

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- Веће научних области техничких наука -

БЕОГРАД
Студентски трг бр. 1

Достављамо вам:

Одлуку Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду о усвајању извештаја Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације Ане Младеновић, мастер инж. геологије

- Образац захтева за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације, ради поступка у смислу важећих законских прописа.
- Подаци о ментору
- Извештај Комисије за оцену подобности теме докторске дисертације.

Шеф Одељења за студентска
и наставна питања

Љиљана Колоња, дипл. инж. рударства

Факултет : Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научних области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. ст.5 тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

“ЕВОЛУЦИЈА НАПОНСКОГ ПОЉА ПОДРУЧЈА ИНТЕРНИХ ДИНАРИДА У СРБИЈИ ТОКОМ АЛПСКЕ ОРОГЕНЕЗЕ“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Гео - науке Студијски програм: Геологија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Ана (Славољуб) Младеновић, мастер. инж. геологије

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет

3. Година дипломирања: 2011.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

Кандидат уписан на докторске студије школске 2011/2012. године

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 27.03.2014. размотрило предложену тему и закључило да је тема
подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Иван Обрадовић

Прилог: 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем

Прилог: 2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 27.03.2014. године, сходно члану 175. став 4. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисија за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Ане Младеновић**, мастер инж. геологије.
2. Одобрава се именованој израда докторске дисертације под насловом *„Еволуција напонског поља подручја Интерних Динарида у Србији током Алпске орогенезе“*.
3. За менторе се именују др Бранислав Тривић, ванр. проф. и др Владица Цветковић, ред. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

проф. др Иван Обрадовић

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Менторима
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: Ану Младеновић, мастер инж. геологије

Име и презиме ментора: **др Бранислав Тривић**

Звање: **ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Robertson, A.H.F., **Trivić, B.**, Đerić, N., Bucur, I. 2013. Tectonic development of the Vardar ocean and its margins: Evidence from the Republic of Macedonia and Greek Macedonia. *Tectonophysics*, 595–596: 25 – 54. doi: 10.1016/j.tecto.2012.07.022; ISSN: 0040-1951, IF: 2.684
2. Chiari, M., Djerić, N., Garfagnoli, F., Hrvatović, H., Krstić, M., Levi, N., Malasoma, A., Marroni, M., Menna, F., Nirta, G., Pandolfi, L., Principi, G., Saccani, E., Stojadinović, U., & **Trivić, B.**, 2011. The Geology of the Zlatibor-Maljen Area (Western Serbia): a Geotraverse Across the Ophiolites of the Dinaric-Hellenic Collisional Belt. *Ofioliti*, 36 (2): 137 – 164, doi: 10.4454/ofioliti.v36.i2.3. ISSN: 0391-2612, IF: 1.125
3. Zelić, M., Levi, N., Malasoma, A., Marroni, M., Pandolfi, L., **Trivić, B.** 2010. Alpine tectono-metamorphic history of the continental units from Vardar zone: the Kopaonik Metamorphic Complex (Dinaric-Hellenic belt, Serbia). *Geological Journal*, 45 (1): 59 – 77, doi: 10.1002/gj.1169. ISSN: 1099-1034, IF: 1.659
4. **Trivić, B.**, Cvetković, V., Smiljanić, B., Gajić, R. 2010. Deformation Pattern of the Palaeozoic Units of the Tethyan Suture in the Central Balkan Peninsula: a New Insight from Study of the Bukulja-Lazarevac Palaeozoic Unit (Serbia). *Ofioliti*, 35 (1): 21 – 32, doi: 10.4454/ofioliti.v35i1.384. ISSN: 0391-2612, IF: 1.125
5. Zelić, M., Marroni, M., Pandolfi, L., **Trivić, B.** 2010. Tectonic Setting of the Vardar Suture Zone (dinaric-hellenic Belt): the Example of the Kopaonik Area (southern Serbia). *Ofioliti*, 35 (1): 49 – 69, doi: 10.4454/ofioliti.v35i1.386. ISSN: 0391-2612, IF: 1.125

А) Менторство дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно математичких и медицинских наука.

Декан

Датум: 03.03.2014.

М.П.

др Иван Обрадовић, ред. проф.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: Ану Младеновић, мастер инж. геологије

Име и презиме ментора: **др Владица Цветковић**

Звање: **редовни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Kolb, M., von Quadt, A., Peytcheva, I., Heinrich, C.A., Fowler, S.J., **Cvetković, V.** 2013. Adakite-like and Normal Arc Magmas: Distinct Fractionation Paths in the East Serbian Segment of the Balkan–Carpathian Arc. *Journal of Petrology*, 54 (3): 421 – 451, doi: 10.1093/petrology/egs072. ISSN: 0022-3530, IF: 4.714
2. **Cvetković, V.**, Šarić, K., Prelević, D., Genser, J., Neubauer, F., Hoeck, V., von Quadt, A. 2013. An anorogenic pulse in a typical orogenic setting: The geochemical and geochronological record in the East Serbian latest Cretaceous to Palaeocene alkaline rocks. *Lithos*, 180: 181 – 199, doi: 10.1016/j.lithos.2013.08.013. ISSN: 0024-4937, IF: 3.779
3. Schefer, S., **Cvetković, V.**, Fuegenschuh, B., Kounov, A., Ovtcharova, M., Schaltegger, U., Schmid, S. 2011. Cenozoic granitoids in the Dinarides of southern Serbia: age of intrusion, isotope geochemistry, exhumation history and significance for the geodynamic evolution of the Balkan Peninsula. *International Journal of Earth Sciences*, 100 (5): 1181 – 1206, doi: 10.1007/s00531-010-0599-x. ISSN: 1437-3254, IF: 2.261
4. **Cvetković, V.**, Lazarov, M., Downes, H., Prelević, D. 2007. Modification of the subcontinental mantle beneath East Serbia: Evidence from orthopyroxene-rich xenoliths. *Lithos*, 94 (1 – 4): 90 – 110, doi: 10.1016/j.lithos.2005.12.016. ISSN: 0024-4937, IF: 3.779
5. **Cvetković, V.**, Downes, H., Prelević, D., Lazarov, M., Resimić-Šarić, K. 2007. Geodynamic significance of ultramafic xenoliths from Eastern Serbia: Relics of sub-arc oceanic mantle?. *Journal of Geodynamics*, 43 (4 – 5): 504 – 527, doi: 10.1016/j.jog.2006.11.003. ISSN: 0264-3707, IF: 2.967

А) Менторство дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно математичких и медицинских наука.

Декан

Датум: 18.02.2014.

М.П.

др Иван Обрадовић, ред. проф.

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Ане Младеновић за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Рударско-геолошког факултета на седници одржаној 23.01.2014. године (бр. 1/36 од 28.01.2014. год.), именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Ане Младеновић, мастер инж. геологије**, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Еволуција напонског поља подручја Интерних Динарида у Србији током Алпске орогенезе“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ана Младеновић рођена је 27. јануара 1987. године у Београду. Основну и средњу школу завршила је у Пироту. Након завршене гимназије, школске 2006/2007. године, уписала је основне академске студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду.

У току основних студија била је стипендиста стручне организације геофизичара Society of Exploration Geophysicists (са седиштем у Тулси, Оклахома, САД), а школске 2009/2010. године стипендиста Фонда за младе таленте Министарства омладине и спорта Републике Србије. Укључена је у рад Центра за даљинску детекцију и ГИС на Рударско-геолошком факултету од 2009. године, у раду на пројекту *Геолошки информациони систем Србије – ГеолИСС*, финансираног од стране (тадашњег) Министарства животне средине, рударства и просторног планирања Републике Србије. Била је део двочланог тима који је освојио прво место у квизу Challenge Bowl за подручје Европе (одржаног у Букурешту, Румунија, у априлу 2010. године), организованог од стране стручне организације Society of Exploration Geophysicists, и учесник светског финала истог квиза, одржаног у Денверу, САД, у октобру 2010. године.

Студије је завршила 2010. године, са просечном оценом 9.86. Дипломски рад са темом: **„Геофизичко-геолошки модел Чачанско-краљевачког басена“** одбранила је са највишом оценом. Била је студент генерације на Геолошком одсеку Рударско-геолошког факултета у школској 2007/2008, 2009/2010. и 2010/2011. години.

По упису мастер академских студија на Рударско-геолошком факултету била је ангажована као волонтер-демонстратор у настави. Као изузетно успешном студенту, било јој је одобрено

убрзано студирање. У току мастер академских студија била је стипендиста стручне организације геофизичара Society of Exploration Geophysicists. Као стипендиста Републичког сеизмолошког завода Србије, била је укључена у рад на пројекту *Harmonization of seismic hazard maps for the Western Balkan countries*, који је финансиран од стране НАТО-а, на анализи догођених земљотреса и формирању механизма дешавања актуелних земљотреса на подручју Краљева. У Центру за даљинску детекцију и ГИС била је ангажована као сарадник на пројектима: *Геолошки информациони систем Србије – ГеолИСС, ГеолИСС Терм, Геолошки услови рационалног планирања, коришћења и заштите простора АП Војводине*.

Године 2011. стиче академско звање мастер инжењер геологије на Департману за геофизику Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, одбраном рада са темом **„Структурно-тектонски модел Чачанско-краљевачког басена на основу корелације геофизичких и геолошких података“**. Исте године уписала је докторске студије на студијском програму Геологија на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду.

Током студија осам пута је била награђивана, или је добијала висока признања за изузетне успехе, од стране домаћих или иностраних институција. Аутор је тринаест научних или стручних радова, презентованих на домаћим или међународним научним скуповима. Учесник је бројних научних и стручних скупова из области геологије.

Од 2004. до 2006. године била је полазник, а од 2006. до 2010. године студент сарадник – асистент на семинарима програма геологије у Истраживачкој станици Петница. Од 2010. године је стручни сарадник на истом програму. У том периоду је полазницима одржавала теоријски и практични део курсева Даљинска детекција, Структурна геологија и Примењена геофизика, и водила теренске вежбе из Структурне геологије и Геолошког картирања.

Од страних језика течно говори енглески, а служи се француским језиком. Члан је бројних међународних и домаћих стручних удружења: Српског геолошког друштва, Друштва геоморфолога Србије, Хрватског геолошког друштва, Комитета знања Србије, Society of Exploration Geophysicists (SEG), European Association of Geoscientists and Engineers (EAGE) и EARSel.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Докторске студије на Студијском програму Геологија на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, Ана Младеновић је уписала школске 2011/2012. године. По упису докторских студија ангажована је као истраживач-приправник, а од 2012. као истраживач-сарадник на Рударско-геолошком факултету, на пројекту основних научних истраживања Министарства просвете, науке и технолошког развоја: *Магматизам и геодинамика Балканског полуострва од мезозоица до данас: значај за образовање металичних и неметаличних рудних лежишта* (ОИ 176016).

Као сарадник Центра за даљинску детекцију и ГИС, учествује у следећим пројектима: *Геолошки услови рационалног планирања, коришћења и заштите простора АП Војводине, Геолошка истраживања ширих подручја истражних и експлоатационих поља Концерна „Фармаком“ применом сателитских снимака високе резолуције, и Фотогеолошка студија подручја акумулације и прибранских објеката ХЕ Дабар (БиХ)*.

Током 2011. године учествује као сарадник у организовању 17. међународне конференције Европских геолошких друштава, која је одржана у Београду (17th Meeting of the Association of European Geological Societies). Учесник је неколико важних конференција на којима презентује резултате својих истраживања:

- 73rd EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2011, Беч, Аустрија (постер презентација)

- 2nd International Geoscience Student Conference, Краков, Пољска, 2011. (усмено излагање)
- 17th Meeting of the Association of European Geological Societies, Београд, 2011. (постер презентација)
- 6th Congress of Balkan Geophysical Society, Будимпешта, Мађарска, 2011. (усмено излагање)
- 4th Congress of Croatian and Hungarian Geomathematicians and 15th Congress of Hungarian Geomathematicians – “Geomathematics as Geoscience”, Опатија, Хрватска, 2012. (постер презентација)
- 80th Annual Meeting of the Society of Exploration Geophysicists, Хјустон, САД, 2013. (постер презентација)

Поред тога, похађа неколико значајних студијских боравака, сертификованих семинара и тренинга везаних за подручје њеног истраживања, од којих треба издвојити:

- **Microtectonics Master Class**, Департман за тектонофизику, Универзитет Јохан Гутенберг у Мајнцу, Немачка, фебруар 2013. (предавач проф. др Cees Passchier),
- **Deformation mechanisms (microstructure and texture)**, организован на Рударско-геолошком факултету у Београду кроз мрежу CEEPUS, јун 2013. (предавач проф. др Bernhard Fügenschuh са Универзитета у Инзбруку),
- Студијски боравак на одсеку за геологију Природно-техничког факултета Универзитета у Љубљани, кроз мрежу CEEPUS, јануар 2014.

У складу са докторантским и истраживачким обавезама и потребама катедре, активно учествује у настави, у одржавању вежби на основним и мастер студијама. На основним студијама учествује у одржавању вежби из предмета Структурна геологија и Теренска настава из структурне геологије, као и предмета Основе геофизике А (у току школске године 2011/2012), док је на мастер студијама укључена у одржавање вежби из предмета ГИС – апликација у геологији.

Од почетка докторских студија, Ана Младеновић има следеће публикације:

Категорија M13

1. **Mladenović, A.**, Petrović, D. 2013. Correlation of different types of spatial data to define neotectonic active faults in the Čačak – Kraljevo basin (Western Serbia). In: Geiger, J., Pal-Molnar, E., Malvić, T. (Eds.) 2013. Theories and Applications in Geomathematics. Geolitera. ISBN: 978-963-306-235-7

Категорија M33

1. **Mladenović, A.**, Petrović, D. 2011. Application of Complex Geophysical Data for Determining Tectonic Fabric: A Case Study on Lece Andesite Massive, Serbia. Proceedings of the 73rd EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2011, Vienna
2. **Mladenović, A.**, Radivojević, M. 2011. Tectonic and neotectonic characteristics of Čačak – Kraljevo basin (western Serbia). Proceedings of the 2nd International Geoscience Student Conference, Krakow
3. **Mladenović, A.**, Petrović, D., Radivojević, M. 2011. Using Complex Geophysical Data for Determining Tectonic Setting of Čačak – Kraljevo Basin and its Basement (Serbia). Proceedings of EAGE&SEG Research Workshop, Trieste

4. Petrović, D., **Mladenović, A.** 2011. Application of satellite gravity and geomagnetic data. Proceedings of 17th Meeting of the Association of European Geological Societies, Belgrade
5. **Mladenović, A.**, Petrović, D. 2011. Stress Condition Determination Based on Focal Mechanism Data: A Case Study on Kraljevo Earthquake. Proceedings of the 6th Congress of Balkan Geophysical Society, Budapest
6. **Mladenović, A.**, Petrović, D. 2012. Manipulation with Spatial Data to Define Neotectonic Active Faults in the Čačak – Kraljevo basin (Serbia). Proceedings of the 4th Congress of Croatian and Hungarian Geomathematicians and 15th Congress of Hungarian Geomathematicians – “Geomathematics as Geoscience”, Opatija, 184 – 191
7. **Mladenović, A.** 2013. Contact zone between Eastern Vardar ophiolites and the Serbian-Macedonian Massif: Inferences from gravity modelling of the Ždraljica Ophiolites (central Serbia). SEG Technical Program Expanded Abstracts 2013: pp. 1225-1229. doi: 10.1190/segam2013-0535.1

Категорија M34

1. Petrović, D., **Mladenović, A.**, Đurić, U., Pavlović, R. 2013. Monitoring slope instability in Belgrade suburban area by analysing satellite and aerial images. Book of abstracts and excursion guide, Carpatho-Balkan-Dinaric Conference on Geomorphology, Stara Lesna, Slovakia, 62. p

У току докторских студија положила је следеће испите:

Предмет	Година	ЕСПБ	Оцена
Тектоника – одабрана поглавља	1	10	10
Магматизам и геодинамика карпато-балканско-динарског подручја	1	10	10
Геохемијско моделовање магматских стена	1	10	10
Теренска или лабораторијска активност	1	10	10
Метаморфизам ниског степена	1	10	9
Регионални метаморфизам	1	10	10
Структурна геологија – одабрана поглавља	2	10	10
Посебна поглавља из геохемије изотопа	2	10	10
Израда докторске дисертације	2	20	10
Семинарски рад (везан за тему докторске дисертације)	2	10	10
Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	2	10	10

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Ана Младеновић је студент треће године докторских студија на студијском програму Геологија, има стручну спрему мастер инжењера геологије, објављене и саопштене радове и учешће на пројектима на основу којих Комисија констатује да кандидат поседује формалне услове за рад на докторској дисертацији са предложеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

Централни део Балканског полуострва налази се у једној сложеној зони, на месту некадашњег океана формираног почетком мезозоика, а коначно затвореног почетком кенозоика. Тектонска еволуција овог подручја условљена је конвергентним процесима између афричког и европског континента, и може се пратити од краја креде до данас. Сматра се да је ово подручје у том периоду било изложено деловању различитих тектонских режима: компресији, изазваној колизионим процесима Јадранске микроплоче и Динарида; екстензији, под утицајем изостатичке компензације и колапса поменутог орогена; и коначно, транскурентном кинематском режиму који је највероватније и данас активан. Промене напонског стања су последица еволуције тектонских режима током Алпског орогеног циклуса. Ови тектонски процеси деловали су на додатно слабљење већ ослабљене зоне по којој је Вардарски океан затворен, чинећи је, на тај начин, једном веома нестабилном зоном способном за генерисање релативно јаких земљотреса средње дубине.

Истраживањима у широј околини Копаоника (нпр. Schefer et al., 2011), првенствено на основу термохронолошких података датирана су два сукцесивна тектонска режима, активна током кенозоика. Компресиона фаза (активна до краја олигоцена), везује се за формирање антиклиналне структуре Копаоника и утискивање гранитоидног масива. Старост смештања и консолидације (интродовања) гранитоида је датирана на око 30 милиона година. Екстензиони тектонски режим био је актуелан током миоцена, а у регионалном контексту условљава отварање Панонског басена. Ова фаза радијалне екстензије, у зони Копаоника се манифестовала ексхумацијом гранитоида, која је датирана на око 20 милиона година.

У подручју централних Динарида (Ilić, Neubauer, 2005.) публиковани су резултати анализе палеостреса за период кенозојског тектоногенетског циклуса. Издвојене су 4 фазе углавном на основу анализе дисјунктивних деформационих облика. Најстарија је лоцирана за крај еоцена у виду транспресионог тектонског режима и представљена је доминантном осом компресије оријентисане правцем И – З. Друга тектонска фаза (транскурентна кинематска активност?), датирана је за крај олигоцена, а везује се за осу компресије правца СИ – ЈЗ и тензије СЗ - ЈИ. Трећа тектонска фаза је везана за миоценски екстензиони режим, док се најмлађа (четврта), која је почела крајем миоцена и траје до данас, углавном манифестује кроз транспресиони тектонски режим. У овој фази оса максималне компресије је оријентисана у правцу С – Ј.

На основу геохемијских резултата и просторно-временске дистрибуције базалта на територији Србије (Cvetković et al., 2004) постављен је геодинамички модел истраживаног простора. Кенозојски магматизам је разматран кроз распрострањење и геохемијске односе различитих типова магматских стена и њихове петрогенезе у контексту повезаности магматизма са Алпским орогеним циклусом. Издвојена је колизионо/постколизиона етапа која се манифестује кроз консолидацију орогена и изостајање магматске активности у периоду између границе палеоцена и еоцена односно олигоцена и миоцена. Према овом моделу, главна постколизиона/колапс етапа Динарског орогена одгодила се крајем олигоцена и почетком миоцена.

Анализом фокалних механизма најјачих земљотреса (Marović et al., 2002) реконструисана је кинематика рецентне тектонске активности. Одређено је да се ова кинематика карактерише транспресионим тектонским режимом, са максималном осом компресије оријентисаном у правцу СИ – ЈЗ. Активни регионални раседи у Динаридима имају пружање СЗ – ЈИ. Издвојени су, такође, и системи локалних раседа дијагоналних и/или трансверзалних у односу на регионалну структуру, који се пружају правцем СИ – ЈЗ, С – Ј и И – З.

Већина изложених ставова и закључака о геотектонској динамици Интерних Динарида, поготово оних везаних за најмлађу тектонску активност, изведена је на основу проучавања у подручјима западно и северно од истраживаног подручја, док свеобухватна структурно-тектонска студија на овом простору, заправо, никада није изведена.

Циљ истраживања је проучавање еволуције напонског поља у овом делу Земљине коре, праћењем промена у оријентацији и интензитету главних оса напона. Утврђивање девијаторског дела тензора напона биће извршено кроз мултидисциплинарни приступ и корелацију резултата добијених различитим геолошким поступцима и методама. Презентовани ставови ће бити критички анализирани, а на бази нових података и добијених резултата на адекватан начин документовани и верификовани.

- Schefer, S., Cvetković, V., Fuegenschuh, B., Kounov, A., Ovtcharova, M., Schaltegger, U., Schmid, S. 2011. Cenozoic granitoids in the Dinarides of southern Serbia: age of intrusion, isotope geochemistry, exhumation history and significance for the geodynamic evolution of the Balkan Peninsula. *International Journal of Earth Sciences*, 100 (5): 1181 – 1206, doi: 10.1007/s00531-010-0599-x
- Ilić, A., Neubauer, F. 2005. Tertiary to recent oblique convergence and wrenching of the Central Dinarides: Constraints from a paleostress study. *Tectonophysics*, 410: 465 – 484, doi: 10.1016/j.tecto.2005.02.019
- Cvetković, V., Prelević, D., Downes, H., Jovanović, M., Vaselli, O., Pecskey, Z. 2004. Origin and geodynamic significance of Tertiary postcollisional basaltic magmatism in Serbia (central Balkan Peninsula). *Lithos*, 73 (3-4): 161 – 186
- Marović, M., Đoković, I., Pešić, L., Radovanović, S., Toljić, M., Gerzina, N. 2002. Neotectonics and seismicity of the southern margin of the Pannonian Basin in Serbia. *EGU Stephan Mueller Special Publication Series*, 3: 277 – 295

3. Полазне хипотезе

Докторска дисертација под називом „Еволуција напонског поља подручја Интерних Динарида у Србији током Алпске орогенезе“ је осмишљена тако да у оквиру уже научне области динамичка геологија обухвати два јасно дефинисана аспекта. Први је везан за методологију истраживања и успостављање чвршће корелативне везе између различитих независних метода и поступака који се користе у геолошким истраживањима. Други аспект је представљен кроз научни допринос бољем и јаснијем сагледавању тектонске и геодинамичке еволуције подручја Интерних Динарида у Србији.

Напонско поље у Земљиној кори условљено је тектонским процесима који делују у Земљиној литосфери. Директна последица деловања тектонских процеса су деформације стенске масе, чији се ефекти могу одразити на стварање различитих структурно-геолошких деформационих облика (дуктилних и кртих), промену оријентације магнетичних минерала у стенама, стварање одређених врста стена специфичних за одређене тектонске процесе. На тај начин се проучавање напонског поља у Земљиној кори своди на проучавање деформационих облика насталих услед истих тектонских процеса који су условили и проучавано напонско поље. На основу ових чињеница изводи се хипотеза да је елементе напонског поља могуће израчунати независно на основу три различита приступа: података о кретању по раседним површима (палеострес анализе), података о анизотропији магнетске суспектибилности и на основу механизма раседања у хипоцентру земљотреса. Примена ова три независна поступка има још већи значај када се узме у обзир чињеница да је временску хијерархију међу израчунатим напонским пољима могуће тачно дефинисати тек корелацијом сва три

примењена поступка. Осим тога, с обзиром на чињеницу да до сада у геолошкој литератури није видљива тенденција озбиљнијег повезивања добијених резултата на основу ових поступака, нити сагледавања тих резултата у ширем геолошко-тектонском контексту, то ће, у методолошком смислу, корелација резултата добијених овим методама пружити нови квалитет у тектонским истраживањима.

Геодинамичка историја подручја Интерних Динарида је сложена. На основу истраживања које су извели Schefer et al. (2011) утврђене су две тектонске фазе – олигоценска компресија и миоценска екстензија, док се најмлађа тектонска активност везује за формирање дисјунктивног склопа. У подручју централних Динарида, који су у проучаваном периоду геолошке историје имали исти геодинамички развој као и Интерни Динариди, Илић, Neubauer (2005) издвојили су 4 тектонске фазе, примењујући методологију палеострес анализе. С обзиром на то да су поменуте тектонске фазе имале регионални значај и да се у општем случају могу испратити у скоро читавом динарско-панонском-карпато-балканском домену, изводи се хипотеза да ће на основу планираних истраживања у Интерним Динаридима, то бити могуће утврдити и на овом подручју. Ипак, због другачијег методолошког приступа, претпоставља се да ће детаљније бити дефинисани односи напонских поља мањих релативно хомогених структурних блокова и тачније детерминисани хронолошки односи тектонских фаза. У раду Marović et al. (2002), на основу фокалних механизма најјачих земљотреса на подручју Србије, изведен је закључак да је генерисање сеизмичности у подручју Интерних Динарида условљено конвергентним кретањима Јадранске микроплоче и Динарида. На основу базе фокалних механизма која ће бити формирана у овом раду, биће могуће показати да на генерисање сеизмичности, осим овог регионалног фактора, утичу и локалне промене у напонском пољу, као и интеракција активних раседа након дешавања јачих земљотреса. Ова тектонска активност је у различитим етапама геолошке историје, у свом домену индуковала и одређене магматске процесе. Свакако да ће уврђивањем јасније везе тектонских догађаја са одређеним фазама магматске активности, овај рад пружити потпунију слику о геодинамичкој еволуцији Интерних Динарида у целини.

4. Научне методе истраживања

Истраживање ће обухватити примену више различитих метода и поступака. Поред стандардних геолошких поступака даљинске детекције и класичне структурне анализе посебно ће бити примењене три методе које представљају актуелне поступке у модерним гео-наукама: палеострес анализа, анализа анизотропије магнетске суцептибилности и анализа механизма у хипоцентру земљотреса. Све три методе би као резултат требало да укажу на оријентацију главних оса напона и релативне односе њихових магнитуда. Свака од њих применљива је за проучавање оријентација оса напона у различитим интервалима геолошке историје, па је њихова комбинација од великог значаја ако се жели описати еволуција напонских стања у Земљиној кори.

Структурно-геолошка, палеострес анализа обухвата проучавање раседа на терену и одређивање тектонских услова који су довели до (ре)активирања кретања по опсервираном раседу у некој кинематској фази. Услед трења, на блоковима стенске масе остају трагови тога кретања тзв. стрије (а-линеација). Ако су очувани и доступни на раседним површима, мерењем њихове оријентације може се утврдити просторни положај три главна напона (оса максималног, средњег и минималног стреса) који су довели до тог раседања. Систематским мерењима и статистичком анализом прикупљених података може се утврдити стање напона за већа релативно хомогена подручја. На тај начин се може коначно одредити тектонски режим који је (био) активан на читавом подручју истраживања и његова веза са евентуалном магматском активношћу. Оријентација оса напона и релативан однос магнитуда се рачунају коришћењем различитих алгоритама, директним поступком или инверзијом улазних

података Монте Карло методом, тако да разлика између теоријских и мерених вредности индикатора кретања по раседу буде што мања.

Анизотропија магнетске суцептибилности представља својство стене које указује на то да је средина стварања проучаване стене, у време њеног настанка, била изложена дејству усмереног притиска у Земљиној кори. У тренутку формирања једне стене, сваки магнетични минерал се, у процесу своје кристализације оријентише у правцу амбијенталног магнетског поља. Уколико је, међутим, стенска маса изложена дејству неког усмереног притиска, магнетни домени унутар минерала (а неретко и само минерално зрно), оријентишу се у складу с правцем деловања тог притиска. Мерењем оријентације носилаца магнетизације могуће је утврдити позиције осе стреса који је деловао у тренутку стварања стене. На тај начин, анализа анизотропије магнетске суцептибилности представља независну методу за одређивање тектонског режима, а с обзиром на то да носи и информацију о старости литостратиграфске јединице у којој је мерена, комбинација ових података с резултатима палеострес анализе је веома логична и оправдана.

Фокални механизам илуструје механизам раседања у току дешавања земљотреса и као такав има двоструки значај. Појединачни фокални механизми указују на значај утицаја локалног поља стреса у дешавању земљотреса. Није редак случај да раседи, који су оријентисани на одређени начин у односу на регионално поље стреса, показују другачију кинематику од оне која је очекивана за активни тектонски режим. Кинематику таквих раседа могуће је одредити на основу фокалних механизма земљотреса који се дешавају на проучаваном раседу. То је од великог значаја у проучавању локалних сеизмичких услова и одређивању сеизмичког хазарда и ризика у микросрединама у којима се планира градња. С друге стране, инверзија већег броја фокалних механизма земљотреса чији су епицентри у истој географској области даје податке о оријентацији оса стреса и тектонском режиму активном у рецентно време у подручју истраживања. Слично као и анализа анизотропије магнетске суцептибилности, инверзија фокалних механизма земљотреса представља независну методу за одређивање тектонског режима и позиција оса стреса, и даје одредбу старости у овом случају најмлађе тектонске фазе(неотектонске активности) добијене анализом палеостреса.

5. Очекивани научни допринос

Резултати овог истраживања односиће се на одређивање оријентације главних оса стреса и њиховог међусобног односа, што ће дати податке о тектонском режиму у одређеном тренутку геолошког времена. Подаци о тектонским режимима биће разматрани у складу с њиховим релативним односом у погледу времена образовања, што се осматра директно на терену на основу међусобног односа раседа и/или индикатора кретања по раседима. Одредба геолошке старости биће извршена корелацијом података структурне палеострес анализе са подацима анализе анизотропије магнетске суцептибилности и инверзије фокалних механизма земљотреса. Финални резултат даће приказ еволуције напонског поља Земљине коре, као и одговарајућих тектонских режима, у подручју истраживања. На тај начин биће могуће утврдити и изворе одређених тектонских режима и јасније сагледати геодинамички развој Интерних Динарида.

Опште посматрано, научни допринос ове докторске дисертације би се огледао у следећем:

- комбинованој примени три различите и независне методе за одређивање напонских поља и њиховог хијерархијског односа;
- приказ еволуције напонског поља у подручју Интерних Динарида у Србији;
- приказ сеизмичности подручја Интерних Динарида у Србији, дат кроз проучавање три велике сеизмогене области у оквиру подручја истраживања;

- приказ механиз(а)ма генерисања земљотреса у подручју Интерних Динарида у Србији, на основу решења фокалних механизма земљотреса;
- приказ рецентно активних раседа у подручју Интерних Динарида у Србији и извора активних тектонских процеса у овој области.

Очекивани резултати ће имати вишеструки значај и то не само за фундаменталне већ и за примењене научне дисциплине. У строго научном смислу, значај ове студије огледа се у доприносу бољем сагледавању еволуције тектонских режима који су довели до дисјунктивних деформација у овом делу Балканског полуострва. С обзиром на то да ће бити урађена и детаљна кинематска анализа раседа за одређени тренутак геолошке прошлости, могућа је и велика практична примена ових резултата. Једна, можда најважнија, од њих јесте примена у проучавању лежишта минералних сировина. На основу ових података биће омогућено употпуњавање и побољшање већ постојећег модела неког активног лежишта и на тај начин боље планирање његове даље експлоатације. Поред тога, познавање геометрије и кинематике раседа активних у неком периоду геолошке прошлости омогућава изучавање кретања хидротермалних раствора који су најважнији носиоци минералних сировина. На тај начин се отвара могућност проучавања не само већ постојећих лежишта минералних сировина, већ и изналажења нових лежишта у још увек недовољно истраженим подручјима.

Посебно значајан резултат овог истраживања биће формирана база података у ГИС окружењу са прецизним локацијама о врсти и квалитету теренских података прикупљених за палеострес анализу, анализу магнетске суцептибилности, фокалних механизма догођених земљотреса на овом подручју. Ова просторна база података сама за себе представља велики допринос, због чињенице да таква база за нашу земљу не постоји. Посебно треба истаћи да ће на основу фокалних механизма земљотреса биће омогућено утврђивање динамике рецентно активних раседа, као и утицаја локалног поља стреса на њихово активирање. Свој значај ови резултати најбоље ће пронаћи у изучавању сеизмичности одређених микролокација, поготово микролокација на којима се планира градња капиталних и других објеката. Дефинисање сеизмичког хазарда и ризика од великог је значаја у грађевинарству, а без познавања механизма земљотреса на одређеном подручју, то се не може ваљано урадити.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања обухвата анализу теренски прикупљених структурних података и података о фокалним механизмима догођених земљотреса. Према томе, студијски истраживачки рад могуће је поделити у четири фазе:

1. Палеострес анализа – обухвата теренска мерења оријентације раседних површи и трагова кретања по њима, и анализу ових података у циљу израчунавања тензора напона и проучавања њихове временске хијерархије;
2. Палеомагнетска истраживања – подразумевају узорковање стена на изабраним локацијама на терену, лабораторијска мерења анизотропије магнетске суцептибилности и тектонску интерпретацију добијених резултата;
3. Анализа сеизмичности подручја – састоји се из израчунавања фокалних механизма догођених земљотреса и формирања базе земљотреса, инверзије фокалних механизма и њихове тектонске интерпретације;
4. Приказ добијених резултата у форми приказа предности и недостатака коришћених метода за одређивање (палео)напонских поља истраживаног подручја. Тектонска интерпретација добијених резултата и поређење са литературним подацима.

7. Закључак и предлог

На основу анализе поднетог материјала докторске дисертације, циљева, очекиваних резултата, методологије и програма истраживања предмета докторске дисертације, Комисија доноси следеће закључке:

1. Кандидат **Ана Младеновић, мастер инжењер геологије**, испуњава Законом предвиђене услове за пријаву теме и израду докторске дисертације;
2. Предложена тема докторске дисертације, под насловом **„Еволуција напонског поља подручја Интерних Динарида у Србији током Алпске орогенезе“**, научно је заснована и може да буде предмет докторске дисертације;
3. Предложена тема докторске дисертације ће се реализовати у оквиру уже научне области **Динамичка геологија**;
4. За менторе Комисија предлаже **проф. др Бранислава Тривића, ванредног професора**, и **проф. др Владицу Цветковића, редовног професора**, који испуњавају све законом прописане услове.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Бранислав Тривић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Владица Цветковић, редовни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
др Весна Цветков, доцент
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Проф. др Радмила Павловић, редовни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Др Споменко Михајловић, виши научни саветник
Републичког геодетског завода Србије