

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молим, да сходно члану 46. ст.5.тач. 3. Статута у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: **МУЛТИКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ДИСТРИБУЦИЈЕ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА У УРБАНОЈ ОКОЛИНИ ТОПИОНИЦЕ БАКРА**

НАУЧНА ОБЛАСТ: **инжењерски менаџмент**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Ђорђе (Мирослав) Николић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ

3. Година дипломирања: **2006.**

4. Назив магистарске тезе кандидата:

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена:

6. Година одбране магистарске тезе:

Обавештавамо вас да је **НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ ФАКУЛТЕТА У БОРУ**

на седници одржаној **25. 03. 2010.** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

На основу члана 44. и 81. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета, на седници од одржаној 25.03.2010. године, донело је

ОДЛУКУ

I Усваја се Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Ђорђа Николића**, дипл. инж. машинства, под називом **"МУЛТИКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА ДИСТРИБУЦИЈЕ ЗАГАЂУЈУЋИХ МАТЕРИЈА У УРБАНОЈ ОКОЛИНИ ТОПИОНИЦЕ БАКРА"**, који је сачинила Комисија у саставу: др Живан Живковић, ред. проф., Технички факултет у Бору, др Иван Михајловић, доц., Технички факултет у Бору и др Весна Спасојевић-Бркић, доц., Машински факултет у Београду.

II Одлуку доставити Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду ради давања сагласности на предлог теме докторске дисертације.

Доставити:

- ВНО техничких наука Универзитета
- кандидату
- досијеу
- а/а

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН
Проф. др Милан Антонијевић

PRIMLJENO: 15. 03. 2010			
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrednost
VI/1-	8/26		

Univerzitet u Beogradu
TEHNIČKI FAKULTET U BORU

Nastavno-naučnom veću

**Predmet: Izveštaj komisije o prihvatanju teme doktorske disertacije kandidata
Đorđa Nikolića**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehničkog fakulteta u Boru br. VI/4-4/10 na sednici od 11.02.2010. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti prijavljene teme za izradu doktorske disertacije kandidata Đorđa Nikolića studenta na doktorskim studijama pod nazivom: "Multikriterijumska analiza distribucije zagađujućih materija u urbanoj okolini topionice bakra". Predložena tema spada u naučno polje Tehničko-tehnoloških nauka i naučnoj oblasti inženjerskog menadžmenta za koju je Tehnički fakultet u Boru akreditovao studijske programe za sva tri nivoa studija. Na osnovu raspoloživog materijala Komisija podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Opšti biografski podaci

Kandidat Đorđe Nikolić rođen je 30.04.1981. godine u Boru, gde je završio osnovnu i srednju školu. Na Mašinskom fakultetu u Nišu, na katedri za Transportnu tehniku i logistiku, 2006. godine završio je petogodišnje osnovne akademske studije sa prosečnom ocenom 9,18/10 tokom studija i ocenom 10/10 na diplomskom radu i time stekao zvanje dipl.ing.mašinstva. Od 2008. godine radi na Tehničkom fakultetu u Boru na kome je izabran u zvanje asistenta za užu naučnu oblast Industrijski menadžment. Sve vreme izvodi vežbe iz sledećih nastavnih predmeta: Teorija odlučivanja i Teorija sistema.

1.2. Podaci o magistarskoj tezi

Kandidat Đorđe Nikolić nije radio magistarsku tezu s obzirom da je posle završenih petogodišnjih osnovnih akademskih studija upisao doktorske studije na studijskom programu Inženjerski menadžment gde je položio sve ispite sa prosečnom ocenom 10,00 i time stekao pravo da prijavi temu za izradu doktorske disertacije.

1.3. Spisak saopštenih i objavljenih radova

1.3.1. Medjunarodnog značaja - Kategorisani prema SCI Expanded (ostali međunarodni časopisi - bez impakt faktora):

- Živković Ž., Mitevska N., Mihajlović I., **Nikolić Đ.**, The influence of the silicate slag composition on copper losses during smelting of the sulfide concentrates, Journal of Mining and Metallurgy B: Metallurgy, (45/ 1), (2009), 23-34;

1.3.2. Nacionalnog značaja -(kategorisani naučni časopisi nacionalnog značaja - M 52 i M53 kategorije):

- Živković Ž., Mihajlović I., **Nikolić Đ.**, Primena veštačkih neuronskih mreža na nelinearne multivarijantne probleme, Serbian Journal of Management, (4/ 2), (2009), 143-155;
- Prvulović S., Štrbac N., **Nikolić Đ.**, Primena poslovne etike i etičkih kodeksa u domaćim kompanijama, Ekonomika preduzeća, (57 /9-10), (2009), 415-422.
- Prvulović S., Tolmač D., **Nikolić Đ.**, Primena PROMETHEE II - metode u dijagnostici uspešnosti proizvoda od gume, Tehnička dijagnostika, (7/3), (2008), 23-28,

1.3.3. Saopštenja na skupovima nacionalnog značaja- Štampani u celini:

- Živan Živković, Ivan Mihajlović, **Đorđe Nikolić**, Primena Veštačkih neuronskih mreža u industriji, SPIN'09-VII Skup privrednika i naučnika, Beograd, Srbija, (2009), SPIN'09-Operacioni menadžment i globalna kriza- zbornik radova, 581-588;
- Slavica Prvulović, Dragiša Tolmač, **Đorđe Nikolić**, Ranking of small enterprises based on PROMETHEE-GAIA Multicriteria analysis, SIE2009- 4th International Symposium Of Industrial Engineering, Beograd, Srbija, (2009), SIE2009- 4th International Symposium Of Industrial Engineering- Proceedings, 161-165;
- Živan Živković, Ivan Mihajlović, **Đorđe Nikolić**, The Application of Artificial Neural Network in the Metallurgical Industry, SIE2009- 4th International Symposium Of Industrial Engineering, Beograd, Srbija, (2009), SIE2009- 4th International Symposium Of Industrial Engineering- Proceedings, 166-168;
- Tamara Rajić, Isidora Đurić, **Đorđe Nikolić**, Evaluacija kvaliteta visokoškolskog obrazovanja zasnovana na performansama, Eksploratorna studija, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, Srbija, (2009), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu-Zbornik radova, 430-439;
- Živan Živković, Dragana Živković, **Đorđe Nikolić**, Marija Savić, Nevena Ristić, Analiza preduzetničkih aktivnosti na području borskog i zaječarskog okruga u uslovima tranzicije ekonomije, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, Srbija, (2009), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu-Zbornik radova, 571-580;
- Slavica Prvulović, Živan Živković, **Đorđe Nikolić**, Dragan Manasijević, Višekriterijumsko odlučivanje pri izboru sistema za sušenje kukuruznog skroba, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, Srbija, (2008), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu-Zbornik radova, 195-210;

- **Dorđe Nikolić**, Smanjenje eko-uticaja distribucije gotovih proizvoda na životnu okolinu (primer: SwissLion Gross-Niš), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, Srbija, (2008), Majska konferencija o strategijskom menadžmentu-Zbornik radova, 375-386;

1.4.Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu predhodnih činjenica, Komisija konstatuje da kandidat ispunjava formalne uslove za rad na izradi doktorske disertacije kao i naučno-stručnu usmerenost iz oblasti kojoj pripada predložena tema (inženjerski menadžment: višekriterijumsko odlučivanje, modelovanje i ekološki menadžment) te se ocenjuje podobnim za rad na predloženoj temi. Ove zaključke Komisija izvodi na osnovu činjenice da je kandidat položio sve ispite na doktorskim studijama i na osnovu sadržine već saopštenih i publikovanih radova.

2.PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

2.1.Predmet istraživanja

Predmet istraživanja u okviru doktorske disertacije: “Multikriterijumska analiza distribucije zagađujućih materija u urbanoj okolini topionice bakra”, pripada naučnoj oblasti inženjerskog menadžmenta, odnosno užim naučnim oblastima teoriji odlučivanja, operacionim istraživanjima i ekološkom menadžmentu za koje je Fakultet u Boru akreditovan za nivo doktorskih studija.

Degradacija velike površine zemljišta kao i zagađenje podzemnih i površinskih voda, predstavljaju glavna obeležja za većinu aktivnih ili zatvornih rudnika i topioničkih postrojenja. S tim u vezi, predmet istraživanja se fokusira na analizu ekoloških parametara u okolini topionice bakra u Boru uz primenu multikriterijumske metode. Dobijeni rezultati modelovanja na primeru ove topionice mogu da se koriste za bilo koju topionicu bakra kada se u definisane modele unesu odgovarajući inputi.

Naime, jedna od najvećih topionica bakra u Evropi, sa aspekta količine štetnih gasova koji se ispuštaju i zagađuju životnu sredinu, radi u gradu Boru već više od 100 godina. Razlozi za postojanje velike opasnosti od strane ove topionice kako po zadržavlje ljudi tako i na samu životnu okolinu leže u zastareloj tehnologiji sa kojom ova topionica radi (klasična pirometalurgija sa topljenjem u plamenim pećima i utilizacijom SO₂ gasa u proizvodnji H₂SO₄ sa relativno malim stepenom iskorišćenja < 50%, što dovodi do zagađivanja okoline većim koncentracijama SO₂ i česticama lebdeće prašine PM₁₀ koje sadrže teške metale) kao i kvalitetu koncentrata koji se u njoj prerađuju.

Radi utvrđivanja posledica rada topionice izvršiće se prikupljanje podataka relevantnih za analizu uticaja štetnih materija na životnu sredinu. Primena eko-efikasne optimizacije materijalnih tokova zahteva analizu kako svih output-a jednog proizvodnog sistema tako i input-a koji mogu predstavljati uzrok zagađenja .

Najvećim delom teški metali koji se javljaju pri proizvodnji bakra dospevaju u okolnu sredinu putem topioničkih gasova iz dimnjaka i njihovim daljim taloženjem na površini zemlje dolazi do devastacije okolnog zemljišta i vode.

Prikupljanje podataka izvršiće se uzorkovanjem vazduha i zemljišta u široj okolini topionice bakra u Boru, kako bi se rangirale potencijalne kritične zone koje predstavljaju ekološku pretnju.

Za merenje kvaliteta vazduha podaci će biti prikupljeni na osnovu monitoring sistema za praćenje zagađivanja vazduha u Boru, koji je instaliran 2003. godine, i koji omogućuje kontinuirano merenje sadržaja SO₂ u gasovima i kumulativno merenje sadržaja teških metala u lebdećim česticama na dva merna mesta u urbanom delu okoline topionice. Takođe, funkcioniše i mobilna stanica koja omogućuje merenje sadržaja PM₁₀ i aerosedimenata na drugim lokacijama. Radi formiranja što reprezentativnijih uzoraka podaci o koncentracijama štetnih gasova i teških metala će biti prikupljeni sa više mernih mesta u okolini topionice i za duži vremenski period (period od 4 do 5 godina), zajedno sa ostalim meteorološkim (karakteristike vetrova, temperatura, atmosferski pritisak itd.) i geografskim parametrima za svako merno mesto, respektivno.

Za utvrđivanje posledica zagađenja u zemljištu izvršiće se uzorkovanje zemljišta na najmanje 10 mernih mesta u prečniku od 20 km od samog izvora zagađenja. Za merna mesta biće određene lokacije na kojima zemljište nije obrađivano, tako da je kontaminacija upotrebom agrotehničkih mera isključena. Uzorkovanje zemljišta vršiće se sondom na taj način da će jezgro zemljišta biti izvađeno u prečniku 5 cm i na dubini od 30 cm. Nakon toga, površinski sloj iz jezgra u dužini od 5 cm će se skinuti, a ostatak uzorka će biti homogenizovan i na njemu vršena hemijska analiza pH vrednosti uzorka i sadržaja teških metala (Cu, Pb, As, Cd, Mn, Ni, Hg) uz upotrebu različitih metoda spektrofotometrije.

Osim negativnih produkata topioničkog proizvodnog sistema, izvršiće se prikupljanje podataka o kvalitetu samih input-a sistema, u ovom slučaju o koncentratima bakra koji su na raspolaganju kompaniji RTB- Bor, sa ciljem da se definiše optimizacioni model formiranja najoptimalnije topioničke šarže sa aspekta korisnih i štetnih komponenata, kao jedan od načina redukcije štetnih posledica rada topionice bakra .

Za rangiranje i utvrđivanje najkritičnijih zona (mernih mesta) u odnosu na nivo koncentracije štetnih gasova i teških metala u vazduhu i zemljištu, u oba slučaja, primeniće se metoda višekriterijumskog donošenja odluke- MCDM. Dakle, model podrazumeva rangiranje najboljih alternativa – lokacija sa najmanjim prisustvom teških metala (kriterijuma). U literaturi mnogi autori koriste ovaj model u analizi problema zagađenja vazduha i zemljišta (Lim et al., 2005; 2006; Rousis et al., 2008). U multikriterijumskoj analizi koristiće se PROMETHEE/GAIA metoda, koja se najčešće primenjuje u “chemometrics” studijama. Razlog primene PROMETHEE/GAIA metode za obradu dobijenih rezultata leži u određenim prednostima ove metode u odnosu na druge metode MCDM, koji se ogledaju u načinu struktuiranja problema, u količini podataka koje je moguće obraditi, mogućnosti kvantifikovanja kvalitativnih veličina,

dobroj softverskoj podršci i prezentaciji dobijenih rezultata preko GAIA ravni (Macharis et al., 2004; Visual Decision Inc., 2004).

PROMETHEE predstavlja metodu "višeg ranga", za konačan set alternativa. U primeni ove metode potrebno je definisati odgovarajuću funkciju preferencije i dodeliti težinu značajnosti (težinski koeficijent) svakom kriterijumu. Za definisanje težinskih koeficijenata, biće uzeta u obzir činjenica da svi teški metali nisu iste značajnosti tj. nemaju svi isti uticaj na zdravlje i okolinu. Takođe, metoda PROMETEE ima na raspolaganju šest oblika funkcija preferencije (Usual, U – shape; V- shape; Level, Linear, Gaussian), pri čemu svaki oblik zavisi od dva praga (Q i P). Prag indiferentnosti (Q) predstavlja najveću devijaciju koju donosilac odluke smatra nevažnom, dok prag preferentnosti (P) predstavlja najmanju devijaciju koja se smatra odlučujućom za donosioca odluke, pri čemu R ne sme biti manje od Q (Brans, 1982; Brans et al., 1984; Brans & Vincke, 1985).

PROMETHEE metoda se zasniva na određivanju pozitivnog toka (Φ^+) i negativnog toka (Φ^-) za svaku alternativu prema "outranking" relacijama a u skladu sa dobijenim težinskim koeficijentima za svaki kriterijum – atribut. Pozitivan tok preferencije izražava koliko određena alternativa dominira u odnosu na ostale alternative, dakle ukoliko je veća vrednost ($\Phi^+ \rightarrow 1$) alternativa je značajnija. Negativan tok preferencije izražava koliko je određena alternativa preferirana od strane ostalih alternativa. Alternativa je značajnija ukoliko je vrednost izlaznog toka manja ($\Phi^- \rightarrow 0$). Kompletно rangiranje (PROMETHEE II) je zasnovano na izračunavanju NetFlow-a (F), koji predstavlja razliku pozitivnog i negativnog toka preferencije. Alternativa koja ima najveću vrednost NetFlow-a je najbolje rangirana itd. Za obradu podataka i dobijanje svih rezultata rangiranja koristiće se softverski paketi MS Excel i Decision Lab 2000.

Multikriterijumskom analizom ekoloških parametara u oba slučaja (u vazduhu i u zemljištu), biće formirana lista najkritičnijih lokacija u okolini topionice bakra, što će predstavljati osnovu za dalje ekološko delovanje.

Osim toga, ekstenzijom klasične PROMETHEE/GAIA metode uz primenu modifikovanog oblika PROMETHEE V i uvođenjem standardnih ograničenja vrednosti za teške metale u koncentratima, biće moguće primeniti ovu metodologiju i na rangiranje ulaznih koncentrata bakra u skladu sa njihovim kvalitetima. Na taj način moguće je izvršiti optimizaciju ulazne šarže za topionicu bakra sa aspekata benefita od sadržaja korisnih metala i zaštite životne sredine u zavisnosti od sadržaja štetnih komponenata-teških metala.

2.2.Ciljevi istraživanja

Praktični doprinosi ovog rada se očekuju u unapređenju praćenja i oceni rezultata ekološkog delovanja topionice bakra uz upotrebu dobijenog multikriterijumskog modela, koji osim funkcije pouzdanog utvrđivanja stanja disperzije i imisija ekoloških parametara na osnovu formiranih rang lista, daje i mogućnost poboljšanja upravljanja materijalnim

tokovima u celokupnom postupku dobijanja bakra. Selekcijom najoptimalnijeg sadržaja topioničke šarže kako u pogledu prisustva korisnih (Cu, Au i Ag) tako i negativnih komponenata (Bi, As, Pb, Zn, Cd, Se, Hg, Cr i ostalih), moguće je ostvari poboljšanja samih input-a sistema. Implementiranjem ovako definisanog multikriterijumskog modela, kao korisnog optimizacionog alata i podrške u odlučivanju, stvara se mogućnost da menadžment kompanije ostvari svoje strateške planove kroz koordinisani set akcija, kojima se ispunjavaju planovi, svrha i ciljevi kompanije RTB-a Bor, kako sa stanovišta proizvodne efikasnosti i produktivnosti tako i sa stanovišta ekološkog menadžmenta. Dobijeni rezultati na primeru topionice bakra u Boru imaju univerzalni karakter jer se definisani modeli mogu primeniti na bilu koju topionicu bakra ako su poznati inputi sistema.

Sa etičkog stanovišta, cilj ovoga rada je da ukaže na potencijalne opasnosti od povećanog sadržaja teških metala u vazduhu i zemljištu u širem području oko topionice bakra, koje imaju tendenciju povećanja daljim radom topionice po definisanoj tehnologiji. Istovremeno ova zona je definisana kao jedna od najzagađenijih zona u Evropi, a samim tim i zona najvećih opasnosti po zdravlje ljudi u Evropi. Uticaj teških elementa u lancima ishrane u ovom području nije posebno ispitivan, ali registrovan je povećani sadržaj arsena, bakra i olova u nekim biljkama, kao i povećani sadržaj arsena i olova u organizmu radnika kompanije RTB-a Bor i stanovnika Bora (LEAP, 2003). Takođe, rad ima za cilj da animira potencijalne "stakeholder-e" u aktivnostima za zaustavljanje daljeg zagađivanja okoline ovakvim radom topionice bakra u Boru kao i zaustavljanja trajne degradacije zemljišta koje se nalazi u području sliva reke Dunav u kome živi preko 200.000 ljudi.

2.3.Osvrt na relevantne bibliografske izvore

Polazna literatura, koja je podstakla istraživanje i definisala predmet istraživanja, je ona koja se odnosi na primenu multikriterijumskih metoda i softverskih alata u analizi ekoloških parametara industrijskih postrojenja:

1. Al-Rashdan, D., Al-Kloub, B., Dean, A., & Al-Shemmeri, T. (1999). Environmental impact assessment and ranking the environmental projects in Jordan. *European Journal of Operational Research*, 118(1): 30–45.
2. De Bartolomeo, A., Poletti, L., Sanchini, G., Sebastiani, B., & Morozzi, G. (2004). Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis. *Chemosphere*, 55:1323–1329.
3. Dimitrijević, M., Kostov, A., Tasić, V., & Milosević, N. (2009). Influence of pyrometallurgical copper production on the environment. *Journal of Hazardous Materials*, 164(2-3): 892-899.
4. Gotschi, T., Hazenkap-VonArx, J., Heinrich, R., Bono, P., Burney, B., & Forsberg, D.(2005). Elemental composition and reflectance of ambient fine particles at 21 European locations. *Atmospheric Environment*, 39(32): 5947–5958.
5. Gurjar, B.R., Butler, T.M., Lawrence, M.G., & Lelieveld, J. (2008). Evaluation of emissions and air quality in megacities. *Atmospheric Environment*, 42: 1593–1606.

6. Hengren, L., Goonetilleke, A., & Ayoko, G. A. (2006). Analysis of heavy metals in road-deposited sediments. *Analytica Chimica Acta*, 571(2): 270–278.
7. Jan, F.A., Ishaq M., Ihsanullah, I., & Asim, S.M. (2009). Multivariate statistical analysis of heavy metals pollution in industrial area and its comparison with relatively less polluted area: A case study from the City of Peshawar and district Dir Lower. *Journal of Hazardous Materials*, doi:10.1016/j.jhazmat.2009.11.073.
8. Khalil, W. A.-S., Goonetilleke, A., Kokot, S., & Carroll, S. (2004). Use of chemometrics methods and multicriteria decisionmaking for site selection for sustainable on-site sewage effluent disposal. *Analytica Chimica Acta*, 506(1): 41–56.
9. Landajo, A., Arana, G., de Diego, A., Etxebarria, N., Zuloaga, O., & Amouroux, D. (2004). Analysis of heavy metal distribution in superficial estuarine sediments (estuary of Bilbao, Basque Country) by open-focused microwave-assisted extraction and ICP-OES. *Chemosphere*, 56: 1033–1041.
10. LEAP-Local Environmental Action Plan Bor (2003). Municipality, Bor.
11. Nikolaou, K. (2003). Air quality in European urban areas and the new EC directives. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 4(2): 477–482.
12. Parceval, O., Couillard, Y., Pinel-Alloul, B., Bonneris, E., & Campbell, P. G. C. (2006). Long-term trends in accumulated metals (Cd, Cu and Zn) and metallothionein in bivalves from lakes within a smelter-impacted region. *Science of the Total Environment*, 369(1–3): 403–418.
13. Periera, M. C., Santos, R. C., & Alvim-Ferraz, M. C. M. (2007). Air quality improvements using European environment policies: A case study of SO₂ in a Coastal Region in Portugal. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 70(3/4), 347–351.
14. Pires, J. C. M., Sousa, S. I. V., Pereira, M. C., Alvim-Ferraz, M. C. M., & Martins, F. G. (2008). Management of air quality monitoring using principal component and cluster analysis-Part I: SO₂ and PM₁₀. *Atmospheric Environment*, 42(6), 1249–1260.
15. Shanchezdelacampa, A. M., De la Rosa, J. D., Sanchez-Rodos, D., Oliveira, V., Alastuey, A., & Querol, X. (2008). Arsenic speciation study of PM_{2.5} in an urban area near a copper smelter. *Atmospheric Environment*, 42 (26): 6487–6495.
16. Wagner B., & Enzler, S. (2006). Material Flow Management- Improving Cost Efficiency and Environmental Performance. Physica-Verlag Heidelberg, Germany.

U izradi disertacije koristiće se višekriterijumska metoda PROMETHEE/GAIA koju su razvili Jean-Pierre Brans i Bertrand Mareschal:

1. Brans, J. P. (1982). L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE. In R. Nadeau & M. Landry (Eds.), *L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir* (pp. 183–213). Québec, Canada: Presses de l'Université Laval.
2. Brans, J. P., & Vincke, Ph. (1985). A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for MCDM. *Management Science*, 31(6), 647–656.

3. Brans, J. P., & Mareschal, B. (1994). The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid. *Decision Support Systems*, 12, 297–310.
4. Brans, J. P., Mareschal, B., & Vincke, Ph. (1984). PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis. In J. P. Brans (Ed.), *Operational research '84* (pp. 477–490). North-Holland, Amsterdam.

3.POLAZNE HIPOTEZE

Polazne hipoteze, kojima je definisan predmet istraživanja, proizašle su analizom literature i realne ekološke situacije u okolini topionice bakra u Boru. Definitivno, povišeni nivo koncentracije pojedinih ekoloških parametara, ukazuje na alarmantnost situacije (LEAP, 2003). Uspostavljanje modela za detektovanje kontaminiranih zona ima značaj sa aspekta markiranja najkritičnijih lokacija na kojima se hitno mora delovati u cilju otklanjanja daljih efekata štetnih po ljudsko zdravlje i životnu okolinu. U skladu sa tim definisane su inicijalne hipoteze, koje treba u ovom radu obraditi i dokazati.

Osnovna hipoteza koja se može postaviti na osnovu dosadašnjih rezultata u literaturi može da se definiše na sledeći način:

H₀: Moguće je metodama višekriterijumske analize uspostaviti model kojim se dolazi do prioritene liste najkritičnijih zona u okolini topionice bakra, koje imaju povišeni nivo ekoloških parametara (koncentracije štetnih gasova i teških metala) u vazduhu i/ili zemljištu.

Za ispitivanje ekoloških parametara u okolini topionice bakra kao najveći izvori zagađenja, između ostalih, se uzimaju topionički gasovi. Teški metali, kao negativni produkti proizvodnje, se oslobađaju emisijom i prenose u okolinu i na taj način utiču na biosferu (imisija). Termin “emisija” se koristi za čvrste, tečne, i gasovite zagađujuće materije, koji se oslobađaju u atmosferu. Termin “imisija” se odnosi na oslobođene čvrste, tečne i gasovite zagađujuće materije koje trajno ili delimično ostaju blizu površine zemlje. Termin “disperzija” podrazumeva sve procese, tokom kojih se prostorne lokacije i distribucija zagađujućih materija u atmosferi menjaju usled iznuđenih pomeranja ili usled dodatnih fizičkih i/ ili hemijskih efekata (Bradl et al., 2005).

Na osnovu toga mogu se formulisati sledeće posebne hipoteze:

H₁: Ishod rangiranja lokacija u okolini topionice bakra primenom višekriterijumske analize u zavisnosti od vrednosti imisija ekoloških parametara u vazduhu, direktno zavisi od emisije i procesa disperzije zagađivača u atmosferi u odnosu na izvor zagađenja.

U literaturi se za disperziju zagađenja u vazduhu koriste različiti matematički modeli, koji se u osnovi baziraju na Gausov model distribucije dima (Gaussian plume model) u vertikalnom pravcu i bočno u odnosu na pravac vetra uključujući i efekat odbijanja dima o podlogu (Sutton, 1941; Pasquill, 1961; Gifford, 1961).

H₂: Moguće je definisati matematičku zavisnost između emisije i imisije zagađivača sa zadovoljavajućom tačnošću, što će omogućiti bolje upravljanje i kontrolu ekoloških parametara u okolini topionice bakra.

H₃: Ishod rangiranja mesta uzorkovanja zemljišta u okolini topionice bakra primenom višekriterijumske analize, ukazuje da je kontaminacija tih mernih mesta nastala emisijom i disperzijom teških metala iz vazduha.

U cilju optimizacije i redukcije negativnih ekoloških posledica rada jednog industrijskog sistema potrebno je na pravi način uspostaviti korelacionu zavisnost između input-a i output-a samog sistema. Na kvalitet topioničkih gasova, kao jednog od glavnih izvora zagađenja, utiču mnogi faktori (Filipou et al., 2007; King, 2007).

H₄: Moguće je metodom višekriterijumske analize formirati optimizacioni model za definisanje zadovoljavajućih input-a sistema (sastav topioničke šarže), kako bi se efikasnije upravljalo output-ima sistema, kako sa aspekta produktivnosti i efikasnost tako i sa aspekta životne sredine (emisija štetnih gasova i sitnih čestica u vazduh).

H₅: Analizom osteljivosti moguće je utvrditi značajnost svakog faktora na buduće predviđanje parametara sistema i donošenje odluke.

H₆: Uvođenjem modela upravljanja materijalnim tokovima u organizacijsku strukturu preduzeća stvara se dobar preduslov za ostvarivanje strateških planova kompanije RTB-Bor.

4.NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. Opšte metode

Za uspešnu realizaciju ciljeva istraživanja i potvrđivanje postavljenih hipoteza u doktorskoj disertaciji koristiće se osnovne i posebne metode logičkog rasuđivanja i naučnog saznanja. Od osnovnih metoda naučnog istraživanja biće korišćene metode:

- Eksperimentalni metod,
- Metoda modeliranja,
- Statistički metod.

4.2. Posebne metode

Takođe, pored osnovnih metoda istraživanja koristiće se i sledeće posebne metode:

- Induktivna i deduktivna metoda zaključivanja,
- Analitička i sintetička metoda,
- Posebne metode apstrakcije, generalizacije i specijalizacije,
- Komparacija.

Izbor specifičnih naučnih metoda prvenstveno je određen činjenicom da postoje tri koraka u rešavanju tehnoloških problema i njihove optimizacije:

1. Izvođenje eksperimenata ili praćenje tehnološkog procesa i registrovanje relevantnih input i output parametara,
2. Analiza, sinteza i sortiranje dobijenih podataka,
3. Matematičko modelovanje problema na osnovu relevantnih podataka iz prethodne dve faze.

Mogu se navesti sledeće specifične metode koje se koriste za ovako definisan predmet istraživanja:

- Eksperimentalno uzorkovanje relevantnih ekoloških parametara,
- Multivarijabilna obrada rezultata praćenja i merenja koncentracija štetnih zagađivača,
- Višekriterijumsko modelovanje dobijenih rezultata u cilju formiranja rang lista najkritičnijih lokacija sa aspekta zagađenja.
- Statističko modelovanje dobijenih rezultata u cilju definisanja korelacione zavisnosti i uticaja input-a na output-e procesa.

Da bi se uspešno realizovao predmet istraživanja primeniće se i specijalne naučne metode:

- Analitičke metode za utvrđivanje sadržaja teških metala u uzorcima,
- Multivarijantna analiza (Multivariate Analysis),
- Metoda multikriterijumske analize MCDM (PROMETHEE/GAIA)- za formiranje konačnih rang lista,
- Metoda linearnog programiranja za optimizaciju input-a sistema,
- Metoda multivarijabilne regresije,
- Metoda veštačkih neuronskih mreža (Artificial Neural Networks)- za formiranje modela zavisnosti $Y_{\text{outputs}} = f\{X_{\text{inputs}}\}$,
- Metoda analize tokovo materijala (Material Flow Analysis).

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Očekivani naučni doprinos ovog rada se sastoji u sledećem:

- Na osnovu prikupljenih podataka o vrednostima ekoloških parametara u vazduhu i zemljištu, izvršiće se uporedna analiza dobijenih podataka sa propisanim graničnim vrednostima radi utvrđivanja maksimalnih i kritičnih koncentracija za svaku zagađujuću materiju posebno.
- Primenom metode višekriterijumske analize napraviće se model kojim će biti moguće utvrditi prioritenu listu najkritičnijih lokacija u okolini

topionice bakra u zavisnosti od prisustva zagađujućih materija (štetnih gasova i teških metala) kako u vazduhu tako i u zemljištu.

- Formiranjem optimalnog sastava topioničke šarže u pogledu prisustva korisnih i štetnih komponenata stvoriće se uslovi za što efikasnije korišćenje raspoloživih koncentra bakra u topionici bakra u Boru.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

6.1. Plan istraživanja

Plan istraživanja, koji određuje tok rada na disertaciji, sastoji se iz sledećih faza:

- Proučavanje relevantnih izvora literature,
- Definisanje procedure prikupljanja podataka- obzirom da se analiza materijala iz životne sredine sastoji iz dva do tri glavna koraka:
 1. Mehanička priprema uzorka;
 2. Razlaganje ili ekstrakcija;
 3. Izbor instrumenata za merenje.
- Prikupljanje podataka o kvalitetu imisija ekoloških parametara u vazduhu (podaci iz mernih stanica),
- Prikupljanje podataka o kvalitetu imisija ekoloških parametara u zemljištu (uzorkovanje zemljišta),
- Prikupljanje podataka o emisiji štetnih gasova iz topioničkih dimnjaka (postoje dva dimnjaka),
- Hemijska analiza prikupljenih podataka,
- Prikupljanje ostalih relevantnih podataka potrebnih za istraživanje (meteorološki, geografski podaci itd.),
- Statistička analiza, sinteza i sortiranje dobijenih podataka u vezi ekoloških parametara u okolini topionice bakra,
- Multivarijabilna analiza ekoloških parametara u vazduhu i zemljištu,
- Formiranje višekriterijumskog modela za rangiranje kritičnih zona u okolini topionice bakra,
- Formiranje modela zavisnosti imisija zagađujućih materija u odnosu na emisije iz topioničkih gasova i PM₁₀ čestica, primenom metoda multivarijabilne regresije i neuronskih mreža,
- Prikupljanje podataka o kvalitetu i sadržaju raspoloživih koncentrata u kompaniji RTB-Bor,
- Statistička analiza, sinteza i sortiranje dobijenih podataka u vezi koncentrata,

- Formiranje optimizacionog višekriterijumskog modela za izbor optimalne topioničke šarže sa aspekta prisustva korisnih i štetnih komponenata.
- Formiranje opšteg modela za upravljanje i kontrolu tokova materijala u sistemu topionice bakra.

6.2. Struktura rada

1. Uvodni deo

- Literaturni pregled dosadašnjih istraživanja
- Značaj i složenost predmeta istraživanja
- Pregled i analiza dosadašnjih istraživanja
- Metode istraživanja
- Ciljevi istraživanja
- Hipoteze istraživanja

2. Formiranje višekriterijumskog modela za analizu zagađenja vazduha u okolini topionice bakra u Boru

- Definisanje područja istraživanja
- Uzorkovanje vazduha
- Hemijska analiza
- Multivarijabilna analiza podataka
- Definisanje višekriterijumskog modela za analizu zagađenja vazduha
- Rezultati i diskusija
- Zaključak

3. Formiranje višekriterijumskog modela za analizu zagađenja zemljišta u okolini topionice bakra u Boru

- Definisanje područja istraživanja
- Definisanje procedure uzorkovanja zemljišta
- Uzorkovanje zemljišta
- Hemijska analiza
- Multivarijabilna analiza podataka
- Definisanje višekriterijumskog modela za analizu zagađenja zemljišta
- Rezultati i diskusija
- Zaključak

4. Razvoj optimizacionog modela za upravljanje uticajem emisija gasova i PM_{10} čestica na imisiju zagađujućih materija

- Prikupljanje podataka
- Razvoj modela prognoze imisije štetnih materija u vazduhu na osnovu emisija štetnih gasova i PM_{10} čestica
 - Primena multivarijabilne regresije
 - Primena veštačkih neuronskih mreža
- Određivanje statističke značajnosti dobijenih modela
- Rezultati i diskusija
- Zaključak

5. Razvoj optimizacionog modela za formiranje optimalne topioničke šarže, kao elemenat upravljanja kvalitetom input-a sistema

- Prikupljanje podataka o raspoloživim koncentratima u kompaniji RTB-Bor
- Analiza dobijenih podataka
- Formiranje višekriterijumskog modela za izbor najoptimalnijeg koncentrata u zavisnosti od prisustva korisnih i štetnih komponenata
- Razvoj optimizacionog modela za formiranje najoptimalnije topioničke šarže
- Rezultati i diskusija
- Zaključak

6. Zaključak

- Pregled i analiza doprinosa
- Predviđeni pravci daljeg istraživanja

7. Literatura

- Spisak korišćene literature

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu analize prijave i obrazloženja predložene teme doktorske disertacije, Komisija za ocenu ispunjenosti uslova kandidata i naučne zasnovanosti teme, zaključuje da kandidat Đorđe Nikolić ispunjava sve zakonske i suštinske uslove za izradu predložene doktorske disertacije. Takođe, Komisija zaključuje da prijavljena tema po predmetu istraživanja, ciljevima, sadržaju i očekivanim naučnim doprinosima, predstavlja značajno područje istraživanja i kao takva može biti predmet doktorske disertacije.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehničkog fakulteta u Boru da se kandidatu Đorđu Nikoliću odobri izrada doktorske disertacije pod nazivom: "Multikriterijumska analiza distribucije zagađujućih materija u urbanoj okolini topionice bakra". Takođe, Komisija predlaže da se za mentora imenuje Prof. dr Živan Živković, redovni profesor Tehničkog fakulteta u Boru koji ispunjava sve Zakonom predviđene uslove (veći broj publikovanih radova na SCI listi).

U Boru, Februara 2010. god.

KOMISIJA

1. dr Živan Živković, red. prof.
Tehnički fakultet u Boru

2. dr Ivan Mihaljević, docent
Tehnički fakultet u Boru

3. dr Vesna Spasojević-Brkić, docent
Mašinski fakultet u Beogradu

PODACI O MENTORU

Ime i prezime: Prof. dr Živan Živković

Zvanje: Redovni professor

Spisak radova objavljenih u naučnim časopisima sa Science Citation Index (SCI) liste koji kvalifikuju mentora za vođenje doktorske disertacije:

1. **Ž.Živković**, N.Štrbac, D.Živković, V.Velinovski, I.Mihajlović, Kinetics study and mechanism of chalcocite and covelite oxidation process., *Journal of Thermal Analysis & Calorimetry*, 79(2005)715 [ISSN: 1388-6150; **SCI – IF=1,425** (2005)].

2. B.Trumić, D.Živković, **Ž.Živković**, D.Manasijević, Comparative thermodynamic analysis of the Pb-Au_{0,7}Sn_{0,3} section in the Pb-Au-Sn ternary system, *Thermochimica Acta*, 435(2005)113 [ISSN: 0040-6031; **SCI – IF = 1,23** (2005)] .

3. D.Živković, D.Manasijević, **Ž.Živković**, Comparative thermodynamic investigation of binary Ga-Bi alloys, *Journal of Thermal Analysis & Calorimetry*, 79(2005)71. [ISSN: 1388-6150; **SCI – IF=1,425** (2005)].

4. I.Mihajlović, N.Štrbac, **Ž.Živković**, R.Kovačević, M.Stewcenik, A potential method for arsenic removal from copper concentrate, *Minerals Engineering*, 20(2007)26. [ISSN: 0892-6875; **SCI- IF=0,939**(2007)].

5. Dj. Nikolić, I.Jovanović, I.Mihajlović, **Ž.Živković**, Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality – an element of environmental management in the vicinity of copper - smelter complex in Bor, Serbia, *Journal of Environmental Management*, 91 (2009) 509. [ISSN: 0301 -4797 ; **SCI – IF= 1,794** (2008)].

(navesti najmanje jedan rad u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje do 31.12.2008. godine, odnosno najmanje tri rada u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje u periodu od 1.01.2009 do 31.12.2009. godine, odnosno najmanje pet radova u slučaju mentorstva disertacije koja se prijavljuje počev od 1.01.2010. godine).

Mentor

Prof. dr Živan Živković



DEKAN FAKULTETA
Prof. dr Milan Antonijević

