

UNIVERZITET U BEOGRADU

EKONOMSKI FAKULTET

Mladen S. Stamenković

VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE U
UPRAVLJANJU I OPTIMIZACIJI EKONOMIJE
OBRAZOVANJA

Doktorska disertacija

Beograd, 2016.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF ECONOMICS

Mladen S. Stamenković

MULTIPLE CRITERIA DECISION AIDING IN
ECONOMICS OF EDUCATION
MANAGEMENT AND OPTIMIZATION

Doctoral dissertation

Belgrade, 2016

Podaci o mentoru i članovima komisije:

Mentor: dr Zoran Popović, vanredni profesor,
Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Članovi komisije:

Datum odbrane:

Višekriterijumsko odlučivanje u upravljanju i optimizaciji ekonomije obrazovanja

Rezime

U ovoj disertaciji analiziran je teorijski značaj i mogućnost primene višekriterijumskog odlučivanja u ekonomiji, detaljno se fokusirajući na ekonomiju obrazovanja. U radu je prikazana metodologija ELECTRE familije metoda i ukazano je na njenu važnu ulogu u ekonomskoj teoriji i praktičnoj primeni. Posebna pažnja posvećena je ELECTRE MLO metodi rangiranja, pri čemu su detaljno analizirane njene prednosti i nedostaci, prevashodno se fokusirajući na rešenje problema ciklova koje je ova metoda donela definisanjem apsolutnog praga značajnosti, i redefinisanjem indeksa saglasnosti i nesaglasnosti. Bazirajući se na metodološkoj osnovi metode, u disertaciji je dokazano da apsolutni prag značajnosti predstavlja, u opštem slučaju, donju granicu nakon koje se neće pojavljivati ciklovi u grafu. ELECTRE MLO metoda primenjena je za procenu atraktivnosti srednjoškolskih obrazovnih profila u Srbiji.

Centralni deo teze predstavlja kreiranje više-etapnog modela komparativne analize. Savremena akademska literatura posvetila je pažnju traženju najboljeg primera u praksi radi poređenja, dok su pitanja *kako učiti* i *kako se poboljšati* zanemarena. Upravo pomenuta dva pitanja su osnovna motivacija modela ove disertacije. Novokreirani model više-etapne komparativne analize pretpostavlja da kao podlogu ima bilo koju metodu višekriterijumskog odlučivanja koja daje parcijalni pretporedak kao finalno uređenje. U disertaciji je korišćena ELECTRE MLO metoda, ali metodologija modela više-etapne komparativne analize konstruisana je tako da je robusna na promene metodološke osnove za finalno uređenje alternativa.

ELECTRE MLO metoda kao i više-etapni model komparativne analize primenjeni su radi rangiranja evropskih obrazovnih sistema, kao i dalje analize putanja razvoja koje će iz tog ranga proizići. Bazirano na ciljevima Evropske unije i zacrtanim ishodima u obrazovanju kao kriterijumima analize, kreiran je rang obrazovnih sistema Evrope. Ovaj rang osnova je za primenu više-etapnog modela komparativne analize. Kao rezultat modela prezentovana je putanja razvoja za Srbiju, iz koje je generisan predlog reformi srpskog obrazovnog sistema.

Ključne reči: višekriterijumsko odlučivanje, ELECTRE, ekonomija obrazovanja, više-etapni model komparativne analize

Naučna oblast: Ekonomija, operaciona istraživanja

Uža naučna oblast: višekriterijumsko odlučivanje, ekonomija obrazovanja

UDK: 37.014:330]:519.816(043.3)

Multiple Criteria Decision Aiding in Economics of Education Management and Optimization

Abstract

The aim of this dissertation is to analyze the impact and the potentials of multiple criteria decision aiding in economics, especially focusing on its application in the field of economics of education. Detailed methodology of ELECTRE methods is presented, and the significance and importance of these methods are discussed. Special attention was addressed to ELECTRE MLO ranking method. Strong features and weaknesses of the method are presented, primarily focusing on the problem of the cycles in ELECTRE methodology. ELECTRE MLO method resolved this issue, by defining the Absolute Significance Threshold and by redefining concordance and discordance indices. Furthermore, there has been shown that the Absolute Significance Threshold is the lower bound under which there will be no cycles in the relation graph. ELECTRE MLO method is ultimately applied to evaluate on the evaluation of the attractiveness of the secondary educational profiles in Serbia.

The essential part of the thesis is newly developed stepwise benchmarking model. Modern academic literature is focused on finding the best exemplar for comparison, whilst questions such as *how to learn* and *how to improve*, have been neglected. These two questions are the focus of the stepwise benchmarking model derived in thesis. Foundation of the model is partial pre-order by any ranking method, while ELECTRE MLO was used in the thesis.

ELECTRE MLO method and stepwise benchmarking model are used to rank European educational systems, as well as to convey further analysis of the development paths, derived from the model. Criteria for the analysis are based on European Union goals given by EU2020 agenda. Partial pre-order of European educational system has been used to generate development path of Serbia, from which we have defined suggested measures for the reform of the Serbian educational system.

Keywords: multiple criteria decision aiding, ELECTRE, economics of education, stepwise benchmarking

Scientific field: Economics and Operational Research

Scientific subfield: economics of education, multiple criteria decision aiding

UDC: 37.014:330]:519.816(043.3)

Sadržaj

1	Uvod	1
2	Višekriterijumsko odlučivanje	6
2.1	Višekriterijumsko odlučivanje u ekonomskoj nauci	6
2.2	Osnovni koncepti	8
2.3	ELECTRE metoda višekriterijumskog odlučivanja	12
2.3.1	Osnovne karakteristike	12
2.3.2	Preferencije i ELECTRE	14
2.3.3	Relacija rangiranja	19
2.3.4	Indeks saglasnosti i nesaglasnosti	21
2.3.5	Familija ELECTRE metoda	25
2.3.6	ELECTRE I i njene modifikacije ELECTRE Iv i ELECTRE Is	27
2.3.7	Problematika rangiranja - ELECTRE II-IV	29
2.3.8	Problematika sortiranja - ELECTRE TRI metoda	38
2.3.9	Prednosti i mane ELECTRE metoda	45
2.4	ELECTRE MLO	47
3	Više-etapni model komparativne analize	55
3.1	Idejni koncept više-etapnog odlučivanja	58
3.2	Teorijska razrada više-etapnog modela komparativne analize	60
4	Ekonomija obrazovanja	63
4.1	Uloga i značaj obrazovanja u savremenom svetu	63
4.2	Ljudski kapital i stope prinosa	65
4.2.1	Metodologija računanja stopa prinosa na obrazovanje	66
4.2.2	Pregled rezultata	69
4.3	Signalizovanje i skrining kao alternativa teoriji ljudskog kapitala	74

4.3.1	Tržište polovnih automobila i informaciona asimetrija . . .	76
4.3.2	Signalizovanje	79
4.3.3	R-S model skriniga	83
4.3.4	Empirijska istraživanja	86
4.4	Međunarodna istraživanja u sferi obrazovanja i analiza ostvarenih rezultata	88
4.4.1	Razvoj periodičnih studija	90
4.4.2	PISA – Međunarodni program procene učenčkih postignuća	93
4.5	Pozicija Srbije u međunarodnim istraživanjima u oblasti obrazovanja	99
5	Procena atraktivnosti srednjoškolskih obrazovnih profila u Srbiji ELECTRE metodom višekriterijumske optimizacije	107
5.1	ELECTRE MLO i rangiranje obrazovnih profila	113
5.2	Neutralisanje efekta regiona	119
5.3	Analiza robusnosti rezultata	125
6	Kreiranje optimalne strategije razvoja obrazovanja primenom više-etapnog modela komparativne analize	129
6.1	Indikatori kvaliteta obrazovnog procesa	132
6.2	Kreiranje kriterijuma za rangiranje obrazovnih sistema	136
6.3	Rangiranje evropskih obrazovnih politika	153
6.3.1	Kreiranje ocena postignuća definisanih kriterijuma	153
6.3.2	Formiranje težinskih faktora	154
6.3.3	Relaciono drvo	160
6.4	Kreiranje optimalnih putanja razvoja primenom više-etapnog modela komparativne analize	162
6.5	Pregled putanja razvoja za Srbiju	167
6.6	Predlog reformi obrazovanja u Srbiji	170
6.6.1	Obrazovanje u Srbiji i implikacije na ekonomski razvoj	170
6.6.2	Predlog reformi sistema kao rezultat modela više-etapne komparativne analize	175
7	Zaključna razmatranja	192

Glava 1

Uvod

Upravljanje i optimizacija društvenih i ekonomskih tokova, posebno u tranzicionim zemljama, u koje spada i Republika Srbija, smatra se jednim od značajnijih područja nacionalnih strategija razvoja. Obrazovanje ima svoje, posebno važno mesto u razvoju svake nacije, zbog čega će istraživanje ove disertacije biti usmereno ka primeni višekriterijumskog odlučivanja u nalaženju novih modela upravljanja i optimizacije u oblasti ekonomije obrazovanja. Kao što je poznato, svaka metoda višekriterijumskog odlučivanja treba da omogući da se između ponuđenih alternativa donese odgovarajuća odluka, u skladu sa preferencijama donosioca odluke. Preferencije se modeliraju kroz kriterijume, pomoću kojih se ocenjuje značaj svake alternative. Istraživanje će biti usmereno ka poboljšanju postojećih naučnih saznanja o familiji ELECTRE metoda višekriterijumskog odlučivanja i kreiranju novog modela baziranog na ovoj metodološkoj osnovi, kao i implementiranju novog modela u oblasti ekonomije obrazovanja.

Predmet doktorske disertacije je dalja metodološka nadogradnja familije ELECTRE metoda, razvoj novog modela odlučivanja baziranog na ELECTRE metodi višekriterijumskog odlučivanja, kao i sveobuhvatna analiza primenljivosti ovog, novokreiranog modela, u oblasti ekonomije obrazovanja.

Nastala pre gotovo 50 godina, ELECTRE metoda predstavlja jednu od najznačajnijih familija metoda višekriterijumskog odlučivanja, samim tim i operacionih istraživanja. Ova familija metoda se može podeliti u tri velike celine bazirane na metodološkom rešenju koji nudi - metode izbora, rangiranja i sortiranja. Istraživanje pomenute familije metoda u ovoj disertaciji biće usmereno na definisanje i kreiranje upravljačkog modela baziranog na

ELECTRE metodologiji, a zatim i dalju upotrebu novokreiranog modela u upravljanju i optimizaciji problema obrazovanja, kako u nizu razvijenih zemalja Evrope, tako i u srpskom obrazovanju, sa posebnim osvrtom na ekonomske implikacije i uticaj obrazovanja na dugoročni ekonomski rast.

Proces tranzicije u bivšim socijalističkim zemljama ostvaruje se u uslovima globalizacije, koja predstavlja rezultat političko-ekonomskih promena, novih informatičko-komunikacionih tehnologija i drugih značajnih faktora. Obrazovni sistemi su imali veliki broj promena, pretrpeli značajne modifikacije u nastojanju da se stvori adekvatan i uspešan obrazovni model, kako u integrisanim ekonomsko-političkim zajednicama poput Evropske unije, tako i u pojedinačnim zemljama. U uslovima dinamičnih promena obrazovnog sistema, zemlje u tranziciji, ujedno i Srbija, nisu mogle dati ovoj sferi značajan primat, već su reforme rađene shodno trenutnim mogućnostima dajući polovične rezultate. Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine ima kao polazište potrebu (ciljeve) da se obezbedi visok obuhvat školovanja, zavidan kvalitet programa, efikasnost učenja i relevantnost i upotrebljivost stečenih znanja tokom celog života, a ne samo za vreme trajanja školovanja. Sve ovo predstavlja osnovu za izgradnju modernog društva sa stabilnim ekonomskim razvojem koji se može obezbediti kroz najsigurniju investiciju - ljudski kapital. Predmet rada ove doktorske disertacije biće baziran na činjenici da najvažnije ciljeve obrazovne politike zemlje treba kontinuirano meriti, pre svega kroz proveru primenljivosti stečenih znanja i veština postignuća, počev od osnovnoškolskog, zatim srednjoškolskog obrazovanja, ishodišta znanja nakon univerzitetskog obrazovanja, kao i merenja kvaliteta celoživotnog učenja. Ove rezultate treba zatim upotrebiti pri kreiranju daljih javnih politika u cilju stabilnog ekonomskog razvoja.

Republika Srbija je definisala strategiju razvoja obrazovanja, čije sprovođenje predstavlja jedan od najvažnijih faktora ukupnog društvenog i privrednog razvoja. Ljudi, njihova znanja i sposobnosti predstavljaju osnovne potencijale koje Srbija poseduje i, uz korišćenje drugih resursa, sve komparativne prednosti se mogu realizovati i obezbediti veća zaposlenost, integrisani razvoj i nalaženje pravog mesta u razvijenoj i bogatijoj Evropskoj uniji.

Osnovni problemi realizacije strategije razvoja obrazovanja nalaze se velikim delom u ekonomskoj politici države, ali se značajne prepreke mogu prevazići izgradnjom obrazovnog sistema koji omogućava školovanje najvećeg broja građana - visokog obuhvata populacije, kvalitetnih školskih i univerzitet-

skih programa, efikasnosti i relevantnosti stečenih znanja, koja se konstantno proveravaju i nadograđuju modelima doživotnog učenja. Međunarodni programi procene učeničkih postignuća i rezultati merenja obrazovnih ishoda jasno ukazuju na direktnu povezanost kvaliteta obrazovanja u zemlji sa njenim daljim ekonomskim razvojem. Posvećenost države ka dugoročnom razvoju jasno se vidi kroz prizmu ulaganja u obrazovanje, kako u vidu udela bruto domaćeg proizvoda uloženog u obrazovanje, tako i u procentu bruto domaćeg proizvoda investiranog u istraživanje i razvoj, što predstavlja jasan signal potrebe za kvalifikovanom radnom snagom u budućnosti i usmerenosti ka dugoročnom privrednom rastu.

Metode višekriterijumskog odlučivanja omogućavaju stvaranje novih modela upravljanja i optimizacije u ekonomiji obrazovanja. Ove metode su u poslednje dve dekade doživele značajan procvat. Broj radova koji za metodološku osnovu imaju neku od ovih metoda (ELECTRE, ROR, PROMETHEE, AHP, VIKOR, DEA) eksponencijalno je porastao u tom periodu, što govori o velikoj popularnosti u savremenoj akademskoj literaturi.

Cilj ovog istraživanja jeste da utvrdi mogućnost primene ELECTRE metoda, i drugih modela višekriterijumskog odlučivanja, kao osnove za razvoj novog modela upravljanja i optimizacije koji bi se definisao u disertaciji i primenio u praksi za kreiranje strategije dalje reforme obrazovanja u Srbiji, sa posebnim osvrtom na ekonomske implikacije. Istraživanje treba da potvrdi ili odbaci pretpostavke o kvalitetu novokreiranog, više-etapnog modela komparativne analize. Dakle, cilj ove disertacije biće kreiranje novog matematičkog modela upotrebljivog u različitim oblastima, ali pre svega treba da predstavlja alat za uspešno kreiranje javnih politika. Konkretna primena matematičkog modela biće u ovoj disertaciji aplikativno primenjena u oblasti ekonomije obrazovanja.

Tradicionalni pristup pri kreiranju javnih politika fokusira se na nalaženje najboljeg primera iz prakse radi poređenja, često i potpunog kopiranja bez uvida u različitosti, bilo one socijalne ili ekonomske. Priroda pitanja kako učiti i kako se poboljšati su zanemarena. Novi, više-etapni model komparativne analize koji će u disertaciji biti kreiran, baziraće se na ELECTRE metodi rangiranja. Ovaj model biće zasnovan na konceptu postepenog poboljšanja, tako što će svaka alternativa naći pomoćni benčmark, postojeću, ali daleko brže dostižnu alternativu. Ovim metodom kreiraće se putanja razvoja prema idealnom primeru iz prakse, uz postepeno učenje od pomoćnih benčmarka.

Modelom koji će biti razvijen može da se odredi optimalna putanja razvoja za svaku zemlju. Ovim bi se dobili konkretni predlozi o koncepcijskoj reformi obrazovanja koja bi kao posledicu imala razvoj ekonomske efikasnosti za svaku posmatranu zemlju, uključujući i Republiku Srbiju.

Kreiranjem matematičkog modela, a kasnije njegovom primenom u sferi ekonomije obrazovanja, cilj ove disertacije je da pokaže da višekriterijumsko odlučivanje predstavlja dobru naučnu i metodološku osnovu za modeliranje pojava u ekonomiji.

Naučni cilj predstavljaoce dalju razradu same ELECTRE metodologije, gde će se najveća pažnja pokloniti otklanjanju problema ciklova, jednog od još uvek aktuelnih problema u višekriterijumskom odlučivanju. Poseban istraživački cilj biće dalja primena novokreiranog modela u sferi ekonomije obrazovanja, sa implikacijama na kreiranje reformi u cilju dugoročnog ekonomskog razvoja. Društveni cilj jeste da ovaj rad bude od naučne i praktične koristi, to jest da pruži nova saznanja i sistem naučnih informacija o upravljanju i optimizaciji primenljivih u različitim oblastima, a na konkretnoj primeni istraživanja u ekonomiji obrazovanja. Specijalan osvrt biće napravljen na ELECTRE familiju metodu i njenu upotrebu u donošenju odluka u javnim politikama. Kako bi rezultati matematičkih metoda koji će se koristiti, i modela koji će biti kreiran, bili kvalitetniji, u disertaciji će se obratiti pažnja i na indikatore koji će biti korišćeni, pokazaće se njihov značaj i opravdati razlog uvođenja svakog od njih u dalju analizu. Najznačajniji deo doktorske disertacije predstavljaoce kreiranje novog matematičkog modela komparativne analize. Pokazaće se da novi model daje jasne predloge razvoja i reformi, i kasnije će biti primenjen u sferi ekonomije obrazovanja.

Disertacija je organizovana u sedam poglavlja. Nakon uvodnih razmatranja ovog poglavlja, drugo poglavlje posvećeno je višekriterijumskom odlučivanju. Pored osnovnih metodoloških koncepata, biće ukazano na značaj višekriterijumskog odlučivanja u ekonomskoj nauci, a poseban osvrt će biti i na najnovijim metodama u ovoj oblasti. Najviše pažnje u ovom poglavlju biće usmereno ka ELECTRE metodi višekriterijumskog odlučivanja koja predstavlja osnov daljeg istraživanja. Jedan odeljak biće posvećen ELECTRE MLO metodi rangiranja koja će u nastavku biti korišćena. U ovom odeljku biće reči o problemu ciklova koji se javlja pri ovim metodama i biće predstavljena teorema koja se oslanja na dosadašnje metodološke rezultate i dalje nadograđuje postojeći korpus znanja.

Treće poglavlje, sa metodološke strane, predstavlja najznačajniji deo disertacije. U ovom poglavlju biće predstavljen novi, više-etapni model komparativne analize, njegov idejni koncept kao i metodološka odnosno teorijska razrada.

Četvrto poglavlje predstavlja uvodno poglavlje u aplikativni deo disertacije. U njemu se uvode osnovni koncepti ekonomije obrazovanja, razmatraće se značaj ljudskog kapitala i stope prinosa na obrazovanje, uz uvodne napomene o ulozi i značaju obrazovanja u savremenom svetu. Biće reči i o najpoznatijim alternativama teoriji ljudskog kapitala, skriningu i signalizovanju. Takođe, u ovom poglavlju više reči će biti o merenju kvaliteta obrazovnih procesa. Pažnja će biti usmerena na međunarodna istraživanja učeničkih postignuća, a posebno na PISA testiranja čiji će rezultati u nastavku najviše biti korišćeni.

Peto poglavlje posvećeno je proceni atraktivnosti srednjoškolskih obrazovnih profila u Srbiji. Ova analiza ima za cilj da ukaže na potencijal ELECTRE MLO metode kao alata pri donošenju odluka u sferi javnih politika. Analizom rezultata dobiće se niz zaključaka o srednjoškolskom sistemu u Srbiji, o raspodeli učenika po kvalitetu unutar obrazovnih profila, kao i o regionalnim razlikama prisutnim unutar Srbije.

Šesto poglavlje posvećeno je primeni više-etapnog modela komparativne analize koji će biti razvijen u trećem poglavlju. Rangiranje evropskih zemalja ELECTRE MLO metodom biće osnov za kreiranje optimalne strategije razvoja obrazovanja primenom modela. Specijalna pažnja biće posvećena putanjama razvoja za Srbiju i u ovom poglavlju biće prikazan predlog reformi sistema kao rezultat modela više-etapne komparativne analize.

Poslednje poglavlje rezervisano je za zaključna razmatranja. U ovom poglavlju biće predstavljene hipoteze istraživanja i utvrdiće se da li je disertacija uspeła da dokaže ili opovorgne svaku od njih.

Glava 2

Višekriterijumsko odlučivanje

2.1 Višekriterijumsko odlučivanje u ekonomskoj nauci

Smatra se da je ekonomija kao nauka nastala 1776. godine objavljivanjem knjige Adama Smita, „Bogatstvo naroda“. Tako jasan početak razvoja višekriterijumskog odlučivanja kao zasebne naučne discipline nije moguć. Naime, Figueira et al. (2005a) konstatuju da je zvanični početak razvoja oblasti započeo konferencijom o višekriterijumskom odlučivanju održanom 1972. godine.

Kada razmatramo metode višekriterijumskog odlučivanja nemoguće je ne spomenuti sličnost ovih metoda i razvoja sistema glasanja o kojima Borda i Kondorse pišu još krajem XVIII veka, kada razvijaju glasanje u naučnom smislu. Kako Figueira et al. (2005a) navode, zapisi o glasačkim strategijama mogu se naći još i iz drugog veka naše ere.

Razvoj linearnog programiranja, može se reći, predstavlja moderniju osnovu višekriterijumskog odlučivanja. Upravo na bazi linearnog programiranja nastaje ciljno programiranje 1955. godine, ali je samoj metodi bilo neophodno desetak godina da dospe u fokus naučne javnosti, i stekne zasluženu popularnost o čemu kasnije govore i autori (Charnes & Cooper, 1977). Kada je reč o metodologiji ciljnog programiranja, videti Backović & Popović (2012) ili Backović et al. (2013) za više detalja na srpskom jeziku. Malo kasnije, već spomenutim radom iz 1968. godine, Roa predstavlja ELECTRE metodu višekriterijumskog odlučivanja (Roy, 1968). Definitivan proboj i kreiranje reputacije višekriterijumskog odlučivanja kao značajne naučne discipline dešava

se sedamdesetih godina kada Kini i Raifa razvijaju koncept više-atributivne teorije korisnosti (Raiffa & Keeney, 1976), uz dalji razvoj ELECTRE metoda. Za istorijski pregled razvoja ovih metoda kao i ostalih metoda koje nastaju u tom periodu videti Figueira et al. (2005b), AHP – (Saaty, 1977), UTA – (Jacquet-Lagrange & Siskos, 1982), TOPSIS – (Hwang & Yoon, 1981b), PROMETHEE – (Mareschal et al., 1984; Brans et al., 1986).

Veoma često, problemi u ekonomskoj nauci predstavljaju odluke bazirane na većem broju kriterijuma. Ekonomska teorija pretpostavlja da racionalna individua želi da maksimizira svoju korisnost. Ipak, često donosioci odluka u ekonomskim sistemima nisu svesni svoje funkcije korisnosti, ili su suočeni sa dva suprotstavljena cilja koji žele da postignu (recimo maksimizacija prihoda i minimizacija troškova). Upravo iz tog razloga višekriterijumsko odlučivanje naišlo je na široku upotrebu u ekonomiji u poslednjih petnaest do dvadeset godina, sa jasno izraženim rastućim trendom iz godine u godinu. Turskis & Zavadskas (2011) objavili su pregledni članak o upotrebi metoda višekriterijumskog odlučivanja u ekonomiji fokusirajući se na radove od 2000. godine na dalje. Autori su prikazali veliki broj radova iz ekonomske oblasti u najjavnijim svetskim časopisima koji su kao ključnu reč imali višekriterijumsko odlučivanje ili neku varijaciju¹. Primera radi, broj radova koji primenjuju neku od metoda višekriterijumskog odlučivanja u ekonomiji 1993. godine bio je 3397, 2000. godine reč je o 5378 radova, a već 2010. godine imamo, gotovo neverovatna, 22143 rada. Ovaj podatak jasno ukazuje da višekriterijumsko odlučivanje, i njegova primena u ekonomiji, predstavlja veoma atraktivnu istraživačku oblast i ova naučna oblast predstavlja dobar osnov za dalji istraživački rad.

Za svaku istaknutu metodu višekriterijumskog odlučivanja možemo navesti veliki broj jako diversifikovanih aplikacija i njihove primene u ekonomiji, pre svega prateći navode iz Turskis & Zavadskas (2011) i Roy & Słowiński (2013) u kojima se može naći daleko veći broj referenci. Možda i najznačajniji, ali svakako najgrandiozniji projekti bazirani na ovim metodama su izbor lokacije za postavljanje nuklearne elektrane i izmena linija metroa u Parizu. Kada je reč o nuklearnoj elektrani, američka vlada je tražila lokaciju na kojoj bi se maksimizirali potencijalni prihodi kroz veliku proizvodnju električne energije i minimalne troškove, uz minimalno zagađenje životne sredine (Keeney & Nair,

¹Reči koje su u svojoj pretrazi koristili su: *multiple criteria*, *multicriteria*, *multiattribute*, *multiple attribute*, *multiple objectives*, *multiobjective* (Turskis & Zavadskas, 2011).

1976; Keeney & Robilliard, 1977). Početkom osamdesetih godina prošlog veka pojavila se potreba za proširenjem metro linija u Parizu i projekat posle kojeg je metro uvećan za novih 42 kilometara pruge i 38 novih stanica detaljno je opisan u Roy & Hugonnard (1982). Spisak primena samo u poslednjih deset godina je toliko veliki da je najbolje pogledati Turskis & Zavadskas (2011) za detaljan prikaz, gde autori prikazuju aplikacije u ekonomiji sortirane po metodama koje se koriste. Takođe, Govindan & Jepsen (2015) prikazuju aplikacije ELECTRE metoda u velikom broju oblasti od lanaca snabdevanja preko izbora javnih politika i aplikacija u portfolio optimizaciji.

Potencijal i značaj ekonomije obrazovanja prepoznat je i u operacionim istraživanjima, još pri samom razvoju metoda operacionih istraživanja sredinom XX veka. Chance (1966) je demonstrirao potencijale linearnog programiranja kao dobar metodološki koncept pri kreiranju obrazovne politike. Paralelno sa razvojem internacionalnih istraživanja u polju obrazovanja javni podaci o kvalitetu obrazovnih sistema su postali dostupni i uticali i na polje operacionih istraživanja gde su korišćeni metodološki koncepti u sklopu razvoja obrazovnih politika (Åström & Karlsson, 2012; Johnson & Ruggiero, 2011). Perelman & Santin (2011) koriste DEA metodu na španskim PISA podacima kako bi izmerili vezu između socio-ekonomskog statusa učenika i obrazovnih outputa merenih uspehom na PISA testiranju. Giannoulis & Ishizaka (2010) koriste ELECTRE III metodu kako bi rangirali univerzitete po kvalitetu, dok de França et al. (2010) posmatraju visoko obrazovanje u Brazilu i koriste DEA metodu kako bi analizirao uticaj informacione asimetrije na visokoškolske ustanove.

2.2 Osnovni koncepti

Višekriterijumsko odlučivanje (na engleskom, *Multiple Criteria Decision Making* – MCDM) grana je operacionih istraživanja i bavi se problemima u kojima smo pri definisanju odluke suočeni sa većim brojem, najčešće suprotstavljenih, kriterijuma. Korhonen (2005) ističe da rešavati problem višekriterijumskog odlučivanja zahteva od donosioca odluke odabir „razumne“ alternative iz skupa svih alternativa koja je najviše u skladu sa njegovim preferencijama. Metode višekriterijumskog odlučivanja reč „razumne“ alternative interpretiraju kao nedominiranu ili Pareto optimalnu alternativu. Osnovna karakteristika ove vrste problema jeste nepostojanje jedinstvenog

rešenja, i konačna odluka o rešenju zavisiće od preferencija donosioca odluke. Modeliranje preferencija donosioca odluke u cilju izbora rešenja jeste jedan od osnovnih ciljeva metoda višekriterijumskog odlučivanja (u nastavku VKO). Ovo je samo jedna od veza VKO sa ekonomskom naukom, a videće se do kraja disertacije, da upotreba ovih metoda u ekonomiji, kao i u poslovnom upravljanju, predstavlja dobar osnov za istraživanje kao veoma aktuelna i popularna tema u akademskoj zajednici u poslednjih petnaestak godina. U prilog ovoj tvrdnji govori broj objavljenih radova iz VKO sa primenom u ekonomiji u najjavnijim svjetskim časopisima (Turskis & Zavadskas, 2011).

Kao što smo već napomenuli, razvoj metoda VKO počeo je sredinom pedesetih godina dvadesetog veka, dok je u poslednjih petnaestak godina došlo do značajnog uvećanja kako metodoloških tako i aplikativnih radova iz oblasti. Primera radi, Liu et al. (2013) daju detaljan prikaz razvoja DEA metode (*Data Envelopment Analysis*) od njenog nastajanja (Charnes et al., 1978) pa sve do 2010. godine. Autori ukazuju da je do 1990. godine postoji 225 objavljenih radova vezanih za ovu metodu u najjavnijim svjetskim časopisima, a da je taj broj uvećan na 4597 do 2009. godine. Samo u 2009. godini, dalje konstatuju, objavljeno je 728 radova o ovoj metodi u najprestižnijim svjetskim časopisima. Mnogo bliže temi ove disertacije je nedavno objavljeni članak (Govindan & Jepsen, 2015) u kojem se može naći detaljan pregled objavljenih radova vezanih za ELECTRE metodu u kojima su autori prikazali veliki broj naučnih oblasti u kojima je primenjena ova metoda, sa ukupno 700 citiranih radova.

Veliki broj radova iz oblasti i veliki broj razvijenih metoda naveo je istraživače da ove metode pokušaju da podele i sortiraju. Prvi pokušaj ovakve podele je rad iz 1981. godine (Hwang & Yoon, 1981a) u kojem je osnova njihove podele informaciona struktura metoda. Definisana su tri posebna scenarija u kojima donosilac odluke nema nikakve informacije, ima informacije o kriterijumima i ima informacije o alternativama. Ipak, danas postoje daleko preciznije i kvalitetnije podele. Pre svega, metode VKO delimo u dve celine: više-atributivne metode odlučivanja (MADM – *Multiple Attribute Decision Making*) i više-cljne metode odlučivanja (MODM – *Multiple Objective Decision Making*). Ova podela daleko je smislenija od predložene podele Hvinga i Juna jer govori o načinu modeliranja samih metoda, a i autori su je na kraju preuzeli i koristili (Yoon & Hwang, 1995).

Više-ciljno programiranje predstavlja skup metoda u kojima je pred donosiocem odluke prebrojiv ili neprebrojiv skup alternativa između kojih on mora da izabere optimalnu. Naravno, jedinstveno rešenje ne postoji, i ove metode se bave izborom jedne od nedominiranih alternativa na Pareto granici. Primeri ovih metoda su već spomenuto ciljno programiranje, leksikografski metod, metod težinskih koeficijenata ili metod ϵ -ograničenja, kao i metode bazirane na evolucionom pristupu poput genetskih algoritama. Ove metode veoma su popularne i upotrebljive za velike probleme i intenzivno su razvijane pojavom brzih računara. Više detalja o ovim metodama sa detaljno urađenim primerima najbolje je videti u (Backović & Popović, 2012). Sa druge strane je više-atributivno odlučivanje, metode u kojima je donosiocu odluke poznat skup alternativa između kojih treba da se odluči, uz pomoć definisanih kriterijuma. ELECTRE metoda, kojoj će se posvetiti značajan deo ove disertacije pripada ovoj grupi, zajedno sa PROMETHEE, VIKOR, AHP, MAUT, ROR i mnogim drugim metodama.

Upravo fokusirajući se na to da se ove dve celine razlikuju u pogledu toga da li je poznat broj alternativa ili ne Ehrgott & Wiecek (2005) dele ove metode na dve već prikazane grupe, metode više-ciljnog programiranja i više-kriterijumskog donošenja odluka (MCDA – *Multiple-Criteria Decision Aiding*)². Formalnije formulisana spomenuta podela može se naći u Roy (2005) gde Roa konstatuje da su, pri više-ciljnom pristupu, alternative funkcije nekih promenljivih i da je cilj naći skup mogućih rešenja i iz tog skupa locirati nedominirana. Sa druge strane, u više-atributivnom pristupu reč je o poznatim alternativama i kriterijumima, i gde, za svaku alternativu i svaki kriterijum, dodeljujemo ocene na osnovu kojih se kasnije mogu modelirati preferencije.

Kada je reč o više atributivnom odlučivanju, njihova podela vezana je za dve škole metodološkog pristupa koje karakterišu različiti koncepti modeliranja preferencija. Američka škola zasnovana je na radu Kinija i Raife i njihovoj teoriji više-atributivne teorije korisnosti (MAUT – *Multi-Attribute Utility Theory*; Keeney & Raiffa, 1976). Ono što karakteriše ovaj pravac istraživanja je kreiranje jedinstvene funkcije korisnosti donosioca odluka kreirane agregacijom stavova donosioca odluke. Klasični predstavnici američke škole su metode

²Termin *Multiple-Criteria Decision Aiding* daleko je upotrebljiviji danas od *Multi-Attribute Decision Making*, posebno u Evropi. Prikazana su oba naziva kako bi se ukazalo da nema razlike među njima, a ostavljen je prevod više-atributivno odlučivanje usled sličnosti prevoda *Multi-Criteria Decision Aiding* i *Multi-Criteria Decision Making* koje u srpskom jeziku mogu zvučati isto i tako izazvati konfuziju.

MAUT, MAVT, MACHBET, AHP, UTA metod. Začetnikom evropske škole smatra se Bernard Roa i njegov rad na ELECTRE metodi. Osnova ove grupe metode je međusobno poređenje alternativa i kreiranje odnosa između njih, da bi se nakon toga agregirala relacija rangiranja (*outranking relation*), koja u zavisnosti od metodološkog pitanja, bira najbolje alternative iz grupe alternativa, rangira alternative u potpunom ili parcijalnom poretку ili sortira alternative u unapred definisane kategorije. Najpoznatije metode evropske škole svakako su ELECTRE familija metoda, inicijalno razvijana u Francuskoj i PROMETHEE familija, kreirana u Belgiji. Naravno, ova dva koncepta nisu u potpunosti u savremenoj literaturi odvojena, pa tako imamo metode koje pokušavaju da izvuku najbolje iz oba pristupa poput ROR (*Robust Ordinal Regression*) metode (Greco et al., 2008, 2010) ili GRIP (*Generalized Regression with Intensities of Preference*) (Figueira et al., 2009), jedna od njenih ekstenzija. Kadziński et al. (2016) je najnoviji rad ove grupe autora u usavršavanju metode i predstavlja sintezu postignutih rezultata sa unapređenjem po pitanju analize robusnosti rezultata.

Naravno, veliki broj metoda višekriterijumskog odlučivanja doveo je do toga da je često moguće upotrebiti više metoda pri rešavanju odgovarajućeg problema. Metodološki pristup i analiza izbora odgovarajuće metode bila je osnovna ideja nekoliko radova u oblasti. Roy (1991) opisuje tri osnovna metodološka pitanja na koja ELECTRE metoda daje odgovor, i u zavisnosti u kojem pravcu je neophodno dalje istraživanje, upućuje na odgovarajuću metodu. Tri osnovna problema koja Roa konstatuje su:

- P. α : izolovanje najmanjeg podskupa $A_0 \subset A$ „kvalitetnijih“ alternativa čiji izbor opravdava isključivanje alternativa iz skupa $A \setminus A_0$;
- P. β : svrstavanje svake alternative odgovarajućoj, unapred definisanoj kategoriji u skladu sa unapred dogovorenim kriterijumima;
- P. γ : kreiranje parcijalnog (ili potpunog) pretporetka, sa što je moguće bogatijom strukturom na podskupu A_0 skupa svih akcija A koje najviše zadovoljavaju preferencije donosioca odluke³.

³Ovde treba da se ukaže na razliku između akcije i alternative koja se često zanemaruje u literaturi. Pod akcijom ne podrazumevamo da je ona moguće rešenje niti bilo kakvu implementaciju, već je to samo potencijalna aktivnost koja zaslužuje našu pažnju u procesu donošenja odluke. Alternativa je, sa druge strane, specijalni slučaj akcije koja se može ostvariti i koja se ni na koji način ne može sprovesti u kombinaciji sa još nekom akcijom (Roy, 2005). Videti rad iz 2005. godine za još detalja.

Nakon toga, Guitouni & Martel (1998) prezentuju rad u kojem uz pomoć sedam preporuka daju smernice za analitičare pri izboru odgovarajuće metode, sa osnovnim fokusom na donosiocima odluke, kako bi njihovi odgovori sugerisali koja će metoda najviše odgovarati njihovom problemu. Najnoviji vodič kroz izbor prave metode, sa predloženim pitanjima koja treba da dovedu do izbora odgovarajuće metode dali su Roa i Slovinski (Roy & Słowiński, 2013). Autori su prikazali dvanaest realnih aplikacija nekih od modela višekriterijumske optimizacije i na osnovu njih ukazali na pitanja koja su uslovljavala izbor odgovarajuće metode. Pet osnovnih tipova problema je prikazano, a zatim još pet dodatnih pitanja koja bi trebalo da dovedu do izbora odgovarajuće metode.

2.3 ELECTRE metoda višekriterijumskog odlučivanja

ELECTRE metodu osmislio je Roa (Roy, 1968) i, kao što je već rečeno, ova metoda višekriterijumskog odlučivanja se može posmatrati zajedno sa još nekoliko metoda koje su usledile kasnije kao pripadnici evropske škole. Do danas je razvijen veliki broj modifikacija originalne ELECTRE metode, tako da se danas govori o porodici ELECTRE metoda koja rešava nekoliko različitih tipova problema neophodnih donosiocu odluke, a sve bazirano na pitanjima definisanim u odeljku 2.2.

U nastavku su predstavljene osnovne odlike porodice ELECTRE metoda i uvedena je relacija rangiranja koju ove metode koriste za modeliranje preferencija. Nakon toga, definisan je indeks saglasnosti i indeks nesaglasnosti, osnova svakog ELECTRE metoda, posle čega je prezentovan detaljan opis najpoznatijih, do sada razvijenih metoda. Ovaj deo predstavlja nezaobilazni uvod u poglavlje 2.4 u kome je predstavljena modifikacija ELECTRE metoda (pod nazivom ELECTRE MLO) čiji dalji metodološki razvoj predstavlja jedan od suštinskih doprinosa ove doktorske disertacije.

2.3.1 Osnovne karakteristike

Kao i svaka metoda višekriterijumskog odlučivanja, cilj ELECTRE metoda je da između ponuđenih alternativa donese odgovarajuću odluku u skladu sa stavovima donosioca odluke koji se modeliraju kroz kriterijume pomoću kojih

se ocenjuje kvalitet svake alternative. Sledi da termin „odgovarajuća odluka“ može predstavljati nekoliko različitih modeliranih odluka koje su razvijene u okviru ELECTRE metoda, sve u zavisnosti od želja donosioca odluke. Detaljni pregled osnovnih osobina familije ELECTRE metoda može se naći u Roy (1991, 1996), Figueira et al. (2005b, 2010, 2013). Ovaj deo se, pored ovih radova, oslanja na Bojković et al. (2010); Petrović et al. (2012), kao i na Roy & Vincke (1984), kao i Stamenković et al. (2015). Prikaz ELECTRE metoda na srpskom jeziku moguće je videti u Anić et al. (2011).

Definišemo sledeće oznake:

1. $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – odgovarajući skup m alternativa koje se nalaze ispred donosioca odluke,
2. $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ – odgovarajući skup od n kriterijuma pomoću kojih se ocenjuju alternative,
3. $w_1, w_2, \dots, w_n$ – odgovarajući težinski faktori za svaki kriterijum,
4. $g_k(a_i)$ – ocena alternative a_i za kriterijum g_k . Ovakva ocena je data za sve alternative $a_i \in A$ i svaki, kriterijum $g_k \in G$, kreirajući matricu postignuća - matricu sa svim ocenama za svaku alternativu i svaki kriterijum,
5. $\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_2, \dots, \mathfrak{S}_n$ – konačni skup ocena za svaki kriterijum, gde je

$$|\mathfrak{S}_1|, |\mathfrak{S}_2|, \dots, |\mathfrak{S}_n|$$

dijametar svakog skupa, odnosno $|\mathfrak{S}_k| = \max \mathfrak{S}_k - \min \mathfrak{S}_k$

Izbor kriterijuma je prepušten donosiocu odluke. Ovaj proces, se može smatrati i jednim od najvažnijih procesa pri odlučivanju, i uloga analitičara je ovde presudna. On treba da donosiocu odluke pomogne da dođe do odgovarajućih kriterijuma, koji će uz pomoć korišćenja ispravne metode dovesti do najboljeg rezultata. Takođe, na donosiocu odluke je da odredi na kojoj skali će meriti svaki kriterijum, dodeli težinske faktore i na kraju oceni svaku odgovarajuću alternativu.

Pitanje koji značaj dati svakom kriterijumu i kako da donosilac odluke definiše sve alternative koje će verno oslikati kasnije njegove preferencije jedna je od aktuelnih tema kojom se bave istraživači u oblasti. Kada je o izboru

alternativa reč, uglavnom se postupak svede na iterativno odlučivanje koje sprovodi donosilac odluke uz pomoć analitičara. Ovaj postupak se može obaviti glasanjem (Figueira et al., 2013; Bojković et al., 2010), korišćenjem *on-line* upitnika i anketa (Giannoulis & Ishizaka, 2010) ili detaljnim intervjuima sa donosiocima odluke (Hammond et al., 2002; Bana e Costa & Chagas, 2004). Takođe, interakcija između donosioca odluke i analitičara neophodna je pri konstrukciji težinskih koeficijenata. Svakako, pri modeliranju metoda ideja je formirati metode koje neće biti senzitivne na minimalne promene parametara i o ovome će biti više reči u narednim poglavljima.

Ne gubeći na opštosti pretpostavka je da donosilac odluke za svaki kriterijum ispoljava neopadajuće preferencije, odnosno, da je za svaki kriterijum donosiocu odluke najbolja ona alternativa koja je po tom kriterijumu imala najvišu ocenu. Takođe, za svake dve alternative a_i i a_j uvode se skupovi G_{ij}^+ , G_{ij}^- , $G_{ij}^=$ koji predstavljaju sve one kriterijume gde je postignuće izraženo preko ocene za alternativu a_i veće (G_{ij}^+), manje (G_{ij}^-) ili jednako ($G_{ij}^=$) od ocene alternative a_j , odnosno:

$$G_{ij}^+ = \{g_k | g_k(a_i) > g_k(a_j)\},$$

$$G_{ij}^- = \{g_k | g_k(a_i) < g_k(a_j)\},$$

$$G_{ij}^= = \{g_k | g_k(a_i) = g_k(a_j)\}.$$

Normalizovane vrednosti težinskih faktora kao i normalizovane vrednosti ocena označavaju se na sledeći način:

$$w_k^* = \frac{w_k}{\sum_{k=1}^n w_k}, \quad (2.1)$$

$$g_k^*(a_i) = \frac{g_k(a_i)}{|\mathfrak{S}_k|}. \quad (2.2)$$

Sa w_k^* obeležićemo normalizovanu vrednost težinskog faktora w_k , dok $g_k^*(a_i)$ predstavlja normalizovanu ocenu alternative a_i za kriterijum g_k .

2.3.2 Preferencije i ELECTRE

Kao rezultat primene ELECTRE metoda očekuje se da se iz matrice postignuća za date alternative i kriterijume dobije odgovor na pitanje u kakvom su odnosu alternative. Za početak, ideja je da se odredi u kakvom odnosu mogu

biti dve proizvoljne alternative. Klasična teorija odlučivanja uvodi dve relacije preferencije, indiferentnost i strogu preferenciju (Raiffa & Keeney, 1976). Ovo je opravdan pristup američke škole VKO gde se funkcija korisnosti upotrebljava pri donošenju odluke. Drugim rečima, klasična teorija je bazirana na aksiomu *potpune tranzitivne uporedivosti* (Roy & Vincke, 1984):

Aksiom 2.1. Relacije indiferentnosti i stroge preferencije dovoljne su za izgradnju modela koji realno oslikava preferencije donosioca odluke, nezavisno od alternativa koje se posmatraju, kao i od načina kojim se one upoređuju, i od dostupnih informacija. Preferencije donosioca odluke se mogu opisati kao dodatak jedne od dve tranzitivne binarne relacije (indiferencija i stroga preferencija) svakom uređenom paru alternativa, definišući ih na taj način na celom skupu alternativa.

Sledeći primer će uporediti američki pristup modeliranja preferencija sa idejom koja stoji iza ELECTRE metoda i pokazati potencijalne slabosti funkcije korisnosti, karakteristične za američku školu višekriterijumskog odlučivanja.

Primer 2.1. Pretpostavimo da želimo da odaberemo bolju alternativu od dve ponuđene, a_1 i a_2 , pri čemu smo usaglasili četiri kriterijuma $\{g_1, g_2, g_3, g_4\}$ pomoću kojih ćemo to i uraditi. Neka su svi kriterijumi jednakog značaja, odnosno težinski faktori su isti za svaki kriterijum, $w_1 = w_2 = w_3 = w_4 = 0,25$. Ocene za svaki od kriterijuma prikazani su u Tabeli 2.1. Postavlja se pitanje,

	g_1	g_2	g_3	g_4
a_1	4	4	4	2
a_2	3	3	3	5

Tabela 2.1: Ocene kriterijuma

da li je bolje izabrati alternativu a_1 ili a_2 ? Ako primenimo standardni preferencijalni pristup i pokušamo da odredimo korisnost pri izboru obe alternative dobijamo:

$$u(a_1) = 0,25 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,25 \cdot 2 = 3,5$$

$$u(a_2) = 0,25 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 + 0,25 \cdot 5 = 3,5.$$

Vrednost funkcije korisnosti jednaka je za obe alternative, i zaključak koji bi ovim pristupom dobili je da su alternative jednake. Postavljaju se dva pitanja,

da li je takav zaključak nešto što bi doneli i običnom analizom ocena? Koliko je ovo rešenje stabilno? Zaista, pretpostavimo da su ocene date na skali realnih brojeva. Neka je $g_2(a_2) = 4,01$ umesto 4. Rezultat se u potpunosti menja i naš zaključak bi bio da je bolje izabrati alternativu a_1 . Infinitesimalna promena vrednosti proizvoljnog kriterijuma u drugom smeru, takođe, dovodi do promene rezultata, ovaj put u drugom smeru ■

Dakle, dobili smo rezultat koji pri analizi osetljivosti pokazuje da je veoma nestabilan, takođe, prostom analizom rezultata, nije toliko jasno i očigledno da su ove dve alternative jednake. Alternativa a_1 bolja je u tri kriterijuma, ali je značajno lošija u četvrtom. Osnovno pitanje metoda VKO jeste kako izmeriti koji je uticaj značajniji. U procesu donošenja odluke, ne želimo da dodemo u situaciju da odabir preferencija i odnosa između alternativa bude stvar subjektivne odluke jer je cilj ispravno modeliranje preferencija donosioca odluke i donošenje adekvatnog, nepristrasnog, zaključka.

ELECTRE familija taj problem rešava uvođenjem relacije *neuporedivosti*. Pri poređenju dve alternative razlikujemo četiri relacije kojima modeliramo njihov odnos (Roy, 1996):

1. *Indiferenost* – $a_1 I a_2$ – predstavlja situaciju u kojoj postoje jasni i nedvosmisleni razlozi koji će opravdati jednakost između dve alternative. Relacija indiferentnosti zadovoljava sledeća tvrđenja:

- $a_1 I a_1$ – refleksivnost
- $a_1 I a_2 \Rightarrow a_2 I a_1$ – simetričnost

2. *Stroga preferencija* – $a_1 P a_2$ – predstavlja situaciju u kojoj postoje jasni i nedvosmisleni razlozi koji će opravdati da je jedna alternativa bolja od druge posmatrane alternative. Relacija stroge preferencije zadovoljava sledeća tvrđenja:

- $\neg(a_1 P a_1)$ – nerefleksivnost
- $a_1 P a_2 \Rightarrow \neg(a_2 P a_1)$ – asimetričnost

3. *Slaba preferencija* – $a_1 Q a_2$ – predstavlja situaciju u kojoj postoje jasni i nedvosmisleni razlozi koji odbacuju strogu preferenciju u korist jedne alternative u odnosu na drugu, ali ne postoji dovoljno dokaza da je druga alternativa strogo preferirana u odnosu na prvu, niti da su ove

dve alternative indiferentne, kreirajući novu relaciju koja se razlikuje od prethodne dve. Formalno, a_1Qa_2 znači da nije a_2Pa_1 , ali je nejasno da li je a_1Pa_2 ili a_1Ia_2 . Relacija slabe preferencije zadovoljava sledeća tvrđenja:

- $\neg(a_1Qa_1)$ – nerefleksivnost
- $a_1Qa_2 \Rightarrow \neg(a_2Qa_1)$ – asimetričnost
- $\neg(a_1Qa_2 \wedge a_2Qa_3 \Rightarrow a_1Qa_3)$ – netranzitivnost, jer je moguć sledeći slučaj: $a_1Qa_2 \wedge a_2Qa_3 \Rightarrow a_1Pa_3$

4. *Neuporedivost* – a_1Ra_2 – predstavlja situaciju u kojoj ne postoje jasni i nedvosmisleni razlozi koji će opravdati bilo koju od tri, do sada definisane relacije. Relacija neuporedivosti zadovoljava uslove simetričnosti i nerefleksivnosti:

- $\neg(a_1Ra_1)$ – nerefleksivnost
- $a_1Ra_2 \Rightarrow a_2Ra_1$ – simetričnost

U većini slučajeva relacije stroge preferencije i indiferentnosti zadovoljavaju uslov tranzitivnosti. Ipak, uopšteno, to nije slučaj jer je moguća situacija $a_1Pa_2 \wedge a_2Pa_3 \Rightarrow a_1Ra_3$.

Ostaje pitanje kako analitički modelirati ove relacije, kao i šta to znači da postoje jasni i nedvosmisleni razlozi, i kako to formulisati. Odgovore na ova pitanja dajemo u nastavku. Radi modeliranja relacija koristićemo koncept pseudo-kriterijuma, dok će o analitičkom predstavljanju jasnih i nedvosmislenih razloga biti više reči u odeljku 2.3.4. Detaljne analize koncepta pseudo-kriterijuma moguće je naći u Roy & Vincke (1984), kao i u Figueira et al. (2010, 2013), Roy (1991).

Koncept pseudo-kriterijuma

Pri ocenjivanju alternativa za proizvoljan kriterijum $g_k \in G$ moguće su pojave nedoslednosti i nepreciznosti pri samom kreiranju tako da se dobijene ocene ne mogu smatrati besprekornom reprezentacijom konkretne realne situacije (Roy & Vincke, 1984). Pored toga, kao što smo i videli u primeru 2.1 često je nezahvalno porediti numerički razlike između ocena, $g_k(a) - g_k(a')$, dve proizvoljne alternative $a, a' \in A$. Modeliranje preferencija, gde bi pozitivna

vrednost razlike $g_k(a) - g_k(a')$ dovela do zaključka da $aP_k a'$ ne funkcioniše ni na intuitivnom nivou. Naime, pretpostavimo da je $|\mathfrak{S}_k| = 20000$ a ocene za dve proizvoljne alternative su $g_k(a) = 15001$, $g_k(a') = 15000$. Zaključak $aP_k a'$ svakako nije tačan.

Kako bi funkcija g_k imala moć da razvrsta alternative među relacije indiferentnosti, slabe i jake preferencije, na odgovarajući način, uvodimo dve pomoćne funkcije, p_k i q_k . Pre svega, ne gubeći na opštosti, pretpostavimo da je $g_k(a) > g_k(a')$. Ako razlika $g_k(a) - g_k(a')$ nije veća od granične funkcije $q_k(g_k(a'))$ onda se smatra da razlika između ove dve ocene nije značajna i pretpostavićemo da je $aI_k a'$. Razlika ove dve ocene postaje značajna u situaciji ako je ona veća od $p_k(g_k(a'))$. Granične funkcije mogu varirati u zavisnosti od $g_k(a')$, ali se može pretpostaviti i da su ovo konstantne vrednosti. Ako se pretpostavi da granične funkcije variraju u zavisnosti od ocene $g_k(a')$ neophodno je da zadovolje sledeći uslov:

$$\frac{q_k(g_k(a')) - q_k(g_k(a))}{g_k(a') - g_k(a)} \geq -1 \quad \text{ i } \quad \frac{p_k(g_k(a')) - p_k(g_k(a))}{g_k(a') - g_k(a)} \geq -1. \quad (2.3)$$

Uslov iz jednačine (2.3) ima za cilj da isključi situacije u kojima gubimo doslednost granične funkcije, oblika:

$$\begin{aligned} g_k(a) < g_k(a') < g_k(a') + q_k(g_k(a')) < g_k(a) + q_k(g_k(a)), \\ g_k(a) < g_k(a') < g_k(a') + p_k(g_k(a')) < g_k(a) + p_k(g_k(a)). \end{aligned}$$

Naime, ako je vrednost ocene alternative a' veća od vrednosti ocene alternative a , $g_k(a) < g_k(a')$, definisana granična funkcija q_k to mora da uzme u obzir i ne sme da dozvoli da dođe do toga da je $g_k(a') + q_k(g_k(a')) < g_k(a) + q_k(g_k(a))$ jer tako definisana granična vrednost ne bi imala smisla. Uslov zadat jednačinom 2.3 to rešava.

Koncept pseudo-kriterijuma, koji koristimo za modeliranje relacija, formalno je definisan na sledeći način:

Definicija 2.1 (Figueira et al. (2013)). Pseudo-kriterijum je realna funkcija g_k koja, zajedno sa dve granične funkcije, $p_k(\cdot)$ i $q_k(\cdot)$ zadovoljava uslov da za svaki uređeni par alternativa $(a, a') \in A$ za koji je $g_k(a) > g_k(a')$, funkcije $g_k(a) + p_k(g_k(a'))$ i $g_k(a) + q_k(g_k(a'))$ su neopadajuće monotone funkcije po $g_k(a')$, tako da je, za svaki $a \in A$, $p_k(g_k(a')) > q_k(g_k(a')) \geq 0$.

Relacije indiferencije, stroge i jake preferencije kao i neuporedivosti sada predstavljamo na sledeći način:

Definicija 2.2. Za proizvoljan uređeni par alternativa $(a, a') \in A$ i dve granične funkcije, p_k i q_k , pseudo-kriterijuma $g_k \in G$ koji se koristi za modeliranje problema relacije važi da je:

$$aI_ka' \Leftrightarrow -q_k(g_k(a)) \leq g_k(a) - g_k(a') \leq q_k(g_k(a')) \quad (2.4)$$

$$aP_ka' \Leftrightarrow g_k(a) - g_k(a') \geq p_k(g_k(a')) \quad (2.5)$$

$$aQ_ka' \Leftrightarrow q_k(g_k(a')) \leq g_k(a) - g_k(a') \leq p_k(g_k(a')) \quad (2.6)$$

2.3.3 Relacija rangiranja

Sledeći korak pri rangiranju alternativa, jeste da definišemo relaciju rangiranja S problema višekriterijumskog odlučivanja. Pre toga, neophodno je definisati relaciju rangiranja dve proizvoljne alternative za proizvoljan kriterijum:

Definicija 2.3. Binarna relacija rangiranja S_k , za uređeni par alternativa $(a, a') \in A$ i proizvoljan kriterijum $g_k \in G$, formulisana je kao $S_k = P_k \cup Q_k \cup I_k$. Oznaku aS_ka' čitamo kao alternativa a je "najmanje dobra kao" (*at least as good as*) alternativa a' .

Za ovako definisanu relaciju rangiranja važi:

- $aS_ka' \wedge \neg(a'S_ka) \Rightarrow aQ_ka' \vee aR_ka'$
- $a'S_ka \wedge \neg(aS_ka') \Rightarrow a'Q_ka \vee a'R_ka$
- $aS_ka' \wedge a'S_ka \Rightarrow aI_ka'$
- $\neg(aS_ka') \wedge \neg(a'S_ka) \Rightarrow aR_ka'$

Svakom kriterijumu g_k dodeljujemo relaciju rangiranja S_k i za svaki $g_k \in G$ moguće je odrediti da li važi aS_ka' ili $a'S_ka$ u skladu sa formulama (2.4) – (2.6). Postavlja se pitanje kako utvrditi da li važi relacija aSa' , koja bi predstavljala relaciju rangiranja kompletnog problema VKO. Ova relacija predstavlja situaciju u kojoj je „alternativa a najmanje dobra kao alternativa a' pri uticaju n kriterijuma $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ “.

Relacija rangiranja alternativa S_k , kao i relacija rangiranja S , problema VKO, u opštem slučaju nisu tranzitivne. Problem netranzitivnosti, a pre svega njen specijalni slučaj, acikličnost jesu predmet istraživanja ove disertacije i o njima će u nastavku biti više reči, u odeljku 2.4. Specijalni slučajevi relacije rangiranja i relacija preferencija subjekata u kojima ne postoji relacija neuporedivosti zahtevaju snažne pretpostavke o kompletnom uređenju preostalih relacija na skupu svih alternativa, pretpostavka koja je retko ispunjena u praksi. ELECTRE metoda ima za cilj što realnije modeliranje problema donosioca odluke, te su koncepti bez relacije neuporedivosti ostali prisutni samo na teoretskom nivou (Vincke, 1980; Fishburn, 1970; Roy & Vincke, 1984).

Kako bi analitički formulisali ovu relaciju neophodno je definisati uslove koji se moraju ostvariti kako bi mogli da tvrdimo da važi relacija rangiranja VKO aSa' . Ilustrovaćemo to sledećim primerom preuzetim iz Roy (1991) koji će nas uveriti u neophodnost postojanja jasnih analitičkih uslova koji moraju biti zadovoljeni.

Primer 2.2. Pomoću pet kriterijuma $G = \{g_1, g_2, g_3, g_4, g_5\}$ želimo da rangiramo četiri alternative $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$. Sve ocene se mogu videti u matrici postignuća u tabeli ispod. Neka je dijametar ocena skupa $|\mathfrak{S}_k| = 100$ i $q_k = 5$ za svaki kriterijum $g_k \in G$.

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
a_1	50	50	50	50	50
a_2	55	46	48	54	55
a_3	90	90	90	45	42
a_4	90	90	90	10	10

Tabela 2.2: Matrica postignuća

Iz definicije relacije rangiranja, $S_k = P_k \cup Q_k \cup I_k$, i relacija preferencija (2.4) – (2.6) direktno sledi da $aS_k a'$ važi ako je zadovoljen uslov:

$$g_k(a) \geq g_k(a') - q_k. \quad (2.7)$$

Posmatrajući Tabelu 2.2, i odnos alternativa a_1 i a_2 vidimo da je uslov (2.7) zadovoljen za svaki kriterijum, odnosno, $a_1 S_k a_2$, kao i $a_2 S_k a_1$ za svako $k = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Jasno je onda da očekujemo da važe relacije $a_1 S a_2$ i $a_2 S a_1$. Takođe, više je nego očigledno da će važiti $a_3 S a_4$.

Tvrđenje $a_3 S a_1$ važi, jer i ovde imamo zadovoljen uslov $a_3 S_k a_1$ za svaki

kriterijum k . Kada je reč o odnosu alternativa a_1 i a_4 imamo prisutnu značajnu razliku između ove dve alternative, u korist a_4 u prva tri kriterijuma, dok je alternativa a_1 bolja u poslednja dva kriterijuma. Jasan i nedvosmislen zaključak za ove dve alternative ne možemo da donesemo, kao što ne možemo da zaključimo kakav je odnos ni ako posmatramo alternative a_2 i a_3 , ili alternative a_2 i a_4 . Ovo nam govori da moramo da definišemo kriterijume, odnosno pravila, kojima ćemo analitički predstaviti pojam ranga između dve alternative. Ti kriterijumi se nazivaju kriterijumima saglasnosti i nesaglasnosti i o njima će biti više reči u sledećem odeljku. ■

Iz primera 2.2 možemo formulisati osnovne pretpostavke o relaciji rangiranja sledećim tvrđenjima (Roy & Bouyssou, 1987; Roy, 1991):

Tvrđenje 2.1. *Ako za uređeni par alternativa $(a, a') \in A$ i kriterijume $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ važi da je $g_j(a) = g_j(a')$ za svaki $j \neq k$ tada važi*

$$aSa' \Leftrightarrow aS_k a'. \square \quad (2.8)$$

Tvrđenje 2.2. *Ako za uređeni par alternativa $(a, a') \in A$ i kriterijume $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ važi da je $aI_j a'$ za svaki $j \neq k$ tada je*

$$aSa' \Leftrightarrow aS_k a'. \square \quad (2.9)$$

Direktno iz prethodna dva tvrđenja 2.1 i 2.2 imamo sledeću posledicu:

Posledica 2.3. *Ako za uređeni par alternativa $(a, a') \in A$ i kriterijume $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ važi da je $aS_k a'$ za svaki $k \in G$ tada je aSa' . □*

2.3.4 Indeks saglasnosti i nesaglasnosti

Kao što smo analizirali u primeru 2.2, kako bi utvrdili da li je jedna alternativa bolja od druge, ELECTRE familija metoda definiše dva kriterijuma, kriterijum saglasnosti i nesaglasnosti, koji mere snagu svih onih kriterijuma koji su u korist relacije rangiranja, kao i snagu svih onih kriterijuma koji su u suprotnosti sa relacijom rangiranja. Osnovna ideja iza ovog koncepta je da za svaki par alternativa utvrdimo odnos koji između njih važi i uvidimo da li postoje značajni dokazi u korist tvrdnje da je neka alternativa bolja od druge. Naravno, ova ideja vezivni je faktor mnogih metoda, ono što karakteriše svaku

ponaosob jeste kako iz pojedinačnih relacija koje su jasne za svaki kriterijum agregirati ukupnu relaciju poređenja.

Snagu koalicije svih onih kriterijuma koji su saglasni sa tvrdnjom da je neka alternativa bolja od druge ćemo meriti indeksom saglasnosti koji će predstavljati upravo sumu težinskih koeficijenata svih kriterijuma koje pripadaju koalciji.

Definicija 2.4. Za kriterijum $g_k \in G$ kažemo da je u *saglasnosti* sa relacijom rangiranja VKO aSa' ako i samo ako $aS_k a'$.

Podskup svih kriterijuma skupa G koji su u saglasnosti sa relacijom rangiranja VKO aSa' naziva se *koalicija saglasnosti* i obeležavaćemo je sa $C^S(a, a')$.

Pored koalicije saglasnosti, uočićemo sve one kriterijume koji su u nesaglasnosti sa relacijom rangiranja VKO aSa' :

Definicija 2.5. Za kriterijum $g_k \in G$ kažemo da je u *nesaglasnosti* sa tvrdnjom aSa' ako i samo ako $a'P_k a$, odnosno ako postoje jaki dokazi da za kriterijum g_k alternativa a' strogo preferira alternativu a .

Podskup svih kriterijuma skupa G koji su u nesaglasnosti sa tvrdnjom aSa' naziva se *koalicija nesaglasnosti* i obeležavaćemo je sa $C^P(a', a)$.

Na osnovu izraza (2.5), ako je $a'P_k a$ tada je $g_k(a') \geq g_k(a) + p_k$. Drugim rečima alternativa a' će biti u nesaglasnosti sa alternativom a za kriterijum g_k ako je njena ocena po tom kriterijum veća od ocene alternative a barem za vrednost granične funkcije p_k . Odnosno, granična funkcija p_k predstavlja vrednost nakon koje smatramo da je razlika između dve ocene dovoljno velika kako bi smatrali da je jedna alternativa strogo preferirana u odnosu na drugu alternativu (Roy, 1991).

Slično definicijama 2.4 i 2.5, skup svih kriterijuma za koje alternativa a slabo preferirana u odnosu na alternativu a' obeležićemo sa $C^Q(a, a')$. Formalno:

$$C^Q(a, a') = \{g_k : aQ_k a'\}.$$

Takođe, direktno iz definicija 2.4 i 2.5 imamo i sledeće tvrđenje:

Tvrđenje 2.4. Za dve proizvoljne alternative $a, a' \in A$ važi:

1. $C^S(a, a') \cap C^P(a', a) = \emptyset$
2. $C^S(a, a') \cup C^P(a', a) \subseteq G$. $\square$

Obe tvrdnje ne treba dokazivati formalno. Jasno je da koalicija svih kriterijuma u saglasnosti sa relacijom rangiranja VKO aSa' , obeležena kao $C^S(a, a')$ ne može da sadrži nijedan kriterijum za koji postoji jasna tvrdnja da je a' strogo preferiranija od a , odnosno ne sme da sadrži ni jedan kriterijum koalicije $C^P(a', a)$. Takođe, unija ove dve koalicije pripada skupu svih kriterijuma, G , što je iskazano drugim izrazom.

Kako bi analitički odredili meru saglasnosti dve proizvoljne alternative uvodimo *indeks saglasnosti* uređenog para alternativa $(a, a') \in G$ definisan sledećim izrazom:

$$C(a, a') = \sum_{\{k: g_k \in C^S(a, a')\}} w_k + \sum_{\{k: g_k \in C^Q(a', a)\}} \varphi_k w_k. \quad (2.10)$$

Indeks saglasnosti sastoji se iz dva dela. Najснаžniji argument predstavljaju svi težinski faktori iz koalicije saglasnosti $C^S(a, a')$. Ipak, ne utiče samo ovi kriterijumi na indeks saglasnosti. Moramo da uzmemo u obzir i skup $C^Q(a', a)$, svih kriterijuma u kojima a' slabo dominira alternativu a . Kako ovaj skup predstavlja sve one alternative u kojima imamo nedoumicu između relacije indiferentnosti $a'I_k a$ i relacije stroge preferencije, $a'P_k a$ za neki kriterijum $g_k \in G$, vrednost ovih težinskih faktora moramo da ponderišemo kako bi izmerili jačinu relacije $a'I_k a$ koja je sastavni deo indeksa saglasnosti. To je urađeno funkcijom φ_k definisanom kao:

$$\varphi_k = \frac{g_k(a) - g_k(a') + p_k(g_k(a))}{p_k(g_k(a)) - q_k(g_k(a))}. \quad (2.11)$$

Funkcija φ_k je monotona i neopadajuća i predstavlja meru u kojoj je relacija slabe preferencije bliža indiferenciji $a'I_k a$ nego strogoj preferenciji $a'P_k a$. Zaista, funkcija φ_k teži jedinici kako se relacija slabe preferencije $a'Q_k a$ približava indiferentnosti između alternativa, a kako se krećemo ka strogoj preferenciji u korist alternative a' tada se vrednost funkcije φ_k približava nuli.

Definisanjem indeksa saglasnosti u mogućnosti smo da izmerimo u kojoj je meri svaka od alternativa bolja od neke druge alternative. Za svake dve alternative moguće je kreirati indeks saglasnosti i tako dobiti *matricu saglasnosti*. Kao što je bio i slučaj u primeru 2.2, velika vrednost indeksa saglasnosti $C(a, a')$ može nam sugerisati da je alternativa a bolja od alternative a' . Ipak, prednost alternative a' po jednom kriterijumu može da stvori opravdanu sumnju u ispravnost takve tvrdnje bez obzira na vrednost indeksa saglasnosti. Odsustvo

pojma veta pomoću kojeg možemo da neutrališemo ovakve situacije jeste jedan od najvećih nedostataka američke škole višekriterijumskog odlučivanja.

Naime, ako po nekom kriterijumu (ili više njih) postoji izuzetno snažna⁴ preferencija alternative a' u odnosu na alternativu a , čak iako je koalicija saglasnosti tvrdnje aSa' sastavljena od većine kriterijuma, postavlja se opravdano pitanje da li možemo reći da je alternativa a zaista preferiranija ako postoji tako snažan faktor koji vuče na drugu stranu. Američki pristup i ideja kreiranja funkcije korisnosti će ovakvu situaciju zanemariti i neće na nju obratiti pažnju.

Sa druge strane, ELECTRE familija metoda uvodi još jedan indeks sa ciljem da izmeri stepen nesaglasnosti između alternativa. Ovaj indeks ima zadatak da posmatra razlike između kriterijuma na skupu kriterijuma gde ne važi aSa' , odnosno, $G \setminus C^S(a, a')$ i ako se pojavi velika razlika, indeks nesaglasnosti aktivira veto efekat na relaciju rangiranja aSa' bez obzira na vrednost indeksa saglasnosti $C(a, a')$.

Formalno, smatraćemo da kriterijum $g_k \in G$ aktivira veto na tvrdnju aSa' ako je

$$g_k(a') - g_k(a) > v_k(g_k(a)). \quad (2.12)$$

Funkcija $v_k(\cdot)$ predstavlja graničnu veto funkciju za koju važi $v_k(g_k(a)) > p_k(g_k(a))$ ⁵.

Kako će stroga formulacija veto efekta retko biti ispunjena, korisno je analitički predstaviti snagu koalicije nesaglasnosti u skladu sa pozicijom razlike $g_k(a') - g_k(a)$ na intervalu $[p_k, v_k]$. Na taj način indeks saglasnosti će predstavljati meru ostvarenja veto efekta po nekom kriterijumu. Na donosiocu odluke i analitičaru je da odluče koja je to vrednost indeksa nesaglasnosti koja će se smatrati dovoljno visokom da se aktivira veto efekat. U zavisnosti od razlike $g_k(a') - g_k(a)$ vrednost indeksa nesaglasnosti jednaka je:

$$d_k(a, a') = \begin{cases} 1, & \text{ako je } g_k(a') - g_k(a) > v_k(g_k(a)) \\ \frac{g_k(a) - g_k(a') + p_k(g_k(a))}{p_k(g_k(a)) - v_k(g_k(a))}, & \text{ako je } p_k(g_k(a)) < g_k(a') - g_k(a) \leq v_k(g_k(a)) \\ 0, & \text{ako je } g_k(a') - g_k(a) \leq p_k(g_k(a)) \end{cases}.$$

⁴U nastavku ćemo precizno i definisati šta mislimo pod pojmom „izuzetno snažna“.

⁵Na ovaj način dajemo odgovor na pitanje šta mislimo pod pojmom „izuzetno snažna“, vrednost veto funkcije veća je od vrednosti funkcije $p_k(g_k(a))$ koja predstavlja graničnu vrednost stroge preferencije.

2.3.5 Familija ELECTRE metoda

Od svog nastanka 1968. godine, razvijane ELECTRE metode mogu se podeliti u tri pravca u zavisnosti od toga koje su probleme metode rešavale. Tri problemska pitanja koja familija ELECTRE metoda rešavaju su:

- (i) Izbor
- (ii) Rangiranje
- (iii) Sortiranje

Istorijski gledano, metode su nastajale predstavljanim redom, od problematike izbora do najmlađe, problematike sortiranja. U zavisnosti od problema pred donosiocem odluke primenjuju se sve metode uključujući i hronološki najstarije.

Problematika izbora

Cilj metoda u ovoj grupi jeste odabrati podskup alternativa, što je manji mogući, koje su bolje od preostalih. Metode ove grupe primenjuju se u situacijama kada donosilac odluke mora da izabere jednu alternativu iz skupa svih alternativa. Skup svih alternativa koje su bolje od preostalih alternativa skupa A zvaćemo *jezgrom*. Alternative iz jezgra predstavljaju skup svih kandidata među kojima donosilac odluke bira jednu kao svoj konačni izbor.

ELECTRE I (Roy, 1968), začetnik ELECTRE familije spada u ovu grupu. Ova metoda danas ima više svoj istorijski značaj kao začetnik i metoda na kojoj su se gradile ostale metode nego u samoj primeni (Figueira et al., 2013). ELECTRE Iv (Maystre et al., 1994; Figueira et al., 2005b) i ELECTRE Is (Roy & Skalka, 1987; Figueira et al., 2005b) najpoznatije su metode nastale kao modifikacije ELECTRE I metode. ELECTRE *Multi-Level Outranking* (ELECTRE MLO) (Petrović et al., 2012) takođe je baziran na principima ELECTRE I metode, doduše, rešavajući problem rangiranja alternativa. Ova metoda, kao i njena modifikacija, predstavljaće važan doprinos ove disertacije, što će detaljno biti predstavljeno u odeljku 2.4. Upotreba ELECTRE metoda zasnovanih na problematici izbora i danas je aktuelna, i ove metode su priznate kao dobar alat u višekriterijumskom odlučivanju (Almeida, 2005; Hatami-Marbini & Tavana, 2011).

Problematika rangiranja

Pojavom ELECTRE II metode (Roy & Bertier, 1973) nastaje nova grupa ELECTRE metoda koja za cilj ima novo metodološko pitanje - kako rangirati alternative koje se nalaze pred donosiocem odluke, a ne samo izabrati par onih koje su bolje od ostalih. Poput ELECTRE I metode, i ELECTRE II metoda ima svoj značaj više u istorijskom i pedagoškom smislu nego u svojoj upotrebi (Figueira et al., 2005b). Naravno, to ne znači da se ona ne upotrebljava kao alat pri donošenju odluka (Duckstein & Gershon, 1983; Huang & Chen, 2005).

Pored ove metode, problematika rangiranja osnovno je metodološko pitanje i metoda ELECTRE III (Roy, 1978; Figueira et al., 2005b, 2013) i ELECTRE IV (videti Figueira et al. (2005b)), najpoznatijih metoda kada je reč o rangiranju alternativa. Verovatno najčešće eksploatisana, odnosno, najviše primenjivana metoda ELECTRE familije je upravo ELECTRE III (Roy & Bouyssou, 1986; Giannoulis & Ishizaka, 2010; Papadopoulos & Karagiannidis, 2008; Hokkanen & Salminen, 1994; Cavallaro, 2010). Spomenuta ELECTRE MLO (Petrović et al., 2012; Stamenković et al., 2015) metoda takođe pripada ovoj grupi metoda. ELECTRE IV metoda prvi put je upotrebljena u Roy & Hugonnard (1982) i nju karakteriše odsustvo težinskih faktora, pa se ona koristi u situacijama kada ne možemo ili ne želimo da odredimo značaj svakog kriterijuma.

Problematika sortiranja

Problematika sortiranja hronološki je najnoviji metodološki koncept vezan za ELECTRE familiju metoda. Osnovna ideja je da svaku alternativu problema, oslanjajući se na definisane kriterijume, razvrstamo u neku od unapred utvrđenih kategorija. Problematika sortiranja svaku od alternativa posmatra zasebno i određuje potencijalne kategorije u koje se ova alternativa može svrstati. Do sada konstruisane metode ne određuju za svaku alternativu fiksnu kategoriju, već se određenim alternativama dodeljuje skup potencijalnih kategorija. O razlozima ovakvog modeliranja i nefiksiranja kategorija, više reći će biti pri detaljnijem opisu postojećih metoda u nastavku.

Problem sortiranja alternativa, i metodološko pitanje kako to uraditi otvoreno je bilo i pre uvođenja ELECTRE metodologije kao potencijalno rešenje. Moscarola & Roy (1977) koriste trihotomnu segmentaciju kao pristup problemu. Ovde su i nove metode, kao što je UTADIS (Devaud et al.,

1980) ili N-TOMIC (Massaglia & Ostanello, 1991). ELECTRE TRI metoda, kasnije preimenovana u ELECTRE TRI-B (Yu, 1992) predstavlja prvi pomen sortiranja pomoću ELECTRE metodologije. Odgovarajući sistem podrške i softversko rešenje usledilo je kasnije (Mousseau et al., 1999). Ova problematika predstavlja trenutno jedno od najzanimljivijih metodoloških pitanja u ovoj oblasti, pre svega zbog najnovijih modifikacija metode - ELECTRE TRI-C (Almeida-Dias et al., 2010) i ELECTRE TRI-nC (Almeida-Dias et al., 2012).

ELECTRE TRI-B metoda je do pojave njene modifikacije bila jedna od najeksploatisanijih metoda sortiranja. Samo u poslednjih nekoliko godina, a pre pojave ELECTRE TRI-C metode, bila je korišćena i pri sistemima akreditacije informacionih sistema (Siskos et al., 2007), određivanju nacionalnih prioriteta pri emitovanju štetnih gasova (Georgopoulou et al., 2003), ili kod geografskih informacionih sistema (Joerin et al., 2001). Raju et al. (2000), Arondel & Girardin (2000), Mavrotas et al. (2003) su samo još neke od zanimljivih primena, a detaljniji pregled aplikacija ELECTRE TRI metoda se može naći u Almeida-Dias et al. (2010). ELECTRE TRI-C i ELECTRE TRI-nC našle su svoju primenu u de Miranda Mota & de Almeida (2012), Macary et al. (2013), i očekuje se njihova dalja aplikacija u godinama koje slede, posebno pojavom odgovarajućeg softvera koji bi olakšao korišćenje i upotrebu manje informisanim korisnicima.

2.3.6 ELECTRE I i njene modifikacije ELECTRE Iv i ELECTRE Is

Odnos između dve alternative meren je uvođenjem dve granične vrednosti - granični nivo saglasnosti s i granični nivo nesaglasnosti v . Za dve proizvoljne alternative a i a' kažemo da je a najmanje dobra kao a' , aSa' , ako vrednost indeksa saglasnosti nije manja od graničnog nivoa saglasnosti, i ako vrednosti indeksa nesaglasnosti ne prelazi granični nivo nesaglasnosti, tj.

$$aSa' \Leftrightarrow C(a, a') \geq s \wedge d(a, a') \leq v.$$

Granični nivoi saglasnosti s i v , dakle, predstavljaju vrednosti nakon kojih veličine indeksa saglasnosti i nesaglasnosti smatramo značajnim.

Jednostavnost metoda ogleda se u odsustvu pojma jake i slabe preferencije. Relacija rangiranja definisana je direktno iz ocena parametara. Odsustvo dve

vrste preferencija utiče na to da drugi deo izraza (2.10) nema uticaj i indeks saglasnosti za ELECTRE I metod glasi:

$$C(a, a') = \sum_{\{k: g_k(a) \geq g_k(a')\}} w_k, \quad (2.13)$$

uz pretpostavku da je suma svih težinskih faktora jednaka 1, $\sum w_k = 1$. Izbor graničnog nivoa saglasnosti je na donosiocu odluke i pripada intervalu $[\frac{1}{2}, 1 - \min_k w_k]$.

Sa druge strane, indeks nesaglasnosti $d(a, a')$ predstavlja najveću moguću razliku u korist alternative a' :

$$d(a, a') = \max_{\{k: g_k(a) < g_k(a')\}} \{g_k(a') - g_k(a)\}. \quad (2.14)$$

Zbog svoje jednostavnosti, preporučeno je da se ovaj metod primenjuje samo u situaciji kada su ocene predstavljene na zajedničkoj skali, odnosno, $|\mathfrak{S}_1| = |\mathfrak{S}_2| = \dots = |\mathfrak{S}_n|$ (Figueira et al., 2005b). Ipak, ovaj uslov nije značajno restriktivan. Naime, vrednosti ocena u matrici postignuća definisane su ordinalnom skalom. Razlike postignuća za dve alternative ne treba posmatrati u apsolutnom smislu, one ne mere intenzitet preferencija (Figueira et al., 2013). Normalizacijom i skaliranjem moguće je sve performanse transformisati na jedinstvenu skalu, ma kakve kardinalnosti čime postavljena restrikcija ne predstavlja veliki problem.

Nasuprot tome, Pomerol & Barba-Romero (2000) kritikuju bilo kakvu normalizaciju pri radu sa podacima, tvrdeći da modifikacija podataka, ma kakva ona bila, ne može da bude neutralna operacija i da različite metode normalizacije mogu da dovedu do potpuno različitih rešenja. Ipak, pri poređenju ova dva pristupa, uprošćenosti ELECTRE I metode i mnogo preciznijeg modeliranja preferencija relacijama slabe i jake preferencije, ne treba zanemariti jednostavnost ELECTRE I pristupa. Ono što jeste značajna prednost preciznijeg modeliranja preferencija je rešavanje problema nesavršenih informacija (Figueira et al., 2005b), problem koji se može javiti pri rešavanju konkretnih, realnih problema.

Metode rangiranja i sortiranja često zahtevaju od donosioca odluke uvođenje velikog broja parametara pri modeliranju preferencija. Određivanje tih parametara zadatak je donosioca odluke. Definisanje ovih vrednosti se takođe ne može smatrati neutralnom operacijom. Detaljna analiza osetljivosti oba

pristupa može nam dati koje je rešenje stabilnije, ali jasno je da se ne može govoriti o jasnoj prednosti jednog pristupa nad drugim.

Pojam veto efekta i granične veto funkcije v_k u ELECTRE metodologiju uveden je pojavom ELECTRE Iv metode (Maystre et al., 1994; Figueira et al., 2005b). Jedina dodatna modifikacija u poređenju sa ELECTRE I metodom je upravo granična veto funkcija. Na osnovu izraza (2.12) u kojem smo pokazali da se veto efekat tvrdnji aSa' aktivira ako je vrednost ocene $g_k(a')$ za neki kriterijum $g_k \in G$ veća od $g_k(a)$ najmanje za vrednost granične veto funkcije, odnosno:

$$g_k(a') - g_k(a) \geq v_k(g_k(a)).$$

Uvođenjem granične veto funkcije prevaziđen je problem heterogenosti skala koji smo spomenuli. Na taj način ELECTRE metoda je postala dostupna širem skupu realnih problema jer je sada, za svaku skalu, moguće definisati odgovarajuće granične veto funkcije i na taj način zaobići neophodnu normalizaciju parametara.

Definisanje i upotreba relacije slabe i jake preferencije i pojma pseudo-kriterijuma javlja se pojavom ELECTRE Is metode (Maystre et al., 1994; Roy, 1991; Figueira et al., 2005b). Razlog modifikovanja metode je što ELECTRE Is rešava problem nesavršenih informacija uvođenjem slabih i jakih preferencija, kao što smo nedavno napomenuli. Jasno je, indeks saglasnosti ove metode predstavlja definisani indeks saglasnosti u odeljku 2.3.4 izrazom (2.10). Kao i kod ELECTRE I i ELECTRE Iv metoda, indeks saglasnosti smatramo značajnim ako je veći od granične vrednosti $s \in [\frac{1}{2}, 1 - \min_k w_k]$. Takođe, veto uslov je redefinisani u ovoj metodi u odnosu na ELECTRE Iv i sada glasi:

$$g_k(a') + v_k(g_k(a')) > g_k(a) + q_k(g_k(a))\eta_k, \quad (2.15)$$

gde je

$$\eta_k = \frac{1 - C(a, a') - w_k}{1 - s - w_k}.$$

2.3.7 Problematika rangiranja - ELECTRE II–IV

ELECTRE II

ELECTRE II metoda nastala je kao odgovor na metodološko pitanje o rangiranju alternativa, nastalo još sedamdesetih godina dvadesetog veka, a i danas veoma aktuelno. Opis ove metode će se oslanjati na Figueira et al.

(2005b) u kojem su autori detaljno objasnili logiku i algoritam kreiranja rangova alternativa.

Osnovna razlika u odnosu na prethodne metode je uvođenje dve relacije rangiranja, obeležavaćemo ih sa S^1 i S^2 i u literaturi su poznate kao relacije jakog i slabog rangiranja. Sama metodološka osnova slična je ELECTRE Iv metodi. Dve relacije rangiranja razlikuju se po svojim graničnim nivoima saglasnosti, s^1 i s^2 ($s^1 > s^2$), gde je, kao i do sada, zadovoljeno $s^1, s^2 \in [\frac{1}{2}, 1 - \min_k w_k]$. Za dve alternative a i a' kažemo da je " a većeg ranga od a' " ako je zadovoljeno:

$$C(a, a') \geq s^r, \quad C(a, a') \geq C(a', a), \quad \text{za } r = 1, 2.$$

Procedura kreiranja nivoa u ELECTRE II metodi rangiranja može se podeliti u četiri celine:

- (i) *Podela skupa A .* Koristeći relaciju jakog rangiranja S^1 , na sličan način kao u ELECTRE I metodologiji na skupu A , moguća je pojava ciklova među alternativama. Neka $\bar{A}$ predstavlja skup aletrnativa maksimalnog cikla⁶ skupa A . Sve alternative unutar cikla se pri ovakvoj podeli smatraju jednakim. Zarad poređenja alternativa unutar skupa $\bar{A}$ koristićemo relaciju jakog rangiranja, S^1 .
- (ii) *Konstrukcija kompletnog preduređenja Z_1 na skupu $\bar{A}$.* Nakon definisanja skupa $\bar{A}$, neophodno je identifikovati skup B^1 alternativa sa osobinom "*nijedna druga alternativa nije preferirana u odnosu na njih*", koristeći relaciju strogog rangiranja. Nakon toga, ista procedura se ponavlja na skupu $\bar{A} \setminus B^1$, čime dobijamo skup B^2 . Na taj način delimo skup $\bar{A}$ na particije $\{B^1, B^2, \dots\}$.

Dalje, samo uz pomoć relacije jakog rangiranja, dobija se poredak Z_1 u kojem sve aktivnosti unutar skupova $B^1, B^2, \dots$ smatramo jednakim. Kako bi dobili finiju podelu, neophodno je da sada, na svakom skupu B^i primenimo relaciju slabog rangiranja S^2 .

- (iii) *Određivanje kompletnog preduređenja Z_2 na skupu $\bar{A}$.* Procedura formiranja kompletnog preduređenja Z_2 identična je proceduri formiranja preduređenja Z_1 , s tim, da je neophodno izvršiti jednu izmenu. Izmena

⁶Maksimalni cikl predstavlja cikl najviše dužine. Detaljnije o ciklovima u odeljku 2.4.

se sastoji u identifikaciji alternativa radi konstrukcije skupova B^i , i primenjuje se pravilo "nisu preferirane nijednoj drugoj alternativu". Ovako dobijene skupove obeležavamo sa $\{B^{1'}, B^{2'}, \dots\}$. Dobija se gruba verzija uređenja Z_2 koja je profilisana dalje primenom relacije slabog rangiranja.

- (iv) *Definisanje parcijalnog preduređenja Z* . Parcijalno preduređenje Z predstavlja presek dva definisana uređenja, Z_1 i Z_2 . Definišemo ga na sledeći način:

$$aZa' \Leftrightarrow aZ_1a' \wedge aZ_2a'.$$

ELECTRE III

ELECTRE III metoda (Roy, 1978) unapređenje je pomenute ELECTRE II metode, dizajnirana da reši njene nedostatke, i izbori se sa problemom netačnih i nepreciznih podataka. Ovaj problem je rešen uvođenjem pseudo-kriterijuma koji nisu postojali u ELECTRE II verziji. Relacija rangiranja ELECTRE III metode integrisala je elemente rasplinite logike uvođenjem indeksa kredibiliteta koji meri verodostojnost relacije „ a je većeg ranga od a' “. Ovaj indeks sadrži u sebi vrednosti indeksa saglasnosti i nesaglasnosti i možemo ga smatrati modifikovanim indeksom saglasnosti umanjenim za značaj nesaglasnosti u relaciji.

Formalno, indeks saglasnosti definisan je kao što je i prikazano izrazom (2.10), gde je sada uzeto u obzir modeliranje pseudo-kriterijuma. Slična situacija je i kod indeksa nesaglasnosti gde je:

$$d_k(a, a') = \begin{cases} 1, & \text{ako je } g_k(a') - g_k(a) > v_k(g_k(a)) \\ \frac{g_k(a) - g_k(a') + p_k(g_k(a))}{p_k(g_k(a)) - v_k(g_k(a))}, & \text{ako je } p_k(g_k(a)) < g_k(a') - g_k(a) \leq v_k(g_k(a)) \\ 0, & \text{ako je } g_k(a') - g_k(a) \leq p_k(g_k(a)) \end{cases}.$$

Indeks kredibiliteta je definisan na sledeći način:

$$\rho(a, a') = C(a, a') \prod_{\{k: d_k(a, a') > C(a, a')\}} \frac{1 - d_k(a, a')}{1 - C(a, a')}. \quad (2.16)$$

Indeks kredibiliteta predstavlja modifikaciju postojećeg indeksa saglasnosti,

vidi se iz izraza (2.16). Zaključujemo sledeće:

- $d_k(a, a') = 1 \Rightarrow \rho(a, a') = 0$,
- $d_k(a, a') = 0 \Rightarrow \rho(a, a') = C(a, a')$
- Za vrednost indeksa nesaglasnosti između dve ekstremne vrednosti indeks kredibiliteta umanjen je za vrednost proizvoda izraza (2.16).

Slično kao kod ELECTRE II metode, konačni rang alternativa kreira se nakon što se odrede dva preduređenja nakon čega se dobija, konačno, parcijalno preduređenje. Konstrukcija dva parcijalna preduređenja razlikuje se u odnosu na ELECTRE II metodu. Ova dva preduređenja u literaturi su poznata kao destilacije. Prvo preduređenje formira se od q klasa alternativa, $\overline{B}_1, \overline{B}_2, \dots, \overline{B}_q$, gde su alternative u svakoj klasi $\overline{B}_i$ međusobno jednake, i gde alternative iz klase $\overline{B}_k$ dominiraju alternative iz klase $\overline{B}_{k+1}$, odnosno, svaka alternativa $a \in \overline{B}_k$ većeg je ranga od proizvoljne alternative $a' \in \overline{B}_{k+1}$. Ovo preduređenje poznatije je kao *opadajuća destilacija*.

Sa druge strane, *rastuća destilacija* predstavlja preduređenje u klasa alternativa, $\underline{B}_1, \underline{B}_2, \dots, \underline{B}_u$ u kojima je proizvoljna alternativa $a' \in \underline{B}_{k+1}$ većeg ranga od proizvoljne alternative $a \in \underline{B}_k$. Alternative na istom nivou se smatraju jednakim.

Radi potpunog definisanja algoritma rangiranja ELECTRE III metode neophodno je uvesti još jedan parametar, a to je granična funkcija destilacije. Granična funkcija destilacije, $s(\lambda)$, neophodna je radi presecanja relacije kredibiliteta pri postupku defazifikacije definisane relacije rasplinite logike. Takođe, uvodimo i granične vrednosti λ_k pomoću kojih iz indeksa kredibiliteta dobijamo rangove. Za više detalja o kreiranju granične funkcije destilacije videti Almeida-Dias et al. (2006). Za definisane granične vrednosti λ_k formira se pomoćna relacija rangiranja $S_A^{\lambda_k}$ na sledeći način:

$$aS_A^{\lambda_k} a' \Leftrightarrow \rho(a, a') > \lambda_k \wedge \rho(a, a') > \rho(a', a) + s(\rho(a, a')). \quad (2.17)$$

Izraz (2.17) govori o tome da tvrdnja da je "a bolje rangirana od a'" tačna ako je vrednost indeksa kredibiliteta veća od granične vrednosti λ_k i ako je ova tvrdnja jača od tvrdnje da je "a' bolje rangirana od a". Za svaku alternativu a, algoritam ELECTRE III metode izračunava sledeće vrednosti:

1. $p_A^{\lambda_k}(a)$ – λ_k -snagu alternative a . Ova vrednost predstavlja broj svih alternativa a' koje su lošijeg ranga od alternative a pri poređenju relacijom rangiranja $S_A^{\lambda_k}$. Formalno:

$$p_A^{\lambda_k}(a) = \text{card}\{a' \in A | a S_A^{\lambda_k} a'\}. \quad (2.18)$$

2. $f_A^{\lambda_k}(a)$ – λ_k -slabost alternative a . Broj svih alternativa a' koje su boljeg ranga od alternative a , pri poređenju relacijom rangiranja $S_A^{\lambda_k}$, odnosno:

$$f_A^{\lambda_k}(a) = \text{card}\{a' \in A | a' S_A^{\lambda_k} a\}. \quad (2.19)$$

3. $q_A^{\lambda_k}(a)$ – λ_k -kvalifikacija alternative a . Predstavlja vrednost koja izražava poziciju alternative a u skupu A svih alternativa:

$$q_A^{\lambda_k}(a) = p_A^{\lambda_k}(a) - f_A^{\lambda_k}(a). \quad (2.20)$$

Proces destilacije alternativa, konstruisan je kako bi rangirao alternative po hijerarhijskim nivoima, i taj proces se obavlja kroz nekoliko iteracija. Pretpostavimo da je λ_1 prvi granični nivo, i neka su $q_A^{\lambda_1}(a)$ λ_1 -kvalifikacije za svaku alternativu a . Nakon njihovog izračunavanja, određujemo skup svih onih alternativa sa najvećom vrednošću λ_1 -kvalifikacije, formirajući podskup alternativa $\overline{D}_1$ opadajuće destilacije. Identično, određujemo skup $\underline{D}_1$ svih alternativa sa minimalnom vrednošću λ_1 -kvalifikacije kod rastuće destilacije:

$$\overline{D}_1 = \left\{ a \in A \mid q_A^{\lambda_1}(a) = \overline{q}^A = \max_{x \in A} q_A^{\lambda_1}(x) \right\},$$

$$\underline{D}_1 = \left\{ a \in A \mid q_A^{\lambda_1}(a) = \underline{q}^A = \min_{x \in A} q_A^{\lambda_1}(x) \right\}.$$

Prva iteracija se odvija u k ovakvih koraka dok god se alternative mogu razdvojiti i na taj način dobiti finija podela. Na kraju k -tog koraka dobijamo prvi podskup alternativa skupa A koji će činiti alternative prvog hijerarhijskog nivoa (odnosno poslednjeg ako govorimo o rastućoj destilaciji) preduređenja koje formiramo. Sa $\overline{C}_1$ označićemo prvi hijerarhijski nivo opadajuće destilacije, a sa $\underline{C}_1$ rastuće destilacije.

Naredna iteracija sprovodi identičan postupak na skupu $\overline{A}_1 = A \setminus \overline{C}_1$, odnosno $\underline{A}_1 = A \setminus \underline{C}_1$ formirajući sledeći hijerarhijski nivo. Postupak destilacije

se ponavlja dok se ne dobiju dva parcijalna preduređenja. Opisanu proceduru možemo prikazati i sledećim algoritmom (Almeida-Dias et al., 2006):

- (1) $n = 0$, $\overline{A}_n = A$, $\underline{A}_n = A$.
- (2) $\lambda_n = \max_{a,b \in \overline{A}_n} \rho(a,b)$ ili $\lambda_n = \max_{a,b \in \underline{A}_n} \rho(a,b)$.
- (3) $k = 1$, $D_k = \overline{A}_n$ ili $D_k = \underline{A}_n$.
- (4) Za svaki $a, a' \in D_k$: $\lambda_{k+1} = \max_{\sigma(a,b) < \lambda_k - s(\lambda_k)} \sigma(a,b)$. Ako za svake dve alternative $a, a' \in D_k$ važi da je $\sigma(a,b) \geq \lambda_k - s(\lambda_k)$ tada je $\lambda_{k+1} = 0$.
- (5) Izračunati λ_k -kvalifikacije za sve alterative iz skupova $\overline{D}_k$ ili $\underline{D}_k$.
- (6) Odrediti maksimalnu ili minimalnu vrednost λ_k -kvalifikacije: $\overline{q}_{D_k}$ i $\underline{q}_{D_k}$.
- (7) Konstruisati odgovarajući podskup:

$$\overline{D}_k = \left\{ a \in D_k \mid q_{D_k}^{\lambda_{k+1}}(a) = \overline{q}_{D_k} \right\},$$

$$\underline{D}_k = \left\{ a \in D_k \mid q_{D_k}^{\lambda_{k+1}}(a) = \underline{q}_{D_k} \right\},$$

- (8) Ako je $\text{card}(\overline{D}_{k+1}) = 1$ ili $\text{card}(\underline{D}_{k+1}) = 1$ ili $\lambda_{k+1} = 0$; preći na (9) inače: $k = k + 1$, $D_k = \overline{D}_k$, ili $D_k = \underline{D}_k$; preći na (4).
- (9) $\overline{C}_{n+1} = \overline{D}_{n+1}$; $\underline{C}_{n+1} = \underline{D}_{n+1}$
 $\overline{A}_{n+1} = \overline{A}_n \setminus \overline{C}_{n+1}$ ili $\underline{A}_{n+1} = \underline{A}_n \setminus \underline{C}_{n+1}$
 Ako je $\overline{A}_{n+1} = 0$ ili $\underline{A}_{n+1} = 0$ tada je $n = n + 1$; idi na (2),
 inače KRAJ destilacije.

Nakon završetka prikazanog postupka destilacije dobijamo dva parcijalna preduređenja pomoću kojih želimo da kreiramo finalno preduređenje alternativa. Finalno preduređenje formiramo posmatrajući hijerarhijske nivoe alternativa kod obe destilacije i rangirajući alternative na sledeći način:

- Alternativa a je boljeg ranga od alternative a' ako je barem pri jednom procesu destilacije a na većem hijerarhijskom nivou, dok su kod druge destilacije ove dve alternative barem na istom nivou.
- Alternative a i a' su indiferentne, odnosno na istom hijerarhijskom nivou, ako su a i a' na istom hijerarhijskom nivou kod obe destilacije.

- Alternative a i a' su neuporedive ako je pri jednom procesu destilacije a bolje rangirana od a' a pri drugom a' bolje rangirana od a .

ELECTRE IV

ELECTRE IV metoda (Roy & Hugonnard, 1982; Almeida-Dias et al., 2006; Figueira et al., 2005b) je modifikacija ELECTRE III metode koja je modelirana za situacije u kojima donosilac odluke nije u mogućnosti, ne želi ili ne zna kako da na odgovarajući način odredi značaj svakog kriterijuma, te zbog toga u ovoj metodi ne figuriraju težinski faktori w_k . ELECTRE IV metoda koristi pet ugrađenih relacija rangiranja (S_q, S_c, S_p, S_s, S_v).

Ideja metode je da svaka sledeća definisana relacija rangiranja prihvata hipotezu o dominaciji određene alternative nad drugom pod manje verodostojnim uslovima. To se ostvaruje smanjenom vrednošću indeksa kredibiliteta za svaku sledeću relaciju rangiranja. Svako spuštanje indeksa kredibiliteta, odnosno pomeranje na nižu relaciju rangiranja smatra se značajnim gubitkom preciznosti. Za detaljan opis ELECTRE IV metode, na koji se i ovde oslanjamo, pogledati Almeida-Dias et al. (2006). Kako bi opisali pet ugrađenih relacija rangiranja neophodno je da uvedemo sledeću notaciju, specifičnu samo za ELECTRE IV metodu:

- $n_p(a, a')$ – broj kriterijuma u kojima je alternativa a strogo preferirana u odnosu na alternativu a' ,

$$n_p(a, a') = \text{card} \{k | a P_k a'\}.$$

- $n_p(a', a)$ – broj kriterijuma u kojima je alternativa a' strogo preferirana u odnosu na alternativu a ,

$$n_p(a', a) = \text{card} \{k | a' P_k a\}.$$

- $n_q(a, a')$ – broj kriterijuma u kojima je alternativa a slabo preferirana u odnosu na alternativu a' ,

$$n_q(a, a') = \text{card} \{k | a Q_k a'\}.$$

- $n_q(a', a)$ – broj kriterijuma u kojima je alternativa a' slabo preferirana u

odnosu na alternativu a ,

$$n_q(a', a) = \text{card} \{k | a' Q_k a\}.$$

- $n_i(a, a')$ – broj kriterijuma u kojima su alternative a i a' indiferente, i gde je ocena alternative a bolja od ocene alternative a' ,

$$n_i(a, a') = \text{card} \{k | a I_k a' \wedge g_k(a) > g_k(a')\}.$$

- $n_i(a', a)$ – broj kriterijuma u kojima su alternative a i a' indiferentne, i gde je ocena alternative a' bolja od ocene alternative a ,

$$n_i(a', a) = \text{card} \{k | a' I_k a \wedge g_k(a') > g_k(a)\}.$$

- $n_0(a, a') = n_0(a', a)$ – broj kriterijuma za koji alternative a i a' imaju identične ocene,

$$n_0(a, a') = n_0(a', a) = \text{card} \{k | g_k(a) = g_k(a')\}.$$

Pet relacija rangiranja sada definišemo na sledeći način:

- (i) **Kvazi dominacija**, S_q . Uređeni par (a, a') zadovoljava relaciju kvazi dominacije ako i samo ako su zadovoljeni sledeći uslovi:

- za svaki kriterijum, alternativa a je barem indiferentna sa a' ,
- broj svih kriterijuma, u kojima je alternativa a indiferentna sa alternativom a' i gde je ocena alternative a' veća od alternative a , je manja od sume kriterijuma gde je ocena alternative a veća od ocene alternative a' , odnosno:

$$aS_q a' \Leftrightarrow \begin{cases} n_p(a', a) + n_q(a', a) = 0 \\ n_i(a', a) < n_i(a, a') + n_q(a, a') + n_p(a, a'). \end{cases}$$

- (ii) **Kanonička dominacija**, S_c . Uređeni par (a, a') zadovoljava relaciju kanoničke dominacije ako i samo ako su zadovoljeni sledeći uslovi:

- ni za jedan kriterijum ne važi da je a' strogo preferirano u odnosu na a ,

- broj kriterijuma u kojima alternativa a' slabo preferira alternativu a , manji je ili jednak broju kriterijuma u kojima je alternativa a strogo preferirana u odnosu na a' ,
- broj kriterijuma u kojima je ocena alternative a' veća od ocene alternative a strogo je manji od broja kriterijuma u kojima je ocena alternative a veća od ocene alternative a' , odnosno:

$$aS_c a' \Leftrightarrow \begin{cases} n_p(a', a) = 0 \\ n_q(a', a) \leq n_p(a, a') \\ n_q(a', a) + n_p(a', a) < n_i(a, a') + n_q(a, a') + n_p(a, a'). \end{cases}$$

Jasno je da je relacija S_c bogatija, odnosno da važi $S_q \subseteq S_c$, gde jednakost važi u slučaju kada je $\{k|a'Q_k a\} = \emptyset$, odnosno, kada je $n_q(a', a) = 0$.

(iii) **Pseudo dominacija**, S_p . Uređeni par (a, a') zadovoljava relaciju pseudo dominacije ako i samo ako su zadovoljeni sledeći uslovi:

- ni za jedan kriterijum ne važi da je a' strogo preferirano u odnosu na a ,
- broj kriterijuma za koji je alternativa a' slabo preferirana u odnosu alternativu a manji je ili jednak broju kriterijuma za koji je alternativa a slabo ili strogo preferirana u odnosu na alternativu a' , odnosno:

$$aS_p a' \Leftrightarrow \begin{cases} n_p(a', a) = 0 \\ n_q(a', a) \leq n_p(a, a') + n_p(a, a'). \end{cases}$$

Opet se odmah vidi da važi odnos $S_c \subseteq S_p$.

(iv) **Sub-dominacija**, S_s . Uređeni par (a, a') zadovoljava relaciju sub-dominacije ako i samo ako je zadovoljen sledeći uslov:

- ni za jedan kriterijum ne važi da je a' strogo preferirano u odnosu na a ,

$$aS_s a' \Leftrightarrow \left\{ n_p(a', a) = 0. \right.$$

Direktna posledica definicije sub-dominacije je da važi $S_p \subseteq S_s$.

(v) **Veto dominacija**, S_v . Uređeni par (a, a') zadovoljava relaciju veto dominacije ako i samo ako je zadovoljen neki od sledećih uslova:

- ili ni za jedan kriterijum ne važi da je a' strogo preferirano u odnosu na a ,
- ili je a' strogo preferirano u odnosu na a po tačno jednom kriterijumu, i taj kriterijum nema moć veta, dok je a strogo preferirano u odnosu na alternativu a' za barem polovinu ukupnog broja kriterijuma, odnosno:

$$aS_v a' \Leftrightarrow (n_p(a', a) = 0) \vee \begin{cases} n_p(a', a) = 1 \\ n_p(a, a') \geq \frac{n}{2} \\ g_k(a) + v_k(g_k(a)) \geq g_k(a'), \forall g_k \in G. \end{cases}$$

Naravno, i ovde važi odnos, $S_s \subseteq S_v$.

Kako bi došli do postupka destilacije i kreiranja preduređenja neophodno je definisati indeks kredibiliteta. On je konstruisan upravo tako da oslikava odnos pet ugrađenih relacija rangiranja:

$$\rho(a, a') = \begin{cases} 1 & \text{ako je } aS_q a', \\ 0,8 & \text{ako je } aS_c a', \\ 0,6 & \text{ako je } aS_p a', \\ 0,4 & \text{ako je } aS_s a', \\ 0,2 & \text{ako je } aS_v a', \\ 0 & \text{ako nijedna od relacija } S_q, S_c, S_p, S_s, S_v \text{ nije zadovoljena} \end{cases}$$

Postupak destilacije kod ELECTRE IV metode indentičan je kao i kod ELECTRE III, tako da se proces rangiranja nastavlja na već opisani način.

2.3.8 Problematika sortiranja - ELECTRE TRI metoda

Kao što je već rečeno, ELECTRE TRI metoda i njene modifikacije, metode su sortiranja koje koriste ELECTRE metodologiju, i spadaju u najkorišćenije metode sortiranja. ELECTRE TRI-B prva je modelirana metoda (Yu, 1992), da bi u Almeida-Dias et al. (2010) ona bila modifikovana i kreirana ELECTRE TRI-C metoda, koju su autori kasnije metodološki ojačali u formi ELECTRE TRI-nC metode (Almeida-Dias et al., 2012). Naredno poglavlje predstavlja opis ELECTRE TRI metodologije fokusirajući se, prevashodno, na ELECTRE TRI-C metodu i rad Almeida-Dias et al. (2010). Analiziraćemo

i preostale dve metode i opisati razlike u metodološkom pristupu koji su autori ELECTRE TRI-C metode upotreбили i na taj način poboljšali, do tada veoma eksploatisanu, ELECTRE TRI-B metodu. Iako je ova metoda, na prvi pogled, najmanje povezana sa metodologijom doktorske disertacije u poređenju sa preostalim metodama, jer se sama disertacija prevashodno bazira na problematici rangiranja, navodimo u celosti i ovu metodu te na taj način zaokružujemo celinu svake grupe metoda.

Pretpostavke i strukturni zahtevi modela sortiranja

Donosilac odluke se često nalazi u situaciji da skup određenih alternativa mora razvrstati u predefinisane, sortirane kategorije. Možemo navesti neke od situacija kao što je problem mendžmenta banke gde moraju da svrstaju svakog klijenta u jednu od četiri grupe po rizičnosti vraćanja kredita. Društveni planer se može naći u situaciji da razvrsta škole po kvalitetu u razne grupe. Jasno je, potencijalnih situacija ovog tipa ima neograničeno mnogo. Dodeljivanje odgovarajuće kategorije, o ma kakvoj situaciji da je reč zavisiće od niza unapred utvrđenih kriterijuma. Model koji želimo da konstruišemo nema za cilj da odredi kategorije u koje treba razvrstati alternative, već da pomogne u postupku odlučivanja u koju kategoriju svrstati svaku alternativu. Stoga, model sortiranja mora da zadovolji par sledećih pretpostavki:

- skup kategorija mora biti kompletno uređen skup (od najbolje ka najgoroj kategoriji);
- svaka kategorija mora biti unapred definisana;
- svaka kategorija mora imati karakterističnu alternativu, reprezentativnog predstavnika te kategorije, ili alternative koje će predstavljati granične predstavnike između kategorija.

ELECTRE TRI-C metoda će upravo definisati predstavnike svake kategorije, kao i najgoru i najbolju alternativu i na taj način formalno razgraničiti svaku kategoriju. Metoda se sastoji od dva združena pravila - opadajućeg i rastućeg. Oba pravila daju kategoriju-kandidata. Ove kategorije-kandidati, u stvari, predstavljaju najveću, odnosno najnižu kategoriju u koju treba razvrstati posmatranu alternativu. Ako se kategorije-kandidati oba pravila poklapaju proces sortiranja je završen i alternativa se svrstava u tu kategoriju.

U suprotnom, na donosiocu odluke je da svrsta alternativu, u neku od kategorija-kandidata ili kategoriju između njih.

Pri definisanju ELECTRE TRI-C metode oslanjaćemo se na već uvedenu notaciju. Pored toga, neka je skup unapred definisanih, kompletno uređenih kategorija zadat sa $\{C_1, \dots, C_h, \dots, C_q\}$, $q \geq 2$. Pri postupku razgraničavanja kategorija, odnosno poređenja alternativa sa graničnim predstavnicima koriste se relacije indifferencije, slabe i jake relacije rangiranja kao i relacija neuporedivnosti (2.4) – (2.6) i indeks kredibiliteta $\rho(a, a')$ definisan izrazom (2.16). Za razliku od ELECTRE III i funkcije destilacije, slično kao kod ELECTRE I metode, uvodimo fiksnu vrednost λ koja služi za proces defazifikacije, i smatramo vrednost indeksa kredibiliteta značajnim ako je vrednost veća od λ .

Sa b_k ćemo označiti alternativu, karakterističnog predstavnika kategorije C_k , gde C_1 predstavlja najgoru, a C_q najbolju kategoriju. Pored toga, definisaćemo i alternative b_0 i b_{q+1} za koje važi da su $g_j(b_0)$ i $g_j(b_{q+1})$ najgora, odnosno najbolja vrednost za svaki kriterijum $g_j \in G$. Na ovaj način kreiramo skup $B = \{b_0, b_1, \dots, b_{q+1}\}$ alternativa - predstavnika kategorija. Pošto su kategorije poređane po kvalitetu, jasno je da svaka alternativa-predstavnik kvalitetnije kategorije mora da bude bolja od predstavnika manje kvalitetne kategorije. Zahtevaćemo da za svake dve kategorije C_k i C_{k+1} i njihove predstavnike važi uslov dominacije:

$$(\forall g_j \in G) (g_j(b_{k+1}) - g_j(b_k) \geq 0) \wedge (\exists g_j \in G) (g_j(b_{k+1}) - g_j(b_k) > 0). \quad (2.21)$$

Ipak, iako na prvi pogled jak uslov, on neće biti dovoljan. Naime, moguće je slučaj u kome je $0 \leq g_j(b_{k+1}) - g_j(b_k) \leq q_j$, odnosno imamo da važi $\rho(b_k, b_{k+1}) = 1$, te imamo da ove dve alternative ne mogu da definišu dve različite kategorije. Jasno da, minimalni dodatni uslov koji treba uvesti jeste da važi $\rho(b_k, b_{k+1}) < 1$. U zavisnosti od željene jačine razdvojenosti odnosno separabilnosti kategorija definisaćemo tri varijante uslova separabilnosti:

Uslov 1. (Slaba separabilnost) Skup B karakterističnih predstavnika kategorija ispunjava uslov slabe separabilnosti ako i samo ako važi:

$$\rho(b_k, b_{k+1}) < 1, \text{ za } k = 1, \dots, q - 1.$$

Uslov 2. (Jaka separabilnost) Skup B karakterističnih predstavnika kate-

gorija ispunjava uslov jake separabilnosti ako i samo ako važi:

$$\rho(b_k, b_{k+1}) < \frac{1}{2}, \text{ za } k = 1, \dots, q-1.$$

Uslov 3. (Ultra jaka separabilnost) Skup B karakterističnih predstavnika kategorija ispunjava uslov ultra jake separabilnosti ako i samo ako važi:

$$\rho(b_k, b_{k+1}) = 0, \text{ za } k = 1, \dots, q-1.$$

Pored ovoga, autori uvode strukturne zahteve koje bi trebalo da važe u modelu:

Definicija 2.6. Pri razvrstavanju alternativa u kategorije važi:

- **Prilagođenost.** Svaka alternativa-predstavnik b_k mora biti dodeljena kategoriji C_k .
- **Homogenost.** Dve alternative a i a' moraju biti svrstane u istu kategoriju ako važi da je $\rho(a, b_k) = \rho(a', b_k)$ i $\rho(b_k, a) = \rho(b_k, a')$.
- **Monotonost.** Ako je alternativa a dominantnija od alternative a' u smislu izraza (2.21), tada alternativa a mora biti razvrstana najmanje u istu kategoriju kao i alternativa a' .
- **Stabilnost.** Pri primeni bilo koje od dve operacije - spajanje ili razdvajanje kategorija (videti sledeću definiciju), alternative mogu promeniti svoju kategoriju na sledeći način:

(i) prilikom spajanja dve uzastopne kategorije:

- svaka alternativa koja se prethodno nije nalazila u nekoj od susednih kategorija dve modifikovane kategorije će ostati u istoj kategoriji;
- svaka alternativa koja se prethodno nalazila u nekoj od susednih kategorija dve modifikovane kategorije će ili biti dodeljena istoj ili nekoj novoj kategoriji;
- svaka alternativa koja se prethodno nalazila u jednoj od dve spojene kategorije će biti razvrstana u novu kategoriju ili u jednu od susednih kategorija;

- (ii) prilikom deljenja jedne kategorije na dve uzastopne:
- svaka alternativa koja se prethodno nije nalazila u jednoj od susednih kategorija će ostati u istoj kategoriji;
 - svaka alternativa koja se prethodno nalazila jednoj od susednih kategorija će ili biti dodeljena istoj ili nekoj novoj kategoriji;
 - svaka alternativa koja se prethodno nalazila u kategoriji koju razdvajamo će biti razvrstana u jednu od novih kategorija ili u jednu od susednih kategorija.

Definicija 2.7. Za bilo koje dve uzastopne kategorije C_k, C_{k+1} važi:

- (i) Dve uzastopne kategorije C_k i C_{k+1} se mogu spojiti u novu kategoriju C'_k uvođenjem nove alternative-predstavnik kategorije b'_k , za koju važi da je $g_j(b'_k) - g_j(b_k) \geq 0$ i $g_j(b'_k) - g_j(b_{k+1}) \geq 0$ za svaki kriterijum $g_j \in G$.
- (ii) Kategorija C_k može biti podeljena na dve uzastopne kategorije, C'_k i C''_k , uvođenjem dve nove alternative-predstavnik kategorija, b'_k i b''_k , za koje važi

$$\rho(b''_k, b_{k+1}) < 1, \rho(b'_k, b''_k) < 1, \rho(b_{k-1}, b'_k) < 1$$

kao i da je

$$g_j(b'_k) - g_j(b_k) \geq 0 \text{ i } g_j(b'_k) - g_j(b_{k+1}) \geq 0$$

za svaki kriterijum $g_j \in G$.

ELECTRE TRI-C metoda - Pravila sortiranja

Kategorizacija alternativa, kao što smo već i napomenuli, obavlja se putem dva združena pravila, opadajućeg i rastućeg, koje ćemo upravo definisati.

Definicija 2.8 (Opadajuće pravilo). Za izabrani granični nivo indeksa kredibiliteta λ , $\frac{1}{2} \leq \lambda \leq 1$, proizvoljna alternativa a prolazi kroz sledeći proces pri donošenju odluke o razvrstavanju u određenu kategoriju. Spuštamo vrednost indeksa k od $q + 1$ dok god ne dođemo do prve vrednosti t za koju važi da je $\rho(a, b_t) \geq \lambda$. Tada:

- (i) za $t = q$ izabraćemo kategoriju C_q kao kandidata za razvrstavanje alternative a ;
- (ii) za $0 < t < q$, ako je $\sigma(a, b_t) > \sigma(a, b_{t+1})$, tada je kategorija C_t kandidat za razvrstavanje alternative a , inače izabrati kategoriju C_{t+1} ;

(iii) za $t = 0$, izabrati C_1 kao kandidata za razvrstavanje alternative a .

Definicija 2.9 (Rastuće pravilo). Za izabrani granični nivo indeksa kredibiliteta λ , $\frac{1}{2} \leq \lambda \leq 1$, proizvoljna alternativa a prolazi kroz sledeći proces pri donošenju odluke o razvrstavanju u određenu kategoriju. Povećavamo vrednost indeksa k počevši od 0, dok ne dođemo do prve vrednosti h za koju važi da je $\rho(b_k, a) \geq \lambda$. Tada:

- (i) za $h = 1$ izabraćemo kategoriju C_1 kao kandidata za razvrstavanje alternative a ;
- (ii) za $1 < h < q + 1$, ako je $\sigma(a, b_t) > \sigma(a, b_{t-1})$, tada je kategorija C_t kandidat za razvrstavanje alternative a , inače izabrati kategoriju C_{t-1} ;
- (iii) za $h = q + 1$, izabrati C_q kao kandidata za razvrstavanje alternative a .

Primećujemo, obe definicije koriste funkciju $\sigma(a, b_k)$ koja odlučuje koju od dve kategorije izabrati. Ovu funkciju moramo da uvedemo zbog načina izbora alternativa predstavnika kategorija. Funkcija $\sigma(a, b_k)$ mora da zadovoljava sledeće uslove:

1. funkcija $\sigma(a, b)$ je funkcija $\rho(a, b)$ i $\rho(b, a)$, gde je b karakteristični predstavnik neke kategorije;
2. neka je C_k izabrana kategorija za proizvoljnu alternativu a . Izbor ove kategorije umesto njoj susedne je opravdan ako i samo ako je

$$\sigma(a, b_k) > \sigma(a, b),$$

gde je b karakteristični predstavnik susedne kategorije;

3. ako je alternativa a identična kao proizvoljni karakteristični predstavnik kategorije - b_k , tada $\sigma(b_k, b_k)$ mora biti najveća vrednost.

Pored ovih uslova, koji će važiti zbog načina na koji smo konstruisali funkciju σ , kako bi bila zadovoljena monotonost iz definicije 2.6 neophodno je da važi sledeće tvrđenje:

Tvrđenje 2.5. *Neka su a i a' alternative koje su razvrstane u istu kategoriju. Ako alternativa a dominira alternativu a' u smislu izraza (2.21) tada važi*

$$\sigma(a, b_k) > \sigma(a, b_{k+1}) \Rightarrow \sigma(a', b_k) > \sigma(a', b_{k+1}).$$

Usled kontrapozicije važi i:

$$\sigma(a', b_{k+1}) \geq \sigma(a', b_k) \Rightarrow \sigma(a, b_{k+1}) \geq \sigma(a, b_k).$$

Dokaz tvrđenja analizira sve moguće odnose vrednosti $\sigma(a, b_k)$ i $\sigma(a, b_{k+1})$ i može se pronaći u Almeida-Dias et al. (2010). Ostaje pitanje kako definisati funkciju $\sigma(a, b)$ da zadovoljava tražena svojstva i koje će biti osobine tako definisane funkcije. Ovakva svojstva ne određuju jednoznačnu funkciju i autori su se odlučili da funkciju $\sigma(a, b)$ definišu na sledeći način:

$$\sigma(a, b) = \min \{ \rho(a, b), \rho(b, a) \}. \quad (2.22)$$

Ovako definisana funkcija zadovoljava tražene uslove. Pored toga važi i sledeća teorema:

Teorema 2.6 (Almeida-Dias et al. (2010)). *Za definisanu funkciju $\sigma(a, b) = \min \{ \rho(a, b), \rho(b, a) \}$ i parametar $\lambda^b = \max_{k=1, \dots, q-1} \{ \rho(b_k, b_{k+1}) \}$ važi:*

(i) *Homogenost, monotonost i stabilnost su zadovoljene.*

(ii) *Prilagođenost važi ako je $\lambda > \lambda^b$ □*

ELECTRE TRI-nC metoda

Isti autori su u radu koji je usledio nešto kasnije (Almeida-Dias et al., 2012) modifikovali postojeću metodu, gde je osnovna ideja bila da ne moramo da imamo samo jednu alternativu predstavnika svake kategorije. Promena se ogleda u tome da kategoriju C_k može da predstavlja skup alternativa predstavnika $B_k = \{b_k^r, r = 1, \dots, m_k\}$. Naravno, ovo je definisano za kategorije $C_1, \dots, C_q$, dok je i dalje $B_0 = \{b_0^1\}$ i $B_{q+1} = \{b_{q+1}^1\}$.

Pri definisanju ELECTRE TRI-nC metode oslanjamo se na već uvedenu notaciju, ali ćemo morati da uvedemo i neke male izmene. Pri postupku razgraničavanja kategorija, odnosno poređenja alternativa sa graničnim predstavnicima koriste se i dalje relacije indifferencije, slabe i jake relacije rangiranja kao i relacija neuporedivnosti (2.4) – (2.6). Sa druge strane, neophodan je i indeks kredibiliteta $\rho(a, a')$ definisan izrazom (2.16). Ipak, kako je sada za svaku kategoriju definisano više alternativa predstavnika autori definišu *kategorijski indeks kredibiliteta*:

Definicija 2.10. Za proizvoljni skup alternativa predstavnika $B_k, k = 1, \dots, q$ kategorijski indeks kredibiliteta definisan je kao:

$$\rho(\{a\}, B_k) = \max_{r=1, \dots, m_k} \{\rho(a, b_k^r)\}, \quad (2.23)$$

$$\rho(B_k, \{a\}) = \max_{r=1, \dots, m_k} \{\rho(a, b_k^r)\}. \quad (2.24)$$

Nakon uvedenog modifikovanog indeksa kredibiliteta izrazima (2.23) i (2.24) strukturni zahtevi iz definicije 2.6 ostaju isti, kao i pravila deljenja i spajanja kategorija. Pravila sortiranja takođe su modifikovana u skladu sa novom definicijom, ali i dalje je zadržala sve osobine ELECTRE TRI-C metode.

2.3.9 Prednosti i mane ELECTRE metoda

U prethodnim sekcijama detaljno je predstavljena metodologija ELECTRE koncepta kao i najpoznatije metode. Upravo u konstrukciji ovih metoda leže i njene najveće prednosti u poređenju sa drugim metodama višekriterijumskog odlučivanja. Način konstruisanja alternativa omogućava da modeliramo i kvalitativne kako i kvantitativne karakteristike kao sastavni deo naše analize. Pored toga, ELECTRE metode, uvođenjem pseudo-kriterijuma, indeksa saglasnosti i nesaglasnosti uzimaju u obzir pri modeliranju nesavršenost informacija i podataka. Već smo u primeru 2.1 videli da prostim modeliranjem preferencija mala greška u merenju može dovesti do potpune promene rezultata.

Takođe, nije neophodno koristiti homogenu numeričku skalu pri definisanju kriterijuma jer ćemo graničnim vrednostima svakom kriterijumu dodeliti vrednosti koje će, nezavisno od drugih kriterijuma, označiti intervale u kojima se alternative koje poredimo značajno razlikuju. Moguće je, naravno, normalizacijom svesti sve kriterijume na identičnu skalu. Debata o uticaju normalizacije na konačni rang je aktuelna. Sa jedne strane dobijamo uporedivije kriterijume, sa druge strane, Triantaphyllou (2000) i Figueira & Roy (2009) sugerišu da procedura normalizacije može dovesti do promene ranga među alternativama čime se gubi na nepristrasnosti rezultata.

Možda najčešće isticani problem u literaturi (videti Figueira et al. (2013)) predstavlja neispunjenje aksiome o nezavisnosti irelevantnih alternativa. Kao posledica toga, kod metoda rangiranja dolazi do promene rangova usled izbacivanja ili ubacivanja neke alternative. Naime, isključujući ELECTRE TRI familiju metoda gde se svakoj alternativni dodeljuje kategorija nezavisno

od ostalih alternativa, preostale metode ne zadovoljavaju uslov da odnos dve alternative ne zavisi od postojanja ili odsustva neke treće alternative. Wang & Triantaphyllou (2008) smatraju ovo najvećim nedostatkom u svojoj kritici ELECTRE II i ELECTRE III metode. U odgovoru na ovaj rad, Figueira & Roy (2009) impliciraju da se promena rangova ne može smatrati problemom ELECTRE metoda, već samo ograničenjem. Razlog, kako tvrde autori, leži u tome da nije ni cilj ELECTRE metoda rangiranja da identifikuju već postojeći poredak u kome alternative sa viših nivoa ne zavise od onih sa nižih nivoa.

Sa druge strane, Figueira et al. (2013) smatraju da promena rangova usled izbacivanja ili ubacivanja neke alternative ne predstavlja slabost u metodologiji. Autori ovaj stav brane činjenicom da do promene ranga dolazi upravo u dinamičkim strukturama kada alternative prirodno evoluiraju pa je i sam proces donošenja odluka, shodno tome, sklon promenama. Roa je još pri konstrukciji ELECTRE III metode napravio osvrt na paradoks promene rangova i dao je primer u kojem pokazuje da je to veoma prirodan fenomen i da nije realno uvoditi aksiom o irelevantnim alternativama u model. Simpson (1996) je pisala da su upravo različitim modelima koji su konstruisani, modelirani različiti pogledi na stavove donosioca odluke.

Pored ovoga, već smo napomenuli, netranzitivnost se javlja u ELECTRE metodama (Wang & Triantaphyllou, 2008; Figueira & Roy, 2009). Figueira et al. (2013) ni ovo ne smatraju problemom dok god se *a priori* ne traži da preferencije budu tranzitivne. Specijalni slučaj netranzitivnosti predstavlja cikličnost alternativa. Zaista, kod metoda izbora i rangiranja, može se desiti da alternative formiraju cikl i da dobijemo neku vrstu Kondorseovog paradoksa u kojem alternativa *a* dominira alternativu *b*, alternativa *b* alternativu *c*, dok alternativa *c* dominira alternativu *a*. Figueira & Roy (2009) ne vide veliki problem u stvaranju ciklova ovog tipa, sve alternative se, u tom slučaju, smatraju indiferentnim. Ipak, ovakvo rešenje problema više predstavlja njegovo zanemarivanje i prikrivanje nego izistinsko rešenje.

Anić & Larichev (1996) nude dovoljan uslov nakon kojeg ciklova u grafu neće biti. Teorema koja definiše kada se ciklovi neće javljati detaljno je opisana u odeljku 2.4 i predstavlja osnovu modifikacije ELECTRE metode u kojoj se ne javljaju ciklovi. Ova metoda daje potreban uslov pri kojem se neće pojavljivati ciklovi. Ipak, zbog toga što ne uzima u obzir potencijalne greške pri merenju ona neće dati i dovoljan uslov nepojavljivanja ciklova (Larichev et al., 2002). I dalje, ovo je jedan od najvećih pomaka u pogledu rešavanja acikličnosti kod

ELECTRE metoda. Vredan napredak pri rešavanju ovog problema napravio je i Tavares (2012) koji dokazuje potreban i dovoljan uslov za uklanjanje ciklova dužine tri. Ipak, on ciklove veće dužine ne uzima u obzir i oni se i dalje normalno mogu pojavljivati što nije slučaj u ELECTRE MLO metodi nastaloj na osnovu rezultata iz Anić & Larichev (1996). Kako se ova disertacija bavi ELECTRE MLO metodom, te nudi metodološki dodatak na metodu koji predstavlja njenu logičnu razradu, njoj ćemo posvetiti mnogo više pažnje u odeljku 2.4.

2.4 ELECTRE MLO

ELECTRE MLO (*ELECTRE Multi-Level Outranking*) metoda rangiranja prvi put je uvedena u radu Petrović et al. (2012) i predstavlja modifikaciju postojećih ELECTRE metoda, kreirana kao alat u procesu benčmarkinga. Slično kao i u ostalim metodama rangiranja, ELECTRE MLO kao izlaz daje hijerarhijsku strukturu alternativa. Razlika u poređenju sa dosadašnjim metodama ogleda se u metodologiji formiranja nivoa preferencija kod relacije rangiranja. Naime, do tada postojeće ELECTRE metode rangiranja nisu se bavile problemom acikličnosti. Autori to pravdaju tvrdnjom da problem acikličnosti može prouzrokovati problem pri definisanju jezgra kod ELECTRE I metode i njenih modifikacija koje se bave problematikom izbora, ali da to kod metoda rangiranja ne predstavlja neki problem. Alternative koje formiraju cikl smatrane su indiferentnim i svrstavane na isti hijerarhijski nivo.

Ipak, ovo zanemarivanje acikličnosti dovodi do toga da određeni nivoi mogu biti neprecizni i da sadrže alternative koje ne bi trebale da se nalaze na istom nivou. Koristeći rezultat dobijen u Anić & Larichev (1996), ELECTRE MLO metoda rešava problem acikličnosti definisanjem modifikovanih indeksa saglasnosti i nesaglasnosti kao i uvođenjem apsolutnog praga značajnosti koji predstavlja granicu nakon kojeg se neće pojavljivati ciklovi u grafu. Kako bi u potpunosti predstavili ovaj metodološki koncept oslanjaćemo se na notaciju koju smo koristili do sada, definisanu još kod osnovnih karakteristika ELECTRE metoda u odeljku 2.3.1.

U osnovi, acikličnost najviše problema pravi metodama koje se bave problematikom izbora. Naime, kreiranjem ciklova dolazimo u situaciju da ne možemo na odgovarajući način da izaberemo alternativu ili grupu alternativa bolju od preostalih. Upravo zbog toga, problem acikličnosti se rešavao na

metodološkim konceptima ELECTRE I metode. Indeks saglasnosti, definisan izrazom (2.13) sada možemo predstaviti skupovima $G_{ij}^+, G_{ij}^-, G_{ij}^=$ koji će nam biti korisni u nastavku, a koje smo definisali u odeljku 2.3.1:

$$C(a_i, a_j) = \frac{\sum_{g_k \in G_{ij}^+ \cup G_{ij}^=} w_k}{\sum_{k=1}^n w_k}. \quad (2.25)$$

Identično indeks nesaglasnosti možemo zapisati kao:

$$d(a_i, a_j) = \max_{g_k \in G_{ij}^-} \frac{g_k(a_j) - g_k(a_i)}{|\mathfrak{S}_k|}. \quad (2.26)$$

Naravno, iako su autori ignorisali formiranje ciklova i smatrali da to nije veliki problem, posebno kod metoda koja se bave problematikom rangiranja, preko ovog problema ne sme se tek tako preći. Vredna pomena su dva pristupa rešavanju situacije kada bi se cikl formirao. Jedan je alternative koje formiraju cikl posmatrao indiferentnim, dok je sa druge strane pristup da se cikl odvoji izbacivanjem jedne alternative koja je preferencijalno najslabija (Larichev et al., 2002; Vanderpooten, 1990). Smatrati da su alternative iz cikla ekvivalentne znači automatski ubacivati alternative iz cikla u isti rang. Ovakav pristup kod metoda rangiranja može dovesti do nivoa sa velikim brojem alternativa gde na taj način gubimo preciznost same metode. Sa druge strane, kako razbiti cikl na nepristrasan način je pitanje na koje je još teže dati odgovor.

Sledeći primer će pokazati probleme koji se mogu javiti formiranjem ciklova u ELECTRE metodi:

Primer 2.3. Neka je dat skup alternativa $A = \{a_1, a_2, a_3\}$ i četiri kriterijuma $G = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}$ pomoću kojih želimo da izaberemo najbolju alternativu. Ocene alternativa za svaki od kriterijuma dati su preko matrice postignuća u Tabeli 2.3.

	g_1	g_2	g_3	g_4
a_1	n	3	2	1
a_2	n	2	1	3
a_3	n	1	3	2
$\mathfrak{S}_k$	n	m	m	m

Tabela 2.3: Matrica postignuća.

Za ovakvu matricu postignuća imamo da je $C(a_1, a_2) = C(a_2, a_3) =$

$C(a_3, a_1) = \frac{n+2}{n+3}$ dok su indeksi nesaglasnosti jednaki $d(a_1, a_2) = d(a_2, a_3) = \frac{2}{m}$. Za dovoljno velike vrednosti parametra m i n i proizvoljne vrednosti indeksa saglasnosti i nesaglasnosti s i v , imaćemo cikl■

Još jedan interesantan problem može proisteći iz ovog primera. Ako pretpostavimo da je parametar $m = 3$, izbacimo prvi kriterijum iz analize i postavimo da granični nivo nesaglasnosti bude jednak $v = 0,4$. Tada dolazimo u situaciju u kojoj se veto aktivira za sve indekse saglasnosti i na taj način nemamo ni jednu alternativu u jezgru, što ilustrujemo u narednom primeru:

Primer 2.4. Neka je dat skup alternativa $A = \{a_1, a_2, a_3\}$ i četiri kriterijuma $G = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}$ pomoću kojih želimo da izabaremo najbolju alternativu. Ocene alternativa za svaki od kriterijuma dati su preko matrice postignuća u Tabeli 2.4.

	g_2	g_3	g_4
a_1	3	2	1
a_2	2	1	3
a_3	1	3	2
$\mathfrak{S}_k$	3	3	3

Tabela 2.4: Matrica postignuća.

Kao što smo napomenuli, autori su ovakav problem zanemarivali kao problem i smatrali da su sve tri alternative u jezgru. Ipak, ovo predstavlja samo zanemarivanje problema a ne iskreni pokušaj da se ovaj problem prevaziđe. U nastavku predstavljamo modifikovanu verziju ELECTRE metodologije u kojoj neće doći do pojave ciklova. Ona je bazirana na modifikovanom indeksu saglasnosti (Anić & Larichev, 1996; Bojković et al., 2010) i Apsolutnom Pragu Značajnosti (APZ) koji će označiti granicu nakon koje se neće javljati ciklovi u grafu. Autori su definisali modifikovani indeks saglasnosti za koji važi da, ako je on veći od APZ , tada neće biti ciklova u grafu. Takođe, u tom slučaju, nemoguće je da se ostvari situacija iz Primera 2.4 u kome se ni jedna alternativa ne nalazi u jezgru.

Modifikovani indeks saglasnosti baziran je na indeksu saglasnosti ELECTRE I metode, razlikujući se od originalnog indeksa tako što ne uzima u obzir one težinske faktore u kojima su alternative jednake. Konkretno, to znači:

$$C^*(a_i, a_j) = \frac{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k}{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+ \cup G_{ij}^-\}} w_k}. \quad (2.27)$$

Definišimo sada koeficijent $l(a_i, a_j)$ alternativa a_i i a_j na sledeći način:

$$l(a_i, a_j) = \frac{d(a_i, a_j) \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^*}{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^* (g_k^*(a_i) - g_k^*(a_j))}, \quad (2.28)$$

gde su w_k^* i $g_k^*(\cdot)$ normalizovane vrednosti težinskih faktora i ocena alternativa prema izrazima (2.1) i (2.2). Za ovako definisani koeficijent $l(a_i, a_j)$ i modifikovani indeks saglasnosti $C^*(a_i, a_j)$ važi sledeća teorema:

Teorema 2.7 (Anić, Laričev, 1996). *Neka je parametar λ izabran tako da za svaki uređeni par alternativa $\left\{ (a_i, a_j) \in A \times A \mid (a_i S a_j) \wedge \neg(a_j S a_i) \right\}$ važi nejednakost:*

$$\lambda > \frac{l(a_i, a_j)}{l(a_i, a_j) + 1}. \quad (2.29)$$

Parametar λ predstavlja graničnu vrednost modifikovanog indeksa saglasnosti nakon koje se neće pojavljivati ciklovi u grafu. Takođe, relacija indiferentnosti među alternativama neće postojati.

Dokaz. Pretpostavimo da za dve proizvoljne alternative $a_i, a_j \in A$ važi uslov teoreme $(a_i S a_j) \wedge \neg(a_j S a_i)$. Neka je koeficijent M_i alternative a_i definisan na sledeći način:

$$M_i = \sum_{k=1}^n w_k^* g_k^*(a_i). \quad (2.30)$$

Tada za alternative a_i i a_j imamo

$$M_i - M_j = \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^* (g_k^*(a_i) - g_k^*(a_j)) - \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^* (g_k^*(a_j) - g_k^*(a_i)).$$

Sa q ćemo obeležiti sledeći izraz:

$$q = \frac{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^*(g_k^*(a_i) - g_k^*(a_j))}{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^*}.$$

Iz definicije indeksa saglasnosti (2.14) direktno imamo da važi:

$$\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^*(g_k^*(a_j) - g_k^*(a_i)) \leq d(a_i, a_j) \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^*.$$

Primećujemo da za koeficijent $l(a_i, a_j)$ definisan izrazom (2.28) važi:

$$l(a_i, a_j) = \frac{d(a_i, a_j)}{q}.$$

Sada razliku $M_i - M_j$ možemo predstaviti na sledeći način:

$$M_i - M_j \geq q \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^* - d(a_i, a_j) \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^*, \quad (2.31)$$

odnosno:

$$M_i - M_j \geq \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^* - l(a_i, a_j) \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^*. \quad (2.32)$$

Iz uslova teoreme (2.29) imamo da je:

$$\frac{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^*}{\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^* + \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^*} > \frac{l(a_i, a_j)}{l(a_i, a_j) + 1}.$$

Direktno sledi:

$$\sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^+\}} w_k^* > l(a_i, a_j) \sum_{\{k|g_k \in G_{ij}^-\}} w_k^*. \quad (2.33)$$

Iz izraza (2.32) i (2.33) imamo da je $M_i - M_j > 0$. Ukupno, imamo dakle, da ako je za uređeni par alternativa $(a_i, a_j) \in A \times A$ zadovoljeni uslov teoreme, tada važi i $M_i - M_j > 0$. Odatle direktno imamo da uz zadovoljenje nejednakosti (2.29) nemamo ciklove u grafu jer bi u suprotnom

narušili tranzitivnost relacije veće ili jednako. $\square$

Drugim rečima, ako graničnu vrednost λ izaberemo tako da je veća od već pomenutog apsolutnog praga značajnosti koga ćemo definisati na sledeći način:

$$APZ = \max_{i,j} \frac{l(a_i, a_j)}{l(a_i, a_j) + 1}, \quad (2.34)$$

nećemo imati ciklove u grafu. Samim tim, ova teorema nam daje dovoljan uslov za kreiranje relacije u kojoj se ne javljaju ciklovi u grafu.

Postavlja se pitanje, da li je, u opštem slučaju, ovo i potreban uslov. Svakako, postoje primeri u kome se ciklovi ni ne mogu javiti i u tom slučaju ELECTRE MLO metoda neće se razlikovati od bilo koje postojeće metode. Ipak, to su, pre svega, primeri u kojima su kriterijumi jasno podeljeni po kvalitetu za svaku alternativu podjednako, i u tom slučaju je moguće razgraničiti ih po kvalitetu ili rangovima i bilo kakvom drugom, prostijom, metodom, posmatranjem rezultata za svaku alternativu ili slično. Ono što ova disertacija treba da pokaže, jeste da, u opštem slučaju izborom granične vrednosti manje ili jednake od vrednosti apsolutnog praga značajnosti može da dođe do pojave ciklova. Odnosno, u radu će se dalje pokazati da će apsolutni prag značajnosti predstavljati donju granicu nakon koje se ciklovi u grafu više neće pojavljivati. Ova tvrdnja prikazana je sledećom teoremom koja predstavlja jedan od važnijih delova disertacije a koja je takođe objavljena u radu Stamenković et al. (2015) čime je ovaj metodološki dodatak dobio i eksterno priznanje o kvalitetu.

Teorema 2.8. *Apsolutni prag značajnosti, definisan jednačinom (2.34) predstavlja, u opštem slučaju, donju granicu nakon koje se neće pojavljivati ciklovi u grafu.*

Dokaz. Ovo tvrđenje se jednostavno može pokazati svođenjem na kontradikciju. Dovoljno je naći jedan primer za koji, pri izboru granične vrednosti $\lambda = APZ$ imamo pojavu ciklova. Samim tim, za bilo koje $\lambda < APZ$ došli bi do istog zaključka. Kako možemo da nađemo bilo koji kontraprimer, najjednostavnije je konstruisati situaciju u kojoj nam tri kriterijuma formiraju cikl.

Vrednost apsolutnog praga značajnosti ovog primera jednaka je 0,5. Izborom graničnih vrednosti, $\lambda = 0,67$ i $v = 0,4$ alternative a_1 , a_2 i a_3 formiraju cikl. $\square$

	g_1	g_2	g_3	g_4
a_1	3	3	1	3
a_2	2	2	2	2
a_3	1	1	3	1
$ I_k $	3	3	3	3

Tabela 2.5: Primer u kojem tri alternative formiraju cikl pri $\lambda = APZ$.

Kao što smo napomenuli, ovo i dalje ne znači da se za pojedinačan slučaj ne može naći manja vrednost parametra λ za koju neće postojati ciklovi u grafu, jer se može desiti da je odnos kriterijuma takav da ciklovi i ne postoje. Zbog toga, dovoljan uslov koji nam teorema daje može se upotrebiti za konstrukciju relacije rangiranja jer sada možemo da naše alternative, sličnim procesom filtracije kao kod ELECTRE III metode rangiramo po kvalitetu znajući da se ciklovi neće pojaviti. Njihova pojava u metodama poput ELECTRE III nije razmatrana, i ono što jeste posledica toga je da konačni rang može biti neprecizniji. Kvalitativni pristup pri kreiranju rangova, koji karakteriše ELECTRE MLO metodu, upotrebljen je prvi put u Petrović et al. (2012) i daje donosiocu odluke preciznije definisane rangove izbegavanjem ciklova. Ovi rangovi kasnije samom donosiocu odluke mogu poslužiti kao dobar benčmark alat, o čemu će u sledećem poglavlju biti više reči.

Za razliku od procesa filtracije ELECTRE III metode, koji smo opisali, pri konstrukciji ELECTRE MLO metode primenjen je samo iterativni postupak selekcije alternativa odozgo. Naime, prvo se izaberu alternative iz jezgra, prateći logiku problematike izbora ELECTRE I metode. Doduše, ovo je preciznija selekcija jer su izbegnuti ciklovi koji se mogu formirati. Takođe, znamo da se opisanom modifikacijom ne može desiti da jezgro bude prazan skup, te ovu iterativnu proceduru uvek možemo sprovesti. Alternative koje pripadaju jezgru predstavljaju alternative najvišeg nivoa pri rangiranju. Identična procedura se primenjuje na ostatak alternativa, od kojih biramo one u novostvorenom jezgru. Ove alternative pripadaće drugom hijerarhijskom nivou ranga koji se kreira. Za svaku alternativu sa drugog nivoa poznato je sledeće - barem jedna alternativa sa prvog nivoa je preferirana u odnosu na nju. Takođe, znamo da su sve alternative sa istog nivoa međusobno neuporedive.

Ovu proceduru ponavljamo dok god ima alternativa koje nisu bile u jezgru. Uopšteno, za alternativu koja ne pripada inicijalnom jezgru kažemo da pripada

hijerarhijskom nivou L_k ako je sledeći uslov zadovoljen:

$$\max \{t | (\exists a_j \in L_t) a_j S a_i\} = k - 1. \quad (2.35)$$

Glava 3

Više-etapni model komparativne analize

Ideja pojma benčmarking leži u proceni sopstvenih dostignuća u poređenju sa drugim, u izboru najboljih primera u praksi, i u razvoju dostignuća učeći od uspešnijih takmaca (bilo da je reč o kompanijama koje se porede, ili o ekonomskim politikama ili politikama u obrazovanju drugih država, što će biti slučaj koji će se razmatrati u ovoj doktorskoj disertaciji). Benčmarking predstavlja istraživanje i opserviranje najbolje prakse konkurenata, odnosno traganje za najboljom praksom koja vodi stvaranju superiornih performansi (Đuričin i Janošević, 2006). Camp (1989), slično, definiše kao menadžerski alat koji predstavlja sistemski proces merenja proizvoda, usluga ili poslovnih poduhvata prema onima koji su prepoznati kao lideri u posmatranom polju. Slična definicija se može naći i u Amaral & Sousa (2009). Takođe, Zairi & Leonard (1994) konstatuju da postoji veliki broj definicija u stručnoj literaturi vezanih za pojam benčmarkinga i autori daju detaljan pregled poznatijih i prihvaćenijih definicija.

Bez obzira na formu same definicije, za sva razmatranja vezana za proces benčmarkinga, neophodno je sprovesti specifične aktivnosti vezane za donošenje odluka, od izbora relevantnih statističkih podataka vezanih za postignuća, ukazivanje na oblasti koje zahtevaju poboljšanje do postavljanja krajnjih ciljeva i nalaženja načina kako ih dostići. Kod procesa benčmarkinga možemo razlikovati dva osnovna elementa. Prvi uključuje poređenje sa konkurentima, te na taj način ostvarujemo objektivnu procenu dostignuća. Sa druge strane, imamo poređenje prema određenom benčmarku, određenoj

referentnoj tački, ili najboljem standardu – nečemu čemu stremimo.

Isprva, kao što se da naslutiti i iz definicije, benčmarketing se koristio za unapređivanje procesa i dostignuća raznih tipova poslovnih subjekata, ali je vremenom oblast delovanja značajno proširena (Petrović et al., 2014). Danas se benčmarketing upotrebljava, na internacionalnom nivou, kao sredstvo za upoređivanje država, i pre svega njenih javnih politika u raznim oblastima. On obuhvata determinisanje koliko dobro određena država sprovodi nacionalnu politiku u poređenju sa drugim državama, regionima ili, na neki drugi način, definisanim benčmarkom. Na taj način je donosiocima odluke predstavljeno realno stanje sistema na osnovu kojeg onu mogu da definišu dalje korake u razvoju (Van Meensel et al., 2012). Velika prednost benčmarketinga, kao izabrane metodologije na, ovom, međudržavnom nivou, su jasno razumljivi rezultati i njihova jednostavna implementacija u okvir buduće politike. Zbog toga je primena benčmarketinga na javnu politiku zapažena kao značajan metodološki koncept u literaturi (Petrović et al., 2012; Maheshwari & Janssen, 2013). Samim tim, benčmarketing je od menadžerskog alata polako postao i sredstvo javne politike, prevashodno nalazeći svoju upotrebu kao metodološki koncept pomoću kojeg poredimo uspeh javnih politika drugih država ili regiona, kako su one implementirane i koje su to akcije koje donosioci odluke, shodno tome, mogu sprovesti kako bi promenili situaciju u svojoj državi ili regionu (Arrowsmith et al., 2004; Hong et al., 2012; Fagerberg, 2001).

Kada je reč o među-državnom poređenju, benčmark uglavnom predstavljaju razvijene zemlje i njihove politike. Dominique et al. (2013) čak koristi i termin benčmark politike (*policy benchmark*). Te zemlje predstavljaju primer vođenja javnih i razvojnih politika, to su zemlje čije mere treba implementirati i čijem razvoju treba težiti. Aktuelna je debata da li su mere prenete iz politika drugih zemalja uvek efikasne i delotvorne. Često se kod poređenja zanemari uticaj socio-ekonomskih, geo-strateških i kulturoloških faktora koji mogu značajno da utiču i ometu proces međusobnog učenja jedne zemlje od druge (Lundvall & Tomlinson, 2002; Bauer, 2010; Dolowitz & Marsh, 1996, 2000). Rose (1991) se ipak vraća na glavnu činjenicu. Uprkos razlikama, iako svaka zemlja može da smatra svoj problem jedinstvenim, suviše je zajedničkih faktora među državama ili regionima, te politički lideri mogu za mnoge oblasti da uče jedni od drugih. Posebno tako nešto možemo reći da važi među članicama Evropske unije i zemljama koje joj streme zbog usklađenog zakonodavstva i, generalno, procesa integracije kojoj EU teži. Primeri su

sigurno, fiskalna politika, zakonodavstvo kao i obrazovanje, nakon uvođenja Bolonjskog procesa. U ovakvim situacijama, uprkos razlikama koje svakako postoje, države mogu da budu partneri u procesu benčmarkinga iz kojeg se mogu izvući relevantni zaključci o budućim koracima pri definisanju razvojnih politika.

U ovom poglavlju disertacije konstruisaćemo model čija osnovna ideja jeste benčmarking država ili regiona. Naravno, kao što će se videti, model neće biti isključivo vezan za koncept među-državnog poređenja, ali je osnovna ideja da on služi kao alat upravo za ovakvu komparaciju. Kao svoju osnovu model će koristiti koncept rangiranja alternativa, specijalno, ELECTRE MLO metodu kao metodu koja je i razvijena u svrhu benčmarkinga, te predstavlja logičan izbor. ELECTRE MLO metoda je u ovoj disertaciji obogaćena kreiranjem *putanja razvoja* i analizom same *dinamike putanja*, pojmovi koji će, u nastavku, biti detaljno opisani. Pre toga, napravićemo kratak osvrt na upotrebu višekriterijumskog odlučivanja kao alata u procesu benčmarkinga.

Kvantitativni metodološki koncept koje se koristi pri benčmarkingu zavisi, naravno, prevashodno od prirode problema. Korišćenje kompozitnih indeksa zastupljeno je u polju o kojem je do sada bilo reči - polju javnih politika (Petrović et al., 2009). Takođe, *cost-benefit* analiza se često može videti u studijama ovog tipa (Sasso et al., 2006; Rose, 2013). Kada je reč o primeni višekriterijumskog odlučivanja, kao i uopšteno metoda koje u osnovi spadaju u oblast operacionih istraživanja, verovatno je najdominantnija DEA metoda (*Data Envelopment Analysis*) koju su razvili Charnes, Cooper i Rhodes (Charnes et al., 1978, 1981). Bazirana na linearnom programiranju ona se koristi za procenu efikasnosti sistema nalazeći alternative na Pareto granici. DEA je našla primenu u mnogim oblastima, od obrazovanja (Perelman & Santin, 2011) ili, na primer, zdravstvenog sektora (Hollingsworth, 2003). Metodu karakteriše to što se podaci neophodni za analizu sastoje od inputa i odgovarajućih autputa nakon čega se formira procena uspešnosti posmatranih alternativa. I druge metode višekriterijumske optimizacije upotrebljavane su u slične svrhe, poput metoda AHP i VIKOR u hotelskoj industriji (Fu et al., 2011). Detaljan pregled radova o primeni višekriterijumskog odlučivanja u ekonomiji može se naći u već pomenutom radu, Turskis & Zavadskas (2011).

Kada je o više-etapnom benčmarkingu reč, upravo su se DEA bazirani modeli bavili ovom problematikom (Hong et al., 1999; Estrada et al., 2009; Lim et al., 2011; Park et al., 2012; Fang, 2015). Lim et al. (2011) su postavili

model koji svakoj alternativu dodeljuje odgovarajući benčmark koji predstavlja najbližu alternativu po performansama koja je bolja od posmatrane alternative. Ono što autori nisu uradili, a što će rešiti model ove doktorske disertacije jeste nalaženje optimalne putanje za svaku alternativu, od trenutne pozicije do finalnog benčmarka – najbolje alternative ili, možda, cilja koji je postavljen. Upravo su ovaj nedostatak i autori naveli kao najveću manu svog rada. Pored toga što novi model rešava ovaj problem, osnovna razlika u odnosu na Lim et al. (2011) je upravo različiti skup podataka koji koriste ELECTRE i DEA metode. DEA pristup je ograničen na input-output tipu podataka, dok novokreirani metod ove disertacije ima daleko veću upotrebnu moć jer nije ograničen različitim tipovima podataka.

3.1 Idejni koncept više-etapnog odlučivanja

Rangiranje zemalja i regiona poređenjem njihovog razvoja i pronalaženje najboljeg benčmarka preovlađuju u radovima u polju međunarodnog benčmarkinga (Petrović et al., 2014). Ono što je podstaklo razvoja modela ove disertacije koji će biti predstavljen je činjenica da je literatura posvetila pažnju traženju najboljeg primera radi poređenja, dok su pitanja *kako učiti* i *kako se poboljšati* zanemarena. Upravo ova dva pitanja će biti fokus našeg modela. Naime, tradicionalni pristup – učenje od najboljeg ne mora uvek biti idealno rešenje. Postavljanje nerealnih ciljeva koji treba da se dostignu u nekom vremenskom ograničenju često ne daje efekta. Moore (1999) je utvrdio da je nakon postavljanja ovakvih, „idealnih“ benčmarka, dostignuto do 50% zacrtanih ciljeva. Zbog toga, pri traženju odgovarajućeg benčmarka ne treba stremiti odmah ka idealnom stanju određenog problema, nego ka rešenjima koja postoje u praksi, koja su bolja od trenutnog stanja, a koja su realno dostižna. Nakon njihovog dostizanja, treba na isti način naći sledeći benčmark, već postojeće, implementirano rešenje i težiti ka njemu. Ovaj postupak nas na kraju, prateći realne ciljeve vodi upravo ka idealnom rešenju. Ideja učenja od sličnih, tj. stremljenje ka najboljem postepenim unapređivanjem poznata je i u literaturi (Moore, 1999; Lim et al., 2011; Hambleton & Gross, 2008). Svrha potrage za već postojećim rešenjima leži i u otklanjanju neizvesnosti pri praćenju previsoko postavljenih ciljeva. Kada je donosilac odluke suočen sa rešenjem, malo boljim od postojećeg, ali dostižnim, on nema opravdanja ako takav cilj ne dostigne, što nije slučaj ako posmatramo neka idealna rešenja,

daleko naprednija od situacije u kojoj se nalazimo.

Više-etapni model komparativne analize zasniva se na konceptu postepenog poboljšanja krećući se na taj način prema postavljenim ciljevima tako što će svaka alternativa naći svoj pomoćni benčmark (*intermediate benchmark*). Neophodno je pronaći pomoćni benčmark za svaku fazu razvoja i, samim tim, optimalnu putanju razvoja koja postupno vodi ka krajnje definisanom cilju.

Kao svoju osnovu, kao što smo rekli, koristimo ELECTRE MLO metodu. Kao metoda koja se bavi problematikom rangiranja ona će kao rezultat dati relaciono drvo alternativa, rangirajući ih. Ujedno, relaciono drvo pokazuje odnos između alternativa, u smislu preferencija. Alternativa na najvišem nivou predstavlja cilj koji želimo da dostignemo (ili alternative ako nemamo zacrtani cilj, već stremimo ka najboljim primerima iz prakse). Pomoćni benčmark će za proizvoljnu alternativu predstavljati alternativa koja je jedan nivo iznad i koja je preferirana u smislu da se nalazi na većem nivou relacionog drveta. ELECTRE MLO zbog toga predstavlja idealnu osnovu, jer je upravo to ono što se traži idejom više-etapnog modela komparativne analize – alternativa koja je bolja od posmatrane, ali dostižna. Kako i alternativa koja predstavlja pomoćni benčmark ima neku alternativu koja je preferirana u odnosu na nju i njoj možemo da dodelimo odgovarajući pomoćni benčmark. Na ovaj način putanju razvoja kreiraju alternative koje su preferirane, tako da je svaka sledeća alternativa sa jednog nivoa više. Na taj način se krećemo kroz relaciono drvo ka vrhu, te smo obezbedili evolucioni karakter modela koji nas vodi ka zacrtanom cilju.

Broj ovakvih putanja je veliki. Ono što želimo od modela jeste da izabere *optimalnu putanju razvoja*. Postavlja se pitanje – šta predstavlja optimalnu putanju razvoja? Želja nam je da do zacrtanog cilja dođemo prateći logiku više-etapnog modela komparativne analize, postepenim poboljšanjem. Želimo da između dva pomoćna benčmarka nemamo veliki raskorak u napretku. *Idealna putanja razvoja* bi bila ona u kojoj pri svako sledećem benčmarku ostvarujemo kontinuirani napredak. Ipak, kako su naše alternative postojeći primeri iz prakse, ujednačeno poboljšanje neće biti uvek ostvarivo. Optimalna putanja razvoja biće upravo ona putanja najbliža idealnoj. Sa druge strane, imamo i *najgoru putanju razvoja*, onu putanju u kojoj razvoj po svakom kriterijumu naše alternative do krajnjeg cilja moramo da pređemo pri jednoj promeni nivoa.

3.2 Teorijska razrada više-etapnog modela komparativne analize

Skup svih potencijalnih putanja razvoja neke alternative a_i do vrha relacionog drveća i zacrtanog cilja obeležimo sa Π_i . Neka je $\pi \in \Pi_i$ proizvoljna putanja razvoja alternative a_i . Putanja razvoja π se sastoji od alternativa $a_i = a_{i_1}, a_{i_1}, \dots, a_{i_m}$, počev od alternative a_i pa sve do alternative a_{i_m} koja predstavlja zacrtani cilj, tj. alternativu sa najvišeg nivoa. Kao i do sada, sa $g_k(a_{i_s})$ označićemo ocenu alternative a_{i_s} za kriterijum k .

Nakon formiranja nivoa ELECTRE MLO metode, možemo doći u situaciju da je za neku putanju $\pi \in \Pi_i$, po kriterijumu k , ocena alternative na nižem nivou veća od ocene po istom kriterijumu alternative koja predstavlja njen pomoćni benčmark. Kako želimo da utvrdimo samo poboljšanja koje je neophodno napraviti kretanjem ka pomoćnom benčmarku, modifikovaćemo ocene na toj putanji tako što ćemo smatrati da su performanse ove dve alternative po tom kriterijumu zadate izrazom:

$$g'_k(a_{i_s}) = \begin{cases} g_k(a_{i_{s-1}}), & \text{ako je } g_k(a_{i_{s-1}}) > g_k(a_{i_s}) \\ g_k(a_{i_s}), & \text{inače} \end{cases}. \quad (3.1)$$

Za svaki kriterijum k , priraštaj između ocena alternativa sa susednih nivoa putanje π obeležimo sa:

$$R_{sk}^\pi = g'_k(a_{i_{s+1}}) - g'_k(a_{i_s}), \quad s = \{1, \dots, m-1\}. \quad (3.2)$$

Idealna putanja razvoja (DP_i^{ideal}) za alternativu a_i predstavlja onu putanju u kojoj je napredak pri svakom sledećem nivou, za svaki kriterijum jednak. Formalno, prosečni priraštaj po svakom kriterijumu pri dostizanju pomoćnog benčmarka idealne putanje iznosi:

$$\mu_k^\pi = \frac{\sum_{s=1}^m R_{sk}^\pi}{m-1} = \frac{g'_k(a_{i_m}) - g_k(a_{i_1})}{m-1}. \quad (3.3)$$

Ova putanja je teorijskog karaktera, jer je nerealno očekivati da će u svakoj situaciji postojati odgovarajući pomoćni benčmark čiji će priraštaj biti μ_k^π . Zbog toga, tražimo putanju razvoja najbližu idealnoj.

Za svaki kriterijum k na putanji razvoja $\pi \in \Pi_i$ odredićemo varijaciju između priraštaja ocena alternativa sa susednih nivoa putanje od prosečnog priraštaja idealnog puta, odnosno:

$$DPV_{ik}^{\pi} = \frac{1}{m-1} \sum_{s=1}^m (R_{sk}^{\pi} - \mu_k^{\pi}). \quad (3.4)$$

Ukupnu varijaciju putanje π alternative a_i , tj. varijaciju po svim kriterijumima, dobijamo dodeljivanjem odgovarajućih težinskih faktora svakom kriterijumu, odnosno:

$$DPV_i^{\pi} = \frac{\sum_{k=1}^n \omega_k \cdot DPV_{ik}^{\pi}}{\sum_{k=1}^n \omega_k}. \quad (3.5)$$

Specijalno, $DPV_i^{najgori}$, predstavlja najgoru putanju razvoja, onu u kojoj se ukupna razlika između ocena alternative a_i i definisanog cilja a_{i_m} po svakom kriterijumu k ostvaruje pri prelasku samo kod jednog nivoa:

$$(\forall k)(\exists s \in \{1, \dots, m-1\})(g'_k(a_{i_m}) - g'_k(a_{i_1}) = g'_k(a_{i_{s+1}}) - g'_k(a_{i_s})). \quad (3.6)$$

Kako bi našli optimalnu putanju razvoja alternative a_i uvodimo *relativnu meru varijacije* putanje razvoja (ρ_i^{π}). Pojam relativne mere nam sugerše da će ova vrednost pokazati na relativnu poziciju svake putanje u odnosu na idealnu i najgoru. Na taj način ρ_i^{π} će nam direktno ukazati na kvalitet putanje π . Relativnu meru varijacije putanje razvoja $\pi \in \Pi_i$ definisaćemo na sledeći način:

$$\rho_i^{\pi} = \frac{DPV_i^{\pi}}{DPV_i^{najgori}}. \quad (3.7)$$

Relativna mera varijacije putanje razvoja ima sledeće osobine:

- (i) $0 \leq \rho_i^{\pi} \leq 1$;
- (ii) $\rho_i^{ideal} = 0$;
- (iii) $\rho_i^{najgori} = 1$.

Odavde vidimo da će ova vrednost, za neku putanju razvoja π , donosiocu

odluke pomoći da sagleda situaciju i odredi gde se putanja koju posmatra nalazi u odnosu na dva definisana teorijska koncepta – najbolje i najgore putanje razvoja. Vrednosti relativne mere varijacije poput 0,1 nam govore da je putanja gotovo idealna, dok bi rezultat 0,8 sugerisao da praćenje benčmarka sa tog puta ne bi dovelo do željenih rezultata.

Takođe, ovim smo ostvarili i zacrtani cilj. Pored mogućnosti poređenja sa dve teorijske putanje možemo sada porediti i moguće putanje razvoja i između njih izabrati optimalnu. Drugim rečima, donosilac odluke optimalnu putanju razvoja dobija kada od postojećih rešenja izabere onu koja je najbliža idealnoj:

$$\rho_i^{opt} = \min_{\pi \in \Pi_i} \rho_i^{\pi}.$$

Glava 4

Ekonomija obrazovanja

4.1 Uloga i značaj obrazovanja u savremenom svetu

Značaj obrazovanja i njegov efekat na ekonomski razvoj prepoznati su u mnogim teorijskim i empirijskim radovima. Najveći uticaj svakako se ogleda u modelima rasta u formi ljudskog kapitala. Pored toga, prisutna su istraživačka pitanja poput uticaja obrazovanja na ekonomski razvoj država, posebno na razvoj najnerazvijenijih regiona (Woodhall, 1967). Takođe, značajno mesto u istraživanju zauzelo je pitanje uticaja obrazovanja na jednakost i raspodelu dohotka, kao i pokušaji da se odredi sadašnja vrednost budućih primanja u zavisnosti od obrazovanja (Mincer, 1970).

Naravno, Solovljev model (Solow, 1956, 1957) je svakako najpoznatiji model kada govorimo o ljudskom kapitalu, na koji se kasnije nadovezao ogroman broj radova. Kada je reč o samom začetku rada na ljudskom kapitalu, Kiker (1966) konstatuje da se ovaj pojam javlja još kod ekonomista u XVIII i XIX veku, a prvi pokušaj kvantifikovanja određene individue u novčanom smislu Kiker pripisuje engleskom ekonomistu Vilijamu Petiju⁷. Prvi pomen ljudskog kapitala u Solovljevom modelu nije u njegovom originalnom doprinosu, već tek skoro deceniju kasnije (Schultz, 1963). Ipak, najpoznatiji radovi na temu ljudskog kapitala u modelu su svakako Barro (1991) a pre svega Romer (1990) i Mankiw et al. (1992). Za istorijski razvoj makroekonomske teorije rasta i pregled radova koji se bave ovom oblašću najbolje je pogledati Barro & Sala-i Martin (2004). Takođe, za detaljan razvoj modela rasta odlične reference za

⁷Sir William Petty, 1623–1687.

dobro razumevanje metodoloških koncepata i njihovog razvoja kroz istoriju su Sørensen & Whitta-Jacobsen (2010) kao i malo napredniji Romer (2006).

Kada govori o ljudskom kapitalu Madžar (2011) ističe: „Kod radne snage nije odlučujući goli broj, kvantitativno opredeljena množina živih glava, nego pre svega nivo i kvalitet znanja i veština koje su u radnoj snazi inkorporirane. Za radnu snagu se uveliko koristi i termin *ljudski kapital*, a time se upravo želi podvući da nije reč o mehaničkom zbiru ljudi nego o masi znanja i veština kojima su ti ljudi ovladavali i koje su u njima sadržane. A znanja i veštine nisu bogomdane niti su produkt pukih demografskih procesa; ti proizvodno relevantni atributi ljudskog kapitala su stečeni i sistematski akumulirani kroz brojne, začuđujuće raznovrsne i, u dobrom broju slučajeva silno kompleksne obrazovne procese. Znanja i veštine su rezultat *ulaganja* u obrazovni sistem i aktivnosti koje se odvijaju unutar njega. Rezultati su utoliko obimniji i proizvodno delotvorniji ukoliko se više ulaže. Stoga se u ekonomskoj nauci opskrbljenost ljudskim resursima ne određuje kao svojstvo koje se meri brojem živih glava, nego kao posedovanje dovoljne mase onog ljudskog činioca koji inkorporira jednako obimnu masu proizvodno relevantnih znanja sa odgovarajućom diferencijacijom i za efikasno privređivanje neophodnim kvalitetom. *Tout court*, radna snaga nije demografski opredeljen i prirodno dat, nego je proizveden prirodni činilac.“

Isprva su modeli pri merenju ljudskog kapitala koristili prosečan broj godina školovanja i tražili direktnu implikaciju samog školovanja na cenu rada u budućnosti (Hanushek et al., 2011). Jedan od najpoznatijih modela koji bazira ljudski kapital samo na nivou godina školovanja je Minserov model (Mincer, 1970, 1974). Značaj Minserovog rada je u tome što predstavlja prekretnicu u načinu posmatranja ljudskog kapitala i njegovom uvećanom značaju, gde on spaja pojam ljudskog kapitala i sa pitanjem raspodele dohotka. „Ljudski kapital je suštinski vezan za analizu raspodele dohotka. Sve je jasniji značaj investiranja u ljude kao osnovni princip pri bilo kojoj teorijskoj i empirijskoj analizi raspodele dohotka“, tvrdi Minser (Mincer, 1970). Procene bazirane na Minserovom modelu o efektu obrazovanja na buduće privatne dohotke dolaze do rezultata da jedna godina školovanja donosi porast prihoda od 6-9%.

Naravno, oslanjanje samo na godine školovanja ima svoje slabosti. To bi značilo da godina dana školovanja u Sudanu i godina školovanja negde u Evropi doprinose jednako kvalitetu i produktivnosti što svakako nije istina (Hanushek & Woessmann, 2012). Nekonzistentnosti korišćenja godina školovanja u

modelima rasta dobro je opisao Pritchett (2006). Međunarodna istraživanja u obrazovanju upravo su potvrdila ovakve tvrdnje i ukazala na značaj i drugih faktora koji doprinose ljudskom kapitalu u modelima rasta.

Lange & Topel (2006) su se bavili pitanjem značaja obrazovanja i ljudskog kapitala u društvenom smislu. Autori su želeli da izmere kako privatni tako i društveni efekat obrazovanja izražen ljudskim kapitalom. Od posebnog značaja je analiza uticaja obrazovanja individue na društvo u celini. „Da li odluka pojedinca da akumulira ljudski kapital kroz obrazovanje dovodi do koristi ili samo troška po društvo u celini?“, bilo je jedno od pitanja autora. Ono što su oni pokušali da izmere jeste uticaj obrazovanja na društvo u vidu pozitivnih eksternalija. Tako Moretti (2004) dolazi do rezultata da obrazovanje utiče na smanjenje stope kriminala. Ipak, ono što i Lange i Topel priznaju, pokušaj kvantifikovanja ovako nečega nailazi na mnogo problema. Njihov rezultat pokazuje slab pozitivni uticaj, ali problem je kako u potpunosti izmeriti eksternalije ovog tipa, jer, kako i oni konstatuju, samo je izum penicilina Luja Pastera opravdao ulaganja u obrazovanje generacija naraštaja, a ovakav uticaj je nemoguće u potpunosti izmeriti. I, zaista, rezultati procene eksternalija ljudskog kapitala značajno variraju, od toga da eksternalije ne postoje (Acemoglu & Angrist, 1999), preko „ne toliko neverovatnih“ (Lange & Topel, 2006; Rauch, 1993) do značajno velikih (Moretti, 2004).

4.2 Ljudski kapital i stope prinosa

Eksterni efekti obrazovnog procesa ogledaju se, na primer, u već pomenutom smanjenju stope kriminala, ili u smanjenju stope smrtnosti odojčadi. Sa ekonomske tačke gledišta, vreme i novac uloženi u obrazovanje učestvuju u kreiranju ljudskog kapitala koji, u obrazovnom procesu akumuliran, tokom životnog veka pojedinca uvećava njegove prihode. Stoga, merenje stope prinosa na obrazovanje predstavlja zadatak čiji rezultati jasno ukazuju na opravdanost (ili potencijalnu neopravdanost) ovakve investicije, kako na privatnom planu, tako i iz ugla države. Stope prinosa sugerišu da li je društveno ili privatno ulaganje u obrazovanje isplativo, kao i u kojoj meri.

Radovi vezani za stope prinosa u obrazovanju, pregled objavljenih radova i njihova dalja analiza, zbog svoje ekstenzivnosti, popularnosti u savremenoj literaturi i značaja mogu da predstavljaju zasebnu disertaciju. Želja je da u nastavku prikazemo osnovne metodološke koncepte računanja stope prinosa,

bazične rezultate u oblasti, kao i najznačajnije radove.

Rad na ekonomiji obrazovanja kao zasebnoj naučnoj celini započeo je šezdesetih godina XX veka na osnovama Solovljevog modela i uloge ljudskog kapitala u teoriji rasta. Trio Mincer, Šulc i Beker i njihovi radovi, smatraju se pretečama u oblasti (Schultz, 1961, 1963; Mincer, 1958). Odličan pregled razvoja oblasti može se naći u Psacharopoulos & Patrinos (2004a), gde takođe možemo videti najznačajnije knjige napisane o ovoj temi. Pregledni članak autora, kao i njihov rad Psacharopoulos & Patrinos (2004b) predstavljaju odličnu osnovu za uvid u najznačajnije rezultate i metodološke osnove, i nastavak odeljka će se primarno bazirati na ova dva rada.

4.2.1 Metodologija računanja stopa prinosa na obrazovanje

Kada je reč o merenju stope prinosa na obrazovanje, literatura razlikuje dva pristupa, pa tako imamo *privatnu* i *društvenu* stopu prinosa (Psacharopoulos & Patrinos, 2004a). Autori ukazuju i na razliku između ove dve stope. Privatna stopa prinosa upoređuje individualni trošak i dobit od stečenog obrazovanja. Samim tim, govorimo o pojedincu koji maksimizira ličnu korist. Za razliku od toga, društvena stopa prinosa posmatra celokupno društveno blagostanje kao ciljnu funkciju. Takođe, literatura nije konzistentna po pitanju toga kako meriti društveno blagostanje. Iz tog razloga Psacharopoulos & Patrinos (2004a) razlikuju *užu* i *širu* stopu društvenog prinosa. Pod pojmom uže stope društvenog prinosa definišemo privatnu stopu korigovanu za punu cenu školovanja (a ne samo za cenu koju plaća pojedinac), koja je daleko upotrebljivija definicija kada je reč o stopama društvenog prinosa. Razlog češćeg korišćenja leži u činjenici da se širom stopom društvenog prinosa smatra stopa u kojoj su uključene i eksternalije pri obrazovnom procesu. Iako se lako može ukazati na radove koji su potvrdili pozitivne eksterne efekte obrazovnog procesa (Summers et al., 1992; Moretti, 2004) njihovo merenje u punom obimu predstavlja, možemo reći i nemoguć zadatak.

Privatna stopa prinosa

Troškove pojedinca kumulirane tokom obrazovanja čine njegovi troškovi školovanja i oportunitetni trošak koji se ogleda u izgubljenim zaradama tokom procesa školovanja. Dobit predstavlja dodatni nivo prihoda koji će individua

steći nakon završetka školovanja u odnosu na primanja koja bi mu sledovala da taj stepen obrazovanja nije stekao (Psacharopoulos & Patrinos, 2004a). Naravno, ovo se može videti na tržištu kroz prosečnu zaradu osoba sa nižim stepenom obrazovanja.

Stopa prinosa na investiciju u određeni nivo obrazovanja može se proceniti kroz kamatnu stopu koja izjednačava diskontovanu korist od dodatnog obrazovanja i troškova. Primer visokog obrazovanja dat je formulom (4.1) prema Psacharopoulos & Patrinos (2004a), gde je pretpostavka da školovanje traje od 18. do 23. godine, a zatim individua radi do svoje 65. godine.

$$\sum_{t=1}^{42} \frac{(W_u - W_s)_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^5 (W_s + C_s)_t (1+r)^t \quad (4.1)$$

Razlika $W_u - W_s$ predstavlja razliku u primanjima osoba sa fakultetom i osobe sa srednjom školom, dok je $(W_s + C_u)_t$ trošak pojedinca u godini t obrazovanja koji se sastoji od izgubljene zarade W_s i direktnih troškova obrazovnog procesa C_u .

Društvena stopa prinosa

Jasno je da uračunavanjem celokupnih troškova obrazovanja društvene stope prinosa u užem smislu, dobijena vrednost mora da bude niža od privatne stope prinosa. Ako ponovo pogledamo izraz (4.1) vidimo da on važi i za slučaj društvene stope prinosa u užem smislu, što Psacharopoulos & Patrinos (2004a) i konstatuju. Razlika se ogleda u troškovima C_u tokom obrazovanja, gde sada mora da se uračuna cena održavanja obrazovnog sistema u celini, plata profesora, iznajmljivanje prostora i drugo.

Problem pri računanju stope prinosa putem izraza (4.1) predstavlja složena struktura podataka neophodna pri ovakvoj analizi. Primanja individue W_s koja bi ona dobijala da se nije školovala predstavljaju hipotetičku vrednost baziranu na proseku primanja osoba sa nižom stručnom spremom. Ovako, ni na koji način ne uzimamo u obzir sposobnosti individue u račun. Da tako nešto može uticati na platu govori i odeljak u nastavku o skriningu i signalizovanju.

Takođe, primanja pojedinca neophodno je proceniti za period od sledećih 40 godina, koliko traje njegov radni vek. Opet je tržište to koje će poslužiti za procenu. Jasno je, pojedinac je suočen sa rastućim primanjima tokom svoje karijere (opet, ne nužno, ali ovo jeste jedna racionalna pretpostavka u litera-

turi). Metode procene stopa prinosa su zato, kako navode i Psacharopoulos & Patrinos (2004a) pretpostavile prosečnu stopu primanja tokom radnog veka pojedinca, što rezultira stopom prinosa na obrazovanje

$$r_p = \frac{\bar{W}_u - \bar{W}_s}{5\bar{W}_u}, \quad (4.2)$$

za univerzitetsko školovanje od pet godina i prosečne zarade sa fakultetskom diplomom $\bar{W}_u$, a $\bar{W}_s$ sa srednjom školom. Slično, društvena stopa u užem smislu zahteva samo dodatak prosečnog troška univerzitetskog školovanja

$$r_d = \frac{\bar{W}_u - \bar{W}_s}{5(\bar{W}_u + \bar{C}_u)}. \quad (4.3)$$

Minserov metod

Veza između zarada i nivoa školovanja pojedinca najčešće se u literaturi predstavlja putem regresije. Ovaj način prikazivanja putem regresionih modela se u literaturi može videti i pod nazivom Minserov metod zbog radova autora (Mincer, 1958, 1970, 1974), iako se još mnoštvo sličnih modela može naći u literaturi (Card, 2001). Jedan od opštih načina da se prikaže funkcija zarada preko nivoa školovanja predstavljen je izrazom (4.4) preuzetom iz Mincer (1974), Psacharopoulos & Patrinos (2004a), a neke generalizacije se mogu naći u Card (2001).

$$\log W_i = \alpha + \beta S_i + \gamma_1 GI_i + \gamma_2 GI_i^2 + \epsilon_i. \quad (4.4)$$

Logaritmovana zarada tako je funkcija godina školovanja (S_i) i godina iskustva na poslu (GI). Linearna regresija nam daje jednostavnu vezu – parametar β predstavlja prosečnu stopu prinosa na jednu godinu školovanja. Psacharopoulos & Patrinos (2004a) dalje ukazuju na nedostatak modela zadatog izrazom (4.4) u kojem postoji odsustvo povezanosti godine školovanja i stepena obrazovanja koje se stiče, što se može obezbediti prostim dodavanjem veštačkih promenljivih V_o , V_s , V_u koje označavaju da li je osoba završila osnovno, srednje ili univerzitetsko obrazovanje:

$$\log W_i = \alpha + \beta_o V_o + \beta_s V_s + \beta_u V_u + \gamma_1 GI_i + \gamma_2 GI_i^2 + \epsilon_i. \quad (4.5)$$

Na ovaj način dobijamo stope prinosa na osnovno, srednje i univerzitetsko

obrazovanje na sledeći način:

$$r_o = \frac{\beta_o}{S_o}, \quad (4.6)$$

$$r_s = \frac{\beta_s - \beta_o}{S_s - S_o}, \quad (4.7)$$

$$r_u = \frac{\beta_u - \beta_s}{S_u - S_s}. \quad (4.8)$$

Endogenost sistema ovakvog ekonomskog modela je jasna. Instrumentalne promenljive predstavljaju dobar način da se ovaj problem prevaziđe. Radovi bazirani na otklanjanju endogenosti sistema nadasve su fokusirani na ekonometrijsko modeliranje i nalaženje kreativnih instrumenata. Kako je naš cilj da se predstavi okvirna slika ove oblasti, za detaljniju analizu se predlaže Card (2001) kao idealni početak istraživanja. Autor daje opšti model endogenosti školovanja kao i pregled radova koji su se bavili ovom tematikom i opisuje najpoznatije korišćene instrumente.

4.2.2 Pregled rezultata

Kritike na račun metodološkog pristupa pri računanju stopa prinosa su brojne. Naravno, to je direktna posledica značaja dobijenih rezultata i veoma teško merljivih ekonomskih faktora pri opisanoj analizi. Već smo spomenuli razliku pri računanju Minserovom metodom, odnosno metodologijom najmanjih kvadrata u odnosu na instrumentalne varijable. Takođe, metodološko zanemarivanje individualnih sposobnosti pojedinca jedno je od najčešće spominjanih nedostataka ovog pristupa. Posebna pažnja definisanom problemu posvećena je u odeljku 4.3. Uticaj kvaliteta škola, kao i značaj nivoa obrazovanja unutar porodice jasan je čak i laiku, a literatura koja se bavi ovom tematikom je mnogobrojna (videti, recimo, Betts (1999)). Pored toga, međunarodna istraživanja učenčkih postignuća pokazatelj su da ovakve uticaje nikako ne treba zanemariti jer ankete u svakom od njih uključuju ove podatke.

Ipak, bez obzira na nesuglasice u metodološkim postavkama rezultati agregirani po regionima su relativno stabilni i ukazuju da stopa prinosa uveliko prevazilazi kamatne stope na odgovarajućim tržištima i predstavlja isplativu investiciju. Tabela 4.1 preuzeta iz Psacharopoulos & Patrinos (2004b) prikazuje stope prinosa po kontinentima (gde se pod Azijom i Severnom Afrikom posmatraju zemlje van OECD-a).

Očekivano, rezultati ukazuju da je stopa prinosa veća u nerazvijenim zemljama, gde je obrazovanje ređi resurs i razlika između investicija u obrazovanje i neke druge investicije još je izraženija u korist ulaganja u obrazovanje u zemljama u razvoju (Psacharopoulos & Patrinos, 2004a). Za zemlje OECD-a, tabela pokazuje da je stopa prinosa na visoko obrazovanje 8,5%, a kreće se do nivoa od 12,3% za Latinsku Ameriku i Karibe. Ovde je reč o društvenim stopama prinosa, još veća razlika je uočljiva kada je o privatnim stopama reč, pa tako imamo 11,6% privatne stope prinosa za zemlje OECD-a i 27,8% za Subsaharsku Afriku. Autori tvrde da je privatna stopa na obrazovanje u Sjedinjenim Američkim Državama oko 10% bez obzira na metodologiju, i da ova vrednost predstavlja validan benčmark za rezultate u drugim radovima. Naravno, izbor pristupa računanju i sam uзорak uticaće na konačan rezultat, ali ova stopa predstavlja dobar poredbeni faktor sa drugim rezultatima (Psacharopoulos & Patrinos, 2004a).

Kada je reč o stopama prinosa po prihodnim grupama, Tabelom 4.2, dat je nalaz istih autora gde vidimo da su stope prinosa značajno veće (posebno kada je o osnovnom obrazovanju reč) za najsiromašniju grupu. Ipak, mišljenje je autora disertacije da ovaj podatak nije od presudnog značaja jer su rezultati iz Tabele 4.2 direktna posledica činjenice da je većina osoba spomenute grupe iz nerazvijenih zemalja, što predstavlja daleko važniju karakteristiku.

Poslednje istraživanje o stopama prinosa poznato autoru disertacije objavljeno za ovaj region ticalo se bivše SFRJ i to nakon njenog raspada (Bevc, 1993). Autorka je koristila podatke iz popisa stanovništva u Jugoslaviji sprovedenih 1971. do 1986. godine. Metodološki pristup u radu sličan je onom opisanom u odeljku 4.2.1. U poređenju sa prikazanim, autorka uviđa značaj ostalih faktora, pored obrazovanja, na razlike u zaradi i uvodi faktor α , $0 < \alpha < 1$ kako bi ih uključila u račun. Psacharopoulos & Patrinos (2004a) smatraju da ova vrednost parametra suviše snižava rezultat, i svodi ga na meru daleko ispod realne. Sa druge strane, analiza robusnosti parametra pokazuje da pri pomeranju parametra oko inicijalne vrednosti neće doći do značajnih promena u stopi prinosa.

Sami rezultati ukazuju da se Jugoslavija po stopama prinosa na obrazovanje nalazi u grupi srednje razvijenih i razvijenih zemalja, usled jasnog trenda opadajućih stopa prinosa pri različitim grupama razvijenosti. Stopa prinosa na obrazovanje veća je za žene nego za muškarce. Ipak, ako se u obzir uzme radni vek koji je za žene kraći dolazimo do toga da su stope prinosa za muškarce

Tabela 4.1: Stope prinosa po regionima.

	Društvena stopa prinosa		Privatna stopa prinosa	
	Osnovno	Srednje	Visoko	Visoko
Azija	16,2	11,1	11,0	20,0
Evropa/Bliski istok/Severna Afrika	15,6	9,7	9,9	13,8
Latinska Amerika/Karibi	17,4	12,9	12,3	26,6
OECD	8,5	9,4	8,5	13,4
Subsaharska Afrika	25,4	18,4	11,3	37,6
Svet	18,9	13,1	10,8	26,6

Izvor: Psacharopoulos & Patrinos (2004b).

Tabela 4.2: Stope prinosa na obrazovanje po prihodnim grupama.

<i>Per capita</i> prihod po grupama	Prosečan prihod grupe	Društvena stopa prinosa		Privatna stopa prinosa	
		Osnovno	Srednje	Visoko	Visoko
Visoki prihodi (\$9266 i više)	22530	13,4	10,3	9,5	25,6
Srednji prihodi (\$755 – \$9266)	2996	18,8	12,9	11,3	27,4
Niski prihod (ispod \$ 755)	363	21,3	15,7	11,2	25,8
Svet	7669	18,9	13,1	10,8	26,6

Izvor: Psacharopoulos & Patrinos (2004b).

veće. Detaljan prikaz stopa prinosa u zavisnosti od pola za Jugoslaviju 1976. i 1986. godine prikazan je Tabelom 4.3. Takođe, uporedni prikaz stopa prinosa razvijenih, srednje razvijenih i zemalja u razvoju i Jugoslavije dat je Tabelom 4.4. Naravno, izvor obe tabele su rezultati Milene Bevc (Bevc, 1993).

Tabela 4.3: Stope prinosa za Jugoslaviju i zemlje po razvijenosti.

	Društvena stopa prinosa			Privatna stopa prinosa		
	Osnovno 26-27	Srednje 15-18	Visoko 13-16	Osnovno 31-45	Srednje 15-26	Visoko 18-32
Zemlje u razvoju						
Srednje razvijene zemlje	13	10	8	17	13	13
Razvijene zemlje	–	11	9	–	12	12
Jugoslavija (popis 1971)	10,9	8,9	7,9	26	10,3	10,1
Jugoslavija (popis 1976)	5,4	4,3	5,2	13,4	5,4	6,9
Jugoslavija (popis 1986)	3,3	2,3	3,1	14,6	3,1	5,3

Izvor: Bevc (1993).

Tabela 4.4: Stope prinosa po polu.

	Popis iz 1976. godine				Popis iz 1986. godine			
	Društvena stopa		Privatna stopa		Društvena stopa		Privatna stopa	
	Muskarci	Žene	Muskarci	Žene	Muskarci	Žene	Muskarci	Žene
Osnovno	5,1	5,5	12,5	14,2	3,3	3,1	17,8	20,3
Srednje	4,6	3,8	5,6	5,1	2,8	1,8	3,7	2,8
Visoko	5,1	4,3	6,8	6,1	2,9	2,6	4,8	5,0
Ukupno	4,9	4,4	5,8	6,6	2,9	2,4	4,9	4,8

Izvor: Bevc (1993).

Vidimo već i iz tabela 4.3 i 4.4 da su stope prinosa za Jugoslaviju poprilično niske i da odgovaraju prinosima najrazvijenijih zemalja. Upravo zbog toga su Psacharopoulos & Patrinos (2004a) sa dozom rezerve prihvatili ove rezultate i usresredili se na koeficijent α kao mogući izvor greške. Ipak, razlika u stopama između 1971. i 1976. godine prikazana Tabelom 4.3 ukazuje da je možda niska stopa posledica i nekih drugih nedostataka. Autorka niske stope objašnjava ograničenošću rasta plata za obrazovane u socijalističkoj organizaciji Jugoslavije, te da je zbog toga stopa prinosa niža nego što bi bila da je tržište u potpunosti otvoreno. Vrlo verovatno, ovako niska stopa, posledica je više nabrojanih faktora počev od precenjene vrednosti parametra α pa do socijalističkog uređenja koje za posledicu ima niže stope prinosa.

Stope prinosa kako društvene, tako i privatne za svaku federalnu jedinicu prikazane su tabelama 4.5 i 4.6. Takođe, u tabelama je prikazana stopa

prinosa ne samo za Srbiju, već za svaku autonomnu pokrajinu kao i ostatak Srbije. Potvrda o nižim stopama od očekivane samo je pojačana nakon analize podataka iz ove dve tabele. Primera radi, društvena stopa prinosa na osnovno obrazovanje je 0. Bez ikakve detaljnije analize i samim upoređivanjem sa društvenim stopama na osnovno obrazovanje u drugim zemljama dostupnim u Psacharopoulos & Patrinos (2004a) vidimo da je ova vrednost daleko potcenjena. Takođe, gotovo je nemoguća razlika u prinosima na stope obrazovanja između Srbije bez autonomnih pokrajina i samih pokrajina. Takođe, rezultati nisu u potpunosti konzistentni sa nalazima autora u oblasti da je stopa prinosa značajno veća u nerazvijenijim regionima. Imamo da je stopa prinosa na KiM najveća, ali ako uporedimo po kategorijama vidimo da je ona niža od slovenačke kada je reč o osnovnom obrazovanju, što je već samo po sebi dovoljno da izazove sumnju u preciznost merenja. Slično, nikako nije za očekivati da će ukupna stopa prinosa u Makedoniji biti niža od stopa u Srbiji i Sloveniji na šta ukazuju rezultati (Tabela 4.6).

Tabela 4.5: Društvena stopa prinosa za federalne jedinice u SFRJ, 1986. godine.

	Osnovno	Srednje	Visoko	Ukupna stopa
Srbija	1,8	2,5	4,3	3,3
Slovenija	1,2	3,8	2,5	3,5
Hrvatska	1,0	2,0	1,7	1,6
Crna Gora	0,2	3,1	4,1	3,2
BiH	4,6	1,9	4,9	3,6
Makedonija	3,2	1,8	4,4	3,4
Vojvodina	0,0	2,0	2,9	2,0
KiM	5,1	1,3	6,8	4,7
Srbija bez AP	3,4	3,0	4,4	3,8

Izvor: Bevc (1993).

Još puno drugih nelogičnosti moguće je uočiti u rezultatima autorke, i upoređivanjem sa rezultatima za druge zemlje. Usled toga, jasna je potreba za daljim istraživanjem na ovom polju kako za Srbiju tako i zemlje regiona, upoređivanje rezultata i kreiranje jasnih smernica, koliko je obrazovanje u Srbiji isplativo sa društvene strane. Investicija u obrazovanje smatra se sigurnom kada je o dugom roku reč, ali sa preciznim podacima o prinosu moguće je mnogo preciznije utvrditi stepen i značaj ovakvog ulaganja, koje je u Srbiji često zanemarivano usled daleko kraćih političkih ciklusa u poređenju sa

Tabela 4.6: Privatna stopa prinosa za federalne jedinice u SFRJ, 1986. godine.

	Osnovno	Srednje	Visoko	Ukupna stopa
Srbija	8,4	3,5	6,7	5,4
Slovenija	18,5	5,2	5,0	5,5
Hrvatska	14,7	3,0	3,8	3,8
Crna Gora	4,9	4,0	6,1	5,0
BiH	15,0	2,6	6,8	5,4
Makedonija	15,5	2,6	5,8	5,1
Vojvodina	4,5	3,0	5,9	4,4
KiM	12,0	1,7	8,2	6,0
Srbija bez AP	16,3	4,2	6,8	6,3

Izvor: Bevc (1993).

dugoročnošću ovakve investicije u obrazovni proces.

4.3 Signalizovanje i skrining kao alternativa teoriji ljudskog kapitala

Nasuprot modela rasta gde obrazovanje utiče pozitivno na individualnu produktivnost, samim tim i zarade, kao i društvo, kreirajući pozitivne eksternalije (Schultz, 1963; Mincer, 1970, 1974), druga važna klasa modela koja se bavi obrazovanjem polazi od pretpostavke da je sam proces obrazovanja ništa drugo do signal pojedinca budućem poslodavcu o njegovom kvalitetu. Pojedinaac se školuje i na taj način on pokazuje svoju komparativnu prednost u odnosu na neškolovanu konkurenciju, dok sam proces školovanja ne doprinosi kvalitetu pojedinca. Začetnikom ovih modela smatra se, sasvim opravdano, nobelovac Majkl Spens (Spence, 1973). Iako ne prvi rad na ovu temu, Spensovi nalazi pokrenuli su ogroman broj radova u ovoj oblasti, o čemu govori i podatak da je rad do sada citiran u preko 11.000 navrata. Pored rada Majkla Spensa, fundamentalnom osnovom oblasti smatra se i Rotšild-Štiglic model (Rothschild & Stiglitz, 1976) kao i rad nobelovca Keneta Eroua (Arrow, 1973). Kako i sam Spens konstatuje (Spence, 2002), radovi i ideje na temu signalizovanja razvijali su se tokom seminara na Harvardu kojima je prisustvovao on, kao između ostalih i njegov mentor Erou. Upravo na seminarima tokom kojih se diskutovalo o signalizovanju, Kenet Erou je ukazao Spensu na rad koji danas, i po tvrdnjama samog Spensa (Spence, 2002) predstavlja preteču svih radova

u oblasti, a reč je o radu još jednog nobelovca - Džordža Akerlofa (Akerlof, 1970).

Ono što karakteriše ovu grupu radova jeste informaciona asimetrija. Na tržištu dobara, pojedinac ne mora da zna stavove drugih agenata kako bi se ostvarila ravnoteža na tržištu i moguće je ostvariti Pareto optimalne alokacije. Ipak, jaka pretpostavka kako bi efekat nevidljive ruke funkcionisao je da svi akteri na tržištu imaju iste informacije o karakteristikama dobra kojim se trguje, što u mnogim situacijama neće biti ispunjeno (Riley, 2001). Akerlof u svom radu ističe primer u kojem zbog asimetričnih informacija na tržištu polovnih automobila, gde možemo imati dobre i loše automobile, vlasnici dobrih automobila nemaju podsticaj da uđu na tržište, jer se, usled nedostatka informacija o kvalitetu automobila, vlasnici ponašaju tako što pretpostavljaju da je svaki automobil prosečnog kvaliteta i cena koju nude u skladu je sa njihovim očekivanjima, a ispod cene koju bi prihvatili vlasnici dobrih automobila. Inspirisan ovim radom nastaje model Majkla Spensa gde agenti na tržištu signalizuju svoj kvalitet kako bi ga tržište prepoznalo i odvojilo bolje od loših agenata. U svom radu Spens priča upravo o obrazovanju kao signalu koji poslodavcu daje uvid u kvalitet kandidata. Pretpostavka modela je da obrazovanje ne kreira dodatnu vrednost, već samo služi kao signal. Iako je jasno naznačeno da obrazovanje predstavlja samo primer signala i da on nikako ne smatra da obrazovanje ne doprinosi rastu individualne produktivnosti, Spens konstatuje da je njegov rad proizveo dve neplanirane poruke, a to su da obrazovanje ne utiče na produktivnost i da informacija sadržana u signalu ne uvećava efikasnost (Spence, 2002). Nasuprot tome, Spens dalje konstatuje, da je fundamentalni cilj signalizovanja da smanji postojanje informacione asimetrije na tržištu a ne da podriva osnove teorije ljudskog kapitala. U istom radu možemo videti i model signalizovanja kada obrazovanje uvećava ljudski kapital pojedinca, a takođe služi i kao potencijalni signal. I zaista, često je debata u literaturi imala za cilj da pokaže ili ospori da signalizovanje nije prisutno ili da teorija ljudskog kapitala ne važi, dok je srednji stav često zaboravljen.

Malo drugačiji problem posmatrali su Rothschild & Stiglitz (1976) u svom modelu (u nastavku R-S model). Dok u Spensovom modelu poslodavci odlučuju o kandidatima na osnovu njihovog obrazovanja, R-S model se bazira na pretpostavci da poslodavac daje ponude raznih vrsta ugovora kojim plata zavisi od nivoa obrazovanja, na taj način praveći razliku između kvaliteta

kandidata, odnosno, vršeci njihov skringing. Signalizovanje i skringing često se spajaju u jednu grupu modela, pa ih tako Brown & Sessions (2004) zovu modelima sortiranja, dok Arrow (1973) govori o skringingu ili teoriji filtriranja ostavljajući prostor za obe vrste modela. Riley (2001) konstatuje da je početkom razvoja oblasti bilo nekonzistentnosti u imenovanju modela, ali da sada jasno znamo da kada govorimo o signalizovanju pričamo o igri u kojoj informisani igrači igraju prvi, dok pod skringingom mislimo na igre u kojima neinformisani igrači imaju prvi potez.

Veliki značaj oblasti doneo je nekoliko dobrih preglednih članaka (Riley, 2001; Spence, 2002; Brown & Sessions, 2004; Connelly et al., 2011). U njima možemo videti i da spektar oblasti primene ovih modela daleko izlazi van okvira ekonomske nauke. Upotreba modela u menadžmentu i poslovnoj ekonomiji bila je oduvek prisutna, ali sintetizovanje radova iz samo nekolicine najpoznatijih časopisa u ovoj oblasti donelo je daleko veći broj citata nego što su autori inicijalno i očekivali (Connelly et al., 2011). Autori su detaljno opisali razne vrste signala i načina skringinga korišćenih u literaturi, dok su ujedno dali i veoma detaljan spisak potencijalnih pravaca istraživanja u ovoj oblasti.

4.3.1 Tržište polovnih automobila i informaciona asimetrija

Zašto je tako teško dobiti dobru cenu za gotovo nekorisćeni, nedavno kupljeni automobil? U čemu je razlog velike razlike u ceni između novih i polovnih automobila? Suprotno uvreženom stavu da je to posledica velike lične satisfakcije zbog posedovanja novog automobila, Akerlof je ponudio jedno sasvim drugačije, možemo slobodno reći revolucionarno, razmišljanje (Akerlof, 1970)⁸. Suština Akerlofog modela jeste da na tržištu postoje dve vrste polovnih automobila koje se prodaju - dobri i loši. Ono što je problem jeste informaciona asimetrija koja nastaje na tržištu između kupaca i prodavaca. Akerlof dalje konstatuje da je primer tržišta automobila uzet samo kao fiktivni primer kako bi ilustrova problem da postoje tržišta u kojima se kupci rukovode očekivanim kvalitetom dobara pri kupovini u odsustvu bolje informacije. Takođe, postoji podsticaj prodavaca loših dobara da izađu na takvo tržište. Sa druge strane,

⁸Reč revolucionarno može zvučati zaista prejako ali, u prilog tome da je rad bio nekoliko godina ispred svog vremena, govori i činjenica da je bio odbijen u dva eminentna časopisa (Riley, 2001).

to ima kao posledicu smanjenje ponude kvalitetnih dobara. Treba biti jasno da se u ovom slučaju, privatne i društvene stope prinosa razlikuju i da je u nekim slučajevima opravdana državna intervencija radi postizanja većeg društvenog blagostanja svih aktera na tržištu (Akerlof, 1970). Pre nego što prikazemo Akerlofov originalni model, oslonićemo se na slikovit, uprošćeni, prikaz problema preuzetog iz Brown & Sessions (2004) u kojem možemo videti sve karakteristike informacione asimetrije.

Pretpostavimo da na tržištu polovnih automobila postoje samo dva tipa automobila - dobrog i lošeg kvaliteta. Takođe, pretpostavimo da kupci i prodavci na tržištu vrednuju automobile na način prikazan Tabelom 4.7. Neka

Tabela 4.7: Vrednost automobila za kupca i prodavca u zavisnosti od kvaliteta

	Dobar kvalitet	Loš kvalitet
Kupac	3000	2000
Prodavac	2500	1000

Izvor: Akerlof (1970).

je, zatim, na tržištu tri puta više loših automobila, tj. $N_L = 3N_D$, i neka svaki kupac želi da kupi tačno jedan automobil, i svaki prodavac da proda tačno jedan automobil. Na kraju, pretpostavimo da se sva pregovaračka moć nalazi u rukama prodavaca.

Pri simetričnim informacijama u situaciji kada je kvalitet svakog automobila poznat svakom akteru, tržište funkcioniše bez problema. Usled pregovaračke moći prodavaca automobili bi se prodavali po ravnotežnim cenama: $p_D^* = 3000$, $p_L^* = 2000$. Bez mogućnosti procene kvaliteta automobila, akteri na tržištu se ponašaju u skladu sa svojim očekivanjem, pa imamo:

$$p^s = \frac{1}{4}p_D^s + \frac{3}{4}p_L^s$$

$$p^d = \frac{1}{4}p_D^d + \frac{3}{4}p_L^d$$

Pretpostavka o potpunoj pregovaračkoj moći prodavaca dovodi do ravnotežne cene na tržištu koja je u ovom slučaju $p^* = 2250$.

Ipak, kompletna informacija o kvalitetu automobila na prodaji dostupna je prodavcima, ali ne i kupcima. Ova informaciona asimetrija uticaće na ravnotežno rešenje. Jasno je da za cenu $p < 1000$ neće biti ni jednog automobila u ponudi. Sa druge strane, znajući kvalitet svojih automobila,

prodavci automobila dobrog kvaliteta neće ući na tržište ako je $p < 2500$. Vidimo direktno da će za cenu $p \in [1000, 2500)$ na tržištu u ponudi biti samo automobili lošeg kvaliteta. Pregovaračka moć prodavaca dovešće do ravnoteže u kojoj se na tržištu prodaju samo automobili lošeg kvaliteta i to po ceni od $p^* = 2000$, dok vlasnici automobila dobrog kvaliteta ne ulaze na ovakvo tržište.

U situaciji kada je $p \geq 2500$ svi automobili su u ponudi jer sada i vlasnici kvalitetnijih automobila imaju interes da uđu na tržište. Ipak, kako ne znaju kvalitet svakog pojedinačnog automobila u ponudi, kupci se ponašaju u skladu sa očekivanjem i spremni su da ponude $p^d = 2250$. Racionalnost aktera i iterativna dominacija strategija dovodi do toga da se prodavci, svesni očekivanja kupaca, povlače sa tržišta jer cena ispod nivoa za koji su oni spremni da prodaju svoj automobil. Ovo dalje dovodi da kupci usklade svoje stavove, svesni da više nema kvalitetnih automobila u ponudi, pa dolazimo do cene iz prethodnog slučaja, $p^* = 2000$.

Ovakva ravnoteža je očigledno neefikasna i Pareto poboljšanja su moguća, ali ne dok kupci nemaju informaciju o kvalitetu automobila na tržištu. Brown & Sessions (2004) dalje konstatuju da suština neuspeha tržišta leži u dvostrukoj ulozi tržišne cene koja definiše prosečan kvalitet automobila u ponudi i formira ravnotežu izjednačavanjem ponude i tražnje.

Originalni model, neznatno je složeniji, ali će zaključak biti sličan, čak i za nijansu radikalniji jer ćemo videti da se na tržištu, pri asimetričnim informacijama, može desiti da se trgovina ni ne odvija (Akerlof, 1970). Neka tražnja za automobilima zavisi od cene p i prosečnog kvaliteta automobila μ : $Q^d = D(p, \mu)$. Ponuda i prosečni kvalitet automobila na tržištu zavisice od cene, $\mu = \mu(p)$, $S = S(p)$. Naravno, u ravnotežnom stanju ponuda i tražnja su jednake, $D(p, \mu(p)) = S(p)$. Pretpostavimo da imamo dve grupe trgovaca na tržištu koje se razlikuju po svojim funkcijama korisnosti:

$$U_1 = M + \sum_{i=1}^N x_i$$

$$U_2 = M + \sum_{i=1}^N \frac{3}{2} x_i,$$

gde je M korisnost od potrošnje ostalih dobara, a x_i je kvalitet i -tog automobila, gde je kvalitet uniformno raspodeljena slučajna veličina u intervalu između 0 i 2. Neka su prihodi dve grupe trgovaca Y_1 i Y_2 , respektivno.

Tražnja za automobilima u zavisnosti od tipa trgovca je:

$$D_1 = \begin{cases} \frac{Y_1}{p}, & \mu > p \\ 0, & \mu < p \end{cases}.$$

$$D_2 = \begin{cases} \frac{Y_2}{p}, & \frac{3\mu}{2} > p \\ 0, & \frac{3\mu}{2} < p \end{cases}.$$

Kada je o ponudi prve grupe trgovaca reč, gledajući njihovu funkciju korisnosti vidimo da oni imaju podsticaj da svoj automobil prodaju ako njegov kvalitet nije veći od p , pa je ukupna ponuda ove grupe

$$S_1 = \frac{pN}{2},$$

sa prosečnim kvalitetom automobila $\mu(p) = \frac{p}{2}$. Sličnim razmišljanjem vidimo da je $S_2 = 0$.

Ukupna tražnja na tržištu, $D(p, \mu)$ tada je jednaka:

$$D(p, \mu) = \begin{cases} \frac{Y_1 + Y_2}{p}, & p < \mu \\ \frac{Y_2}{p}, & \mu < p < \frac{3\mu}{2} \\ 0, & p > \frac{3\mu}{2} \end{cases}.$$

Videli smo da će prosečni kvalitet automobila na ovako definisanom tržištu biti $\frac{p}{2}$, te direktno sledi da na tržištu neće biti trgovanja iako za bilo koju cenu između 0 i 3 postoji mogućnost trgovine (Akerlof, 1970).

4.3.2 Signalizovanje

Akerlof dalje objašnjava da upravo zbog opisanog problema navedenog u radu, akteri na tržištu pokušavaju kroz razne agencije i auto-osiguranja da pokažu kvalitet svojih vozila i time smanje postojanje informacione asimetrije. Značaj signala kojim bi se sugerisao kvalitet neinformisanim agentima formalizovao je Majkl Spens (Spence, 1973). Osnovno istraživačko pitanje vezano je za činjenicu da poslodavac nije svestan produktivnosti radnika u trenutku kada ga zapošljava. U zavisnosti od tipa posla, potrebno je da prođe određeno vreme

pre nego poslodavac bude u stanju da proceni pravu produktivnost radnika. Poslodavac ne može odmah da uoči produktivnost, ali mu jeste dostupan veliki broj karakteristika i individualnih osobina koje mogu da posluže kao dobar znak o potencijalnoj produktivnosti kandidata za zaposlenje.

Spens pravi suštinsku razliku između dve vrste karakteristika koje kandidat za posao poseduje - oznake i signale. Oznake (u originalu, *indices*) predstavljaju nepromenljive karakteristike na koje poslodavac ne može da utiče kao što su, na primer, pol i rasa. Sa druge strane, signali su karakteristike pojedinca koje zahtevaju investiciju (u vidu vremena, novca,...), i svaka individua sama bira nivo do kojeg će ulagati u odgovarajući signal. Upravo je obrazovanje verovatno najbolji primer signala.

Kako su oznake nepromenljive karakteristike na koje potencijalni kandidat za zaposlenje ne može da utiče, izbor signala svakog kandidata je jedini način da se oni razlikuju na tržištu. Prosec zaposlenja i kreiranje nadnice Spens opisuje kao iterativni postupak u kome, na osnovu prethodnog iskustva na tržištu poslodavac formira uslovnu raspodelu verovatnoća sposobnosti koje zavise od oznaka i signala. Ravnoteža, odnosno stacionarnost ovakvog sistema, se postiže u situaciji kada se poslodavčeva uslovna raspodela verovatnoća sposobnosti kandidata potvrdi stanjem u realnosti pri prijemu novog zaposlenog, i utvrđivanjem njegove produktivnosti.

Ravnotežu pri signalizovanju, i koje su njene karakteristike, videćemo najbolje na samom primeru koji je prezentovao Spens u svom radu. Pretpostavimo da na tržištu postoje samo dve grupe radnika, i označimo ih sa grupa I i grupa II. Udeo grupe I u populaciji je q_1 , a grupe II $1 - q_1$. Kako bi model funkcionisao pretpostavljamo da je trošak signalizovanja obrnuto proporcionalan produktivnosti radnika. Pretpostavka ima smisla jer bi u suprotnom taj signal bio bezvredan pošto bi onda svi investirali u njega, te nikakvu informaciju iz njega ne bi mogli da dobijemo. Pretpostavka o obrnutoj proporcionalnosti se može veoma lako i smisleno racionalizovati, produktivnija osoba treba da uloži manje truda, vremena i napora u sticanje određenog nivoa obrazovanja, pa je samim tim, njen trošak dobijanja obrazovnog signala manji. Zato, neka je granična produktivnost članova prve grupe 1, a troškovi obrazovanja (signala) iste ove grupe su y . Članovi druge grupe imaju produktivnost 2, dok su troškovi njihovog obrazovanja $\frac{y}{2}$. Tabelom 4.8 prikazana je postavka modela od kojeg polazimo.

Pretpostavimo da su *a priori* kreirana uverenja poslodavca dovela do

Tabela 4.8: Postavka modela signalizovanja.

Grupa	Granična produktivnost	Udeo u populaciji	Trošak obrazovanja
I	1	q_1	y
II	2	$1 - q_1$	$\frac{y}{2}$

Izvor: Spence (1973).

toga da on smatra da svaki kandidat sa obrazovanjem od makar y^* pripada produktivnijoj grupi. Jasno je, usled toga, dve jedine opcije za obrazovanje kandidata za posao su $y = 0$ ili $y = y^*$ jer ni jedan nivo obrazovanja kandidata veći od y^* kandidatu ne bi kreirao nikakvu korist, već bi predstavljao samo trošak. Takođe, svaki nivo obrazovanja $y < y^*$ ne predstavlja ništa drugo do trošak pojedinca, pa će racionalan kandidat za zapošljavanje izabrati $y = 0$ ako je obrazovanje y^* preskupo za njega. Još jednom moramo da napomenemo da je pretpostavka modela da obrazovanje ne doprinosi rastu kvaliteta i produktivnosti pojedinca, već samo služi kao signal. Poslodavac koji je neutralan prema riziku će u ovom modelu, svima koji imaju obrazovanje od makar y^* , davati platu 2, u suprotnom plata će iznositi 1. Ako su verovanja poslodavca ispravna, članovi grupe I će izabrati nivo obrazovanja $y = 0$, a grupe II $y = y^*$.

Kandidati za posao, sa druge strane, maksimiziraju ličnu dobit i njihovu profitnu funkciju koja predstavlja razliku između plate koju dobijaju i izabranog nivoa obrazovanja, odnosno troška koji uz njega ide. *Signalna ravnoteža* se ostvaruje kada je za kandidate za posao optimalno da izaberu $y = 0$ ako su iz grupe I, i $y = y^*$ ako su iz grupe II, čime bi potvrdili poslodavčevu uslovnu raspodelu verovatnoća sposobnosti. Da bi se ovakav scenario dogodio neophodno je prvo da je za članove grupe I isplativije da njihov nivo obrazovanja bude 0 nego da ulože u signal i dobiju traženi nivo obrazovanja y^* neophodan za uvećanje plate. Drugim rečima, neophodno je da njihova korisnost ako ne ulože ništa u obrazovanje (koja će iznositi 1) bude veća od dobiti pri ulaganju u signal, što je, u slučaju ove grupe, $2 - y^*$, odnosno:

$$1 > 2 - y^*. \quad (4.9)$$

Slično, članovima grupe II mora da se isplati da uđu u proces obrazovanja, odnosno da je njihova korisnost kada plate obrazovni signal veća nego da ne

ulažu u signal:

$$2 - \frac{y^*}{2} > 1. \quad (4.10)$$

Rešavanjem nejednačina (4.9) i (4.10) vidimo da će se uslovna raspodela verovatnoća poslodavca o sposobnostima kandidata pokazati ispravnom ako je

$$1 < y^* < 2. \quad (4.11)$$

Za ovakvo ravnotežno stanje možemo uočiti sledeća zanimljiva svojstva kojima ćemo posvetiti pažnju u nastavku:

- (i) Postoji beskonačno ravnotežnih stanja.
- (ii) Ravnotežna stanja ne dovode do istog nivoa blagostanja.

Zaista, za svako $y^* \in (1, 2)$ se nalazimo u ravnoteži. Ovakav ishod smatra se najvećom manom Spensovog modela i R-S model, koji ćemo u nastavku predstaviti, jedan je od modela koji prevazilazi ovaj nedostatak. Veliki broj radova nastalih nakon Spensovog ima za cilj da prevaziđe ovaj problem i dovede do jedinstvenog rešenja, o čemu piše Riley (2001), prevashodno se fokusirajući na poboljšanje koncepta Nešove ravnoteže i pristupu baziranom na teoriji igara (Kreps & Wilson, 1982; Cho & Kreps, 1987; Banks & Sobel, 1987).

Ravnotežna stanja ne dovode do istog nivoa blagostanja jer povećanje nivoa y^* utiče na smanjenje korisnosti produktivnije grupe, dok neproduktivnija ostaje na istom nivou blagostanja. Ovo se može smatrati i cenom koju plaća grupa II kako bi se razlikovali od članova neproduktivnije grupe. Da nema signalizovanja svi bi bili plaćeni u skladu sa prosečnom produktivnošću: $q_1 + 2(1 - q_1) = 2 - q_1$, što je veća isplata nego što je grupa I ima pri signalizovanju. Zanimljiva implikacija sledi za produktivniju grupu. Ova grupa takođe može biti u gorem položaju pri signalizovanju ako je

$$2 - \frac{y^*}{2} < 2 - q_1 \Rightarrow y^* > 2q_1$$

Dakle, za $q^* \leq 0,5$, odnosno, ako je udeo neproduktivnijeg dela populacije mali (tj. veliki je udeo produktivnijih koji žele da ulože u signal), produktivnija i manje produktivna grupa radnika bi bile u boljem položaju da nema signalizovanja. Uopštenje je napravio Spence, i ako pretpostavimo da su troškovi obrazovanja a_1y i a_2y za dve grupe kandidata za posao, signalizovanje je isplativo za produktivniju grupu ako je $q_1 > \frac{a_2}{a_1}$ (Spence, 1973).

Zanimljivim modelom u nastavku rada Spens pokazuje uticaj oznaka na ravnotežu pri signalizovanju. Ne gubeći na opštosti uzima pol kao primer oznake i proširuje svoj model na sledeći način - ponovo imamo dve grupe radnika podeljene po produktivnosti, sa identičnim troškovima obrazovanja kao u Tabeli 4.8, i neka je m udeo muškaraca u populaciji. Tabela 4.9 daje prikaz ove varijante podele.

Tabela 4.9: Model signalizovanja sa oznakama.

Grupa	Pol	Granična produktivnost	Udeo unutar grupe	Udeo u populaciji
I	Ž	1	q_1	$q_1(1 - m)$
II	Ž	2	$1 - q_1$	$(1 - q_1)(1 - m)$
I	M	1	q_1	$q_1 m$
II	M	2	$1 - q_1$	$(1 - q_1)m$

Izvor: Spence (1973).

Osnovno istraživačko pitanje koje u ovom modelu Spens postavlja je da li oznake mogu uticati na tržište. Ovaj model pokazatelj je da je to ipak moguće, iako su to individualne karakteristike koje nisu ni u kakvoj korelaciji sa produktivnošću. Ako posmatramo kandidate po polovima, dolazimo do dva odvojena modela prikazana Tabelom 4.8 gde se ravnotežno stanje postiže ako je $1 < y_M^* < 2$, $1 < y_Z^* < 2$. Karakteristično je da ne postoji nikakva veza između traženih nivoa obrazovanja za muškarce i žene, y_M^* , y_Z^* . Na taj način, makar formalno, postoji mogućnost stacionarnog ravnotežnog stanja u kome se traže različiti nivoi obrazovanja u zavisnosti od pola.

4.3.3 R-S model skrininga

Za razliku od Spensovog modela gde su informisani igrači, kandidati za posao, prvi na potezu i biraju nivo obrazovanja na osnovu čega poslodavac dodeljuje plate u skladu sa svojim pređašnjim uverenjima, Rothschild i Štiglic posmatraju stvar iz drugog ugla. Neinformisani igrač prvi je na potezu i nudi ugovore koji su bazirani na plati i nivou signala. R-S model (Rothschild & Stiglitz, 1976) bazira se na primeru osiguranja, ali kako i sami autori konstatuju, njegova primarna uloga je da pokaže veliki uticaj informacione asimetrije na ravnotežu na tržištu. U svom zaključku, konstatuju da ovaj rad pripada grupi radova koji se bave signalizovanjem i skriningom u obrazovanju. Kako je cilj ovog odeljka da prikaže pravac ove grupe ekonomskih modela u sferi

obrazovanja, u nastavku, predstavljamo modifikaciju R-S modela oslonjenu na Spensovu postavku modela, a preuzetu iz Brown & Sessions (2004).

Proces zapošljavanja u modelu se odvija na sledeći način. Poslodavac nudi primarni set ugovora kandidatima za posao. Svaki ugovor sadrži potencijalnu platu i neophodni nivo obrazovanja kako bi kandidat mogao da ga potpiše. Pretpostavka je, takođe, da na tržištu postoji veliki broj firmi, odnosno savršena konkurencija ugovora u ponudi. Pretpostavimo da, kao i u prethodnom modelu, postoje dva tipa radnika, sa istim karakteristikama kada je o troškovima obrazovanja reč (videti Tabelu 4.8). Razliku u odnosu na Spensov model predstavlja odsustvo plate u zavisnosti od nivoa obrazovanja, već poslodavac može da ponudi proizvoljnu kombinaciju obrazovanje-plata, (y, w) . Cilj kandidata za posao je, kao i do sada, maksimizacija njihove korisnosti.

Ispitujući ovakav model, autori su došli do dve važne implikacije:

- (i) Ne postoji ravnotežno stanje u kojem obe grupe radnika biraju isti ugovor (*pooling equilibrium*).
- (ii) Postoji jedinstveno ravnotežno stanje u kojem su grupe odvojene po ugovorima koje prihvataju.

Zaista, veoma lako se pokazuje da obe ove konstatacije važe. Kada je reč o ravnoteži za koju bi obe grupe birale isti ugovor, u njoj bi ponuđena plata poslodavca radnicima morala da iznosi $2 - q_1$, u skladu sa očekivanom vrednošću kvaliteta radnika, kako bi se ostvario nulti profit poslodavca usled savršene konkurencije. Za bilo koji ponuđeni nivo obrazovanja pri tom nivou plata, $(y, 2 - q_1)$ postoji bolji ugovor grupe I, i to će biti ugovor koji se nalazi između troška dodatne jedinice obrazovanja produktivnije i neproduktivnije grupe radnika.

Kada je reč o jedinstvenosti ravnotežnog stanja, takođe se lako može uvideti da je $((0, 1), (1, 2)) = ((y_1, w_1), (y_2, w_2))$ Nešova ravnoteža u modelu. Za članove neproduktivnije grupe je jasno, slično kao u Spensovom modelu, optimalno je izabrati da se ne investira u obrazovanje, a plata će biti jednaka marginalnoj korisnosti, na taj način ostvarujući nulti profit poslodavcu, u skladu sa pretpostavkom modela o savršenoj konkurenciji. Takođe, optimalno je za članove produktivnije grupe da izaberu ugovor $(1, 2)$ od bilo koje kombinacije $(y_2, 2)$ koju poslodavac nudi. Kretanjem udesno ostvaruje se

gubitak članova grupe II, bez ikakvog uvećanja njihovog blagostanja, dok sa druge strane, kretanje ulevo (tj. za $y_2 < 1$) dolazimo u situaciju da je i članovima grupe I prihvatljivije da prihvate taj ugovor, što, videli smo, nije optimalno rešenje.

Postavlja se pitanje, da li postoji jedinstveni ugovor za sve grupe pri kome bi blagostanje svakog aktera bilo veće? Kako bi na to pitanje odgovorili, neophodno je da korisnost kandidata bude veća od korisnosti pri Nešovoj ravnoteži koja iznosi:

$$u_I(0, 1) = 1$$

$$u_{II}(1, 2) = 2 - c_{II}(1) = 2 - 0,5 = 1,5$$

Dakle, obe grupe bi preferirale jedinstveni ugovor koji, bez ulaganja u obrazovanje, nudi platu $w \geq 1,5$ ⁹. Zbog nerazlikovanja kandidata, poslodavac bi se ponašao u skladu sa očekivanim vrednostima, te bi ponuđena plata u ugovoru iznosila $2 - q_1$. Samim tim, u situaciji kada je

$$2 - q_1 \geq 1,5 \Rightarrow q_1 \leq 0,5,$$

dolazimo u situaciju da postoji ravnotežno stanje u kojem je isplativije svim kandidatima za posao da izaberu ugovor bez signala. Ponovo se dogodilo, kao i u Spensovom modelu, da se ta situacija ostvaruje kada imamo veći broj članova grupe II nego grupe I.

Rothschild & Stiglitz (1976) dalje konstatuju da u ovom slučaju ni ne ostvarujemo ravnotežu jer smo pokazali da za svaki ugovor bez signalizovanja postoji ugovor koji bi članovi produktivnije grupe želeli da prihvate i koji im nudi veću isplatu. Na ovaj način upadamo u cikl. Brown & Sessions (2004) su i ovo okarakterisali kao ravnotežno stanje, gde dalje ukazuju da je ova „fluktuacija“ između ova dva stanja, dovela do niza radova u kojem je koncept ravnoteže dalje razvijan. Tako autori ukazuju na reaktivnu ravnotežu (Riley, 1979b) gde je osnovna ideja da se poslodavci ustručavaju od ponude jedinstvenog ugovora svim kandidatima jer su svesni da će konkurencija na to odgovoriti ugovorom koji će privući produktivnije radnike, ostavljajući njima samo radnike iz prve grupe. Videti Riley (2001) za pregled ostalih modifikacija koncepta Nešove ravnoteže.

⁹Pri ravnoteži u kojoj ne razdvajamo kandidate po grupama produktivnosti jasno je da je optimalno i racionalno ponašanje kandidata za posao da izaberu nivo obrazovanja $y = 0$ pošto signal ne utiče na produktivnost već samo kreira trošak.

4.3.4 Empirijska istraživanja

Empirijska istraživanja usledila su paralelno sa metodološkim razvojem modela baziranih na informacionoj asimetriji i povezivanjem sa obrazovanjem. Cilj je bio jasan, utvrditi da li će teorija ljudskog kapitala ili signalizovanje i skrining biti bolji pokazatelj realnosti. Kako Brown & Sessions (2004) navode, pri ovim istraživanjima važno je bilo ne zaboraviti da oba modela predviđaju rast plata sa porastom nivoa obrazovanja. Takođe, u oba pristupa imamo firme koje maksimiziraju profit i ulaze u potragu za radnicima kojima je cilj da maksimiziraju ličnu korisnost, pri čemu je diskontovana životna zarada radnika jednaka diskontovanoj životnoj produktivnosti. Fundamentalna razlika modela ogleda se u tome što modeli signalizovanja i skrininga dozvoljavaju da neprimećene (odnosno neprikazane) karakteristike budu korelisane sa obrazovanjem.

Prvi rad koji je testirao modele signalizovanja bio je Taubman & Wales (1973). Autori su svojim empirijskim modelom predviđali koliko bi individua sa datim nivoom obrazovanja, sposobnostima i demografskim karakteristikama zarađivala da je bila zaposlena na drugom radnom mestu. Autori su pokazali da fakultetski obrazovani, ali ne i osobe sa srednjom školom, zarađuju jednako kao što bi bilo predviđeno da treba da zarađuju samim modelom na drugom zanimanju. Sa druge strane, zanatski radnici zarađuju značajno manje nego što bi zaradili na poslovima koji zahtevaju veći nivo obrazovanja. Zaključak autora je da obrazovanje predstavlja značajnu barijeru ulasku na posao i da bi prinosi na obrazovanje bili i do 50% niži da nije skrininga koji sprečava osobama niže produktivnosti da dobiju ovakav posao. Zanimljiv je nalaz u radu Ashenfelter & Mooney (1968) koji su došli do zaključka da samo postignuća u matematici imaju statistički značajan efekat na buduće zarade.

Prva velika kritika modela signalizovanja i skrininga, i odbrana modela ljudskog kapitala usledila je godinu dana kasnije (Layard & Psacharopoulos, 1974). Autori su kritikovali metodologiju Taubman i Velsa, i pošli od pretpostavke da privatna korist od obrazovanja se ogleda kroz položene kurseve a ne broj godina obrazovanja. Ako obrazovanje služi kao signal, položeni kursevi su bolja informacija za poslodavca od prostog prisustva nastavi uočljivom kroz godine školovanja. Plate bi, stoga, trebalo da brže rastu ako uz dodatnu godinu obrazovanja osoba ima i položene kurseve te godine. Oni su upoređivali osobe koje su napustile školovanje i one koji su ostali, i pokazali

da u mnogim slučajevima stopa prinosa osoba koje su napustile školu nije značajno manja od osoba koje su završile kurseve. Riley (1979a) je kasnije to branio činjenicom (o kojoj smo delom već i govorili) da modeli signalizovanja i skrininga ne posmatraju samo položene kurseve kao signal već celokupni vektor informacija o kandidatu za posao.

Brown & Sessions (2004) i Riley (2001) predstavljaju dobru polaznu osnovu za analizu modela u oblasti i empirijskih istraživanja koja su usledila. U ova dva pregledna članka sublimirani su svi značajniji rezultati ostvareni u oblasti i to mora da bude polazna tačka svakog dubljeg istraživanja. Odatle možemo videti niz zanimljivih zaključaka koji su istraživanja proizvela. Tako imamo nalaz da žene i manjine zarađuju više (manje) pri efektu univerzitetske (srednjoškolske) diplome¹⁰ u odnosu na muškarce (Belman & Heywood, 1991). Ovo je bilo u skladu sa modelom signalizovanja koji je predviđao da će manjine imati niže prinose za signale za nižu produktivnost i veće od proseka pri signalu o većoj produktivnosti (Golbe, 1985). Suprotne zaključke dobili su Jaeger & Page (1996) koji nisu našli statistički značajne razlike u svojoj analizi.

Kao što vidimo, veliki je broj radova koji su pokušali da uz pomoć podataka opovrgnu ili dokažu neku od teorija koja je njima bila bliža. Neretko su dobijani i dijametralno suprotni rezultati. Brown & Sessions (2004) konstatuju u zaključku, a time se slažu i sa Spensovom tvrdnjom (Spence, 2002) da je najverovatniji razlog sukoba u činjenici da su često stvari posmatrane kao ekstrem u jednom ili drugom pravcu, a istina se sigurno nalazi negde na sredini. I zaista, iluzorno je smatrati da obrazovanje ne utiče na produktivnost. Takođe, nemoguće je negirati uticaj skrininga i značaj informacione asimetrije pri zapošljavanju.

Uvećanje produktivnosti je posebno izraženo kada pričamo o inženjerskim školama. Bilo bi zanimljivo, u nekom daljem istraživanju utvrditi uticaj ovakvog obrazovanja, uporediti ga sa efektima koje ostvaruje obrazovanje jednakog ranga, ali za koje generalno ne smatramo da doprinosi produktivnosti na isti način (filozofija, umetničke škole) i na kraju uporediti sa prinosima koji ostvaruju osobe samo sa srednjom školom¹¹.

¹⁰*Sheepskin effect*. Videti Brown & Sessions (2004) za više detalja.

¹¹Da bi se izbegao nesporazum, valja napomenuti da stav o školama ne oslikava lični stav autora disertacije već se ove škole pominju u sličnom kontekstu u nizu radova, ali po mom saznanju, pri istraživanju oko pisanja disertacije, ovakvu analizu nisam našao.

4.4 Međunarodna istraživanja u sferi obrazovanja i analiza ostvarenih rezultata

Druga polovina XX veka označila je početak razvoja međunarodnih istraživanja obrazovnih dostignuća i učeničkih kompetencija. I zaista, kako smo već napomenuli, ekspanzija ekonomskih radova, posebno empirijskih, bilo da se govori o signalizovanju ili rastu i ljudskom kapitalu nastala je zahvaljujući ovim istraživanjima (Hanushek & Woessmann, 2010).

Razvoj na prvom internacionalnom testiranju započeo je 1958. godine kada se grupa eminentnih profesora iz raznih oblasti obrazovanja sastala na UNESCO¹² institutu za obrazovanje u Hamburgu gde se govorilo o evaluaciji učenika. Osnovano je nakon toga Internacionalno udruženje za procenu obrazovnih dostignuća, *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* – IEA.¹³ Ovo udruženje i danas postoji i organizuje, trenutno, jedno od najpoznatijih testiranja na svetu o čemu će malo kasnije biti više reči.

Prvo testiranje sprovedeno je 1960. godine pod nazivom Pilot studija dvanaest zemalja (*Pilot Twelve-Country Study*), na kojem je jedna od zemalja učesnica bila i Jugoslavija. Testirani su trinaestogodišnjaci, s tim da je uzorak u nekim zemljama bio samo delimično reprezentativan. Pored rezultata testova prikupljeni su i podaci o polu kao i obrazovanju roditelja. Učenici su testirani u pet oblasti: matematika, čitalačka pismenost, geografija, nauka i neverbalne sposobnosti. Jugoslavija je u čitalačkoj pismenosti, uz Škotsku i Finsku imala bolje rezultate od ostalih učesnica. Ukupan zaključak testiranja je bio da razlike između prosečnih postignuća na među-državnom nivou nisu velike, posebno kada se uporede sa razlikama unutar samih država.

Ovo istraživanje predstavljalo je svojevrsnu probu za Prvu internacionalnu matematičku studiju, (*First International Mathematical Study* – FIMS) sprovedenu 1964. godine. I na ovom istraživanju učestvovalo je 12 zemalja. U poređenju sa testiranjem iz 1960. godine, uzorak je bio značajno poboljšán i testirane su dve učeničke populacije u svakoj državi - trinaestogodišnjaci kao i na prethodnom testiranju i učenici poslednje godine srednje škole.¹⁴

¹²UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.

¹³Istorijski pregled razvoja međunarodnih testiranja i priča o osnivanju IEA i početku međunarodnih testiranja bazirana je prema tekstu „A Brief History of IEA“ dostupnom na http://www.iea.nl/brief_history.html. Sajt pristupljeno 21.4.2014.

¹⁴Mnogo pravilnija fraza bi bila učenici na završnoj godini sekundarnih studija. Naime,

Zanimljivo, ovde Jugoslavija nije učestvovala. Svrha istraživanja je bila da testira reformu nastavnog programa matematike sprovedenog u 12 zemalja učesnica, kao i uticaj socijalnih, naučnih i tehnoloških promena na procese nastave i učenja matematike. Istraživanje je bilo daleko obimnije i sastojalo se od značajno većeg upitnika koji su popunjavali i škole kao i učenici i nastavnici (Husén & Bloom, 1967).

Sledeće istraživanje, *First International Science Study* – FISS, sprovedeno u periodu od dve godine 1970-1971. integrisalo je ponovo naučnu i čitalačku pismenost u testiranje, neizostavne delove uz matematičku pismenost svakog istraživanja učeničkih postignuća do danas. Krajem sedamdesetih godina pojavljuje se ideja o neophodnosti kreiranja studije koja će periodično testirati učeničke kompetencije iz tri osnovne oblasti – matematike, čitanja i nauke. Ovo je dovelo do studije *Second International Mathematics Study* – SIMS, metodološki identične sa FISS tako da su rezultati bili uporedivi (Garden, 1987; Travers & Westbury, 1989). U istraživanju je učestvovalo 20 zemalja u periodu od 1980. do 1982. godine. Naredne dve godine sprovedena je slična studija, *Second International Science Study* – SISS u 24 zemalja učesnica (Keeves, 1992). Ovo su prve dve studije čija je osnovna ideja bila periodično ponavljanje radi praćenja trendova u obrazovanju – koncept na kome se baziraju sva današnja istraživanja.

Do sredine devedesetih godina IEA organizuje još niz testiranja sa različitim ciljevima i drugačijim ciljnim grupama poput longitudinalne studije o učenju u predškolskom uzrastu, *Preprimary Project* – PPP koja za cilj ima da proceni kako razvoj i iskustvo dece sa četiri godine utiče na njihov kasniji kognitivni i verbalni razvoj (Olmsted et al., 1995). Studija vezana za nastavu u učionici, *Classroom Environment Study*, proučavala je efekte različitih formi predavanja u učionici na učenička postignuća i sprovedena je u 9 zemalja. Početkom devedesetih i startom „informatičke revolucije“ postaje jasno da će kompjuteri morati da postanu sastavni deo nastave. Testiranje njihovih potencijala i efekata na obrazovanje sprovedeno je u istraživanju *Computers in Education Study* – COMPED (Plomp & Pelgrum, 1991).

pošto uporedno posmatramo obrazovne sisteme širom sveta dolazimo do toga da u raznim zemljama obrazovni sistem podrazumeva drugačiju formu tako da, nama bliska formulacija obrazovnih profila nije u potpunosti precizna. Zbog toga, u nastavku razlikujemo primarno, sekundarno i tercijalno obrazovanje što jeste ekvivalent redom, naše osnovne škole, srednje škole i fakulteta. Paralelno će biti korišćene obe terminologije.

4.4.1 Razvoj periodičnih studija

Definitivni uspeh koncepta periodičnih studija i njihovo prihvatanje kao alata pri analizi obrazovnih sistema počinje sa Trećim međunarodnim istraživanjem matematičke i naučne pismenosti, *Third International Mathematics and Science Survey* – TIMSS. Ova studija, se može smatrati začetnikom modernih testiranja učeničkih kompetencija. Prva je studija koja je obuhvatila veći broj država sa 46 učesnica i preko pola miliona testiranih učenika. Pored testova, učenici, nastavnici i direktori popunjavali su ekstenzivne upitnike o, kako socio-ekonomskim pitanjima, tako i stavovima prema nastavi. Takođe, TIMSS studija analizirala je i nastavne planove i programe zemalja učesnica kao i udžbenike.

Testirane su dve populacije učenika, učenici četvrtog i osmog razreda osnovnih škola. TIMSS je nastao kao studija sa periodom ponavljanja od četiri godine. Na taj način ostvaruje se mogućnost ponovnog testiranja u osmom razredu generacije koja je prvi put testirana u četvrtom. Time možemo da na istom uzorku ocenimo razvoj u te četiri godine obrazovanja i na dobar način steknemo uvid o kvalitetu nastave u tom periodu. Ponovna testiranja su i sprovedena u zacrtanom periodu, gde je TIMSS 2015 poslednje sprovedeno istraživanje ovog tipa. Radi prepoznatljivosti same studije naziv TIMSS se održao, s tim da je to sada skraćenica od *Trends in International Mathematics and Science Survey*. Poslednje testiranje obuhvatilo je više od 60 zemalja i ekonomija sa preko pola miliona učenika u testiranju. Srbija je bila jedna od zemalja učesnica, a poseban osvrt na Srbiju i položaj njenog obrazovnog sistema biće obrađen u odeljku 4.5.

Drugo veliko periodično istraživanje koje danas IEA sprovodi, a jedno je od tri najveća istraživanja na svetu, i predstavlja istraživanje koje se nadovezalo na TIMSS. Reč je o Studiji napretka u čitalačkoj pismenosti, *Progress in International Reading Literacy Study* – PIRLS. Sprovodi se u petogodišnjim intervalima od 2001. godine. U poslednjem istraživanju 2011. godine učestvovalo je 58 zemalja i ekonomija i takođe se sprovodi nad učenicima četvrtog razreda osnovnih škola (videti Mullis et al. (2012) za više detalja o ovom istraživanju).

Još jedna velika organizacija koja se bavi međunarodnom evaluacijom učeničkih postignuća je Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj, *Organisation for Economic Co-operation and Development* – OECD. Organizacija

osnovana 1960. godine, svakako daleko poznatija, nastala je kako bi promovisala reforme koje doprinose ekonomskom razvoju i povećanju društvenog blagostanja njenih članica.¹⁵ Značaj praćenja razvoja i kvaliteta obrazovnih sistema, kao i detektovanje pravednosti u obrazovanju prepoznali su u ovoj organizaciji kao bitan faktor pri ekonomskom razvoju svojih članica. Slično tvrde i Baucal & Pavlović-Babić (2009): „Zemlje članice OECD-a prepoznale su da uspeh, konkurentnost i razvoj neke zemlje u globalnom svetu u sve većoj meri zavisi od kvaliteta i pravednosti obrazovanja da bi se na osnovu tako dobijenih podataka razvijale politike koje će obezbediti stalno unapređivanje kvaliteta i pravednosti obrazovanja“.

Međunarodni program procene učeničkih dostignuća, *Programme for International Student Assessment* – PISA svakako je najznačajnije istraživanje u oblasti obrazovanja koje se trenutno sprovodi. Prvi put održano 1997. godine, sprovodi se u trogodišnjim ciklusima, postalo je najmasovnije testiranje tog tipa na svetu. Testirana populacija su petnaestogodišnjaci. Poslednji ciklus sproveden je 2015. godine i u njemu je učestvovalo 65 zemalja i ekonomija predstavljajući reprezentativni uzorak za preko 28 miliona petnaestogodišnjaka iz zemalja učesnica. Značaj PISA istraživanja vidi se i po tome što je Evropska unija u svoju Lisabonsku agendu uvrstila rezultate PISA istraživanja kao benčmark uspešnosti obrazovnih sistema. Kako će ova studija i njeni rezultati biti korišćeni i u nastavku ove disertacije, detaljan osvrt na PISA testiranja i samu metodologiju studije nalazi se u odeljku 4.4.2.

OECD sprovodi i najmlađe istraživanje iz oblasti obrazovanja koje je do sada održano 2008. i 2013. godine. Reč je o Međunarodnom istraživanju učenja i nastave, *Teaching and Learning International Survey* – TALIS. Cilj istraživanja je da utvrdi kako država sprema nastavnike da se suoče sa raznim izazovima u svojoj profesiji, kao i da se utvrde uslovi u kojima nastavnici rade, sve zarad efikasnijeg učenja u školama. U istraživanju učestvuju kako nastavnici, tako i direktori škola koji popunjavaju specijalno dizajnirane upitnike. Istraživanje se sprovodi i u Srbiji i to na nastavnicima nižih i viših razreda osnovnih škola kao i na zaposlenima u srednjim školama, s tim da je fokus na razrednoj nastavi u osnovnoj školi, odnosno na nastavnike od petog do osmog razreda osnovnih škola. Očigledno različit fokus ovog istraživanja u

¹⁵Za više informacija vezanih za ciljeve, istoriju kao i detaljnim planovima za budućnost ove organizacije najbolje je posetiti njihovu zvaničnu internet stranicu, www.oecd.org, gde su dostupne i ekstenzivne publikacije o njihovom radu.

odnosu na sve do sada spomenute studije i jeste njegova najveća prednost i potencijal. Ideja OECD-a je da PISA i TALIS istraživanja idu jedno uz drugo, PISA se bavi učeničkom evaluacijom i procenom postignuća nastave, dok TALIS ispituje obrazovanje iz drugog ugla i bavi se pitanjem kvaliteta nastave i samog unapređenja nastavnog procesa. Zemljama učesnicama je i ponuđeno da uzorak ova dva istraživanja bude spojen i da se iste one škole koje su posmatrane u jednom posmatraju i u drugom istraživanju radi verodostojnijih podataka i daleko većeg istraživačkog potencijala ovakvog skupa podataka.

Primetno je da smo do sada govorili samo o evaluaciji primarnog i sekundarnog obrazovanja. Kada je reč o visokom obrazovanju, uglavnom se govori o kvalitetu univerziteta rangiranih prevashodno po naučnim dostignućima. Šangajska lista trenutno je najpriznatija rang-lista svetskih univerziteta ovog tipa. Ipak, istraživanja i rangiranja čiji bi fokus bio na kvalitetu nastavnog procesa za sada ne postoje. Kako je svrha svih istraživanja u organizaciji OECD-a provera funkcionalnog znanja učenika, u planu je razvoj istraživanja sličnog metodološkog koncepta kao PISA koje bi se fokusiralo na studentsku populaciju. Ovo istraživanje pod nazivom AHELO - *Assessment of Higher Education Learning Outcomes* je i dalje u fazi razvoja, i nedavno je završena studija izvodljivosti.

Ideja je da budu testirane dve kompetencije kod studenata:

- (i) Generalne veštine kao što su analitičko rezonovanje, kritičko razmišljanje, rešavanje problemskih zadataka i sposobnost pisane komunikacije. Ovaj deo testiranja se može sprovoditi nad celokupnom studentskom populacijom.
- (ii) Stručne veštine - specijalizovana znanja koja bi bila proveravana samo u oblasti tehničkih i ekonomskih nauka.

U sklopu studije izvodljivosti izvedeno je probno testiranje sa detaljnom anketom koja je za cilj imala da utvrdi stav prema dizajnu testiranja. O nastavku ovog projekta sa očigledno nemerljivim potencijalom, odlučivaće zemlje članice OECD-a.

4.4.2 PISA – Međunarodni program procene učeničkih postignuća

Kao što smo već napomenuli PISA studija predstavlja najsveobuhvatniju studiju iz oblasti obrazovanja koja se danas sprovodi, kako u metodološkom smislu, tako i u pogledu učesnika samog istraživanja. Obavlja se na svake tri godine počev od 1997. godine i na poslednjem istraživanju, sprovedenom 2015. godine, učestvovala su 64 zemalje i ekonomije koje stvaraju gotovo 90% celokupnog svetskog društvenog proizvoda. PISA studija pokušava da odgovori na pitanje da li su učenici spremni da se suoče sa izazovima u budućnosti. Fokus nije na samom procesu učenja već na proveru učeničkih sposobnosti da rezonuju, analiziraju i kreiraju ideje. Baucal & Pavlović-Babić (2009) dalje ističu: „Specifičnost PISA studije je da ona ne ispituje u kojoj meri učenici mogu da reprodukuju ono što su učili u školama, već koliko su mladi osposobljeni da razumeju i koriste informacije (koje su im date) prilikom rešavanja relevantnih problema iz svakodnevnog života.“

Testiranje se izvodi u tri oblasti: matematike, čitanja i nauke. Pored testova, učenici, škole i roditelji popunjavaju detaljne ankete koje predstavljaju osnov za dalja istraživanja i dublje ekonomske analize i implementacije. U svakom trogodišnjem ciklusu jedna od tri testirane oblasti predstavlja fokus istraživanja. Primera radi, centralna oblast PISA 2009 studije je bilo čitanje, dok se 2012. godine radilo o matematici, a 2015. godine je nauka bila u fokusu. Anketa koju učenici popunjavaju sadrži veliki broj pitanja vezanih za stavove o učenju centralne oblasti istraživanja. Pored toga, sprovode se značajno detaljnije analize uspešnosti u centralnoj oblasti po svim nivoima učeničkih kompetencija koje se testiraju, tako da je moguće daleko bolje sagledati kvalitet nastavnog plana i programa i napraviti odgovarajuće izmene u skladu sa rezultatima. PISA 2012 studija integrisala je novu oblast u osnovno testiranje - rešavanje problemskih situacija. Test za ovu oblast rađen je na kompjuterima. Učenici su suočeni sa realnim problemima koji nemaju direktne veze ni sa kakvim gradivom koje se izučava u školi. Ipak, rešavajući ove probleme pokazuju sposobnost rezonovanja i zaključivanja, kompetencija koje danas sve više preuzima primat u odnosu na stepen obrazovanja pri konkurisanju za mnoga mesta na tržištu rada, a svakako je ključna razlika među kandidatima sa jednakim stepenom obrazovanja i predstavlja ključnu komparativnu prednost u procesu nalaženja budućeg radnog mesta.

Rezultati PISA studije saopštavaju se na skali koja je u svim oblastima postignuća standardizovana na isti način – aritmetička sredina na nivou celokupnog testiranog uzorka iznosi 500, dok je standardna devijacija 100. Procena je da oko 40 poena na PISA skali predstavlja znanje koje se stekne za godinu dana učenja (Baucal & Pavlović-Babić, 2011), te i na ovaj način možemo kvalitativno porediti sisteme u zavisnosti od uspeha njihovih đaka.

Nivoi postignuća

Pored već napomenutog načina prikazivanja učeničkih postignuća na normalizovanoj skali, učenici su razvrstani na šest nivoa znanja u skladu sa njihovim rezultatima (dakle u 7 grupa pošto je moguće ne dostići ni prvi nivo). Svaki nivo, počevši od najnižeg definisan je kao skup kompetencija koje učenik mora da ispuni ne bi li dostigao taj nivo. U nastavku prezentujemo opis nivoa postignuća za matematičku pismenost preuzetu iz Pavlović-Babić & Baucal (2013), a detaljnije informacije o kreiranju nivoa postignuća i njihovom značaju mogu se naći u OECD (2013b) ili OECD (2012).

- Nivo 1 Na prvom nivou učenici treba da odgovore na jednostavna, jasno formulisana pitanja koja se odnose na poznat kontekst i u kojima su date sve relevantne informacije. U stanju su da pronađu traženi podatak i da izvode rutinske operacije kada su svi podaci dati, a uputstva precizno formulisana. Izvode aktivnosti koje su očigledne i direktno slede iz datih podataka.
- Nivo 2 Na ovom nivou učenici mogu da prepoznaju i interpretiraju zahteve u kontekstima u kojima se ne traži ništa više od direktnog zaključivanja. Izdvajaju podatke koji su relevantni iz jednog izvora i koriste model predstavljanja podataka. Umeju da primene osnovne algoritme, formule, procedure ili konvencije. Direktno i doslovno interpretiraju dobijene rezultate.
- Nivo 3 Na trećem nivou učenici mogu da primene jasno opisane procedure, uključujući i one koje podrazumevaju nekoliko koraka u procesu donošenja odluka. Mogu da izaberu i primene jednostavne strategije rešavanja problema. Mogu da interpretiraju podatke koje dobijaju iz različitih izvora, koji su predstavljeni na različite načine, kao i da zaključuju

direktno na osnovu njih. Mogu da izveštavaju o rezultatima, svojim interpretacijama i načinima zaključivanja.

Nivo 4 Na četvrtom nivou učenici uspešno primenjuju eksplicitne modele u složenim konkretnim situacijama koje mogu da sadrže izvesna ograničenja ili da zahtevaju formulisanje pretpostavki. Mogu da vrše izbor i povezuju podatke date na različite načine, uključujući i simboličke reprezentacije, i direktno ih povezujući sa različitim aspektima situacija iz realnog života. Imaju dobro razvijene veštine, fleksibilni su u promišljanju, i to uspešno koriste. Mogu da izgrade sopstveno objašnjenje, da ga formulišu i obrazlože koristeći sopstvene interpretacije, argumente i aktivnosti.

Nivo 5 Na petom nivou učenici mogu da razviju i primene modele za rad u složenim situacijama, uočavajući ograničenja i formulišući pretpostavke. Umeju da odaberu, uporede i vrednuju različite strategije rada koristeći dobro razvijene sposobnosti rezonovanja, odgovarajuće reprezentacije, simboličke i formalne deskripcije, kao i uvide u vezi sa situacijom. Razmatraju sopstvene postupke, formulišu i obrazlažu interpretacije do kojih su došli.

Nivo 6 Učenici mogu da konceptualizuju, uopštavaju i koriste podatke zasnovane na sopstvenom ispitivanju i modelovanju složenih problemskih situacija. Mogu da povezuju informacije iz različitih izvora i načina reprezentovanja, kao i da prave fleksibilne prevode iz jedne forme u drugu. Sposobni su za napredno matematičko razmišljanje i rezonovanje. Mogu da primene uvide i razumevanja do kojih su došli, i da ih kombinuju sa simboličkim i formalnim matematičkim operacijama i odnosima, da bi razvili pristupe i strategije za rešavanje novih problemskih situacija. Mogu da formulišu i da sa visokom preciznošću diskutuju o postupcima koje su primenili, da kritički razmatraju nalaze, interpretacije, argumente, uključujući i razmatranje njihove podobnosti za rešavanje kompleksnih problemskih situacija.

Šesti nivo, koji predstavlja najviše moguće kompetencije, iz matematike dostiže 1,1% učenika iz Srbije, dok je na nivou OECD-a taj procenat 3,3%. Zanimljivo je da je u Singapuru na ovom nivou 19% učenika, dok je u Šangaju reč o gotovo nestvarnih 30,8%. Tabelom 4.10 prikazane su donje granice postignuća na PISA skali za matematičku pismenost, odnosno koji

je to minimalni broj poena koji učenik mora da ostvari ne bi li se našao na određenom nivou.

Tabela 4.10: Donje granica nivoa postignuća na PISA skali iz matematike.

Nivo	Donja granica nivoa
Nivo 1	358
Nivo 2	420
Nivo 3	482
Nivo 4	545
Nivo 5	607
Nivo 6	669

Izvor: OECD (2013b).

Detaljan prikaz koliko učenika u Srbiji se nalazi na kojem nivou, kao i kakva je situacija za zemlje OECD-a, i još par zemalja može se videti u tabelama 4.11 - 4.13¹⁶. Evidentno je da smo, kada je o matematici reč, ispod OECD proseka, kao i ispod Hrvatske, dok naši đaci imaju bolja postignuća od učenika iz Crne Gore, a gotovo je iluzorno porediti se sa Finskom i Singapurom. Kada je reč o čitalačkoj pismenosti, razlikujemo nivoe 1a i 1b, što se može videti u Tabeli 4.12. Primetno je da u poređenju sa prikazanim zemljama, kao ni sa OECD prosekom, ne postoji razlika u oblasti testiranja i samih rezultata, bar kada je reč o ove tri oblasti vezane za školsko gradivo.

Tabela 4.11: Raspodela učenika po nivoima postignuća za selekciju zemalja iz matematike (u procentima).

Matematika	Ispod nivoa 1	Nivo 1	Nivo 2	Nivo 3	Nivo 4	Nivo 5	Nivo 6
Srbija	15,5	23,4	26,5	19,5	10,5	3,5	1,1
OECD prosek	8,0	15,0	22,5	23,7	18,1	9,3	3,3
Singapur	2,2	6,1	12,2	17,5	22,0	21,0	19,0
Finska	3,3	8,9	20,5	28,8	23,2	11,7	3,5
Hrvatska	9,5	20,4	26,7	22,9	13,5	5,4	1,6
Crna Gora	27,5	29,1	24,2	13,1	4,9	0,9	0,1

Izvor: OECD (2013b).

U čemu se ogleda značaj merenja postignuća, ako već postoji PISA skala na kojoj se ona i baziraju? Pre svega, jasno definisani kriterijumi svakog nivoa omogućavaju jasan uvid u kvalitet obrazovnog sistema i njegovih đaka, kao i pozicije u poređenju sa drugima, bazirano na kompetencijama koje đaci treba

¹⁶Bazirano na PISA 2012 podacima.

Tabela 4.12: Raspodela učenika po nivoima postignuća za selekciju zemalja iz čitalačke pismenosti (u procentima).

Čitanje	Ispod nivoa 1b	Nivo 1b	Nivo 1a	Nivo 2	Nivo 3	Nivo 4	Nivo 5	Nivo 6
Srbija	2,6	9,3	21,3	30,8	23,3	10,5	2,0	0,2
OECD prosek	1,3	4,4	12,3	23,5	29,1	21,0	7,3	1,1
Singapur	0,5	1,9	7,5	16,7	25,4	26,8	16,2	5,0
Finska	0,7	2,4	8,2	19,1	29,3	26,8	11,3	2,2
Hrvatska	0,7	4,0	13,9	27,8	31,2	17,8	4,2	0,2
Crna Gora	4,4	13,2	25,7	29,2	19,9	6,6	0,9	0,0

Izvor: OECD (2013b).

Tabela 4.13: Raspodela učenika po nivoima postignuća za selekciju zemalja iz nauke (u procentima).

Nauka	Ispod nivoa 1	Nivo 1	Nivo 2	Nivo 3	Nivo 4	Nivo 5	Nivo 6
Srbija	10,3	24,7	32,4	22,8	8,1	1,6	0,1
OECD prosek	4,8	13,0	24,5	28,8	20,5	7,2	1,1
Singapur	2,2	7,4	16,7	24,0	27,0	16,9	5,8
Finska	1,8	5,9	16,8	29,6	28,8	13,9	3,2
Hrvatska	3,2	14,0	29,1	31,4	17,6	4,3	0,3
Crna Gora	18,7	32,0	29,7	15,4	3,8	0,4	0,0

Izvor: OECD (2013b).

da poseduju u tom uzrastu. Pored toga, značajan podatak predstavlja broj đaka koji se nalaze na nivou proseka (nivo 3) i na većim nivoima postignuća. Naime, to ukazuje na sposobnost obrazovnog sistema da kod učenika kreira znanja koji nisu na nivou čiste reprodukcije (Pavlović-Babić & Baucal, 2013).

Kada pričamo o matematici, podatak da samo 34,6% učenika u Srbiji ima sposobnost rezonovanja na ovom nivou ukazuje na jedan od najvećih problema srpskog obrazovnog sistema - naš obrazovni sistem i dalje je baziran na reprodukciji znanja a ne na upotrebi stečenog znanja i primeni dostupnih informacija zarad donošenja novih odluka¹⁷. Možemo videti iz Tabele 4.11 da Hrvatska ima 43,4% učenika na ovim nivoima, OECD prosek je 54,5%, dok su Nemačka sa 62,9%, Finska (67,2%) ili Estonija (67,5%) daleko ispred nas.

Funkcionalna nepismenost

Funkcionalno nepismenom osobom se smatra ona osoba koja nije u stanju da svoje znanje upotrebi radi unapređenja svoje zajednice ili grupe, kao i za

¹⁷PISA podaci ukazuju na ovaj problem u osnovnom obrazovanju jer se učenici testiraju za vreme prve godine srednje škole, ali jasno je da se ovaj problem proteže za vreme celokupnog školovanja.

dalje lično unapređenje čitalačkih, matematičkih i ostalih kompetencija¹⁸. Ove osobe najčešće ne nastavljaju svoje školovanje nakon završene srednje škole, ranije ulaze na tržište rada i imaju probleme pri nalaženju posla tokom svog radnog veka (Stamenković, 2015).

Formalni značaj PISA istraživanju, ujedno i veliko priznanje OECD-u za kreiranje i sprovođenje ovako ekstenzivne studije donela je odluka Lisabonske agende Evropske unije da je zvanično merilo funkcionalne nepismenosti rezultat PISA istraživanja, i da se funkcionalno nepismenim smatra onaj učenik koji se nalazi ispod drugog nivoa postignuća (Pavlović-Babić & Baucal, 2013). Predviđeno je tada, kao cilj Evropske unije, da se ovaj procenat učenika dovede na nivo od ispod 15% za sve testirane oblasti.

Podaci vezani za funkcionalnu nepismenost jedan su od najalarmantnijih signala o stanju u srpskom obrazovanju. Sa 38,9% funkcionalno nepismenih đaka iz matematike na PISA 2012 istraživanju nalazimo se daleko ispod OECD proseka od 23%. Malo bolje smo pozicionirani kada je reč o čitalačkoj i naučnoj pismenosti, pa imamo oko trećine funkcionalno nepismenih đaka kada je reč o čitalačkoj pismenosti (33,1%), ali poredivši to sa OECD prosekom od 18%, vidimo da to i nije značajno bolji rezultat u poređenju sa matematičkom nepismenošću. Takođe, 35% funkcionalno nepismenih đaka iz oblasti prirodnih nauka značajno je ispod OECD proseka od 17,8%. Za klasu bolji rezultati postignuti su pri rešavanju problemskih situacija, gde se 28,5% đaka našlo ispod drugog nivoa. Iako procenat ne odstupa previše od ostalih rezultata, vredno je napomenuti da je ovo značajno bliže OECD proseku od 21,5% i da je ovo jedno od retkih mesta, kada je o PISA istraživanjima reč, da su naši đaci bolji od vršnjaka iz Hrvatske (32,3% đaka ispod drugog nivoa) i procentualno identični kao njihovi vršnjaci iz Slovenije. Detaljniji pregled rezultata naših đaka i poređenje sa drugim državama u pogledu funkcionalne nepismenosti u nastavku, u odeljku 4.5.

¹⁸Handbook of Household Surveys, Revised Edition, Studies in Methods, Series F, No. 31, United Nations, New York, 1984, para. 15.63.

4.5 Pozicija Srbije u međunarodnim istraživanjima u oblasti obrazovanja

Srbija se formalno priključila PISA projektu 2001. godine, a prvo testiranje u kome su učestvovali i srpski đaci bilo je u okviru PISA 2003 studije. Od tada smo učestvovali u svakom ciklusu sve do 2015. godine, i preskakanja PISA 2015 studije. Tabelom 4.14 prikazani su rezultati naših učenika na svim testiranjima u kojima smo učestvovali.

Tabela 4.14: Uspeh srpskih učenika na PISA testovima 2003-2012. godine.

	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Matematička pismenost	437	435	442	449
Čitalačka pismenost	412	401	442	446
Naučna pismenost	436	436	443	445

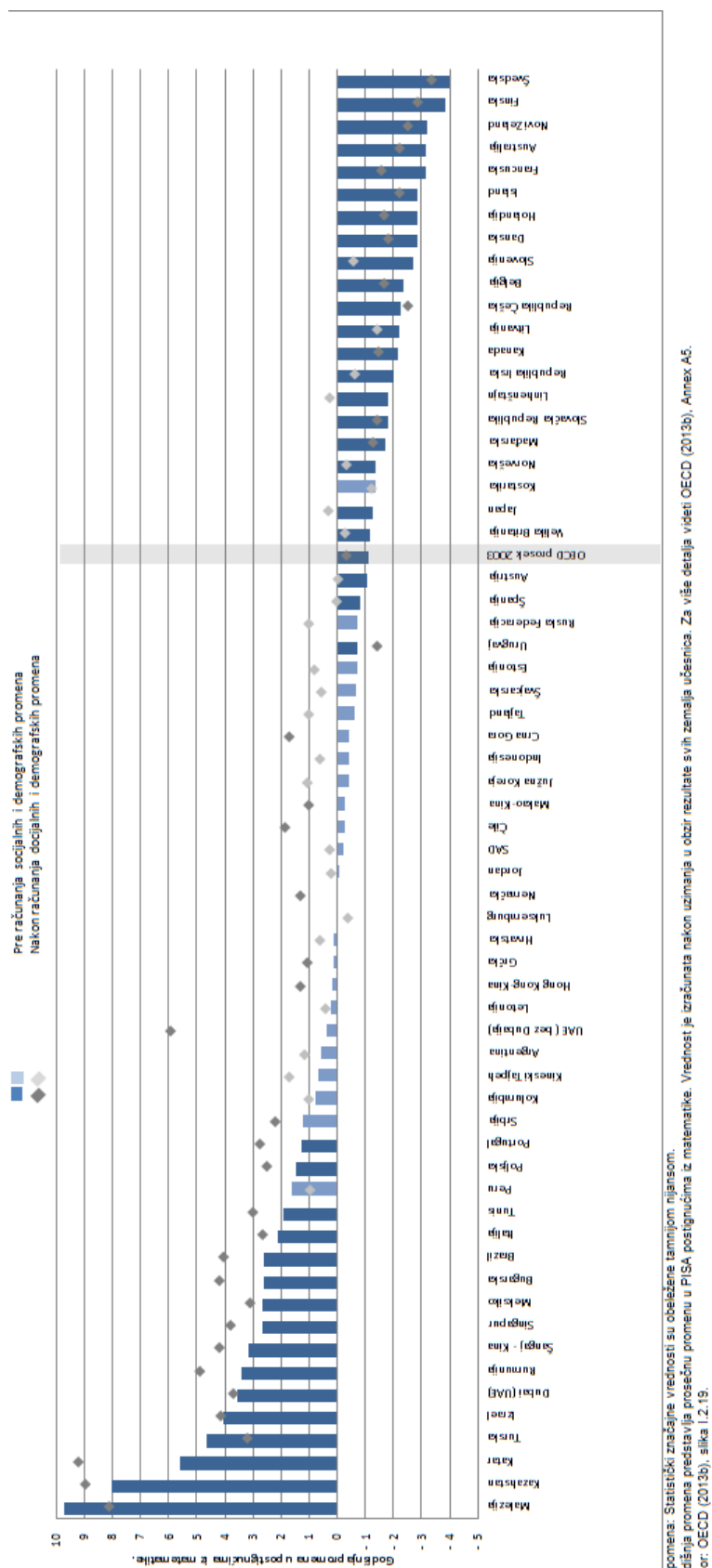
Izvor: OECD.

Primećujemo blagi napredak u sve tri testirane oblasti. Najveći napredak, statistički značajan, ostvaren je kod čitalačke pismenosti. Dvanaest poena napretka u periodu od 2003. do 2012. godine iz matematike predstavlja napredak, posebno što je on, sa izuzetkom PISA 2006 studije stabilan. Ipak, dublja analiza varijacije postignuća kao i mikro analiza rezultata neophodna je da utvrdimo da li postoji statistička značajnost. Kako je matematička pismenost bila u fokusu PISA 2003 i PISA 2012 studija, u svojoj analizi PISA 2012 rezultata (OECD, 2013b) kreirana je ova procena za rezultate iz matematike za ovaj period koja je prikazana Slikom 4.1. Vidimo da za Srbiju statistički značajna razlika postoji, ali da se ova značajnost gubi kada se u procenu uključe i socio-ekonomski i demografski faktori¹⁹.

Govoreći o odnosu u postignućima Srbije i zemalja iz regiona, tabelama 4.15 – 4.16 prikazan je detaljan pregled postignuća za sve oblasti testiranja²⁰. Vidimo da je Srbija jedina zemlja u regionu koja je učestvovala 2003. godine, da bi se sve zemlje izuzev Albanije prključile projektu u sledećem ciklusu. Kada je reč o matematici, učenici iz Srbije imaju statistički značajno bolje

¹⁹Za više detalja oko metodologije i same analize videti OECD (2013b), aneks A5 pruža detaljne informacije.

²⁰Tabele preuzete iz Pavlović-Babić & Baucal (2013). Naravno, podaci su javno dostupni, i u većini slučajeva u ovoj disertaciji sve tabele su izračunate u svrhu pisanja teze od strane autora.



Slika 4.1: Godišnja razlika u postignućima iz matematike. Poređenje PISA 2003 i PISA 2012 rezultata. Izvor: OECD.

Tabela 4.15: Postignuća u oblasti matematike za zemlje regiona u periodu 2003-2012. godine.

Matematička pismenost	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Srbija	437	435	442	449
Hrvatska	–	467	460	471
Crna Gora	–	399	403	410
Slovenija	–	504	501	501
Bugarska	–	413	428	439
Rumunija	–	415	427	445
Albanija	–	–	377	394

Izvor: OECD.

rezultate od vršnjaka iz Crne Gore i Albanije. Postignuća su bolja i u odnosu na Rumuniju i Bugarsku, s tim da je ta razlika svake godine sve manja.

U rezultatima iz čitalačke pismenosti, Srbija je između PISA 2006 i PISA 2009 studije napravila ogroman korak od četrdeset i jedan poen. Ovo je pojedinačno bio najveći skok u postignućima za sve oblasti testiranja i za sve zemlje između ove dve studije. I u ovoj oblasti testiranja situacija je ista, bolji smo od Albanije i Crne Gore i sa sve manjom (a statistički sada neznačajnom) prednošću u odnosu na Rumuniju i Bugarsku. Interesantno je pomenuti i odnos sa dve bivše jugoslovenske republike, Hrvatskom i Slovenijom. Iako se može smatrati da obrazovni sistemi potiču iz istog, jugoslovenskog obrazovnog sistema, ipak postoji značajna razlika u postignućima učenika koja mora biti signal da obrazovanje u Srbiji nije na nivou na kome bi moglo i trebalo da bude.

Udomenu naučne pismenosti naših đaka ostvareni su relativno ujednačeni rezultati tokom godina, sa blagim osetnijim skokom od 7 poena između PISA 2003 i PISA 2006 kada su, već smo napomenuli to u oblasti čitalačke pismenosti, naši đaci napravili osetniji pomak u postignućima. Ipak, razlika od 46 poena između rezultata naših đaka i vršnjaka iz Hrvatske, što je ekvivalent više od jedne godine učenja u školi, ukazuje da zaostajemo i dalje značajno i pri poređenju sa bliskim obrazovnim sistemima.

Funkcionalnu nepismenost već smo definisali kada je i napomenuto da se naši đaci nalaze daleko ispod OECD proseka i da imamo značajno veliki udeo funkcionalno nepismenih đaka u populaciji. Koliki je ovaj broj u poređenju sa zemljama u okruženju kao i par drugih zemalja vidimo u Tabeli 4.18 gde je prikazan procenat funkcionalno nepismenih đaka za sve testirane oblasti

Tabela 4.16: Postignuća u oblasti nauke za zemlje regiona u periodu 2003-2012. godine.

Naučna pismenost	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Srbija	436	436	443	445
Hrvatska	–	493	486	491
Crna Gora	–	412	401	410
Slovenija	–	519	512	514
Bugarska	–	434	439	446
Rumunija	–	418	428	439
Albanija	–	–	391	397

Izvor: OECD.

Tabela 4.17: Postignuća u oblasti čitanja za zemlje regiona u periodu 2003-2012. godine.

Čitalačka pismenost	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Srbija	412	401	442	446
Hrvatska	–	477	476	485
Crna Gora	–	392	408	422
Slovenija	–	494	483	481
Bugarska	–	402	429	436
Rumunija	–	396	424	438
Albanija	–	–	385	394

Izvor: OECD.

PISA2012 istraživanja.

Videli smo u tabelama 4.11 – 4.13, pri definiciji nivoa postignuća, da Srbija, bez obzira na oblast testiranja, zauzima poziciju iza Hrvatske, a ispred Crne Gore, i daleko iza nekih kvalitetnijih obrazovnih sistema poput pomenutih Singapura i Finske. Zapažamo da se polovina, ili čak i više od polovine učenika, nalazi na prvom ili drugom nivou postignuća (matematika - 49,9%, čitanje - 60,4%, nauka - 57,1%). Pavlović-Babić & Baucal (2013) konstatuju da najveća koncentracija postignuća na ova dva nivoa puno govori o obrazovnom sistemu koji je uspostavljen na vrednovanju znanja baziranom na reprodukciji. „Lestvica postignuća koju postavlja sistem, preko zahteva i kriterijuma ocenjivanja nalazi se na nivoima reproduktivnih znanja. Ukoliko nisu podstaknuti na viša postignuća, ukoliko sistem od njih ne očekuje da pokažu više, teško je očekivati da će veliki procenat učenika samoinicijativno razviti visoke akademske aspiracije“, ukazuju autori.

Tabela 4.18: Procenat funkcionalno nepismenih đaka za sve oblasti testiranja PISA 2012 istraživanja.

PISA 2012	Matematika	Čitanje	Nauka	Problemski zadaci
Srbija	38,9	33,1	35,0	28,3
Hrvatska	29,9	18,7	17,3	32,3
Crna Gora	56,6	43,3	50,7	56,8
Slovenija	20,1	21,1	12,9	28,5
Albanija	60,7	52,3	53,1	–
Bugarska	43,8	39,4	36,9	56,7
Rumunija	40,8	37,3	37,3	–
Mađarska	28,1	19,7	18,0	35,0
Nemačka	17,7	14,5	12,2	19,2
Finska	12,3	11,3	7,7	14,3
Singapur	20,5	9,9	9,6	8,0

Izvor: OECD.

Kao što smo napomenuli, naši đaci su se nabolje pokazali pri rešavanju problemskih zadataka gde smo postigli rezultate na nivou Slovenije. I dalje je to duplo veći udeo funkcionalno nepismenih u poređenju sa Finskom, ali daleko bolja situacija od, recimo, matematike. Postavlja se pitanje kako je izgledala pozicija Srbije tokom testiranja i da li su naši đaci napredovali u poslednjih desetak godina u poređenju sa svojim vršnjacima. Tabelama 4.19 – 4.21 prikazani su procenti funkcionalno nepismenih đaka u prethodna tri PISA istraživanja, kako bi uočili trendove kretanja zemalja po godinama.

Tabela 4.19: Procenat matematički funkcionalno nepismenih đaka, PISA 2003 – PISA 2012.

Matematika	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Srbija	42,1	42,6	40,6	38,9
Hrvatska	–	28,6	33,2	29,9
Crna Gora	–	60,1	58,4	56,6
Slovenija	–	17,7	20,3	20,1
Rumunija	–	52,7	47,0	40,8
Bugarska	–	53,3	47,1	43,8
Finska	6,8	6,0	7,8	12,3
OECD prosek	21,4	21,3	22,0	23,0

Izvor: OECD.

Vidimo da je Srbija od 2003. godine i 42,1% funkcionalno nepismenih đaka, uspela da spusti taj procenat na nivo od oko 39%. Iako pozitivan trend, on nije

dovoljno brz kada pogledamo nivo OECD proseka od oko 22-23%. Rumunija i Bugarska su i dalje iza naše zemlje, ali sa značajno boljim trendom smanjenja funkcionalne nepismenosti i videćemo šta će PISA 2015 studija pokazati za ove dve zemlje. Takođe, rezultati PISA 2012 studije izazvale su zabrinutost kreatora obrazovne politike u Finskoj jer su sada i definitivno ukazali na jedan opadajući trend u rezultatima učenika iz Finske. Upravo zato su nakon tog testa počeli da razmatraju alternativne pravce razvoja obrazovanja od kojih je jedan od predloga ukidanje predmeta u osnovnim školama.

Razlika u rezultatima srpskih đaka između PISA 2003 i PISA 2006 studije u oblasti čitalačke pismenosti od preko četrdeset poena predstavljala je najveći pojedinačni napredak za bilo koju zemlju između dva testiranja. Otud i ne čudi smanjenje sa 51,7% na 32,8% funkcionalno nepismenih upravo za ove dve pomenute studije. Sličan napredak, samo jednako raspodeljen od PISA 2006 do PISA 2012 studije ostvarile su Bugarska i Rumunija, dok je i u ovoj oblasti vidan negativni trend Finske u postignućima. Takođe, Slovenija od 2006. godine nije uspeła da se vrati na nivo od 16,5%, a za razliku od njih Hrvatska je napravila pomak i sa praga od oko 22% pomerila se na nivo od 18,7% u PISA 2012 studiji.

Tabela 4.20: Procenat čitalački funkcionalno nepismenih đaka, PISA 2003 – PISA 2012.

Čitanje	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Srbija	46,7	51,7	32,8	33,1
Hrvatska	–	21,5	22,4	18,7
Crna Gora	–	56,3	49,5	43,3
Slovenija	–	16,5	21,2	21,1
Rumunija	–	53,5	40,4	37,3
Bugarska	–	51,1	41,0	39,4
Finska	5,7	4,8	8,1	14,5
OECD prosek	19,0	20,1	18,8	18,0

Izvor: OECD.

Kada je o naučnoj pismenosti reč (Tabela 4.21), izostavljena je PISA 2003 studija gde nivoi postignuća još nisu bili određeni jer je tek tokom PISA 2006 studije prvi put fokus bio na ovoj oblasti. Vidimo da je Srbija od 2006. do 2012. godine napravila pomak, poput Bugarske i Rumunije, koje u napredovanju prednjače. Finska je svake godine postizala za nijansu slabije rezultate, dok se za Hrvatsku, Sloveniju i Crnu Goru može reći da su tokom ovih šest godina

i tri testiranja njihovi učenici imali slična postignuća. Naravno, vidimo da je OECD prosek pri svakom testiranju bio daleko ispod naših postignuća.

Tabela 4.21: Procenat naučno funkcionalno nepismenih đaka, PISA 2003 – PISA 2012.

Nauka	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012
Srbija	38,5	34,4	35,0
Hrvatska	17,0	18,5	17,3
Crna Gora	50,2	53,6	50,7
Slovenija	13,9	14,8	12,9
Rumunija	46,9	41,4	37,3
Bugarska	42,6	38,8	36,9
Finska	4,1	6,0	7,7
OECD prosek	19,2	18,0	17,8

Izvor: OECD.

Uticaj socio-ekonomskog statusa na učenička postignuća u Srbiji

Prema svim istraživanjima, što je i PISA studija potvrdila (OECD, 2013b), socio-ekonomski efekat predstavlja faktor koji najviše utiče na obrazovni rezultat učenika. Socio-ekonomski status, takođe, predstavlja najveći izvor nejednakosti u obrazovanju u pogledu mogućnosti učenika i davanju jednake šanse za obrazovanje svim kategorijama.

Bazirano na Stamenković (2015), želimo da ispitamo socio-ekonomski efekat na učenička postignuća u Srbiji. Kako bi to postigli, učenike ćemo podeliti u četiri grupe (kvartila) prema indeksu socio-ekonomskog statusa (SES), od kojih svaka sadrži po 25% učenika. U prvom kvartilu nalaze se učenici koji imaju najnepovoljniji socio-ekonomski status, a u četvrtom učenici sa najpovoljnijim statusom. Socio-ekonomski status ocenjujemo pomoću indeksa, u PISA studiji označenog sa ESCS (*Economics, Social and Cultural Status index*). Ovaj indeks, meren od strane OECD-a kao sastavni deo PISA istraživanja predstavlja kompozitni indeks koji sadrži detaljne informacije o ekonomskom, kulturnom i obrazovnom statusu učenika i njegove porodice. Preciznije, indeks se sastoji od tri komponente - najvišeg roditeljskog zanimanja (označenog kao HISEI u OECD (2012)), najvećeg nivoa roditeljskog obrazovanja merenog godinama školovanja i indeksa imovine domaćinstva koji

obuhvata veliki broj podataka i pitanja iz ankete koju su učenici popunjavali poput broja knjiga u kući i drugog. Procenat dece koja se nalaze u kategoriji nepismenih (ispod drugog nivoa postignuća) i dece sa viših nivoa postignuća (četvrti, peti i šesti nivo postignuća) prikazani su u Tabeli 4.22 za sva četiri kvartila SES-a. O ovom indeksu će u narednom poglavlju biti više reči. Daleko detaljniji opis kreiranja ovog kompozitnog indeksa se može naći u OECD (2012).

Tabela 4.22: Nivoi postignuća i uspeh učenika po kvartilima socio-ekonomskog statusa.

	1. kvartil	2. kvartil	3. kvartil	4. kvartil
Funkcionalno nepismenih	54,5%	44,3%	36,3%	23,5%
Viši nivoi postignuća	6,8%	9,5%	12,0%	23,7%
Uspeh – matematika	408	433	445	485
Uspeh – čitalačka pismenost	413	434	444	478
Uspeh – prirodne nauke	414	435	443	481

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA 2012 podacima.

Uticaj socio-ekonomskog statusa na postignuća učenika u Srbiji nedvosmi-slen je i nakon letimičnog pogleda na Tabelu 4.22. Ovaj efekat vidljiv je kako u broju funkcionalno nepismenih đaka, tako i u broju đaka sa viših nivoa postignuća. Gotovo četiri puta veći udeo sposobnijih đaka koji se nalaze u grupi 25% najbogatije dece u odnosu na najsiromašniju četvrtinu pokazuje značajne razlike u mogućnostima daljeg napretka dece iz različitih socio-ekonomskih grupa. Umanjenje ove razlike treba da bude još jedan od ciljeva državne politike u sferi obrazovanja. Na koji način, pitanje je za kreatore javne politike u Srbiji.

Kolike su ove razlike vidi se iz drugog dela Tabele 4.22. Razlika od 77 poena između najsiromašnije i najbogatije grupe učenika je zabrinjavajuća, ona predstavlja dve godine učenja u školi. Takođe, vidimo da razlike u testiranoj oblasti gotovo da ne postoje, tako da je jaz između ove dve grupe učenika očigledan kada je reč o svim postignućima. Ovako velika razlika nije neuobičajena ni za druge zemlje, pa je tako u Hrvatskoj slična razlika kao i u Srbiji, dok u Finskoj ona iznosi 60 poena. Ovo ne umanjuje značaj problema i buduće reforme obrazovnih sistema u svetu će morati da se bave pitanjem jednakosti obrazovnih mogućnosti.

Glava 5

Procena atraktivnosti srednjoškolskih obrazovnih profila u Srbiji ELECTRE metodom višekriterijumske optimizacije

PISA rezultati, kao što je prikazano, pokazuju slabiji učinak naših petnaestogodišnjaka od njihovih vršnjaka iz većine evropskih zemalja. Postavlja se pitanje, šta iz ove studije možemo reći o obrazovanju u Srbiji na mikro nivou. Istraživanje je u nastavku usmereno ka proceni kvaliteta srednjoškolskih obrazovnih profila u Srbiji. U tu svrhu podaci sa PISA testiranja će biti veoma korisni, a kao metodološku osnovu koristićemo ELECTRE MLO metodu višekriterijumskog odlučivanja. Takođe, ideja je da korišćenjem ove metode rangiranja obezbedimo rang obrazovnih profila po kvalitetu učenika koji ih pohađaju. Na ovaj način dobićemo pokazatelj atraktivnosti svakog srednjoškolskog obrazovnog profila u Srbiji. Ova informacija može donosiocu odluke u sferi obrazovne politike doneti dragocene informacije o trenutnom stanju, kao i u kom smeru treba reformisati sekundarno obrazovanje u Srbiji. Takođe, ideja je da u istraživanje uključimo u analizu i regione u Srbiji, te obrazovne profile rangiramo uzimajući u obzir i region u kome se određena

škola nalazi²¹.

Najčešći metodološki pristup kod ovakvih problema u literaturi svakako obuhvata ekstenzivni ekonometrijski model i, najčešće, kreiranje obrazovne proizvodne funkcije nakon čega, recimo, uz pomoć veštačkih promenljivih možemo da odredimo postojanje statistički značajne razlike između određenih obrazovnih profila ili regiona (Bratti et al., 2007). Takođe, ekonometrijski pristup jeste prikladniji da se odgovori na većinu pitanja i hipoteza iz ekonomije obrazovanja poput uticaja socio-ekonomskih efekata i uticaja porodice na kasniji uspeh (Lee & Barro, 2001; Entorf & Minoiu, 2005; Fertig & Wright, 2005), razliku između privatnih i javnih škola (Corten & Dronkers, 2006; Vandenberghe & Robin, 2004; West & Woessmann, 2010) ili, na primer, efektima prijemnog ispita (Hanushek et al., 2006).

Prednost višekriterijumskog odlučivanja i ELECTRE MLO metode nad postojećim ekonometrijskim modelima predstavlja hijerarhijska struktura alternativa koju obezbeđuju ELECTRE metode rangiranja. Na taj način imamo direktno poređenje, a ne samo informaciju o statističkoj značajnosti pojedinih profila. Parcijalni pretporedak stvoriće daleko pregledniju i detaljniju strukturu obrazovnih profila u Srbiji, te kao takav predstavlja pogodnu metodološku koncepciju.

Prema svim istraživanjima, što je, svakako, i PISA studija potvrdila (OECD, 2013b), socio-ekonomski efekat predstavlja faktor koji najviše utiče na obrazovni rezultat učenika. Socio-ekonomski status, takođe, predstavlja najveći izvor nejednakosti u obrazovanju u pogledu mogućnosti učenika i davanju jednake šanse za obrazovanje svim kategorijama (Martins & Veiga, 2010; Dustmann, 2004; Ammermüller et al., 2005). Srbija nije izuzetak po ovom pitanju. U svojoj studiji o srpskom obrazovnom sistemu OECD napominje da je uticaj socio-ekonomskih faktora značajno prisutan i da ministarstvo treba da obrati pažnju na ovaj uticaj pri formiranju obrazovnih pitanja (OECD, 2012).

Pri poređenju obrazovnih profila, zbog toga, želimo da neutrališemo socio-ekonomski efekat. Kako bi to postigli, učenike ćemo podeliti u četiri grupe, kreirajući granicu na 25., 50. i 75. percentilu indeksa socio-ekonomskog statusa (SES). Socio-ekonomski status ocenjujemo pomoću indeksa, u PISA studiji

²¹Rezultati istraživanja sprovedenog u ovom poglavlju objavljeni su kao integralni deo rada Stamenković et al. (2015), objavljenog u istaknutom međunarodnom časopisu *Annals of Operations Research* (IF: 1,217) i to u specijalnom broju pod nazivom „Primena višekriterijumskog odlučivanja u ekonomiji“.

označenog sa ESCS – *Economics, Social and Cultural Status index*. Ovaj indeks, meren od strane OECD-a kao sastavni deo PISA studije predstavlja kompozitni indeks koji sadrži detaljne informacije o ekonomskom, kulturnom i obrazovnom statusu učenika i njegove porodice. Preciznije, indeks ESCS se sastoji od tri komponente – najveće roditeljsko zanimanje (HISEI), najvećeg nivoa roditeljskog obrazovanja merenog godinama školovanja (PARED) i indeksa kućne imovine (HOMEPOS) koji obuhvata veliki broj podataka i pitanja iz ankete koju su učenici popunjavali poput broj knjiga u kući i drugog. Za više detalja oko metodologije formiranja ESCS kompozitnog indeksa kao i ostalih indeksa koje OECD kreira videti OECD (2012).

Nakon izvršene podele učenika na kvartile po socio-ekonomskom statusu, adaptacija PISA podataka za naš model kreće se ka određivanju željenih rezultata donosioca odluke. U ovom slučaju to bi bili kreatori javne politike u obrazovanju. Naime, pri kreiranju politike razvoja obrazovanja, kada se govori o osnovnom i srednjoškolskom obrazovanju, želja kreatora javne politike je da, sa jedne strane, minimizira broj funkcionalno nepismenih učenika. Sa druge strane, da ima što je moguće veći procenat učenika sposobnih da rešavaju zadatke sa većih nivoa kompetencije, jer se upravo od ove grupe očekuje da nastavi sa školovanjem i bude nosilac ekonomskog razvoja zemlje u budućnosti.

PISA podaci verno opisuju obe ove grupe učenika kroz, već pomenute, nivoe postignuća. Funkcionalno nepismeni učenici su učenici koji se nalaze ispod drugog nivoa na PISA skali postignuća. To su učenici koji nisu u stanju da uspešno sprovode aktivnosti u kojima se zahteva osnovno poznavanje posmatrane oblasti i koji nisu u stanju da čitanje, pisanje, računanje ili neku drugu testiranu kompetenciju upotrebe za svoj ili društveni napredak. Sa druge strane, učenici sa tri najveća nivoa kompetencije na PISA skali postignuća predstavljaju grupu nadarenih učenika.

Ove dve grupe posmatramo za svaki kvartil socio-ekonomskog statusa i na taj način neutrališemo ovaj efekat, te smo u stanju da kvalitetnije uporedimo posmatrane obrazovne profile. Po PISA metodologiji, obrazovne profile u Srbiji delimo u sedam kategorija – gimnazije, tehničke škole, zanatsko-tehničke škole, medicinske, ekonomske, poljoprivredne i umetničke. Razlikujemo još dva obrazovna profila – osnovnu školu i zanatsko-poljoprivrednu. Kako se testiranje sprovodi na svim petnaestodogodišnjacima, određeni broj đaka ovog uzrasta se još uvek nalazi u osnovnoj školi i oni su obuhvaćeni uzorkom. Ipak, kako je svrha ovog istraživanja rangiranje srednjoškolskih obrazovnih profila,

ovi đaci su isključeni iz analize. Kada je reč o zanatsko-poljoprivrednom profilu, on je isključen iz razmatranja zbog malog uzorka učenika iz ovog obrazovnog profila. Tu su, takođe i mešovite škole, ali je broj škola sa ovakvim profilom zanemarljiv i ovi đaci su isključeni iz analize. Izostavljanje ovih podataka ostavlja 5420 testiranih u analizi od ukupno 5522 testiranih učenika u PISA 2009 ciklusu, što potvrđuje tvrdnju o jako malom broju učenika u obrazovnim profilima isključenim iz dalje analize.²²

Kako se PISA testira u tri oblasti – matematici, čitanju i nauci, analizu sprovodimo za sve tri testirane oblasti. Postignuća srpskih učenika za svaku testiranu oblast prikazana su tabelama 5.1, 5.2 i 5.3. Analizom tabela možemo uvideti ispravnost podele učenika po socio-ekonomskom statusu. Snažna razlika između uspeha učenika različitih socio-ekonomskih grupa uočljiva je, kako unutar određenog obrazovnog profila tako i kod njihovog međusobnog poređenja. Primera radi, kod gimnazija je osetna razlika između učenika sa prvog i poslednjeg kvartila socio-ekonomskog statusa. Procenat funkcionalno nepismenih đaka iz matematike iznosi 24,5% za učenike iz prvog kvartila, dok se samo 9,8% učenika sa najvišim socio-ekonomskim statusom nalazi u ovoj grupi. Naravno, kada je reč o darovitim učenicima, situacija je potpuno drugačija. Sa 22,6% raste do 38,7% tako što se svakim kvartilom osetno povećava. Slična je situacija i u drugim testiranim oblastima i za sve profile. Kada je reč o funkcionalnoj nepismenosti iz nauke, ekonomske škole²³ imaju 40,5% ovakvih učenika koji se nalaze na najnižem nivou SES-a, da bi se taj procenat smanjio na 22,9% učenika na najvišem nivou. Slično, procenat nadarenih raste sa 4,1% na 7,6%. Postoje, svakako, i izuzeci iz ove uočene pravilnosti. Umetničke škole imaju veći procenat nadarene dece iz nauke (16,2%) na najnižem nivou SES-a, nego što je to slučaj sa procentom đaka sa najvišeg nivoa (12,1%). Naravno, ako pogledamo Tabelu 5.3, vidimo da kada je reč o funkcionalno nepismenoj deci, tu pravilnost postoji pa se procenat đaka spušta kretanjem sa najnižeg kvartila (32,4%) ka najvišem (17,2%).

Vredne pomena su medicinske škole. Kao što smo već rekli, jednakost šansi u obrazovanju smatra se jednim od najvažnijih ciljeva obrazovnog procesa, i

²²Analiza je obavljena pre objavljivanja PISA 2012 podataka te je rađena na podacima iz 2009. godine. Kako je promena u uspehu srpskih studenata između ova dva ciklusa statistički neznačajna, promena skupa podataka neće uticati ni na koji način na prikazane rezultate, što dodatno ojačava robusnost i značaj dobijenih rezultata.

²³Treba napomenuti da su tehničke škole podeljene na trogodišnje i četvorogodišnje, dok su ekonomske škole ostale u celini zbog malog uzorka đaka koji pohađaju trogodišnji sistem.

Tabela 5.1: Učenička postignuća iz matematike.

Obrazovni profil	Najniži SES		Nizak SES		Visok SES		Najviši SES	
	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6
Gimnazija	24,5	22,6	16,7	27,6	14,8	24,2	9,8	38,7
Tehnička	54,4	6,3	47,7	6,2	47	7,5	40,7	10,1
Zanatsko-tehnička	76,3	1,4	71,3	0,7	59,0	1,9	62,8	0,0
Medicinska	27,2	18,4	27,2	13	23,3	13,2	22,9	21,2
Ekonomska	49,8	5,2	40,7	10,6	39,9	10,3	28,7	13,9
Poljoprivredna	70,9	0,4	74,8	0	56,6	2,5	54,8	1,6
Umetnička	40,5	10,8	35,3	5,9	28,6	14,3	20	19,4

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

Tabela 5.2: Učenička postignuća iz čitanja.

Obrazovni profil	Najniži SES		Nizak SES		Visok SES		Najviši SES	
	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6
Gimnazija	12,3	17,9	6,9	17,2	7,4	16,1	7,2	27,7
Tehnička	42,3	1,4	39,9	3,6	43,3	2,2	33,7	4,5
Zanatsko-tehnička	74,0	0,5	74,1	0,0	63,8	1,9	62,8	4,7
Medicinska	9,6	14,4	8,9	13,6	13,8	13,2	11	16,1
Ekonomska	33,8	3,3	25,3	7,3	27,8	6,5	18,8	11,7
Poljoprivredna	55,2	0	66,7	0,7	45,1	2,5	48,4	1,6
Umetnička	27	5,4	26,5	7,4	19,4	10,2	15,2	15,8

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

Tabela 5.3: Učenička postignuća iz nauke.

Obrazovni profil	Najniži SES		Nizak SES		Visok SES		Najviši SES	
	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6	Nivoi 0-1	Nivoi 4-6
Gimnazija	22,6	10,4	12,6	16,1	13,4	16,1	7,4	27,5
Tehnička	41,3	2,5	38,1	3,1	41,1	4,1	35,2	7,5
Zanatsko-tehnička	72,1	0,5	66,4	0,7	57,1	1,0	58,1	2,3
Medicinska	24	9,6	14,2	10,1	18,2	7,5	14,4	13,6
Ekonomska	40,5	4,1	27,5	3,7	32,7	3,4	22,9	7,6
Poljoprivredna	67,3	0,4	61,5	0,7	54,9	1,6	53,2	3,2
Umetnička	32,4	16,2	32,4	7,4	23,5	10,2	17	12,1

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

kreiranje uslova u kojima je svim đacima pružena jednaka šansa, predstavlja jedan od ciljeva kreatora javne politike (Martins & Veiga, 2010). Detaljnom analizom sve tri tabele vidimo da je razlika između uspeha učenika sa najnižeg i najvišeg nivoa SES-a za medicinske škole gotovo zanemarljiva. I dalje postoje razlike, ali je u poređenju sa drugim obrazovnim profilima ova razlika minimalna. Poređenja radi, kada je reč o čitanju, broj funkcionalno nepismenih čak je i u korist đaka sa najnižeg kvartila (9,6%), dok je na najvišem kvartilu broj ovih đaka 11,0%. Zanemarljiva razlika u odnosu, recimo, na ekonomske škole u kojima ovaj procenat pada sa 33,8% na 18,8%. Takođe, slična je situacija i kada je reč o najdarovitijim učenicima gde imamo promenu sa 14,4% na 16,1%, dakle, ponovo zanemarljiva razlika. Samim tim, možemo bez ikakve dublje analize konstatovati da je kod ovog obrazovnog profila postignuta jednakost u obrazovnim ishodima bez obzira na ekonomsko-socijalni status učenika. Uspeh koji ne sme da bude zanemaren. U čemu je razlika između ovog obrazovnog profila i ostalih pitanje je koje može biti aktuelno kao tema budućeg istraživanja. Određivanje ove pravilnosti može dovesti do nalaženja načina kako urediti i ostale obrazovne profile, kao i institucije na primarnom i tercijalnom nivou obrazovanja ka dostizanju jednakih mogućnosti za sve učenike. Posebno se ovo odnosi na osnovne škole gde učenici nisu prošli selekciju kroz prijemni ispit kao što je to slučaj u srednjim školama, te je za očekivati da u istoj školi postoji ujednačeniji broj učenika sa svih kvartila socio-ekonomskog statusa.

5.1 ELECTRE MLO i rangiranje obrazovnih profila

Adaptacijom PISA podataka izolovali smo socio-ekonomski efekat, utvrdili ispravnost ovakvog metodološkog postupka i sada želimo da rangiramo obrazovne profile u skladu sa uspehom njihovih učenika. U tu svrhu koristimo ELECTRE MLO metodu. Kriterijumi po kojima rangiramo istraživane alternative, u ovom slučaju obrazovne profile, jasno su predočeni tabelama 5.1 – 5.3. Za svaki kvartil socio-ekonomskog statusa imaćemo dva kriterijuma – broj funkcionalno nepismenih i nadarenih đaka, pri čemu, jasno je, želimo što više učenika u drugoj, a što je manje moguće učenika u prvoj pomenutoj grupi. Kako analizu sprovodimo na sve tri testirane oblasti, za rangiranje alternativa

dostupno je 24 kriterijuma.

Neka p_{ijk} predstavlja procentualnu uspešnost učenika. Pri tome, $i \in \{1, 2, 3, 4\}$ predstavlja kvartil SES-a u kome se nalazimo, $j \in \{1, 2\}$ označava da li je reč o procentu funkcionalno nepismenih ($j = 1$), ili nadarenih učenika ($j = 2$). Indeks $k = \{1, 2, \dots, 7\}$ nam govori o kojem obrazovnom profilu je reč. Za svaku socio-ekonomsku grupu i , definišemo maksimalnu i minimalnu vrednost, za svaku posmatranu grupu učenika:

$$M_{ij} = \max_k p_{ijk} \quad \forall i, j \quad (5.1)$$

$$m_{ij} = \min_k p_{ijk} \quad \forall i, j \quad (5.2)$$

Maksimalnu i minimalnu vrednost izračunavamo za sve tri testirane oblasti, a zatim transformišemo procentualne uspehe u postignuća a_{ijk} , sledeći min-max proceduru normalizacije predloženu u Nardo et al. (2005):

$$a_{ijk} = \begin{cases} \frac{M_{ij} - p_{ijk}}{M_{ij} - m_{ij}}, & \forall i, k; j = 1 \\ \frac{p_{ijk} - m_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}}, & \forall i, k; j = 2; \end{cases} \quad (5.3)$$

Koristeći vrednosti a_{ijk} dobijene postupkom normalizacije, konačne ocene postignuća izračunaćemo kao

$$g_k(a_{ij}) = \max\{1 + [5a_{ijk}], 5\}, \quad (5.4)$$

gde funkcija $[5a_{ijk}]$ označava ceo deo broja $5a_{ijk}$. Svi težinski koeficijenti su jednaki jer su oba cilja, minimizacija funkcionalno nepismenih i maksimizacija nadarenih učenika jednako bitni. Takođe, usled pomenutog cilja o jednakim obrazovnim mogućnostima za sve učenike svi kvartili po SES-u su od istog značaja. Ako sa druge strane kreatori javne politike odluče da je važnije smanjiti broj funkcionalno nepismenih, dalja analiza se lako može modifikovati kako bi uvažila želju donosioca odluke. Analiza robusnosti rezultata može pokazati stepen promene rezultata usled potencijalnih promena u stavovima donosioca odluke.

Razlika između predložene ELECTRE MLO metode i ELECTRE III metode rangiranja sastoji se upravo u adaptaciji podataka radi njihove upotrebe u proceduri. Formulama (5.1) – (5.4) opisana je procedura kreiranja

postignuća za ELECTRE MLO metodu. Ekvivalent pri radu sa ELECTRE III metodom bilo bi kreiranje graničnih vrednosti za slabu i jaku preferenciju kao i veto granične vrednosti za svaki kriterijum, na način koji smo detaljno opisali u odeljku 2.3. Kako naša analiza ima 24 kriterijuma, direktno sledi da bi bilo neophodno da formulišemo 72 granične vrednosti kao i vrednost za priznavanje značaja indeksa saglasnosti. U poređenju sa ovim, ELECTRE MLO metoda zahteva samo dve vrednosti, granične vrednosti nakon kojih smatramo značajno velikim indekse saglasnosti i nesaglasnosti. Zbog toga, iako negde kritikovan proces normalizacije u ovom slučaju čini se manjim problemom jer je daleko veća greška moguća pri pokušaju modeliranja preferencija donosioca odluke kroz postupak definisanja 72 granične vrednosti. Kako bi dalje opravdali ELECTRE MLO kao izabrani metodološki koncept, primenjene su i ostale predložene metode normalizacije iz Nardo et al. (2005). Promena načina normalizacije nije značajno uticala na rezultat. Takođe, možemo da konstatujemo, da je primenjena procedura najviše u skladu sa našim podacima. Dobra metoda normalizacije je svakako i normalizacija putem standardne normalne raspodele. Ipak, naši podaci nisu normalno raspodeljeni i ovakvom normalizacijom, zaista, i ne bi dobili validne rezultate.

Postignuća za sve obrazovne profile prikazana su u Tabeli 5.4. Korišćena je normalizacija u kojoj je najveća ocena postignuća 5, a najmanja 1. Radi provere stabilnosti rezultata ista procedura je sprovedena sa ocenama na skali 1-9 i rešenje se nije značajno razlikovalo od rešenja dobijenog sa skalom 1-5.

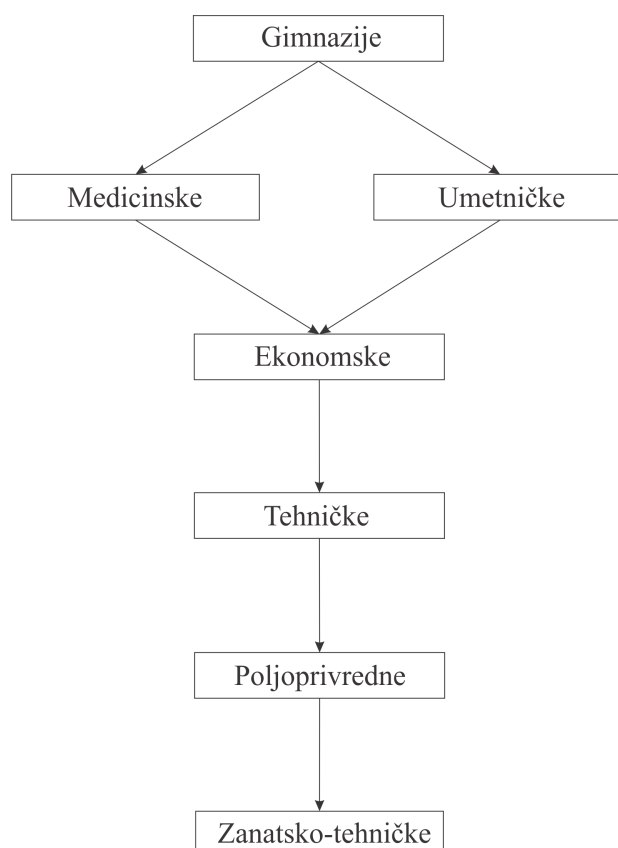
Na podacima iz Tabele 5.4 možemo da sprovedemo proceduru opisanu u odeljku 2.4 koristeći specijalno dizajniran softver ELECTRE MLO metode. Apsolutni prag značajnosti na ovom primeru jednak je 0,75. Granična vrednost parametra λ mora da bude veća od apsolutnog praga značajnosti kako bi izbegli formiranje ciklova, te uzimamo $\lambda = 0,8$. Veto granična vrednost biće postavljena na nivou $v = 0,35$. Vrednosti ova dva parametra dovoljni su da formiramo hijerarhijski odnos naših alternativa, odnosno kreiramo rang srednjoškolskih obrazovnih profila u Srbiji. Vrednost parametra λ izabrana je proizvoljno na način da njen izbor garantuje izbegavanje problema ciklova, a opet da vrednost bude što je moguće manja radi bogatijeg odnosa među alternativama. Naravno, opravdano je zapitati se šta bi se desilo ako za parametar λ izaberemo neku drugu vrednost. Kao što smo rekli, jedna od velikih prednosti ELECTRE metoda jeste da su one robusne na ovakve promene parametara, za razliku od metoda koje kao svoju osnovu

Tabela 5.4: Postignuća učenika.

Kriterijum	Gimnazija	Tehnička	Zanatско-tehnička	Medicinska	Ekonomсka	Poljoprivredna	Umetnička	
Matematika	Najniži SES L0-L1	5	3	1	5	3	1	4
	Najniži SES L4-L6	5	2	1	5	2	1	3
	Nizak SES L0-L1	5	3	1	5	3	1	4
	Nizak SES L4-L6	5	2	1	3	2	1	2
	Visok SES L0-L1	5	2	1	5	3	1	4
	Visok SES L4-L6	5	2	1	3	2	1	3
	Najviši SES L0-L1	5	3	1	4	4	1	5
	Najviši SES L4-L6	5	2	1	3	2	1	3
Čitanje	Najniži SES L0-L1	5	3	1	5	4	2	4
	Najniži SES L4-L6	5	1	1	5	1	1	2
	Nizak SES L0-L1	5	3	1	5	4	1	4
	Nizak SES L4-L6	5	2	1	4	3	1	3
	Visok SES L0-L1	5	2	1	5	4	2	4
	Visok SES L4-L6	5	1	1	4	2	1	3
	Najviši SES L0-L1	5	3	1	5	4	2	5
	Najviši SES L4-L6	5	1	1	3	2	1	3
Nauka	Najniži SES L0-L1	5	4	1	5	4	1	5
	Najniži SES L4-L6	4	1	1	3	2	1	5
	Nizak SES L0-L1	5	3	1	5	4	1	4
	Nizak SES L4-L6	5	1	1	4	1	1	3
	Visok SES L0-L1	5	2	1	5	3	1	4
	Visok SES L4-L6	5	2	1	3	1	1	4
	Najviši SES L0-L1	5	3	1	5	4	1	5
	Najviši SES L4-L6	5	2	1	3	2	1	2

imaju kreiranje funkcije korisnosti. Detaljna analiza robusnosti rezultata i potencijalnih promena relacionog drвета pri promena parametara λ i v nalazi se u odeljku 5.3.

Slika 5.1 pokazuje da najbolji učenici pohađaju gimnazije, donekle i očekivan rezultat. Sa druge strane, na drugom nivou, međusobno neuporedive su medicinske i umetničke škole. Već smo spomenuli ostvarivanje jednakih mogućnosti kao jedan od ciljeva obrazovanja i činjenicu da medicinske škole najbolje ostvaruju ovaj cilj. Upravo zbog toga medicinske škole imaju najviša postignuća u nekoliko kriterijuma. Vredno pomena je da medicinske škole imaju najveću ocenu u sve tri testirane oblasti kada je reč o broju funkcionalno nepismenih u kvartilu sa najnižim SES-om. Sa druge strane, umetničke škole imaju mnogo bolja postignuća u kvartilima sa većim SES-om. Analizom Tabele 5.4 uočavamo da umetničke škole imaju najbolja postignuća kada je reč o broju funkcionalno nepismenih učenika sa najvišeg nivoa SES-a.



Slika 5.1: Relaciono drvo srpskih obrazovnih profila

Prostom uporednom analizom možemo konstatovati da medicinske škole u većini slučajeva imaju veće ocene od umetničkih škola i da su, samim

tim, one kvalitetnije. Pristup kreiranja funkcije korisnosti radi dobijanja rešenja svakako bi došao do takvog zaključka. Ipak, ELECTRE MLO smatra ova dva obrazovna profila neuporedivim. Razlog leži u aktiviranju veto pravila zbog značajne razlike u postignuću kada je reč o nadarenim učenicima iz nauke najvišeg kvartila. Veto granična vrednost od 0,35 znači da ne dozvoljavamo, ni po kojem kriterijumu, da postignuća „lošije“ alternative budu veća od „bolje“ alternative za 2 ili više ocena. Ovde upravo imamo takav slučaj. Naravno, detaljnija analiza robusnosti može pokazati da promenom obe granične vrednosti možemo da dodjemo do toga da medicinske škole zaista budu ispred umetničkih. Povećanje veto granične vrednosti preko 0,4 impliciralo bi da dozvoljavamo da vrednost po nekom kriterijumu lošije alternative bude za 2 veća. Razlog leži u procesu normalizacije ocena jednačinama (5.1) – (5.3). Vrednost 0,4 tačno predstavlja razliku od dve ocene koja se toleriše, dok će svaka veća razlika aktivirati veto.

Takođe povećanje granične vrednosti λ zahtevalo bi veći broj alternativa koji podržavaju tvrdnju da je alternativa bolja, jer se time zahteva veći broj alternativa u koaliciji saglasnosti. Na taj način se smanjuje broj onih uređenih parova alternativa u kojima je jedna bolja od druge.

Relacionim drvetom kreiran je potpuni poredak, pa vidimo da su ekonomske škole bolje od tehničkih, dok su na samom dnu, opet donekle očekivano, poljoprivredne i zanatsko-tehničke škole.

Pored značaja kreiranja jednakosti u obrazovanju za sve učenike, studije su pokazale, takođe, da škole sa boljim rezultatima i ugledom favorizuju učenike sa većim socio-ekonomskim statusom (Coleman et al., 1966; Summers & Wolfe, 1977; Zimmer & Toma, 2000; Thrupp et al., 2002). Baucal & Pavlović-Babić (2009) konstatuju da je slična situacija prisutna i u Srbiji. Ovo je u potpunosti u skladu sa našim rezultatima, što možemo i videti u Tabeli 5.5. Gotovo polovina svih učenika koji pohađaju gimnaziju pripada kvartilu sa najvišim SES-om. Sa druge strane zanatsko-tehničke škole imaju najveći broj učenika sa najnižeg kvartila. Ovo je, svakako, još jedna potvrda da je podela na kvartile po SES-u radi neutralisanja efekta bila u potpunosti ispravna. Pri sumiranju svih kvartila može se uočiti da postoji neznatna razlika u broju učenika u svakom kvartilu što ne bi trebalo da je slučaj. Reč je o tome da su kvartili podeljeni na celokupnoj učeničkoj populaciji, a da smo, kao što smo već napomenuli, određeni broj učenika isključili iz razmatranja. Podela po celokupnoj populaciji je pravednija, vernije oslikava situaciju, te je zbog toga

sprovedena na taj način. Naravno, jasno je da, i potpuno isključivanje učenika iz profila koje ne posmatramo i iz ovakve analize ne bi ni na koji način uticalo na konačne zaključke.

Tabela 5.5: Raspodela učenika po profilima za svaku kvartil SES-a.

Obrazovni profil	Najniži SES	Nizak SES	Visok SES	Najviši SES
Gimnazija	106	174	298	553
Tehnička	366	386	319	199
Zanatsko-tehnička	219	143	105	43
Medicinska	125	169	159	118
Ekonomska	269	273	263	223
Poljoprivredna	223	135	122	62
Umetnička	37	68	98	165

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

Tabela 5.5 takođe može da bude još jedan signal i dobra osnova ka novim, inovativnim načinima davanju šanse za razvoj učenicima sa nižim socio-ekonomskim statusom. Inkluzija najboljih učenika sa nižih kvartila u gimnazije može dovesti do pozitivnih eksternalija usled postojećih pozitivnih efekata stimulišućeg vršnjačkog okruženja (Thrupp et al., 2002; Sacerdote, 2011). Uvođenje većeg broja kvalitetnijih učenika sa nižih kvartila SES-a u gimnazije se može sprovesti uvođenjem stipendija, ili na neki drugi način, i na taj način, veoma efikasno dovesti do ispunjenja jednog od najvažnijih ciljeva obrazovnog procesa.

Važno je još jednom naglasiti da ovom analizom procenjujemo atraktivnost obrazovnih profila, a ne njihov kvalitet. Naime, testirani učenici pohađaju prvi razred srednje škole tako da ne možemo govoriti o kvalitetu nastave i rada sa đacima u tim srednjim školama već isključivo o kvalitetu đaka koji dolaze u odgovarajući obrazovni profil, a to predstavlja pokazatelj atraktivnosti nekog obrazovnog profila.

5.2 Neutralisanje efekta regiona

Regionalne razlike u obrazovanju ubrajaju se u jedan od bitnijih razloga nejednakosti u obrazovnom procesu, naravno, posle socio-ekonomskih efekata. Zbog toga, kreatori javne politike ne smeju da prenebegnu ovaj uticaj. Značajni uticaj regiona na obrazovne mogućnosti pokazali su i Bratti et al.

(2007) koristeći PISA podatke italijanskih učenika. Primetili su značajne teritorijalne razlike u učeničkim postignućima što, formalno, nije moglo da se objasni razlikama u obrazovnom procesu, imajući u vidu centralizovani sistem na državnom nivou za đake tog uzrasta. Detaljnom ekonometrijskom analizom, kreiranjem obrazovne proizvodne funkcije i kombinovanjem PISA podataka sa italijanskim podacima statističkih zavoda, došli su do zaključka o snažnom regionalnom uticaju i jasnoj podeli na sever i jug Italije.

Poređenjem sistema, vidimo da nešto slično možemo očekivati i u Srbiji. Izuzetno centralizovan sistem odlika je i našeg obrazovanja. Takođe, bez bilo kakve analize možemo očekivati veća učenička postignuća u Vojvodini i Beogradu nego u, recimo, južnoj Srbiji. Tabela 5.6 potvrđuje te sumnje. Kao što smo i pretpostavili Beograd i Vojvodina imaju najbolja učenička postignuća iz svih testiranih komeptencija, gde je Beograd u svim oblastima bolji i od Vojvodine. Istočna Srbija ima statistički neznačajnu razliku u rezultatima od Vojvodine kada je reč o matematici, ali malo lošije rezultate u preostale dve testirane oblasti. Slabiji rezultati u južnoj Srbiji su, možda i mogli da se očekuju, ali vidimo da najgora postignuća beleže učenici iz zapadne Srbije. Ako uporedimo potignuća iz matematike učenika iz zapadne Srbije i učenika iz Beograda, vidimo da postoji razlika od 42,4 poena na PISA skali postignuća. Ovaj razlika, o čemu je već bilo reči, govori da je učenicima iz zapadne Srbije neophodno još godinu dana učenja kako bi dostigli nivo znanja koji njihovi vršnjaci iz Beograda već imaju. U zemlji poput Srbije, relativno malo, sa izraženo centralizovanim obrazovnim sistemom, ovaj podatak može da zabrine i govori o značajnoj razlici u kvalitetu po regionima u Srbiji, što je posebno primetno kada posmatramo najbolji i najgori region, razlike su drastične.

Kada je reč o standardnoj devijaciji rezultata, primećujemo da stiški region²⁴ ima najmanju disperziju među rezultatima, što govori o ujednačenosti ovog kraja u svim testiranim oblastima. Sa druge strane, beogradski region ima veću standardnu devijaciju iz matematike nego iz ostalih oblasti. Ovo jeste dobar znak da će postojati razlike između obrazovnih profila unutar samih regiona i da uključivanje regiona u procenu kvaliteta obrazovnih profila treba da pruži daleko preciznije rezultate, te da možemo očekivati određene

²⁴Važno je napomenuti da je podela po regionima po PISA metodologiji različita od statističkih regiona koje naš Republički zavod za statistiku ima. Kao što smo već napomenuli, odabir uzorka vrši se van Srbije i oni nisu uzimali u obzir podele našeg statističkog zavoda. Stiški region predstavlja oblast oko Požarevca, i u nastavku istraživanja Stig je pripojen regionu Istočna Srbija.

Tabela 5.6: Postignuća učenika po regionima.

	Aritmetička sredina postignuća			Standardna devijacija		
	Matematika	Čitanje	Nauka	Matematika	Čitanje	Nauka
Vojvodina	452,6 (4,021)	454,1 (4,216)	449,8 (4,015)	88,9 (1,985)	80,3 (2,266)	82,1 (2,490)
Beograd	461,8 (7,387)	465,8 (5,416)	465,1 (6,145)	92,9 (5,284)	82,2 (3,428)	84,9 (4,377)
Južna Srbija	433,1 (10,914)	421,6 (7,807)	428,4 (8,376)	94,4 (5,603)	87,2 (3,577)	86,4 (4,906)
Zapadna Srbija	419,4 (7,173)	417,6 (5,299)	426,6 (6,558)	85,1 (4,074)	79,3 (4,849)	81,1 (5,361)
Centralna Srbija	440,7 (4,701)	444,2 (3,692)	445,4 (3,835)	83,0 (3,510)	77,7 (3,990)	78,4 (3,854)
Istočna Srbija	450,0 (13,746)	440,2 (14,190)	438,9 (16,296)	85,2 (4,743)	75,2 (3,584)	78,7 (6,407)
Stig	439,6 (5,438)	440,2 (4,755)	432,3 (5,334)	78,9 (3,471)	76,6 (3,132)	77,6 (3,520)

U zagradama su prikazane standardne greške.

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

promene na relacionom drvetu usled regionalnih uticaja. Takođe, vredno je još jednom napomenuti da u poređenju sa drugim zemljama, Srbija ima malo manju standardnu devijaciju od proseka, jer, podsetimo, standardna devijacija na kompletnom uzorku iznosi 100 a srednja vrednost postignuća 500. Kako bi dalje pokazali da postoji razlog podele po regionima pratimo osnovnu intuiciju koju su Bratti et al. (2007) upotrebili da pokažu razliku u uspehu između regiona. Naime, ako napravimo regresionu analizu u kojoj učestvuju samo veštačke promenljive, gde je osnova južna Srbija, vidimo da postoji statistički značajna razlika između Beograda i Vojvodine sa južnom Srbijom u svim testiranim oblastima (Tabela 5.7). Isto, kada je o čitanju reč, Stig i centralna Srbija su statistički bolje. Sa druge strane, ne postoji značajna razlika između zapadne i južne Srbije ni po jednoj testiranoj oblasti, iako, videli smo već u Tabeli 5.6 zapadna Srbija ima lošije rezultate.

Tabele 5.6 i 5.7 kreiraju dobru intuiciju zašto treba sprovesti razdvajanje obrazovnih profila po regionima. Dalju analizu sprovedemo na već analiziranim obrazovnim profilima koji su sada podeljeni po regionima. Sedam obrazovnih profila podeljeno je u šest regiona. Primećujemo, do sada je bilo sedam regiona koje smo analizirali. Ipak, Stig je pripojen istočnoj Srbiji zbog malog broja učenika u svakom od ova dva regiona. Radi se o tome da se najviše 35 učenika testira u jednoj školi izabranoj u uzorku PISA studije. Na taj

Tabela 5.7: Provera značajnosti regionalnih razlika

	Koeficijenti		
	Matematika	Čitanje	Nauka
Vojvodina	11,03 (2,74)***	41,08 (4,89)***	29,3 (3,44)***
Beograd	39,42 (3,16)***	52,77 (5,68)***	44,6 (4,39)***
Zapadna Srbija	-2,98 (-0,24)	4,57 (-0,51)	6,10 (-0,61)
Centralna Srbija	18,33 (-1,65)	31,12 (3,79)***	24,83 (2,96)***
Istočna Srbija	27,61 (-1,64)	27,11 (-1,64)	18,37 (-1,03)
Stig	17,15 (-1,52)	27,2 (3,12)***	11,80 (-1,28)

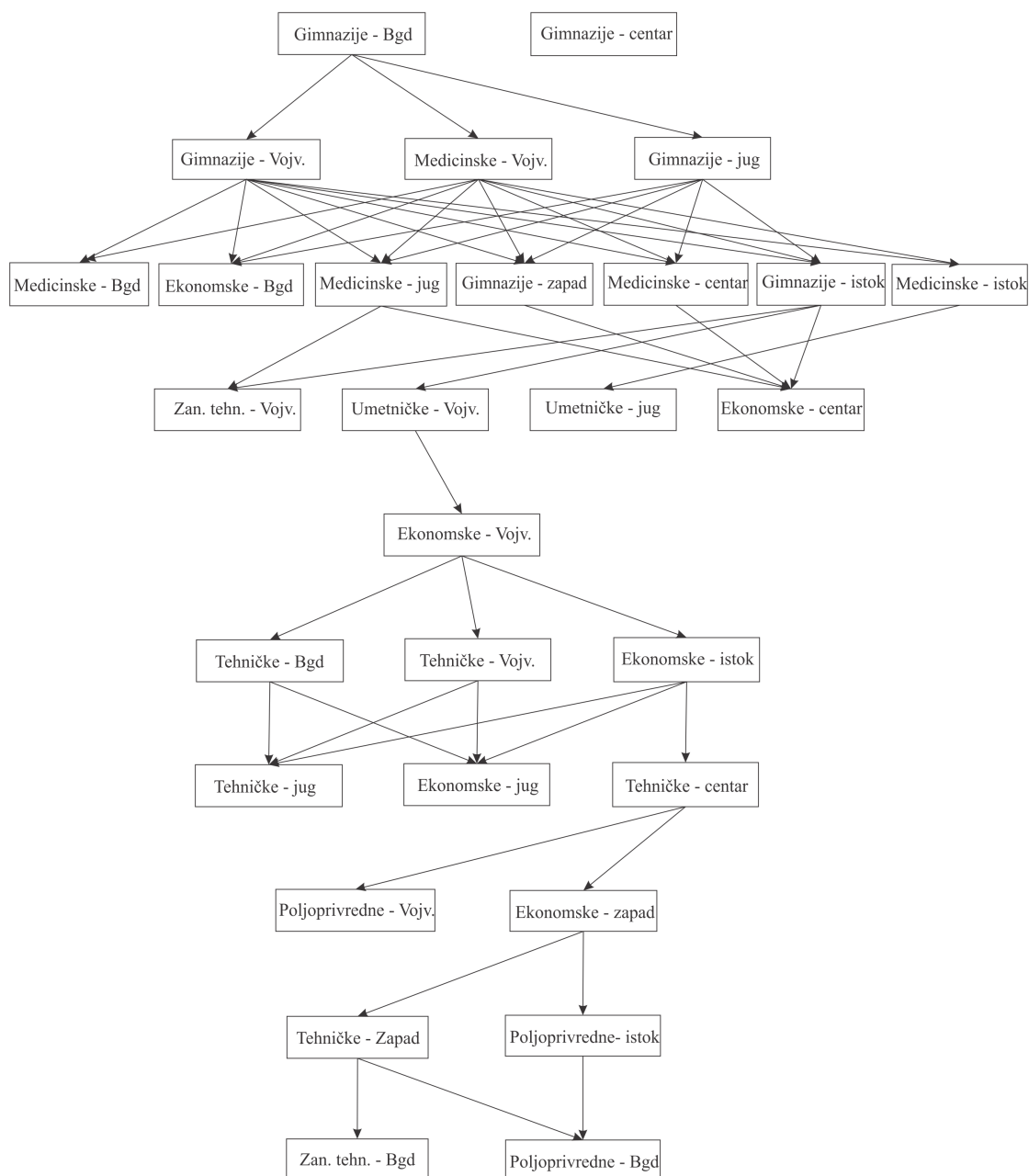
U zagradama su prikazane standardne greške.

*** – statistička značajnost na nivou od 1%

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

način, određeni obrazovni profili nemaju dovoljan broj učenika kako bi njihovi rezultati bili validni. Sa sedam obrazovnih profila i šest regiona imamo 42 nove alternative koje treba da rangiramo. Ali, čak i nakon ovih uvećanja regiona, određeni broj profila nema dovoljan broj učenika da bi bio uključen u analizu. Ovo, doduše ne treba da čudi ili iznenađuje, jednostavno, neki obrazovni profili nisu popularni niti traženi u određenim regiona, te ne zbunjuje preterano što ne postoji alternativa koja će predstavljati umetničke škole iz zapadne Srbije. Nakon podele na regione i uklanjanja regiona sa malim uzorkom čiji rezultati ne bi bili validni, ostaje 29 alternativa koje predstavljaju obrazovne profile po određenim regionima. Sprovodimo naravno identični metodološki postupak, za svaku alternativu neutrališemo socio-ekonomski efekat deleći učenike u četiri kvartila. *APZ* za ovako modifikovane podatke iznosi 0,8 te postavljamo graničnu vrednost λ veću od praga značajnosti, $\lambda = 0,81$. Veto prag značajnosti postavljamo na nivo $v = 0,4$. Rezultati ELECTRE MLO metode rangiranja prikazani su Slikom 5.2.

Očekivano nakon prvog dela analize, gimnazijski profili nalaze se na vrhu relacionog drveća. Ipak, bolje od ostalih su gimnazije iz Beograda i centralne Srbije. Vidimo dalje i zanimljivu stvar vezanu za dva profila, gimnazije iz Beograda preferirani su alternativa od sva tri profila na nižem nivou, dok su



Slika 5.2: Relaciono drvo srpskih obrazovnih profila nakon podele na regione.

gimnazije iz centralne Srbije neuporedive sa beograskim gimnazijama i na taj način su dospele na prvi nivo relacionog drveta iako nisu preferirane u odnosu ni na jedan profil sa drugog nivoa. U smislu više-etapnog modela komparativne analize, beogradske gimnazije predstavljaju odgovarajući benčmark profilima sa drugog nivoa, dok to nije slučaj sa gimnazijama iz centralne Srbije.

Kvalitet medicinskih škola u Vojvodini sada je vidljiv jer je ovaj obrazovni profil na drugom nivou zajedno sa gimnazijama iz Vojvodine i južne Srbije, i bolje rangiran od gimnazija iz zapadne i istočne Srbije, obrazovnog profila sa kvalitetnijeg nivoa prve analize. Regionalizacija obrazovnih profila omogućila je da dublje sagledamo određene profile, i uvidimo da se škole istog profila mogu značajno razlikovati u zavisnosti od regiona. Najbolji primer za to su ekonomske škole, gde su ekonomske škole iz Beograda na trećem nivou zajedno sa već pomenutim gimnazijskim profilima iz istočne i zapadne Srbije. Sa druge strane, ekonomske škole u zapadnoj Srbiji se nalaze pri samom dnu relacionog drveta, i u rang su sa poljoprivrednim školama iz Vojvodine.

Diskusija prvog relacionog drveta prikazanog Slikom 5.1, bila je vezana za neuporedivnost umetničkih i medicinskih škola. Sada vidimo, medicinske škole su bolje kotirane, i nalaze se na višim nivoima od umetničkih škola. Već smo rekli, medicinske škole i imaju veća postignuća, ali je analiza utvrdila da to nije bilo dovoljno da tvrdimo da medicinske škole dominiraju umetničke. Preciznijom analizom, sprovedenom regionalizacijom profila vidimo da se regionalni medicinski profili nalaze na većem nivou nego umetnički. Iako na poslednjem nivou relacionog drveta 5.1, zanatsko-tehničke škole iz Vojvodine nalaze se na visokom četvrtom nivou relacionog drveta iznad ekonomskih škola iz Vojvodine, istočne i južne Srbije.

Kada je reč o samim regionima vidimo da je analiza ELECTRE MLO metodom u skladu sa Tabelom 5.6 i postignućima učenika. Na slici 5.2 vidimo da je primetan slabiji uspeh profila iz zapadne Srbije. Njihov gimnazijski profil najkvalitetniji je među profilima iz ovog regiona i nalazi se na trećem nivou. Ipak, ovo je najslabije rangirani gimnazijski profil zajedno sa profilom iz istočne Srbije. Tehničke škole iz zapadne Srbije, takođe su najlošiji profil među svim tehničkim školama. Isto važi i za ekonomske škole.

U Tabeli 5.6 uočavamo malo veću disperziju postignuća u odnosu na ostale regione za profile iz Beograda i južne Srbije. Ova razlika u kvalitetu unutar regiona daleko je očiglednija na beogradskom primeru gde su najbolji i dva najgora profila iz ovog regiona. Ovo nam govori o jasnoj podeli učenika po

kvalitetu za beogradski region, daleko preciznijom i uspešnijom nego kada je reč o ostalim regionima. Ovo nagoveštava da prijemni ispit u osmom razredu osnovnog obrazovanja najbolje efekte daje u beogradskom regionu, gde je podela izvršena tako da najkvalitetniji đaci završe u najatraktivnijim školama, dovodeći do njihovog boljeg razvoja usled pozitivnog vršnjačkog efekta. Značaj prijemnog ispita na regionalnom nivou i dokazivanje njegove upotrebne vrednosti dobar su predmet budućeg istraživanja u ovoj oblasti i dalje primene višekriterijumske optimizacije na oblast ekonomije obrazovanja.

5.3 Analiza robusnosti rezultata

Stabilnost dobijenog rezultata od značaja je, jer svaki zaključak i potencijalno rešenje predloženo na osnovu analize ima daleko veći kredibilitet ako se dobijeno rešenje ne menja pri svakoj minimalnoj alteraciji ulaznih podataka ili menjanju graničnih vrednosti tokom same analize. Već smo spomenuli dve procedure koje su sprovedene kako bi se proverila robusnost rezultata. Sa jedne strane, primenjene su i druge procedure normalizacije podataka u skladu sa Nardo et al. (2005). Utvrđena je minimalna razlika, ali, još bitnije, sami podaci zbog njihove prirode najviše odgovaraju sprovedenoj min-max proceduri. Takođe nakon određivanja metode normalizacije podaci su kreirani i na skali od 1 do 9 i sprovedena je identična procedura. Ova promena nije dovela do značajnih razlika u rezultatu (na slici 5.1 nije došlo apsolutno ni do kakvih promena, sa malim promenama na slici 5.2).

Značaj provere stabilnosti rezultata već smo spomenuli i kod analize prvog relacionog drveta, vezano za diskusiju o neuporedivosti umetničkih i medicinskih škola. Tada smo videli da menjanje parametra λ i v dovodi do promene strukture relacionog drveta. Ovo je svakako očekivano, ali, bilo bi dobro kada bi dobijeno relaciono drvo bilo relativno stabilno, odnosno pokazivalo samo male izmene usled promene graničnih vrednosti λ i v . Na taj način imali bi još jednu potvrdu da je dobijeno rešenje stabilno, te se svi izvedeni zaključci iz analize mogu smatrati daleko verodostojnijim nego kada je reč o situaciji kada govorimo o senzitivnom relacionom drvetu. Kako bi proverili stabilnost rezultata variramo jedan od parametra λ i v , dok drugi ostavljamo na utvrđenoj granici. Varijaciju sprovodimo isključivo u intervalu koji nam garantuje aciklični pretporedak.

Kada je reč o prvom relacionom drvetu prikazanog na slici 5.1, možemo

konstatovati da je ono u potpunosti stabilno. Medicinski profil postaje dominantan nad umetničkim profilom pri povećanju graničnog parametra v na 0,4, te u tom slučaju imamo potpuni poredak alternativa, obrazovnih profila. Sa druge strane, povećanje parametra λ ne utiče na rezultat sve do postavljanja granične vrednosti $\lambda > 0,95$. Tada umetnički profil ulazi u jezgro jer postaje neuporediv sa gimnazijama, pa dobijamo sličnu strukturu drveta kao na slici 5.2 gde su gimnazije iz centrale Srbije na prvom nivou, ali ne dominiraju ni jednu alternativu sa drugog nivoa.

Sa druge strane, relaciono drvo nakon podele profila na regione je za nijansu senzitivnije, očekivano, usled daleko većeg broja alternativa. Tabelama 5.8 i 5.9 prikazana je detaljna analiza promene relacionog drveta pri promeni jednog parametra kada drugi parametar ostaje fiksiran na svojoj utvrđenoj vrednosti. Iako se nivoi menjaju u većem obimu, analizom tabela možemo da konstatujemo da je i ovo relaciono drvo stabilno, i da se parcijalni pretporedak ne menja u značajnoj meri koja bi uticala na zaključke analize sprovedene u ovom poglavlju. Vidimo da se donji deo drveta menja u većoj meri nego što je to slučaj sa alternativama na vrhu. Razlog ovakve promene leži isključivo u profilu ekonomskih škola iz Vojvodine koji na slici 5.2 leži na petom nivou. Već nakon promene od 0,01 ovaj profil prelazi na četvrti nivo gde ostaje za sve ostale promene parametra λ . Ova blaga promena uticala je da sve alternative na nižem nivou napreduju za jedan nivo. I pored ovoga ni jedan profil na nižem nivou ne pomera se za više od tri nivoa.

Tabela 5.8: Analiza robusnosti rezultata.

Tip škole i region	v fiksirano na 0,4	λ fiksirano na 0.81
Gimnazija – Beograd	Nivo 1 za svaki λ	Nivo 1 za svaki v
Gimnazija – centralna Srbija	Nivo 1 za svaki λ	Nivo 1 za svaki v
Gimnazija – Vojvodina	Nivo 2 za svaki λ	Nivo 2 za svaki v
Gimnazija – južna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,91$ – Nivo 2 $\lambda \geq 0,91$ – Nivo 1	$0,2 \leq v < 0,5$ – Nivo 2 $v < 0,2$ – Nivo 1
Medicinska - Vojvodina	$0,81 \leq \lambda < 0,92$ – Nivo 2 $\lambda \geq 0,92$ – Nivo 1	$0,2 \leq v < 0,5$ – Nivo 2 $v < 0,2$ – Nivo 1
Medicinska - Beograd	$0,81 \leq \lambda < 0,94$ – Nivo 3 $\lambda \geq 0,94$ – Nivo 2	$0,2 \leq v < 0,5$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 2
Ekonomska - Beograd	$0,81 \leq \lambda \leq 0,94$ – Nivo 3 $\lambda > 0,94$ – Nivo 2	$0,2 \leq v < 0,5$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 2
Gimnazija - zapadna Srbija	Nivo 3 za svaki λ	Nivo 3 za svaki v
Medicinska - južna Srbija	Nivo 3 za svaki λ	Nivo 3 za svaki v
Medicinska – centralna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,92$ – Nivo 3 $\lambda \geq 0,92$ – Nivo 2	$0,2 \leq v < 0,5$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 2
Gimnazija – istočna Srbija	Nivo 3 za svaki λ	Nivo 3 za svaki v
Medicinska – istočna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,92$ – Nivo 3 $\lambda \geq 0,92$ – Nivo 2	$0,2 \leq v < 0,5$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 2
Zanatsko-tehnička – Vojvodina	$0,81 \leq \lambda \leq 0,95$ – Nivo 4 $0,95 < \lambda \leq 0,96$ – Nivo 3 $\lambda > 0,96$ – Nivo 1	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 4 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 1
Umetnička – Vojvodina	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 4 $0,82 \leq \lambda \leq 0,94$ – Nivo 3 $\lambda > 0,94$ – Nivo 2	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 4 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 2

Tabela 5.9: Analiza robusnosti rezultata – nastavak.

Tip škole i region	v fiksirano na 0,4	λ fiksirano na 0,81
Umetnička – južna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,92$ – Nivo 4 $0,92 \leq \lambda \leq 0,95$ – Nivo 3 $\lambda > 0,95$ – Nivo 2	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 4 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 3 $v < 0,2$ – Nivo 2
Ekonomska – centralna Srbija	Nivo 4 za svaki λ	Nivo 4 za svaki v
Ekonomska – Vojvodina	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 5 $\lambda > 0,82$ – Nivo 4	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 5 $v < 0,4$ – Nivo 4
Tehnička – Beograd	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 6 $0,82 \leq \lambda \leq 0,92$ – Nivo 5 $\lambda > 0,92$ – Nivo 4	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 6 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 5 $v < 0,2$ – Nivo 4
Tehnička – Vojvodina	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 6 $0,82 \leq \lambda < 0,92$ – Nivo 5 $\lambda \geq 0,92$ – Nivo 4	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 6 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 5 $v < 0,2$ – Nivo 4
Ekonomska – istočna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 6 $0,82 \leq \lambda < 0,92$ – Nivo 5 $\lambda \geq 0,92$ – Nivo 4	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 6 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 5 $v < 0,2$ – Nivo 4
Tehnička - južna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 7 $0,82 \leq \lambda \leq 0,92$ – Nivo 6 $\lambda > 0,92$ – Nivo 5	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 7 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 6 $v < 0,2$ – Nivo 5
Ekonomska - južna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 7 $0,82 \leq \lambda \leq 0,92$ – Nivo 6 $\lambda > 0,92$ – Nivo 5	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 7 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 6 $v < 0,2$ – Nivo 5
Tehnička - centralna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 7 $0,82 \leq \lambda \leq 0,93$ – Nivo 6 $\lambda > 0,93$ – Nivo 5	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 7 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 6 $v < 0,2$ – Nivo 5
Poljoprivredna - Vojvodina	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 8 $0,82 \leq \lambda \leq 0,92$ – Nivo 6 $\lambda > 0,92$ – Nivo 5	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 8 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 7 $v < 0,2$ – Nivo 5
Ekonomska - zapadna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,82$ – Nivo 8 $0,82 \leq \lambda \leq 0,92$ – Nivo 6 $\lambda > 0,92$ – Nivo 5	$0,4 \leq v < 0,5$ – Nivo 8 $0,2 \leq v < 0,4$ – Nivo 7 $v < 0,2$ – Nivo 5
Tehnička - zapadna Srbija	$0,81 \leq \lambda < 0,89$ – pretposlednji nivo $\lambda > 0,89$ – poslednji nivo	$0,4 \leq v < 0,5$ – pretposlednji nivo $v < 0,4$ – poslednji nivo
Poljoprivredna - istočna Srbija	Pretposlednji nivo za svaki λ	Pretposlednji nivo za svaki v
Zanatsko-tehnička - Beograd	Poslednji nivo za svaki λ	Poslednji nivo za svaki v
Poljoprivredna - Beograd	Poslednji nivo za svaki λ	Poslednji nivo za svaki v

Glava 6

Kreiranje optimalne strategije razvoja obrazovanja primenom više-etapnog modela komparativne analize

Pri evaluaciji kvaliteta obrazovnog procesa veliki je broj aspekata sa kojih se samo obrazovanje može posmatrati. Zbog toga, gotovo je pravilo, obrazovni proces se ne posmatra kao celina već se odvojeno mere i analiziraju njegove individualne karakteristike. Svakako jeste razumljivo da se osnovno obrazovanje posmatra kao zasebna celina. Očekivano je i da se u sklopu ovog dela obrazovnog procesa, kao verovatno najbitnijeg dela celokupnog obrazovanja, sprovodi veliki broj studija učeničkih postignuća o kojima smo detaljnije rezultate prikazali u odeljku 4.4 poput PISA, TIMSS i TALIS istraživanja.

Sa druge strane, uporedna analiza na srednjoškolskom nivou (odnosno, po završetku ovog nivoa obrazovanja) nije toliko jednostavna usled različitih modela sekundarnog obrazovanja u svetu. Tako imamo sisteme koji funkcionišu u režimu 8+4 godina, što je slučaj i u Srbiji. Danas je zastupljeniji sistem (posebno u zapadnoj Evropi) u režimu 6+3+3 godina, gde je sekundarno obrazovanje podeljeno na dva dela, niže i više, dok na primarnom nivou, u osnovnoj školi, đaci provode svih šest godina sa svojim učiteljem. Zbog velikih varijacija kada je reč o ciklusu osnovnog i srednjeg obrazovanja, stvorila se potreba za međunarodnom klasifikacijom obrazovanja, koja bi omogućila

donosiocima odluke o obrazovnoj politici da jasno uporede sisteme. Ovo je još više pojačano ubrzanim razvojem periodičnih studija jer bi objedinjavanjem standarda bilo moguće uporediti i ishode i strukturu sistema. Zbog toga je UNESCO razvio Internacionalne standarde za klasifikaciju obrazovanja – ISCED (*International Standard Classification of Education*). Poslednji put revidirani 2011. godine oni su napravili sveobuhvatni sistem nivoa obrazovanja koji odgovara modernim modelima obrazovanja i na uniformni način ih opisuje.

- ISCED 0²⁵ – Predškolsko obrazovanje. Prva faza obrazovnog procesa kreirana sa ciljem da decu uvede u školsku atmosferu. Početak faze školovanja: minimum 3 godine.
- ISCED 1 – Osnovno obrazovanje. Cilj da obezbedi osnovnu pismenost. Početak faze školovanja: 5-7 godina. Trajanje: 6 godina.
- ISCED 2 – Niže sekundarno obrazovanje. Orijentisano ka predmetnoj nastavi. Prva faza sa nastavnicima a ne učiteljima. Početak faze školovanja nakon završenog osnovnog obrazovanja. Trajanje: 3 godine. U nekim zemljama ova faza predstavlja završetak osnovnog obrazovanja.
- ISCED 3 – Više sekundarno obrazovanje. Veća specijalizacija u poređenju sa ISCED 2 nivoom u pogledu predmeta. Početak faze školovanja: 15 ili 16 godina, nakon završenih 9 godina školovanja ili nižeg sekundarnog obrazovanja. Trajanje: 3 godine.
- ISCED 4 – *Post-secondary non-tertiary*²⁶. Programi koji predstavljaju sponu između sekundarnog i tercijalnog obrazovanja. Nastavni program ne mora biti značajno teži od sekundarnog, a svakako je na nižem nivou od tercijalnih programa.
- ISCED 5 – Tercijalno obrazovanje. Deli se u dve podkategorije, 5A i 5B.
- ISCED 5A – Tercijalno obrazovanje tip A. Teorijski programi koji predstavljaju dovoljan osnov za nastavak studija na napredne istraživačke

²⁵Izvor ISCED standarda prezentovanih u nastavku: OECD. Education at Glance 2013, str. 24. Detaljni pregled ISCED standarda sa potkategorijama dostupan je na <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/isced-2011-en.pdf>. Sajtu poslednji put pristupljeno 15.8.2014.

²⁶Kako ovi programi nisu aktuelni u Srbiji, ostavljen je originalni naziv standarda radi jasnijeg uvida u njegovo značenje i usled nemogućnosti adekvatnog prevoda.

programe. Minimalno trajanje tri godine, ali programi najčešće traju četiri i više godina. Ova kategorija u Srbiji predstavlja visoko obrazovanje koje se dobija na univerzitetima. Master programi takođe spadaju u ovu grupu.

- ISCED 5B – Tercijalno obrazovanje tip B. Kraći programi, fokusirani na specijalizaciju u određenoj oblasti radi što bržeg priključivanja tržištu rada. Minimalno trajanje dve godine. Kod nas ovaj nivo predstavljaju strukovne studije.
- ISCED 6 – Napredni istraživački programi. Programi doktorskih studija. Minimalno trajanje 3 godine, ali je ono u praksi gotovo izvesno uvek duže, ne samo u Srbiji već i u većini drugih zemalja.

Kada je reč o visokom obrazovanju, stvari su značajno drugačije, te nemamo evaluaciju na nacionalnom nivou, već na nivou univerziteta kada je reč o globalnom planu, i na nivou fakulteta (ili katedri) na mikro planu. Najpoznatija rang lista univerziteta svakako je Šangajska lista²⁷. Takođe, postoji i značajna akademska literatura posvećena rangiranju univerziteta (Dill & Soo, 2005; Buela-Casal et al., 2007; Giannoulis & Ishizaka, 2010).

Ipak, kada se govori o kvalitetu obrazovnog procesa, svi ovi aspekti moraju da budu uzeti u obzir. Ako posmatramo obrazovni proces na nacionalnom nivou, tada je od suštinskog značaja posedovati kvalitetan sistem od osnovnog do visokog školstva. Štaviše, kada se govori o obrazovanju na ovom nivou tada moramo uzeti u obzir i proces celoživotnog učenja i posmatrati kvalitet obrazovnog procesa i van onoga što smatramo „standardnim“ obrazovnim procesom, odnosno tri nivoa obrazovanja o kojima je do sada bilo reči.

Institucije koje imaju za zadatak procenu obrazovnih sistema na nacionalnom nivou definisale su razne indikatore sa namerom da pomognu jasnijem poimanju obrazovnog procesa i njegovog kvaliteta. U nastavku u odeljku 6.1 predstavljamo indikatore istaknutih ustanova koje mere kvalitet obrazovanja na svetskom nivou, kao i indikatore Nacionalnog prosvetnog saveta kao tela sa istim zadatkom za Srbiju.

Ovi indikatori, grupisani na odgovarajući metodološki način kako bi formirali celinu, predstavljaju idealan osnov za kreiranje ranga evropskih zemalja po kvalitetu obrazovnih karakteristika. Sprovešćemo ELECTRE MLO metodu

²⁷<http://www.shanghairanking.com/>

u odeljku 6.2 kako bi kreirali odgovarajući parcijalni pretporedak zemalja po kvalitetu celokupnog obrazovnog sistema. Najzad, ovaj rang predstavlja osnovu na koju možemo nadovezati više-etapni model komparativne analize pomoću kojeg ćemo utvrditi idealnu putanju razvoja sa svaku državu (ujedno i za Srbiju) i obezbediti odgovarajuće benčmarke - države čija obrazovna praksa predstavlja sistem koji treba slediti i na koga se treba ugledati. Ova analiza biće obavljena u odeljku 6.4. Diskusija rezultata, sa posebnim osvrtom na Srbiju sprovedena je, zatim, u odeljku 6.6.

6.1 Indikatori kvaliteta obrazovnog procesa

Indikatori obrazovanja predstavljaju uvid u obrazovni proces, međunarodno uporedive pokazatelje obrazovnog sistema u celini. Njihov cilj jeste da ukažu na kvalitet obrazovnih politika, šanse i mogućnosti u daljem razvoju.

Značaj postojanja obrazovnih indikatora uvidela je i Evropska komisija, te se u agendi EU2020 nalaze očekivana postignuća za dva indikatora koji su procenjeni kao najvažniji u oceni obrazovnog sistema. Prvi cilj Evropske unije predstavlja smanjenje broja učenika koji prerano napuštaju školu na ispod 10%. Ovo zaista jeste jedan od najvažnijih obrazovnih indikatora, i o njemu ćemo u nastavku detaljnije, sa više istraživačkih rezultata. Meri se kao udeo učenika populacije 18-24 koji su završili u najvećoj meri nižu srednju školu (do 9 godina obrazovanja). Drugi cilj EU2020 agende vezan za obrazovanje je da broj visokoobrazovnih u starosnoj dobi 30-34 bude preko 40 procenata²⁸.

Kada je reč o obrazovnim indikatorima, na sajtu Eurostata možemo naći sledeće indikatore²⁹:

- Stopa zaposlenosti po najvišem završenom nivou obrazovanja³⁰.
- Broj učenika koji prerano napuštaju obrazovni proces.
- Stopa ugroženosti od siromaštva, merena po najvišem završenom nivou obrazovanja.

²⁸Više o agendi Evropske komisije i ciljevima koji treba da budu postignuti može se naći na <http://ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/>. Sajtu poslednji put pristupljeno 15.8.2014.

²⁹Indikatori dostupni na epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/indicators/-allindicators. Odatle je i preuzeta metodologija dobijanja pojedinih indikatora, čije značenje nije odmah jasno. Sajtu posledji put pristupljeno 17.8.2014.

³⁰Indikator pripada grupi indikatorima socio-ekonomskog razvoja, ali videli smo već da postoji jasna povezanost između socio-ekonomskog statusa i mogućnosti za obrazovanje.

- Broj visokoobrazovanih u starosnoj dobi 30-34 godine.
- Indeks celoživotnog učenja – Računa se kao udeo osoba u starosnoj dobi 25-64 koji ne učestvuju u obrazovnom procesu (u smislu ne pripadaju ni jednoj grupi ISCED 0 - ISCED 6) ali su pohađali neki kurs u poslednje četiri nedelje od trenutka anketiranja. Pod pojmom kursa se podrazumeva bilo kakav proces učenja i dobijanja znanja, bez obzira da li je vezan za posao ili ne.
- Udeo đaka koji ne dostižu nivo funkcionalne pismenosti prema PISA istraživanjima iz oblasti čitanja.
- Individualni nivo kompjuterskih veština – Ovaj nivo je formiran na osnovu individualne procene ispitanika, ne pomoću testiranja već popunjavanjem ankete u kojima su ispitanici odgovarali da li su izvršili određenu operaciju na kompjuteru. Šest osnovnih zadataka je korišćeno da se utvrdi nivo poznavanja osnovnih kompjuterskih veština. Ispitanik je odgovarao da li je ikad izvršio odgovarajuću operaciju na kompjuteru: prebacivanje i kopiranje fajla i foldera; korišćenje *copy-paste* komandi kako bi se duplirao ili prebacio fajl; upotreba osnovnih računskih operacija u *Microsoft Excel* programu ili njegovom pandanu; kompresovanje fajlova; povezivanje i instaliranje novih uređaja, poput štampača ili modema; pisanje koda u nekom programskom jeziku. Na osnovu ovih odgovora ispitanici su svrstavani u 6 nivoa poznavanja kompjuterskih veština, gde su prva dva nivoa ukazivali na kompjutersku nepismenost a poslednja dva nivoa na visoko poznavanje kompjuterskih veština.
- Individualni nivo internet veština – metodologija slična ispitivanju kompjuterskih veština. Šest operacija koje su ispitivane: korišćenje internet pretraživača; slanje elektronske pošte sa nekim dokumentom kao prilogom; slanje poruka preko četa ili bilo koje socijalne mreže; ostavljanje komentara na vest na sajtu ili bilo kakvo učešće u forum diskusiji; internet poziv; razmenjivanje podataka *peer-to-peer* sistemom. Identično, šest nivoa kompetencije je formirano, gde su prva dva nivoa predstavljala slabo poznavanje internet veština, a poslednja dva nivoa visoko poznavanje funkcionisanja na internetu.

Svakako najdetaljniji, i u metodološkom smislu najkoncizniji kriterijumi, definisani su od strane OECD-a. Svake godine OECD objavljuje publikaciju

Education at a Glance (OECD, 2014) u sklopu koje možemo videti ishode u obrazovanju, trendove, sve to mereno definisanim indikatorima.³¹ Takođe, interaktivna pretraga podataka ali i pregleda obrazovnih politika kao i detaljne analize po svakoj zemlji dostupne su na <http://gpseducation.oecd.org/Home>.

OECD je uvideo značaj socio-ekonomskih faktora za ishode u obrazovanju, povezanost obrazovanja sa istraživanjem i razvojem na državnom nivou. Tako imamo nekoliko kategorija u kojoj je u svakoj definisan određeni set indikatora:

I Autput obrazovnih institucija i uticaj na učenje

- Indikator A1 – Nivo obrazovanja stanovništva.
- Indikator A2 – Udeo stanovništva sa završenom srednjom školom.
- Indikator A3 – Udeo stanovništva sa visokim obrazovanjem.³²
- Indikator A4 – Procenat upisanih studenata koji završavaju fakultete.
- Indikator A5 – Uticaj nivoa obrazovanja na učešće na tržištu rada.
- Indikator A6 – Obrazovanje i zarada.
- Indikator A7 – Podsticaji za ulaganje u obrazovanje.
- Indikator A8 – Socijalni ishodi obrazovnog procesa.

II Finansijski i ljudski kapital uloženi u obrazovanje

- Indikator B1 – Troškovi obrazovanja po učeniku; mereno za svaki deo obrazovnog sistema.
- Indikator B2 – Udeo ulaganja u obrazovne institucije u odnosu na bruto domaći proizvod.
- Indikator B3 – Udeo javne i privatne potrošnje na obrazovanje.
- Indikator B4 – Javna potrošnja na obrazovanje.
- Indikator B5 – Koliko studenti plaćaju visoko obrazovanje i koliko iznosi pomoć države.

³¹U nastavku ćemo se pozivati na indikatore OECD-a iz ove publikacije. Radi preglednosti teksta, neće biti prikazivan link pomoću kojeg se može doći do svakog indikatora. Publikacija je dostupna u elektronskoj formi kao i podaci, gde je direktan link na podatke omogućen u svakom trenutku kada se o podacima govori. *Education at a Glance* izlazi svakog septembra sa izmenjenim podacima (ako je bilo izmena) za tekuću godinu.

³²Deo ovog indikatora jesu i osobe od 30-34 godine, podatak koji je neizostavni deo svake analize obrazovanja.

- Indikator B6 – U koju svrhu i na koje načine se troši novac uložen u obrazovanje.
- Indikator B7 – Faktori koji utiču na potrošnju u obrazovanje.

III Mogućnost obrazovanja, učešće i napredak u obrazovnom procesu

- Indikator C1 – Ko učestvuje u obrazovanju?
- Indikator C2 – Karakteristike predškolskog programa.
- Indikator C3 – Udeo učenika sa završenom srednjom školom koji nastavljaju obrazovanje.
- Indikator C4 – Broj studenata u inostranstvu i broj internacionalnih studenata.
- Indikator C5 – Tranzicija od škole ka poslu. Gde su i šta rade mladi od 15-29 godina.

IV Organizacija škola i ambijent za učenje

- Indikator D1 – Koliko vremena učenici provode u učionici.
- Indikator D2 – Koliko iznosi odnos učenik/nastavnik i prosečan broj učenika u odeljenju.
- Indikator D3 – Iznos nastavničke plate.
- Indikator D4 – Vreme koji nastavnici provedu predavajući.
- Indikator D5 – Obrazovanje nastavnika.

Kada je reč o Srbiji, Nacionalni prosvetni savet podnosi godišnji izveštaj o radu u kome daje analizu stanja predškolskog, osnovnog, srednjeg opšteg i umetničkog obrazovanja i vaspitanja³³. U izveštaju je prezentovan obuhvat dece u osnovnom i srednjem obrazovanju po opštinama za osnovne škole i po različitim tipovima, kada je o srednjem obrazovanju reč. Kao referentne vrednosti obrazovanja i vaspitanja u Evropskoj uniji i Srbiji Nacionalni prosvetni savet uzima sledeće pokazatelje³⁴:

³³Dostupan je izveštaj za 2012. godinu na <http://www.parlament.gov.rs/upload/-archive/files/lat/pdf/izvestaji/2013/1592%20Izvestaj-%20Nacionalni%20prosvetni%20savet%20R.S.%20180413.pdf>. Stranici poslednji put pristupljeno 18.8.2014.

³⁴Izveštaj o radu Nacionalno prosvetnog saveta za 2012. godinu, str. 38.

- Udeo bruto domaćeg proizvoda koji se troši na istraživanje i razvoj.
- Stopa zaposlenosti (20-64).
- Udeo mladih koji prerano napuštaju školu (stari 18-24 sa najviše završenom osnovnom školom) koji nisu na obuci ili treningu.
- Udeo osoba starih 30-34 godina koji su završili visoko obrazovanje.
- Udeo dece do 4 godine pa do polaska u školu uključene u vaspitanje i obrazovanje.
- Udeo starih 25-64 koji učestvuju u celoživotnom obrazovanju.
- Udeo petnaestogodišnjaka koji ne dostižu drugi PISA nivo u domenu čitalačke pismenosti.
- Udeo petnaestogodišnjaka koji ne dostižu drugi PISA nivo u domenu matematičke pismenosti.
- Udeo petnaestogodišnjaka koji ne dostižu drugi PISA nivo u domenu naučne pismenosti.

Detaljna analiza indikatora u obrazovanju dostupna je na sajtu Nacionalnog prosvetnog saveta, <http://www.nps.gov.rs/>, gde se može naći i monografija pod nazivom „Indikatori za praćenje stanja u obrazovanju i vaspitanju“ iz 2011. godine³⁵.

6.2 Kreiranje kriterijuma za rangiranje obrazovnih sistema

Veliki broj indikatora jasno ukazuje na stepen razvijenosti obrazovnog sistema. Formiranje ranga kvaliteta obrazovanja evropskih zemalja zahteva fuziju gorepomenutih indikatora u kriterijume koji će obuhvatiti sve aspekte obrazovnog procesa. Tako formirani kriterijumi verno će oslikati stanje obrazovnih sistema, na osnovu kojih se države mogu uporediti, a u nastavku i pronaći odgovarajući benčmark - zemlju čiju obrazovnu politiku treba pažljivije sagledati.

³⁵Dostupno na adresi <http://www.nps.gov.rs/wp-content/uploads/2011/01/NPS-INDIKATORI.pdf>. Dokumentu na ovoj stranici poslednji put pristupljeno 18.8.2014.

Kako je cilj uporediti kompletne obrazovne procese, kriterijumi u analizi moraju da obuhvate sve nivoe obrazovnog procesa, da uvažavaju značaj ishoda obrazovanja kao i kvalitet unutar svakog obrazovnog nivoa (osnovne i srednje škole). Takođe, kao što smo napomenuli, celoživotno učenje i opismenjavanje ne samo mladih naraštaja važan je deo obrazovnog procesa. Naravno, videli smo u prethodnom poglavlju da se svakako ne mogu zanemariti socio-ekonomski efekti pri bilo kakvoj analizi.

Usled toga, kriterijume bazirane na indikatorima obrazovnih procesa možemo podeliti u sledeće celine:

- (I) obrazovni ishodi
- (II) socio-ekonomski kriterijumi
- (III) celoživotno učenje
- (IV) učenika postignuća na kraju osmogodišnjeg obrazovanja
- (V) učenika postignuća na kraju četvorogodišnjeg obrazovanja.

Kriterijumi obrazovnih ishoda

Iako se i neki od narednih kriterijuma mogu podvesti pod obrazovne ishode, u ovu grupu uvrstićemo dva osnovna kriterijuma, kada je reč o merenju dostignuća osnovnog i visokog obrazovanja:

- (i) udeo osoba starih 30-34 godina koji su završili visoko obrazovanje;
- (ii) udeo mladih koji prerano napuštaju školu (stari 18-24 sa najviše završenom osnovnom školom) koji nisu na obuci ili treningu.

Za opisivanje značaja ova dva ishoda dovoljno je napomenuti da ih je Evropska unija istakla kao dva najvažnija cilja u strategiji razvoja obrazovanja do 2020. godine (što smo takođe već napomenuli). Kao idealni benčmark, Evropska unija je postavila cilj da udeo osoba starih 30-34 godina sa visokim obrazovanjem bude barem 40% populacije, kao i da procenat mladih koji prerano napuštaju školu koji nisu na obuci ili treningu ne prelazi 10%. Nacionalni prosvetni savet je kao ciljeve za Srbiju postavio da do 2020. godine imamo barem 30% visokoobrazovnih u grupi osoba sa 30-34 godine, kao i ispod 15% osoba koji ranije napuštaju obrazovni proces.

Rezultati popisa iz 2011. godine pokazali su da imamo 18% visokoobrazovanih u ovoj grupaciji, što nas, vidi se i iz Tabele 6.1, stavlja na samo dno među evropskim zemljama.³⁶ Prosek zemalja Evropske unije, prema podacima iz 2011.godine iznosi 34,6%, a prema najnovijim podacima iz 2013. godine u tome prednjače Republika Irska sa 52,6%, Luksemburg (52,5%) i Litvanija (51,3%). Kada je reč o regionu, prednjači Slovenija sa 40,9%. Hrvatska je tu takođe bolja od Srbije sa 25,9%, kao i Mađarska (31,9%), Bugarska (29,4%) i Rumunija (22,8%). Negde u istom rangsu su Albanija (17,2%) i Turska (19,5%) kao i BJRM (Bivša Jugoslovenska Republika Makedonija, u nastavku samo Makedonija) sa 20,4%.

Sa druge strane, donekle i iznenađuje podizanje granice Nacionalnog prosvetnog saveta kada je reč o broju osoba koje prerano napuštaju školu sa 10% koje je propisala EU na 15%, jer kod nas taj procenat sada iznosi 8% te je Srbija već ispunila ovaj postavljeni cilj i po evropskim standardima, i samo treba da se održava na tom nivou. Ovo ne treba da iznenađuje, i podatak se može povezati sa činjenicom da je u većini bivših socijalističkih zemalja centralno-istočne Evrope strogo vođeno računa da je osnovna škola obavezna. Tako je prosek zemalja iz Evropske unije za 2011. godinu iznosio 13,5%, dok je u Hrvatskoj on ispod 4%, u Českoj Republici 5,4%, a u Slovačkoj 6,4%, vidimo iz Tabele 6.1. Sa druge strane, gotovo je iznenađujuće veliki procenat takvih osoba u Španiji (23,5%) ili Portugalu (19,2%). Kada je reč o zemljama u regionu i zemljama bivše Jugoslavije, Slovenija je tu na nivou Hrvatske sa 3,9%, dok slabije stoje Crna Gora sa 15,5% za dečake i 9,2% za devojčice i Makedonija sa 13,5%. Albanija je u daleko lošijoj situaciji sa 39%. Prema podacima Nacionalnog prosvetnog saveta Bosna i Hercegovina ima 65,1% učenika koji ranije napuštaju obrazovni proces. Ovaj podatak, ipak, treba uzeti sa ogromnom rezervom usled velike razlike u odnosu na zemlje u okruženju. Upravo nekonzistentnost, nelogičnost i nedostatak podataka vezan za zemlje u okruženju rezultirao je da se ove zemlje isključe iz dalje analize. Prezentovaćemo njihove rezultate gde god su dostupni. Takođe, Bosna i Hercegovina, Albanija i Makedonija našle bi se na samom dnu relacionog drvetu, više je nego jasno nakon analize njihovih postignuća, te njihov izostanak ni na koji način neće uticati na dalju analizu.

³⁶Podatak dobijen iz Republičkog zavoda za statistiku. Izvor za ostale podatke je Eurostat kao i OECD, odnosno indikatori vezani za publikaciju *Education at Glance 2013*. Za zemlje u regionu korišćeni su podaci Nacionalnog prosvetnog saveta.

Tabela 6.1: Kriterijumi obrazovnih ishoda.

Naziv	Visoko obrazovani (%)	Napustili školovanje (%)
Belgija	42,7	11
Bugarska	29,4	12,5
Republika Češka	26,7	5,4
Danska	43,4	8
Nemačka	33,1	9,9
Estonija	43,7	9,7
Republika Irska	52,6	8,4
Grčka	34,6	10,1
Španija	40,7	23,5
Francuska	44	9,7
Hrvatska	25,9	3,7
Italija	22,4	17
Kipar	47,8	9,1
Letonija	40,7	9,8
Litvanija	51,3	6,3
Luksemburg	52,5	6,1
Mađarska	31,9	11,8
Malta	26	20,9
Holandija	43,1	9,2
Austrija	27,3	7,3
Poljska	40,5	5,6
Portugal	29,2	19,2
Rumunija	22,8	17,3
Slovenija	40,1	3,9
Slovačka Republika	26,9	6,4
Finska	45,1	9,3
Švedska	48,3	7,1
Velika Britanija	47,6	12,4
Island	43,9	20,5
Norveška	48,8	13,7
Švajcarska	46,1	5,4
Turska	19,5	37,5
Srbija	18	8
Crna Gora	m	12,5
Albanija	17,2	39
BJRM	20,4	13,5
Benčmark	40	15

Izvor: OECD, Eurostat, RZS, Nacionalni prosvetni savet.

Oznaka m označava nedostajući podatak. Isto važi i za preostale tabele.

Socio-ekonomski kriterijumi

Uticaj socio-ekonomskih faktora na obrazovne ishode jasan je i vidljiv na svakom testiranju učeničkih postignuća. Razlika između najsiromašnijeg i najbogatijeg kvartila učenika po socio-ekonomskom statusu na celokupnoj testiranoj populaciji PISA 2012 istraživanja iznosi čak 90 poena na PISA skali, što predstavlja više od dve godine učenja. Takođe, prostom linearnom regresijom između rezultata i socio-ekonomskih efekata dobija se koeficijent korelacije od 0,58 na celokupnom uzorku za sve zemlje učesnice (OECD, 2013a).

Upravo zbog ovoga socio-ekonomski efekti predstallaju nezaobilazni deo analize kvaliteta obrazovnih sistema. Ovde je jasan dvojak uticaj, siromaštvo povlači slabije rezultate, a sa druge strane ulaganje u obrazovanje predstavlja dugoročnu investiciju za budući rast nacionalnog dohotka. U cilju utvrđivanja kvaliteta obrazovnih sistema koristićemo tri kriterijuma pomoću kojih ćemo uzeti u obzir značaj ovog dvojakog uticaja. Pored toga, kriterijumi su definisani na način na koji će u najvećoj mogućoj meri neutralisati razliku u samom bogatstvu država. Tri kriterijuma koje ćemo posmatrati su:

- (i) udeo javnih investicija u obrazovanje kao procenat ukupnog bruto domaćeg proizvoda;
- (ii) stopa zaposlenosti za populaciju od 25 do 64 godina;
- (iii) ulaganje (takođe kao procenat BDP-a) u istraživanje i razvoj.

Rezultati za sve zemlje koje će kasnije biti obuhvaćene u analizi metodom više-etapne komparativne analize prikazani su u Tabeli 6.2.

Udeo javnih investicija u obrazovanje predstavljen kao procenat BDP-a pokazuje spremnost nosilaca javne politike da kratkoročne dobiti ne stave ispred daleko većih dugoročnih dobitaka od ovakve investicije, iako je jasno da ona neće biti vidljiva u toku tekućeg političkog ciklusa. Podaci korišćeni za ovaj indikator preuzeti su sa sajta Eurostat-a. OECD takođe smatra efekat ulaganja u obrazovanje značajnim faktorom obrazovnih ishoda. Već pomenuti B2 indikator meri udeo ulaganja u obrazovane institucije kao procenat BDP-a. Zbog razlike u metodologiji merenja ulaganja u obrazovanje, prisutne su minimalne razlike u rezultatima kod ova dva izvora. Ipak, sama razlika neće nikako uticati na rezultat dalje analize usled robusnosti ELECTRE metode na

Tabela 6.2: Socio-ekonomski kriterijumi.

Naziv	R & D	Učešće obrazovanja u BDP	Stopa zaposlenosti, 25-64
Belgija	2,24	6,5	67,2
Bugarska	0,64	4,6	63,5
Republika Češka	1,88	4,1	72,5
Danska	2,98	7,8	75,6
Nemačka	2,98	4,6	77,1
Estonija	2,18	5,7	73,3
Republika Irska	1,72	5,6	65,5
Grčka	0,69	m	53,2
Španija	1,3	4,6	58,2
Francuska	2,29	5,6	69,5
Hrvatska	0,75	4,3	53,9
Italija	1,27	4,6	59,8
Kipar	0,46	7,4	67,1
Letonija	0,66	5,7	69,7
Litvanija	0,9	4,9	69,9
Luksemburg	1,46	m	71,1
Mađarska	1,3	5,1	63,2
Malta	0,84	6	64,9
Holandija	2,16	5,5	76,5
Austrija	2,84	5,5	75,5
Poljska	0,9	5,1	64,9
Portugal	1,5	4,9	65,6
Rumunija	0,49	m	63,9
Slovenija	2,8	5,2	67,2
Slovačka Republika	0,82	3,6	65
Finska	3,55	6,1	73,3
Švedska	3,41	6,7	79,8
Velika Britanija	1,72	5,4	74,9
Island	m	7,6	82,8
Norveška	1,65	6,5	79,6
Švajcarska	m	5,4	82,1
Turska	0,86	m	53,4
Srbija	0,9	m	54
Benčmark	3	m	75

Izvor: OECD, Eurostat, RZS, Nacionalni prosvetni savet.

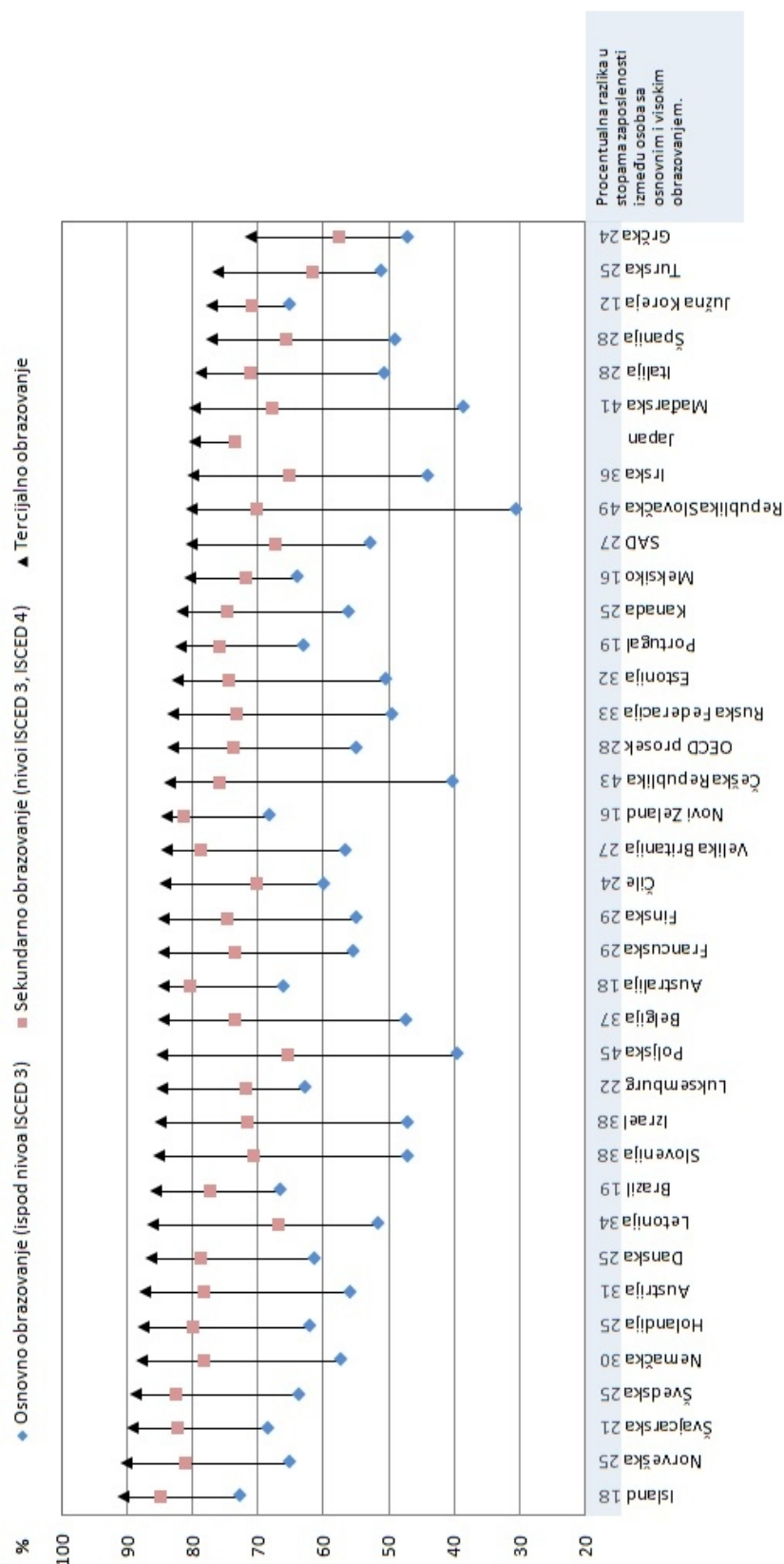
ovakve promene, o čemu su istraživački rezultati dati u metodološkom delu doktorske disertacije, te nema razlike da li ćemo u nastavku koristiti jedan ili drugi set podataka, rezultat će biti identičan. Poslednji dostupni podaci vezani za ovaj indikator datiraju iz 2011. godine kod oba izvora, i možemo ih videti u Tabeli 6.2.

Prema podacima OECD-a, zemlje članice su 2011. godine u proseku potrošile 6,1% BDP-a na obrazovne institucije. Takođe u periodu od 2000. do 2011. godine potrošnja je rasla brže nego stopa rasta bruto domaćeg proizvoda. Javne investicije u obrazovanje uvećale su se u proseku za 7% između 2008. i 2011. godine, iako ima država poput Estonije i Mađarske, koje su, pogođene krizom, ovaj procenat smanjile (OECD, 2014). Kada se podaci o ulaganju odvoje po nivoima obrazovanja može se videti da ulaganje u predškolsko obrazovanje iznosi 0,6% BDP-a, u čemu prednjače Danska sa 1,4% i Island sa 1%, a sa druge strane imamo Švajcarsku i Tursku sa samo 0,2%. Vidimo dalje u OECD (2014) (a i samom analizom podataka indikatora B2) da visoko obrazovanje čini četvrtinu ukupnih ulaganja ili 1,6% BDP-a.

Stopa zaposlenosti sugerise, ne samo, trenutnu ekonomsku situaciju u državi, već ujedno i potencijal za ulaganjem u obrazovanje. Visoka zaposlenost implicira potrebu za daljim školovanjem svake individue jer na taj način ostvaruje se značajna sigurnost u pogledu uvećanja šanse za dobijanje radnog mesta i veće nadnice tokom radnog veka. Da je to tako vidimo i na slici 6.1 koja nedvosmisleno ukazuje na značajno uvećanje stope zaposlenosti za sve zemlje OECD-a kako se uvećava nivo obrazovanja. Vidimo ogromnu razliku u stopi zaposlenosti između osoba sa samo osnovnim obrazovanjem³⁷ i osoba sa tercijalnim obrazovanjem, u čemu prednjače Republika Slovačka i Poljska sa 49% i 45%. Najbolja situacija je u Južnoj Koreji gde je razlika u stopi zaposlenosti između najneobrazovanije i najobrazovanije grupe 12 procentnih poena. Ali, taj podatak manje čudi imajući u vidu visoku stopu zaposlenosti u Južnoj Koreji. Mnogo značajniji podatak su svakako dve spomenute zemlje, daleko bliskije Srbiji, kao i sledeći pratioci, Češka Republika (43%) i Mađarska (41%). Možemo da konstatujemo da su ovo sve bivše komunističke zemlje i bilo bi zanimljivo utvrditi u nekom budućem istraživanju da li postoji povezanost između ta dva elementa. Uključivanje Rumunije i Srbije moglo bi da dovede do zanimljivih implikacija.

Podaci o stopi zaposlenosti za zemlje Evropske unije takođe su preuzeti

³⁷Zaključno sa ISCED 3 standardom, odnosno nižim sekundarnim obrazovanjem



Slika 6.1: Stopa zaposlenosti po nivou stručne spreme. Podaci iz 2012. godine. Izvor: OECD (2014).

sa sajta Eurostat-a i datiraju iz 2013. godine i odnose se na zaposlenost merenu u populaciji 25-64 godina. Kada je reč o Srbiji, podaci su dobijeni iz Republičkog zavoda za statistiku. Evropska unija je svojom agendom EU2020 propisala cilj od 75% koji treba ostvariti, validni benčmark i za našu dalju analizu. Očekivano, po ovom indikatoru Srbija se našla na samom dnu sa 54% u društvu Grčke (53,2%) i Turske (53,4%). Prema podacima Nacionalnog prosvetnog saveta (za 2011. godinu), Crna Gora se nalazi u sličnoj situaciji kao i Srbija sa 54,4%, dok je Albanija u boljem položaju sa 60,4%. Makedonija sa 48,4% se nalazi na samom dnu u Evropi. Od preostalih zemalja u okruženju, Hrvatska je sa 53,9% daleko od ciljanih 75%. Cilj su već dostigle i prestige zemlje poput Danske, Nemačke, Austrije i Holandije.

Ulaganje u istraživanje i razvoj visoko je korelisano sa ukupnim investicijama u obrazovanje. Ipak, i više je nego opravdano posmatrati odvojeno ovaj podatak kao zasebni kriterijum jer on govori o budućim razvojnim potencijalima kao i o potrebi za generisanjem visoko kvalifikovane radne snage. Upravo zbog toga, podatak o ulaganju u istraživanje i razvoj je neizostavni deo svake analize obrazovnih ishoda što može videti i u ciljevima Evropske unije u njihovoj EU2020 agendi, gde je kao benčmark postavljeno 3% BDP-a koji bi trebalo da se troši na istraživanje i razvoj. Nacionalni prosvetni savet je, takođe, dao veliki značaj ovom podatku. U već pomenutom izveštaju za 2013. godinu konstatuju da je Srbija sa 0,9% ulaganja u istraživanje i razvoj, ipak, još uvek daleko od procenjenog proseka Evropske unije od 2%, kao i benčmarka EU2020 agende od 3%. Ipak, takođe konstatuju da smo konkurentni sa zemljama u okruženju.

I zaista je tako. Turska je na istom nivou kao i Srbija sa 0,86%, dok su nama susedne Rumunija sa 0,4%, Bugarska sa 0,64% i Hrvatska sa 0,75% ispod nas. Najmanja ulaganja u Evropi ima Albanija (0,2%), dok je i Grčka (0,69%) slabija po ovom merilu. Naša zemlja ima identična ulaganja kao i Litvanija i Poljska, te ne možemo reći da je situacija ovde loša kao po pitanju zaposlenosti. Ipak i dalje je to donja polovina ulaganja na evropskom nivou. Primera radi u Sloveniji su ova izdvajanja 2,8% a na primer, Finska i Švedska su već dostigle cilj za 2020. godinu sa 3,55% i 3,41%, respektivno.

Kriterijumi celoživotnog učenja

Poput do sada definisanih klasa obrazovnih ishoda i celoživotno učenje je prepoznato kao referentna vrednost pri karakterizaciji obrazovnih sistema. Proces celoživotnog učenja je pojam o kojem je već bilo reči i odnosi se na osobe u uzrastu od 25 do 64 godina koje su pohađale neki kurs u periodu do 4 nedelje pre anketiranja, a koje ne učestvuju u obrazovnom procesu. Agendom Evropske unije EU2020 predviđeno je da do 2020. godine 15% odgovarajuće populacije učestvuje u ovom procesu. I Srbija, odnosno Nacionalni prosvetni savet, prepoznaju značaj koncepta celoživotnog učenja, te se i on može naći na listi referentnih vrednosti obrazovanja u njihovom, već pomenutom, izveštaju. Kao i za sve druge referentne vrednosti, željeni prag je ispod EU praga i postavljen je na 10% do 2020. godine.

Trenutna situacija je takva da smo sa 5,1% ispod evropskog proseka od 8,9%. Ipak taj prosek, kao što ćemo videti može da zavara usled velike disperzije uspešnosti sprovođenja ovog ishoda. Tako je Bugarska sa 1,7% na začelju, a neznajno bolje stoji Rumunija (2%). Sa druge strane Danska je sa, gotovo nestvarnih, 31,4% apsolutni lider u Evropi. Već ispunjeni cilj zacrtan za 2020. godinu ostvarile su i Francuska (17,7%), Holandija (17,4%), Finska (24,9%), Švedska (28,1%), Island (20,4%) i Švajcarska (30,4%).

Kada je o okruženju reč, situacija je relativno izjednačena i pokazuje da je Srbija sa svojih 5,1% ispod željenog cilja, ali ne i gora od svojih komšija. Albanija sa 2% tik je uz pomenutu Bugarsku i Rumuniju. Crna Gora je sa 3,4% ispred Hrvatske (2,4%), ali i Mađarske (3%). Ni Turska (4%), ni Grčka (2,9%) se po ovome ne izdvajaju, jedino je vredno pomenuti Sloveniju sa 12,4% koja je, jasno je, daleko ispred svih zemalja bivše Jugoslavije, ali i regiona u celini. Pregled uspeha implementacije celoživotnog učenja za sve zemlje dat je Tabelom 6.3.

Pored broja osoba koje učestvuju u procesu nekog učenja, Eurostat meri i individualni kvalitet poznavanja kompjuterskih i internet veština kao još jedan od faktora celoživotnog učenja. Već smo napomenuli šta predstavljaju ove dve vrednosti i metodologije njihovog dobijanja. Tabelom 6.3 prikazan je procenat osoba za svaku posmatranu zemlju koje se nalaze na petom i šestom nivou znanja kompjuterskih i internet veština. Ova dva kriterijuma pokazatelj su funkcionalne pismenosti starijih generacija koje su završile proces školovanja.

Kada je reč o kompjuterskim veštinama, Srbija se sa 9% anketirane

populacije na najviša dva nivoa kompetencije, očekivano, nalazi na samom dnu liste evropskih zemalja uz Bugarsku (7%), Makedoniju (8%) i Tursku i Rumuniju sa 8%. Nešto bolja situacija je u Grčkoj, 13%, dok Hrvatska značajno prednjači u odnosu na region sa 24%. Važno je napomenuti da su kao referentne vrednosti uzeti rezultati iz 2009. godine kao poslednje godine kada je merena uspešnost Srbije. Poslednji dostupni rezultati za ostale zemlje su iz 2012. godine. Kada je o razlikama u ovom trogodišnjem periodu reč, značajni napredak se može pripisati Švedskoj (sa 21% na 35%), kao i Islandu i Letoniji koje su napredovale za 12 procentnih poena. Rast od 11% zabeležen je kod Danske i Grčke. Preostale zemlje beležile su blage uspone i padove. Najveći pad u ovom periodu zabeležila je Holandija, sa 40% na 30%, podatak koji bi morao da zabrine tamošnje kreatore javne politike. Svakako je važno napomenuti da ovakve promene referentnih vrednosti, nastale zbog godine posmatranja, neće uticati na relaciono drvo višekriterijumske optimizacije, usled već objašnjenih prednosti ELECTRE metoda koje su robusne na nesavršene i nepotpune informacije.

Sa druge strane, podaci o procentu populacije sa najvišim kompetencijama u poznavanju internet veština potiču iz 2013. godine. Vidimo da rezultati za Srbiju ne postoje pošto su poslednji dostupni podaci za našu zemlju iz 2007. godine. Kako je u međuvremenu na ovom polju zabeležen značajan napredak u razvoju, otvoreno bi bilo pitanje smislenosti upotrebe rezultata ankete iz 2007. godine, samo kako bi se našle i referentne vrednosti za Srbiju, kada ti podaci u ovom trenutku malo govore.

Ipak, upoređivanje uspešnosti i znanja, za ova dva perioda, preostalih zemalja ukazuje na neznatne promene u stepenu razvoja ove kompetencije. Za razliku od kompjuterskih veština ovde su sve zemlje zabeležile napredak, sa izuzetkom Nemačke, Luksemburga i Češke Republike koje imaju pad od, redom, 1, 2 i 3 procentna poena. Litvanija se nalazi na vrhu sa 32% uz Island (34%), gde kod Litvanije beležimo i najveći skok u periodu od 6 godina od čak 19%. Švedska je odmah iza sa napretkom od 18%, sa veoma slabih 8% 2007. godine, na sasvim solidnih za evropski standard 26%. Kao što vidimo, Švedska je zemlja koja je zabeležila veliki napredak svoje populacije kako u kompjuterskim, tako i internet veštinama. Ovaj podatak govori o razumevanju, na nacionalnom nivou, značaja informatičke pismenosti starijih generacija i njihovog opismenjavanja na ovom polju, usled činjenice da u doba školovanja ovih generacija ovaj tip kompetencija nije bio

razvijan. I 28,1% švedske populacije koja pohađa neke kurseve, upravo govori u prilog ovakvoj tvrdnji. Sa druge strane, ono što možda pomalo iznenađuje je jako niska informatička pismenost starije populacije u Nemačkoj. Iako sa zadovoljavajućim poznavanjem kompjuterskih veština (28%), nizak nivo poznavanja internet veština i veoma mali procenat populacije starije dobi u procesu učenja (posebno za razvijeni deo EU) sugerišu potencijalni pravac napretka nemačkog obrazovanja.

Kriterijumi učeničkih postignuća na kraju osmogodišnjeg obrazovanja

Procenu kvaliteta uspeha obrazovnih ishoda unutar samog obrazovnog sistema merimo sa dve celine - procenom učeničkih postignuća nakon četiri i osam godina obaveznog školovanja. Naravno, kada je reč o proceni nakon osmogodišnjeg obrazovanja koristimo rezultate PISA testiranja kao najpotpunijeg obrazovnog testiranja. Iako se samo testiranje sprovodi nad petnaestogodišnjacima, kada oni pohađaju prvi razred srednje škole kod nas (odnosno tokom devete godine obrazovanja u većini svetskih zemalja), oni *de facto* pokazuju uspešnost osmogodišnjeg obrazovanja. Kao i u poglavlju 5, za referentnu vrednost uspešnosti ćemo koristiti procenat đaka sa rezultatima ispod drugog nivoa PISA skale, odnosno procenat funkcionalno nepismenih đaka za četiri testirane oblasti - matematika, čitanje, nauka, kao i problemsko rešavanje zadatka. Da ovakva karakterizacija podataka ima smisla govori i podatak da i Evropska unija na identičan način meri uspešnost obrazovnih sistema. Naime, agendom EU2020 je predviđeno da do 2020. godine procenat đaka koji se smatraju funkcionalno nepismenim u nekoj oblasti bude ispod 15%. Na ovaj način, imamo i odličan benčmark za istraživanje koje će uslediti. Nacionalni prosvetni savet za Srbiju je do 2020. godine postavio granicu od 25%. Procenti funkcionalno nepismenih đaka po svakoj testiranoj oblasti prikazani su Tabelom 6.4 i pokazuju poslednje dostupne rezultate učeničkih postignuća merenih na PISA 2012 istraživanju.

O našim postignućima smo već detaljno govorili. Vidimo i iz Tabele 6.4 da smo na samom začelju u Evropi po broju funkcionalno nepismene dece, posebno u oblasti prirodnih nauka i matematike. Naravno, sa 60,7% i 56,6% Albanija i Crna Gora se nalaze u daleko nezavidnijem položaju, ali otvoreno je pitanje sa kim to treba da se poredimo i vrednujemo značaj naših rezultata. Sa

Tabela 6.3: Kriterijumi celoživotnog učenja.

Naziv	Celoživotno učenje	Kompjuterske veštine	Internet veštine
Belgija	6,7	18	13
Bugarska	1,7	7	15
Republika Češka	9,7	19	8
Danska	31,4	31	21
Nemačka	7,8	28	5
Estonija	12,6	28	21
Republika Irska	7,3	22	7
Grčka	2,9	13	12
Španija	10,9	28	14
Francuska	17,7	31	12
Hrvatska	2,4	24	11
Italija	6,2	23	15
Kipar	6,9	29	8
Letonija	6,5	17	19
Litvanija	5,7	27	32
Luksemburg	14,4	42	12
Mađarska	3	27	16
Malta	7,7	20	11
Holandija	17,4	40	13
Austrija	13,9	29	10
Poljska	4,3	14	10
Portugal	9,8	27	13
Rumunija	2	9	5
Slovenija	12,4	28	15
Slovačka Republika	2,9	21	12
Finska	24,9	33	19
Švedska	28,1	21	26
Velika Britanija	16,1	29	14
Island	25,8	32	34
Norveška	20,4	38	15
Švajcarska	30,4	m	m
Albanija	2	m	m
Crna Gora	3,4	m	m
Turska	4	9	5
Srbija	5,1	9	m
Benčmark	15	m	m

Izvor: OECD, Eurostat, RZS, Nacionalni prosvetni savet.

Tabela 6.4: Kriterijumi učenčkih postignuća na kraju osmogodišnjeg obrazovanja.

Naziv	Matematika	Čitanje	Nauka	Problemski zadaci
Belgija	18,9	16,2	17,6	20,8
Bugarska	43,8	39,4	36,9	56,7
Republika Češka	21	16,9	13,8	18,4
Danska	16,8	14,6	16,7	19,4
Nemačka	17,7	14,5	12,2	19,2
Estonija	10,5	9,1	5	15,1
Republika Irska	16,9	9,6	11,1	20,3
Grčka	35,7	22,6	25,5	m
Španija	23,6	18,3	15,7	28,5
Francuska	22,4	18,9	18,7	16,5
Hrvatska	29,9	18,7	17,3	32,3
Italija	24,7	19,5	18,7	16,4
Kipar	42	32,8	38,1	40,4
Letonija	19,9	17	12,4	m
Litvanija	26	21,2	16,1	m
Luksemburg	24,3	22,2	22,2	m
Mađarska	28,1	19,7	18	35
Malta	m	m	m	m
Holandija	14,8	14	13,1	18,5
Austrija	18,7	19,5	15,8	18,4
Poljska	14,4	10,6	9	15,7
Portugal	24,9	18,8	19	20,6
Rumunija	40,8	37,3	37,3	m
Slovenija	20,1	21,1	12,9	28,5
Slovačka Republika	27,5	28,2	26,9	26,1
Finska	12,3	11,3	7,7	14,3
Švedska	27,1	22,7	22,2	23,5
Velika Britanija	21,8	16,6	15	16,4
Island	21,5	21	24	m
Norveška	22,3	16,2	19,6	11,3
Švajcarska	12,4	13,7	12,8	m
Albanija	60,7	52,3	53,1	m
Crna Gora	56,6	43,3	50,7	56,8
Turska	42	21,6	26,4	35,8
Srbija	38,9	33,1	35	28,3
Benčmark	15	15	15	15

Izvor: OECD.

29,9% hrvatski đaci su za klasu bolji od srpskih 38,9%, kada je reč o procentu matematički nepismenih đaka. Gori od nas u Evropi jedino su još i Bugarska sa 43,8% i Rumunija sa 40,8%. Sa druge strane spektra imamo zemlje koje su ciljanu stopu od 15% do 2020. godine već ostvarile. U tome prednjače Estonija sa samo 10,5% funkcionalno nepismenih đaka iz oblasti matematike, Finska sa 12,3% i Švajcarska sa 12,4%.

Slična situacija je i u oblasti prirodnih nauka gde smo sa 35% takođe na samom dnu, opet značajno bolji od Albanije (53,1%) i Crne Gore (50,7%), kao i minimalno uspešniji od Rumunije (37,3%) i Bugarske (36,9%). Ipak, ponovo je ogroman zaostatak za Hrvatskom (17,3%) ili Slovenijom (12,9%) koja je ovde već ispunila cilj za 2020. godinu. Za ovu testiranu oblast situacija je malo bolja za sve zemlje, tako da je veći broj zemalja ispunio već inicijalni cilj EU. I dalje prednjače Estonija i Finska, koje imaju jednocifren procenat funkcionalno nepismene dece u oblasti nauke - 5% i 7,7%.

Poredimo li tri osnovne celine testiranja, čitalačka pismenost je kompetencija u kojoj nabolje stojimo po pitanju procenta đaka ispod nivoa 2 PISA skale. Sa 33,1% procentom funkcionalno nepismene dece, odnosno svakim trećim učenikom, nemamo razlog za nikakvu pohvalu. Ipak, za klasu smo bolji od Bugarske (39,4%) i Rumunije (37,3%). Kao i do sada, Albanija i Crna Gora su u potpunosti van konkurencije sa 52,3% i 43,3%. Jednocyfrene po ovoj kompetenciji su samo Estonija (9,1%) i Republika Irska (9,6%).

Testiranje snalaženja đaka u „problemskim situacijama“ prvi put je obavljeno za srpske đake na PISA 2012 istraživanju. Učenici su stavljeni pred niz situacija u kojima im nije potrebno znanje ni iz jednog školskog predmeta, već da pomoću intuicije i zdravog razuma reše problem postavljen pred njih. Rezultati ovog dela istraživanja su koliko ohrabrujući toliko i zbunjujući. I po ovom kriterijumu, i dalje je veliki broj funkcionalno nepismene dece - 28,6%, ali je to sada daleko uporediviji rezultat i sa zemljom sa najmanjim brojem funkcionalno nepismenih đaka - Estonijom (15,1%). Ovde smo bolji od Hrvatske (32,3%), a na istom nivou kao i Slovenija (28,5%). Ovako respektabilan rezultat zaslužuje pažnju i mnogo dublju analizu - u kompetencijama koje se ne izučavaju nastavnim planom i programom naši su đaci postigli bolje rezultate nego u sve tri testirane oblasti kojima se bave u školi.

Kriterijumi učeničkih postignuća na kraju četvorogodišnjeg obrazovanja

Procenu kvaliteta nastave tokom prve četiri godine obrazovanja testiraju TIMSS i PIRLS studije o kojima smo takođe govorili u prethodnom delu disertacije, prvi put u odeljku 4.4.1. Podaci ova dva testiranja za Srbiju su jako važni i korisni jer daju signal o kvalitetu razredne nastave, odnosno ishoda rada sa učiteljem. U okviru TIMSS 2011 studije testirani su đaci u oblasti matematike i nauke, dok je PIRLS 2011 studija koja testira čitalačke sposobnosti u istoj dobi. Podaci za sve zemlje Evrope koje su učestovovale i čije obrazovne sisteme želimo da uporedimo prikazani su Tabelom 6.5. Za razliku od prethodnih tabela obrazovnih ishoda, Albanija i Crna Gora se ne nalaze ovde jer ne učestvuju u istraživanju.

Vrednosti prikazane Tabelom 6.5 kreirane su na identičan način kao i PISA podaci, sa očekivanjem 500 na celokupnoj populaciji i standardnom devijacijom od 100. Za razliku od PISA podataka kod kojih smo koristili nivoe postignuća, TIMSS i PIRLS podatke prikazujemo sa njihovim originalnim vrednostima. Naime, i ova istraživanja generišu nivoe postignuća, ali su ih podelili u tri nivoa, informacija koja nije dovoljno precizna za svrhu upoređivanja koje je nama potrebno. Srbija nije učestvovala u PIRLS studiji gde je testirana čitalačka pismenost. Detaljnom analizom rezultata ove studije, vidimo sličnosti sa rezultatima PISA studije. Tako je Finska i ovde u samom vrhu, u ovom slučaju i apsolutno najbolja. Neke od zemalja koje su pokazale dobre rezultate na PISA 2012 testiranju ne učestvuju na ovom testiranju, tako da ne možemo da uporedimo rezultate Estonije i Švajcarske, dve zemlje pored Finske sa najboljim postignućima na poslednjem PISA testiranju. Vredno je naglasiti odličan rezultat Bugarske od 532 poena, značajno kvalitetniji od Belgije (506) ili Norveške (507).

Sa druge strane TIMSS istraživanje je sprovedeno i u Srbiji. Podatke istraživanja Nacionalni prosvetni savet nije uključio pri iskazivanju referentnih vrednosti srpskog obrazovnog sistema. Smatramo da odluka nije na mestu, jer je ovaj podatak posebno značajan za Srbiju pošto na osnovu njega možemo da odvojimo uspeh učitelja od uspeha nastavnika, odnosno nastavni proces od prvog do četvrtog razreda, od nastavnog procesa od petog do osmog razreda.

Razlog odvajanja osnovnog obrazovanja na period do četvrtog razreda i od petog do osmog razreda leži upravo u značajno boljim rezultatima na

Tabela 6.5: Kriterijumi učenčkih postignuća na kraju četvorogodišnjeg obrazovanja.

Naziv	Matematika	Nauka	Čitanje
Belgija	549	509	506
Bugarska	m	m	532
Republika Češka	511	536	545
Danska	537	528	554
Nemačka	528	528	541
Estonija	m	m	m
Republika Irska	527	516	552
Grčka	m	m	m
Španija	482	505	513
Francuska	m	m	520
Hrvatska	490	516	553
Italija	508	524	541
Kipar	m	m	m
Letonija	m	m	m
Litvanija	534	515	528
Luksemburg	m	m	m
Mađarska	515	534	539
Malta	496	446	477
Holandija	540	531	546
Austrija	508	532	529
Poljska	481	505	526
Portugal	532	522	541
Rumunija	482	505	502
Slovenija	513	520	530
Slovačka Republika	507	532	535
Finska	545	570	568
Švedska	504	533	542
Velika Britanija	542	529	552
Island	m	m	m
Norveška	495	494	507
Švajcarska	m	m	m
Turska	469	463	m
Srbija	516	516	m
Benčmark	m	m	m

Izvor: IEA i zanični podaci TIMSS i PIRLS istraživanja.

TIMSS istraživanju. Sa 516 poena na skali iz matematike, naša zemlja nalazi se oko proseka zemalja OECD-a, a sa statistički značajno boljim rezultatima od Italije, Norveške i Hrvatske. Ovo zaista predstavlja podatak koju nijedna analiza našeg obrazovnog sistema ne sme zaobići. A da ne govorimo o izolovanom rezultatu svedoči identičan rezultat iz oblasti nauke, gde imamo statistički značajno bolje rezultate od Španije i Poljske, a u istom smo rangju sa zemljama poput Hrvatske, Slovenije i Republike Irske.

6.3 Rangiranje evropskih obrazovnih politika

6.3.1 Kreiranje ocena postignuća definisanih kriterijuma

Definisane kriterijume neophodno je sada pretvoriti u ocene postignuća, prema proceduri sprovedenoj u odeljku 5.1. Za razliku od tog odeljka kada smo merili učeničke uspehe jednakog prioriteta i značaja, uspesi država nam ovde nisu jedini upoređivani faktori, već imamo i definisane idealne benčmarke. Kada, na primer, govorimo o kriterijumima obrazovnih ishoda naš idealni benčmark, ciljana stopa za 2020. godinu, iznosi 40% visokoobrazovanih u razdoblju 30-34 godine i manje od 10% osoba koje ranije napuštaju školovanje. Zbog toga, za razliku od ocena postignuća u odeljku 5, ovde ćemo koristiti modifikovane verzije formula (5.1) – (5.4).

Neka je p_{ij} postignuće za zemlju i po kriterijumu j . Ako postoji kriterijum za benčmark j , tada on može označavati gornju granicu koju treba dostići što ćemo obeležiti sa B_j , ili može da predstavlja donju granicu ispod koje se treba spustiti što ćemo obeležiti sa b_j . Primer za prvi tip benčmarka je upravo gorepomenuta stopa od 40% visokoobrazovanih, dok je za benčmark koji predstavlja donju granicu primer kriterijum osoba koje ranije napuštaju obrazovni proces. Za svaki kriterijum j , definišemo njegovu donju i gornju granicu, gde će nam jedna uvek predstavljati benčmark, a druga vrednost države koja je najdalje od njegove realizacije:

$$M_j = \begin{cases} \min\{\max_i p_{ij}, B_j\}, & \text{ako je benčmark definisan} \\ \max_i p_{ij}, & \text{ako benčmark nije definisan;} \end{cases} \quad (6.1)$$

$$m_j = \max\{\min_i p_{ij}, b_j \cdot I_{b_j}\}, \quad (6.2)$$

gde I_{b_j} predstavlja indikator događaja da je benčmark b_j definisan. Za ovako definisane ekstremne vrednosti postignuća, proces normalizacije, sledeći Nardo et al. (2005), je identičan:

$$a_i = \begin{cases} \frac{M_j - p_{ij}}{M_j - m_j}, & \forall i; \text{ ako je cilj minimizacija kriterijuma } j \\ \frac{p_{ij} - m_j}{M_j - m_j}, & \forall i; \text{ ako je cilj maksimizacija kriterijuma } j; \end{cases} \quad (6.3)$$

Za kriterijum j i ovako dobijenu normalizovanu ocenu a_i imamo konačnu ocenu postignuća:

$$g_k(a_{ij}) = \max\{1 + [5a_{ijk}], 5\}, \quad (6.4)$$

gde kao i u jednačini 5.4 funkcija $[x]$ označava ceo deo broja x .

Prateći formule (6.1) - (6.4) za svaki skup definisanih kriterijuma možemo da formiramo ocene postignuća koje su prikazane tabelama 6.6 - 6.10. Vidimo da je procedura slična kreiranju ocena izrazima (5.1) – (5.3), ali se razlikuje utoliko što moramo da vodimo računa da li je benčmark definisan.

6.3.2 Formiranje težinskih faktora

Kako bi sproveli rangiranje do kraja i kreirali relaciono drvo obrazovnih sistema u Evropi koristeći ELECTRE MLO metodu, neophodno je da svakom kriterijumu dodelimo težinski faktor. Pošto imamo pet obrazovnih celina, koje smo već opisali, sasvim je prirodno pretpostaviti jednakost njihovog značaja za obrazovni sistem u celini. Takođe, potpuno je jasno da će unutar svake celine, svi kriterijumi biti od jednakog značaja. I zaista, ne treba previše objašnjavati da kod procene osmogodišnjeg znanja nećemo davati veći značaj rezultatima iz matematike ili nauke. Tabelom 6.11 prikazane su vrednosti težinskih faktora za svaki kriterijum, kao i njihove normalizovane vrednosti.

Tabela 6.6: Ocena postignuća kriterijuma obrazovnih ishoda.

	Visoko obrazovani	Napustili školovanje
Belgija	5	5
Bugarska	3	5
Republika Češka	2	5
Danska	5	5
Nemačka	4	5
Estonija	5	5
Republika Irska	5	5
Grčka	4	5
Španija	5	3
Francuska	5	5
Hrvatska	2	5
Italija	2	4
Kipar	5	5
Letonija	5	5
Litvanija	5	5
Luksemburg	5	5
Mađarska	4	5
Malta	2	4
Holandija	5	5
Austrija	3	5
Poljska	5	5
Portugal	3	4
Rumunija	2	4
Slovenija	5	5
Slovačka Republika	3	5
Finska	5	5
Švedska	5	5
Velika Britanija	5	5
Island	5	4
Norveška	5	5
Švajcarska	5	5
Turska	1	1
Srbija	1	5

Tabela 6.7: Ocena postignuća socio-ekonomskih kriterijuma.

	R & D	Udeo obrazovanja u BDP	Stopa zaposlenosti
Belgija	4	4	4
Bugarska	1	2	3
Republika Češka	3	1	5
Danska	5	5	5
Nemačka	5	2	5
Estonija	4	3	5
Republika Irska	3	3	3
Grčka	1	m	1
Španija	2	2	2
Francuska	4	3	4
Hrvatska	1	1	1
Italija	2	2	2
Kipar	1	5	4
Letonija	1	3	4
Litvanija	1	2	4
Luksemburg	2	m	5
Mađarska	2	2	3
Malta	1	3	3
Holandija	4	3	5
Austrija	5	3	5
Poljska	1	2	3
Portugal	3	2	3
Rumunija	1	m	3
Slovenija	5	2	4
Slovačka Republika	1	1	3
Finska	5	3	5
Švedska	5	4	5
Velika Britanija	3	3	5
Island	m	5	5
Norveška	3	4	5
Švajcarska	m	3	5
Turska	1	m	1
Srbija	1	m	1

Tabela 6.8: Ocena postignuća kriterijuma celoživotnog učenja.

	Celoživotno učenje	Kompjuterske veštine	Internet veštine
Belgija	2	2	2
Bugarska	1	1	2
Republika Češka	4	2	1
Danska	5	4	3
Nemačka	3	4	1
Estonija	5	4	3
Republika Irska	3	3	1
Grčka	1	1	2
Španija	4	4	2
Francuska	5	4	2
Hrvatska	1	3	2
Italija	2	3	2
Kipar	2	4	1
Letonija	2	2	3
Litvanija	2	3	5
Luksemburg	5	5	2
Mađarska	1	3	2
Malta	3	2	2
Holandija	5	5	2
Austrija	5	4	1
Poljska	1	2	1
Portugal	4	3	2
Rumunija	1	1	1
Slovenija	5	4	2
Slovačka Republika	1	3	2
Finska	5	4	3
Švedska	5	3	4
Velika Britanija	5	4	2
Island	5	4	5
Norveška	5	5	2
Švajcarska	5	m	m
Turska	1	1	1
Srbija	2	1	m

Tabela 6.9: Ocene kriterijuma učenčkih postignuća na kraju osmogodišnjeg obrazovanja.

	Matematika	Čitanje	Nauka	Problemski zadaci
Belgija	5	5	5	5
Bugarska	1	1	1	1
Republika Češka	4	5	5	5
Danska	5	5	5	5
Nemačka	5	5	5	5
Estonija	5	5	5	5
Republika Irska	5	5	5	5
Grčka	2	4	3	m
Španija	4	5	5	4
Francuska	4	5	5	5
Hrvatska	3	5	5	3
Italija	4	5	5	5
Kipar	1	2	1	2
Letonija	5	5	5	m
Litvanija	4	4	5	m
Luksemburg	4	4	4	m
Mađarska	3	5	5	3
Malta	m	m	m	m
Holandija	5	5	5	5
Austrija	5	5	5	5
Poljska	5	5	5	5
Portugal	4	5	5	5
Rumunija	1	1	1	m
Slovenija	5	4	5	4
Slovačka Republika	3	3	3	4
Finska	5	5	5	5
Švedska	3	4	4	4
Velika Britanija	4	5	5	5
Island	4	4	4	m
Norveška	4	5	5	5
Švajcarska	5	5	5	m
Turska	1	4	3	3
Srbija	1	2	1	4

Tabela 6.10: Ocena kriterijuma učeničkih postignuća na kraju četvorogodišnjeg obrazovanja.

	Matematika	Nauka	Čitanje
Belgija	5	3	2
Bugarska	m	m	4
Republika Češka	3	4	4
Danska	5	4	5
Nemačka	4	4	4
Estonija	m	m	m
Republika Irska	4	3	5
Grčka	m	m	m
Španija	1	3	2
Francuska	m	m	3
Hrvatska	2	3	5
Italija	3	4	4
Kipar	m	m	m
Letonija	m	m	m
Litvanija	5	3	3
Luksemburg	m	m	m
Mađarska	3	4	4
Malta	2	1	1
Holandija	5	4	4
Austrija	3	4	3
Poljska	1	3	3
Portugal	4	4	4
Rumunija	1	3	2
Slovenija	3	3	3
Slovačka Republika	3	4	4
Finska	5	5	5
Švedska	3	4	4
Velika Britanija	5	4	5
Island	m	m	m
Norveška	2	2	2
Švajcarska	m	m	m
Turska	1	1	m
Srbija	3	3	m

Tabela 6.11: Težinski faktori kriterijuma.

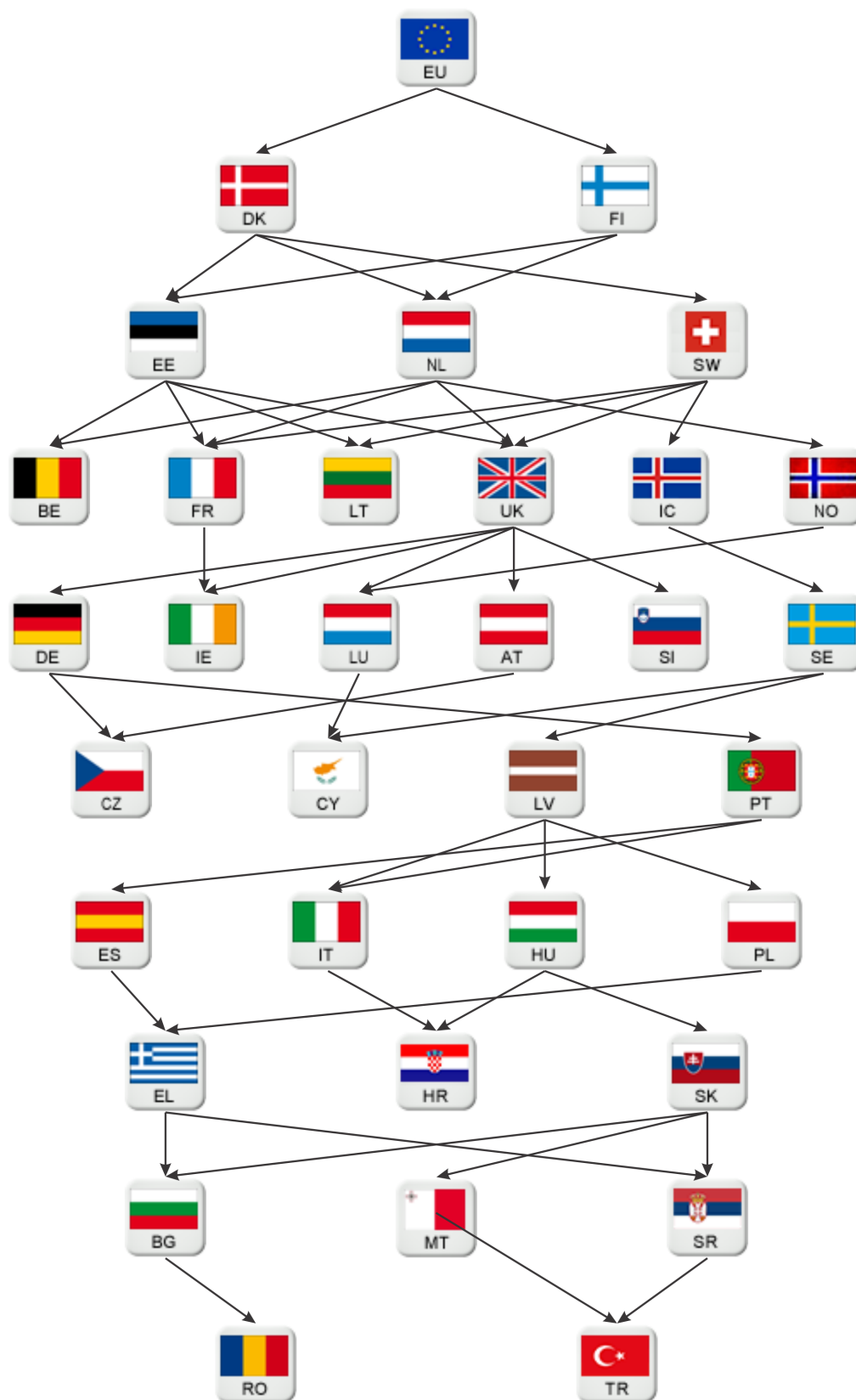
Kriterijum	w_k	w_k^*
Procenat visokoobrazovanih, 30-34	30	0,1
Rano napuštanje školovanja	30	0,1
Istraživanje i razvoj	20	0,067
Učešće BDP-a u obrazovanju	20	0,067
Stopa zaposlenosti, 25-64	20	0,067
Celoživotno učenje	20	0,067
Kompjuterske veštine	20	0,067
Internet veštine	20	0,067
PISA 2012 - matematika	15	0,050
PISA 2012 - čitanje	15	0,050
PISA 2012 - nauka	15	0,050
PISA 2012 - problemski zadaci	15	0,050
TIMSS 2011 - matematika	20	0,067
TIMSS 2011 - nauka	20	0,067
PIRLS 2011 - čitanje	20	0,067

6.3.3 Relaciono drvo

Definisani kriterijumi, formalizovane i izračunate ocene postignuća neophodni su koraci do prvog značajnog rezultata ovog poglavlja - relacionog drveta obrazovnih sistema Evrope, odnosno, rang obrazovnih sistema u skladu je sa definisanim kriterijumima. Koristimo ELECTRE MLO metodu kao u poglavlju 5. Za graničnu vrednost parametra λ uzećemo vrednost 0,71, dok ćemo veto graničnu vrednost postaviti na $v = 0,4$.³⁸ Rang evropskih zemalja ovako sprovedene analize prikazan je na slici 6.2

Relaciono drvo ukazuje na realno stanje obrazovanja u Srbiji. I svakako ne iznenađuje da se nalazimo pri samom dnu relacionog drveta, na pretposlednjem nivou rangiranih zemalja Evrope, gde su samo Turska i Rumunija ispod nas, a na istom rangu kao i Malta i Bugarska. Na nivou iznad naše zemlje nalaze

³⁸Naravno, ponovo se može postaviti identično pitanje oko izbora graničnih vrednosti. Videli smo u prethodnom poglavlju da je ELECTRE MLO veoma robusna na ovakve promene i da mala promena faktora neće uticati na rešenje. Svaka promena parametra koja dovodi do promene ranga na bilo koji način dovešće do promene putanja, ali analiza robusnosti slična onoj iz prethodnog poglavlja nema smisla usled značajne računске složenosti ovakvog postupka koji pritom ne bi dao značajne rezultate, odnosno, promena putanja razvoja ne bi sugerisala da je rešenje modela neprecizno, već samo metode koja se nalazi u pozadini.



Slika 6.2: Relaciono drvo obrazovnih sistema.

se Grčka, Hrvatska i Slovačka. Takođe, na samom vrhu relacionog drveta smeštene su Finska, kao i Danska, dok su odmah ispod Holandija, kao i dve zemlje sa značajnim napretkom po svim merilima njihovih obrazovnih sistema u poslednje vreme - Estonija i Švajcarska.

Sam vrh rezervisan je za idealni benčmark koji smo obeležili kao EU i predstavlja sistem u kojem su svi kriterijumi ispunjeni, sve ocene postignuća na maksimumu, bila to realizacija benčmarka po nekom kriterijumu ili najveće trenutno dostignuće tamo gde konkretan benčmark ne postoji. Ova alternativa je cilj kojoj sve zemlje streme. Danska i Finska kao zemlje sa najvišeg nivoa relacionog drveta vode se isključivo navedenim teoretskim merilima koje pokušavaju da implementiraju i dostignu, dok ostale zemlje za sebe mogu da nađu i konkretnu zemlju koja će biti njihov cilj pri komparativnoj analizi svojih postignuća i budućeg razvoja. Više-etapni model komparativne analize omogućava kreiranje optimalne putanje razvoja za ovako definisano relaciono drvo, dajući sugerisani pravac reformi za svaku zemlju i pokazuje koje su to zemlje čije bi reforme trebalo pratiti i implementirati.

6.4 Kreiranje optimalnih putanja razvoja primenom više-etapnog modela komparativne analize

U poglavlju 3 postavljena je metodološka osnova koju ćemo sada upotrebiti radi kreiranja optimalnih putanja razvoja za svaku zemlju relacionog drveta prikazanog Slikom 6.2. Primenujemo model detaljno opisan u odeljku 3.2 sa konačnim ciljem da dobijemo optimalnu putanju razvoja kao i vrednost relativne mere varijacije putanje ρ_i^π definisane izrazom (3.7).

Tabela 6.12 pokazuje direktni benčmark za svaku zemlju dobijen primenom više-etapnog modela komparativne analize. Iako ni na koji način ne uzimaju geografsku niti kulturološku distancu kao kriterijum, više-etapni model komparativne analize daje rezultate koji bi gotovo u potpunosti bili konzistentni sa kvalitativnim izborom benčmarka samo na osnovu kulturoloških i geografskih kriterijuma. Tako imamo Portugal kao direktni benčmark Španiji i Italiji, zemljama koje se jako često pominju u zajedničkom kontekstu. Sa druge strane, Republika Slovačka ima za direktni benčmark Mađarsku, svog suseda, a ujedno i zemlju sa najvećom nacionalnom manjinom unutar Republike

Tabela 6.12: Direktni benčmark za svaku zemlju.

Država	Hijerarhijski nivo	Direktni benčmark
Estonija	3	Finska, Danska
Holandija	3	Finska, Danska
Švajcarska	3	Danska
Belgija	4	Estonija, Holandija
Francuska	4	Holandija
Litvanija	4	Estonija
Velika Britanija	4	Estonija, Holandija
Island	4	Švajcarska
Norveška	4	Holandija
Nemačka	5	Velika Britanija
Republika Irska	5	Francuska
Luksemburg	5	Velika Britanija, Norveška
Austrija	5	Velika Britanija
Slovenija	5	Velika Britanija
Švedska	5	Island
Republika Češka	6	Nemačka
Kipar	6	Luksemburg
Letonija	6	Švedska
Portugal	6	Nemačka
Španija	7	Portugal
Italija	7	Portugal
Mađarska	7	Letonija
Poljska	7	Letonija
Grčka	8	Španija
Hrvatska	8	Italija
Slovačka Republika	8	Mađarska
Bugarska	9	Slovačka
Malta	9	Slovačka
Srbija	9	Grčka
Rumunija	10	Bugarska
Turska	10	Malta

Slovačke. Kada je reč o susedima kao idealnom benčmarku, i Hrvatska spada u jednu od zemalja gde je idealni benčmark upravo njen sused - Italija, kao i još jedan jako koristan i lako objašnjiv rezultat, direktni benčmark Rumunije je Bugarska. Interesantno je napomenuti ovde da Hrvatska, iako locirana jedan hijerarhijski nivo iznad Srbije nije njen direktni benčmark, već Grčka ali ćemo o tome detaljnije u odeljku 6.5, kada ćemo se baviti isključivo rezultatima vezanim za Srbiju i njihovim implikacijama. Svakako možemo da konstatujemo, kada je o Srbiji reč, da Grčka jeste validan benčmark koji svoje utemeljenje može naći i u geografskom položaju ili socijalnom statusu ove dve zemlje.

Kada je reč o idealnim putanjama, za zemlje sa drugog nivoa, Dansku i Finsku, imamo trivijalnu putanju ka idealnom benčmarku označenu kao Evropska unija. Već zemlje sa trećeg nivoa imaju više izbora na raspolaganju. Naravno, kada je o Švajcarskoj reč, direktni benčmark sa drugog hijerarhijskog nivoa je jedino Danska, tako da je putanja do optimalnog benčmarka preko Danske jedina moguća putanja. Sa druge strane, kada je o Estoniji i Holandiji reč, imamo identičnu situaciju, moguća su oba puta, preko oba kandidata za direktnog benčmarka - Danske i Holandije. Pažljivom analizom postignuća obrazovnih profila možemo da primetimo da je razlika između dve zemlje sa najvišeg nivoa samo u jednoj oceni - postignućima iz naučne pismenosti na TIMSS testiranjima. Ova razlika nema nikakav suštinski značaj zbog karakteristika profila na nivou ispod, pa se ova razlika ni u jednoj putanji do kraja neće videti. Kao posledica toga, oba potencijalna puta do vrha za Estoniju i Holandiju od jednakog su značaja. Samim tim, veliki broj putanja na nižim nivoima neće razlikovati pomeranje na vrhu, da li ide preko Danske ili Finske, jer su oba ova potencijalna benčmarka gotovo identična.

Na četvrtom nivou zemalja, Island ima jedinstvenu putanju preko Švajcarske i Danske. Bazirana na već pomenutom odnosu između Danske i Finske, Norveška optimalna putanja ide preko Švajcarske a zatim može da krene na proizvoljnu stranu, ka Danskoj ili Finskoj. Putanje su identične i vrednosti parametra ρ_i^π koji meri kvalitet putanje iznosi 0,5. Belgija može za svoju optimalnu putanju razvoja da izabere put Belgija-Estonija-Danska-EU ili proizvoljan put preko Holandije. Sva tri puta imaju jednaku vrednost parametra $\rho_i^\pi = 0,65$. U ovom slučaju stvar je na donosiocu odluke, odnosno kreatoru javne politike da, uvodeći još neki kriterijum ili koristeći subjektivne geografsko-socijalne karakteristike, odredi optimalnu putanju. Sa druge strane,

potpuno drugačija situacija je sa Francuskom. Iako ima pet potencijalnih putanja razvoja do vrha relacionog drveta, optimalno za Francusku je da prati puteve preko Holandije, te u ovom slučaju imamo jedinstveni direktni benčmark. To predstavlja još jedan slučaj države koja se graniči sa svojim direktnim benčmarkom, a pored toga, možemo slobodno reći, govorimo o državama sa sličnim karakteristikama u socijalnom smislu. Litvanija je u tom smislu još preciznija kada je o optimalnoj putanji reč, jer je putanja Litvanija-Estonija-Danska-EU najbolja. Vidimo, da kada je reč o Litvaniji ponovo dobijamo potpuno smisljeno rešenje i u kvalitativnom smislu. Velika Britanija ne razlikuje putanje preko Estonije i Holandije u svojoj optimalnoj putanji razvoja.

Peti nivo se takođe sastoji od šest država. Nemačka ima Veliku Britaniju kao direktnog benčmarka. Putevi nakon Velike Britanije su indiferentni u smislu optimalnosti ovog modela. Svakako, put preko Holandije ili Švajcarske bi imao više smisla zbog sličnosti i bliskosti ovih zemalja. Republika Irska ima dva potencijalna direktna benčmarka, Veliku Britaniju i Francusku. Ipak, ispostavlja se da su putevi preko Francuske kvalitetniji, tako da u ovom slučaju imamo jedinstveni direktni benčmark i optimalne putanje razvoja imaju vrednost $\rho_i^\pi = 0,41$. Od preostalih zemalja na ovom nivou, Slovenija ima Veliku Britaniju kao jedinog potencijalnog benčmarka, dok Švedska ima čak i jedinstvenu putanju do vrha, krećući se prema idealnom benčmarku preko svojih benčmarka - Islanda, Švajcarske i Danske.

Velika prednost ovog modela je da posmatranjem alternativa (u ovom slučaju država) sa donjih nivoa hijerarhijskog procesa, iako se značajno uvećava potencijalni broj putanja do vrha, ne samo da ne dobijamo komplikovanija rešenja, već potpuno obrnuto. Kako se spuštamo niz relaciono drvo, optimalne putanje razvoja generišu daleko konkretnija i preciznija rešenja. I zaista, ako pogledamo direktne benčmarke zemalja ispod šestog nivoa videćemo da sve imaju jedinstvenog direktnog benčmarka. Postojanje više od jedne optimalne putanje biće isključivo posledica sličnosti zemalja sa vrha relacionog drveta. Republika Češka za svog direktnog benčmarka ima Nemačku, te su optimalne putanje one putanje koje idu preko Nemačke. Letonija i ima jedinstveni put do vrha, preko Švedske i Islanda, tako da je tu putanja direktno definisana svojstvima relacionog poretku dobijenog ELECTRE MLO metodom.

Spuštanjem za još jedan nivo, dolazimo do već pomenute Španije i njenog direktnog benčmarka - Portugala. Štaviše, Portugal je i jedini mogući

benčmark Španije, nakon čega je put vodi preko Nemačke. Italija ima dve mogućnosti za razvoj putanje, preko Portugala i Letonije. Model i ovde, gotovo da je predvideo daleko veću sličnost Italije i Portugala, te je direktni benčmark i za Italiju Portugal, a kao i za Španiju, nakon Portugala sledi Nemačka kao sledeći benčmark kada posmatramo celokupnu putanju. Sa druge strane, Mađarska ni nema odnos (u smislu preferencije) sa Portugalom, već je njen direktni benčmark Letonija. Slična priča važi i za Poljsku kojoj je Letonija jedini benčmark. Za obe zemlje važi da imaju jedinstvenu putanju do vrha relacionog drveta koji ide preko Švedske, Islanda i Švajcarske. Za slučaj Mađarske $\rho_i^\pi = 0,46$, dok je kod Poljske $\rho_i^\pi = 0,56$.

Na osmom nivou relacionog drveta nalaze se Grčka, Hrvatska i Slovačka. Potencijalni direktni benčmark za Grčku su Španija i Poljska. Model definiše Španiju kao bolji poredbeni kriterijum, te put Grčke ima putanju Španija-Portugal-Nemačka uz $\rho_i^\pi = 0,46$. I zaista, povezanost mediteranskih država pokazuje snagu modela. Iako se ne nalaze na istom hijerarhijskom nivou, model više-etapne komparativne analize kreira vezu između njih. Na taj način, definisana je razlika između kvaliteta obrazovnih sistema ali i data jasna povezanost iako sam model ne anticipira geografsku povezanost. Gotovo identični istraživački rezultati se mogu prezentovati i za slučaj Hrvatske. Njeni potencijalni direktni benčmark su Mađarska i Italija, obe susedi. Sam model optimalnu putanju pronalazi preko Italije, a zatim preko Portugala i Nemačke, što u socio-kulturološkom smislu i izgleda daleko bliže nego potencijalne putanje preko Mađarske a zatim i Letonije. Slovačka isto ima svog suseda za direktnog benčmarka - Mađarsku, a zatim putanja ide do vrha preko Letonije.

Deveti nivo relacionog poretka je nivo na kome se nalazi i Srbija uz Bugarsku i Maltu. Kada je o Bugarskoj reč, direktni benčmark je Slovačka, gde je i Grčka bila kandidat. Nakon Slovačke, put se kreće ka vrhu preko Mađarske i Letonije. Malta ima samo jednog potencijalnog benčmarka Slovačku, tako da je njena putanja direktno određena. O Srbiji ćemo svakako više govoriti u nastavku, u odeljku 6.5. Vidimo iz Tabele 6.12 da je u slučaju naše zemlje, a za razliku od zemalja sa istog nivoa, Grčka bolji benčmark od Slovačke. I naš put će, kao i grčki ići preko mediteranskih zemalja, Španije i Portugala, a zatim i Nemačke do samog vrha, a vrednost parametra za definisanje rastojanja putanje od idealne iznosi $\rho_i^\pi = 0,47$. Iako ćemo u nastavku detaljnije predstaviti sve potencijalne putanje za Srbiju možemo sada reći da je vrednost putanje preko Slovačke jako bliska kvalitetu optimalne putanje, kao i da je

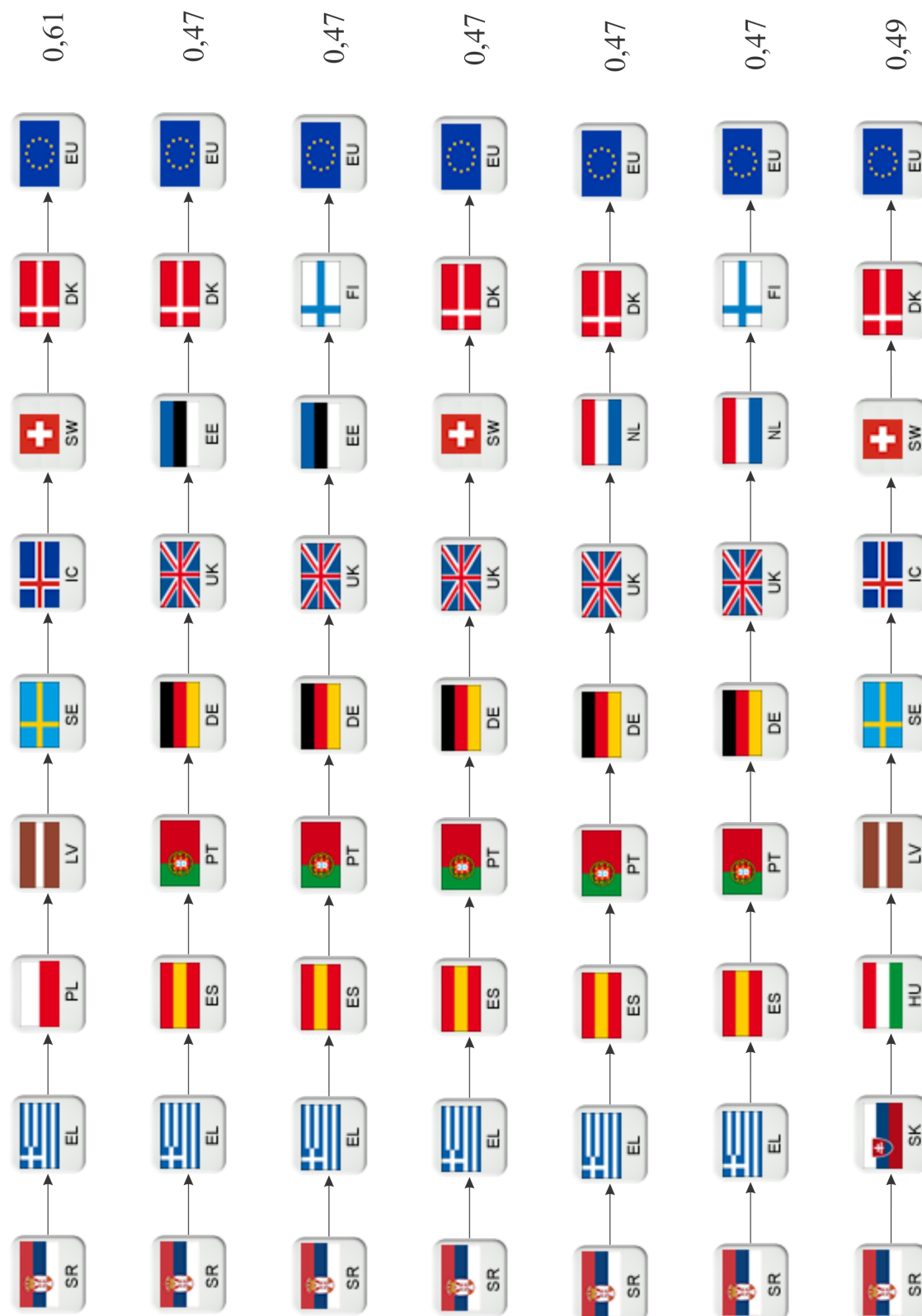
putanja preko Grčke i Poljske daleko najslabija. Ovakav rezultat ostavlja donosiocima odluka u obrazovnoj politici širi dijapazon mogućnosti, kada je reč o pravcima unapređenja obrazovnog sistema.

Poslednji nivo sastoji se od zemalja koje je naša analiza ocenila kao zemlje sa najlošijim obrazovnim sistemima u posmatranoj grupi. Reč je o Turskoj i Rumuniji. Kada je o Rumuniji reč ponovo je model dao rezultat koji se može smatrati potpuno očekivanim, direktni benčmark Rumunije je Bugarska. Optimalna putanja Rumunije ide preko Slovačke i još jednog komšije, Mađarske. Ako pogledamo rezultate postignutih putanja, $\rho_i^\pi = 0,5$ za putanje preko Grčke i Španije, ne značajno veće nego putanja preko Slovačke ($\rho_i^\pi = 0,45$), što govori o sličnosti benčmarka koji slede nakon Bugarske. Sa druge strane, direktni potencijalni benčmark za Tursku su Srbija i Malta. Posmatrajući dosadašnje postignute rezultate modela, možemo čak i reći da je Srbija očekivani rezultat za Tursku. Ipak, veza sa Maltom nije nepostojeća s obzirom da je reč o dve države sa jakom ulogom religije, gde bi dublja analiza vrlo verovatno bila u mogućnosti da ukaže na korelaciju između religijskog faktora i obrazovanja u celini, kao i na stepen njihove povezanosti.

6.5 Pregled putanja razvoja za Srbiju

Kao što smo napomenuli, u ovom odeljku želimo da detaljnije prikazemo sve potencijalne putanje razvoja za Srbiju, njihove razlike, kao i da objasnimo zašto su one nastale. Vidimo na Slici 6.3 da su najbolje putanje ka vrhu one koje idu preko Grčke i Španije. Jednaka vrednost parametra ρ_i^π , koji se nalazi na desnoj strani slike, posledica je veoma male razlike, zanemarljive za sam model, na samom vrhu relacionog drveća. Kao što smo rekli, Danska i Finska se razlikuju u samo jednoj oceni, što nikako neće uticati na konačan ishod. Vidimo da čak ni treći nivo na kome se nalaze Estonija, Holandija i Švajcarska neće uticati. Ipak, putanje do trećeg nivoa se razlikuju u svojim vrednostima. Možemo smatrati, analizirajući Sliku 6.3, da postoje tri klase puteva od Srbije do vrha idealnog benčmarka. To bi bile putanja preko Grčke i Poljske pa do vrha, klasa puteva preko Grčke, Španije, Portugala, Nemačke i Velike Britanije, kao i putanja Slovačka, Mađarska, pa sve do idealnog benčmarka.

Putanja preko Grčke i Poljske sa vrednošću $\rho_i^\pi = 0,61$ slabija je od preostale dve klase puteva. Možemo konstatovati da ova putanja, pre svega misleći na deo Poljska, Letonija, Švedska, nije dobar dugoročni benčmark za Srbiju.



Slika 6.3: Putanje razvoja za Srbiju kao i vrednost parametra ρ_i^T kvaliteta putanja.

Razlog leži u velikoj razlici u parametrima onih indikatora za čiju se realizaciju Srbija nalazi na samom začelju. Naime, sa 40,5% visokoobrazovanih, u dobi 30-34 godina, Poljska je daleko ispred Srbije sa njenih 18%, i već je ispunila zacrtani cilj EU2020 agende. Najbolji benčmark, kada je reč o indikatoru vezanom za visokoobrazovane, bila bi putanja Slovačka-Mađarska, koje sa svojih 26,9% i 31,9% predstavljaju upravo postepeni napredak kakav i želimo da postignemo više-etapnim modelom komparativne analize.

Najveća razlika u kvalitetu putanja, posebno kada se govori o putevima preko Poljske i Španije, prisutna je u investiranju u istraživanje i razvoj. Naime, kod Grčke, Poljske i Letonije nema velike razlike u odnosu na Srbiju, a onda dolazimo do Švedske koja je sa 3,41% u samom vrhu. Na ovaj način, u jednom koraku skačemo sa najgore ocene po ovom indikatoru (videti Tabelu 6.7) na najbolju ocenu, što želimo da izbegnemo po svaku cenu. Put preko Španije i Portugala je, po ovom kriterijumu, jako blizu idealnom, gde se u Tabeli 6.7 vidi da su ocenjene normalizovane vrednosti, 2 za Španiju, 3 za Portugal, te je postignuto željeno postepeno napredovanje po ovom kriterijumu. Razlika u odnosu na putanju preko Slovačke i Mađarske delom imamo postignutu upravo na ovom kriterijumu, jer i ovde imamo veliki skok u postignućima u odnosu na Letoniju i Švedsku.

Svakako, kvalitativni karakter ovog modela omogućava donosiocu odluka da proceni da li je putanja preko Slovačke i Mađarske prihvatljivija u odnosu na klasu putanja preko Grčke i Španije. Dublja analiza samih postignuća i kvalitet putanja pokazuju da je klasa putanja preko Grčke i Španije bolja kada je reč o poboljšanju kriterijuma vezanih za istraživanje i razvoj, doživotno učenje, kao i minimalno za učenička postignuća (ali gotovo zanemarljivo). Sa druge strane, putanja preko Slovačke i Mađarske daje kvalitetnije rezultate za kriterijume vezane za visoko obrazovanje (o čemu smo već govorili) i za kompjutersku pismenost građana. Zanemarljivo male razlike u većini kriterijuma mogu da utiču na donosiocu odluka i da, pomoću nekih neimenovanih kriterijuma poput geografske bliskosti, preinače inicijalnu odluku o optimalnoj putanji. Na primer, to bi mogao biti slučaj Turske čiji su kandidati za direktni benčmark Srbija i Malta.

Primećujemo, takođe, da Hrvatska nije kandidat za direktnog benčmarka Srbiji. Razlog leži u rezultatima ELECTRE metode. Naime, ako pogledamo obrazovne ishode obe zemlje vidimo da je Hrvatska ispred Srbije, posebno kada je reč o učeničkim postignućima na PISA testovima, gde hrvatski srednjoškolci

značajno prednjače u odnosu na vršnjake iz Srbije. Ipak, jačina veze nije toliko značajna da možemo da kažemo da Hrvatska dominira Srbiju, u smislu ELECTRE metodologije. I zaista, lako se može izračunati da je modifikovani indeks saglasnosti između ove dve zemlje $C(HR, SR) = 0,63$. Jasno vidimo da je Hrvatska bolje pozicionirana, ali jačina veze nije dovoljno snažna da može da se tvrdi da dominira Srbiju, s obzirom na postavljene granične vrednosti ($\lambda = 0,71$).

6.6 Predlog reformi obrazovanja u Srbiji

Prethodna poglavlja pružila su uvid u srpski obrazovni sistem, njegovu poziciju u Evropi kao i situaciju na mikro nivou, posebno se fokusirajući na srednjoškolske obrazovne profile u poglavlju 5. Cilj ovog odeljka je da napravi presek do sada prikazanog, uveže u celinu i prezentuje stanje srpskog obrazovnog sistema (odeljak 6.6.1). Pored već prikazanih podataka, njihove sistematizacije, ukazaćemo na još neke detalje koji do sada nisu spomenuti, sve zarad potpunog uvida u trenutno stanje. Nakon toga, u odeljku 6.6.2, na osnovu trenutne situacije i prikazanih rezultata modela više-etapne komparativne analize prezentovaćemo set potencijalnih reformi obrazovnog sistema u Srbiji baziranih na rezultatima modela.

6.6.1 Obrazovanje u Srbiji i implikacije na ekonomski razvoj

Kada je reč o osnovnim determinantama sistema, srpski obrazovni sistem karakteriše mali broj visoko obrazovanih. Tako imamo 18% visoko obrazovanih starosti od 30 do 34 godina, što je daleko ispod 40% koliko je Evropska unija zacrtala kao cilj do 2020. godine za svoje članice. Sa druge strane, pre svega kao direktna posledica socijalističkog sistema, osnovno i srednje obrazovanje završava veliki broj đaka. Samo 8% učenika napušta ranije obrazovni proces, što je rezultat koji je ispod granice od 10% koliko je EU definisala svojom EU2020 agendom. Veoma niska stopa zaposlenosti (54%)³⁹ i stanje u društvu u kojem preovladava stav da obrazovanje ne utiče na buduće zaposlenje odražava se i na sama postignuća obrazovnih ishoda.

³⁹Podatak statističkog zavoda, jul 2014. godine

Jedan od najznačajnijih faktora koji verno opisuju stanje obrazovnog sistema u Srbiji (a daje i daleko širu sliku društva od samog stanja u obrazovnom sistemu) jeste veliki broj državljana koji napuštaju zemlju, a prevashodno visoko obrazovanih. Poznato je da je Srbija po odlivu mozgova na samom začelju na svetskom nivou. Naime, prema podacima Svetskog ekonomskog foruma i njihovog Indeksa globalne konkurentnosti za 2014/2015. godinu, od 144 zemalja Srbija se nalazi 141. mestu po sposobnosti da talentovane osobe zadrži u zemlji, a na 143. mestu da privuče talentovane osobe⁴⁰. Istraživanja o broju migranata nisu brojna i predstavljaju sjajnu polaznu osnovu za neka buduća istraživanja. Beine et al. (2001), Docquier & Marfouk (2006), Docquier et al. (2007) analizirali su uticaje migracija i efekte na ekonomski razvoj sa posebnim osvrtom na zemlje u razvoju koje su najviše pogođene ovim fenomenom.

Dalje, sa ulaganjem od samo 0,9% ukupnog BDP-a u istraživanje i razvoj nalazimo se na samom začelju evropskih zemalja. Ovaj podatak nedvosmisleno potvrđuje već pominjani stav o nesvršishodnosti obrazovanja zarad budućeg zaposlenja ili veće zarade. Ulaganja u istraživanje i razvoj karakteristična su za zemlje čiji tehnološki, ekonomski i svaki drugi napredak počiva na inovaciji. Upravo je i Indeks globalne kompetitivnosti prepoznao odsustvo ovakve filozofije napretka za našu zemlju i svrstao ju je u grupu zemalja koje baziraju svoj napredak na povećanju efikasnosti. Ipak, stabilan rast kroz istoriju uvek je bio podstaknut tehnološkim inovacijama i svaki drugi pokušaj podizanja društvenog proizvoda, na primer, poljoprivredom, ne može dati ni približno jednak efekat⁴¹. Uticaj obrazovanja na faktore privrednog rasta ogleda se upravo multiplikativnom efektu ljudskog kapitala. Već smo spominjali njegov značaj u prethodnim poglavljima i kako je prepoznat i u teoretskim modelima, a nikako ne treba izostaviti efekat obrazovanja i ljudi unutar ekonomskog sistema koji doprinose privrednom rastu i podizanjem stranih direktnih investicija isključivo predstavljajući se kao obrazovna sredina u koju vredi ulagati. Primer za to u Srbiji je definitivno IT industrija, a mnogo

⁴⁰Rezultati za Srbiju su dostupni na <http://www3.weforum.org/docs/GCR2014-15/Serbia.pdf>. Stranici poslednji put pristupljeno 9.4.2015.

⁴¹Naravno, ulaganje države u obrazovanje predstavlja još jednu značajnu determinatnu svakog obrazovnog sistema. To je jasan signal koliko država daje na značaju obrazovanju, kao jednoj od najsigurnijih dugoročnih investicija. Ipak, kada je reč o našoj zemlji ova cifra je nejasna jer metodologija dobijanja ove vrednosti razlikuje se od metodologije u Evropi. Zbog toga, analizu ovog faktora ne napominjemo kada je o Srbiji reč zbog nemogućnosti eksterne provere kvaliteta dobijenih vrednosti.

se može naučiti iz primera Singapura.

Indeks celoživotnog učenja predstavlja prvu međupredmetnu kompetenciju testiranu na radnoj populaciji od 25 do 64 godine. Već smo napomenuli da se ovaj indeks, korišćen za rangiranje obrazovnih sistema Evrope, odnosi na osobe uzrasta 25 do 64 godina koji su pohađali neki kurs u periodu do 4 nedelje pre anketiranja, a koji ne učestvuju u obrazovnom procesu, o čemu je više bilo reči pri definisanju kriterijuma. Agendom Evropske unije EU2020 predviđeno je da do 2020. godine 15% odgovarajuće populacije učestvuje u ovom procesu. Sa 5,1% Srbija je na samom dnu. I ovo je nešto što svakako možemo povezati sa celokupnom situacijom u društvu gde se ne vidi interes bilo kog pojedinca da ulaganjem u lično obrazovanje podigne svoju vrednost na tržištu rada.

U odeljku 4.5 pokazali smo poziciju Srbije u međunarodnim istraživanjima učeničkih postignuća. Rezultati TIMSS, a posebno PISA istraživanja ukazuju na podređeni položaj naših učenika u odnosu na veliki deo evropskih zemalja. Nešto bolja situacija je kada je reč o đacima uzrasta od devet godina, na TIMSS istraživanju. Tabela pokazuje poslednje postignute rezultate naših učenika na oba istraživanja, kao i procenat funkcionalno nepismene dece za svaku testiranu oblast u PISA 2012 studiji. Kao što je već pomenuto, značajno veliki broj funkcionalno nepismene dece, kao i podatak da se većina đaka nalazi na prvom ili drugom nivou postignuća, govori u prilog tome da je naš obrazovni sistem fokusiran na reprodukciju i ponavljanje naučenog a ne na upotrebi već dostupnih informacija.

Tabela 6.13: Rezultati Srbije na PISA 2012 i TIMSS 2011 istraživanjima.

PISA 2012	Postignuća učenika	Procenat funkcionalno nepismenih
Matematika	449	38,9
Čitanje	446	33,1
Nauka	445	35,0
Problemski zadaci	473	18,5
TIMSS 2011		
Matematika	516	
Nauka	516	

Izvor: OECD, IEA.

Po pitanju ravnopravnosti polova u postignućima, Srbija se ne razlikuje od evropskih zemalja. Dečaci imaju bolje rezultate iz matematike, i tu razlika iznosi 9 poena (453 i 444 poena na PISA skali). Ovakav trend nije neuobičajen

pa je i OECD prosek 11 poena u korist dečaka. Za razliku od matematike za sve testirane zemlje važi da su devojčice bolje u čitanju. Statistički značajna razlika od 46 poena u Srbiji ipak nije alarmantna, ako uporedimo sa 70 poena u Bugarskoj. OECD prosek od 38 poena takođe nije daleko od naših rezultata.

Kada je reč o vezi socio-ekonomskog statusa i obrazovanja, primenićemo metodologiju iz poglavlja 5. Ako učenike podelimo na kvartile socio-ekonomskog statusa i pogledamo njihova postignuća dobijamo rezultat prikazan u Tabeli 6.14.

Tabela 6.14: Uspeh učenika u Srbiji u zavisnosti od socio-ekonomskog statusa.

	Najniži SES	Nizak SES	Visok SES	Najviši SES
Funkcionalno nepismenih	54,50%	44,30%	36,30%	23,50%
Nadarenih	6,80%	9,50%	12,00%	23,70%
Uspeh - matematika	408	433	445	485
Uspeh - čitalačka pismenost	413	434	444	478
Uspeh - prirodne nauke	414	435	443	481

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

Uticaaj socio-ekonomskog statusa na postignuća učenika u Srbiji nedvosmi-slen je i nakon letimičnog pogleda na Tabelu 6.14. Ovaj efekat vidljiv je kako u broju funkcionalno nepismenih đaka, tako i u broju đaka sa viših nivoa postignuća. Gotovo četiri puta veći udeo sposobnijih đaka koji se nalaze u grupi 25% najbogatije dece u odnosu na najsiromašniju četvrtinu pokazuje značajne razlike u mogućnostima daljeg napretka dece iz različitih socio-ekonomskih grupa. Umanjenje ove razlike treba da bude još jedan od ciljeva državne politike u sferi obrazovanja.

Koliki je pomenuti jaz vidi se iz drugog dela Tabele 6.14. Razlika od 77 poena između najsiromašnije i najbogatije grupe učenika je zabrinjavajuća, ona predstavlja dve godine učenja u školi. Takođe, vidimo da razlike u testiranoj oblasti gotovo da ne postoje, tako da je jaz između ove dve grupe učenika očigledan kada je reč o svim postignućima. Ovoliko velika razlika nije neuobičajena ni za druge zemlje, pa je tako u Hrvatskoj slična razlika, dok u Finskoj ona iznosi 60 poena. To ne umanjuje značaj problema i buduće reforme obrazovnih sistema u svetu će morati da se bave pitanjem jednakosti obrazovnih mogućnosti.

Ako nastavimo da pratimo metodologiju iz pomenutog poglavlja, i fo-kusiramo se na obrazovne profile, Tabela 6.15 pokazuje, za svaki obrazovni

profil, kako su učenici raspodeljeni po socio-ekonomskim grupama. Vidimo da gotovo 50% svih đaka koji pohađaju gimnazije spada u grupu dece sa najvećim socio-ekonomskim statusom. Zanatsko-tehničke škole u najvećoj meri upisuju učenici sa najnižim socio-ekonomskim statusom (42,9%), dok samo 8,4% svih đaka ovog obrazovnog profila pripada grupi sa najvećim socio-ekonomskim statusom. Slično se vidi i iz Tabele 6.15 gde je za svaki kvartil prikazano u koje škole se đaci upisuju. Tako zapažamo da samo 7,9% đaka iz grupe sa najnižim socio-ekonomskim statusom upisuje gimnazije. Sa druge strane, ako pogledamo đake sa najvišim socio-ekonomskim statusom, 40,6% upisuje gimnazije. Možemo reći, ovi đaci se jasno kreću ka putu dobijanja visokog obrazovanja, jer je realno očekivati da gotovo svi đaci koji pohađaju gimnazije nastave dalje školovanje (Stamenković, 2015).

Tabela 6.15: Raspodela učenika po SES-u unutar svakog obrazovnog profila, u %

Obrazovni profil	Najniži SES	Nizak SES	Visok SES	Najviši SES	Ukupno
Gimnazija	9,4	15,4	26,3	48,9	100
Tehnička	28,8	30,4	25,1	15,7	100
Zanatsko-tehnička	42,9	28,1	20,6	8,4	100
Medicinska	21,9	29,6	27,8	20,7	100
Ekonomska	26,2	26,5	25,6	21,7	100
Poljoprivredna	41,2	24,9	22,5	11,4	100
Umetnička	10,1	18,5	26,6	44,8	100

Izvor: sopstveno istraživanje na zvaničnim PISA podacima.

Upravo zbog tog razloga Vlada Republike Srbije i Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja su, unutar Strategije razvoja obrazovanja u Srbiji, predvideli povećanje broja učenika u gimnazijama, kao prirodan put ka uvećanju broja visokoobrazovanih u Srbiji. Ostvarenje tog cilja moguće je jedino upisivanjem dece sa nižim socio-ekonomskim statusom u gimnazije, odnosno njihovim motivisanjem da se odluče na ovaj korak. Tako nešto moguće je jedino uz jasnu stimulaciju uspešnih đaka, čiji socio-ekonomski status ne sme da utiče na dalje školovanje.

6.6.2 Predlog reformi sistema kao rezultat modela više-etapne komparativne analize

Prvi pravci reforme

Rezultati više-etapnog modela komparativne analize ukazali su na Grčku kao direktnog benčmarka za Srbiju. Takođe, videli smo, pri detaljnoj analizi putanja, da ne treba zanemariti ni potencijalne putanje preko Slovačke kao alternative, ali ni Hrvatsku, koja nije kandidat za direktni benčmark jer nema značajno bolje rezultate od Srbije pošto vidimo da ne postoji relacija preferencije u tom pravcu. Idealna putanja vodi preko Grčke, Španije i Portugala (videti Sliku 6.3 za pregled svih putanja i njihov kvalitet). Želimo sada da analizom samih postignuća zaključimo u kom pravcu i na koji način bi kretanje ka idealnom benčmarku trebalo da ide.

Razliku između Srbije i njenog direktnog benčmarka Grčke primarno karakteriše velika razlika u broju visoko obrazovanih osoba. Sa 34,6% Grčka je veoma blizu zacrtanom cilju Evropske unije od 40%. Sustizanje po ovom kriterijumu bio bi najteži zadatak za našu zemlju u procesu približavanja svog prvog benčmarka. Pored napretka u pogledu visokog obrazovanja Srbija takođe mora da napravi napredak u pogledu uspešnosti svojih petnaestogodišnjaka, odnosno, da smanji broj funkcionalno nepismenih đaka u ovom uzrastu.

Tabelama 6.16 i 6.17 prikazana su postignuća, kao i normalizovane ocene na optimalnoj putanji Srbije sve do Velike Britanije kako bi bilo jasno šta sve treba ispuniti i kojom dinamikom. Ocene nakon Velike Britanije nisu predstavljene zbog već opisane sličnosti nekoliko putanja.

Kada je reč o postignućima učenika ranijih razreda obrazovnog procesa (posmatranih kroz TIMSS istraživanja) situacija je daleko bolja, i Srbija se tu nalazi u dosta povoljnijoj poziciji nego kada je o postignućima sa PISA testova reč. Bitno je napomenuti da Grčka, kao direktni benčmark, ne učestvuje u TIMSS istraživanju, te poređenje po ovom kriterijumu formalno nije ni moguće sprovesti. Ipak, kada pogledamo naredni benčmark na optimalnoj putanji razvoja - Španiju, vidimo da njihovi učenici postižu slabije rezultate nego naši vršnjaci tako da fokus za napredovanje u ovom setu kriterijuma nije u prvom planu. Slično možemo da konstatujemo i kada je reč o socio-ekonomskim kriterijumima i kriterijumima doživotnog učenja. Doduše, za razliku od TIMSS istraživanja i sasvim solidnih rezultata, kod ova dva skupa kriterijuma situacija je takva da su i Srbija i njen direktni benčmark Grčka na najnižim

Tabela 6.16: Postignuća na idealnoj putanji razvoja za Srbiju, sve do Velike Britanije.

Postignuća	Visoko obrazovani	Napustili školovanje	R & D	Ulaganje u obrazovanje	Stopa zaposlenosti
Srbija	18	8	0,9	m	54
Grčka	34,6	10,1	0,69	m	53,2
Španija	40,7	23,5	1,3	4,6	58,2
Portugal	29,2	19,2	1,5	4,9	65,6
Nemačka	33,1	9,9	2,98	4,6	77,1
V. Britanija	47,6	12,4	1,72	5,4	74,9

Komp. veštine		Internet veštine	Doživotno učenje	Matematika, PISA	Čitanje, PISA
Srbija	9	m	5,1	38,9	33,1
Grčka	13	12	2,9	35,7	22,6
Španija	28	14	10,9	23,6	18,3
Portugal	27	13	9,8	24,9	18,8
Nemačka	28	5	7,8	17,7	14,5
V. Britanija	29	14	16,1	21,8	16,6

Nauka, PISA		Problemski zadaci, PISA	Matematika, TIMSS	Nauka, TIMSS	Čitanje, PIRLS
Srbija	35	28,6	516	516	m
Grčka	25,5	m	m	m	m
Španija	15,7	28,5	482	505	513
Portugal	19	20,6	532	522	541
Nemačka	12,2	19,2	528	528	541
V. Britanija	15	16,4	542	529	552

Izvor: OECD, Eurostat, RZS, Nacionalni prosvetni savet.

Tabela 6.17: Ocene na idealnoj putanji razvoja za Srbiju, sve do Velike Britanije.

Ocene	Visoko obrazovani	Napustili školovanje	R & D	Ulaganje u obrazovanje	Stopa zaposlenosti
Srbija	1	5	1	m	1
Grčka	4	5	1	m	1
Španija	5	3	2	2	2
Portugal	3	4	3	2	3
Nemačka	4	5	5	2	5
V. Britanija	5	5	3	3	5

Komp. veštine		Internet veštine	Doživotno učenje	Matematika, PISA	Čitanje, PISA
Srbija	1	m	2	1	2
Grčka	1	2	1	2	4
Španija	4	2	4	4	5
Portugal	3	2	4	4	5
Nemačka	4	1	3	5	5
V. Britanija	4	2	5	4	5

Nauka, PISA		Problemski zadaci, PISA	Matematika, TIMSS	Nauka, TIMSS	Čitanje, PIRLS
Srbija	1	4	3	3	m
Grčka	3	m	m	m	m
Španija	5	4	1	3	2
Portugal	5	5	4	4	4
Nemačka	5	5	4	4	4
V. Britanija	5	5	5	4	5

mogućim nivoima postignuća. Svakako, model više-etapne komparativne analize i pretpostavlja postepeni napredak, pa će ovi faktori biti od interesa tek u kasnijoj fazi kretanja ka idealnom benčmarku. Da sumiramo, incijalni rezultat modela sugerise da primarni fokus reformi mora da bude okrenut značajnijem uvećanju broja visoko obrazovanih i smanjenju broja funkcionalno nepismenih đaka u osnovnom i srednjem obrazovanju.

Alternativna putanja, bliska optimalnoj, koja ide preko Slovačke, dala bi drugačije preporuke po pitanju dinamike i redosleda reformisanja obrazovnog sistema. Radi boljeg uvida u alternativnu putanju preko Slovačke, tabelama 6.18 i 6.19 dajemo prikaz postignuća i normalizovanih ocena. Sa postignućem od 26,9% i ocenom 3 nakon sprovedene normalizacije Slovačka je takođe ispred Srbije po pitanju broja visokoobrazovanih osoba. Kao i u slučaju Grčke, dostizanje Slovačke po ovom kriterijumu zahtevalo bi najviše vremena, u poređenju sa svim ostalim kriterijumima. Takođe, isti zaključak o hitnosti reformisanja obrazovanja u pogledu funkcionalne nepismenosti dobijamo i na ovoj putanji. Taj zaključak se odnosi i na matematičku, i na čitalačku i na naučnu pismenost. Jedino u čemu Srbija, barem kada je reč o funkcionalnoj pismenosti, može da se poredi sa ostalim zemljama jeste broj funkcionalno nepismene dece pri rešavanju problemskih zadataka, gde smo sa 28,6% imali normalizovani učinak 4, što se može i videti u Tabeli 6.17. Razlog daleko boljeg rezultata u odnosu na ostale oblasti, iako se ovako nešto formalno u školi ne izučava, jedan je od potencijalnih pravaca budućeg istraživanja u sferi obrazovanja. Pored već pomenutog zahtevanog napretka u ove dve sfere obrazovnog sistema, rezultati putanje preko Slovačke sugerisu da Srbija već na samom početku mora da napravi pomak po pitanju kompjuterske pismenosti radno sposobne populacije. Naime, to je direktna posledica bolje pozicije Slovačke po ovom kriterijumu. Srbija sa ocenom 1 i sa samo 9% osoba sa izraženim kompjuterskim veštinama značajno je ispod Slovačke i njenih 21% (sa ocenom 3 nakon normalizacije). Pored toga, napredak u postignućima u oblasti prirodnih nauka za učenike nižih razreda je zahtevan pri dostizanju direktnog benčmarka ove putanje.

Dakle, za razliku od grčke putanje, put ka Slovačkoj bi sugerisao reforme u iste dve oblasti - visoko obrazovanje i smanjenje funkcionalne nepismenosti. Za razliku od optimalne putanje, napredak u ovom pravcu je u manjem obimu, što je kompenzovano pre svega potrebom za intervenisanjem na polju celoživotnog učenja, prevashodno po pitanju kompjuterske pismenosti. Pored

Tabela 6.18: Postignuća na alternativnoj putanji razvoja za Srbiju preko Slovačke.

Postignuća	Visoko obrazovani	Napustili školovanje	R & D	Ulaganje u obrazovanje	Stopa zaposlenosti
Srbija	18	8	0,9	m	54
Slovačka	26,9	6,4	0,82	3,6	65
Mađarska	31,9	11,8	1,3	5,1	63,2
Letonija	40,7	9,8	0,66	5,7	69,7
Švedska	48,3	7,1	3,41	6,7	79,8
Island	43,9	20,5	m	7,6	82,8
Švajcarska	46,1	5,4	m	5,4	82,1
Danska	43,4	8	2,98	7,8	75,6

Komp. veštine		Internet veštine	Doživotno učenje	Matematika, PISA	Čitanje, PISA
Srbija	9	m	5,1	38,9	33,1
Slovačka	21	12	2,9	27,5	28,2
Mađarska	27	16	3	28,1	19,7
Letonija	17	19	6,5	19,9	17
Švedska	21	26	28,1	27,1	22,7
Island	32	34	25,8	21,5	21
Švajcarska	m	m	30,4	12,4	13,7
Danska	31	21	31,4	16,8	14,6

Nauka, PISA		Problemski zadaci, PISA	Matematika, TIMSS	Nauka, TIMSS	Čitanje, PIRLS
Srbija	35	28,6	516	516	m
Slovačka	26,9	26,1	507	532	535
Mađarska	18	35	515	534	539
Letonija	12,4	m	m	m	m
Švedska	22,2	23,5	504	533	542
Island	24	m	m	m	m
Švajcarska	12,8	m	m	m	m
Danska	16,7	19,4	537	528	554

Izvor: OECD, Eurostat, RZS, Nacionalni prosvetni savet.

Tabela 6.19: Ocene na alternativnoj putanji razvoja za Srbiju preko Slovačke.

Ocene	Visoko obrazovani	Napustili školovanje	R & D	Ulaganje u obrazovanje	Stopa zaposlenosti
Srbija	1	5	1	m	1
Slovačka	3	5	1	1	3
Mađarska	4	5	2	2	3
Letonija	5	5	1	3	4
Švedska	5	5	5	4	5
Island	5	4	m	5	5
Švajcarska	5	5	m	3	5
Danska	5	5	5	5	5

	Komp. veštine	Internet veštine	Doživotno učenje	Matematika, PISA	Čitanje, PISA
Srbija	1	m	2	1	2
Slovačka	3	2	1	3	3
Mađarska	3	2	1	3	5
Letonija	2	3	2	5	5
Švedska	3	4	5	3	4
Island	4	5	5	4	4
Švajcarska	m	m	5	5	5
Danska	4	3	5	5	5

	Nauka, PISA	Problemski zadaci, PISA	Matematika, TIMSS	Nauka, TIMSS	Čitanje, PIRLS
Srbija	1	4	3	3	m
Slovačka	3	4	3	4	4
Mađarska	5	3	3	4	4
Letonija	5	m	m	m	m
Švedska	4	4	3	4	4
Island	4	m	m	m	m
Švajcarska	5	m	m	m	m
Danska	5	5	5	4	5

toga, reforma načina rada u oblasti prirodnih nauka od prvog do četvrtog razreda u samom startu je neophodna, kako bi se ostvario blagi napredak u učeničkim postignućima na ovom nivou.

Kao što smo već napomenuli, razlika između Srbije i Hrvatske u postignućima obrazovnih ishoda nije toliko izražena da bismo mogli da smatramo Hrvatsku benčmarkom u smislu modela više-etapne komparativne analize. Ipak, zbog bliskosti u pogledu obrazovnih sistema ove dve zemlje, analiziraćemo preporuke pravca reformi ovakve putanje. Najozbiljnija reforma morala bi da se sprovede u razrednoj nastavi, od petog do osmog razreda osnovne škole, kako bi se drastično smanjio broj funkcionalno nepismenih đaka. To posebno važi kada je reč o čitalačkoj i naučnoj pismenosti, jer je Hrvatska za ove dve oblasti u samom vrhu zemalja i ima ocenu 5 (videti Tabelu 6.9), dok se Srbija, sledi iz iste tabele, nalazi se pri samom dnu. Nešto blaži napredak neophodan je po pitanju matematičke pismenosti. Evidentno je i da ova putanja zahteva unapređenje po pitanju visokoobrazovane populacije, ali značajno manje nego u slučaju Grčke (Hrvatska je sa 25,9% visokoobrazovanih daleko bliža Srbiji i 18% visokoobrazovanih). Kao i u slučaju Slovačke, nivo kompjuterske pismenosti je iznad našeg nivoa (24%). Sa druge strane, jednako smo uspešni po pitanju završavanja obaveznog obrazovanja, dok Srbija ima bolja postignuća i bolje ocene nakon normalizacije u postignućima iz matematike na TIMSS istraživanju, kao i manji broj funkcionalno nepismene dece pri rešavanju problemskih zadataka.

Ipak, treba konstatovati da Hrvatska nije benčmark Srbiji, što je analiza i zaključila, a što se može videti i po samim ocenama i postignućima. Naime, velika razlika po pitanju funkcionalne nepismenosti zahtevala bi trenutno dostizanje nivoa gotovo jednakog idealnom benčmarku, što mi modelom želimo da izbegnemo i uvedemo benčmark koji će dovesti do postepenog poboljšanja kriterijuma. Pored toga, u određenom broju kriterijuma Srbija je bolja od Hrvatske, a modelom želimo što manje ovakvih situacija, jer onda za napredak moramo da sačekamo sledeći direktni benčmark. Naši zaključci o reformi će u nastavku biti bazirani pre svega na optimalnoj putanji razvoja preko Grčke, gde ćemo spominjati i alternativnu putanju preko Slovačke koja daje rezultate gotovo jednakog kvaliteta.

Ukupno, prvi korak u reformi srpskog obrazovnog sistema je jasan, i gotovo je identičan bilo da posmatramo optimalnu putanju preko Grčke ili alternativnu preko Slovačke. Reforme prvo treba da krenu sa poboljšanjem

visokog obrazovanja i značajnim pomicanjem broja visokoobrazovanih, do neke granice od 26% (30% po direktnom benčmarku). Ovo je još značajnije ako broj visokoobrazovanih povežemo sa već pomenutim podacima o velikom broju školovanih kadrova koji napuštaju našu zemlju. Mali broj ljudi starosti 30-34 godina, osetnim uz veliki broj (upravo iz ove populacije) onih koji napuštaju zemlju predstavlja gorući problem srpskog obrazovnog sistema, a svakako i jedan od najvećih problema države Srbije.

Naravno, ne treba smetnuti sa uma, da uvećanje broja visokoobrazovanih nikako ne sme da bude stihijski realizovano i na uštrb kvaliteta. Neophodno je detaljno analizirati upisne kvote i prilagoditi ih potrebama tržišta rada. Razlog je jasan, visokoobrazovani koji ne mogu da nađu posao samo predstavljaju društveni trošak kreiran za vreme njihovog školovanja koje nije dalo odgovarajući autput. Takođe, ovo uvećanje nikako ne sme da utiče na kvalitet. Kvalitet visokog obrazovanja često je zanemarivan u prethodnih desetak godina kada je država i počela da insistira na uvećanju školovanih kadrova. Kvalitet se mora formirati definisanjem funkcionalnih znanja, a ne forsiranjem reproduktivnog znanja, što je slučaj na gotovo svim univerzitetima i unutar svakog fakulteta u okviru univerziteta. Strategija visokog obrazovanja za Srbiju do 2020. godine predviđa povećanje broja đaka u gimnazijama, kao prirodnom putu ka studijama. Ovakva strategija, videli smo i u poglavlju 5, poduprta je kvalitetom tog obrazovnog profila.

Drugi bitan pravac predstavlja drastično smanjenje funkcionalne nepismenosti u svim oblastima. Smanjenje na nivo od oko 33% za matematiku i 25% za čitalačku i naučnu pismenost predstavlja prvi korak. Kako doći do ovakvih rezultata kada već duži niz godina na PISA testovima pokazujemo gotovo identične rezultate? Odgovor je prost, ali zahteva potencijalno hrabre odluke. Analiza postignuća govori u prilog tome da je očigledan problem razredna nastava od petog do osmog razreda. Naime, naši đaci su iznad OECD proseka kada je reč o uspešnosti na TIMSS istraživanju, koje se sprovodi dok još pohađaju nastavu kod učitelja ili učiteljica. Problem očigledno nastaje nakon tranzicije u petom razredu osnovne škole. Dva su moguća pravca promena - kompletno menjanje obrazovnog sistema i uvođenje 6+3+3 obrazovnog procesa kako bi đaci duži period provodili sa učiteljima, što očigledno daje dobre rezultate. Naravno, iluzorno je očekivati ovako drastičnu reformu u nekoj bliskoj budućnosti. Kao alternativa, moguća je reforma unutar 8+4 sistema koji je trenutno na snazi u Srbiji, gde bi učitelji radili sa decom i nakon

četvrtog razreda (do šestog kao i u 6+3+3 sistemu) ključne predmete, a sa nastavnicima predmete poput muzičkog, likovnog i stranih jezika. Na ovaj način i stresni period tranzicije ka razrednoj nastavi bio bi ublažen. Vrlo zanimljiva za buduća istraživanja bi bila procena tržišta rada i uticaja ovakve reforme. Naime, poznato da je da imamo prisutan višak učiteljskog kadra sa nemogućnošću nalaženja posla, dok su zanimanja poput profesora matematike deficitarna. Na ovaj način, umanjivanje fonda časova za profesore matematike i srpskog a uvećanje fonda časova učiteljima moglo bi imati dalekosežno pozitivne efekte na tržište rada. Stav je autora disertacije da bi navedena promena imala pozitivne efekte i na kvalitet nastave i to na dvostruki način – učitelji bi sa decom imali više vremena, što je dalo pozitivne rezultate, dok bi nastavnici uz relaksirani fond časova mogli da rade na podizanju kvaliteta nastave. Naravno, mehanizmi za ovakvu promenu i merenje ekonomskih efekata nadaleko prevazilaze okvire ove doktorske disertacije i predstavljaju dobru ideju za neko buduće istraživanje. Veoma bitan deo analize treba da obuhvati i nastavni kadar u periodu od petog do osmog razreda. Postavlja se pitanje koliki je udeo nastavnika sa završenim matičnim fakultetom. Ako analiza utvrdi da veliki broj nastavnika ni nema završen odgovarajući fakultet, fokus mora da se stavi i na ovaj problem i definisanje strožih uslova ko sme da predaje u obrazovnim institucijama.

Manje bitan, ali svakako i ne zanemarljiv pravac reformi je sugerisan alternativnom optimalnom putanjom preko Slovačke a ogleda se u podizanju kompjuterske pismenosti kao sastavnom delu indikatora celoživotnog učenja. Naravno, edukacija stanovništva kojom bi se ukazalo na značaj ovakvih veština bila bi primarni zadatak kreatora obrazovne politike. Kursevi za nezaposlene osobe i sada su dostupni. Detaljna analiza bi mogla da ukaže na njihov stepen uspešnosti i način na koji se to može popraviti. Takođe, dobar pravac podizanja kvaliteta ovog indikatora bila bi implementacija mera sprovedenih u Slovačkoj. Upravo postojanje direktnog benčmarka omogućava kreatorima javne politike da steknu uvid u strategije i njihove načine implementiranja. Naravno, i da kasnije primene sve što smatraju za shodno i za šta se proceni da se može uspešno upotrebiti u našem slučaju. Dobijanje konkretnog benčmarka daleko je kvalitetnije od idealnih vrednosti indikatora koje standardne analize predviđaju. Strategije razvoja obrazovanja uglavnom su fokusirane na postignuća koja treba dostignuti do određenog perioda. Ono što ova disertacija uvodi, jeste da, pored jasno definisanih ciljeva

u vidu postignuća dobijamo i konkretne načine kako to ostvariti, i konkretne zemlje na čiji bi obrazovni sistem trebalo obratiti pažnju.

Reforme na dugi rok

Pored trenutnog pravca reformi, više-etapni model komparativne analize daje strategiju razvoja i na dugi rok. Kako bi definisali pravac reformi u dužem periodu posmatramo nastavak optimalne putanje nakon dostizanja prvog benčmarka - Grčke. Sledeći benčmark je Španija i dostizanje njihovih postignuća predstavljaće drugu fazu reformskih koraka. Ovaj nivo reformi zahtevaće (što se može videti i iz tabela 6.16 i 6.17) značajan napredak u sferi celoživotnog učenja. Za razliku od putanje preko Slovačke koja predviđa blagi napredak još u prvom koraku, ovde imamo značajniji napredak u drugoj fazi, nakon fokusiranja na već opisane pravce reformisanja u vidu visokog školstva i smanjenja funkcionalne nepismenosti. U ovoj fazi neophodno je uvećati svest o važnost celoživotnog učenja, a značajno se fokusirati i na podizanje kompjuterske pismenosti kod stanovništva. Sa duplo većim udelom stanovništva u starosnoj dobi 25-64 koji ne učestvuju u obrazovnom procesu ali su pohađali neki kurs u poslednje četiri nedelje od trenutka anketiranja, i trostruko većim udelom kompjuterski najpismenije populacije, Španija predstavlja dobar osnov za pronalaženje načina kako uvećati ove indikatore i kod nas.

Uz primarni efekat uvećanja indeksa celoživotnog učenja, u ovoj fazi reformi neophodno je da Srbija dostigne i idealni benčmark u oblasti visokog obrazovanja. Naravno, zadatak koji nije ni malo jednostavno ostvariti, ali visoke ocene po ovom kriterijumu zemalja na jako niskom nivou relacionog drveta ukazuje na značaj indikatora i uspešnost njegovog implementiranja u evropskim zemljama, te ne čudi njegova proritetnost u svakoj strategiji razvoja obrazovanja i pri svakom predlogu reforme našeg obrazovnog sistema.

Paralelno, u drugoj fazi reformi neophodno je ostvariti napredak u sferi smanjivanja funkcionalne nepismenosti kod naših đaka. Kako bi dostigli nivo Španije neophodno je u ovoj fazi spustiti procenat funkcionalno nepismenih đaka u sferi čitalačke i naučne pismenosti na oko 15%, i na 25% kada je o matematičkoj pismenosti reč. Kako 15% predstavlja benčmark EU2020 agende vidimo da je i na ovom polju relativno nisko na relacionom drvetu neophodno napraviti značajniji pomak. I zaista, putanja razvoja jasno ukazuje na dva

goruća problema srpskog obrazovnog sistema. Interesantno je napomenuti da na optimalnoj putanji razvoja još uvek nema potrebe intervenirati na polju nastave u ranijim razredima, što još jednom potvrđuje konstataciju o značajnoj razlici u kvalitetu između prva četiri i druga četiri razreda osnovnog obrazovanja.

Naravno, značajan napredak u sferi obrazovanja nije moguć bez ekonomskih faktora koji će taj napredak pratiti. Tokom ove faze reformi neophodno je raditi na uvećanju ulaganja u istraživanje i razvoj i uvećati ga sa sadašnjih 0,9% na nekih 1,3% koliko ima Španija. Blagi napredak, baš onakav kakav želimo ovim modelom da ostvarimo. Takođe, povećanje broja visoko obrazovanih koje bi trebalo da usledi u ovoj fazi mora da prati uvećanje stope zaposlenosti. Korelisanost ova dva faktora je veoma jasna, bez značajnog uvećanja stope zaposlenosti, makar i na ovaj duži rok, neće biti interesa da se uđe u proces visokog obrazovanja, odnosno, svako uvećanje broja visoko obrazovanih osoba samo će se preliti na uvećanje migranata sa visokim obrazovanjem, što će dalje produbiti problem „odliva mozgova“ na koji smo već ukazali.

Za alternativnu putanju preko Slovačke, drugi benčmark bi predstavljala Mađarska. Prioriteti reformisanja sistema, gotovo su identični putanji preko Grčke i Španije, što daje na značaju stabilnosti rezultata. Najveći napredak pri ovoj fazi bio bi rad na spuštanju funkcionalne nepismenosti koji teži cilju EU2020 agende, i to u čitalačkoj pismenosti i prirodnim naukama. Dakle, identično kao i na optimalnoj putanji razvoja. Za razliku od optimalne putanje koja predviđa i blagi pomak po pitanju matematičke pismenosti, u ovoj fazi razvoja alternativna putanja to nema kao prioritet, te je prihvatljivo da ona ostane na već dostignutom nivou 28-30%. Sa druge strane, alternativna putanja predviđa blaži napredak po pitanju visokoobrazovanih, do nivoa 30-32%, što je daleko brže dostižno od španskih 40%. Identičan zaključak obe putanje imaju kada je reč o socio-ekonomskim efektima, te je i ovde neophodno podizanje ulaganja u istraživanje i razvoj, kao i podizanje kvaliteta opšte ekonomske situacije radi podsticaja ulaganja svake individue u svoje obrazovanje.

Za treću fazu razvoja srpskog obrazovnog sistema, Portugal će predstavljati dobar benčmark. Nakon dostizanja postignuća Španije i intenzivnog napretka po pitanju visokoobrazovanih i funkcionalno nepismenih, ova faza predviđa lakše dostižne ciljeve. Tako je sada neophodno napraviti blage pomake u radu sa učenicima u najmlađim razredima. Pored toga, neophodno je poboljšanje

ukupne socio-ekonomske situacije. Očekivani napredak u ovom polju ogledao bi se u uvećanju ulaganja u istraživanje i razvoj do nivoa od 1,5%-1,7%, kao i podizanju stope zaposlenosti na nivo od oko 65%. Alternativni pravac u ovoj fazi imao bi za cilj konačno dostizanje učešća visokoobrazovanih od 40%, ali i spuštanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz matematike na nivo od 15%. Najbolji benčmark za ovu putanju u trenutnoj fazi razvoja bila bi Letonija. Kada je o socio-ekonomskim efektima reč, putanja ne predviđa podizanje ulaganja u istraživanje u razvoj, ali predviđa podizanje stope zaposlenosti na nivo od oko 70%.

Dalji napredak na putanjama razvoja jasno je definisan postignućima svakog benčmarka na optimalnoj putanji (videti tabele 6.16 i 6.17), kao i na alternativnoj putanji (tabele 6.18, 6.19). Jasno je da je napredak od četvrte faze razvoja, ka idealnom benčmarku, moguć tek u kasnoj fazi razvoja. Zbog toga, o daljim pravcima razvoja nećemo detaljnije govoriti, već upućujemo na tabele 6.16-6.19 koje sadrže više detalja. Faze razvoja do sada spomenute, sa druge strane, daju konkretne ciljeve koje reforma obrazovnog sistema u Srbiji treba da postigne. Kada govorimo o ciljevima, oni nisu dati kao konačna vrednost, već kao niz postepenih koraka koje je neophodno ostvariti krećući se ka konačnom cilju. Takođe, za razliku od strategija koje predviđaju samo ciljeve, u ovoj disertaciji prezentovani su i načini pomoću kojih se oni mogu ostvariti. U nastavku ćemo još jednom ukazati detaljno na obe strane reformi koje je ovaj model omogućio - ciljevi i načini ostvarenja.

Pravac reformi i načini ostvarenja optimalne putanje razvoja

Reforma je podeljena u faze, gde je u svakoj fazi odgovarajući direktni benčmark sugerisao pravac napredovanja.

I faza

Ciljevi

- Povećanje visokoobrazovanih osoba na nivo od oko 30%-35%.
- Smanjivanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz oblasti matematike na nivo od 35%.

- Smanjivanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz čitalačke pismenosti i prirodnih nauka na nivo od 25%.

Načini ostvarenja kreiranih ciljeva

Načine ostvarenja primarnih ciljeva reformi obrazovnog sistema možemo definisati u nekoliko pravaca, i iz nekoliko izvora. Pre svega, rezultati PISA i TIMSS istraživanja jasno ukazuju da je, kada je reč o obaveznom obrazovanju, najproblematičnija faza razredne nastave, od petog do osmog razreda osnovne škole. Zbog toga je primarna preporuka reforme obrazovnog sistema u ovoj fazi usmerena baš na ovaj segment obrazovanja. Reforma se ogleda u povećanju fonda časova učiteljima i produženje njihovog rada sa učenicima najmanje do šestog razreda. Ovo se posebno odnosi na predmete poput matematike i maternjeg jezika, dok predmeti poput muzičkog i likovnog mogu biti pod ingerencijom predmetnih nastavnika. Reč je o najhrabrijoj i najtežoj promeni koja je predložena u ovoj doktorskoj disertaciji, ali promeni na čiju neophodnost ukazuje gotovo svaki parametar analiziran u ovoj disertaciji. U prilog tome da se ovaj zaključak u potpunosti uklapa u postavljeni model govori i činjenica da je obrazovni sistem 6+3+3 sistem koji funkcioniše u Grčkoj, našem direktnom benčmarku. Naravno, još jednom treba napomenuti, pre bilo kakve promene neophodno je izvršiti detaljne analize o potencijalnim načinima kako se ova promena može izvršiti i njen ekonomski, ali i društveni značaj. Ova disertacija je ukazala na postojanje problema u razrednoj nastavi i dala jedno moguće rešenje za njegovo otklanjanje.

Kada je reč o visokom obrazovanju, kao što Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine predviđa, neophodno je uvećati broj đaka koji upisuju gimnazije, jer je to najverovatniji način da će oni kasnije nastaviti školovanje. Rezultati disertacije iz poglavlja 5 ukazuju na ispravnost ove odluke. Naravno, to nikako ne znači zanemarivanje i ukidanje drugih obrazovnih profila, a posebno ne zanatskih. Ideja dualnog obrazovanja i te kako ima svoju budućnost, i to upravo onog trenutka kada se utvrdi koliko Srbiji treba visokoobrazovanih osoba (što već imamo u ciljevima) kao i gimnazijalaca. Definisane kvote ostavljaju jasan pravac razvoja pri popunjavanju preostalih obrazovnih kapaciteta, a u skladu sa demografskom situacijom, kao i sa potrebama tržišta.

Koncept više-etapnog modela komparativne analize ukazao je kreatorima

javne politike u Srbiji da Grčka predstavlja njihov direktni benčmark. Analiza reformi zemlje benčmarka može doneti niz korisnih informacija i načina ostvarenja ciljeva.

Ukupno, pri dostizanju postavljenih ciljeva prve faze razvoja obrazovnog sistema u Srbiji, dajemo predlog sledećih koraka koje bi bilo neophodno sprovesti:

- Dati veća ovlašćenja učiteljima i reformisati osnovno obrazovanje tako da učitelji rade sa decom do kraja šestog razreda osnovne škole.
- Definirati upisne kvote za gimnazije u skladu sa potrebama tržišta i promovirati ovaj obrazovni profil.
- Razvijati zanatske škole u skladu sa potrebama tržišta i demografskom situacijom paralelno.
- Analizirati i implementirati određene koncepte u obrazovanju direktnog benčmarka - Grčke.

II faza

Ciljevi

Druga faza sastoji se od većeg broja ciljeva koje treba ispuniti, ali sa manjim zahtevima za napredak unutar svakog od njih:

- Smanjivanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz čitalačke pismenosti i prirodnih nauka na nivo od 15%.
- Smanjivanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz oblasti matematike na nivo od 25%.
- Povećanje visokoobrazovanih osoba na nivo od oko 40%.
- Uvećanje ulaganja u istraživanje i razvoj na nivo od oko 1,2%-1,3%.
- Pобољшanje socio-ekonomske situacije i podizanje stope zaposlenosti na nivo od oko 60%.
- Popularisanje koncepta celoživotnog učenja i uvećanje učešća osoba koje učestvuju u ovom procesu na nivo od oko 10%.

- Povećanje učešća radno sposobnog stanovništva sa izraženim kompjuterskim sposobnostima na nivo od oko 25%.

Načini ostvarenja kreiranih ciljeva

Objektivno sagledavanje ciljeva jasno ukazuje da njihova realizacija neće biti moguća u bliskoj budućnosti i da već od druge faze govorimo o dugom roku reformi, gotovo za svako postignuće. Što se tiče samih načina ostvarenja kreiranih ciljeva, prethodna faza predstavlja dobar osnov. Naime, kao i u prethodnoj fazi, posmatranje direktnog benčmarka predstavlja odličnu podlogu za nalaženje načina poboljšanja indikatora. U ovoj fazi direktni benčmark je Španija i neophodno je sagledati strategije koje je ova zemlja imala, posebno kada je o uvećanju broja visokoobrazovanih reč, kao i o celoživotnom učenju.

Načini motivisanja radne populacije koja ne učestvuje u školovanju važni su radi razvoja savremenih kompetencija koje veliki deo radno sposobnog stanovništva nije dobio tokom svog školovanja. Ovde prevashodno mislimo na kompjuterske veštine koje su nakon informatičke revolucije postale sastavni deo posla i radnika sa najnižim kvalifikacijama. Upravo zbog toga, pored dva najveća problema srpskog obrazovanja, na čije se rešavanje krenulo još u prvoj fazi, fokus je proširen i na pitanje doživotnog učenja. Sve ideje i strategije direktnog benčmarka koje su dale rezultat trebalo bi implementirati, posebno imajući u vidu bliskost mentaliteta ova dva naroda, što daje dodatnu dozu sigurnosti u njihovu uspešnost.

III faza

Ciljevi

- Smanjivanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz oblasti matematike na nivo od 15%.
- Uvećanje ulaganja u istraživanje i razvoj na nivo od oko 1,5%-1,7%.
- Poboljšanje socio-ekonomske situacije i podizanje stope zaposlenosti na nivo od oko 65%.
- Poboljšanje učeničkih postignuća u ranijoj fazi školovanja.

Načini ostvarenja kreiranih ciljeva

Idealni benčmark u ovoj fazi je Portugal i treba uočiti uspješne strategije ove zemlje. Najvažniji korak u razvoju kod treće faze svakako predstavlja dostizanje cilja EU2020 agende u oblasti funkcionalne pismenosti iz matematike. Napredak u ostalim oblastima relativno je lako dostižan, što je posledica ne preterano velike razlike u postignućima između Španije i Portugala a što se može videti u tabelama 6.16 i 6.17.

Dalji napredak primarno je vezan za razvoj socio-ekonomskih faktora koji bi pratili razvoj obrazovnog sistema. Ovako razvijen sistem, sa karakteristikama koje su predviđene za odgovarajući stepen reformi omogućio bi, kao važna investicija, generisanje autputa u ekonomskom smislu, i samim tim, podigao nivo opisanih indikatora na taj način kreirajući održiv sistem i uvodeći Srbiju ka fazi razvoja koja neumitno mora da se dogodi ako za cilj imamo dugoročni napredak, a to je kreiranje države koja će svoju budućnost graditi na inovaciji i tehnološkom razvoju.

Pravac reformi i načini ostvarenja alternativne putanje razvoja

Slično kao i kod optimalne putanje razvoja, alternativna putanja preko Slovačke sugerise da je reforma na polju visokog obrazovanja u pogledu broja visokoobrazovanih i smanjenje funkcionalno nepismenih đaka primarni zadatak reforme srpskog obrazovnog sistema. Same mere koje možemo izvući iz putanje su identične, s tim da će, naravno, da se razlikuje direktni benčmark u svakoj fazi. Zbog toga, navodimo samo ciljeve koje treba ispuniti kao i koja država predstavlja direktni benčmark za svaku fazu. Način realizacije svakog cilja ne razlikuje se od prikazanog.

I faza

Ciljevi. Direktni benčmark - Slovačka

- Povećanje udela visokoobrazovanih osoba na nivo od oko 25-27%.
- Smanjivanje učešća funkcionalno nepismenih đaka iz sve tri oblasti (matematika, čitanje, nauka) na nivo od oko 27%-28%.

- Poboljšanje socio-ekonomske situacije i podizanje stope zaposlenosti na nivo od oko 65%.
- Uvećanje udela radno sposobnog stanovništva sa izraženim kompjuterskim sposobnostima na nivo od oko 25%.
- Poboljšanje učeničkih postignuća u ranijoj fazi školovanja u oblasti prirodnih nauka.

II faza

Ciljevi. Direktni benčmark - Mađarska

- Povećanje visokoobrazovanih osoba na nivo od oko 30-32%.
- Smanjivanje učešća funkcionalno nepismenih đaka iz čitalačke pismenosti i prirodnih nauka na nivo od 18-20%.
- Uvećanje ulaganja u istraživanje i razvoj na nivo od oko 1,2%-1,3%.

III faza

Ciljevi. Direktni benčmark - Letonija

- Povećanje visokoobrazovanih osoba na nivo od 40%.
- Smanjivanje broja funkcionalno nepismenih đaka iz sve tri oblasti (matematika, čitanje, nauka) na nivo od 15%.
- Poboljšanje socio-ekonomske situacije i podizanje stope zaposlenosti na nivo od oko 70%

Kasniji razvoj, kreće se preko Švedske i primarno je fokusiran na afirmaciju celoživotnog učenja, uz poboljšanje ekonomske situacije i ulaganje u istraživanje i razvoj.

Glava 7

Zaključna razmatranja

Upravljanje i optimizacija društvenih i ekonomskih tokova smatra se jednim od značajnijih područja nacionalnih strategija razvoja. Obrazovanje ima svoje, posebno mesto u razvoju svake nacije, zbog čega je istraživanje u ovoj disertaciji bilo usmereno ka primeni višekriterijumskog odlučivanja u nalaženju novih modela upravljanja i optimizacije u oblasti ekonomije obrazovanja. Rezultati istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji su potvrdili da svaka metoda višekriterijumskog odlučivanja treba da omogući da se između ponuđenih alternativa donese odgovarajuća odluka, u skladu sa preferencijama donosioca odluke bilo kroz direktno iskazivanje preferencija (što je bio slučaj u ovoj disertaciji) ili indirektno (na primer, ROR metoda).

Metodološka nadogradnja familije ELECTRE metoda, razvoj novog modela odlučivanja baziranog na ELECTRE metodi višekriterijumskog odlučivanja, kao i sveobuhvatna analiza primenljivosti ovog novokreiranog modela u oblasti ekonomije obrazovanja, osnovni je predmet istraživanja ove doktorske disertacije.

Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine ima kao polazište potrebu (ciljeve) da se obezbedi visok obuhvat školovanja, zavidan kvalitet programa, efikasnost učenja i relevantnost i upotrebljivost stečenih znanja tokom celog života a ne samo za vreme trajanja školovanja. Polazeći od takvog strateškog opredeljenja države u obrazovanju, rezultati istraživanja u doktorskoj disertaciji su potvrdili da ciljeve obrazovne politike zemlje treba kontinuirano meriti, pre svega kroz proveru primenljivosti stečenih znanja i veština, počev od osnovnoškolskog, zatim srednjoškolskog obrazovanja preko ishodišta znanja nakon univerzitetskog obrazovanja, do merenja kvaliteta

celoživotnog učenja, kako bi se ti rezultati upotrebili pri kreiranju javnih politika pre svega u funkciji stabilnog ekonomskog razvoja. Značaj obrazovanja u ekonomskom smislu detaljno je objašnjen u odeljcima 4.1 i 4.2 gde smo videli da stopa prinosa na obrazovanje značajno prevazilazi realnu kamatnu stopu na tržištu i da je obrazovanje daleko kvalitetnija investicija u zemljama u razvoju pošto su stope prinosa u ovim zemljama značajno veće nego u razvijenim. Samim tim, investicija u obrazovanje u Srbiji predstavlja siguran način za uvećanje realnih prihoda u budućnosti.

Rezultati istraživanja u doktorskoj disertaciji su potvrdili različite mogućnosti primene ELECTRE metoda, i drugih modela višekriterijumskog odlučivanja u ekonomskoj nauci. Ove metode predstavljaju dobar osnov za razvoj novog modela upravljanja i optimizacije koji je definisan i primenjen dalje u praksi za kreiranje strategije reforme obrazovanja u Srbiji, sa posebnim osvrtom na ekonomske implikacije. Posebno su potvrđene pretpostavke o kvalitetu novokreiranog, više-etapnog modela komparativne analize.

Istraživanje primene matematičkih metoda i modela u sferi ekonomskih nauka u ovoj disertaciji bilo je usmereno, kako ka kreiranju modela upravljanja i optimizacije poslovnih procesa, tako i javnih politika, kroz koncipiranje novog modela upotrebljivog u različitim oblastima, ali zamišljenog prevashodno kao alat pri uspešnom formiranju javnih politika, pre svega u oblasti ekonomije obrazovanja.

Tradicionalni pristup pri kreiranju javnih politika fokusira se na nalaženje najboljeg primera iz prakse radi poređenja, često i potpunog kopiranja bez uvida u različitosti, bilo one socijalne ili ekonomske prirode. Novi, više-etapni model komparativne analize koji je u disertaciji metodološki razrađen, bazira se na ELECTRE metodi rangiranja. Ovaj model, zasniva se na konceptu postepenog poboljšanja, tako što će svaka alternativa naći pomoćni benčmark, postojeću, ali daleko brže dostižnu alternativu, na taj način krećući se prema idealnom primeru iz prakse, postepeno učeći od pomoćnih benčmarka. Modelom koji je razvijen u ovoj doktorskoj disertaciji može da se odredi optimalna putanja razvoja za svaku alternativu posmatranog problema. Primenom modela u kojima su posmatrane alternative bile evropski obrazovni sistemi, dobili su se konkretni predlozi o koncepcijskoj reformi obrazovanja koji kao posledicu imaju razvoj ekonomske efikasnosti za svaku posmatranu zemlju, uključujući Republiku Srbiju.

Razrada same ELECTRE metodologije, zahtevala je da se najveća pažnja

pokloni otklanjanju problema ciklova, jednog od još uvek aktuelnih problema u višekriterijumskom odlučivanju. Rezultati istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji su potvrdili da teorijska i praktična razrada ELECTRE metode višekriterijumskog odlučivanja omogućava kreiranje novog modela upravljanja i optimizacije. Takođe, otklanjanje problema ciklova, omogućava kreiranje stabilnog parcijalnog uređenja, koje predstavlja savršenu osnovu za nadogradnju i nastanak više-etapnog modela komparativne analize.

Teorijska konstrukcija novog više-etapnog modela komparativne analize sa njegovom primenom u oblasti ekonomije obrazovanja metodološki je realizovana na osnovu precizno formulisanog predmeta i ciljeva doktorske disertacije, opšte hipoteze, i iz nje izvedenih posebnih hipoteza. Verifikacija posebnih hipoteza, a na osnovu njih i opšte hipoteze, dala je sledeće rezultate primene kvalitativne i kvantitativne metodologije:

Hipoteza 1: Familija ELECTRE metoda omogućava uspešno donošenje odluka kreatora javne politike.

Istraživanje familije ELECTRE metoda koja je glavni predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji otvorilo je pravac nalaženja najpovoljnije metode koja omogućava kvalitetno upravljanje, odnosno donošenje stratezijskih razvojnih odluka u složenim društvenim i privrednim uslovima što je detaljno i prikazano u samoj disertaciji. Uspešnost donošenja odluka je posebno značajna za kreatore javnih politika, obzirom na uticaj takvih odluka na čitavu naciju.

Rezultati istraživanja familije ELECTRE metoda potvrdili su prvu posebnu hipotezu da se otvara pravac nalaženja najpovoljnije metode koja će omogućiti kvalitetno upravljanje, odnosno donošenje stratezijskih razvojnih odluka u složenim društvenim i privrednim uslovima.

Hipoteza 2: Kreiranje javnih politika u oblasti obrazovanja može se unaprediti doslednim korišćenjem rezultata međunarodnih istraživanja o učeničkim postignućima, koje sprovode OECD i EU.

Merenje učeničkih postignuća, po standardima koje koriste međunarodne institucije (OECD, EU), upućuje na pravac neophodnog kreiranja javnih politika u obrazovanju, sa ciljem da se obezbedi razvoj ljudskog kapitala, a samim tim i budući ekonomski razvoj. Tako definisane javne politike omogućavaju

relevantne kriterijume za primenu višekriterijumske optimizacije, odnosno familije ELECTRE metoda i realizaciju ciljeva ove doktorske disertacije, što je u samoj disertaciji i dokazano analizom u poglavlju 4.

Hipoteza 3: Ako se donose odluke na bazi ELECTRE metode rangiranja na utvrđenim kriterijumima, onda je moguća uspešna primena u oblasti ekonomije obrazovanja.

Novi modeli upravljanja na bazi ELECTRE metoda, rangiranjem po utvrđenim kriterijumima, definisanih učeničkim postignućima i pravcima neophodnih promena u celokupnom obrazovnom procesu, potvrđuju pretpostavku da se ove metode mogu primeniti u ekonomiji obrazovanja. Rezultati međunarodnih istraživanja o učeničkim postignućima pružaju dobre i neophodne kriterijume za rangiranje obrazovnih profila u Srbiji po kvalitetu obrazovanja, a upotreba metoda višekriterijumskog odlučivanja i prevazilazi ekonometrijske nalaze u određenim segmentima, što je detaljno prikazano i dokazano u poglavlju 5.

Hipoteza 4: Ako se na bazi ELECTRE metode višekriterijumskog odlučivanja rangiraju države po kvalitetu obrazovanja i primeni novi više-etapni model komparativne analize, može se odrediti optimalna putanja razvoja za svaku zemlju.

Detaljna analiza sprovedena u poglavlju 6 potvrdila je pretpostavku da se rangiranjem država po kvalitetu obrazovanja, primenom ELECTRE metode višekriterijumskog odlučivanja, može kreirati i primeniti model više-etapne komparativne analize za određivanje optimalne putanje razvoja obrazovanja za svaku pojedinačnu zemlju. Tradicionalni pristup ove klase modela fokusira se na nalaženje najboljeg primera iz prakse radi poređenja, a manje na pitanja kako učiti i kako poboljšati učenje. Novi model više-etapne komparativne analize, koji je u disertaciji razvijen, zasniva se na konceptu postepenog poboljšanja, tako što će svaka alternativa naći pomoćni benčmark, postojeću, ali daleko brže dostižnu alternativu. Na taj način alternativa se kreće prema idealnom primeru iz prakse, postepeno učeći od pomoćnih benčmarka.

Hipoteza 5: Novi model više-etapne komparativne analize omogućava

uspešno upravljanje strategijama i optimizacijom u ekonomiji obrazovanja.

Rezultati istraživanja u doktorskoj disertaciji su potvrdili u potpunosti hipotetičku pretpostavku da se upravljanje strategijama može uspešno ostvariti modelom više-etapne komparativne analize, stvarajući na taj način neophodne uslove za optimizaciju. Otuda ovaj model predstavlja dobru osnovu razvoja strategija javnih politika, u koje spadaju i obrazovne politike.

Hipoteza 6: Novi model više-etapne komparativne analize treba da dà predloge reforme srpskog obrazovnog sistema, kreiranih kroz prizmu ekonomskog razvoja.

Istraživanje u ovoj doktorskoj disertaciji je pokazalo da nalaženje pomoćnih benčmarka utiče na kreiranje optimalne putanje razvoja koja predstavlja osnov daljeg formiranja obrazovnih strategija. Na ovaj način model daje konkretan pravac razvoja obrazovanja koji vodi ka daljem ekonomskom napretku obezbedenom razvojem ljudskog kapitala, što je detaljno i prikazano na primeru Srbije u odeljku 6.6.

Hipoteza 7: Novi model više-etapne komparativne analize rešava nedostatke srodnih postojećih modela u savremenoj literaturi.

ELECTRE metoda kao višekriterijumska metoda odlučivanja odlična je osnova za kreiranje novog modela više-etapne komparativne analize. Novokreirani model značajno je bolji od srodnih modela u savremenoj literaturi jer je otklonio sve poznate nedostatke na koje su autori ukazivali.

Opšta hipoteza: Višekriterijumsko odlučivanje omogućava stvaranje novih modela upravljanja i njihovu primenu u optimizaciji ekonomije obrazovanja.

Celinom rezultata istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji potvrđena je generalna (opšta) hipoteza istraživanja da oblast višekriterijumskog odlučivanja omogućava teorijsko usavršavanje i razvoj novih upravljačkih modela, kao i optimizaciju u oblasti ekonomije obrazovanja. Novi model višekriterijumskog odlučivanja baziran na ELECTRE MLO metodi, kreiran u ovoj disertaciji,

zasniva se na postojećim naučno-teorijskim znanjima o nastajanju i razvoju modela višekriterijumskog odlučivanja. Prethodna istraživanja primene višekriterijumskog odlučivanja ukazuju na visoku primenljivost ove familije modela kao i na njihov stalni razvoj. Time su u potpunosti ostvareni naučni i društveni ciljevi ove disertacije.

Definisani istraživački problem, predmet istraživanja, postavljeni ciljevi, kao i stepen dokazanosti hipoteza istraživanja omogućavaju merljiv doprinos u sferi ekonomskih nauka i drugih društveno-humanističkih naučnih oblasti, jer stvara sistem naučnih informacija o upravljanju i optimizaciji primenljivoj u različitim naučnim oblastima, a na konkretnoj primeni istraživanja u ekonomiji obrazovanja.

Rezultati istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji su potvrdili velike mogućnosti primene ELECTRE metoda i modela višekriterijumskog odlučivanja kao osnove za razvoj novih metoda upravljanja i optimizacije u ekonomiji obrazovanja, ali i drugim sferama javne politike. Istraživanje je pokazalo da se primenom ove metode na bazi postavljenih kriterijuma, novi modeli upravljanja mogu optimalno odrediti i primeniti. Takođe, istraživanje je potvrdilo pretpostavku o kvalitetnom upravljačkom modelu više-etapne komparativne analize, koji može da odredi optimalnu putanju razvoja za svaku zemlju. Glavni naučni doprinos istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji ogleda se u tome da se novim više-etapnim modelom komparativne analize omogućava uspešno upravljanje strategijama i optimizacijom u ekonomiji obrazovanja.

Potencijal modela prikazan je detaljno u poglavlju 6. Kreiran je rang evropskih zemalja po kvalitetu obrazovnih sistema pomoću ELECTRE MLO metode. Na bazi ovog ranga primenjen je više-etapni model komparativne analize koji je za svaku zemlju Evrope dao predlog i pravac reformi neophodnih kako bi se dostigao puni potencijal i ostvarila idealna zamišljena postignuća, na primer, EU2020 agendom. Među analiziranim zemljama nalazi se i Republika Srbija, te je odeljak 6.6 posvećen detaljnoj analizi rezultata modela za našu zemlju. Model je, pored idealnog benčmarka, ukazao na zemlje koje su malo ispred Srbije po kvalitetu i čije bi obrazovne politike Srbija trebalo da sledi. Na ovaj način, model je jasno sugerisao pravce reformi obrazovanja za Srbiju, kako na kraći rok tako i na duži rok, što je detaljno prikazano u odeljku 6.6.2.

Pored toga, u disertaciji je, na primeru srednjoškolskih obrazovnih profila, prikazan potencijal ELECTRE MLO metodologije. Urađena je detaljna analiza atraktivnosti srednjoškolskih profila u Srbiji na osnovu kvaliteta đaka koji

pohađaju te škole. U poglavlju 5 prikazano je da primena višekriterijumskog odlučivanja u nekim segmentima može dati i preciznije rezultate nego, najčešće korišćeni, ekonometrijski pristup. Takođe, prikazan je uticaj regiona u Srbiji na ishode učenja i detaljna analiza robusnosti koja je verifikovala stabilnost dobijenih rezultata.

Poseban naučni doprinos istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji predstavlja dokazivanje u metodološkom, ali i aplikativnom smislu da ELECTRE metoda kao višekriterijumska metoda odlučivanja omogućava konstruisanje novog više-etapnog modela komparativne analize sa značajnim prednostima u odnosu na dosadašnje srodne modele, koji pokazuje veoma dobre rezultate primenom u ekonomiji obrazovanja. Ovaj pravac istraživanja predstavlja dobru osnovu za nastavak naučnog delovanja.

Metoda više-etapne komparativne analize pretpostavlja da kao podlogu ima bilo koju metodu višekriterijumskog odlučivanja koja daje parcijalni pretporedak kao finalno uređenje. U disertaciji je korišćena ELECTRE MLO metoda, ali, metodologija modela više-etapne komparativne analize konstruisana je tako da je robusna na promene metodološke osnove za finalno uređenje alternativa, što predstavlja još jedan od njenih značajnih prednosti u odnosu na postojeće metode. Zbog toga, u narednom periodu bi bilo interesantno pokušati da se metodologija upotrebi u skladu sa najnovijim modelima višekriterijumskog odlučivanja koji posmatraju indirektno kreiranje preferencija fokusirajući se na celokupnu klasu aditivnih funkcija koje zadovoljavaju stavove donosioca odluka, za razliku od direktnog modeliranja preferencija kao kod ELECTRE familije metoda.

Može se reći da je ekonomija obrazovanja malo obrađivana oblast u Srbiji. Obzirom na njen značaj, potencijal za budući naučni rad, kada je reč o ovoj oblasti i ekonomskim implikacijama obrazovanja za zemlju Srbiju, je nemerljiv. Jedan od potencijalnih pravaca daljeg istraživanja bilo bi izračunavanje stopa prinosa na obrazovanje za Srbiju i zemlje regiona.

Takođe, kao što je i pokazano u ovoj doktorskoj disertaciji, metode višekriterijumskog odlučivanja predstavljaju plodonosno tle za istraživanje i kreiranje javnih politika. One daju veoma korisne predloge koje mogu da se upotrebe u optimizaciji, ne samo u sferi obrazovanja, već i kada je reč o celom javnom sektoru i optimizaciji njegovog funkcionisanja. Naravno, modeli ni na koji način nisu vezani samo za javni sektor, naprotiv, većina je nastala kao direktna posledica projekata u industriji, i svaki dalji naučni metodološki

napredak treba u osnovi da ima ideju kreiranja metode sa velikom upotrebnom vrednošću na svim poljima.

Bibliografija

Acemoglu, Daron & Angrist, Joshua. How large are the social returns to education? Evidence from compulsory schooling laws. Technical report, National bureau of economic research, 1999.

Akerlof, George. The market for "lemons": Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3):488–500, 1970.

Almeida, Adiel Teixeira. Multicriteria modelling of repair contract based on utility and ELECTRE I method with dependability and service quality criteria. *Annals of Operations Research*, 138(1):113–126, 2005.

Almeida-Dias, Juscelino, Figueira, José Rui, & Roy, Bernard. ELECTRE TRI-C: A multiple criteria sorting method based on characteristic reference actions. *European Journal of Operational Research*, 204(3):565–580, 2010.

Almeida-Dias, Juscelino, Figueira, José Rui, & Roy, Bernard. A multiple criteria sorting method where each category is characterized by several reference actions: The ELECTRE TRI-nC method. *European Journal of Operational Research*, 217(3):567–579, 2012.

Almeida-Dias, Juscelino, Rui-Figueira, Jose Rui, & Roy, Bernard. The software ELECTRE III–IV, methodology and user manual (version 3. x). *Paris (France): LAMSADE, University Paris-Dauphine*, 2006.

Amaral, Paulo & Sousa, Rui. Barriers to internal benchmarking initiatives: an empirical investigation. *Benchmarking: An International Journal*, 16(4): 523–542, 2009.

Ammermüller, Andreas, Heijke, Hans, & Wößmann, Ludger. Schooling quality in Eastern Europe: Educational production during transition. *Economics of Education Review*, 24(5):579–599, 2005.

- Anić, Ivan & Larichev, Oleg. The ELECTRE method and the problem of acyclic relation between alternatives. *Automation and Remote Control*, 8: 108–118, 1996.
- Anić, Ivan, Stamenković, Mladen, & Knežević, Miljan. Vrednovanje osiguravajućih kompanija metodom ELECTRE višekriterijumskog odlučivanja. *Simpozijum o operacionim istraživanjima*, XXXVIII:781–783, 2011.
- Arondel, Cécile & Girardin, Philippe. Sorting cropping systems on the basis of their impact on groundwater quality. *European Journal of Operational Research*, 127(3):467–482, 2000.
- Arrow, Kenneth J. Higher education as a filter. *Journal of public economics*, 2(3):193–216, 1973.
- Arrowsmith, James, Sisson, Keith, & Marginson, Paul. What can benchmarking offer the open method of co-ordination? *Journal of European Public Policy*, 11(2):311–328, 2004.
- Ashenfelter, Orley & Mooney, Joseph D. Graduate education, ability, and earnings. *The Review of Economics and Statistics*, 50(1):78–86, 1968.
- Åström, Maria & Karlsson, Karl-Göran. Using hierarchical linear models to test differences in swedish results from OECDs PISA 2003: Integrated and subject-specific science education. *Nordic Studies in Science Education*, 3(2):121–131, 2012.
- Backović, Marko & Popović, Zoran. *Matematičko modeliranje i optimizacija*. Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, 2012.
- Backović, Marko, Vuleta, Jovo, & Popović, Zoran. *Ekonomsko-matematički metodi i modeli*. Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, 2013.
- Bana e Costa, Carlos A & Chagas, Manuel P. A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments. *European Journal of Operational Research*, 153(2):323–331, 2004.
- Banks, Jeffrey S. & Sobel, Joel. Equilibrium selection in signaling games. *Econometrica*, 55(3):647–661, 1987.

- Barro, Robert J. Economic growth in a cross section of countries. *The quarterly journal of economics*, 106(2):407–443, 1991.
- Barro, Robert J. & Sala-i Martin, Xavier. Economic growth: Mit press. *Cambridge, Massachusettes*, 2004.
- Baucal, Aleksandar & Pavlović-Babić, Dragica. Kvalitet i pravednost obrazovanja u Srbiji: obrazovne šanse siromašnih. *Ministarstvo prosvete Republike Srbije i Institut za psihologiju, Beograd*, 2009.
- Baucal, Aleksandar & Pavlović-Babić, Dragica. Nauči me da mislim, nauči me da učim PISA [Programme for International Student Assessment] 2009 u Srbiji: prvi rezultati. *Beograd: Institut za psihologiju Filozofskog fakulteta Univerziteta*, 2011.
- Bauer, Johannes M. Learning from each other: promises and pitfalls of benchmarking in communications policy. *Info*, 12(6):8–20, 2010.
- Beine, Michel, Docquier, Frédéric, & Rapoport, Hillel. Brain drain and economic growth: theory and evidence. *Journal of development economics*, 64(1):275–289, 2001.
- Belman, Dale & Heywood, John S. Sheepskin effects in the returns to education: An examination of women and minorities. *The Review of Economics and Statistics*, 73(4):720–724, 1991.
- Betts, Julian R. Returns to quality of education. *Economics of Education Series*, 1, 1999.
- Bevc, Milena. Rates of return to investment in education in former Yugoslavia in the 1970s and 1980s by region. *Economics of Education Review*, 12(4): 325–343, 1993.
- Bojković, Nataša, Anić, Ivan, & Pejčić-Tarle, Snežana. One solution for cross-country transport-sustainability evaluation using a modified ELECTRE method. *Ecological Economics*, 69(5):1176–1186, 2010.
- Bouyssou, Denis. Outranking methods. *Encyclopedia of Optimization*, 4:249–255, 2009.

- Brans, Jean-Pierre, Vincke, Philippe, & Mareschal, Bertrand. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European journal of operational research*, 24(2):228–238, 1986.
- Bratti, Massimiliano, Checchi, Daniele, & Filippin, Antonio. Geographical differences in Italian students' mathematical competencies: Evidence from PISA 2003. *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, 66(3):299–333, 2007.
- Brown, Sarah & Sessions, John G. Signalling and screening. *International handbook on the economics of education*, pages 58–100, 2004.
- Buela-Casal, Gualberto, Gutiérrez-Martínez, Olga, Bermúdez-Sánchez, María Paz, & Vadillo-Muñoz, Oscar. Comparative study of international academic rankings of universities. *Scientometrics*, 71(3):349–365, 2007.
- Camp, Robert C. Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance. In *Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance*. ASQC/Quality Resources, 1989.
- Card, David. Estimating the return to schooling: Progress on some persistent econometric problems. *Econometrica*, 69(5):1127–1160, 2001.
- Cavallaro, Fausto. A comparative assessment of thin-film photovoltaic production processes using the ELECTRE III method. *Energy Policy*, 38(1):463–474, 2010.
- Chakraborty, Shankar. Applications of the MOORA method for decision making in manufacturing environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54(9-12):1155–1166, 2011.
- Chance, WA. Long-term labor requirements and output of the educational system. *Southern Economic Journal*, 32(4):417–428, 1966.
- Charnes, Abraham, Cooper, William W, & Rhodes, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6):429–444, 1978.
- Charnes, Abraham, Cooper, William W, & Rhodes, Edwardo. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment

- analysis to program follow through. *Management science*, 27(6):668–697, 1981.
- Charnes, Abraham & Cooper, William Wager. Goal programming and multiple objective optimizations: Part 1. *European Journal of Operational Research*, 1(1):39–54, 1977.
- Cho, In-Koo & Kreps, David M. Signaling games and stable equilibria. *The Quarterly Journal of Economics*, 102(2):179–221, 1987.
- Coleman, James S, Campbell, Ernest Q, Hobson, Carol J, McPartland, James, Mood, Alexander M, Weinfeld, Frederic D, & York, Robert. Equality of educational opportunity. *Washington, dc*, pages 1066–5684, 1966.
- Connelly, Brian L, Certo, S Trevis, Ireland, R Duane, & Reutzel, Christopher R. Signaling theory: A review and assessment. *Journal of Management*, 37(1):39–67, 2011.
- Corten, Rense & Dronkers, Jaap. School achievement of pupils from the lower strata in public, private government-dependent and private government-independent schools: A cross-national test of the coleman-hoffer thesis 1. *Educational Research and Evaluation*, 12(2):179–208, 2006.
- de França, José Mairton Figueiredo, de Figueiredo, João Neiva, & dos Santos Lapa, Jair. A DEA methodology to evaluate the impact of information asymmetry on the efficiency of not-for-profit organizations with an application to higher education in Brazil. *Annals of Operations Research*, 173(1):39–56, 2010.
- de Miranda Mota, Caroline Maria & de Almeida, Adiel Teixeira. A multicriteria decision model for assigning priority classes to activities in project management. *Annals of Operations Research*, 199(1):361–372, 2012.
- Devaud, JM, Groussaud, G, & Jacquet-Lagrez, E. Utadis: Une méthode de construction de fonctions d'utilité additives rendant compte de jugements globaux. *Proceedings of the European working group on MCDA, Bochum, Germany*, 1980.
- Dill, David D & Soo, Maarja. Academic quality, league tables, and public policy: A cross-national analysis of university ranking systems. *Higher education*, 49(4):495–533, 2005.

- Docquier, Frédéric, Lohest, Olivier, & Marfouk, Abdeslam. Brain drain in developing countries. *The World Bank Economic Review*, 21(2):193–218, 2007.
- Docquier, Frédéric & Marfouk, Addeslam. International migration by educational attainment, 1990–2000. In *International Migration, Brain Drain and Remittances*, pages 151–199. New York: Palgrave Macmillan, 2006.
- Dolowitz, David & Marsh, David. Who learns what from whom: a review of the policy transfer literature. *Political studies*, 44(2):343–357, 1996.
- Dolowitz, David P & Marsh, David. Learning from abroad: The role of policy transfer in contemporary policy-making. *Governance*, 13(1):5–23, 2000.
- Dominique, Kathleen C, Malik, Ammar Anees, & Remoquillo-Jenni, Valerie. International benchmarking: Politics and policy. *Science and Public Policy*, 40(4):504–513, 2013.
- Duckstein, Lucien & Gershon, Mark. Multicriterion analysis of a vegetation management problem using ELECTRE II. *Applied Mathematical Modelling*, 7(4):254–261, 1983.
- Dustmann, Christian. Parental background, secondary school track choice, and wages. *Oxford Economic Papers*, 56(2):209–230, 2004.
- Ehrgott, Matthias & Wiecek, Margaret M. Multiobjective programming. In *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, pages 667–708. Springer, 2005.
- Entorf, Horst & Minoiu, Nicoleta. What a difference immigration policy makes: A comparison of PISA scores in europe and traditional countries of immigration. *German Economic Review*, 6(3):355–376, 2005.
- Estrada, Shaneth A, Song, Hee Seok, Kim, Young, Namn, Su Hyeon, & Kang, Shin Cheol. A method of stepwise benchmarking for inefficient DMUs based on the proximity-based target selection. *Expert Systems with Applications*, 36(9):11595–11604, 2009.
- Fagerberg, Jan. Benchmarking: A new and useful tool for policy learning? *Working Papers on Innovation Studies*, 20010621, 2001.

- Fang, Lei. Centralized resource allocation based on efficiency analysis for step-by-step improvement paths. *Omega*, 51:24–28, 2015.
- Fertig, Michael & Wright, Robert E. School quality, educational attainment and aggregation bias. *Economics Letters*, 88(1):109–114, 2005.
- Figueira, José, Greco, Salvatore, & Ehrgott, Matthias. *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*, volume 78. Springer Science & Business Media, 2005a.
- Figueira, José, Mousseau, Vincent, & Roy, Bernard. ELECTRE methods. In *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, pages 133–153. Springer, 2005b.
- Figueira, José & Roy, Bernard. Determining the weights of criteria in the electre type methods with a revised simos' procedure. *European Journal of Operational Research*, 139(2):317–326, 2002.
- Figueira, Jose Rui, Greco, Salvatore, Roy, Bernard, & Słowiński, Roman. ELECTRE methods: main features and recent developments. In *Handbook of Multicriteria Analysis*, pages 51–89. Springer, 2010.
- Figueira, José Rui, Greco, Salvatore, Roy, Bernard, & Słowiński, Roman. An overview of ELECTRE methods and their recent extensions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 20:61–85, 2013.
- Figueira, José Rui, Greco, Salvatore, & Słowiński, Roman. Building a set of additive value functions representing a reference preorder and intensities of preference: Grip method. *European Journal of Operational Research*, 195(2):460–486, 2009.
- Figueira, José Rui & Roy, Bernard. A note on the paper, Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods, by Wang and Triantaphyllou, *Omega* (2008). *Omega*, 37(3):731–733, 2009.
- Fishburn, Peter C. Utility theory for decision making. Technical report, DTIC Document, 1970.
- Fu, Hsin-Pin, Chu, Kuo-Kuang, Chao, Pei, Lee, Hung-Hsuan, & Liao, Yen-Chun. Using fuzzy AHP and VIKOR for benchmarking analysis in the hotel industry. *The Service Industries Journal*, 31(14):2373–2389, 2011.

- Garden, RA. The second IEA mathematics study. *Comparative Education Review*, 31(1):47–68, 1987.
- Georgopoulou, E, Sarafidis, Y, Mirasgedis, S, Zaimi, S, & Lalas, DP. A multiple criteria decision-aid approach in defining national priorities for greenhouse gases emissions reduction in the energy sector. *European Journal of Operational Research*, 146(1):199–215, 2003.
- Giannoulis, Christos & Ishizaka, Alessio. A web-based decision support system with ELECTRE III for a personalised ranking of British universities. *Decision Support Systems*, 48(3):488–497, 2010.
- Golbe, Devra L. Imperfect signalling, affirmative action, and black-white wage differentials. *Southern Economic Journal*, 51(3):842–848, 1985.
- Govindan, Kannan, Grigore, Maria Cristina, & Kannan, Devika. Ranking of third party logistics provider using fuzzy ELECTRE II. In *Computers and Industrial Engineering (CIE), 2010 40th International Conference*, pages 1–5. IEEE, 2010.
- Govindan, Kannan & Jepsen, Martin Brandt. ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 2015.
- Greco, Salvatore, Mousseau, Vincent, & Słowiński, Roman. Ordinal regression revisited: multiple criteria ranking using a set of additive value functions. *European Journal of Operational Research*, 191(2):416–436, 2008.
- Greco, Salvatore, Słowiński, Roman, Figueira, José Rui, & Mousseau, Vincent. Robust ordinal regression. In *Trends in multiple criteria decision analysis*, pages 241–283. Springer, 2010.
- Guitouni, Adel & Martel, Jean-Marc. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109(2):501–521, 1998.
- Hambleton, Robin & Gross, Jill. Local management in a global era. *Public Management*, 90(11):12–16, 2008.
- Hammond, John S, Keeney, Ralph L, & Raiffa, Howard. The hidden traps in decision making. *Harvard Business Review*, 76(5):47–58, 1998.

- Hammond, John S, Keeney, Ralph L, & Raiffa, Howard. *Smart choices: A practical guide to making better decisions*. Random House Digital, Inc., 2002.
- Hanushek, Eric A et al. Does educational tracking affect performance and inequality? Differences-in-differences evidence across countries*. *The Economic Journal*, 116(510):C63–C76, 2006.
- Hanushek, Eric A, Machin, Stephen J, & Woessmann, Ludger. *Handbook of the Economics of Education*, volume 4. Elsevier, 2011.
- Hanushek, Eric A & Woessmann, Ludger. The economics of international differences in educational achievement. Technical report, National Bureau of Economic Research, 2010.
- Hanushek, Eric A & Woessmann, Ludger. Do better schools lead to more growth? cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of Economic Growth*, 17(4):267–321, 2012.
- Hatami-Marbini, Adel & Tavana, Madjid. An extension of the ELECTRE I method for group decision-making under a fuzzy environment. *Omega*, 39(4):373–386, 2011.
- Hokkanen, Joonas & Salminen, Pekka. The choice of a solid waste management system by using the electre iii decision-aid method. In *Applying multiple criteria aid for decision to environmental management*, pages 111–153. Springer, 1994.
- Hollingsworth, Bruce. Non-parametric and parametric applications measuring efficiency in health care. *Health care management science*, 6(4):203–218, 2003.
- Hong, Han Kook, Ha, Sung Ho, Shin, Chung Kwan, Park, Sang Chan, & Kim, Soung Hie. Evaluating the efficiency of system integration projects using data envelopment analysis (DEA) and machine learning. *Expert Systems with Applications*, 16(3):283–296, 1999.
- Hong, Paul, Hong, Soon W, Roh, James Jungbae, & Park, Kihyun. Evolving benchmarking practices: a review for research perspectives. *Benchmarking: An International Journal*, 19(4/5):444–462, 2012.

- Huang, Wen-Chih & Chen, Chieh-Hua. Using the electre ii method to apply and analyze the differentiation theory. In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, volume 5, pages 2237–2249, 2005.
- Husén, Torsten & Bloom, Benjamin S. *International study of achievement in mathematics: A comparison of twelve countries*, volume 2. Almqvist & Wiksell Stockholm, 1967.
- Hwang, Ching-Lai & Yoon, K. Lecture notes in economics and mathematical systems. *Multiple Objective Decision Making, Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey*, 164, 1981a.
- Hwang, Ching-Lai & Yoon, Kwangsun. Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple Attribute Decision Making*, pages 58–191. Springer, 1981b.
- Jacquet-Lagrange, Eric & Siskos, Jean. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European journal of operational research*, 10(2):151–164, 1982.
- Jaeger, David A & Page, Marianne E. Degrees matter: New evidence on sheepskin effects in the returns to education. *The review of economics and statistics*, pages 733–740, 1996.
- Joerin, Florent, Thériault, Marius, & Musy, Andre. Using GIS and outranking multicriteria analysis for land-use suitability assessment. *International Journal of Geographical information science*, 15(2):153–174, 2001.
- Johnson, Andrew L & Ruggiero, John. Nonparametric measurement of productivity and efficiency in education. *Annals of Operations Research*, pages 1–14, 2011.
- Kadziński, Miłosz, Ciomek, Krzysztof, Rychły, Paweł, & Słowiński, Roman. Post factum analysis for robust multiple criteria ranking and sorting. *Journal of Global Optimization*, pages 1–32, 2016.
- Keeney, Ralph L & Nair, Keshavan. *Evaluating potential nuclear power plant sites in the Pacific Northwest using decision analysis*. International Institute for Applied Systems Analysis, 1976.

- Keeney, Ralph L & Robilliard, Gordon A. Assessing and evaluating environmental impacts at proposed nuclear power plant sites. *Journal of Environmental Economics and management*, 4(2):153–166, 1977.
- Keeves, John P. *Learning Science in a Changing World. Cross-National Studies of Science Achievement: 1970 to 1984*. ERIC, 1992.
- Kiker, Billy F. The historical roots of the concept of human capital. *The Journal of Political Economy*, 74(5):481–499, 1966.
- Korhonen, Pekka. Interactive methods. In *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*, pages 641–661. Springer, 2005.
- Kreps, David M & Wilson, Robert. Reputation and imperfect information. *Journal of economic theory*, 27(2):253–279, 1982.
- Lange, Fabian & Topel, Robert. The social value of education and human capital. *Handbook of the Economics of Education*, 1:459–509, 2006.
- Larichev, Oleg I, Kortnev, AV, & Kochin, D Yu. Decision support system for classification of a finite set of multicriteria alternatives. *Decision Support Systems*, 33(1):13–21, 2002.
- Layard, Richard & Psacharopoulos, George. The screening hypothesis and the returns to education. *The Journal of Political Economy*, 82(5):985–998, 1974.
- Lee, Jong-Wha & Barro, Robert J. Schooling quality in a cross-section of countries. *Economica*, 68(272):465–488, 2001.
- Lim, Sungmook, Bae, Hyerim, & Lee, Loo Hay. A study on the selection of benchmarking paths in DEA. *Expert Systems with Applications*, 38(6): 7665–7673, 2011.
- Liu, John S, Lu, Louis YY, Lu, Wen-Min, & Lin, Bruce JY. Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey. *Omega*, 41(1):3–15, 2013.
- Lundvall, Bengt-Ake & Tomlinson, Mark. International benchmarking as a policy learning tool. *The New Knowledge Economy in Europe: A strategy for International Competitiveness and Social Cohesion*, Cheltenham: Edward Elgar, pages 203–231, 2002.

- Macary, Francis, Almeida-Dias, Juscelino, Uny, Daniel, & Probst, Anne. Assessment of the effects of best environmental practices on reducing pesticide contamination in surface water, using multi-criteria modelling combined with a GIS. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 3(2):178–211, 2013.
- Madžar, Ljubomir. *Iskušnja ekonomske politike u Srbije*. Službeni glasnik, 2011.
- Maheshwari, Devender & Janssen, Marijn. Measurement and benchmarking foundations: Providing support to organizations in their development and growth using dashboards. *Government Information Quarterly*, 30:S83–S93, 2013.
- Mankiw, N Gregory, Romer, David, & Weil, David N. A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 107(2): 407–437, 1992.
- Mareschal, Bertrand, Brans, Jean Pierre, Vincke, Philippe, et al. Promethee: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. Technical report, ULB–Université Libre de Bruxelles, 1984.
- Martins, Lurdes & Veiga, Paula. Do inequalities in parents education play an important role in PISA students mathematics achievement test score disparities? *Economics of Education Review*, 29(6):1016–1033, 2010.
- Massaglia, Roberto & Ostanello, Anna. N-tomic: a support system for multicriteria segmentation problems. *Multiple Criteria Decision Support*, 356:167–174, 1991.
- Mavrotas, George, Diakoulaki, Danae, & Capros, P. Combined mcda-ip approach for project selection in the electricity market. *Annals of Operations Research*, 120(1-4):159–170, 2003.
- Maystre, Lucien Yves, Pictet, Jacques, Siimos, Jean, & Roy, Bernard. *Méthodes multicritères ELECTRE: description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*, volume 8. PPUR presses polytechniques, 1994.
- Mincer, Jacob. Investment in human capital and personal income distribution. *The journal of political economy*, 66(4):281–302, 1958.

- Mincer, Jacob. The distribution of labor incomes: a survey with special reference to the human capital approach. *Journal of Economic Literature*, 8(1):1–26, 1970.
- Mincer, Jacob A. Schooling, experience, and earnings. *NBER Books*, 1974.
- Moore, Ron. *Making common sense common practice: Models for manufacturing excellence*. Gulf Publishing Company, 1999.
- Moretti, Enrico. Estimating the social return to higher education: evidence from longitudinal and repeated cross-sectional data. *Journal of econometrics*, 121(1):175–212, 2004.
- Moscarola, Jean & Roy, Bernard. Procédure automatique d'examen de dossiers fondée sur une segmentation trichotomique en présence de critères multiples. *RAIRO-Operations Research-Recherche Opérationnelle*, 11(2): 145–173, 1977.
- Mousseau, Vincent, Slowinski, Roman, & Zielniewicz, Piotr. ELECTRE TRI 2.0 a methodological guide and users manual, 1999.
- Mullis, Ina VS, Martin, Michael O, Minnich, Chad A, Drucker, KT, & Ragan, MA. PIRLS 2011 encyclopedia. *Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College*, 2012.
- Nardo, Michela, Saisana, Michaela, Saltelli, Andrea, Tarantola, Stefano, Hoffman, Anders, & Giovannini, Enrico. Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. Technical report, OECD publishing, 2005.
- OECD. *PISA 2009 Technical Report*. OECD Publishing, 2012.
- OECD. Strengthening integrity and fighting corruption in education: Serbia. OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264179646-en>, 2012.
- OECD. PISA 2012 Results: Excellence Through Equity: Giving Every Student the Chance to Succeed (Volume II). OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201132-en>, 2013a.
- OECD. PISA 2012 Results: What students know and can do student performance in mathematics, reading and science (Volume I). OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>, 2013b.

- OECD. Education at a Glance 2014: OECD Indicators. OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2014-en>, 2014.
- Olmsted, Patricia P, Weikart, David P, & Bairrão, Joaquim. *The IEA preprimary study: Early childhood care and education in 11 countries*. Pergamon Great Britain, 1995.
- Papadopoulos, Agis & Karagiannidis, Avraam. Application of the multi-criteria analysis method ELECTRE III for the optimisation of decentralised energy systems. *Omega*, 36(5):766–776, 2008.
- Park, Jaehun, Bae, Hyerim, & Lim, Sungmook. A DEA-based method of stepwise benchmark target selection with preference, direction and similarity criteria. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 8(8):5821–5834, 2012.
- Pavličić, D. *Teorija odlučivanja*. Ekonomski fakultet, 2010.
- Pavlović-Babić, Dragica & Baucal, Aleksandar. Podrži me, inspiriši me. PISA 2012 u Srbiji: prvi rezultati. *Beograd: Institut za psihologiju Filozofskog fakulteta Univerziteta*, 2013.
- Perelman, Sergio & Santin, Daniel. Measuring educational efficiency at student level with parametric stochastic distance functions: an application to Spanish PISA results. *Education Economics*, 19(1):29–49, 2011.
- Petrović, Marijana, Bojković, Nataša, Anić, Ivan, & Petrović, Dalibor. Benchmarking the digital divide using a multi-level outranking framework: Evidence from EBRD countries of operation. *Government Information Quarterly*, 29(4), 2012.
- Petrović, Marijana, Bojković, Nataša, Anić, Ivan, Stamenković, Mladen, & Tarle, Snežana Pejčić. An ELECTRE-based decision aid tool for stepwise benchmarking: An application over EU Digital Agenda targets. *Decision Support Systems*, 59:230–241, 2014.
- Petrović, Marijana, Gospić, Nataša, & Pejčić-Tarle, Snežana. Benchmarking as a telecommunications policy tool—benefits from using composite indices. 2009.

- Plomp, Tjeerd & Pelgrum, Willem J. Introduction of computers in education: State of the art in eight countries. *Computers & Education*, 17(3):249–258, 1991.
- Pomerol, Jen-Charles & Barba-Romero, Sergio. *Multicriterion decision in management: principles and practice*, volume 25. Springer, 2000.
- Pritchett, Lant. Does learning to add up add up? the returns to schooling in aggregate data. *Handbook of the Economics of Education*, 1:635–695, 2006.
- Psacharopoulos, George & Patrinos, Harry Anthony. Human capital and rates of return. *International handbook on the economics of education*, pages 1–57, 2004a.
- Psacharopoulos, George & Patrinos, Harry Anthony. Returns to investment in education: a further update. *Education economics*, 12(2):111–134, 2004b.
- Raiffa, Howard & Keeney, R. Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs. *Decisions with multiple objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, 1976.
- Raju, K Srinivasa, Duckstein, Lucien, & Arondel, Cecile. Multicriterion analysis for sustainable water resources planning: a case study in Spain. *Water Resources Management*, 14(6):435–456, 2000.
- Rauch, James E. Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities. *Journal of urban economics*, 34(3):380–400, 1993.
- Riley, John G. Informational equilibrium. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 47(2):331–359, 1979a.
- Riley, John G. Testing the educational screening hypothesis. *Journal of Political Economy*, 87(5):pp. S227–S252, 1979b.
- Riley, John G. Silver signals: Twenty-five years of screening and signaling. *Journal of Economic literature*, 39(2):432–478, 2001.
- Romer, David. *Advanced macroeconomics*, McGraw-Hill Irwin, 2006.
- Romer, Paul M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 55(2):71–102, 1990.

- Rose, Richard. *What is lesson-drawing?* Cambridge Univ Press, 1991.
- Rose, Richard. *Learning from comparative public policy: A practical guide.* Routledge, 2013.
- Rothschild, Michael & Stiglitz, Joseph. Equilibrium in competitive insurance markets: An essay on the economics of imperfect information. *The Quarterly Journal of Economics*, 90(4):629–649, 1976.
- Roy, B & Hugonnard, J-Chr. Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method. *Transportation Research Part A: General*, 16(4):301–312, 1982.
- Roy, Bernard. Classement et choix en présence de points de vue multiples. *RAIRO-Operations Research-Recherche Opérationnelle*, 2(V1):57–75, 1968.
- Roy, Bernard. ELECTRE III: Un algorithme de classements fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. *Cahiers du CERO*, 20(1):3–24, 1978.
- Roy, Bernard. The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and decision*, 31(1):49–73, 1991.
- Roy, Bernard. *Multicriteria methodology for decision aiding*, volume 12. Springer, 1996.
- Roy, Bernard. Paradigms and challenges. In *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, pages 3–24. Springer, 2005.
- Roy, Bernard & Bouyssou, Denis. Comparison of two decision-aid models applied to a nuclear power plant siting example. *European Journal of Operational Research*, 25(2):200–215, 1986.
- Roy, Bernard & Bouyssou, Denis. *Famille de critères: Problème de cohérence et de dépendance.* Université de Paris Dauphine-Laboratoire d'analyse et modélisation de systèmes pour l'aide à la décision, 1987.
- Roy, Bernard & Skalka, Jean-Michel. *ELECTRE Is: Aspects méthodologiques et guide d'utilisation.* LAMSADE, Unité associée au CNRS no 825, Université de Paris Dauphine, 1987.

- Roy, Bernard & Słowiński, Roman. Questions guiding the choice of a multicriteria decision aiding method. *EURO Journal on Decision Processes*, 1(1–2):1–29, 2013.
- Roy, Bernard & Vanderpooten, Daniel. The European school of MCDA: Emergence, basic features and current works. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5(1):22–38, 1996.
- Roy, Bernard & Vincke, Ph. Relational systems of preference with one or more pseudo-criteria: Some new concepts and results. *Management Science*, 30(11):1323–1335, 1984.
- Roy, Bertier & Bertier, Patrice. La méthode ELECTRE II (une application au média-planning.). 1973.
- Saaty, Thomas L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3):234–281, 1977.
- Sacerdote, Bruce. Peer effects in education: How might they work, how big are they and how much do we know thus far? *Handbook of the Economics of Education*, 3:249–277, 2011.
- Sasso, Anthony T Lo, Rost, Kathryn, & Beck, Arne. Modeling the impact of enhanced depression treatment on workplace functioning and costs: a cost-benefit approach. *Medical care*, 44(4):352–358, 2006.
- Schultz, Theodore W. Investment in human capital. *The American economic review*, 51(1):1–17, 1961.
- Schultz, Theodore William. *The economic value of education*, volume 63. Columbia University Press New York, 1963.
- Simpson, Lisa. Do decision makers know what they prefer?: MAVT and ELECTRE II. *Journal of the Operational Research Society*, 47(7):919–929, 1996.
- Siskos, Yannis, Grigoroudis, Evangelos, Krassadaki, Evangelia, & Matsatsinis, Nikolaos. A multicriteria accreditation system for information technology skills and qualifications. *European Journal of Operational Research*, 182(2): 867–885, 2007.

- Solow, Robert. Technical change and the aggregate production function. *Readings in Macroeconomics edited by MG Mueller, Hinsdale*, 111:323–36, 1957.
- Solow, Robert M. A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1):65–94, 1956.
- Sørensen, Peter Birch & Whitta-Jacobsen, Hans Jørgen. *Introducing advanced macroeconomics: growth and business cycles*. McGraw-Hill Companies, 2010.
- Spence, Michael. Job market signaling. *The quarterly journal of Economics*, 87(3):355–374, 1973.
- Spence, Michael. Signaling in retrospect and the informational structure of markets. *American Economic Review*, 92(3):434–459, 2002.
- Stamenković, Mladen. Uticaj socio-ekonomskih efekata na učenicka postignuća. *Kvartalni monitor*, 39:25–26, 2015.
- Stamenković, Mladen, Anić, Ivan, Petrović, Marijana, & Bojković, Nataša. An ELECTRE approach for evaluating secondary education profiles: evidence from PISA survey in Serbia. *Annals of Operations Research*, pages 1–22, 2015.
- Summers, Anita A & Wolfe, Barbara L. Do schools make a difference? *The American Economic Review*, 67(4):639–652, 1977.
- Summers, Lawrence H, Khan, M Ali, & Sabot, Richard H. Investing in all the people [with comments]. *The Pakistan Development Review*, pages 367–404, 1992.
- Taubman, Paul J & Wales, Terence J. Higher education, mental ability, and screening. *The Journal of Political Economy*, 81(1):28–55, 1973.
- Tavares, L Valadares. An acyclic outranking model to support group decision making within organizations. *Omega*, 40(6):782–790, 2012.
- Thrupp, Martin, Lauder, Hugh, & Robinson, Tony. School composition and peer effects. *International journal of educational research*, 37(5):483–504, 2002.

- Travers, Kenneth J & Westbury, Ian. *The IEA study of mathematics I: Analysis of mathematics curricula*. Pergamon Press, 1989.
- Triantaphyllou, Evangelos. *Multi-criteria decision making methods*. Springer, 2000.
- Turskis, Zenonas & Zavadskas, Edmundas Kazimieras. Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: an overview. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(2):397–427, 2011.
- Van Meensel, Jef, Lauwers, Ludwig, Kempen, Ine, Dessein, Joost, & Van Huylenbroeck, Guido. Effect of a participatory approach on the successful development of agricultural decision support systems: The case of pigs2win. *Decision Support Systems*, 54(1):164–172, 2012.
- Vandenbergh, Vincent & Robin, Stephane. Evaluating the effectiveness of private education across countries: a comparison of methods. *Labour economics*, 11(4):487–506, 2004.
- Vanderpooten, Daniel. The construction of prescriptions in outranking methods. In *Readings in multiple criteria decision aid*, pages 184–215. Springer, 1990.
- Vincke, Philippe. Linear utility functions on semiordered mixture spaces. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 48(3):771–775, 1980.
- Wang, Xiaoting & Triantaphyllou, Evangelos. Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods. *Omega*, 36(1): 45–63, 2008.
- West, Martin R & Woessmann, Ludger. Every catholic child in a catholic school: Historical resistance to state schooling, contemporary private competition and student achievement across countries*. *The Economic Journal*, 120(546):F229–F255, 2010.
- Woodhall, Maureen. The economics of education. *Review of Educational Research*, pages 387–398, 1967.
- Yoon, K Paul & Hwang, Ching-Lai. *Multiple attribute decision making: an introduction*, volume 104. Sage publications, 1995.

-
- Yu, Wei. ELECTRE TRI (aspects méthodologiques et manuel d'utilisation).
Document- Université de Paris-Dauphine, LAMSADE, 1992.
- Zairi, Mohamed & Leonard, Paul. *Practical benchmarking: the complete guide*.
Springer, 1994.
- Zimmer, Ron W & Toma, Eugenia F. Peer effects in private and public schools
across countries. *Journal of Policy Analysis and Management*, 19(1):75–92,
2000.

Biografija kandidata

Mladen Stamenković rođen je 22.3.1986. godine u Kladovu. Matematičku gimnaziju u Beogradu završio je 2005. godine. Iste godine upisao je Matematički fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Verovatnoća i statistika koji je završio 2009. godine sa prosečnom ocenom 9,66.

Školske 2009/2010. upisao je master studije na Matematičkom fakultetu, smer Statistika, finansijska i aktuarska matematika koje je završio 2010. godine sa prosečnom ocenom 10. Master tezu „Binomni model kretanja cena akcija i Blek-Šols formula“ odbranio je 2010. godine.

Školske 2010/2011. upisao je doktorske studije Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na smeru Ekonomija gde je položio predmete Makroekonomska analiza I-D, Mikroekonomska analiza I-D, Ekonometrija I-D, Metodologija naučnog istraživanja II-D, Metodi i tehnike naučnog istraživanja, Modeliranje i optimizacija, Teorija igara, Mikroekonomska analiza II -D, Fiskalna teorija i politika. Predmete predviđene planom i programom doktorskih studija položio je sa prosečnom ocenom 9,78.

Letnjeg semestra školske 2009/2010. godine Mladen Stamenković je angažovan na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Beogradu kao demonstrator na predmetu Osnovi statističke analize, da bi u istom svojstvu u toku zimskog semestra naredne školske godine bio angažovan na predmetu Ekonomsko-matematički metodi i modeli. Decembra 2010. godine izabran je za saradnika u nastavi za užu naučnu oblast Ekonomsko-matematički metodi i modeli i Matematička ekonomija. U februaru 2012. godine izabaran je za asistenta Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Beogradu za užu naučnu oblast Ekonomsko-matematički metodi i modeli i Matematička ekonomija gde i sada trenutno radi. Autor je zbirke zadataka za predmet Ekonomsko-matematički metodi i modeli.

Letnji semestar školske 2011/2012. godine proveo je na prestižnom austrijskom ekonomskom institutu *Institute for Advanced Studies (Insitut für Höhere Studien)* kao gostujući student gde je pohađao kurseve Teorije igara, Mikroekonomije i Ekonometrije. Pohađao je letnju školu iz oblasti višekriterijumske optimizacije, organizovanu u Perudi, 2014. godine. Član je udruženja *International Society on Multiple-Criteria Decision Making* kao i evropske radne grupe iz oblasti višekriterijumske optimizacije (EURO-MCDA).

Trenutno je angažovan kao istraživač na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja 179005: „Rizici finansijskih institucija i tržišta u Srbiji - mikroekonomski i makroekonomski pristup“.

Od 2009. godine Mladen Stamenković je aktivni član PISA tima u Srbiji, gde je radio na svim fazama projekta. Angažovan je kao prevodilac testova iz domena matematike i kompjuterskog testiranja problemskih zadataka, nakon čega je rukovodio procesom adaptacije prevoda u finalnu verziju zadataka. Prošao je treninge prema PISA standardima za matematičku pismenost nakon čega je obučio tim za pregledanje radova i kao supervizor rukovodio tim procesom tokom probnog testiranja 2011. godine. Aktivno je učestvovao u kreiranju jedinstvenog sistema ocenjivanja PISA zadataka (Budimpešta 2011, Rim 2012) koji se kasnije na glavnom testiranju 2012. godine koristio u svim zemljama članicama PISA projekta. Za vreme glavnog testiranja 2012. godine rukovodio je timom koji se bavio elektronskim testiranjem, kako za vreme

sprovođenja projekta, tako i tokom procesa ocenjivanja, gde je organizovao proces ocenjivanja i u njemu ujedno i učestvovao kao vođa tima.

Tokom školske 2013/2014. godine bio je angažovan kao spoljni saradnik u Zavodu za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja na nekoliko projekata gde je učestvovao kao autor zadataka iz matematike na završnom testu osnovnih škola, konsultant-recenzent standarda učeničkih postignuća iz matematike i među-nastavnih kompetencija u osnovnoj školi, kao i revizor u kontroli kvaliteta ocenjivača završnog ispita učenika osnovnih škola na republičkom nivou.

Spisak objavljenih radova kandidata

Radovi objavljeni u prestižnim naučnim časopisima

Marijana Petrović, Nataša Bojković, Ivan Anić, Mladen Stamenković, & Snežana Pejčić Tarle. An ELECTRE-based decision aid tool for stepwise benchmarking: An application over EU digital agenda targets. *Decision Support Systems*, 59(0):230-241, 2014.¹

Stamenković, M., Anić, I., Petrović, M., & Bojković, N. An ELECTRE approach for evaluating secondary education profiles: evidence from PISA survey in Serbia. *Annals of Operations Research*, 1-22².

Radovi objavljeni na naučnim konferencijama i skupovima

Marko Backović, Zoran Popović, Mladen Stamenković. Pregovaranje sa troškovima pregovora, *XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima*, 14-17, 2011.

Ivan Anić, Mladen Stamenković, Miljan Knežević. Vrednovanje osiguravajućih kompanija metodom ELECTRE višekriterijumskog odlučivanja, *XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima*, 781-783, 2011.

Mladen Stamenković, Marko Pavlović. Financial and managerial knowledge – Serbian managment situation. *International Scientific Conference University Education in Transition*, 2011.

Mladen Stamenković, Dejan Trifunović. p-Beauty Contest with Differently Informed Players: An Experimental Study, *ISSES, Lisbon*, 2012.

Mladen Stamenković, Marko Backović, Ivan Anić, Zoran Popović. Measuring Attractiveness of High School Programs using Composite Index of Attractiveness and a Multi-Level Outranking Framework: Evidence from PISA survey in Serbia. *22nd International Conference on Multiple Criteria Decision Making*, 256, 2013.

¹ Časopis se nalazi u grupi vrhunskih međunarodnih časopisa (M21) iz oblasti *Operations Research & Management Science*, sa trogodišnjim impakt faktorom 2,036 i petogodišnjim impakt faktorom 2,651.

² Časopis se nalazi u grupi istaknutih međunarodnih časopisa (M22) iz oblasti *Operations Research & Management Science*, sa trogodišnjim impakt faktorom 1,217 i petogodišnjim impakt faktorom 1.501. Rad je prihvaćen za objavljivanje, u toku 2016. godine se očekuje i izlaženje u okviru specijalnog broja časopisa „Višekriterijumsko odlučivanje u ekonomskoj nauci“.

Marko Backović, Ivan Anić, Mladen Stamenković, Zoran Popović. Measuring Attractiveness of Secondary Education Programs: Evidence from PISA Survey. *XI Balkan Conference on Operational Research*, 589-596, 2013.

Slobodan Stamenković, Mladen Stamenković. Human resource education - advantage of competitive industries in transition. *International Scientific Conference: University Education in Transition*, 2011.

Marko Backović, Zoran Popović, Mladen Stamenković. An MCDM approach for asset-liability management. *IV International Conference: Entrepreneurship and Innovations as Precondition for Economic Development*, 79-90, 2014.

Marko Backović, Mladen Stamenković, Zoran Popović. Više-etapni benčmarking model kao podrška menadžerskom odlučivanju, *XLI Simpozijum o operacionim istraživanjima*, 730-734, 2014.

Zoran Popović, Marko Backović, Mladen Stamenković. Matematički model optimalnog portfolia aktive i pasive banke, *XLI Simpozijum o operacionim istraživanjima*, 19-24, 2014.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а _____ Младен Стаменковић _____

број индекса _____ Д1 5/10 _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„Вишекритеријумско одлучивање у управљању и оптимизацији економије образовања“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 14.3.2016. године

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије
докторског рада**

Име и презиме аутора Младен Стаменковић

Број индекса Д1 5/10

Студијски програм економија

Наслов рада „Вишекритеријумско одлучивање у управљању и оптимизацији економије образовања“

Ментор др Зоран Поповић, ванр. проф.

Потписани/а _____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 14.3.2016. године

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Вишекритеријумско одлучивање у управљању и оптимизацији економије образовања“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

☒ 2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 14.3.2016. године
