

Doktorske studije informatike u svetu

Seminarski rad u okviru kursa
Metodologija stručnog i naučnog rada
Matematički fakultet

Petar Tešić, Jovan Marković
posteru.ole@gmail.com, markovicjovan26@gmail.com

22. novembar 2022.

Sažetak

Svrha ovog rada je predstavljanje i približavanje ideje o doktorskim studijama, promocija obrazovanja, kao i pružanje odgovora na samo neka od pitanja koja buduće studente doktorskih studija najviše zanimaju. Najpre je dat istorijat razvoja doktorskih studija kako bi se stekla vizija nasleđa kojeg svi budući doktori nauka treba da budu svesni. U nastavku rada je fokus prebačen na doktorske studije informatike, na to šta one zapravo predstavljaju, vredi li ih upisati, šta se sa njihovom diplomom može postići i na kojim to univerzitetima bi budući studenti imali najbolje uslove za završavanje istih.

Sadržaj

1	Uvod	3
2	Nastanak i razvoj	3
3	Doktorske studije danas	3
4	Šta su doktorske studije informatike?	5
5	Koji su uslovi za upis na doktorske studije?	5
6	Čime se studenti bave na doktorskim studijama informatike?	5
7	Koliko je značajan doktorat za rad u IT industriji?	6
8	Za koje poslove je značajna diploma doktora računarskih nauka?	6
9	Deset prestižnih univerziteta	7
9.1	Massachusetts Institute of Technology	7
9.2	Harvard University	8
9.3	Stanford University	8
9.4	University of Oxford	9
9.5	University of Cambridge	9
9.6	Ecole Polytechnique Federale de Lausanne	10

9.7	ETH Zurich	10
9.8	Technical University of Munich	10
9.9	Institut Polytechnique de Paris	11
9.10	Peking University	12
10	Zaključak	12
	Literatura	12

1 Uvod

U današnje vreme, doktorske studije predstavljaju osmi stepen obrazovanja (mada se po rangiranju pojedinih zemalja mogu i drugačije kategorizovati, kao nivo 8, 9, 10...). Kroz Bolonjski proces, doktorske studije nisu više isključivo istraživački orijentisane, već poprimaju oblik sličan master i osnovnim akademskim studijama. Drugačiji pristup se ogleda u nastavnoj komponenti koja je uključena u proces obrazovanja. Opšta ideja je da se doktorske studije ne razlikuju previše od prethodnih nivoa učenja kako bi se omasovilo studiranje na sva tri ciklusa, proizašla iz težnje ka procesu globalizacije i stvaranja jače "elitne zajednice" koja bi ispratila socijalne, ekonomske i kulturološke promene u društvu. Uslov za dobijanje zvanja doktora nauka ostvaruje se nakon odbrane doktorskog rada, istraživanja koje iziskuje punu posvećenost u radu, kao i prožanje originalnih ideja uz ostvarivanje ličnog doprinosa iz odabrane oblasti istraživanja.

2 Nastanak i razvoj

Iako je ustaljeno mišljenje da crkva i akademska zajednica nemaju ništa zajedničko i da se međusobno osporavaju u svim svojim stavovima, činjenica je da je upravo crkva ta koja je odgovorna za nastanak univerziteta kakve danas poznajemo. Najraniji univerziteti razvili su se u Evropi, sredinom 12. veka u Parizu, Oksfordu i Bolonji, zajedno sa nastankom esnafa, zajednice koja ih vodi. Esnaf su činili doktori, predavači, kojima je Crkva izdavala "licentia docendi" (prev. sa latinskog: Dozvola za podučavanje). I sama titula doktora, nastala od latinske reči docere - podučavati, sticala se u srednjim godinama i vezivana je za podučavanje i životnu posvećenost širenju znanja.

Univerzitet je predstavljao zajednicu doktora, međutim, oni nisu bili organizovani unutar nekog zdanja ili kampusa, već su delovali kao grupa intelektualaca koja je na različitim pogodnim mestima okupljala slušaoce. U najranijim fazama razvoja, sa obzirom na usku povezanost sa crkvom, školama je upravljao kancelar, kojeg je imenovala crkvena vlast, biskup. Univerziteti su dovlačili ljude iz manjih zajednica u gradove, što je doprinosilo ekonomskom blagostanju u njima, pa su im lokalni feudalci davali brojne privilegije. Papska vlast je 1213. godine obezbedila univerzalni značaj tituli doktora, tako da je to zvanje važno ne samo na univerzitetu gde je student završio školovanje, već u celom hrišćanskom svetu. Papa Grigorije IX je 1231. izdao povelju kojom su se, najpre Pariški, a kasnije i ostali univerziteti, stavili pod njegovu zaštitu.

Tek u Nemačkoj u 19. veku, u epohi ogromnog razvoja savremenih nauka, stizanje zvanja doktora je počelo da se isključivo vezuje za istraživački doprinos. Ovde je nastala u mnogim zemljama danas popularna titula PhD, odnosno Philosophiæ Doctor, doktor filozofije (odnosno doktor nauka), a za čije je sticanje neophodno bilo napisati disertaciju koja sadrži originalan naučni rad. Do kraja veka, zahvaljujući brojnim američkim studentima na nemačkim univerzitetima, ova praksa se proširila na SAD, a početkom 20. veka i na ostatak Evrope.

3 Doktorske studije danas

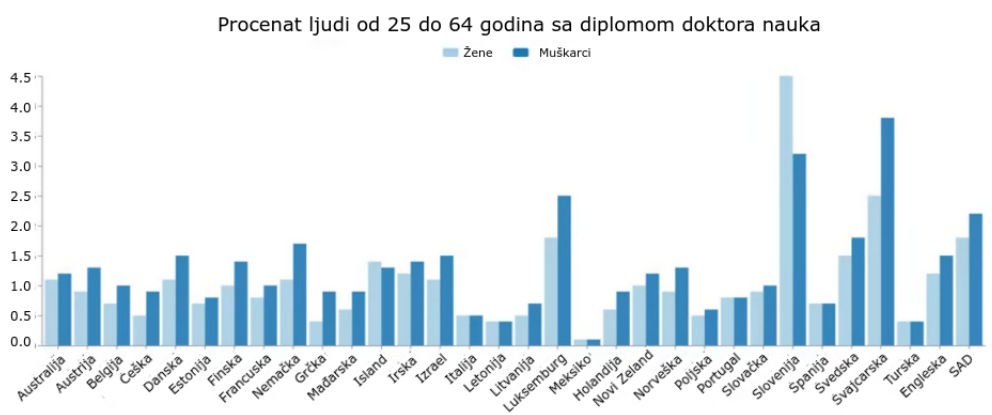
Zajedno sa povećanjem broja studenata u svetu, raste i broj doktora nauka. Ovaj broj, ipak, i dalje je na niskom nivou, imajući u vidu da je

zamlja sa najvećim procentom doktora nauka Slovenija, gde je taj broj 5%, prema godišnjem izveštaju OECD-a, organizacije koja obuhvata 38 članica država u svetu. Druga po redu je Švajcarska sa 3% i na dalje zemlje sa 2% i manje, što je i predstavljeno tabelom na slici 1.

Države sa najvećim procentom ljudi od 25 do 64 godina sa diplomom doktora nauka	
Slovenija	5%
Švajcarska	3%
Luksemburg	2%
SAD	2%
Švedska	2%
Ujedinjeno Kraljevstvo	2%
Nemačka	2%
Australija	2%

Slika 1: Izvor: OECD, 2021. godina

Prema istom izveštaju, takođe je i veći procenat muške populacije koja ima završene doktorske studije u odnosu na žensku, mada to, zanimljivo, nije i slučaj sa Slovenijom (kao ni sa Islandom).



Slika 2: Izvor: OECD, 2019. godina

Procenti predstavljeni na slici 2 zapravo predstavljaju poboljšanje u odnosu na prethodne godine i pokazuju veću zastupljenost žena sa završenim doktorskim studijama.

4 Šta su doktorske studije informatike?

Doktorske studije informatike sprovode se u celom svetu i obuhvataju širok spektar mogućih tema koje se tiču programiranja, matematike i statističkih metoda, kao i različitim tehnologijama i metodologijama u njima. Kako je ova naučna disciplina relativno nova, od budućih doktora informatike očekuje se posvećenost i inovativnost u njihovim radovima. Dužina trajanja studija varira od tri-četiri godine punog radnog vremena do šest i više godina sa polovinom radnog vremena. Moguće je završiti studije za dve godine, ali osim što je to izuzetno teško, na nekim univerzitetima nije ni moguće jer postoji donja granica godina trajanja studija. Upravo ovo je razlog zbog kojeg dosta ljudi odlučuje da ne upiše doktorske studije, već to vreme iskoristi za napredovanje u poslu. Što se tiče finansiranje, česta je pojava da doktorand (osoba koja je upisala doktorske studije) dobija stipendiju za oblast koju istražuje, ili čak prima platu za to, iz državnih i privatnih fondova, međutim, ni to ne predstavlja dovoljan podsticaj da više ljudi odabere ovaj put u svom akademskom razvoju.

5 Koji su uslovi za upis na doktorske studije?

Kao najviši stepen obrazovanja, doktorske studije se upisuju nakon završenih master studija, mada neke institucije dozvoljavaju i upis odmah nakon osnovnih studija. Neki univerziteti tekode pružaju mogućnost "unapređivanja" ili "ubrzavanja" master diplome u diplomu doktora nauka, pod uslovom da osoba poseduje neophodne ocene, znanje i sposobnosti za istraživanjem. Prijem na doktorske studije umnogome zavisi od ocena kandidata (obično uzimajući u obzir ocene i na osnovnim i na master studijama) kao i ukupnih prijemnih kapaciteta. Obično se zahteva da je prosečna ocena za studenta u vrhu u odnosu na ostale studente, ali je ponekad dovoljno i da je kandidat samo u gornjoj polovini po uspešnosti. U zavisnosti od načina finansiranja, ukoliko neki kandidati sami plaćaju svoje školovanje, moguć je upis i sa slabijim ocenama. Po upisu doktorskih studija naophodno je odabrati profesora koji će da nadgleda rad doktoranda i koji ima iskustva u ciljanoj oblasti istraživanja. Na nekim univerzitetima odabir profesora supervizora je neophodan kriterijum kako bi se formalno izvršio upis. Postoji i mogućnost da fakultet gde kandidat želi da upiše doktorske studije traži od njega i ličnu izjavu, esej u kojem bi demonstrirao svoju želju za odabranom temom, izabranim fakultetom ili uopšteno studijama. Još jedan od mogućih uslova su i preporuke od drugih profesora, sa fokusom na željenu oblast istraživanja, kao i dokaz o poznavanju nekog od jezika na kojima je moguće studirati u datoj instituciji.

6 Čime se studenti bave na doktorskim studijama informatike?

Svrha doktorskih studija informatike je osposobljavanje studenata za kvalitetan i samostalan naučno-istraživački rad u nekoj od informatičkih oblasti. Programi ovih studija su uglavnom koncipirani tako da studente upoznaju s aktuelnim naučnim dostignućima, da ih osposobljavaju za kritičko ocenjivanje dostupnih naučnih rezultata, objavljivanje radova u

oblasti informatike, kao organizovanje i vođenje naučno-istraživačkih projekata i timova. Studenti su, takođe, osposobljeni da publikuju radove u oblasti informacionih sistema i tehnologija i srodnih naučnih oblasti.

Svršeni studenti doktorskih studija treba da nastave da unapređuju svoja akademska znanja veštine, te da sticanjem kompetencija koje su društveno opravdane, korisne i izrazito tražene u savremenom, digitalnom dobu, doprinose daljem razvoju društva.

U prvoj godini, doktorandi često moraju položiti kurseve koji obezbeđuju napredne koncepte, teorije i primene iz različitih informatičkih oblasti. Nakon toga, pristupa se pisanju doktorske disertacije pod nadzorom odabranog mentora. Doktorska disertacija predstavlja naučno-istraživački projekat kome se treba pristupiti krajnje ozbiljno i koji iziskuje dosta vremena. Nakon što je ona završena i odobrena od strane mentora, disertacija se brani usmeno, pred fakultetskom komisijom. Ukoliko komisija oceni da sprovedeno istraživanje zadovoljava zadate kriterijume, tada student postaje priznati doktor informatičkih nauka. Neki programi, takođe, uključuju i nastavno iskustvo ili praksu.

7 Koliko je značajan doktorat za rad u IT industriji?

Za izradu većine industrijskih poslova nisu potrebni ljudi sa diplomom doktorskih studija. Međutim, postoje određene informatičke oblasti poput dubokog učenja (eng. Deep Learning), nauke o podacima (eng. Data Science), kompjuterskog vida (eng. Computer Vision) i mnogih drugih u kojima velike korporacije žele da naprave proboje i u te svrhe angažuju visokoobrazovne ljude, usko specijalizovane za oblasti od njihovog interesa. Prednosti ljudi sa završenim doktorskim studijama u odnosu na druge je u njihovom teorijskom i formalnom pristupu problemima, kao i visoka osposobljenost za istraživanjem i proučavanjem postojećih problema. Ukoliko biste prelistali otvorene pozicije u vodećim IT kompanijama vrlo je verovatno da ćete među njima pronaći istraživačke pozicije namenjene isključivo studentima doktorskih studija. Mišljenja smo da se ta stvarnost neće još dugo menjati. To je možda jedan od retkih primera saradnje i sinestezije akademije i industrije, koga, vrlo moguće, veliki broj studenata nije ni svestan.

8 Za koje poslove je značajna diploma doktora racunarskih nauka?

Iako veliku većinu istih poslova mogu obavljati IT stručnjaci sa i bez doktorata, postoje oblasti i pozicije koje su ipak rezervisane za nešto kvalifikovanije. Neki od poslova koje ostvaruju ljudi sa doktoratima su:

-Profesori na fakultetu

Da bi neko bio profesor na fakultetu, neophodno je da ima diplomu doktorskih studija, tako da nije iznenađujuće što je ovo upravo i najtraženiji posao po završenim doktorskim studijama, a često u okviru istog fakulteta gde je student stekao zvanje doktora. Ova cenjena i dobro plaćena profesija pruža i mogućnost fleksibilnog radnog vremena, koji bi ostavilo mesta za druge poslove i istraživanja. Profesorima je takođe pružena

i velika autonomija u svom radu i organizaciji koja se retko gde može naći. Komponenta koja je ovde takođe značajna je i sigurnost posla, jer fakultetima je u interesu da imaju posvećene i kvalifikovane profesore koji bi doprineli njihovom ugledu. Statistički biro za zapošljavanje u Americi (U.S. Bureau of Labor Statistics) do 2031. godine predviđa povećanje broja profesora na fakultetima u ovoj državi za 12%.

-Rad u istraživačkim laboratorijama

Apropo odgovora na prethodno pitanje, još jednom ćemo ponoviti da velike kompanije poput Google-a, Microsoft-a, Amazon-a, Apple-a, Facebook-a i drugih imaju svoje istraživačke laboratorije. Rad u ovim kompanijama, to jest njihovim laboratorijama je moguće ostvariti i simultano sa studiranjem, mada to nije preporučljivo raditi. Nivo autonomije u radu nije velik kao kod profesora zaposlenih na fakultetu, mada može biti u različitim granicama, u zavisnosti od načina rada i veličine istraživačkih timova i oblasti kojima bi se zaposleni bavili. U novijim ili manjim istraživačkim laboratorijama postoje i razni finansijski rizici kojih zaposleni moraju da budu svesni.

-Komerrijalizacija doktorskih istraživanja

Kao što je napomenuto, istraživanja koje doktorandi sprovode treba u industriji i nauči da doprinesu svojom inovativnošću. Mnoge kompanije određene oblasti istraživanja mogu videti kao mogućnost za unapređenje i budućim doktorima informatike ponuditi stipendiranje u vremenu trajanja studija, a izvesno i posao. Cela poenta pravljenja naučnog istraživanja i jeste da nekome bude od interesa. Još jedna mogućnost komerrijalizacije je i samousavršavanje i bolja kvalifikovanost za određene poslove u odnosu na druge kandidate, mada ovaj pristup često nije motivacija za studiranje na doktorskim studijama.

9 Deset prestižnih univerziteta

Neki od najbolje rangiranih univerziteta na gotovo svim listama koje se bave validacijom kvaliteta obrazovanja biće navedeni i ukratko predstavljani u nastavku. Budući da je broj prestižnih univerziteta jako veliki i da ako bismo se odlučili za predstavljanje svakog od njih daleko povećali bismo obim ovog seminarskog rada, odlučili smo se za tačno deset univerziteta, od kojih su neki čak nešto i slabije rangirani na pomenutim listama.

9.1 Massachusetts Institute of Technology



Slika 3: Massachusetts Institute of Technology

Već dugi niz godina MIT zauzima prvo mesto na najpriznatijim listama univerziteta. Pokazuje savrsene rezultate po gotovo svim parametrima poput akademske reputacije, odnosa prema svojim studenata i broj citiranih naučnih radova. MIT je privatni istraživački univerzitet u Kembridžu u američkoj državi Masačusets. Sastoji se od pet škola i jednog koledža sa trideset dva akademska odseka. Rad ovog univerziteta bazira se na naučnom i tehničkom istraživanju.

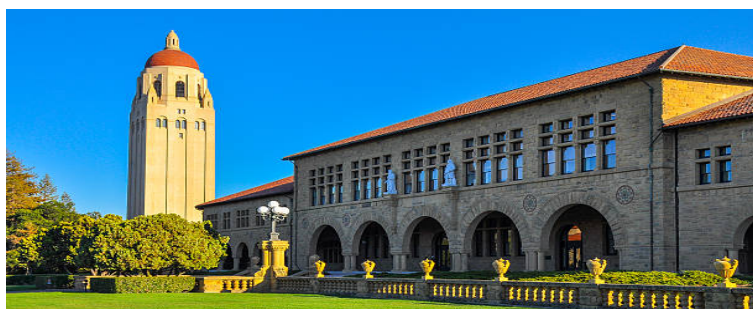
9.2 Harvard University



Slika 4: Harvard

Iako poslednjih godina retko kada zauzima prvo mesto na vec pomenutim listama, definitivno se moze smatrati prvim kada je u pitanju poslovna i akademska reputacija. Osnovan 1636. godine u Kembridžu u saveznoj državi Masačusets, privatni univerzitet Harvard najstarija je akademska institucija koj još uvek funkcioniše u SAD-u. Predstavlja jedan od osam univerziteta koji čine Ligu bršljana. Nazvan po svešteniku Džonu Harvardu, ovo je jedan od najboljih univerziteta u svetu i godišnje iznedri mnoštvo naučnika, pisaca i političara, koji se kasnije proslave.

9.3 Stanford University



Slika 5: Univerzitet Stanford

Univerzitet Liland Stanford Džunior, poznatiji kao Stanford, privatni je univerzitet u Kaliforniji u Sjedinjenim Američkim Državama i nalazi se u neposrednoj blizini Silicijumske doline. Iznedrio je veliki broj diplomaca i doktora nauka od kojih su se mnogi itekako dokazali u industriji.

Larry Page jedan od Stenfordovih doktoranata, smatra se suosnivacem kompanije Google.

9.4 University of Oxford



Slika 6: Univerzitet Oxford

Najstariji univerzitet engleskog govornog područja nalazi se u južnoj Engleskoj. Datum osnivanja univerziteta nije lako utvrditi, ali postoje svjedočanstva da se tamo odvijala nastava još u 11. veku. Univerzitet se sastoji od 38 nezavisnih koledža i šest stalnih privatnih verskih škola (sa statusom ispod statusa koledža). Univerzitet se naglo razvio počev od 1167. godine, kada je engleskim studentima zabranjeno pohađanje nastave na Univerzitetu u Parizu. Posle sukoba između studenata i lokalnog naroda 1209, neki od profesora su pobjegli na severozapad u grad Kembridž, gde su osnovali Univerzitet u Kembridžu. Od tog vremena su ova dva univerziteta veliki rivali. Godine 2007. Univerzitet je raspolagao sa 3,6 milijardi funti, imao je 19.486 studenata, od čega 7.380 postdiplomaca.

9.5 University of Cambridge

Sa sedištem u gradu Kembridžu u istočnoj Engleskoj Univerzitet Kembridž je drugi najstariji anglofonski univerzitet na svetu koji radi neprekidno od osnivanja. Njegovo ime se nekada označava sa Čantab"što potiče od latinskog imena grada Kembridž Cantabrigia, Cantabrigiensis. Moto univerziteta je: „Hinc lucem et pocula sacra“, što na latinskom znači „Oдавde svetlost i dragoceno znanje“.



Slika 7: Univerzitet Cambridge

9.6 Ecole Polytechnique Federale de Lausanne

Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL) je javni istraživački univerzitet koji se nalazi u Lozani u Švajcarskoj. Specijalizovan je za prirodne nauke i inženjerstvo. To je jedan od dva švajcarska savezna tehnološka instituta, sa tri glavne misije: obrazovanje, istraživanje i inovacije. Kao i svaki javni univerzitet u Švajcarskoj, EPFL je obavezan da odobri prijem svakom stanovniku Švajcarske koji je stekao maturu koju priznaje Švajcarska Konfederacija. Međutim, od stranih učenika se zahteva da imaju prosek završne ocene od 80škole. Kao takav, za švajcarske studente, EPFL nije selektivan u svojim procedurama za upis na osnovne studije.



Slika 8: Kampus EPFL-a

9.7 ETH Zurich



Slika 9: ETH Cirihi

Švajcarski tehnički univerzitet u Cirihi ETH najbolje je rangirana institucija u kontinentalnoj Evropi, zahvaljujući velikom broju citata naučnih radova članova ovog univerziteta. Osnovan je 1855. godine pod imenom „švajcarski politehnikum“, pod kojim je i dandanas poznat. Glavna zgrada ETH Cirihi nalazi se u samom centru grada, dok se ostali objekti nalaze u kampusu u Hongerbergu na periferiji grada.

9.8 Technical University of Munich

Tehnički univerzitet u Minhenu (skraćeno TUM) takođe je prestižan i popularan među studentima. Više puta je osvojio titulu „Univerziteta

izvrsnosti“. Uz sve više sredstava koje TUM poseduje, sada je u situaciji da konacno sprovede svoju institucionalnu strategiju TUM Agendu 2030. Da bi osiguran svoju uspesnu poziciju u buducnosti, TUM ce biti delimicno promenjen. Jedan od planova je da se 15 odeljenja transformise u 7 škola, koje će biti međusobno povezane preko Integrativnih istraživačkih instituta.



Slika 10: Tehnički univerzitet u Minhenu

9.9 Institut Polytechnique de Paris

Institut Politehnike u Parizu je javna visokoškolska i istraživačka institucija koja se sastoji od pet prestižnih francuskih inženjerskih škola: Ecole Polytechnique, ENSTA Paris, ENSAE Paris, Telecom Paris i Telecom SudParis. Instituta već dva veka uporno održava i unapređuje svoju stručnost kako bi ostvario svoja dva glavna cilja, a to su: razvoj programa obuke svetske klase i vrhunska istraživanja. Oslanjajući se na snagu svojih pet osnivačkih institucija, Institut Politehnike u Parizu se nametnuo kao vodeća obrazovna i istraživačka institucija u Francuskoj i na međunarodnom nivou. Ecole Polytechnique, ENSTA Paris, ENSAE Paris, Telecom Paris i Telecom SudParis su doprineli velikim industrijskim i tehnološkim otkrićima u poslednja dva veka. Među njihovim diplomcima možete pronaći dobitnike Nobelove nagrade i istaknute ličnosti iz sveta politike, biznisa i istraživanja.



Slika 11: Politehnička škola u Parizu

9.10 Peking University

Nastao kao Carski univerzitet u Pekingu 1898. godine, Pekinški univerzitet je bio prvi kineski nacionalni sveobuhvatni univerzitet i vrhovni obrazovni organ u to vreme. Od osnivanja Narodne Republike Kine 1949. godine, razvio se u sveobuhvatan univerzitet sa osnovnim obrazovanjem i istraživanjem u oblasti humanističkih nauka. Reforma i otvaranje Kine 1978. godine započelo je novu eru za Univerzitet. A njegovo spajanje sa Medicinskim univerzitetom u Pekingu 2000. godine dovelo je do svestranog i živog rasta u oblastima kao što su prirodne nauke, inženjering, medicina, poljoprivreda, humanističke i društvene nauke. Uz podršku „Projekta 211“ i „Projekta 985“, Univerzitet je postigao izuzetna dostignuća, kao što su optimizacija disciplina, kultivisanje talenata, regrutovanje nastavnika visokog kalibra, kao i nastava i naučna istraživanja, koja utiru put ka svetu.



Slika 12: Univerzitet u Pekingu

10 Zaključak

Diploma doktorskih studija, a možda čak i sama činjenica da ste ih neko pristojno vreme pohadjali će vam sigurno na neki način pomoći (bilo na licnom, bilo na poslovnom, bilo na nekom drugom planu). Obzirom na to da je nivo obrazovanosti srpskog stanovništva i dalje na nezavidnom nivou, autori ovog seminarskog rada ohrabruju učenike i studente, nebitno kog uzrasta, da barem razmisle o doktorskim studijama, jer veruju, da što viši cilj sebi postavimo više ćemo i postići. Tako da, ukoliko makar razmisljate o doktorskim studijama, ali istinski, to vam može pomoći da uspesno završite osnovne i master studije. Vi se onda na tom nivou možete zadržati ili nastaviti dalje, svakako je taj nivo obrazovanja u današnje vreme možda čak i obavezan.