niz drugih važnih podataka: mjesto i vrsta kratkog spoja, vrsta prenapona, učestalost rada prekidača, naprezanje opreme u EES, ..

### **POSTAVKA ZADATKA:**

Razviti sistem za mjerenje napona i struja u EES u realnom vremenu. Sistem treba da bude opremljen s GPS prijemnicima u cilju vremenske sinhronizacije. Posebnu pažnju posvetiti izboru mjernih senzora.

Pored, za kvalitetu električne energije bitinih podataka sistem treba da omogućiti i prikupljanje ostalih važnih informacija:

- mjesto i vrsta kratkog spoja
- uzrok poremećaja
- vrsta prenapona
- uspjehnost automatskog ponovnog uklopa
- monitoring rada visokonaponske opreme

Izvršiti izbor sistema za prijenos podataka mjerenja do centralnog servera.

Za simuliranje različitih stanja u mreži koristiti računarski program EMTP\_RV.

### **LITERATURA [OSNOVNE INFORMACIJE]:**

[1] Sadović S. i ostali.:

'Monitoring kvalitete električne energije u realnom vremenu'

Istraživački projekt ETF Sarajevo, Naručilac Elektroprivreda BiH, u toku

## **8. INTEGRACIJA HIBRIDNIH SISTEMA ZA PROIZVODNJU ELEKTRICNE ENERGIJE U ELEKTROENERGETSKI SISTEM**

### **KRATAK SADRŽAJ:**

Hibridni sistemi za proizvodnju električne energije najčešće se sastoje od sistema za proizvodnju električne energije korištenjem fotonaponskih solarnih ćelija i proizvodnje električne energije pomoću vjetra. Prednost ovakvih sistema je u tome što se nadopunjuju: kada nema sunčeve energije najčešće je vjetrovito vrijeme i obratno. Kod izbora ovakvih sistema vrlo je važno procijeniti odnos parametara pojedinih podsistema. Radi kvalitetnog integriranja ovakvih sistema potrebno je vrlo dobro prognozirati mogućnosti proizvodnje iz pojedinih podsistema.

Hibridnim sistemima za proizvodnju električne energije ponekad se mogu pridružiti i sistemi za spremanje električne energije: pumpanje vode, baterije, gorivne ćelije, ..

### **POSTAVKA ZADATKA:**

Razviti model hibridnog sistema za proizvodnju električne energije. Izvršiti optimizaciju parametara pojedinih podsistema (izbor snaga i vrsta opreme). Posebnu pažnju obratiti na integraciju ovih sistema u EES. S obzirom da su za rad hibridnih sistema i njihovu integraciju u EES važni meteorološki podaci na mjestu instaliranja potrebno je razviti sistem za prikupljanje meteoroloških podataka.

Posebnu pažnju posvetiti izboru mjesta priključka na EES. Analizirati utjecaj hibridnih sistema na EES (kvaliteta električne energije, stabilnost, zaštita, tokovi reaktivnih snaga, ..)

Analizirati mogućnost spremanje električne energije: pumpanje vode, baterije, gorivne ćelije, ..

### **LITERATURA [OSNOVNE INFORMACIJE]:**

[1] Ionel Vechiu:

'Modeliranje i analiza integracije obnovljivih izvora u autonomne električne mreže'  
Doktorska disertacija, Univerzitet DU HAVRE, 2005, Na francuskom jeziku

## **9. MJERE ZA POSTIZANJE ELEKTROMAGNETSKE KOMPATIBILNOSTI U SEKUNDARNIM KRUGOVIMA ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA**

### **Kratak sadržaj:**

Elektromagnetske smetnje kao mogući uzročnik pogrešnog djelovanja elektroničke opreme, nastaju u samim sekundarnim krugovima ili se izvane prenose različitim putevima sprežanja. Uvođenje mikroračunara, kao integralnog sistema za upravljanje, regulaciju, automatiku, zaštitu i registraciju, zahtijeva poduzimanje mjera za ograničenje nivoa elektromagnetskih smetnji, odnosno odgovarajuće zaštite od njihovog utjecaja. Zato je problematika elektromagnetske kompatibilnosti elektroenergetskih postrojenja vanjske izvedbe postala vrlo aktuelnom. Otkrivanje smetnji i izbor rješenja za otklanjanje uočenih smetnji pretpostavlja čitav niz mjera koje treba provesti u cilju provođenja elektromagnetske kompatibilnosti (izbor sekundarnih kablova, načina njihovog polaganja, uzemljenje ekrana i sekundarnih vodiča, oklopanje sekundarnih uređaja, korištenje odvodnika prenapona, iskrišta, filtera, kondezatora i izvedbe uzemljenja elektroenergetskih postrojenja i dr.)

### **Postavka zadatka:**

Utvrđivanje nivoa i oblika prenapona u sekundarnim krugovima provesti mjerenjem i primjenom nekog od raspoloživih programa računarskih programa (*El. Polje, Mag. Polje ili EFC 400LF-program za simuliranje nisko-frekventnih E i B polja*). Za ovakva istraživanja nužno je realizirati poseban mjerni aranžman, koji čine digitalni osciloskop i optički kabal. U cilju postizanja elektromagnetske kompatibilnosti potrebno je razmotriti utjecaje pojedinih parametara na sekundarne krugove, usvojiti rješenja za otklanjanje uočenih smetnji, implementirati rješenja i provesti potrebna ispitivanja.

### **Literatura:**

1. S. Čaršimamović, M.Raščić, Z. Bajramović, A. Čaršimamović, 'Elektromagnetska kompatibilnost u elektroenergetskom sistemu', Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, 2010.
2. Guide on EMC in Power Plants and Substations, CIGRE WG 36.04, 1997.
3. F.Lattarulo, 'Electromagnetic Compatibility in Power Systems', ELSEVIER, 2007.
4. I. Uglešić, 'Prijelazne pojave i elektromagnetska kompatibilnost u EES-u', FER Zagreb, 2009.
5. Henry W. Ott, 'Electromagnetic Compatibility Engineering', Wiley 2009.

V. prof. dr. Šemsudin Mašić, dipl.el.ing.

## **10. Upravljanje naponom i frekvencijom asinhronog generatora s vlastitom uzbudom korištenjem pretvarača sa strujno reguliranim izvorom napona**

### **Kratki sadržaj – opis teme:**

Uobičajeni sistem upravljanja frekvencijom i efektivnom vrijednosti napona kod asinhronog generatora s vlastitom uzbudom iz kondenzatorskih baterija zahtijeva dva posebna regulatora: turbinski regulator broja okretaja kojim se održava zahtijevana frekvencija napona i regulatora magnetnog toka, odnosno regulatora reaktivne snage uzbude kojim se održava zahtijevana efektivna vrijednost napona na priključnim stezaljkama generatora.

Ako se paralelno kondenzatorskim baterijama na priključne stezaljke generatora postavi pretvarač sa strujno upravljanim izvorom napona (Current Controlled Voltage Source Inverter – CCVSI) moguće je primjenom odgovarajućeg digitalnog upravljanja CCVSI pretvarača zasnovanog na primjeni suvremenih procesora digitalnih signala (Digital Signal Processing – DSP) istovremeno održavati zahtijevanu frekvenciju i efektivnu vrijednost napona generatora, odnosno zamijeniti turbinski regulator i regulator reaktivne snage.

### **Postavka zadatka:**

U radu je potrebno postaviti matematski model i provesti računarsku simulaciju rada asinhronog generatora sa vlastitom uzbudom i CCVSI pretvaračem s odgovarajućim DSP upravljanjem. Treba pokazati da primjena digitalno upravljaniog CCVSI pretvarača održava zahtijevane vrijednosti frekvencije i efektivne vrijednosti napona na stezaljkama generatora opterećenog različitim iznosima i karakteristikama priključenih trošila (radni, radno-induktivni i radno-kapacitivni karakter trošila). Koristeći komponente i hardverske razvojne sisteme bazirane na primjeni DSP procesora izvršiti eksperimentalna ispitivanja asinhronog generatora s vlastitom uzbudom i digitalno upravljanim CCSVI pretvaračem.

Za realizaciju postavljenih zadataka koristiti programski paket Matlab/ Simulink®, laboratorijski model asinhronog genertora s vlastitom uzbudom, komponente i hardverske razvojne sisteme bazirane na primjeni DSP procesora.

### **Osnovna literatura:**

1. R.C. Bansal: *Three-Phase Self- Excited Induction Generators: an Owerview*, IEEE Transaction on Energy Conversion. Vol 20. No. 2, June 2005.
2. B. Palle, B. Simoes, M.G. Farret: *Dynamic simulation and analysis of parallel self-excited induction generators for islanded wind farm systems*, IEEE Transactions on Industry Applications, Volume: 41 Issue: 4, July-Aug. 2005.
3. D. Seyoum: *The Dynamic Analysis and Control of a Self-Excited induction Generator Driven by a Wind Turbine*, A Doctor Thesis by the University of New South Wales, March, 2003.

### **Dopunska literatura:**

Kandidat će samostalno pribaviti dostupnu dopunsku literaturu, a u konsultaciji s mentorom odabrati dijelove za potrebe izrade doktorskog rada.

V. prof. dr. Šemsudin Mašić, dipl.el.ing.

## **11. Upravljanje sinhronog motora s permanentnim magnetima bez davača brzine vrtnje i mehaničkog momenta**

### **Kratki sadržaj – opis teme:**

Sinhroni motori koji, umjesto uobičajenog namota na rotoru protjecanog istosmjernom strujom, imaju ugrađene permanentne magnete od tkz. *rijetkih zemalja* (SMPM ili BLDC motori), sve više se koriste u modernim elektromotornim pogonima s visokim zahtjevima na kvalitet mehaničkih karakteristika u dinamičkim i stacionarnim stanjima (servo pogoni, manipulatori i roboti, električna i hibridna vozila). Razlozi za to su velika specifična snaga po jedinici mase, visok odnos mehanički moment/moment inercije, dobar stepen korisnosti i mali troškovi održavanja.

Sistemi upravljanja SMPM motora bazirani su na informacijama dobivenim sa različitih vrsta davača položaja, brzine vrtnje i mehaničkog momenta što komplicira i poskupljuje elektromotorne pogone u kojima se primjenjuje ovaj tip motora. Izborom naprednih upravljačkih strategija baziranih na korištenju savremenih procesora za digitalno procesiranje signala (Digital Signal Processing - DSP) moguće je poboljšati dinamičke karakteristike motora, smanjiti pulsacije momenta na osovini, povećati stepen korisnosti elektromehaničke pretvorbe energije i smanjiti buku.

### **Postavka zadatka:**

U radu je potrebno simulirati na računalu i praktično realizirati upravljanje mehaničkim karakteristikama SMPM motora (položaj, brzina vrtnje i mehanički moment) bez davača (sensorless) postavljenih na osovini motora koristeći upravljanje bazirano na modernim procesorima digitalnih signala (DSP). Za realizaciju postavljenih zadataka koristiti programski paket Matlab/ Simulink®, laboratorijski model SMPM motora, komponente i hardverske razvojne sisteme bazirane na primjeni DSP procesora.

### **Osnovna literatura:**

- H.A. Toliyat, S.G.Campbell: *DSP-Based Electromechanical Motion Control*, CRC Press 2004.
1. P. Vas: *Sensorless Vector and Direct Torque Control*, Oxford University Press, 1998,
  2. J.R. Hendershot, T.J.E. Miller: *Design of Brushless Permanent-Magnet Motors*, Clarendon Press, Oxford, 1994.
  3. T.J.E. Miller: *Brushless Permanent-Magnet and Reluctance Motor Drives*, Clarendon Press, Oxford, 1989

### **Dopunska literatura:**

Kandidat će samostalno pribaviti dostupnu dopunsku literaturu, a u konsultaciji s mentorom odabrati dijelove za potrebe izrade doktorskog rada.



## 12. Prostorno modeliranje korone na uzemljivaču u vremenskoj domeni

### Postavka zadatka:

Impuls velike energije i visoke frekvencije pri upadu u uzemljivač, po pravilu, uzrokuje izboje, odnosno koronu. Ta pojava je u tijesnoj vezi s jonizacijom medija u kom se nalazi uzemljivač.

Jonizacija tla oko uzemljivača je nelinearna, dinamična, kompleksna, pa tako veoma zamršena pojava. U analizama tranzijenata jonizacija se dosad često zanemarivala, jer je takvu kompliciranu pojavu veoma teško modelirati, a te poteškoće naročito su izražene pri prostornom modeliranju u vremenskoj domeni.

U radu će se analizirati jonizacija na uzemljivačkim sistemima kroz analizu uvjeta i parametara jonizacije tla. Bit će dat pregled dosadašnjih pristupa modeliranju jonizacije tla oko uzemljivača. Glavni cilj ovog rada jeste postavka načela algoritma analize i proračuna jonizacije, uspostava matematskog modela i kreiranje računarskog modela u prostoru u vremenskoj domeni.

### Kratak sadržaj:

Performanse uzemljivačkog sistema pri visokim strujnim impulsima igraju važnu ulogu za sigurnost i raspoloživost elektroenergetskog sistema. Glavna svrha uzemljivačkog sistema je i efektno odvođenje impulsne struje u zemlju, uzrokovane atmosferskim prenaponima, bez posljedica po ljude i opremu. Ove velike struje, također, pod određenim okolnostima, mogu proizvesti jonizaciju tla oko uzemljivačkih provodnika.

Općenito, dosadašnji pristupi modeliranju jonizacije tla temeljili su se na dvije osnovne tehnike: *promjenljivoj geometriji elektrode*, pri čemu je nelinearno svojstvo jonizacije tla predstavljeno ovisnošću geometrije ekvivalentnog provodnika od struje koja otiče u tlo; i *vremenski promjenljivoj otpornosti tla*, u zoni koja okružuje uzemljivačku elektrodu tokom pojave jonizacije tla, i ona je nelinearna funkcija električnog polja.

Kada jaki strujni impuls pobudi uzemljivački sistem, u tlu oko uzemljivačkih provodnika biće generirano tranzijentno elektromagnetsko polje. Jačina električnog polja u tlu oko uzemljivača povećavat će se s povećanjem intenziteta struje upadnog strujnog impulsa u taj uzemljivač i strmine impulsa.

Parametri uzemljivačkog provodnika koji utiču na pojavu korone mogu se podijeliti na slijedeće skupine:

- Geometrijski, tehnički i fizički parametri uzemljivačkog provodnika,
- Parametri tla – medija,
- Vlastiti parametri uzemljivačkog provodnika,
- Parametri ulaznog impulsa - napona, odnosno struje.

U okviru rada biće naveden pregled nekih pristupa modeliranju jonizacije tla na uzemljivačkim sistemima.

Ovaj rad će se osnivati na modeliranju korone uzemljivačkog provodnika predstavom uzemljivača prijenosnim vodom s koncentriranim parametrima. Mehanizam pojave korone, koja je kompleksna, nelinearna i dinamična, bit će razložen na objašnjive sastavnice, što će omogućiti lakše razumijevanje ove zamršene pojave. U okviru rada će se dati i algoritam procedure analize pojave i proračuna učinka korone na uzemljivačkom provodniku. Na osnovi matematskog modela bit će napravljen i računarski model koji će moći prostorno predstaviti koronu uzemljivača u vremenskoj domeni.

Korištenjem uspostavljenog računarskog modela, izvršit će se analiza utjecaja bitnih parametara na pojavu jonizacije tla oko uzemljivača.

### Literatura:

Kandidat je dužan samostalno ili u suradnji sa nastavnikom i njegovim suradnicima odabrati, pribaviti i obraditi dopunsku literaturu i softverske alate.

Prof.dr Alija Muharemović, dipl.el.ing.

### **13. Modeliranje polarizirajućih otpornosti zaštitne korozione izolacije sa nelinearnim polarizirajućim karakteristikama za veoma dugačke podzemne metalne cjevovode**

Radi se o teorijskom i eksperimentalnom istraživanju utjecaja kvalitete izolacije podzemne metalne instalacije na odabir vrste primjenjivih elektrokemijskih zaštita. Istraživanje se odnosi na određivanje moguće efikasnosti zaštite i to za slučajeve kada se radi o neizoliranim objektima do slučajeve kada se radi o instalacijama sa izolacijom bez oštećenja. Kod definiranja matematskog modela sistema katodne zaštite cilj je doći do optimalnog modeliranja izolacije za realne slučajeve njene kvalitete imajući u vidu karakteristike odnosno ekvivalentne sheme električnog dvosloja.

#### **1. Ciljevi istraživanja**

Cilj ovoga rada je definiranje matematskog modela utjecaja karakteristika izolacije podzemne instalacije na raspodjelu zaštitnih potencijala u nehomogenom zemljištu. Ovako dobijeni matematski model treba verificirati kroz eksperimentalna istraživanja koja bi trebalo obaviti na konkretnom objektu.

Matematski model treba definirati uvažavajući primjenljive relevantne međunarodne propise s aspekta kriterija i uvažavajući vrijednosti realnih polarizirajućih otpora izolacije podzemne metalne instalacije.

Isto tako bi trebalo dati uporedne karakteristike raspodjele potencijala zadate izolacije sa i bez oštećenja izolacije.

#### **2. Zadaci istraživanja**

Istraživanje bi trebalo da se odnosi na sisteme katodne zaštite veoma dugih čeličnih cjevovoda sa ekstra kvalitetnom izolacijom od bitumenske prevlake. Treba uzeti u obzir sistem katodne zaštite sa nametnutom strujom i sa anodama u anodnom uzemljivaču od ferosilicijuma sa visokim procentom silicijuma.

Treba definirati odgovarajuće metode za inženjerski prihvatljivo određivanje vrijednosti polarizirajuće otpornosti izolacijske prevlake podzemne metalne instalacije. Ovo je neophodno zbog potrebe kompariranja rezultata različitih vrijednosti kvalitete izolacije odnosno zbog narušavanja osnovnih zakonitosti električnog dvosloja na granici metal/elektrolit.

Istraživanjem bi trebalo doći do optimalnih nagiba Tafelovih krivih (voltamperske karakteristike za materijal anoda) imajući u vidu vijek trajanja sistema kao i dužinu zone zaštite. Uzeti u obzir da se radi o nehomogenom zemljištu sa dva različita sloja po dubini ukopavanja.

Matematski model bi trebalo da olakša uporednu analizu kvalitete zaštite i to u slučaju kada se radi o potpuno homogenoj i neoštećenoj izolaciji i u slučaju kada se radi o djelimično oštećenoj izolaciji (zbog transporta i zbog grešaka kod instaliranja).

## **14. Uticaj visokog nivoa penetracije vjetroelektrana na planiranje proizvodnog dijela elektroenergetskog sistema i njegovo vođenje“**

### **1. Motivacija i cilj istraživanja**

Posljednjih godina korištenje energije vjetra i njena primjena u elektroenergetskom sektoru su u stalnom porastu pa tehnologije koje prate transformacije u električnu energiju također se brzo razvijaju. Ukupni instalisani kapaciteti u vjetroelektranama u svijetu zaključno sa 2009. godinom iznosili su 159.213 MW sa tendencijom porasta. Razlozi porasta instalisane snage vjetroelektrana su višestruki i treba ih tražiti u domenima ekonomije, ekologije i održivog razvoja elektroenergetskog sektora. Sa ovim trendom povećanja instalisane snage vjetroelektrana povećava se i njihov uticaj, u pozitivnom i problematiziranom dijelu, na ukupan rad elektroenergetskog sistema čiji su integralni dio.

Obzirom na varijabilnost i stohastične veličine snage vjetra, time i energije i snage iz vjetroelektrana bez mogućnosti skladištenja energije, potrebno je definisati uslove rada elektroenergetskog sistema kada se u sastavu njegovog proizvodnog portfolia nalazi značajan broj vjetroelektrana. Da bi integracija znatnog iznosa instalisane snage iz vjetroelektrana bila moguća, elektroenergetski sistem mora biti u mogućnosti obezbijediti odgovarajuću rezervu, tj. energiju uravnoteženja, što zahtijeva određenu fleksibilnost njegovog proizvodnog portfolia. U tome smislu, rad sistema sa visokom penetracijom vjetroelektrana zahtijeva prilagođavanje ostalih proizvodnih jedinica u njemu, jer su proizvodni objekti na bazi obnovljivih izvora energije na određeni način „povlašteni“, tako da im operator sistema mora osigurati mjesto u dnevnom dijagramu proizvodnje.

Većina elektroenergetskih sistema u svijetu, pa tako i elektroenergetski sistem Bosne i Hercegovine je još uvijek prilagođen konvencionalnim izvorima energije i većinom nespreman za prihvatanje energije iz sistema vjetroelektrana koja se mijenja po stohastičkoj krivoj. Cilj rada je sagledati mogućnosti za korištenje energije vjetra u Bosni i Hercegovini ili nekim njenim regijama, i tako uskladiti budući razvoj elektroenergetskog sistema sa zahtjevima novih tehnologija, odnosno karakteristikama rada vjetroelektrana.

### **2. Kratki pregled literature**

- [1] H. Holttinen: "Estimating the impacts of wind power on power systems - summary of IEA Wind collaboration", IOP Publishing, 2008.
- [2] Group of Authors: "Design and operation of power systems with large amounts of wind power - Phase one 2006-08", The IEA Wind Task 25, VTT Tiedotteita, 2009.
- [3] F. Van Hulle (EWEA), P. Gardner (Garrad Hassan): "Wind Energy – The Facts, Grid Integration",
- [4] Sander + Partner GmbH: "Regional Re-Analysis - The Experts Tool", 2008.

### **3. Metode i resursi**

Dio istraživanja i analiza biti će urađen na elektroenergetskom sistemu nekih od zemalja sa znatnim stepenom penetracije vjetroelektrana (Njemačka, Danska, Španija) / kroz studentski boravak na nekom od fakulteta koji se bave tom tematikom. U tome smislu će se provesti i određene analize rada prognostičkih modela za proizvodnju električne energije iz vjetroelektrana.

Kako bi se što tačnije utvrdio vjetropotencijal i stvarne karakteristike vjetra na području Bosne i Hercegovine ili njenih pojedinih regija, koristiće se podaci iz elektronskog Atlasa vjetrova za Bosnu i Hercegovinu, kao i rezultati aktuelnih mjerenja na pojedinim lokacijama širom države.

Dio istraživanja koji se odnosi na planiranje proizvodnog dijela elektroenergetskog sistema biti će obrađen upotrebom jednog od najsavremenijih alata za te svrhe - WASP IV. Na osnovu provedenih analiza i donesenih zaključaka biti će napravljen poseban model pomoću kojeg će se moći definisati portfolio proizvodnog dijela elektroenergetskog sistema dovoljno fleksibilan za integraciju značajnog iznosa snage iz vjetroelektrana.

#### **4. Osnovni očekivani doprinos**

Prilikom obrade navedenog prijedloga teme, biti će pokazano (ispitano) da je uz upotrebu navedenog software-skog alata moguće definisati dovoljno fleksibilan proizvodni portfolio određenog elektroenergetskog sistema, uvažavajući raspoložive proizvodne objekte, koji može osigurati nesmetanu integraciju značajnog iznosa snage vjetroelektrana u elektroenergetskom sistemu. Navedeno će posebno biti obrađeno na nivou Bosne i Hercegovine ili nekih njenih regija, tako da bi rad trebao rezultirati novim saznanjima kada je u pitanju Bosna i Hercegovine ili neki njeni dijelovi.