

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Срђе Бјеладиновића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа ФОН-а бр. 3/92-11 од 13.07.2016. године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Срђе Бјеладиновића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Развој методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података“

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Срђа Бјеладиновић рођен је 09.04.1985. године у Београду. Трећу београдску гимназију завршио је 2004. године са одличним успехом и као носилац дипломе „Вук Караџић“. Исте године уписао је Факултет организационих наука, одсек Информациони системи и технологије. Дипломирао је 17.06.2009. године, са просечном оценом 8.91 и оценом 10 на дипломском раду. Године 2009. уписује дипломске академске студије – мастер на Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и технологије, студијско подручје (модул) Информациони системи. Мастер студије завршава 14.07.2011. године са просечном оценом студирања 10,0 и оценом 10 на завршном мастер раду. Године 2011. уписује докторске академске студије – студијски програм Информациони системи и менаџмент, изборно подручје Информациони системи.

Од 10.2009. године ангажован је као демонстратор на предметима Базе података, Пројектовање информациони система, Анализа и логичко пројектовање, Физички пројекат у изабраном окружењу и Одабрана поглавља ИС. Маја 2010. године изабран је у звање сарадника у настави на катедри за Информационе системе. Од маја 2012. године анагажован је као асистент на споменутој катедри. Поред наведених предмета, бива ангажован и на предмету *XML* технологије и апликације, као и на предметима мастер студија Базе података 2, Физичко пројектовање ИС у изабраном софтверском окружењу, Интегрисана софтверска решења, Администрација базе података и Изабрана поглавља из ИС.

Приликом евалуације од стране студената, педагошки рад Срђе Бјеладиновића оцењиван је високом просечном оценом: на скали од 1-5, просечна оцена је била 4,6 или виша.

До сада, Срђа Бјеладиновић је био члан у више десетина комисија за израду и одбрану завршних радова на основним академским студијама.

Од 2011. године, ангажован је и као предавач од стране *Oracle University*. До сада је одржао више десетина курсева у земљи и иностранству, као и путем Интернета.

Најчешће држани курсеви су из области база података, програмирања, сервисно-оријентисане архитектуре и складишта података. Од почетка анагжовања оцењиван је високим просечним оценама. На скали од 1-100, просечна оцена до сада одржаних курсева је изнад 94.

На такмичењу у програмирању „ФОН Хакатон 2014“ у организацији Удружења студената информатике ФОН-а, Срђа Бјеладиновић је био један од ментора победничког тима.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Године 2011. Срђа Бјеладиновић је уписао докторске академске студије на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и менаџмент, изборно подручје: Информациони системи.

Положио је све испите, са просечном оценом 10 (десет):

1. Методологија научно – истраживачког рада
2. Управљање подацима
3. Развој информатичких система
4. Интероперабилност пословних система и апликација
5. Пројектовање система агрегираних података
6. Маркетинг информатичких система
7. Откривање законитости у базама података - одабрана поглавља
8. Моделовање предузећа
9. Технологија чувања података

Срђа Бјеладиновић је 27.09.2016. одбранио приступни рад за израду дисертације под називом „Развој методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне SQL/NoSQL базе података“.

Списак објављених радова:

1. Радови објављени у часописима националног значаја
 - 1.1. **Bjeladinović, S.**, Marjanović, M. (2016) *Primena virtuelizacije u cilju integracije relacionih i NoSQL baza podataka, na primeru Oracle-a*, InfoM, 57/2016, ISSN 1451-4397, FON, Beograd (M53)
2. Радови саопштени на скупу међународног значаја
 - 2.1. **Bjeladinović, S.**, Babarogić, S., Marjanović, Z. (2012). *Comparison of relational and NoSQL systems*, Proceedings of XIII International Symposium SymOrg 2012, ISBN: 978-86-7680-255-5, pp. 974-980, FON, Beograd (M33)
 - 2.2. **Bjeladinovic, S.**, Marjanovic, Z. (2014). *A Comparison and Integration of Ontologies Suitable for Interoperability Extension of SCOR Model*, 6TH ICT Innovations Conference (ICT Innovations 2014), Ohrid, FYR Macedonia. ISBN: 978-3-319-09878-4, pp.75-84, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.311, Springer (M33)
 - 2.3. **Bjeladinovic, S.**, Isljamovic, S. (2014). *Application for Tracking Students' Efficiency and Predicting Expectations Based on Current Results*, International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology (ICEMST 2014), Konya, Turkey. ISBN: 978-605-61434-3-4, pp. 224-228, Necmettin Erbakan University, Ahmet Kelesoglu Education Faculty Meram (M33)
 - 2.4. Asanovic, M., **Bjeladinovic, S.**, Gospic, N. (2017) *Business process model for implementation of Green IT in public sector*, Proceedings of the ICIST 2017 - 7th

International Conference on Information Society and Technology, Kopaonik, Serbia. ISBN: 978-86-85525-19-3, pp. 415-419, Society for Information Systems and Computer Networks, Belgrade (M33)

3. Радови саопштени на скупу националног значаја

- 3.1. **Bjeladinović, S.**, Suknović, M., Marjanović, Z. (2015) Primena predikcionih tehnika za analizu smanjenja odliva klijenata, na primeru telekomunikacione kompanije u Srbiji, SYM-OP-IS 2015: XLII Simpozijum o operacionim istraživanjima, Srebrno jezero, Srbija, 15.-18.09.2015, pp. 416-419 (M63)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Срђа Бјеладиновић је завршио основне и мастер студије на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду. На докторским студијама Факултета организационих наука положио је свих девет испита предвиђених планом и програмом студија, одбранио је приступни рад и остварио 120 ЕСПБ бодова.

Узимајући у обзир резултате остварене током досадашњег образовања, резултате досадашњег истраживања објављене на научно-стручним конференцијама и радно искуство кандидата, сматрамо да кандидат Срђа Бјеладиновић поседује потребно знање и искуство за израду докторске дисертације на тему „Развој методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације биће развој методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података, који ће обухватити специфичности у пројектовању *SQL* и *NoSQL* компоненте хибридне базе података и који ће омогућити интегрално коришћење наведених компоненти хибридне *SQL/NoSQL* базе података.

Доминантне базе података у употреби су релационе базе података (SolidIT, 2017). Оне су засноване на релационом моделу, а временом су проширене концептима објектно-оријентисане парадигме у објектно-релационе базе података. Због стандардизованог *SQL* (*Structured Query Language*) упитног језика који подржавају, називају се и *SQL* базе података. Главне карактеристике *SQL* база података, поред чињенице да су засноване на релационом моделу и да подржавају *SQL*, су да захтевају испуњеност *ACID* (*Atomicity Consistency Isolation Durability*) особина трансакција и да су погодне за складиштење и управљање подацима прецизно дефинисане и ретко променљиве структуре, тј. подацима који поседују висок степен структурираности. *SQL* базе података су посебно погодне у раду са структурираним подацима, када се као императив постављају конзистентност података и извршавање комплексних упита, са великим бројем операција спајања.

Значајна експанзија Интернета и сервиса које је он понудио, а посебно улазак у другу фазу његовог животног циклуса (*Web 2.0*), допринели су приметном повећању броја корисника друштвених мрежа (*Facebook, Twitter, LinkedIn*), као и различитих портала (*Google, Amazon* итд.). Иако је и раније био очигледан тренд експоненцијалног раста количине података у употреби, компаније, које су почеле да користе споменуте сервисе у свом пословању, допринеле су додатном наглашавању потребе брзог манипулисања великом количином података, складиштења великог броја података и употребе података различитог степена структурираности (Bjeladinovic, & Marjanovic, 2016). Наведене околности нагласиле су потребу употребе база података са флексибилним и лако променљивим шемама, база података које приоритет дају доступности на рачун конзистентности података и које самим тим омогућавају рад са

неструктурираним подацима или подацима ниског степена структурираности. То је допринело настанку новог приступа почетком века: *NoSQL* база података. Данас, термин *NoSQL* базе података обухвата 4 типа база података (*key/value* базе, базе података засноване на колони, базе података засноване на документу и граф базе података). Заједничко им је одсуство стриктно дефинисане шеме, одсуство униформног упитног језика (иако неки представници ових база података подржавају *SQL* језик, не постоји стандардизовани и униформни језик на нивоу *NoSQL* база података), подршка *BASE* (*Basically Available, Soft-state, Eventual consistency*) особина (за разлику од *ACID* особина *SQL* база података) и вертикалне скалабилности (Lake, & Crowther, 2013).

Популарност и специфичне карактеристике *SQL* и *NoSQL* база података допринели су оправданости њиховог паралелног коришћења у савременом пословању, уз задржавање веће ефикасности примене, свака за своју намену (Badia, & Lemire, 2011; da Silva 2011; Avison, & Fitzgerald, 2003; Nance, et al., 2013). Ради што ефикаснијег испуњавања свих захтева који се данас могу поставити пред савремену базу података, није увек оптимално донети одлуку о избору једног од наведених типова база података. Уместо тога, потребно је омогућити паралелно коришћења *SQL* и *NoSQL* база и њихово повезивање у интегралну логичку целину, а у циљу обухватања најбољих функционалности из оба света. Могуће решење овако сучељених захтева било би **пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података**. Овај тип базе података би се састојао од *SQL* и *NoSQL* компоненте, при чему би свака од њих обухватила све посебности *SQL* и *NoSQL* база података, респективно.

Методолошки приступи и технике за пројектовање *SQL* база података се развијају деценијама уназад (Lazarević, et al., 2006), међутим то није случај са *NoSQL* базама података. Иако су у примени већ више од десет година, наменски методолошки приступи за пројектовање *NoSQL* база података су тек у повоју и постоји сагласност међу ауторима о неопходности креирања свеобухватног методолошког приступа за пројектовање свих типова *NoSQL* база података (Atzeni, Bugiotti, & Rossi, 2014; Badia, & Lemire, 2011; Bugiotti, et. al, 2014; da Silva, 2011). Међу пионирским покушајима формализације приступа описане намене истиче се *NoAM* (*NoSQL Abstract Model*) методолошки приступ (Bugiotti, et. al, 2014). Аутори су идентификовали 5 општих активности примењивих на *NoSQL* база података, чиме је, по речима аутора, омогућена њена универзалност за све *NoSQL* базе податка.

Ипак, описани приступи пројектовања *SQL* и *NoSQL* база података садрже специфичности у фазама, техникама и методама пројектовања, који не узимају у обзир специфичности другог типа базе података, осим оног за који су намењени, чиме се отежава, чак и онемогућава, директна примена тих приступа на оба типа базе података. Самим тим, постојећи приступи могу у одређеном обиму послужити као основа за пројектовање одређених делова њених компоненти, али не могу бити директно примењени на процес пројектовања целокупне хибридне *SQL/NoSQL* базе података. Специфичности у пројектовању и интеграцији компоненти хибридне *SQL/NoSQL* базе података у јединствену логичку базу података захтева свеобухватни методолошки приступ пројектовања такве базе података. У овој дисертацији биће представљен нови методолошки приступ пројектовања хибридне *SQL/NoSQL* базе података.

За приступ и коришћење података из *SQL* система, као што је већ споменуто, користи се *SQL* језик. За разлику од *SQL* база података, *NoSQL* базе података не поседују стандардизовани упитни језик. Различити упитни језици се користе за различите типове *NoSQL* база, а и међу представницима истог типа не постоји консензус произвођача о стандардизацији језика за рад са базом података (Atzeni, Bugiotti, & Rossi, 2014; Badia, & Lemire, 2011; Bondiombouy, 2014). Додатни изазов представља интеграција упитног језика *NoSQL* база, у начелу, са *SQL*-ом. Неки аутори (Potey, et al., 2015) су покушали да реше наведени проблем предлагањем процедуре

мигрирања са једног типа базе података (*SQL*) на други (*NoSQL*). Други аутори су дали предлог у виду директне интеграције *SQL* и *NoSQL* компоненте хибридне базе кроз упитни језик који се над хибридном базом користи. Тако су аутори (Roijackers, & Fletcher, 2013) структуру докумената *NoSQL* система представили релационим моделом, а *SQL* је добио екстензију новог, прилагођеног *NoSQL* упитног језика, развијеног од стране аутора. Ограничавајући фактор представљају конкретне базе података које су овим радом повезане. Аутори (Alomari, Barnawi, & Sakr, 2015) су у раду приказали *cloud* развојни оквир који су креирали и који омогућује повезивање *NoSQL* и *SQL* система. Експериментално су показали у раду да употреба представљеног развојног оквира захтева минимално кодирања у циљу постизања интеграције. Слично, аутор (Lawrence, 2014) представља приступ са креираном генеричком архитектуром са слојем виртуелизације, којим је омогућено да се над *NoSQL* системима (заснованим на документима) користи *SQL* упитни језик. У споменутим радовима нису дефинисани опште фазе ни кораци методолошког приступа. Такође, решења су тражена само за конкретне типове *NoSQL* система, иако неки аутори наводе да је предложена решења, уз одређена прилагођавања, могуће применити и на другим типовима *NoSQL* база података (Lawrence, 2014). Све наведено је отворило простор за развој приступа који би омогућио коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података као јединствене логичке базе података. Могући приступ за интегрално коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података, без обзира да ли се приступа *SQL* или *NoSQL* компоненти биће представљен у овој докторској дисертацији.

Основни циљ докторске дисертације је да се предложи нови приступ за пројектовање хибридне *SQL/NoSQL* базе података, који ће уважити специфичности у пројектовању *SQL* и *NoSQL* компоненте, без обзира да ли је у питању пројектовање нове хибридне базе података или редизајн постојеће базе података (*SQL*) који за циљ има добијање хибридне базе података. У докторској дисертацији биће дефинисан критеријум за доношење одлуке о оправданости преласка постојеће *SQL* базе података на хибридну базу података, односно о оправданости развоја хибридне базе података приликом пројектовања нове базе података. Такође, један од циљева докторске дисертације је да се дефинишу и неопходне фазе и активности новог приступа за пројектовање хибридне *SQL/NoSQL* базе података. Поред наведеног, **други значајни циљ** ове дисертације биће да се предложи приступ који би омогућио интеграцију постојећих *SQL* и *NoSQL* база података и њихово интегрално коришћење као компоненти јединствене логичке базе података, тзв. хибридне *SQL/NoSQL* базе података. Циљ је да се омогући униформно коришћење *SQL/NoSQL* хибридне базе података, без обзира којој компоненти се приступа (*SQL* или *NoSQL*).

2.1.Списак изабраних референци

- [1] Abiteboul, S., Manolescu, I., Rigaux, P., Rousset, M. C., & Senellart, P. (2011). *Web data management*. Cambridge University Press.
- [2] Agarwal, R., Prasad, J., Tanniru, M., & Lynch, J. (2000). Risks of Rapid Application Development (RAD_risks). *Communications of the ACM*, 77 – 88. Dostupno na: http://www.itu.dk/~katten/speciale/RAD_risks.pdf , pristupano: avgust 2016.
- [3] Agrawal, R., Somani, A., & Xu, Y. (2001). Storage and querying of e-commerce data. *VLDB*, 1, 149-158.
- [4] Alomari, E., Barnawi, A., & Sakr, S. (2015). Cdport: A portability framework for nosql datastores. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 40(9), 2531-2553. doi:10.1007/s13369-015-1703-0

- [5] Andrikopoulos, V., Fehling, C., & Leymann, F. (2012). Designing for CAP-The Effect of Design Decisions on the CAP Properties of Cloud-native Applications. In CLOSER, 365-374.
- [6] Atzeni, P., Bugiotti, F., & Rossi, L. (2012). *Uniform access to non-relational database systems: The SOS platform*. In International Conference on Advanced Information Systems Engineering, 160-174. Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Atzeni, P., Bugiotti, F., & Rossi, L. (2014). Uniform access to NoSQL systems. *Information Systems*, 43, 117-133.
- [8] Atzeni, P., Jensen, C. S., Orsi, G., Ram, S., Tanca, L., & Torlone, R. (2013). The relational model is dead, SQL is dead, and I don't feel so good myself. *ACM SIGMOD Record*, 42(2), 64-68.doi: 10.1145/2503792.2503808
- [9] Avison, D., & Fitzgerald, G. (2003). Where now for development methodologies? *Communications of the ACM*, 46(1), 78-82. doi:10.1145/602421.602423
- [10] Avison, D., & Fitzgerald, G. (2006). Methodologies for developing information systems: A historical perspective. In *The Past and Future of Information Systems: 1976–2006 and Beyond* (pp. 27-38). New York, NW, US: Springer.
- [11] Avison, D., & Fitzgerald, G. (2006). *Information systems development (4th ed.)*. London: McGraw-Hill Education
- [12] *Microsoft Azure* (2016). Dostupno: <https://azure.microsoft.com/en-us/>, pristupano: jul 2016.
- [13] Badia, A., & Lemire, D. (2011). A Call to Arms: Revisiting Database Design. *SIGMOD*, 40 (3), 61-69. doi: 10.1145/2070736.2070750
- [14] Baker, J., Bond, C., Corbett, J., Furman, J.J., Khorlin, A., Larson, J., Leon, JM., Li, Y., Lloyd, A., & Yushprakh, V. (2011). *Megastore: Providing Scalable, Highly Available Storage for Interactive Services*. Conference on Innovative Database Research (CIDR '11), Asilomar, CA, USA.
- [15] Balaji, S., & Murugaiyan, M. S. (2012). Waterfall vs. V-Model vs. Agile: A comparative study on SDLC. *International Journal of Information Technology and Business Management*, 2(1), 26-30.
- [16] Barahmand, S., Ghandeharizadeh, S., & Yap, J. (2013, October). *A comparison of two physical data designs for interactive social networking actions*. In Proceedings of the 22nd ACM international conference on Information & Knowledge Management (pp. 949-958). ACM.
- [17] Batini, C., Ceri, S. & Navathe, S. B. (1992). *Conceptual Database Design: An Entity-Relationship Approach*. Benjamin/Cummings.
- [18] Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. Dostupno na: <http://agilemanifesto.org/>, pristupljeno: avgust 2016.
- [19] Benzaken, V., Castagna, G., Nguyen, K., & Simeon, J. (2013). *Static and dynamic semantics of NoSQL languages*. POPL 2013, 40th ACM Symposium on Principles of Programming Languages, 101-114. ACM Press.
- [20] Bernstein, P. A., Madhavan, J., & Rahm, E. (2011). *Generic schema matching, ten years*

later. Proceedings of the VLDB Endowment, 4(11), 695-701.

- [21] Bezivin, J., Hammoudi, S., Lopes, D., & Jouault, F. (2004, September). *Applying MDA approach for web service platform*. In Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2004. EDOC 2004. Proceedings. Eighth IEEE International (pp. 58-70). IEEE.
- [22] Bjeladinović, S. & Marajnović, Z. (2016). Primena virtualizacije u Cilju Integracije Relacionih i NoSQL Baza Podataka, na Primeru Oracle-a. *Info M*, broj 57/2016. FON.
- [23] Blankers, T. (2014). *Uniface Client Manager, Data Conversion for Modern Applications, White paper*, dostupno: <http://www.uniface.com/wp-content/uploads/2015/11/wp-data-conversion.pdf>, pristupano: jul 2016.
- [24] Bondi, A. B. (2000, September). *Characteristics of scalability and their impact on performance*. In Proceedings of the 2nd international workshop on Software and performance (pp. 195-203). ACM.
- [25] Bondiombouy, C. (2014). *Query Processing in Cloud Multistore Systems* (doktorska teza), University of Montpellier, France.
- [26] Bonnet, L., Laurent, A., Sala, M., Laurent, B., & Sicard, N. (2011, August). *Reduce, you say: What nosql can do for data aggregation and bi in large repositories*. In 2011 22nd International Workshop on Database and Expert Systems Applications (pp. 483-488). IEEE.
- [27] Brewer, E. (2000). *Towards Robust Distributed Systems*. Keynote at the ACM Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC). Portland, Oregon.
- [28] Bugiotti, F., & Cabibbo, L. (2013). *An Object-Datastore Mapper Supporting NoSQL Database Design*. Dostupno: <http://cabibbo.dia.uniroma3.it/pub/ondm.pdf>, pristupano: jul 2016
- [29] Bugiotti, F., Cabibbo, L. (2013). *A Comparison of Data Models and APIs of NoSQL Datastores*. Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD '13), 63-74.
- [30] Bugiotti, F. (2012). *A model oriented approach to heterogeneity* (doktorska teza). Roma Tre University, Italia.
- [31] Bugiotti, F., Cabibbo, L., Atzeni, P., & Torlone, R. (2014, October). *Database design for NoSQL systems*. In International Conference on Conceptual Modeling (pp. 223-231). Springer International Publishing.
- [32] Calil, A., & dos Santos Mello, R. (2012). *SimpleSQL: A Relational Layer for SimpleDB*. Proceedings ADBIS'12 of the 16th East European conference on Advances in Databases and Information Systems, 99–110. doi:10.1007/978-3-642-33074-2_8
- [33] Carr, M., & Verner, J. (1997). *Prototyping and software development approaches*. City University of Hong Kong.
- [34] Cattell, R. (2010). Scalable SQL and NoSQL Data Stores. *ACM SIGMOD Record*, 39 (4), 12-27. doi:10.1145/1978915.1978919
- [35] Chang, F., Dean, J., Ghemawat, S., Hsieh, W. C., Wallach, D. A., Burrows, M., Chandra, T., Fikes, A., & Gruber, R. E. (2008). Bigtable: A distributed storage system for structured data. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*, 26(2), doi: 10.1145/1365815.1365816
- [36] Churcher, C. (2007). *Beginning Database Design From Novice to Professional Berkeley*,

CA, USA: Apress.

- [37] Codd, E. (1970). A Relational Model of Data for Large Shared Banks. *Communications of the ACM*, 13 (6), 377 – 387. doi: 10.1145/362384.362685
- [38] Curé, O., Hecht, R., Le Duc, C., & Lamolle, M. (2011, August). *Data integration over nosql stores using access path based mappings*. In International Conference on Database and Expert Systems Applications, 481-495. Springer Berlin Heidelberg.
- [39] Curino, C., Jones, E.P.C., Popa, R.A., Malviya, N., Wu, E., Madden, S., Balakrishnan, H., & Zeldovich, N. (2011). *Relational cloud: a database service for the cloud*. Proceedings on CIDR 2011, Fifth Biennial Conference on Innovative Data Systems Research, Asilomar, CA. 235–240.
- [40] Cuzzocrea, A., Bellatreche, L., & Song, IY. (2013). *Data Warehousing and OLAP over Big Data: Current challenges and future research directions*. Proceedings DOLAP '13 Proceedings of the sixteenth international workshop on Data warehousing and OLAP. doi:10.1145/2513190.2517828
- [41] Cuzzocrea, A., Saccà, D., & Ullman, J. (2013). *Big data: A research agenda*. Proceedings IDEAS '13 Proceedings of the 17th International Database Engineering & Applications Symposium, 198 – 203. doi: 10.1145/2513591.2527071
- [42] da Silva, C. (2011). *Data Modeling with NoSQL: How, When and Why?* (master teza), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
- [43] de Lima, C., dos Santos Mello, R. (2015). *A Workload-Driven Logical Design Approach for NoSQL Document Databases*. iiWAS '15, 73:1-73:10, Brussels, Belgium. doi: 10.1145/2837185.2837218
- [44] De Virgilio, R., Maccioni, A., & Torlone, R. (2014). *Model-Driven Design of Graph Databases*. International Conference on Conceptual Modeling, 172-185.
- [45] Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM*, 51(1), 107-113.
- [46] Doan, A., Halevy, A. Y., & Ives, Z. G. (2012). *Principles of Data Integration*. Morgan Kaufmann.
- [47] Dykstra, D. (2012). *Comparison of the Frontier Distributed Database Caching System to NoSQL Databases*. International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP2012).
- [48] Evans, E. (2003). *Domain-Driven Design – Tackling Complexity in the Heart of Software*. Verlag: Addison-Wesley.
- [49] Gilbert, S., & Lynch, N. (2012). Perspectives on the CAP Theorem. *Computer*, 45 (2), 30-36. doi: 10.1109/MC.2011.389
- [50] Grolinger, K., Hayes, M., W., Higashino, W., & Capretz, M. (2014). *Challenges for MapReduce in Big Data*. Electrical and Computer Engineering Publications. Dostupno: <http://ir.lib.uwo.ca/electricalpub/44>, pristupano: jun 2016.
- [51] Grolinger, K., Higashino, W., Tiwari, A., & Capretz, M. (2013). Data management in cloud environments: NoSQL and NewSQL data stores. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 22 (2). DOI: 10.1186/2192-113X-2-22
- [52] Gurevich, Y. (2015). Comparative Survey of NoSQL/NewSQL DB Systems (doktorska teza), The Open University.

- [53] Hacigumus, H., Tatemura, J., Hsiung, W.P., Moon, H.J., Po, O., Sawires, A., Chi, Y., & Jafarpour, H. (2010). *CloudDB: One Size Fits All Revived*. 6th World Congress on Services, 148–149. doi: 10.1109/SERVICES.2010.96
- [54] Hacigümüs, H., Tatemura, J., Hsiung, W. P., Moon, H. J., Po, O., Sawires, A., & Jafarpour, H. (2010, July). *CloudDB: One size fits all revived*. In 2010 6th World Congress on Services (pp. 148-149). IEEE.
- [55] Han, J., Haihong, E., Le, G., & Du, J. (2011). *Survey on NoSQL database*. 6th International Conference on Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 363–366. doi: 10.1109/ICPCA.2011.6106531
- [56] Hanine, M., Bendarag, A., & Boutkhoul, O. (2016). Data Migration Methodology from Relational to NoSQL Databases. World Academy of Science, Engineering and Technology, *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 9(12), 2369-2373.
- [57] Hecht, R., & Jablonski, S. (2011). *Nosql evaluation*. In International conference on cloud and service computing, 336 - 341. IEEE.
- [58] Helland, P. (2007). *Life beyond Distributed Transactions: an Apostate's Opinion*. In CIDR, 3rd Biennial Conference on Innovative DataSystems Research (CIDR), 132 – 141, California USA.
- [59] Hill, Z., & Humphrey, M. (2010). *CSAL: A cloud storage abstraction layer to enable portable cloud applications*. In Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2010 IEEE Second International Conference on Cloud Computing, 504-511. IEEE.
- [60] Holzschuher, F., & Peinl, R. (2013, March). *Performance of graph query languages: comparison of cypher, gremlin and native access in Neo4j*. In Proceedings of the Joint EDBT/ICDT 2013 Workshops, 195-204. ACM.
- [61] Isaias, P., & Issa, T. (2015). *High level models and methodologies for information systems*. New York, NW, US: Springer.
- [62] *ISO/IEC JTC 1 /SC 32 Data Management and Interchange* (1997), Dostupno: http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=45342, pristupano: jul 2016.
- [63] Jirava, P. (2004). *System development life cycle*. Scientific papers of the University of Pardubice. Series D Faculty of Economics and Administration. 9 (2004), 118–125.
- [64] Kaisler, S., Armour, F., Espinosa, J. A., & Money, W. (2013). *Big data: issues and challenges moving forward*. In *System Sciences (HICSS)*, 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2013), 995-1004. IEEE.
- [65] Katsov, I. (2012). *NoSQL Data Modeling Tehniques*. Dostupno: <https://highlyscalable.wordpress.com/2012/03/01/nosql-data-modeling-techniques/>, pristupano: jun 2016.
- [66] Khan, S., & Mane, V. (2013). SQL support over MongoDB using metadata. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(10), 1-5.
- [67] Klein, J., Gorton, I., Ernst, N., Donohoe, P., Pham, K., & Matser, C. (2015). *Application-Specific Evaluation of NoSQL Databases*. 2015 IEEE International Congress on Big Data, 526-534. doi: 10.1109/BigDataCongress.2015.83
- [68] Kozielski, S., Mrozek, D., Kasprowski, P., Małysiak-Mrozek, B., & Kostrzewa, D. (Eds.). (2014). *Beyond Databases, Architectures, and Structures*. 10th International Conference,

- BDAS 2014, Ustron, Poland, May 27-30, 2014. Proceedings (Vol. 424). Springer.
- [69] Lake, P., & Crowther, P. (2013). *Concise Guide to Databases*. London: Springer.
 - [70] Lamllari, R. (2013). *Extending a Methodology for Migration of the Database Layer to the Cloud Considering Relational Database Schema Migration to NoSQL* (master teza), Institute of Architecture of Application Systems, University of Stuttgart.
 - [71] Lawrence, R. (2014). *Integration and Virtualization of Relational SQL and NoSQL Systems including MySQL and MongoDB*. International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, 285-290.
 - [72] Lazarević, B., & Nešković, S. (1997). Sistemska-teorijska kritika objektno orjentisanih pristupa razvoju softvera. *Info Science*, 5(4), 17–23.
 - [73] Lazarević, B., Marjanović, Z., Aničić, N., & Babarogić, S. (2006). *Baze podataka (treće izdanje)*. Beograd: FON
 - [74] Li, Z., & Manoharan, S. (2013). *A performance comparison of SQL and NOSQL databases*. Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM), 2013 IEEE Pacific Rim Conference, 15-19.
 - [75] Liao, C.S., Shih, J.M., & Chang, R.S. (2013). Simplifying map reduce data processing. *IJCSE* 8(3), 219–226.
 - [76] Livenson, I., & Laure, E. (2011). *Towards transparent integration of heterogeneous cloud storage platforms*. Proceedings of the Fourth International Workshop on Data-intensive Distributed Computing, 27–34.
 - [77] Lourenço, J.R., Abramova, V., Vieira, M., Cabral, B., & Bernardino, J. (2015). NoSQL databases: a software engineering perspective. Poglavlje u: *New Contributions in Information Systems and Technologies*, Volume 1 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, 741-750. Berlin: Springer.
 - [78] Loutas, N., Kamateri, E. & Tarabanis, K. (2011) *A semantic interoperability framework for cloud platform as a service*. IEEE Third International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 280–287.
 - [79] Luo, Y., Picalausa, F., H.L.Fletcher, G., Hidders, J., & Vansummeren, S. (2012). Storing and indexing massive RDF data sets. Poglavlje u: De Virgilio, R., Guerra, F., Velegakis, Y. (urednici), *Semantic Search over the Web*, 31–60. Berlin: Springer.
 - [80] Maatuk, A., Ali, Akhtar, & Rossiter, N. (2008) *Relational Database Migration: A Perspective*, School of Computing, Engineering & Information Sciences. DEXA 2008 19th International Workshop on Database and Expert Systems Applications, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, UK
 - [81] Manteghi, N., & Jahromi, S. K. (2012). Designing accounting information system using SSADM1 Case Study: South Fars Power Generation Management Company (SFPGMC). *Procedia Technology*, 1, 308-312.
 - [82] Marjanović, Z., Aničić, N., & Babarogić, S. (2000) *Prošireni model Objekti-veze skripta*, Beograd: FON LabIS
 - [83] Mason, T., & Lawrence, R. (2005). *Dynamic Database Integration in a JDBC Driver*. International Conference on Enterprise Information Systems (1) 326–333.
 - [84] Melnik, S., Gubarev, A., Long, J. J., Romer, G., Shivakumar, S., Tolton, M., & Vassilakis, T. (2010). *Dremel: interactive analysis of web-scale datasets*. Proceedings of

the VLDB Endowment, 3(1-2), 330-339.

- [85] Melton, J., Michels, J. E., Josifovski, V., Kulkarni, K., & Schwarz, P. (2002). SQL/MED: a status report. *ACM SIGMOD Record*, 31(3), 81-89. doi: 10.1145/601858.601877
- [86] Mohan, C. (2013) History repeats itself: sensible and NonsenSQL aspects of the NoSQL hoopla. In EDBT 2013, pages 11–16
- [87] Nakabasami, K., Amagasa, T., & Kitagawa, H. (2013). *Querying MongoDB with LINQ in a Server-Side JavaScript Environment*. 16th International Conference on NetworkBased Information Systems, 344-349.
- [88] Nance, C., Losser, T., Iype, R., & Harmon, G. (2013, March). *Nosql vs rdbms-why there is room for both*. In Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference, 111-116.
- [89] Nyati, S.S., Pawar, S., & Ingle, R. (2014). *Performance Evaluation of Unstructured NoSQL data over distributed framework*. International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 1623-1627.
- [90] *OpenCypher*. (2016). Dostupno: <http://www.opencypher.org/>, pristupano: avgust 2016.
- [91] An Oracle White Paper, (2013). *Migrating Applications and Databases with Oracle Database 12c*. Dostupno: <http://www.oracle.com/technetwork/database/migration/migrating-to-oracle-database-wp-12c-1896125.pdf>, pristupano: avgust 2016.
- [92] Oracle White paper (2016). Dostupno: <http://www.oracle.com/technetwork/products/nosqldb/learnmore/nosql-database-data-sheet-498054.pdf>, pristupano: avgust 2016.
- [93] Pokorny, J. (2011). *NoSQL Databases: a step to database scalability in Web environment*. Proceedings of the 13th International Conference on Information Integration and Web-based Applications and Services (iiWAS '11), 278-283.
- [94] Pokorny, J. (2013). NoSQL databases: a step to database scalability in web environment. *International Journal of Web Information Systems*, 9(1), 69-82.
- [95] Polese, G., & Vacca, M. (2009). *A dialogue-based model for the query synchronization problem*. IEEE 5th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing, 67–70.
- [96] Potey, M., Digraze, M., Deshmukh, G., & Nerkar, M. (2015). *Database Migration from Structured Database to non-Structured Database*. IJCA Proceedings on International Conference on Recent Trends & Advancements in Engineering Technology (ICRTAET '15), 1, 1-3.
- [97] Rahm, E., & Bernstein, P. A. (2001). A survey of approaches to automatic schema matching. *VLDB Journal*, 10 (4), 334–350.
- [98] Rob, M. A. (2004). Issues of structured vs. object-oriented methodology of systems analysis and design. *Issues in Information Systems*, 5(1), 275-280.
- [99] Roijackers, J., & Fletcher, G. H. (2013, July). *On bridging relational- and document-centric data stores*. In British National Conference on Databases, 135-148. Springer Berlin Heidelberg.
- [100] Royce, W. W. (1970, August). *Managing the development of large software systems*. In proceedings of IEEE WESCON, 26 (8), 328-338.

- [101] Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2004). *Unified Modeling Language Reference Manual*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley.
- [102] Sadalage P.J., & Fowler M. (2012). *NoSQL Distilled: A Brief Guide to the Emerging World of Polyglot Persistence*. Pearson Education, India.
- [103] Sakr, S., & Al-Naymat, G. (2010). Graph indexing and querying: a review. *International Journal of Web Information Systems*, 6(2), 101-120.
- [104] Sakr, S., & Pardede, E. (2011). *Graph data management: techniques and applications (prvo izdanje)*. IGI Global.
- [105] Sakr, S. (2014). Cloud-hosted databases: technologies, challenges and opportunities. *Cluster Computing*, 17(2), 487-502.
- [106] Sellami, R. (2016). *Supporting multiple data stores based applications in cloud environments* (doktorska teza), Universit e Paris-Saclay.
- [107] Sellami, R., Bhiri, S., & Defude, B. (2014, June). *ODBAPI: a unified REST API for relational and NoSQL data stores*. In 2014 IEEE International Congress on Big Data, 653-660. IEEE.
- [108] Shirazi, M. N., Kuan, H. C., & Dolatabadi, H. (2012, June). *Design Patterns to Enable Data Portability between Clouds' Databases*. In Computational Science and Its Applications (ICCSA), 2012 12th International Conference on Computational Science and Its Applications, 117-120. IEEE.
- [109] SolidIT (2017). DB-Engines Ranking. Dostupno: <https://db-engines.com/en/ranking>, pristupano: februar 2017
- [110] Sommerville, I. (2001). *Software engineering (deveto izdanje)*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley. ISBN 10: 0-13-703515-2 ISBN 13: 978-0-13-703515-1
- [111] *SparQL Query Language for RDF* (2008). Dostupno: <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, pristupano: jul 2016
- [112] *SQLite* (2016). Dostupno: <https://www.sqlite.org/>, pristupano: avgust 2016
- [113] Stonebraker, M., & Cattell, R. (2011). 10 rules for scalable performance in simple operation data stores. *Communications of the ACM*, 54(6), 72-80.
- [114] Stonebraker, M. (2010). SQL databases v. NoSQL databases. *Communications of the ACM*, 53(4), 10-11.
- [115] Stonebraker, M. (2012). NewSQL: An Alternative to NoSQL and Old SQL for New OLTP Apps. *Communications of the ACM*. izvor: <http://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/109710-new-sql-an-alternative-to-nosql-and-old-sql-for-new-oltp-apps/fulltext>, pristupano: jun 2016.
- [116] Stonebraker, M., Madden, S., Abadi, D. J., Harizopoulos, S., Hachem, N., & Helland, P. (2007). *The end of an architectural era: (it's time for a complete rewrite)*. In Proceedings of the 33rd international conference on Very large data bases, 1150-1160. VLDB Endowment.
- [117] Strauch, C., Sites, U. L. S., & Kriha, W. (2011). *NoSQL databases*. Lecture Notes, Stuttgart Media University.
- [118] Tahara, D., Diamond, T., & Abadi, D. J. (2014, June). *Sinew: a SQL system for multi-structured data*. In Proceedings of the 2014 ACM SIGMOD international conference on

Management of data (pp. 815-826). ACM.

- [119] Tatemura, J., Po, O., Hsiung, W. P., & Hacigümüş, H. (2012, May). *Partique: An elastic SQL engine over key-value stores*. In Proceedings of the 2012 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (pp. 629-632). ACM.
- [120] Teorey, T. J., Lightstone, S. S., Nadeau, T., & Jagadish, H. V. (2011). *Database modeling and design: logical design*. Elsevier.
- [121] Valer, H., Sauer, C., & Härder, T. (2013, February). *XQuery processing over NoSQL stores*. In Grundlagen von Datenbanken, 75-80.
- [122] van Ombergen, S. (2014) *A Comparison of Five Document-Store Query Languages - Finding a suitable standard* (master teza), University of Amsterdam
- [123] Varga, V., János-Rancz, K. T., & Kálmán, B. (2016). Conceptual Design of Document NoSQL Database with Formal Concept Analysis. *Acta Polytechnica Hungarica*, 13(2).
- [124] Vilaça, R., Cruz, F., Pereira, J., & Oliveira, R. (2013). *An effective scalable SQL engine for nosql databases*. IFIP International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems, 155-168. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag Berlin.
- [125] Wang, X., Chen, H., & Wang, Z. (2013, December). *Research on improvement of dynamic load balancing in MongoDB*. In Dependable, Autonomic and Secure Computing (DASC), 2013 IEEE 11th International Conference on, 124-130. IEEE.
- [126] Wei, Z. (2012). *Scalable data management for web applications*. VU University Press.
- [127] Wu, C. M., Huang, Y. F., & Lee, J. (2015). Comparisons between mongodb and ms-sql databases on the two website. *American Journal of Software Engineering and Applications*, 4(2).
- [128] Zhu, J., & Wang, A. (2012). *Data Modeling for Big Data*. White paper. CA technologies, Beijing.

3. Полазне хипотезе

Анализом доступне литературе, а у складу са предметом и циљем истраживања докторске дисертације, успостављене су следећа општа и посебне хипотезе, које ће у дисертацији бити потврђене или оповргнуте:

Општа хипотеза:

- Могуће је развити методолошки приступ за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података, који ће обухватити специфичности у пројектовању *SQL* и *NoSQL* компоненте хибридне базе података и који ће омогућити њихово интегрално коришћење

Посебне хипотезе:

- Појединачни постојећи приступи пројектовања база података не могу на адекватан начин одговорити специфичним потребама пројектовања хибридне *SQL/NoSQL* базе података, које проистичу из хетерогених карактеристика њене *SQL* и *NoSQL* компоненте
- Степен структурираности података може послужити као критеријум за одређивање оправданости развоја хибридне *SQL/NoSQL* базе података
- Хибридном *SQL/NoSQL* базом података може се остварити интегрална и униформна употреба *SQL* и *NoSQL* база података

4. Научне методе истраживања

У циљу потврде или оповргавања постављених хипотеза, у раду ће бити коришћене различите методе истраживања. Почетни део рада биће заснован на методама прикупљања, систематизације и анализе постојећих радова из домена. Применом аналитичко-дедуктивне методе, биће издвојени радови директно повезани са предметом истраживања, за које ће бити дат сажетак. Метода компарације биће коришћена за поређење постојећих приступа, док ће метода синтезе бити коришћена за уопштавање и повезивање аспеката пројектовања у интегралну целину. Методе моделовања и пројектовања биће коришћене за израду новог методолошког приступа, док ће метода тестирања бити коришћена у циљу верификације предложеног приступа на реалном примеру.

5. Очекивани научни допринос

Допринос ове докторске дисертације представља развој новог методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података, а који ће бити примењен и тестиран на реалном примеру. Сходно томе, још подробније је могуће дефинисати очекиване доприносе ове дисертације:

- Предлог новог методолошког приступа пројектовања хибридне *SQL/NoSQL* базе података, који ће бити примењив за пројектовање нових база података или редизајн постојећих база података. Специфичности пројектовања *SQL* и *NoSQL* база података биће обухваћене овим приступом, који ће *SQL* и *NoSQL* базе података третирали као компоненте јединствене логичке, хибридне *SQL/NoSQL* базе података;
- Предлог новог приступа за интегрално коришћење *SQL* и *NoSQL* компоненти хибридне *SQL/NoSQL* базе података

Поред наведених основних научних доприноса очекују се и следећи стручни доприноси:

- Прикупљање, анализа и систематизација постојећих знања у области;
- Идентификација и кратак опис расположивих техника и приступа за пројектовање *SQL* и *NoSQL* база података;
- Утврђивање оправданости пројектовања хибридне *SQL/NoSQL* базе података, на основу корисничких захтева и стварних потреба пословања;
- Анализа постојећих начина интеграције *SQL* и *NoSQL* база података;
- Приказ примене приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података на реалном примеру. Компаративна анализа изабраних карактеристика тако испројектоване хибридне *SQL/NoSQL* базе података са традиционално испројектованом базом података.

6. План истраживања и структура рада

Приликом израде докторске дисертације, истраживање ће бити усмерено на прикупљање, анализу и систематизацију референтне литературе. Биће анализирани постојећи приступи пројектовања и коришћења *SQL* и *NoSQL* база података, оправданост пројектовања и коришћења хибридне *SQL/NoSQL* базе података, а у циљу потврђивање или оповргавања почетних хипотеза.

Структура рада ће бити конципирана тако да уводно поглавље садржи предмет и циљеве истраживања, постављене хипотезе и методе истраживања које ће бити

коришћене приликом писања дисертације. Након тога, биће објашњени основни концепти везани за базе података, као и типови база података који су од значаја за овај рад. С' обзиром да предложени приступ обухвата пројектовање хибридне *SQL/NoSQL* базе података и њено коришћење, сваки од наведених аспеката ће бити описан у засебном поглављу, при чему ће им претходити поглавља са прегледом референтних радова везаних за пројектовање и коришћење, респективно. Опис доступних техника и приступа за пројектовање *SQL* и *NoSQL* база података биће наведен у трећем поглављу. У четвртном поглављу биће дат предлог новог методолошког приступа за пројектовање хибридне *SQL/NoSQL* базе података, чије ће компоненте бити *SQL* и *NoSQL* базе података. Овај приступ ће узети у обзир специфичности пројектовања *SQL* и *NoSQL* компоненти хибридне базе података, увешће критеријум за утврђивање оправданости развоја хибридне базе података, у ситуацији када се пројектује нова база података и у ситуацији када се спроводи редизајн постојеће базе података. У наредном поглављу ће бити презентовани постојећи приступи у интеграцији *SQL* и *NoSQL* база података, као полазне основе за дефинисање новог приступа коришћења хибридне *SQL/NoSQL* базе података. У поглављу шест ће бити представљен приступ за униформно коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података, без обзира да ли се приступа *SQL* или *NoSQL* компоненти хибридне базе података. У седмом поглављу, нови приступ ће бити примењен на реалном примеру. Ово поглавље ће садржати анализу оправданости пројектовања хибридне *SQL/NoSQL* базе података, примену новог приступа у пројектовању на конкретном примеру, приказ добијеног решења, поређење остварених резултата тако испројектоване хибридне базе података са традиционалном базом података и приказ униформног начина коришћења хибридне *SQL/NoSQL* базе података, без обзира којој компоненти се приступа (*SQL* или *NoSQL*). На крају, биће дат закључак и списак коришћене литературе.

Оквирни садржај докторске дисертације по поглављима дат је у наставку.

1. Увод
2. Основни концепти и типови база података
3. Технике и приступи за пројектовање *SQL* и *NoSQL* база података
4. Предлог методолошког приступа за пројектовање хибридне *SQL/NoSQL* базе података
5. Постојећи приступи у интеграцији *SQL* и *NoSQL* база података
6. Предлог приступа за униформно коришћење *SQL* и *NoSQL* база података заснованог на хибридној *SQL/NoSQL* бази података
7. Пример примене предложеног приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података и приказ остварених резултата
8. Закључак
9. Литература

7. Закључак и предлог

На основу изложеног у овом извештају, може се закључити да кандидат Срђа Бјеладиновић поседује неопходна знања за успешан рад на докторској дисертацији и испуњава све услове, предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Факултета, за одобрење израде докторске дисертације под насловом „Развој методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне *SQL/NoSQL* базе података“. Предложена тема спада у научна подручја која се развијају на Факултету организационих наука. Тема докторске дисертације по предмету истраживања, садржају и очекиваним доприносима представља значајно подручје истраживања, како са

теоријског, тако и са аспекта примене у пракси, у области Техничких наука, уже научне области Информационих система.

Комисија је констатовала да кандидат Срђа Бјеладиновић испуњава формалне услове и поседује све потребне квалификације за одобравање израде докторске дисертације на предложеној тему.

На основу изнетог, Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да кандидату Срђи Бјеладиновић одобри израду дисертације под називом:

**„Развој методолошког приступа за пројектовање и коришћење хибридне
SQL/NoSQL базе података“**

и да се за ментора именује др Зоран Марјановић, редовни професор Факултета организационих наука.

У Београду, 07.03.2018.

Чланови Комисије

др Зоран Марјановић, редовни професор - ментор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

др Слађан Бабарогић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

др Иван Луковић, редовни професор за научну област
Примењено рачунарство и информатика,
Универзитета у Новом Саду, Факултет техничких наука