



Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za matematiku i
informatiku



Marko Sudarić

Primena metoda realnih opcija na koncesiju za regionalni put Vojvodanski Y

Master rad

Novi Sad, 2012.

Pred uplitanje u naučne redove ovog rada, iskoristio bih priliku da se zahvalim izuzetnom profesoru, svom mentoru, doc. dr Milošu Božoviću koji je u svakom trenutku znao da me motiviše, savetuje i da mi pomogne koliko god da je bilo potrebno. Ideja ovog rada, upravo se i stvorila na njegovim zanimljivim i u praksi primenjivim predavanjima iz kursa Finansije II.

Zahvaljujem se i članovima komisije, prof. dr Nataši Krejić i prof. dr Zorani Lužanin na sugestijama i podršci tokom izrade rada, a posebno na znanjima koje su mi prenеле na više kurseva tokom studiranja.

Veliku zahvalnost dugujem Neveni Vajdić, studentu doktorskih studija Građevinskog fakulteta u Beogradu, te profesoru na istom, doc. dr Goranu Mladenoviću, na savetima i ukazanoj pomoći prilikom prikupljanja potrebnih podataka. Upravo su oni doprineli da ovaj rad ima i praktičan pored teorijskog značaja.

Izdvojio bih i svog velikog prijatelja, Miroslava Nikolića, koji je uvek bio tu da sasluša sve moje ideje i dileme i nakon toga svojim znanjem i voljom pomogne da ovaj rad bude bolji.

Na kraju, najveću zahvalnost dugujem svojim roditeljima, bratu i Mariji, ljudima koje najviše volim. Oni su uvek bili tu da me podrže, razumeju, saslušaju i bezuslovno pomognu. Bez njih, danas ne bih bio to što jesam.

Marko Sudarić

SADRŽAJ

1. UVOD	4
2. TEORIJA REALNIH OPCIJA.....	7
2.1 Neto sadašnja vrednost	8
2.2 Realne opcije	8
2.3 Realne opcije u odnosu na finansijske	9
2.3.1 Finansijske opcije	9
2.3.2 Analogija realnih sa finansijskim opcijama.....	11
2.4 Tipovi realnih opcija.....	14
2.5 Riziko-neutralna mera.....	15
2.6 Pristupi za vrednovanje realnih opcija.....	17
2.6.1 Analitički metod	17
2.6.2 Numerički metod	20
2.7 Primena ROT	23
3. REALNE OPCIJE U KONCESIJAMA AUTO-PUTEVA	25
3.1 Modeli koncesije auto-puteva sa naplatom putarina	28
3.2 Analiza rizika i njegovo modeliranje.....	29
3.3 Saobraćajna potražnja.....	30
3.3.1 Saobraćajna potražnja kao stohastički proces	31
3.3.2 Testiranje hipoteze o opravdanosti korišćenja GBM	33
3.4 Realne opcije u koncesijama auto-puteva	41
3.4.1 Garancije minimuma i limita maksimuma prihoda od putarine	42
3.4.2 Opcija napuštanja koncesije	48
3.4.3 Kombinacija opcija MRG, ABD (i LMR).....	50

4. STUDIJA PROJEKTA: Auto-put “Vojvodanski epsilon”	52
4.1 Zakonska regulativa JPP u Srbiji.....	54
4.2 Auto-put “Vojvodanski epsilon”	56
4.2.1 Određivanje početnih parametara za vrednovanje koncesije.....	58
4.3 NPV koncesije bez garancija	66
4.4 NPV koncesije sa opcijama MRG i LMR	71
4.5 NPV koncesije sa opcijom napuštanja.....	78
4.6 NPV koncesije sa kombinacijom opcija MRG i napuštanja.....	85
4.7 NPV koncesije sa kombinacijom opcija MRG, LMR i napuštanja	89
5. ZAKLJUČAK.....	97
Literatura.....	99
Dodatak A	102

1. UVOD

U svetu vlada trend rastuće potrebe modernog društva za savremenijim i razgranatijim transportnim sistemima koji bi rešili postojeće probleme ili unapredili trenutne standarde, a samim tim i podigli kvalitet života na viši nivo. Nedostatak javnih fondova, koji bi trebali da obezbede realizaciju projekata koji bi namirili ove potrebe, učinili su da u poslednje dve decenije privatni sektor ima sve veće prisustvo u infrastrukturnim projektima kroz takozvana javno–privatna partnerstva (JPP).

JPP ugovori na prvi pogled izgledaju kao idealno rešenje za prevazilaženje problema sa kojima se susreće javni sektor, odnosno dobra prilika za zaradu privatnog sektora na ime investiranog novca. Međutim, istorija ovih tipova ugovora uključuje kako uspešne, tako i neuspešne primere, u kojima je ishod bio direktna zasluga jedne ili obe ugovorene strane.

U čemu je zapravo problem? JPP projekti u transportnom sektoru, poznatiji kao koncesije, najčešće su ugovori na period od 25 do 30 godina, u kojima se investira ogroman kapital. Dugačak vremenski period otplate glavni je razlog za prisustvo brojnih rizika i nesigurnosti koje utiču na vrednost projekta tokom celog njegovog životnog veka, a samim tim i na to da li je profitabilan ili ne. Stoga postoji potreba za ugovornim fleksibilnostima koje će omogućiti pravo na promenu investicione odluke u zavisnosti od budućeg učinka projekta.

Prethodno pomenuta kompleksna priroda ovih JPP ugovora utiče da vrednovanje ovih projekata, njihovih rizika, kao i datih fleksibilnosti, predstavlja nimalo lak zadatak. I dok bi se za javni sektor neoptimalne odluke mogle donekle “ispeglati” na osnovu nekih nemonetarnih dugoročnih koristi, ali i delom zbog povraćenog novca putem poreza, ove

odluke su apsolutno neprihvatljive za privatni sektor. Razlog tome je motiv ulaska privatnog sektora u JPP, koji je samo vezan za ekonomsku dobit. Stoga, da bi JPP projekti došli do faze implementacije, oni moraju biti podvrgnuti rigoroznoj i iscrpnoj analizi kako bi opravdali vrednost i profitabilnost.

Jedna takva analiza tema je i ovog rada. Ona se odnosi na vrednovanje koncesije auto-puta "Vojvodanski epsilon" pomoću metodologije realnih opcija. Biće izračunate vrednosti ovog projekta sa i bez korišćenja garancija. Time će se pokazati koliki je njihov uticaj i na povećanje vrednosti i na smanjenje rizika projekta, čineći ga tako atraktivnijim i privlačnijim za investitore.

Auto-put "Vojvodanski epsilon" trebao bi da bude levi krak auto-puta E-75. Njegovom izgradnjom bi se uspostavila najkraća veza između Južne i Zapadne Evrope, a sa druge strane omogućio razvoj posrnule privrede zapadnobačkog okruga. Međutim, pored svih ovih prednosti koje bi doneo, teško je za očekivati da bi njegova izgradnja mogla početi u skorijoj budućnosti. Postoje dva razloga za to. Nemogućnost, ili u neku ruku nezainteresovanost države za ovakav projekat, a sa druge, nedovoljno elastičan Zakon o javno-privatnom partnerstvu koji bi omogućio da se auto-put izgradi putem koncesije. Upravo ovi razlozi uticali su na nastanak teme ovoga rada. Stoga, cilj istoga će biti da ukaže na mane trenutnog Zakona o javno-privatnom partnerstvu, a samim tim i pokaže, kolika bi bila vrednost koncesije kada bi se on prilagodio potrebama savremenih JPP.

Rad je podeljen u četiri celine. Prva je rezervisana za Teoriju realnih opcija, njene prednosti u odnosu na neto sadašnju vrednost (NPV) kao i njenu analogiju sa finansijskim opcijama. Ovde će pre svega biti reči o načinu vrednovanja realnih opcija, riziko-neutralnoj meri, kao i analitičkom i dinamičkom pristupu, čiji su predstavnici *Black-Scholes* formula, odnosno Monte-Carlo simulacije.

Druga celina je rezervisana za primenu realnih opcija u koncesijama auto-puteva sa naplatom putarine. Biće objašnjeni tipovi koncesije i rizici koji se u njima javljaju. Takođe, biće izabran model geometrijskog Braunovog kretanja (GBM) kao procesa kojim će se pratiti kretanje buduće količine prihoda od putarine. Da je korišćenje GBM opravdano pokazaće se iz analize urađene za 16 mernih mesta, na 8 putnih pravaca u Vojvodini, koristeći Dickey-Fuller testove. Ovaj deo rada završava se uvođenjem garancija minimuma garantovanog prihoda (MRG), limita maksimuma prihoda (LMR) i implicitnog prava da se napusti projekat (ABD). Biće izvedene formule za njihovo vrednovanje kada bi u koncesiji učesnici bili prisutni samostalno, odnosno kombinovano.

Treća celina je rezervisana za studiju projekta "Vojvodanski epsilon". Biće opisane karakteristike ovog budućeg auto-puta i prezentovana postojeća zakonska regulativa u Srbiji. Zatim, na osnovu istorijskih i sadašnjih podataka, pre svih istorijskog

kretanja prosečnog godišnjeg drumskog saobraćaja (PGDS) u Vojvodini, izveštaja celokupnog argentinskog koncesionog programa, kao i analizom podataka za koncesiju brazilskog trans-amazonskog puta BR-163, biće izračunati početni parametri koji će se koristiti za vrednovanje ove koncesije. Dalja analiza biće nastavljena vrednovanjem koncesije uz okvire koje trenutno propisuje postojeći Zakon o JPP, a posle i vrednovanjem koncesije kada bi bilo moguće koristiti garancije ili neke od njihovih kombinacija. Biće urađeno vrednovanje tri kombinacije, kombinacije MRG&LMR, MRG&ABD i MRG&LMR&ABD uz objašnjenje svih prednosti i mana koje svaka od njih može da ima, i po koncesionara, i po javni sektor u Srbiji.

Poslednje poglavlje, rezervisano je za zaključke do kojih se došlo. Pre svega, ukazaće se na značaj davanja garancija koncesionaru i kako su one od presudnog značaja za privlačenje investitora za ovaj auto-put. Međutim, davanje istih koncesionaru je u suprotnosti sa postojećim Zakonom o JPP, te će ovaj projekat predstaviti svojevrstan predlog da se isti mora promeniti i prilagoditi uslovima i potrebama savremenih JPP.

2. TEORIJA REALNIH OPCIJA

Pre oko četrdeset godina, profesor Stewart Myers je prvi pomenuo naziv “realne opcije” u dobro poznatom radu [Mye77]¹, u kojem je došao do zaključka da se korporativne investicione mogućnosti mogu posmatrati kao *call* opcije na realnu aktivu. Od tada, mnogi istraživači rešavali su nesigurne investicione mogućnosti koristeći pristup realnih opcija. Ovim istraživanjima (neka od njih su [DP94], [Tri96], [AK98]), uspostavljen je teorijski okvir za modeliranje i vrednovanje realnih opcija. Primena realnih opcija godinama se proširivala od investicija u prirodne resurse, pa sve do širokog opsega investicionih problema. Mnoge svetski poznate kompanije, npr. Boing [MN04], BP [LM97], itd., primenjuju tehniku realnih opcija za vrednovanje projekata i investacionih odluka.

Teorija realnih opcija (ROT²) je danas bar na akademskom nivou široko prihvaćena kao inovativan alat za kapitalno planiranje i vrednovanje aktiva. ROT pokazuje da operater imovine može da izbegne negativne scenarije investiranja, ali i isto tako sačuva profit iznad očekivanog odgovarajućim odgovorom na ishod projekta. Ovo je logičan i intuitivni argument, jer bi na takav način to obavljao svaki racionalan agent ukoliko bi naravno bio u mogućnosti za tim. Ovo je upravo i mesto gde ROT odstupa od metode tradicionalnog diskontovanja novčanog toka (DCF³). DCF metod prepostavlja da kompanija mora da prihvati sve moguće ishode projekta kao jednu celinu u trenutku kada

¹ U daljem toku rada, uglaste zagrade će označavati referencu na literaturu, čiji se kompletни podaci mogu naći na kraju rada

² ROT - real option theory

³ DCF - discounted cash flow

investira. Štaviše, DCF metod vidi svaku investiciju kao “sad ili nikad” šansu, dok u ROT investitor može čekati neko vreme, sve dok dodatna korisna informacija ne potvrdi investicionu odluku [McS86].

Ovo poglavlje organizovano je u više manjih celina. U njima će redom biti reči o DCF metodi, ROT, odnosu realnih i finansijskih opcija, tipovima realnih opcija, pristupima za njihovo vrednovanje, kao i njihovoj primeni.

2.1 Neto sadašnja vrednost

Tradicionalni metod vrednovanja u kapitalnom budžetiranju je baziran na metodi diskontovanog novčanog toka (DCF). Vrednost projekta se meri neto sadašnjom vrednošću, tj. sadašnjom vrednošću budućeg novčanog toka umanjenog za inicijalno potrošenu investiciju. Optimalno investiciono pravilo je da je projekat prihvatljiv, odnosno da u njega ima smisla investirati ako i samo ako je njegova neto sadašnja vrednost (NPV) pozitivna.

DCF metod ima suštinske mane [He07]. Prva je što nije lako proceniti budući novčani tok projekta, jer cena proizvodnje (učinka), stopa proizvodnje, investicioni troškovi nisu obično determinističke vrednosti.

Druga je što DCF metod koristi diskontovanu stopu kao odražavajući rizik istih novčanih tokova i kao takva, ova diskontna stopa je neminovno predmet procenjenjivanja greške.

Treće, metod ne uzima u obzir menadžerske fleksibilnosti koje su ugrađene u projekat. Te fleksibilnosti su date kroz opciju za odlaganje početka projekta, opciju o proširivanju obima projekta, opciju da se promeni *input* ili *output* projekta i opciju izlaska iz istog.

2.2 Realne opcije

Teorija realnih opcija ili vrednovanje realnih opcija (ROV⁴) su bazirani na analogiji između investicionih mogućnosti i finansijskih opcija. Realna opcija je pravo, ali ne i obaveza da se uradi nešto za određenu cenu, unutar ili na kraju nekog vremenskog

⁴ ROV - real option valuation

perioda. Kod ROV metoda, projekat se posmatra kao opcija na osnovni novčani tok, dok optimalnu investicionu strategiju čine optimalna pravila izvršavanja opcije.

ROV pristup prevazilazi prethodno pomenute probleme DCF metode. ROV uzima u obzir sve moguće ishode cena za osnovni projekat ili cene osnovne aktive i pretpostavlja stohastički oblik distribuciju cene za osnovnu aktivu pre nego determinističku. Štaviše, ako se sa datom osnovnom aktivom može trgovati i ako je replikativna, nepotrebno je izračunavati riziko-prilagođenu diskontnu stopu pošto se opcije već vrednuju koristeći bezrizičnu kamatnu stopu pod riziko-neutralnom merom. Konačno, ROV dozvoljava izračunavanje opcija koje mogu biti ugrađene u investicioni projekat, u kojima menadžeri imaju fleksibilnost, odnosno mogućnost da odgovore na nesigurne ishode.

Mogućnosti menadžera da reaguje na tržišne uslove proširuju vrednost investicionog projekta održavajući i unapređujući tako potencijal za rast, ali i limitirajući gubitak. ROV se ne smatra kao alternativni metod vrednovanja u odnosu na DCF, već kao prošireni DCF [Tri96]. U proširenom DCF, vrednost bilo koje investicije je sastavljena od dve komponente: tradicionalne (statične, ili pasivne) NPV direktnih novčanih tokova, i vrednosti opcije kao menadžerske fleksibilnosti. Razlika između vrednosti tradicionalnog DCF i vrednosti realne opcije je vrednost opcije koja je ugrađena u investicioni projekat. Kao rezultat, metod realnih opcija može da prihvati projekat sa negativnom NPV, ukoliko je vrednost opcije veća od negativne NPV vrednosti.

2.3 Realne opcije u odnosu na finansijske

2.3.1 Finansijske opcije

Na finansijskim tržištima, opcija obezbeđuje imaoču opcije pravo da kupi ili proda određenu količinu aktive po fiksnoj ceni, koja se naziva *strajk* cena ili cena izvršenja, na datum ili pre datuma isteka opcije.

Finansijske opcije su karakteristične po pravu, ali ne i obavezi izvršenja transakcije. Osnovna aktiva za finansijske opcije mogu da budu akcije, berzanski indeksi, strane valute, instrumenti dugova, roba i budući ugovori. Dva osnovna tipa opcije su *call* i *put*. *Call* opcija daje pravo imaoču iste da kupi osnovnu aktivu po unapred utvrđenoj ceni unutar ili na kraju utvrđenog vremenskog perioda. *Put* opcija daje pravo da se proda osnovna aktiva po utvrđenoj ceni unutar ili na kraju utvrđenog vremenskog perioda. Utvrđeni vremenski period se završava datumom koji se naziva datum dospeća opcije. Finansijske opcije se još i dele po vremenu kada se mogu izvršiti. Američke opcije se mogu izvršiti u bilo kom trenutku do datuma dospeća, dok se evropske opcije mogu izvršiti samo na datum dospeća.

Ključna osobina opcija je asimetričnost njene isplate. Imalac opcije može iskoristiti prednosti koje mu ona daje i limitirati gubitak na cenu koju je platio za kupovinu opcije. Ako je cena akcije na datum dospeća manja nego cena izvršenja, imalac *call* opcije je neće izvršiti, limitirajući tako gubitak na prethodno pomenuti iznos. Ukoliko je cena akcije na datum dospeća veća od cene izvršenja, imalac će izvršiti opciju i zaraditi iznos jednak razlici stvarne i cene izvršenja iste akcije. Ne postoji gornja granica za profit, ali donja granica je nula. Kako je i pomenuto malopre, maksimalan gubitak je jednak originalnom iznosu koji je plaćen za kupovinu opcije.

Opcije su često karakterizovane stepenom pozitivnog izvršenja. Ukoliko neposredno izvršenje opcija vodi ka profitu, one se nazivaju “*in money*”. Suprotno, ukoliko neposredno izvršenje dovodi do gubitka, nazivaju se “*out of money*”. Poslednje treće, su opcije kod kojih je trenutna cena jednaka ceni izvršenja, odnosno “*on money*”.

Standardne evropske ili američke opcije ponekad se zovu i *Vanila* opcije. Suprotno njima, egzotične opcije su derivati sa komplikovanijom isplatom. Tehnike vrednovanja za egzotične opcije su od posebnog interesa za istraživače koji se bave realnim opcijama, zato što realne opcije obično poseduju mnogo komplikovaniju strukturu isplate nego standardne evropske i američke opcije. Postoje različite egzotične opcije: Složene opcije koje su opcija na opciju; Barijerne opcije kod kojih ispalata zavisi od toga da li je cena osnovne aktive dostigla određeni nivo unutar određenog vremenskog perioda; Aziske opcije kod kojih isplata zavisi od prosečne cene osnovne aktive tokom perioda ili celog životnog veka opcije; Bermudske opcije koje su veoma slične američkim opcijama ali su ranija izvršavanja vezana za posebne trenutke u toku životnog veka opcije; *Basket* opcije koje zavise od portfolija osnovnih aktiva.

Ukoliko isplata derivata ne zavisi samo od konačne vrednosti osnovne aktive, već i od puta koji prati cena iste, ovakav derivat se naziva derivat zavisnog puta. Na primer, Barijerne i Aziske opcije su ovog tipa. Samo se u retkim slučajevima može doći do analitičkog rešenja opcija čija je putanja zavisnog tipa. U mnogim slučajevima zavisnost putanje se modelira i rešava korišćenjem binomnog stabla. Konačno, pristup Monte-Carlo simulacije uvek može biti primjenjen za vrednovanje ovakvih opcija, kada analitički rezultati nisu dostupni.

Zatvoreni oblik vrednovanja opcija prvi put je pronađen od strane Black-a i Scholes-a [BS73], i Mertona [Mer73] koji su za svoj rad iz 1973. nagrađeni Nobelovom nagradom 1995. godine. Njihov model za izračunavanje cene opcija je baziran na određenim prepostavkama od kojih je najvažnija da cena osnovne aktive prati geometrijsko Braunovo kretanje (GBM), što implicira da cena akcije prati lognormalnu raspodelu.

Neka se sa S označi cena osnovne aktive, sa K cena izvršenja, a sa r bezrizična kamatna stopa. GBM prepostavka implicira

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (2.1)$$

gde je μ stopa rasta cene akcije i $\{z_t, t > 0\}$ Vinerov proces.

Tada je vrednost evropske *call* opcije na osnovnu aktivu u trenutku t data sa *Black-Scholes* formulom

$$C(S, t) = SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2) \quad (2.2)$$

gde je

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r + \sigma^2/2)(T - t)}{\sigma\sqrt{T} - t}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} - t,$$

a $N(\cdot)$ kumulativna funkcija verovatnoće za standardnu normalnu raspodelu.

Formula za *put* evropsku opciju dobija se iz *put-call* pariteta

$$C(S, t) + Ke^{-r(T-t)} = P(S, t) + S.$$

Kombinujući (2.2) i gornju formulu dobija se

$$P(S, t) = Ke^{-r(T-t)}(1 - N(d_2)) + S(N(d_1) - 1)$$

i konačno

$$P(S, t) = Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - SN(-d_1).$$

2.3.2 Analogija realnih sa finansijskim opcijama

Realna opcija je pravo, ali ne i obaveza na akciju odlaganja, proširivanja, ugovaranja ili otkazivanja projekta za unapred utvrđenu cenu, za unapred određen vremenski period - životni vek opcije.

Realna opcija predstavlja određenu vrstu fleksibilnosti koja je ugrađena u realnu aktivu ili investicioni projekat. Realna opcija u mnogo čemu liči na finansijsku, te stoga postoji bliska analogija između njih. Na primer, mogućnost investiranja u projekat često se može prikazati kao *call* opcija na sadašnju vrednost očekivanog novčanog toka te investicije. Analogija je pokazana u *Tabeli 2.1*.

Slično, opcija za napuštanje projekta ima analogiju sa *put* opcijom na vrednost projekta. Cena izvršenja je cena za spašavanje opreme i materijala. Druge analogije su iste kao i u *Tabeli 2.1*.

FINANSIJSKA <i>call</i> OPCIJA	REALNA <i>call</i> OPCIJA
Cena akcije	Očekivana vrednost novčanog toka
Cena izvršenja	Investicioni troškovi
Datum dospeća	Datum dospeća
Volatilnost vrednosti aktive	Volatilnost očekivanog novčanog toka
Bezrizična kamatna stopa	Bezrizična kamatna stopa
Dividende	Cena držanja opcije

Tabela 2.1 Analogija između finansijske i realne *call* opcije

Međutim, realne opcije su mnogo kompleksnije nego finansijske. Velika razlika je u tome što se sa osnovna aktiva relanih opcija uglavnom ne može trgovati na tržištu. Netrgujuće realne aktive mogu doneti prinos ispod ravnotežnog prinosa koji je očekivan na finansijskom tržištu. Manjak u prinosu zahteva podešavanje prinosa kao što je slučaj sa dividendama. U vrednovanju opcija, najčešće se primenjuje riziko-neutralno vrednovanje, koristeći ekvivalent izvesnosti ili riziko-prilagođenu stopu rasta, koja je jednaka trenutnoj stopi rasta umanjenoj za prilagođenu premiju za rizik.

Ako se striktno gleda, metod realnih opcija je proširenje teorije finansijskih opcija u odnosu na opcije sa realnom aktivom. Modeli finansijskih opcija koriste usku vezu između osnovne aktive i opcije za replikaciju rezultata bezrizične aktive. Mogućnost pravljenja replikativnog portfolija obezbeđuje jednostavno izračunavanje bilo koje finansijske opcije kroz opservaciju tržišta kapitala. Ova metodologija omogućuje da se poznata cena jedne aktive koristi za računanje cene druge aktive, čija vrednost zavisi od prethodne.

Prepostavimo da imamo derivat čija vrednost zavisi u odnosu na promenljivu S i u odnosu na vreme t , tj. $Q_i = Q_i(S, t)$. Na primer, S može da bude cena akcije koja je citirana na tržištu kapitala. Uvek možemo da napravimo bezrizičan portfolio sa odgovarajućom kombinacijom derivata i njegove osnovne aktive.

Ukoliko posedujemo jednu jedinicu derivata, možemo da napravimo bezrizični portfolio dodajući kratku poziciju osnovne aktive. Primenjujući ovo, vrednost našeg portfolija će biti

$$H = dQ_i - \frac{\partial Q_i}{\partial S} S.$$

U vremenskom periodu (dt), promena u vrednosti našeg portfolija će biti

$$dH = dQ_i - \frac{\partial Q_i}{\partial S} dS.$$

Ova promena kod portfolija mora biti konzistentna sa prinosom dobijenim od bezrizične aktive. Stoga se dobija

$$dQ_i - \frac{\partial Q_i}{\partial S} dS = r \left(Q_i - \frac{\partial Q_i}{\partial S} S \right) dt.$$

Ukoliko i osnovna aktiva i derivat plaćaju dividende, odgovarajuća jednačina bi bila

$$(dQ_i + D_i dt) - \left(\frac{\partial Q_i}{\partial S} dS + \frac{\partial Q_i}{\partial S} \delta_S S dt \right) = r \left(Q_i - \frac{\partial Q_i}{\partial S} S \right) dt. \quad (2.3)$$

Dok koncept replikativnog portfolija daje metod koji je konzistentan sa cenama i promenljivama koje određuju vrednost opcije, koncept arbitraže garantuje da su procene koje su dobijene, ravnotežne cene. Ukoliko cena kao rezultat replikativnog portfolija i cena derivata nisu jednake, investitor će detektovati mogućnost arbitraže koju će eksplorisati dok god se ravnotežna cena ne bi ostvarila, tj. obe prethodno pomenute cene poklopile.

Upotreba replikativnog portfolija i arbitražni mehanizam zahtevaju da uključene aktive mogu biti ugovorene i u kratkoj i u dugoj prodaji, takođe, da je i tržište gde se ove aktive prodaju, kompletno. Kada analiziramo opcije na finansijske aktive kojima se trguje na tržištu kapitala, možemo da prepostavimo da su specifični potrebni uslovi ispunjeni. Međutim, ovo nije slučaj i sa realnim opcijama i njihovim osnovnim aktivama i tržištima na kojima se ove aktive prodaju. Literatura vezana za primenu teorije realnih opcija na kompletним tržištima je obimna, a Dixit i Pindyck [DP94], Trigeorgis [Tri96], Brennan i Schwartz [BrS85] i McDonald i Siegel [McS86], samo su neki od najreprezentativnijih autora. Osnovna prepostavka u ovom slučaju je da postoji dovoljan broj linearno zavisnih aktiva na tržištu, koje omogućavaju konstrukciju replikativnog portfolija. Ovo je jedna od fundamentalnih hipoteza u teoriji opcija, koja omogućava riziko-neutralno vrednovanje.

Kada nije moguće da se napravi portfolio od aktiva koje obuhvataju stohastičku varijaciju projekta, ili kada korelacija između projekta i tržišnog portfolija nije savršena, kaže se da je tržište nekompletno. Ukoliko tržište nije kompletno, uvođenje novih investicija može da proširi set investicionih mogućnosti, menjajući tako ekvilibrijum, a stoga i cene ostalih aktiva. U ovim uslovima, i replikativni model, i primena tog modela za evaluaciju realnih opcija nisu adekvatni.

U ovom slučaju Copeland i Antikarov [CA01] predlažu usvajanje sadašnje vrednosti novčanih tokova projekta bez fleksibilnosti, kao najbolje tržišne vrednosti projekta kada bi se njime moglo trgovati. Ovo će omogućiti korišćenje samog projekta kao bazične aktive u replikativnom portfoliju, jer se prepostavlja da je projekat bez opcija visoko korelisan sa vrednošću projekta sa opcijama. Prethodna prepostavka je poznatija

kao MAD⁵ hipoteza. Upotreba samog projekta kao dela replikativnog portfolija učiniće tržište kompletним, što je samo formalni uslov za korišćenje riziko-neutralnog vrednovanja.

Generalno, vrednost realne opcije se razvija u odnosu na cenu neke druge aktive na kojoj je zahtev za izvršenje opcije i zasnovan. Cena ove aktive se poklapa sa sadašnjom vrednošću novčanih tokova generisanog od strane projekta. Kada ne postoji tržište na kome bi se trgovalo sa ovim novčanim tokovima, literatura realnih opcija predlaže upotrebu *state* promenljive koja služi za opisivanje dinamičkih sistema od koje zavise novčani tokovi projekta. Ova promenljiva koja indukuje rizik novčanih tokova projekta, može biti finansijska aktiva, fizička aktiva, ili bilo koja druga promenljiva kao što je temperatura u državi ili regionu, tržišni ideo kompanije ili količina saobraćaja na autoputu [GS10].

Harrison i Kreps [HK79] i Cox, Ingersoll i Ross [CIR85] su dokazali hipotezu da se replikativni portfolio i arbitraža mogu koristiti za vrednovanje opcija koje zavise od slučajne promenljive koje su po prirodi različite od same opcije. Za vrednovanje bilo koje opcije čija cena se kreće na slučajan način tokom vremena zavisno od promena drugih promenljivih, dovoljno je pretpostaviti postojanje istog broja aktiva, čiji rizik zavisi od i samo od tih promenljivih. Sa $n + 1$ aktivom (uključujući opciju) koje zavise u odnosu na n promenljivih, uvek je moguće da se napravi bezrizični portfolio i nametnu ravnotežni uslovi.

U ovom radu, kao što će kasnije i biti pokazano, količina saobraćaja (nefinansijska *state* promenljiva) će biti korišćena kao osnovna aktiva za vrednovanje koncesije autoputa. Ovo će biti odgovarajuća pretpostavka u odnosu na garancije koje će biti vrednovane. Tada će se sadašnja vrednost očekivanih novčanih tokova koncesije razmatrati kao deo replikativnog portfolija, koji će omogućiti korišćenje riziko-neutralne metodologije vrednovanja.

2.4 Tipovi realnih opcija

Po tipu fleksibilnosti koje se mogu koristiti pri rukovanju aktivom ili projektom, realne opcije su klasifikovane u nekoliko kategorija. Prateći bogatu literaturu mogu se uvesti sledeće: opcija čekanja, opcija da se napusti ili prekine, opcija da se proširi, opcija da se prebaci, složena opcija i *rainbow* opcija. Više detalja o klasifikaciji realnih opcija dato je u [Tri96] i [CA01].

⁵ MAD – Marketed asset disclaimer

Opcija čekanja (wait) je mogućnost čekanja na početak projekta. Svoju primenu nalazi u mnogim investicionim projektima. To je američka kupovna opcija na vrednost projekta sa cenom izvršenja – novcem investiranim da bi projekat počeo.

Opcija proširivanja (expand) ugovora je opcija američkog tipa. Sa ovim tipom fleksibilnosti može se izmeniti obim operativnog poslavanja projekta kao odgovor na tržišne uslove. Opcija proširenja obima projekta je američka *call* opija, dok ona koja smanjuje obim, prodajući deo projekta je američka *put* opcija.

Opcija napuštanja (abandon) projekta za fiksnu cenu je formalno američka *put* opcija. Ukoliko se tržišni uslovi naglo pogoršaju, vlasnik projekta može da odustane od istoga.

Opcija za prebacivanje (switch) može sadržati mnogo raznovrsnih fleksibilnosti, koje dopuštaju vlasniku aktive da se prebacuju u zavisnosti od troškova između dva režima rada. Ove opcije se mogu razmatrati kao portfolio sačinjen od američkih *call* i *put* opcija.

Najviše stvarnih životnih projekata se uklapaju u kategoriju **složenih (compound)**, koje se još i zovu opcije na opciju. Ovo je zbog toga što su kolekcije različitih opcija obično uključene u stvarnim životnim investicijama. U fazi investiranja, svaka faza je jedna opcija koja zavisi od ishoda izvršavanja prethodne.

Obične opcije imaju samo jedan izvor nesigurnosti, obično cenu osnovne aktive. Međutim, vrednosti realnih opcija su najčešće određene mnogostrukim izvorima nesigurnosti. Ove opcije se zovu **dugine (rainbow)** opcije.

2.5 Riziko-neutralna mera

Girsanova teorema predstavlja recept kako da se pređe sa fizičke mere na rizik - neutralnu. Drugim rečima, ovo je način kako da se sa fizičke mere koja opisuje verovatnoću da neka aktiva uzme specifičnu vrednost, pređe na riziko–neutralnu koja se koristi za vrednovanje derivata bilo koje osnovne aktive [Shr03].

Neka se sa \mathbb{P} označi fizička mera. Prema Prvoj fundamentalnoj teoremi vrednovanja, na tržištu neće postojati mogućnost arbitraže ako i samo ako postoji ekvivalentna martingalova mera \mathbb{Q} takva da su prinosi za sve aktive martingali pod \mathbb{Q} . Ovakva mera se zove riziko–neutralna mera. Ona je jedinstvena ukoliko je tržište kompletно.

Formalno, ako je $W_t = (W^1, W^2, \dots, W^n)$ n – dimenzionalno standardno Braunovo kretanje na prostoru verovatnoće $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$, tada postoji druga mera za verovatnoću, \mathbb{Q} , i funkcija $\xi = \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}^n$ takva da je

$$W_t^{\mathbb{Q}} = \int_0^t (1 + \xi_s dW_s) dW_s$$

Standardno Braunovo kretanje na $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{Q})$. n – dimenzionalni vektor ξ sadrži takozvane tržišne cene rizika za svaki od n rizičnih faktora (moguće koreliranih) objašnjениh Braunovim kretanjem. Posebno, ako je $n = 1$, biće

$$W_t^{\mathbb{Q}} = W_s + \int_0^t \xi_s ds$$

ili

$$dW_t^{\mathbb{Q}} = dW_t + \xi_t t.$$

Prepostavimo da cena akcije prati geometrijsko Braunovo kretanje dato sa

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t,$$

prinos tada prati aritmetičko Braunovo kretanje

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t.$$

Iz Girsanove teoreme se dobija da je

$$dW_t = dW_t^{\mathbb{Q}} - \xi_t t.$$

Pod novom merom verovatnoće, \mathbb{Q} , proces prinosa ima formulu

$$\frac{dS_t}{S_t} = (\mu - \sigma \xi_t) dt + dW_t^{\mathbb{Q}}.$$

Ukoliko je \mathbb{Q} zaista riziko-neutralna mera, mora važiti da je očekivani prinos od t do $t + dt$ pod \mathbb{Q} jednak $r dt$, gde je r bezrizična kamatna stopa:

$$\mathbb{E}^{\mathbb{Q}} \left(\frac{dS_t}{S_t} \right) = r dt,$$

tj.

$$(\mu - \sigma \xi_t) dt = r dt$$

ili

$$\xi = \frac{\mu - r}{\sigma}.$$

Drugim rečima, tržišna cena rizika akcije koja prati GBM jednaka je Šarpovom raciju, kao standardizovanom prinosu.

2.6 Pristupi za vrednovanje realnih opcija

Vrednovanje realnih opcija se može posmatrati kao optimizacija investicionog problema usled nesigurnosti koje utiču na njega. Ideja je da se maksimizuje NPV aktive uokporirane u relevantnu menadžersku fleksibilnost, ali u skladu sa operativnim ograničenjima [He07].

2.6.1 Analitički metod

Analiza vrednovanja opcija bazirana je na nearbitražnoj teoriji u finansijskoj ekonomiji. Ukoliko se novčani tokovi mogu replikovati sa portfolijom trgujućih aktiva, vrednost projekta je jednaka vrednosti portfolija. U suprotnom, postoji mogućnost arbitraže za zaradu dodatnog novca kupovinom jeftinije od dve aktive ili portfolija, i prodajom skuplje. U teoriji vrednovanja aktivom, uslov nearbitraže zahteva da se rizik *state* promenljivih može obuhvatiti sa nekim trgujućim aktivama.

Računajući vrednost projekta, pod prepsotavkom da ne postoji mogućnost arbitraže, projekat mora biti optimalno rukovođen. Ako to nije slučaj, neko može da kupi projekat po ceni kada to nije optimalno i time dođe do profita. Stoga, optimalna politika za investiranje može biti determinisana istog trenutka kada se dođe do vrednosti projekta.

Vratimo se sada opštoj teoriji vrednovanja opcija. U potpoglavlju 2.3 smo razmotrili da se vrednost bilo kog derivatata može izračunati kao ravnotežna cena kontingentne aktive $Q_i = Q_i(S, t)$, koja zavisi od vremena i jedne *state* promenljive S . Prepostavimo da S prati proces dat sa formulom (2.1). Stoga

$$dS = \alpha_S S dt + \sigma_S S dz. \quad (2.4)$$

Primenjujući Itovu lemu, dobijamo da derivat prati novi Vinerov proces koji se može zapisati sa:

$$dQ_i = \left(\frac{\partial Q_i}{\partial S} \alpha_S S + \frac{\partial Q_i}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 Q_i}{\partial S^2} \sigma_S^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial Q_i}{\partial S} \sigma_S S dz \quad (2.5)$$

Ukoliko primenimo ravotežne uslove date sa formulama (2.3) u slučaju (2.4) i (2.5), dolazimo do opšteg modela za vrednovanje opcija kod kompletnih tržišta [DP94] datog sa formulom

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 Q_i}{\partial S^2} \sigma_S^2 S^2 + \frac{\partial Q_i}{\partial S} (r - \delta_S) S + \frac{\partial Q_i}{\partial t} - r Q_i + D_i = 0. \quad (2.6)$$

Najvažnija osobina ovoga modela je što ne uključuje nijednu promenljivu koja zavisi od preferencije rizika imaoča aktive. Posebno, očekivani prinos osnovne aktive (α_S koji zavisi od investorovog nivoa averzije prema riziku) je nestao u formuli (2.6). Ukoliko se preferencija prema riziku ne nalazi u jednačini, onda ona ni ne može da ima uticaj na njeno rešenje. Stoga, bićemo u mogućnosti da izračunamo vrednost opcije pod pretpostavkom da je svet riziko-neutralan. Ovaj rezultat znatno pojednostavljuje analizu vrednovanja derivata [Hull06].

U jednačini (2.6) izraz $r - \delta_S$ može se izraziti kao $\alpha_S - \lambda_S \sigma_S$, gde je λ_S tržišna cena rizika za *state* promenljivu S , koja se može dobiti iz CAPM [DP94] i [Sha64]:

$$\lambda_S = \frac{\mu_S - r}{\sigma_S} = \frac{E(R_m) - r}{\sigma_m} \rho_{Sm} = \frac{1}{\sigma_S} (E(R_m) - r) \beta_{Sm}. \quad (2.7)$$

U jednačini (2.7) μ_S je ukupan očekivani prinos za aktiv S . Prema tome, može se pretpostaviti da je premija $\mu_S - r$ za sistemski rizik aktive jednaka $\lambda_S \sigma_S$, tj. tžišnoj ceni rizika λ_S pomnoženoj sa količinom rizika (datom sa volatilnošću σ_S). Na finansijskim tržištima, ova veza je normalno prihvaćena, te što je veća volatilnost veći je i očekivani prinos aktive. Parametar β_{Sm} je široko primenjivan u finansijskoj ekonomiji za karakterizaciju određene aktive. On je definisan kao količnik kovarijanse između prinosa aktive S i celog tržišnog portfolija, i varijanse tržišnog portfolija.

PDJ (2.6) mora biti ispunjena za bilo koji derivat Q_i , čija vrednost zavisi od *state* promenljive S i vremena. Njeno vrednovanje se omogućava nametanjem odgovarajućih graničnih uslova. Opšti model vrednovanja opcija je generalizovan sa n state promenljivih. U tom slučaju, potrebno je nametnuti $2n + 1$ granična uslova.

Treba primetiti da $\alpha_S - \lambda_S \sigma_S$ stiče novo značenje jer je ekvivalentno razmatranom novom driftu α_S^* prilagođenom za rizik (tj. eliminisan je deo koji odgovara sistemskom riziku kod inicijalnog drifta α_S).

Na kraju, riziko-neutralni pristup za vrednovanje vrednosti opcije koja obezbeđuje isplatu u datom budućem vremenu, ekvivalentan je sledećoj proceduri datoj po Hull – u [Hull06]:

- Zameniti drift α_S sa rizik-prilagodjenim driftom α_S^* (jednakim $\alpha_S - \lambda_S \sigma_S$) u stohastičkom procesu (2.4), kao i dz fizičke mere sa $dz^{\mathbb{Q}}$ riziko-neutralne.
- Izračunati očekivanu vrednost opcije
- Diskontovati, očekivanu vrednost opcije sa bezrizičnom kamatnom stopom r .

Prednosti ove procedure je što nije potrebno prepostavljati bilo kakve preferencije investitora. Međutim, postoje određeni aspekti procedure koji se razlikuju kod realnih aktiva u odnosu na finansijske, što će u narednim redovima i biti objašnjeno.

1. **Finansijske aktive.** Ukoliko je *state* promenljiva akcija ili finansijska aktiva koja ne donosi dividende, očekivani prinos se poklapa sa očekivanom varijacijom cene, odnosno, prinos je jednak očekivanoj stopi kapitalnog dobitka

$$\mu_S = r + (E(R_m) - r)\beta_{Sm} = \alpha_S.$$

U ovom slučaju važi $\alpha_S^* = r$. Ukoliko je osnovna aktiva akcija ili finansijska aktiva koja plaća dividende, odnosno ima stopu isplate δ_S , tada važi sledeće. U tom slučaju očekivani prinos je jednak zbiru očekivane varijacije cene i δ_S . Tada će biti

$$\mu_S = r + \delta_S$$

$$\alpha_S^* = r - \delta_S.$$

2. **Realne aktive.** Kada je *state* promenljiva nefinansijska promenljiva ili aktiva (kao saobraćaj na auto-putu), ne vrši se nikakva isplata, ali u principu ne postoji veza između drifta (α_S) i volatilnosti (σ_S) aktive [GS10]. Ovo ima za posledicu da za nefinansijske aktive generalno važi $\alpha_S - r \neq \lambda_S \sigma_S$. Uprkos tome, model je i dalje validan ukoliko se uvede fiktivna stopa isplate δ_S , tako da je

$$\mu_S - r = \alpha_S + \delta_S - r = \lambda_S \sigma_S. \quad (2.8)$$

U tom slučaju, imajući u vidu jednačinu (2.7), očekivani drift za prilagođen proces jednak je

$$\alpha_S^* = r - \delta_S = \alpha_S - (E(R_m) - r)\beta_{Sm}. \quad (2.9)$$

U svom radu, [GS10], Galera i Sanchez posebno naglašavaju da ne može važiti jednakost $\alpha_S^* = r$ (kako neki autori i prepostavljaju), već da mora biti $\alpha_S^* = r - \delta_S$. Po njima bi $\alpha_S^* = r$ bilo arbitražno, jer se ne može prepostaviti da je tržišna vrednost rizika

implicitna sa stopom rasta neke *state* promenljive, npr. količine saobraćaja. Stoga, uvođenje fiktivne stope isplate δ_S omogućuje izračunavanje prilagođene stope rasta (α_S^*). Ovo je ekvivalentno eliminisanju sistemskog rizika (rizik koji nije moguće diversifikovati u investicionom portfoliju) koji utiče na nefinansijsku aktivu (npr. količinu saobraćaja) te time omogućava upotrebu riziko-neutralnog vrednovanja koji je prethodno opisan.

2.6.1.1 Black-Scholes formula

Black-Scholes formula je rezultat jednačine (2.6) pod striktnim prepostavkama. Šest stavki u prvoj koloni *Tabele 2.1* su prepostavke iz kojih se računa vrednost opcije preko *Black-Scholes* formule. Stoga, kad god se može doći do adekvatne procene odgovarajućih stavki za realne opcije datih u *Tabeli 2.1*, može se i direktno izračunati vrednost realne opcije istom formulom, kao da je realna opcija finansijska [He07]. S obzirom na njenu jednostavnost, njeni direktni upotrebi su veoma popularni među praktičarima. Međutim, javlja se problem kao posledica neprecizne analogije između finansijskih i realnih opcija. Nestandardni i nefinansijski aspekti realnih opcija zajedno sa nekompletnošću tržišta utiče na to da je njihovo vrednovanje mnogo komplikovanije. I kada bi verovali u egzaktnu analogiju između finansijskih i realnih opcija ignorirajući sve pomenute limitiranosti, procena određenih stavki u drugoj koloni *Tabele 2.1* nije nimalo jednostavna.

2.6.2 Numerički metod

Analitički metod za vrednovanje realnih opcija, svodi se na rešavanje parcijalne diferencijalne jednačine u odnosu na odredene uslove. Rešenje PDJ u obliku zatvorene forme, na primer *Black-Scholes* formule retko postoji. U mnogim slučajevima, numeričke metode, kao što su binomno stablo ili simulacije su potrebne kako bi se moglo aproksimirati rešenje parcijalne diferencijalne jednačine.

2.6.2.1 Metod binomnog stabla

Model vrednovanja preko binomnog stabla koristi diskretni vremenski okvir. Za praćenje kretanja razvoja osnovne aktive opcije, koristi se binomno drvo, sa datim brojem koraka između datuma vrednovanja i isteka opcije. *State* promenljiva može da se kreće ili

ka gore, ili na dole u narednom koraku u stablu. Ovo kretanje je opisano sa specifičnim, multiplikativnim faktorom (u odnosno d). Koristeći klasični metod Cox-a, Ross-a i Rubinstein-a (CRR), dobija se da je

$$\begin{aligned} u &= e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \\ d &= e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \end{aligned}$$

gde je σ volatilnost cene osnovne aktive i Δt vremenski inkrement. Za Braunovo kretanje u riziko-neutralnom svetu, verovatnoća da se *state* promenljiva kreće na gore je p , data sa

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

gde je r bezrizična kamatna stopa.

U svakom završnom čvoru stabla, tj. trenutku isteka opcije, opcija ima vrednost $\max\{(S - K), 0\}$, ukoliko je *call*, odnosno $\max\{(K - S), 0\}$ ukoliko je *put*. Vrednost opcije u ranijim čvorovima se računa koristeći vrednost opcije iz naredna dva čvora (čvora u koja se prethodno pomenuti čvor račva) ponderisanim sa p za čvor na gore, odnosno $1 - p$ za čvor na dole. Rekurzivni induktivni proces koji računa vrednost opcije u početnoj tački dat je sledećim algoritmom:

$$F_t = e^{-r\Delta t} [p \times F_{t+\Delta t}^u + (1 - p) \times F_{t+\Delta t}^d]$$

gde je F_t cena opcije u trenutku t , $F_{t+\Delta t}^u$ vrednost opcije u trenutku $t + \Delta t$, datom sa cenom osnovne aktive koja se povećala za stopu u od trenutka t , a $F_{t+\Delta t}^d$ cena opcije u trenutku $t + \Delta t$, datom sa cenom osnovne aktive koja je opala za stopu d od trenutka t . Kako $\Delta t \rightarrow 0$, rezultat binomnog metoda konvergira ka vrednosti *Black-Scholes* formule.

Za američke opcije, odluka se donosi u svakom čvoru, birajući između momentalnog izvršavanja opcije, ili čekanja. Matematički, izbor je opisan sa

$$\max\{F_t - K, e^{-r\Delta t} [p \times F_{t+\Delta t}^u + (1 - p) \times F_{t+\Delta t}^d]\}$$

Pristup binomnim stablom je fleksibilan metod koji se široko koristi za vrednovanje *vanila* i nekih egzotičnijih opcija. Ovaj pristup je matematički relativno jednostavan, te je zbog toga njegova implementacija u kompjuterski program relativno laka.

Za opcije sa nekoliko izvora nesigurnosti, ili za opcije sa komplikovanim karakteristikama, npr. Azijskim opcijama, binomna stabla se suočavaju sa mnogim poteškoćama i stoga nisu praktična. Vrednovanje opcija sa mnogostrukim faktorima postaje nepraktično: broj čvorova stabla se povećava eksponencijalno sa brojem

stohastičkih faktora. U ovim slučajevima, metod koji se koristi su Monte-Carlo simulacije.

2.6.2.2 Monte-Carlo simulacije

Kao numerički metod, Monte-Carlo simulacije imaju mnoge prednosti kao što su lakoća računanja više od jedne nesigurnosti, lakoća uključivanja različitih stohastičkih procesa i nestandardnih struktura isplate, itd.

Monte-Carlo simulacije su numerički integracione tehnike koje se mogu koristiti za nalaženje riziko-neutralne vrednosti opcije uzorkovanjem opsega integracije. Fundamentalna teorema bezarbitražnog vrednovanja govori da je vrednost derivata jednaka diskontovanoj očekivanoj vrednosti isplate tog derivata pod riziko-neutralnom merom. Dodatno, očekivanje se računa pomoću integrala u odnosu na adekvatnu meru.

Pretpostavimo da važi riziko-neutralna mera \mathbb{Q} i da imamo derivat D čija isplata zavisi od seta osnovnih instrumenata S_1, S_2, \dots, S_n . Neka je ω uzorak iz prostora verovatnoće Ω . Tada je vrednost derivata $D(S_1(\omega), S_2(\omega), \dots, S_n(\omega)) =: D(\omega)$. Sadašnja vrednost derivata se dobija, računajući očekivanje za sve moguće uzorce i diskontovanjem istih sa bezrizičnom kamatnom stopom. Ovo je prezentovano sledećom formulom

$$D_0 = df_T \int_{\Omega} D(\omega) dQ(\omega),$$

gde je df_T je diskontni faktor [He07].

Aproksimacija integrala se vrši tako što se generišu putanje uzoraka i uzme njihova aritmetička sredina. Ukoliko je N broj uzoraka, jednostavniji način za dobijanje D_0 bi izgledao

$$D_0 \approx df_T \frac{1}{N} \sum_{\omega} D(\omega) dQ(\omega).$$

Pretpostavimo sada da osnovna aktiva prati geometrijsko Braunovo kretanje kao u formuli (2.1). Ukoliko bi se vremenski interval $[0, T]$ podelio na M delova dužine t i Braunovo kretanje aproksimiralo u intervalu t sa jednom promenljivom koja ima normalnu raspodelu čija je srednja vrednost 0, a varijansa t , to bi dovelo do putanje uzorka

$$S(kt) = S((k - 1)t) * \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{t}\varepsilon_k\right),$$

gde je $k = 1, 2, \dots, M$, a $\varepsilon_k \sim \mathcal{N}(0,1)$.

Prepostavimo da je $D(S, t)$ funkcija isplate jedne opcije sa osnovnom aktivom S . Generišući uzorak od $N \times M$ normalnih promenljivih, kreira se N putanja, a samim tim i N vrednosti od D . Tada je sadašnja vrednost opcije računata preko Monte-Carlo metode

$$D_0 = df_T \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N D_j(S, t).$$

Kako smo u mogućnosti da izračunamo srednju vrednost, maksimum, minimum ili bilo koji drugi statistički podatak iz simuliranih putanja, Monte-Carlo metod je veoma pogodan za računanje opcija koje zavise od putanje. Sa druge strane, dobro poznata manja Monte-Carlo simulacija je velika “računarska cena”. Tačnost rezultata raste sa povećanjem broja simulacija, a vreme potrebano za izračunavanje raste eksponencijalno sa dimenzijom problema.

2.7 Primena ROT

Teorija realnih opcija je inovativni alat u kapitalnom budžetiranju. Ona otkriva vrednost investicionog projekta povezanog sa nesigurnim tržišnim uslovima i sugerije optimalnu investicionu strategiju, npr. optimalni tajming, obim i tehnologiju. Metod vrednovanja realnim opcijama bio je predlagan od samog svog početka, kao analitički alat za sve tipove investicionih problema – od investiranja u prirodne resurse i početka proizvodnje novih proizvoda, do izgradnje fabrika, auto-puteva i informacionih tehnologija.

Realne opcije najčešće pronalaze svoju upotrebu u industriji, karakterizovanu sa ogromnim kapitalnim ulaganjem, nesigurnostima i fleksibilnošću – posebno kod nafte i gasa, rudnika, farmacije i biotehnologije. Kompanije u ovim industrijama imaju dovoljno tržišnih ili istraživačko-razvojnih podataka potrebnih za pravljenje pouzdanih pretpostavki u odnosu na nesigurnosti u analizi realnih opcija. Dodatno, oni imaju određenu dozu inžinjersko-orjentisane korporativne kulture u kojoj nema averzije prema upotrebni kompleksnih matematičkih alata.

ROT se ne koristi samo u investicionim mogućnostima. Trigeorgis [Tri96] je primenio realne opcije za analizu kreditnog rizika sa kojim se susreću finansijske

institucije. Takođe, strateško planiranje se može predstaviti kao kolekcija realnih opcija. ROT isto tako ima i primenu u društvenom životu. Neki interesantni, iako čudni primeri su primena u ocenjivanju vrednosti čekanja u braku i procena verovatnoće od rizika samoubistva kod starije populacije.

3. REALNE OPCIJE U KONCESIJAMA AUTO-PUTEVA

Devedesete godine prošlog veka, bile su karakteristične po svetskom trendu uvećane participacije privatnih investicija u javnim infrastrukturnim projektima kao zamena za javne. Ovaj trend je bio posledica napretka u efikasnosti, koja je proisticala iz zamene javnog sektora privatnim firmama, boljom raspodelom rizika, kao i budžetskim ograničenjima vlada. Sa druge strane, privatni infratsructurni projekti bili su predmet vladinih zakona, pokrivajući i obezbeđujući usluge koje su esencijalne za društvo, zahtevajući veliku količinu ireverzibilnog kapitalnog ulaganja i imajući dugačak period isplate. Ova kombinacija faktora osiguravala je da kada se jednom implementiraju, interesi vlade i privatnog investitora počinju da se razilaze, što ovaj projekat postavlja pod pritisak korisnika i oportunističkog ponašanja vlade, povećavajući tako rizik za investitora. S obzirom na ovo, privatni sektor je često zahtevao vladine garancije koje su imale efekat smanjenja ovih rizika, a tražeći iste i dobijajući ih, vladu je ponovo vraćao u ulogu koja je zainteresovana za ishod projekta.

Rastući trend sa kraja prošlog veka, nastavljen je sve do današnjih dana, a pomenute garancije sve češće su nezaobilazni deo ugovora vezanih za koncesije auto-puteva. Prisustvo garancija od strane vlade čija je uloga da se smanje rizici može biti neophodan uslov, jer kontrola mnogih promenljivih, koje su pod njenim nadzorom, utiču na bitne aspekte projekta (kamatne stope, zakoni i ostalo). Najbolji primer je iz 1998.

godine kada je Vlada Čilea ponudila tender za Costanera Norte puta sa naplatom putarine, urbanog auto-puta od 30 km za povezivaju glavnog grada Santjaga sa aerodromom. Vlada je inicijalno odbila ponuditi garancije, što se pokazalo kao loš izbor. Nije bilo pristiglih ponuda. Uspešno se licitiralo za auto-put tek nakon garancija, koje je Vlada ponudila.

Sa druge strane, nudeći garancije za infrastrukturne projekte, vlada postaje odgovorna za sve buduće dugove koje ove garancije mogu da prouzrokuju i koji pošto su determinisani subjektivno u mnogim slučajevima, nisu adekvatno vrednovani ili čak ni uračunati u budžet. Ovo može da bude veoma teško za vladu ukoliko rizik, koji je uključen nije dobro analiziran i kvantifikovan. Garancija za razlike u kursu obezbeđene od strane Vlade Španije tokom 70-tih godina prošlog veka i neuspeha meksičkih koncesija sa naplatom putarina posle Meksičke krize 1994. godine, koštali su 2.5, odnosno 8.9 milijardi US\$ vlade tih država, respektivno. Stoga, važnost adekvatnog vrednovanja podrške od strane vlade je veoma bitno. Vlade moraju da definišu i odrede nivo garancija koji ima dvostruku ulogu. Sa jedne strane da je dovoljno velik kako bi projekat bio ekonomičan, a sa druge, da bude dovoljno mali da ne tereti društvo i budžet, te ne bude potencijalna obaveza budućih generacija i budžetsko opterećenje.

Garancije javnog sektora imaju karakteristike opcija. Stoga, njihovo optimalno vrednovanje zahteva metode vrednovanja realnih opcija koje nije moguće dobiti tradicionalnom metodom analize projekta. Glavna komponenta rizika u infrastrukturnim projektima, uključujući puteve sa naplatom putarina je rizik buduće količine saobraćaja, tj. rizika da li će ista biti manja od prognozirane. Tokom poslednjih godina, brojne su studije koje su imale za cilj modeliranje ovog rizika i istraživanje mogućih strategija njegovog smanjenja. Pomenućemo samo nekolicinu.

Wibowo [Wib04] razmatra finansijski uticaj različitih garancija na javni sektor. Garancije koje su bile posmatrane su: minimalni prihod od putarina, minimalna količina saobraćaja, tarife, dug i maksimalni interes. Ove garancije su vrednovane kao evropske *put* opcije i upoređivane u odnosu na direktnu subvenciju države. Došlo se do zaključka da su neke od tih garancija uspešnije u smanjenju rizika nego subvencije.

Garvin i Cheah [GC04] koriste jednostavni binomni diskretni model za vrednovanje opcije odlaganja infrastrukturne investicije. Ova opcija obezbeđuje fleksibilnost da se odloži investiranje u projekat zavisno od ekonomskog rasta u regiji, a samim tim i promena u količini saobraćaja.

Lara Galera i Sanchez [GS10] su razvili metodologiju vrednovanja realnih opcija u koncesionim ugovorima zasnovanu na analitičkom rešenju preko *Black-Scholes* formule. Oni su koristili garanciju minimalnog nivo saobraćaja, modelovanu kao evropske *put* opcije, dok im je numerički primer bio novi auto-put kao prilazne saobraćajnice za aerodrom Barajas u Madridu.

Huang i Choa [HC06] su koristili teoriju realnih opcija za vrednovanje garancije minimalnog prihoda od putarine, kao i opcije da se napusti projekat u fazi pre same konstrukcije. Oni su koristili projekat tajvanske brze pruge kao numerički slučaj, a problem su rešili analitičkim putem. Opcija da se napusti projekat obezbeđuje fleksibilnost privatnom sektoru da izide iz projekta ukoliko proceni da je vrednost budućih prihoda manja od troškova konstrukcije i upravljanja auto-putem. Kada krene faza konstrukcije, ova opcija više nije živa, tj. istekla je. Obe opcije su autori vrednovali kao evropske *put* opcije.

Vassallo i Solino [VS06] diskutuju garanciju minimuma prihoda implementiranog u Čileu, kao jednog od mehanizama za smanjenje rizika količine saobraćaja u koncesionim ugovorima. Ove garancije su određene od strane vlade kao opcija i ako bi ih koncesionar zatražio, u isto vreme bi morao da usvoji i klauzulu o podeli ekstra profita, prihoda koji nastaje ako bi količina saobraćaja prešla unapred utvrđeni nivo. Promenljiva obarač za mehanizam podele prihoda, može da bude interna stopa prinosa, za čiju maksimalnu vrednost se uzela vrednost od 15%.

Brandaو i Saraiva [BS07] u svom radu koriste takođe garanciju minimalne količine saobraćaja, ali je vrednuju preko Monte-Carlo simulacija. Kao numerički primer koriste novi auto-put BR-163 koji treba da poveže brazilski srednji Zapad sa regijom oko reke Amazon.

Ashuri, Lu i Kashani, [ALK11] koriste binomni model za vrednovanje koncesije sa mogućnošću da se auto-put koji je predmet koncesije, može proširiti. Ovu fleksibilnost modeliraju opcijom za proširenje projekta, koja se iskorištava u slučaju kada je količina saobraćaja prešla potreban nivo i time opravdala potrebu za novim investiranjem.

Nastavak ovog poglavlja organizovan je na sledeći način. Prvo ćemo se upoznati sa modelima koncesije auto-puteva sa naplatom putarina koji se koriste u svetu. Zatim će biti reči o rizicima koji se javljaju u koncesijama. Konkretno, biće detaljno opisan najvažniji rizik koji je vezan za buduću količinu saobraća, kako se buduća količina saobraćaja modelira i da li je model geometrijskog Braunovog kretanja adekvatan za njeno modeliranje. Ovo poslednje proveriće se Dickey-Fuller testom za 16 mernih mesta, na 8 putnih pravaca u Vojvodini, pokrivši tako celu saobraćajnu mrežu Pokrajine. Kraj poglavlja je rezervisan za uvođenje realnih opcija koje će biti korišćene, garanciju minimuma prihoda od putarine, limit maksimuma prihoda za koncesionara, opciju da se napusti projekat, te njihovo modeliranje i vrednovanje.

3.1 Modeli koncesije auto-puteva sa naplatom putarina

Ugovori za koncesije auto-puteva sa naplatom putarina mogu biti klasifikovani po stepenu rizika kojim je opterećen privatni sektor. U tradicionalnim koncesijama, ceo tržišni rizik je prenesen na koncesionara, dok javni sektor ne obezbeđuje nikakvu podršku i nema nikakve obaveze prema budućim dugovima, što se ogleda u višim premijama za privatni sektor odnosno kapital koji su uložili. Ovaj tip koncesije se najviše koristi u Argentini, Brazilu, Čileu i baziran je na bazi „gradi, upravlja i prenesi“ (BOT⁶) modelu.

Međutim, ovaj model generalno nije dobar kada se smatra da je rizik projekta jako velik ili je prinos toliko nesiguran da vlada nije u mogućnosti da privuče privatni kapital. Ovo se tipično dešava kao posledica činjenice da vlade obično prvo daju na koncesiju najprofitabilnije projekte, i nakon što su takvi projekti iscrpljeni, ostanu oni manje atraktivni, sa velikim rizikom ili malim prinosom. Rešenje za ovaj problem je u davanju određenog nivoa podrške koji će smanjiti rizik i/ili povećati prinos privatnih investitora. Na primer, ukoliko je prinos projekta mnogo manji nego što je očekivano, projekat može da primi vladinu subvenciju proporcionalnu manjku posmatrane potražnje, tako da se ostvari minimalni nivo prinosa. Druge mogućnosti mogu biti prisutne, kao što su: proširivanje perioda koncesionog ugovora, odlaganje plaćanja obaveza prema vlasti ili mogućnost za napuštanje projekta. Sa druge strane, modeli sa garancijama zahtevaju dugoročnu posvećenost vlade projektu, zajedno sa rizikom da buduće prihvaćene obaveze obično nisu dovoljno dobro izračunate i kvantifikovane. Nasumice data vladina podrška može postati veliki teret za društvo, jer nudeći ove garancije, vlastira buduće dugove i potencijalnu odgovornost. Iako one ne moraju imati nikakav uticaj na trenutni novčani tok, vladine garancije mogu da prouzrokuju velike troškove za buduće generacije. Ovo se dešava zbog toga što su troškovi izdataka retko uzimani u obzir ili čak ni nisu uključeni u budžetski proces zbog limitiranosti tradicionalne metode vrednovanja.

Pojavljivanje javnog sektora kao garanta iz prethodnog pasusa daje važnu ulogu kod implementacije projekata koji mogu zvučati tehnički, ali ne i ekonomski prihvatljivi pod modelom tradicionalne koncesije. Kada javni sektor nudi garanciju minimalnog prihoda od putarine, to eliminiše najnepovoljnije stanje distribucije prinosa projekta. Ova činjenica izaziva dva različita efekta: sa jedne strane, to uvećava prosečan prinos, a sa druge, smanjuje rizik projekta smanjujući diskontovanu stopu kojom se novčani tok projekta diskontuje, uvećavajući zbog toga njegovu ukupnu vrednost [BS07].

⁶ BOT - (build - operate - transfer)

Još jedan model koji se primenjuje je „razvij, izgradi, upravlja i finansiraj“ (DBOF⁷). On se koristi u Velikoj Britaniji i Portugalu, gde vlada plaća ugovorno uspostavljenu godišnju naknadu direktno koncesionaru, i koja može ili ne mora obuhvatiti prikupljenu putarinu od korisnika. Pošto u ovom modelu vlada snosi ukupan tržišni rizik, ne postoji rizik za privatni sektor i kod ovakvih slučaja aukcija nadmetanja za dobijanje koncesije obično proizvede najmanji prihod koji će biti isplaćen, odražavajući tako značajno malu premiju za rizik privatnog kapitala. Sa druge strane, u slučaju ekonomske krize vlada je u obavezi da plaća izdatke u vreme kada je njen budžet pod još većim pritiskom.

3.2 Analiza rizika i njegovo modeliranje

Projekti vezani za puteve sa naplatom putarina imaju mnogo različitih izvora rizika sa kojima se susreću investitori. Neki od najvažnijih su rizici saobraćajne potražnje, tj. kvantitativno merena potreba stanovništva za korišćenjem novog putnog pravca, rizik cene zemljišta na kojim će se graditi budući putevi, rizik cene nafte, inflatori rizik, rizik kamatnih stopa, rizik konstrukcije, politički rizik, itd.

U transportu je najvažniji rizik, a ujedno i jedini rizik koji će biti razmatran u ovom radu, onaj vezan je za saobraćajnu potražnju, odnosno da li će buduća količina saobraćaja biti dobro prognozirana. Njega je teško proceniti, te zbog toga postoje određeni mehanizmi koji dozvoljavaju da se on smanji ili raspodeli. Ovi mehanizmi se mogu podeliti po tri kriterijuma: izabrati promenljivu koja je obarač – to može da bude količina saobraćaja, prihod od putarine ili interna stopa prinosa (IRR); raspodela rizika između ugovorenih strana uključujući minimalni i maksimalni ciljni nivo za promenljive koje su obarač; ili kompenzatorni mehanizam koji uključuje subvenciju ili promenu u dužini ugovora. Po datim kriterijumima tri glavna pristupa se primenjuju u koncesijama puteva:

- Prvi naglašava ekonomski balans koncesije kroz IRR projekta, uspostavljajući prihvatljiv nivo za ovu promenljivu.
- Drugi je baziran na garanciji količine saobraćaja ili njegovog prihoda, kod koga je rizik podeljen između koncesionara i javnog sektora, pošto su obično razmatrani minimalni i maksimalni nivoi istoga.
- Treći je povezan sa dužinom ugovora koji može da bude dat do trenutka kada promenljiva okidač dostigne ciljanu vrednost.

⁷ DBOF – (design - build - operate - finance)

3.3 Saobraćajna potražnja

Saobraćajna potražnja je promenljiva koja meri primarni cilj transportnog sistema - efikasnost sistema auto-puteva. Ona može biti izmerena nivoom zakrčenosti auto-puta, koji je direktno proporcionalan nivou saobraćajane potražnje u odnosu na kapacitet puta.

Saobraćajna potražnja je veoma volatilna i ta volatilnost je vremenski zavisna. Njeno ponašanje varira u odnosu na period kroz koji se posmatra, odnosno, od dana do dana, od meseca do meseca, od godine do godine. Drugačija vremenska skala gledanja daje različite vrednosti koje ne bi mogle biti lako primećene kroz druge vremenske skale. Na primer, za skalu od dana do dana, se očekuje veliko povećanje saobraćaja na određenim auto-putevima u periodu kada je saobraćajni špic i opadanje tokom noćnih sati. Iz perspektive dugoročnih vremenskih skala, efekat koji se otkriva na skali od meseca do meseca je efekat sezone godišnjih odmora, kada se velika količina saobraćaja dešava tokom leta ili kada saobraćaj konstantno opada tokom zimskih meseci.

Konačno tu je i skala od godine do godine, koja "hvata" veliki spektar efekata. Postoje mnogi faktori koji utiču na kretanje saobraćajne potražnje: skokovima u ceni naftnih derivata, sezonske promene, prebacivanja saobraćaja usled promene kapaciteta ili prebacivanje sa drugih tipova saobraćaja.

Znajući da je interesovanje ovoga rada koncesija puta koja može da traje i nekoliko decenija, i kako se najznačajnije fluktuacije dešavaju u toku godišnje vremenske skale, upravo će godišnja skala biti primenjivana i to u vidu PGDS.

PGDS je osnovna mera količine saobraćaja, predstavljajući prosečan godišnji dnevni saobraćaj neke saobraćajne deonice. On je definisan kao broj vozila koji prođe određenu tačku na putu tokom 24 uzastopna sata, prosečno tokom perioda od 365 dana. Stoga, on će biti reprezent saobraćajne potražnje koji će u daljem radu biti označavan sa θ .

Za puteve je prognoziranje saobraćajne potražnje generalno veoma važan, ali i isto tako i težak zadatak. Postoje potencijalne zamke u prognoziranju buduće saobraćajne potražnje uključujući kvalitet postojećih podataka, primerenosti modela koji će biti korišćen, stabilnosti sistema tokom vremena. Druge poteškoće vezane su za izgradnju konkurentnog putnog pravca i promene u političkom i ekonomskom okruženju. Ove zamke često značajno utiču na tačnost prognoze buduće saobraćajne potražnje.

Flyvbjerg, Holm i Buhl [FHB05] su analizirali 183 projekta koji su obuhvatili putne pravce (170), mostove (10) i tunele (3). Statističkom analizom odnosa predviđenog

i stvarnog saobraćaja, ustanovljeno je da je 50% projekata imalo grešku u predviđenom saobraćaju od $\pm 20\%$, dok je 25% projekata imalo grešku $\pm 40\%$. Slično Bain u svojoj studiji, [Bai09], analizira podatke sa 100 putnih pravaca koji su finansirani privatnim kapitalom i na kojima se naplaćuje putarina. Definišući koeficijent stvarni/predviđeni saobraćaj, Bain razdvaja podatke na zemlje u kojima istorijski ima puteva sa naplatom putarine i na zemlje u kojima je ovaj pristup relativno nov. Očekivana vrednost koeficijenta u zemljama gde putarina tradicionalno nije prisutna je 0.58 sa standardnom devijacijom od 0.26, dok je u zemljama koje imaju iskustvo očekivana vrednost 0.81 sa standardnom devijacijom 0.24. Iako ovi podaci ukazuju da zemlje sa iskustvom u sistemima naplate putarine imaju manju grešku u predviđanju saobraćaja, ova greška je i dalje prisutna.

3.3.1 Saobraćajna potražnja kao stohastički proces

U ovom radu saobraćajna potražnja ili buduća količina saobraćaja će biti predstavljena kao stohastički proces, preciznije kao geometrijsko Braunovo kretanje (GBM). Ovo je najčešći tip modela za nivo saobraćaja u literaturi. Iako mnogi autori naglašavaju da je kretanje nivoa saobraćaja mnogo kompleksnije od GBM, ono se obično koristi jer sa njime može primeniti različite metode analiziranja. Ovaj model obezbeđuje da količina saobraćaja nikada ne može da bude negativna, kao i da je volatilnost konstantna tokom vremena. Matematički zapisano kretanje saobraćaja po GBM izgleda:

$$d\theta_t = \alpha_\theta \theta_t dt + \sigma_\theta \theta_t dW_t \quad (3.1)$$

gde je $d\theta_t$ inkrementalna promena u saobraćaju za kratak vremenski period dt , α_θ stopa rasta saobraćaja, σ_θ je volatilnost saobraćaja, dW_t Vinerov proces. Ako se uzme da je $\ln \theta_t$ prirodni logaritam od količine saobraćaja i primeni Itova lema, dobija se

$$\begin{aligned} d \ln \theta_t &= \frac{1}{\theta_t} d\theta_t + \frac{1}{2\theta_t^2} d\theta_t^2 \\ d \ln \theta_t &= \frac{1}{\theta_t} (\alpha_\theta \theta_t dt + \sigma_\theta \theta_t dW_t) - \frac{1}{2\theta_t^2} (\alpha_\theta \theta_t dt + \sigma_\theta \theta_t dW_t)^2 \\ d \ln \theta_t &= \alpha_\theta dt + \sigma_\theta dW_t - \frac{\sigma_\theta^2}{2} dt \\ d \ln \theta_t &= (\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2}) dt + \sigma_\theta dW_t \end{aligned}$$

Integracijom poslednjeg reda, dobija se analitičko rešenje

$$\ln \frac{\theta_t}{\theta_0} = (\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2})t + \sigma_\theta W_t$$

$$\theta_t = \theta_0 e^{(\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2})t + \sigma_\theta W_t}.$$

Krajnji rezultat pokazuje da $\ln \theta_t$ prati standardizovani Vinerov proces sa driftom $\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2}$ i varijansom σ_θ^2 , ako θ_t prati GBM. Konačno, očekivana buduća količina saobraćaja koja se dobija je

$$\mathbb{E}(\theta_t) = \mathbb{E}\left(\theta_0 e^{(\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2})t + \sigma_\theta W_t}\right) = \theta_0 e^{(\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2})t} \mathbb{E}(e^{\sigma_\theta W_t}) = \theta_0 e^{\alpha_\theta t}$$

Iako se u literaturi često pretpostavlja da kretanje saobraćajne potražnje prati GBM, to i nije tako evidentno. Potvrda ove hipoteze u ovom radu biće dobijena testirajući istu kroz istorijske podatke sa 16 mernih mesta na 8 putnih pravaca u Vojvodini. Ovo će biti urađeno korišćenjem Dickey-Fuller testa, na isti način kako su to uradili i Antonio Galera i Sanchez Solino u svom radu [GS07], koji zapravo predstavlja jedini rad na tu temu koji podrazumeva empirijski dokaz prepostavke da saobraćajna potražnja prati GBM.

3.3.1.1 Ocena koeficijenta rasta - drifta i ocena koeficijenta volatilnosti saobraćaja

Dva nepoznata parametra α i σ , geometrijskog Braunovog kretanja datog sa jednačinom (3.1), mogu se dobiti iz empirijskih podataka. Neka se pretpostavi da postoji $n + 1$ opservacije količine saobraćaja θ_t u toku jednakog dugačkih vremenskih intervala (npr. dnevnih, nedeljnih ili godišnjih). Ovde će biti reči o godišnjim i neka se isti označava sa Δ . Sledeće što treba uraditi je obeležiti dobijene godišnje PGDS sa $\{\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$, te uvesti nove oznake $r_t = \ln(\theta_t) - \ln(\theta_{t-1})$ za $t = 1, 2, \dots, n$.

Kako je $\theta_t = \theta_{t-1} * \exp(r_t)$, r_t predstavlja prinos u t -tom intervalu. Pretpostavljajući da θ_t prati GBM, dobija se da r_t prati normalnu raspodelu sa očekivanjem $(\alpha - \frac{\sigma^2}{2})\Delta$ i varijansom $\sigma^2\Delta$ [Tsa05].

Sa relacijom konstruisanom iznad, ocene parametara drifta i volatilnosti GMB mogu se dobiti iz srednje vrednosti i standardne devijacije uzorka. Detaljnije izvođenje je predstavljeno ispod:

$$E(r_t) = (\alpha - \frac{\sigma^2}{2}) \Delta$$

$$V = \sigma^2 \Delta$$

$$\bar{r} = \frac{\sum_{t=1}^n r_t}{n}$$

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{s_r}{\Delta} \quad (3.2)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{r}}{\Delta} + \frac{\sigma^2}{2} = \frac{\bar{r}}{\Delta} + \frac{s_r^2}{2\Delta}. \quad (3.3)$$

Ocene drifta i volatilnosti dobijene u prethodne dve formule, važe samo za slučaj GBM. Ukoliko se pretpostavlja postojanje nekog drugog procesa, potrebne su drugačije metode vrednovanja ocena istih parametara, o čemu čitalac više može videti u radu [Tsa05].

3.3.2 Testiranje hipoteze o opravdanosti korišćenja GBM

Prepostavimo da kretanje količine saobraćaja prati geometrijsko Braunovo kretanje, odnosno da prirodni logaritam količine saobraćaja prati standardizovan Vinerov proces, što je i pokazano pomuću Itove leme u prethodnim redovima

$$d \ln \theta_t = \left(\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2} \right) dt + \sigma_\theta dW_t.$$

Ovo znači da promena logaritmovane količine saobraćaja prati normalnu raspodelu za bilo koji vremenski interval dt prateći slučajan hod sa driftom. Ova pretpostavka se često koristi za ekonomski i finansijski promenljive. Za cene akcija, hipoteza o GBM je generalno prihvaćena te se ona kao takva koristi u teoriji vrednovnaja opcija. U oblasti saobraćaja, pretpostavka da količina saobraćaja prati GBM je prvi put

usvojena od strane Zhao [Zha04] za vrednovanje procesa donošenja odluka pomoću pristupa realnih opcija.

Medutim, GBM hipoteza nije uvek evidentna. Pyndick i Rubinfeld [PR98] su analizirali, da li cena robe prati ovaj proces. Oni su došli do zaključka da za veoma dugačke vremenske serije (više od 100 godina), cene sirove nafte i bakra ne prate slučajan hod i da umesto njega prate proces vraćanja na srednju vrednost (*mean reverting*). U drugom slučaju, za cenu drveta, hipoteza o slučajnom hodu se ne može odbaciti. Nažalost ne postoji toliko dugačke vremenske serije za količinu saobraćaja, pogotovo za podatke u Vojvodini. Analiza koja će biti izvršena za potrebe ovoga rada odnosiće se na dostupne podatke sa 16 mernih tačaka na 8 najvažnijih saobraćajnica u Vojvodini. Dostupni podaci od strane JP puteva Srbije, dati su u vidu vremenskih serija od 23 godine za 9 mernih mesta, serija od 22 godine za 5 mernih mesta i od 14 godina za 3 merna mesta. U daljem tekstu prvo će biti objašnjena metodologija koja će se koristiti za otkrivanje postojanja jediničnog korena u ovim vremenskim serijama, u koju svrhu će biti korišten Dickey-Fuller test, najzastupljeniji test za ovu vrstu analize, da bi usledila numerička analiza dobijenih rezultata.

3.3.2.1 Testiranje postojanja jediničnog korena

Pretpostavimo da je Y_t slučajna promenljiva koja se razvija u vremenu u odnosu na autoregresivni proces koji se može opisati sa:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

gde je ε_t slučajna greška. Sada ćemo analizirati parametar ρ . Ukoliko je ρ jednako 1, tada se može reći da jedinični koren postoji, tj. da je Y_t nestacionarna promenljiva. U suprotnom ($\rho \neq 1$) promenljiva Y_t je stacionarna.

Jednačini (3.4) se može dodati konstantan drift φ , bez umanjenja opštosti. Tada se dobija

$$Y_t = \varphi + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (3.5)$$

Poslednju jednačinu možemo napisati i na drugačiji način

$$Y_t - Y_{t-1} = \varphi + (\rho - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (3.6)$$

Parametar ρ se može oceniti koristeći metod Običnih najmanjih kvadrata (OLS⁸) i računanjem t – statistike kako bi se testiralo da li je ρ značajno različito od 1. Ukoliko se ne može odbaciti hipoteza da je $\rho = 1$, tada se kaže da proces ima jedinični koren i da se ne može odbaciti tvrđenje da je promenljiva Y_t nestacionarna, nakon što joj je ukljonjen trend. Međutim, ukoliko je stvarna vrednost ρ jednaka jedan, tada je ocena metodom OLS pristrasna [PR98]. U tom slučaju upotreba OLS može dovesti do netačnog odbacivanja nestacionarne hipoteze.

Kako bi se rešio ovaj problem, Dickey i Fuller su koristili Monte-Carlo simulacije za računanje tačne vrednosti distribucije t – statistike kada je $\rho = 1$. Stoga, Dickey-Fuller (DF) test je najčešće korišćen test za analiziranje postojanja jediničnog korena u pomenutom procesu.

Kako bi primenili DF test, napisaćemo jednačinu (3.6) na sledeći način

$$\Delta Y_t = \varphi + \beta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

gde je $\beta = \rho - 1$. Sada se može izvršiti OLS metod za procenu vrednosti parametra β (gde je nulta hipoteza da je $\beta = 0$) i izračunati t – statistika. Dobijeni rezultati t – statistike se upoređuju sa dobijenim kritičnim vrednostima Dickey-Fullera. Zapravo, koriste se kritične vrednosti dobijene od drugih autora bazirane na DF metodologiji. Na primer, McKinnon [McK90] je došao do sledećih kritičnih vrednosti koje se nalaze u *Tabeli 3.1*.

Veličina uzorka	Nivo značajnosti = 5%	Nivo značajnosti = 10%
25	-3.00	-2.63
50	-2.93	-2.60
100	-2.89	-2.58
∞	-2.86	-2.57

Tabela 3.1 Kritične vrednosti DF testa za jedinični koren

Ukoliko je dobijena t – statistika veća od kritične vrednosti, tada se ne može odbaciti da je $\beta = 0$, pa se ne može ni odbaciti hipoteza da je proces nestacionaran nakon uklanjanja trenda.

U ovom tipu testa, prepostavlja se da ne postoji korelacija reziduala ε_t . Međutim, proces opisan formulom (3.7) može biti nestacionaran, ukoliko postoji korelacija između ε_t . Proširena metodologija poznatija kao prošireni Dickey-Fuller test (ADF), dopušta

⁸ OLS – Ordinary least squares

korelaciju i omogućava analizu jediničnog korena. Za ovu namenu model se može proširiti dodajući docnije⁹ zavisne promenljive desnoj strani jednačine (3.7)

$$\Delta Y_t = \varphi + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^m \lambda_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t,$$

gde λ_j predstavlja parametar dobijen u regresionoj analizi između zavisne promenljive ΔY_t i iste zavisne promenljive sa docnjom promenljivom za j perioda ΔY_{t-j} . Na primer, ukoliko za godišnje podatke razmatramo dve docnije promenljive, imaćemo sledeći izraz:

$$\Delta Y_t = \varphi + \beta Y_{t-1} + \lambda_1 \Delta Y_{t-1} + \lambda_2 \Delta Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

gde smo dodali na desnoj strani jednačine dva izraza koja uključuju docnije zavisne promenljive za jednu i dve godine, ΔY_{t-1} i ΔY_{t-2} respektivno.

3.3.2.2 Dobijeni rezultati DF i ADF testova za puteve u Vojvodini

Metodologiju opisanu gore, primenili smo koristeći ugrađenu Matlab funkciju **dfARDTest** za vremenske serije količine saobraćaja na putevima u Vojvodini. Koristili smo dostupne PGDS podatke u analizi, i time izbegli sezonske probleme u količini saobraćaja. Korišćeni podaci vezani za PGDS u Vojvodini, nalaze se na kraju rada u Dodatku A.

Kako bi izvršili testove uzeli smo da je $Y_t = \ln \theta_t$, odnosno $\Delta Y_t = \ln(\theta_t / \theta_{t-1})$, gde je θ_t količina saobraćaja izražena kao PGDS. Rezultati koji su dobijeni nalaze se u *Tabeli 3.2*.

Dobijene rezultate, uporedićemo sa *Tabelom 3.1*, tj. kritičnim vrednostima t – statistike. Kako je period analize puteva 24, 23 i 13 godina, koristićemo kritične vrednosti za najmanji uzorak obima 25 iz *Tabele 3.1*. Može se primetiti da za nivo značajnosti od 5%, nulta hipotezane ne može biti odbačena ni za jedno merno mesto čiji podaci datiraju za period duži od 23 godine. Kod puteva čiji podaci postoje za period od 1999. do 2011. godine, to ne možemo da tvrdimo. Kako su u *Tabeli 3.1* date kritične vrednosti za različite vremenske serije podataka od kojih je najmanja za 25 godina, rezultati dobijeni za puteve čije podatke imamo za samo 13 godina, uzećemo sa rezervom, smatrajući da je njihova obimnost premala kako bi sa sigurnošću zaključili da njihove serije nisu nestacionarne. Stoga, na osnovu dobijenih rezultata iz DF i ADF testova saobraćajnih deonica čije vremenske serije imaju 23 i 24 godine, možemo da tvrdimo da su podaci nestacionarni.

⁹ Lagged –docnije

Br.	Naziv puta	Period analize	DF test	ADF test sa jednom docnijom promenljivom	ADF test sa dve docnije promenljive
1	M3 (Kula - Vrbas)	1989 - 2011	-1.6325	-2.0225	-2.1281
2	M7 (Zrenjanin - Žitište)	1989 - 2011	-1.6021	-1.8830	-1.0721
3	M22.1 (Sirig - Novi Sad)	1989 - 2011	-1.8209	-1.8507	-1.2857
4	M22 (Srbobran - Zmajevac)	1999 - 2011	-3.2047	-3.8310	-4.0246
5	M22 (Zmajevac)	1999 - 2011	-2.6978	-3.9148	-1.3187
6	M7 (Bačka Palanka - Čelarevo)	1989 - 2011	-1.5695	-1.9618	-1.4740
7	M17.1 (Svetozar Miletić - Bajmok)	1988 - 2011	-1.6664	-2.8610	-2.6853
8	M22.1 (Subotica - Žednik)	1989 - 2011	-1.7268	-2.0305	-1.7232
9	M1 (Pećinci - Šimanovci)	1989 - 2011	-1.4467	-1.8585	-1.0170
10	M22 (Novi Sad - Kovilj)	1989 - 2011	-1.4092	-0.9324	-0.7077
11	M24 (Bašaid - Melenci)	1989 - 2011	-2.2070	-2.7908	-2.1859
12	M21 (Irig - Ruma)	1988 - 2011	-1.3714	-1.1827	0.5117
13	M22 (Stará Pazova)	1999 - 2011	-3.8013	-1.6292	-0.4414
14	M7 (Žabalj - Zrenjanin)	1988 - 2011	-0.6107	-1.0547	-0.4337
15	M18 (Bač - Bačka Palanka)	1988 - 2011	-1.9237	-2.6756	-1.7233
16	M21 (Novi Sad - Irig)	1988 - 2011	-1.4723	-1.3811	-0.7947

Tabela 3.2 Rezultati DF i ADF testova za serije PGDS na 16 mernih mesta u Vojvodini

U cilju dobijanja konačnog odgovora na pitanje da li PGDS na putevima u Vojvodini prati GBM, potrebno je uraditi još jednu analizu. Vratimo se na jednačinu (3.5)

$$Y_t = \varphi + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t.$$

DF i ADF testovi su pokazali da se hipoteza o jediničnom korenu ne može odbaciti, te da su PGDS podaci na putevima u Vojvodini nestacionarni, a time da se i isti kreću po slučajnom procesu. Prema tome, može se reći da ρ ima vrednost 1, te se prethodna formula može zapisati sa

$$Y_t = \varphi + Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

sređujući je, dobija se

$$\Delta Y_t = \varphi + \varepsilon_t$$

odnosno uvrštavajući $\ln \theta_t / \theta_{t-1}$ umesto ΔY_t , jer je $\Delta Y_t = \ln \theta_t / \theta_{t-1}$

$$\ln \frac{\theta_t}{\theta_{t-1}} = \varphi + \varepsilon_t.$$

Ako se pokaže da su reziduali stacionarni, što se i očekuje kod vremenskih serija puteva kod kojih se nije mogla odbaciti hipoteza o jediničnom korenu, moći će se pretpostaviti da su distribucije reziduala identične. U tu svrhu, prvo je potrebno izračunati ocenu drifta za svaku deonicu, koja se dobija kao srednja vrednost $\ln(\theta_{t,i}/\theta_{t-1,i})$ za $t = 2, \dots, n$. Promenljiva i predstavlja jednu od 13 saobraćajnih deonica iz Dodatka A (izuzeće se serije kod kojih se raspolaže sa podacima za samo 13 godina). Ocena drifta je predstavljena sledećom formulom:

$$\hat{\varphi}_l = \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n \ln \frac{\theta_{t,i}}{\theta_{t-1,i}},$$

gde je n dužina date vremenske serije. Zatim se ocena reziduala dobija kao

$$\widehat{\varepsilon}_{t,l} = \ln \frac{\theta_t}{\theta_{t-1}} - \hat{\varphi}_l.$$

Testirajući ocene reziduala za svih 13 serija DF testom, rezultati pokazuju da se za sve pomenute deonice, osim jedne (M17.1 Svetozar Miletić - Bajmok) može odbaciti hipoteza o postojanju jediničnog korena za seriju $\widehat{\varepsilon}_{t,l}$. Kod serija reziduala na kvadrat, $\widehat{\varepsilon}_{t,l}^2$, rezultati su još bolji, jer se za sve serije dobija da se nulta hipoteza odbacuje. Rezultati obe analize koji potkrepljuju prethodne zaključke, nalaze se u *Tabeli 3.3*.

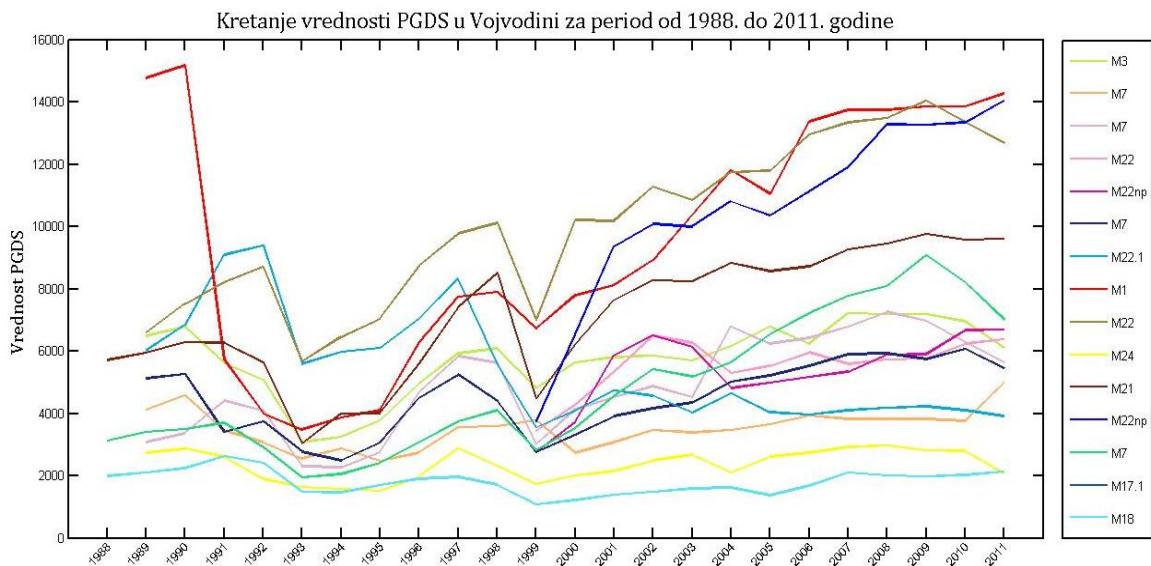
Naziv puta	$\widehat{\varepsilon}_{t,l}$	$\widehat{\varepsilon}_{t,l}^2$
M3 (Kula - Vrbas)	-3.6657	-4.7896
M7 (Zrenjanin - Žitište)	-4.5025	-4.6403
M22.1 (Sirig - Novi Sad)	-4.1937	-4.9517
M7 (Bačka Palanka - Čelarevo)	-3.8986	-4.6764
M17.1 (Svetozar Miletić - Bajmok)	-2.8207	-4.3605
M22.1 (Subotica - Žednik)	-4.1673	-4.0020
M1 (Pećinci - Šimanovci)	-3.1080	-4.2127
M22 (Novi Sad - Kovilj)	-6.0100	-3.8045
M24 (Bašaid - Melenci)	-3.5802	-3.4163
M21 (Irig - Ruma)	-5.1119	-3.9659
M7 (Žabalj - Zrenjanin)	-3.2706	-4.0460
M18 (Bač - Bačka Palanka)	-3.8315	-4.9476
M21 (Novi Sad - Irig)	-4.6816	-3.6425

Tabela 3.3 Rezultati DF testa za serije ocene reziduala i reziduala na kvadrat

Ovim se dobija da su prethodne serije reziduala stacionarne, odnosno da su identičnih distribucija. Intuitivno pretpostavljajući da će zbog Centralne granične teoreme ovi reziduali imati normalnu raspodelu, možemo reći da je opravdano korišćenje GBM za opisivanje procesa buduće količine saobraćaja u Vojvodini.

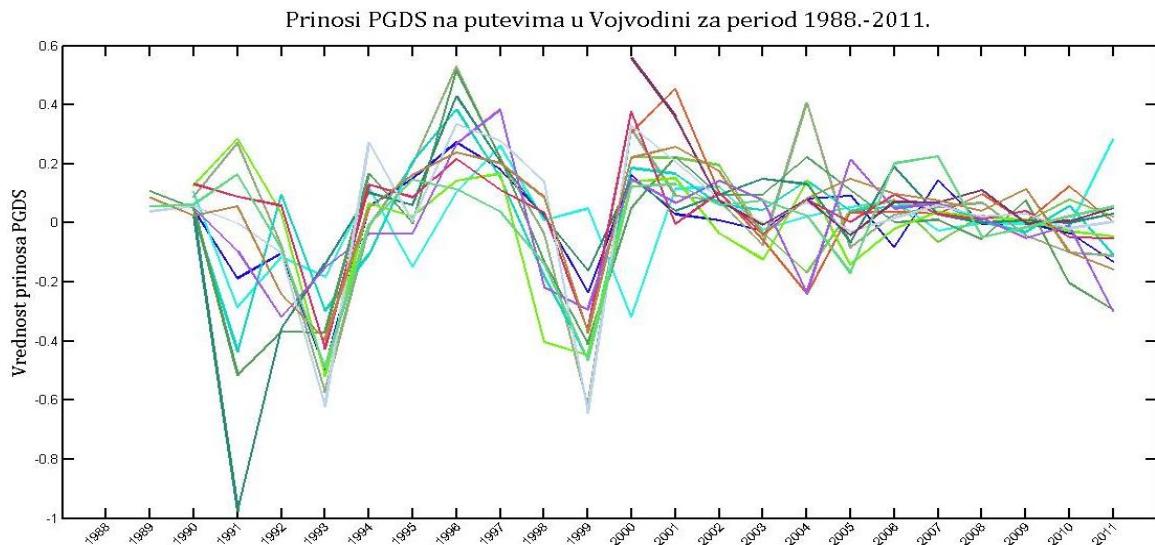
3.3.2.3 Dobijeni rezultati za ocene drifta i volatilnosti saobraćaja u Vojvodini

Pošto je prethodna analiza opravdala, odnosno potvrdili da se za proces količine saobraćaja na putevima u Vojvodini može koristiti GBM, ocene drifta i volatilnosti na svakom putnom pravcu sa čijom serijom podataka raspoložemo izvršićemo na osnovu formula (3.2) i (3.3). Pre nego što dođemo do numeričkih rezultata, analizirajmo prvo grafike samih PGDS podataka za puteve u Vojvodini. Na *Slici 3.1* može se primetiti kako je u poslednjih 24 godine trend rasta saobraćaja evidentan, iako ne u velikoj meri. Posmatrajući vrednosti od 1988. godine pa do danas, primećuje se da je količina saobraćaja dva puta imala nagli pad, prvi 1993. godine zbog hiperinflacije, a 1999. usled NATO bombardovanja. Takođe primetno je i da su mnoge vrednosti sa kraja osamdesetih, odnosno, pre raspada stare Jugoslavije, tek u poslednjim godinama dostignute. Najbolji reprezent ovoga je putni pravac M1 (Pećinci - Šimanovci) čije su vrednosti do 1993. najviše opale (crvena linija na slici). Međutim, normalizacijom odnosa, većom robnom razmenom sa Hrvatskom, a pogotovo privrednim razvojem opštine Pećinci u poslednjim godinama, vrednost PGDS za ovu deonicu se vratila na staru.



Slika 3.1 Vrednost PGDS za puteve u Vojvodini za period od 1988. do 2011. godine

Što se tiče kretanja prinosa, oni su predstavljeni na *Slici 3.2*. Na njoj je još evidentniji negatvan prinos, ili pad vrednost PGDS za godine 1993. i 1999. Ako se pogledaju vrednosti u poslednjih 10 godina vidi se da je prinos za ove godine blago pozitivan. Konačno, poslednje 3 godine, odnosno period svetske ekonomske krize, oslikava generalan pad u prinosu, pa i njegove negativne vrednosti, koje opet nikako nisu značajne i velike kao za kritične dve godine, 1993. i 1999.



Slika 3.2 Vrednosti prinosa PGDS -a na putevima u Vojvodini za period od 1988. do 2011. godine

Numerički rezultati dobijeni za ocene drifta i volatilnosti nalaze se u *Tabeli 3.4*. Može se primetiti da je drift, odnosno očekivani prinos negativan samo za deonicu puta M22, od Subotice do Žitišta. Ocena drifta se kreće od **-0.00554** za deonicu od Subotice do Žitišta, pa sve do **0.089373**, koji se dobija za podatke mernog mesta na naplatnoj stanici Stara Pazova na putu M22 (E-75). Prosečan prinos za sve puteve iznosi **0.038795**.

Kod volatilnosti, vrednosti variraju od **0.150559**, koja je najmanja za deonicu puta M7, od Zrenjanina do Žitišta, do najveće **0.260903** za deonicu M22.1 od Novog Sada do Siriga. Prosečna vrednost ocenjenog parametra za volatilnost iznosi **0.200174**.

Naziv puta	α_θ	σ_θ
M3 (Kula - Vrbas)	0.008506	0.16505
M7 (Zrenjanin-Žitište)	0.015276	0.150559
M22.1 (Sirig-Novi Sad)	0.059991	0.265893
M22 (Srbobran - Zmajevac)	0.058658	0.117965
M22 (Zmajevac) NP	0.089373	0.174135
M7 (Bačka Palanka - Čelarevo)	0.022571	0.20415
M17.1 (Svetozar Miletić - Bajmok)	0.004504	0.251557
M22.1 (Subotica - Žednik)	-0.00554	0.204697
M1 (Pećinci - Šimanovci)	0.03234	0.265561
M22 (Novi Sad – Kovilj)	0.038951	0.167693
M24 (Bašaid - Melenci)	0.00221	0.187858
M21 (Irig - Ruma)	0.05002	0.244138
M22 (Stara Pazova) NP	0.125285	0.173621
M7 (Žabalj - Zrenjanin)	0.050095	0.183724
M18 (Bač – Bačka Palanka)	0.014919	0.185282
M21 (Novi Sad - Irig)	0.053557	0.260903
	0.038795	0.200174

Tabela 3.4 Ocene drifta α_θ i volatilnosti σ_θ iz serija podataka o saobraćaju za 16 putnih pravaca u Vojvodini

3.4 Realne opcije u koncesijama auto-puteva

Ranije smo pomenuli da infrastrukturni projekti, kao što su koncesije, često zahtevaju intervenciju javnog sektora u vidu davanja određenih garancija. Da bi se one na adekvatan način kvantifikovale i izmerile, realne opcije se javljaju kao prirodno rešenje, odnosno alat za njihovo adekvatno vrednovanje. U slučaju koncesija auto-puteva neke od najčešće korišćenih realnih opcija su: garancija deviznog kursa, garanacija minimalnog saobraćaja, garancija minimalnog prihoda od putarine, mogućnost odustajanja od projekta, mogućnost produžavanja vremena koncesije, limita maksimalog nivoa saobraćaja, limita maksimalnog prihoda od putarine i uvođenje subvencija. Ovi mehanizmi smanjuju volatilnost novčanog toka, dodaju fleksibilnost projekta i obezbeđuju bolji menadžment koncesije bazirane na dešavanjima budućih događaja. Moguće izvršenje serije prava koje obezbeđuju realne opcije predstavlja dodatu vrednost projektu koja se ne može “uhvatiti” tradicionalnim procedurama vrednovanja.

Tip opcija koje se najčešće mogu naći u ugovorima za koncesiju auto-puteva su evropske *put* i *call* opcije, iako i druge mogućnosti postoje. No, američke *call* i *put* opcije

nisu pogodnog oblika, zbog postojanja fiksiranog i tačnog datuma izvršavanja prava garantovanog opcijom [GS07].

U ovom radu koristićemo sledeće tri prethodno pomenute garancije: Garancija minimalnog prihoda od putarine i limita za maksimum prihoda, kao i mogućnost odustajanja od projekta. Svaka od ovih garancija će biti vrednovana pojedinačno, ači i u kombinaciji. Konkretno biće urađene kombinacije između prve i druge opcije, prve i treće i sve tri odjednom. Vrednovanje će biti izvršeno na dva načina. Prve dve opcije, garancije minimuma i maksimuma prihoda ćemo urediti i analitički, preko *Black-Scholes* formule i dinamički, putem Monte-Carlo simulacija. Opciju odustajanja od projekta kao i kombinacije opcija uradićemo samo preko Monte-Carlo simulacija, iz prostog razloga što rešavanje ovih kompleksnih problema analitičkim putem prevazilazi okvire ovoga rada.

Pre nego što se krene sa pojedinačnim uvođenjem i vredovanjem pomenutih garancija, potrebno je naglasiti da se za njihovo vrednovanje mora koristiti riziko-neutralna mera, o kojoj je, a i samom postupku vrednovanja realnih opcija bilo reči u prvom poglavlju.

3.4.1 Garancije minimuma i limita maksimuma prihoda od putarine

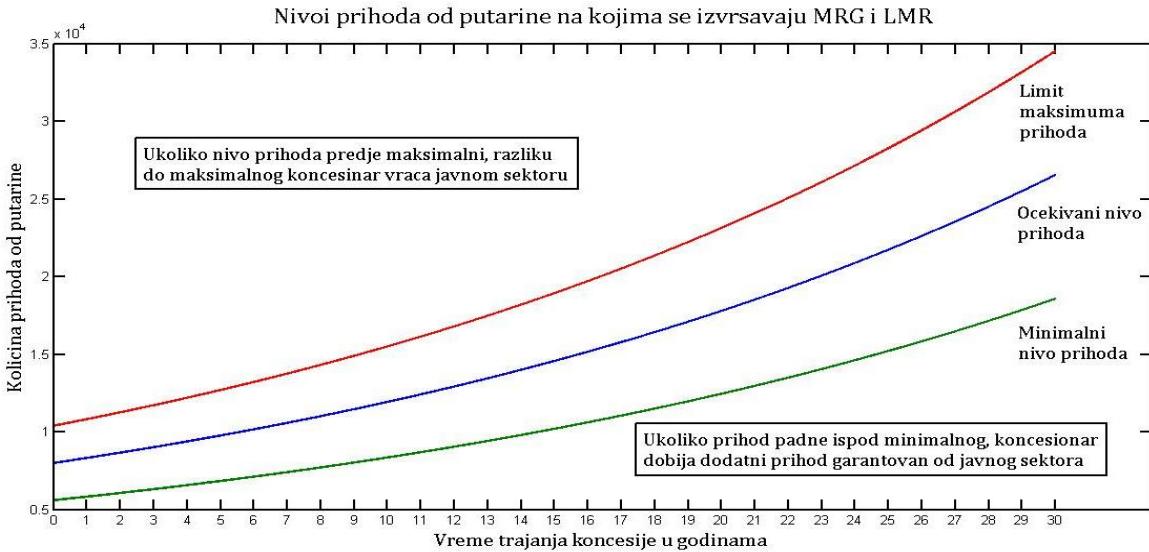
Pod garancijom minimuma prihoda od putarine (MRG¹⁰) se podrazumeva da vlada ima obavezu da plati određenu cenu koncesionaru, ukoliko nivo buduće količine saobraćaja, odnosno prihoda od putarine padne ispod unapred određenog nivoa. Ukoliko pretpostavimo da je visina putarine konstantna tokom celog perioda koncesije, a isto tako da je i jednaka za sve tipove vozila, garancija buduće količine saobraćaja biće ekvivalentna garanciji buduće količine prihoda. Kod limita maksimuma prihoda (LMR¹¹) situacija je obrnuta. Koncesionar se obavezuje javnom sektoru, da će u slučaju povoljnog scenarija, platiti ili podeliti količinu zarade, ukoliko količina prihoda od prikupljene putarine bude veća od predviđene.

Ove dve garancije obično se modeliraju koristeći simetrične nivoe, kao procentualne vrednosti očekivanog prihoda. Grafički prikaz MRG i LMR je dat na *Slici 3.3*. Ukoliko kod prve nivo prihoda padne ispod minimalnog nivoa, zelena linija na slici, a kod druge bude iznad maksimalnog nivoa, crvene linije, vrši se plaćanje jednakog razlici u jednom slučaju garancije i stvarnog prihoda, odnosno stvarnog prihoda i limita u drugom.

¹⁰ MRG – Minimum revenue guarantee

¹¹ LMR – Maximum revenue limit

Teorija realnih opcija nalazi svoju primenu u vrednovanju ovih tipova garancija, jer uspostavljanje minimalnog ili garantovanog nivoa prihoda se modelira evropskom *put* opcijom, dok se za limit maksimuma koristi evropska *call* opcija.



Slika 3.3 Nivoi prihoda od putarina na kojima se izvršavaju MRG i LMR

Prepostavimo da imamo koncesiju u kojoj su sve investicije izvršene u momentu $t = 0$, da njen životni vek traje n godina i da je operativna na kraju svake godine, od kraja prve pa do kraja poslednje. Neka je θ_i stvarna količina saobraća na kraju i – te godine (merena kao vrednost PGDS), a θ_{ei} očekivana. Ukoliko prepostavimo da je cena putarine konstantna i jednaka za sva vozila tokom čitavog životnog veka koncesije, označavajući je sa τ , stvaran i očekivani prihod na kraju svake godine se dobija kao proizvod putarine i stvarne količine saobraćaja za datu godinu, odnosno putarine i očekivane količine saobraćaja što zapisujemo

$$R_i = \tau \theta_i$$

$$R_{ei} = \tau \theta_{ei}.$$

U poglavlju 3.4 prepostavljeno je da će se buduća količina saobraćaja modelirati sa GBM. S obzirom na konstantnu cenu putarine, ovo važi i za buduću količinu prikupljene putarine, te će razvoj iste pratiti proces

$$dR = \alpha_\theta R dt + \sigma_\theta R dW_t$$

Na isti način kao što je to učinjeno i ranije, može se pokazati (pomoću Itove leme) kako se i stohastički proces kretanja prihoda od putarine diskretno modeluje u godišnje periode, kao funkcije vrednosti prethodnog perioda

$$d \ln R_t = (\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2})dt + \sigma_\theta dW_t$$

$$R_t = R_0 e^{(\alpha_\theta - \frac{\sigma_\theta^2}{2})t + \sigma_\theta W_t}$$

Korišćenje modela GBM za buduću količinu prihoda implicira da njena vrednost nikada neće biti negativna. Ovaj proces se potpuno može objasniti razmatrajući inicijalnu vrednost R_0 , godišnju stopu rasta α_θ i volatilnost procesa σ_θ , za koje prepostavljamo da su konstantni tokom čitavog perioda koncesije.

Prepostavljajući da je cena putarine konstantna, stohastički proces buduće količine saobraćaja i buduće količine prihoda imaće iste parametre, te smo indiferentni koju od te dve aktive čemo koristiti kao osnovnu. U tom slučaju garancija minimuma prihoda u i – toj godini iznosiće

$$P_i = \max(0, aR_{ei} - R_i)$$

dok će limit maksimuma prihoda u i – toj godini biti

$$C_i = \max(0, R_i - bR_{ei})$$

Konstante a i b predstavljaju procenat očekivanog prihoda koji je koncesionaru dat kao garancija, odnosno procenat očekivanog kao garancije za javni sektor.

Teorija realnih opcija se koristi za dobijanje vrednosti ovih tipova garancija, jer uspostavljanje nivoa minimalnog ili garantovanog prihoda se može tretirati kao evropska *put* opcija u kojoj je cena izvršenja na datum dospeća jednaka garantovanoj vrednosti prihoda. U ovom slučaju, vrednost opcije je derivat kod kojeg je osnovna aktiva prihod od putarine. Ukoliko stvaran prihod bude veći od garantovanog na datum dospeća (kraj svake godine), vrednost opcije će biti nula, dok će u suprotnom slučaju, vrednost opcije biti jednak razlici garantovanog i stvarnog prihoda.

Kod garancije limita maksimuma prihoda koristi se evropska *call* opcija, čija je vrednost nula kada je prihod manji od limitom garantovanog, odnosno jednaka razlici stvarnog i očekivanog prihoda u suprotnom slučaju.

Na osnovu prethodnog, logično se nameće da će vrednost opcija u $t = 0$ predstavljati dodatnu vrednost za projekat za slučaj garancije minimuma prihoda, dok će limit maksimuma imati efekat smanjenja vrednosti istog.

Da bi vrednovanje ovih garancija bilo moguće, mora se koristiti riziko-neutralni proces, kod koga se premija za rizik oduzima od očekivanog prinosa osnovne aktive, zamenjujući stvaran prinos prinosom nerizične aktive umenjen za fiktivnu stopu. Ovim se

obezbeđuje da je diskontni faktor jedinstven i iznosi stopi bezrizične aktive. Stoga će prilagođen proces GBM za kretanje prihoda od putarine iznositi

$$dR = (r - \delta)Rdt + \sigma_\theta R dW_t^{\mathbb{Q}}$$

$$R_t = R_0 e^{(r-\delta)t+\sigma_\theta W_t^{\mathbb{Q}}}, \quad (3.8)$$

gde je $\alpha_\theta^* = r - \delta = \alpha_\theta - (E(R_m) - r)\beta_\theta$, detaljnije objašnjeno u potpoglavljima 2.6 i 2.7.1, a $W_t^{\mathbb{Q}}$ Vinerov proces u odnosu na riziko-neutralnu meru.

Znajući da niti saobraćaj, a niti prihod od putarina nije aktiva kojom se može trgovati na tržištu, nemoguće je odrediti tržišni rizik za ovaj izvor nesigurnosti direktno iz tržišnih podataka. Neki autori, kao što su Irwin [Irw03] i Dixit i Pindycky [DP94] sugerisu egzogeno rešenje. U ovom radu, rešenje ovog problema se dobija na isti način kako su to uradili Galera i Sanchez [GS10], koji su kao proxy za vrednost "Bete" saobraćaja, odnosno projekta, koristili "Betu" akcija potencijalne koncesione firme.

Vratimo se na (2.8). Tržišni rizik buduće količine saobraćaja jednak je tržišnom riziku projekta (tj. novčanim tokovima dobijenim koncesijom). Na osnovu toga imamo da je

$$\lambda = \frac{\alpha_\theta + \delta - r}{\sigma_\theta} = \frac{\mu_{project} - r}{\sigma_{project}} \quad (3.9)$$

odnosno

$$\beta_\theta = \frac{\sigma_\theta}{\sigma_{project}} \beta_{project} \quad (3.10)$$

gde za procenu $\beta_{project}$ i $\sigma_{project}$ koristimo pomenuti proxy, tj. parametre dobijene za serije prinosa akcije koncesione firme. Betu date firme dobijamo kao proizvod korelacije između prinosa te firme i prinosa tržišnog portfolija i količnika volatilnosti serije prinosa akcije i tržišnog portfolija

$$\beta_{project} = \frac{\sigma_{project}}{\sigma_M} \rho_{CM}. \quad (3.11)$$

3.4.1.1 Analitičko rešenje vrednosti opcija

Vratimo se formuli (2.6) koja važi za sve derivate. Stoga, opcija minimuma prihoda P_i mora da zadovoljava jednačinu

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 P_i}{\partial R^2} \sigma_\theta^2 R^2 + \frac{\partial P_i}{\partial R} (r - \delta) R + \frac{\partial P_i}{\partial t} - r P_i + D_i = 0$$

kod koje važe sledeći granični uslovi:

1. $P_i = \max(R_{ei} - R_i, 0)$, vrednost derivata na datum dospeća
2. $P_i = R_{ei}$ kada $R \rightarrow 0$, vrednost opcije kada osnovna aktiva teži nuli
3. $P_i = 0$, vrednost opcije kada osnovna aktiva teži beskonačnosti.

Prethodna parcijalna diferencijalna jednačina je paraboličnog tipa. Njeno analitičko rešenje može se izraziti sa

$$P_i(R, t) = R_{ei} e^{-ri} N \left(-\frac{\ln(R_0/R_{ei}) + (r - \delta - \sigma_\theta^2/2)(T - t)}{\sigma_\theta \sqrt{i}} \right) + R_0 e^{-\delta i} N \left(-\frac{\ln(R_0/R_{ei}) + (r - \delta + \sigma_\theta^2/2)(T - t)}{\sigma_\theta \sqrt{i}} \right). \quad (3.12)$$

Kod opcije limita maksimuma prihoda, C_i takođe mora da zadovoljava jednačinu (2.6)

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 C_i}{\partial R^2} \sigma_\theta^2 R^2 + \frac{\partial C_i}{\partial R} (r - \delta) R + \frac{\partial C_i}{\partial t} - r C_i = 0$$

dok su granični uslovi:

1. $C_i = \max(R_i - R_{ei}, 0)$, vrednost derivata na datum dospeća
2. $C_i = 0$, vrednost opcije kada osnovna aktiva teži nuli
3. $C_i = R_{ei}$, vrednost opcije kada osnovna aktiva teži beskonačnosti.

Njeno analitičko rešenje je

$$C_i(R, t) = R_0 e^{-\delta i} N \left(\frac{\ln(R_0/R_{ei}) + (r - \delta + \sigma_\theta^2/2)(T - t)}{\sigma_\theta \sqrt{i}} \right) - R_{ei} e^{-ri} N \left(\frac{\ln(R_0/R_{ei}) + (r - \delta - \sigma_\theta^2/2)(T - t)}{\sigma_\theta \sqrt{i}} \right). \quad (3.13)$$

Ukupna dodata vrednost u slučaju garancije minimuma prihoda od putarine iznosiće koliko i suma vrednosti garancija u trenutku $t = 0$ za sve godine u kojima je koncesija operativna, tj. od trenutka izgradnje puta (j – ta godina) do kraja životnog veka

$$C = \sum_{i=j+1}^n C_i(t=0),$$

dok će garancija za javni sektor, odnosno obaveza koncesionara preko limita za maksimalni prihod biti

$$P = \sum_{i=j+1}^n P_i(t=0).$$

3.4.1.2 Dinamičko rešenje vrednosti opcija

Dinamičko rešenje se dobija preko Monte-Carlo metoda opisanog u poglavlju 2.5.2, simulirajući proces dat sa formulom (3.8) dovoljan broj puta. Prvo ćemo odrediti statičnu NPV koncesije bez opcija, a zatim ćemo odrediti NPV koncesije sa opcijama. Razlikom ove dve vrednosti, dobićemo vrednost same opcije.

- Neto sadašnja vrednost novčanih tokova koji generišu projekat je

$$NPV = \sum_{t=j+1}^T B(0,t) (R_t - C_t) - X. \quad (3.14)$$

Ovde je $B(0,t) = (1/1 + r)^t$ diskontni faktor kod koga je r bezrizična kamatna stopa, R_t prihod koji projekat ostvaruje u godini t , C_t rashod koji projekat ostvaruje u godini t , X fiksni trošak ulaska u projekat, dok je j , j – ta godina završetka izgradnje puta i početka operativnog dela koncesije.

- Neto sadašnja vrednost novčanih tokova koji generišu projekat u kome postoji garancija minimalnog prihoda je

$$NPV_{MRG} = \sum_{t=j+1}^T B(0,t) (\max(R_t, aR_{et}) - C_t) - X. \quad (3.15)$$

Vrednost opcije koju daje projekat u kome su prihodi ograničeni odozdo je

$$\begin{aligned} Opcija_{MRG} &= NPV - NPV_{MRG} \\ &= \sum_{t=j+1}^T B(0,t) (\max(R_t, aR_{et}) - R_t). \end{aligned} \quad (3.16)$$

- Neto sadašnja vrednost novčanih tokova koji generišu projekat u kome postoji garancija limita maksimuma prihoda je:

$$NPV_{LMR} = \sum_{t=j+1}^T B(0, t) (\min(R_t, bR_{et}) - C_t) - X, \quad (3.17)$$

dok je vrednost opcije koju daje projekat u kome su prihodi ograničeni odozgo:

$$\begin{aligned} Opcija_{LMR} &= NPV - NPV_{LMR} \\ &= \sum_{t=j+1}^T B(0, t) (\min(R_t, bR_{et}) - R_t). \end{aligned} \quad (3.18)$$

- Neto sadašnja vrednost novčanih tokova koji generišu projekat u kome postoje obe garancije je

$$NPV_{MRG\&LMR} = \sum_{t=j+1}^T B(0, t) (\min(\max(R_t, aR_{et}), bR_{et}) - C_t) - X, \quad (3.19)$$

dok se za vrednost opcije koju daje projekat u kome su prihodi ograničeni i odozdo i odozgo

$$\begin{aligned} Opcija_{MRG\&LMR} &= NPV - NPV_{MRG\&LMR} \\ &= \sum_{t=j+1}^T B(0, t) (\min(\max(R_t, aR_{et}), bR_{et}) - R_t). \end{aligned} \quad (3.20)$$

Ovo je ujedno i vrednost portfolija od $T - j$ nezavisnih dugih pozicija u *call* i *put* evropskim *cash-or-nothing* opcijama sa dospećima u $t = j + 1, t = j + 2, \dots, t = T$. *Call* opcije se aktiviraju kada je $R_t > aR_{et}$, a *put* opcije kada je $R_t < bR_{et}$.

3.4.2 Opcija napuštanja koncesije

Opcija izlaska iz koncesije (ABD) predstavlja garanciju za koncesionara, kao implicitno pravo da može da napusti koncesiju na kraju svake godine, ukoliko bi procenio da je ta odluka najoptimalnija, odnosno da mu kao takva donosi najveći profit ili najmanji gubitak. Ovim pravom, koncesionar smanjuje rizik od nepovoljnih scenarija budućeg PGDS. Pravo za napuštanje koncesije se modelira evropskom *put* opcijom, jer koncesionar odluku o napuštanju iste donosi na kraju svake godine.

Vrednost ove opcije biće računata samo dinamičkim metodom, za razliku od prethodne dve koje će imati i analitičko rešenje.

Neka je A_t vrednost koncesije sa opcijom napuštanja na kraju svake godine. Kao i kod prošlih opcija, vrednost same opcije dobićemo kao razliku vrednosti projekta sa uključenim opcijama u trenutku $t = 0$, A_0 , i statičnog NPV koncesije bez opcija. Kako bi dobili A_0 koristićemo inverzni iterativni postupak.

Ukoliko projekat nije napušten do poslednjeg trenutka T , njegov neto prihod u poslednjoj godini, $t = T$ biće jednak $A_T = (R_T - C_T)$. U pretposlednjem trenutku projekat će imati vrednost koja je jednaka zbiru neto prihoda u $t = T - 1$ i vrednosti opcije napuštanja, koja se računa kao veća vrednost od diskontovane vrednosti nastavka projekta i iznosa koji se dobija kao naknada u slučaju napuštanja, N_{T-1} . Ukupna, vrednost projekta u $t = T - 1$ jednaka je

$$A_{T-1} = R_{T-1} - C_{T-1} + \max(B(T-1, T)A_T, N_{T-1}).$$

U proizvoljnoj godini $t < T$ vrednost projekta biće jednaka

$$A_t = R_t - C_t + \max(B(t, t+1)A_{t+1}, N_t).$$

Ovu iterativnu procedure nastavljamo do $t = j$ gde je j , $j -$ ta godina operativnog početka koncesije, čime dobijamo A_j . Konačno vrednost projekta u $t = 0$ biće

$$A_0 = \max(B(0, j)A_j, N_0) - X. \quad (3.21)$$

Vrednost opcije za napuštanje koju daje projekat je jednaka

$$Opcija_{ABD} = A_0 - NPV = \max(B(0, j)A_j, N_0) - \sum_{t=j+1}^T B(0, t)(R_t - C_t).$$

Bazirano na simulacijama budućeg PGDS (prihoda), moguće je utvrditi napuštajući region, tj. vrednost PGDS (prihoda) zbog koje će koncesija biti napuštena. Nju određuje granična kriva količine saobraćaja, koja se dobija kao maksimalna vrednost saobraćaja za svaku godinu u kojima je doneta optimalna odluka o napuštanju projekta. Pored napuštajuće oblasti, moguće je izračunati i verovatnoću napuštanja projekta koja je data sa,

$$P_{ABD} = \frac{\text{broj simulacija u kojima se desilo napuštanje projekta}}{\text{ukupan broj simulacija}}$$

kao i prosečno vreme napuštanja projekta

$$AVGtime_{ABD} = \frac{\text{suma perioda kada se napuštanje desilo}}{\text{broj simulacija u kojima se desilo napuštanje projekta}}.$$

3.4.3 Kombinacija opcija MRG, ABD (i LMR)

U slučaju kada se pojavljuje višestruka realna opcija u projektu, kao kompozicija opcije napuštanju projekta i opcija minima i limita maksimalnog saobraćaja, ukupna vrednost projekta je

$$\begin{aligned} A_T^* &= R_T^* - C_T \\ A_{T-1}^* &= R_{T-1}^* - C_{T-1} + \max(B(T-1, T)A_T^*, N_{T-1}) \\ \text{za } j \leq t < T-1 \\ A_t^* &= R_t^* - C_t + \max(B(t, t+1)A_{t+1}^*, N_t) \end{aligned} \quad (3.22)$$

$$A_0^* = \max(B(0, j)A_j^*, N_0) - X, \quad (3.23)$$

gde je j , j – ta godina operativnog početka koncesije. U zavisnosti od korišćene vrednosti R_t^* zavisi da li će biti reči o kombinaciji sve tri opcije, ili kombinacije MRG sa ABD. Za prvi slučaj je $R_t^* = \min\{\max\{R_t, aR_{et}\}, bR_{et}\}$, dok je u drugom $R_t^* = \max\{R_t, aR_{et}\}$. Konačno, vrednost kombinacije ovih opcija koju daje projekat je

$$Opcija_{MIN\&ABD\&(LMR)} = A_0^* - NPV = \max(B(0, j)A_j^*, N_0) - \sum_{t=j+1}^T B(0, t)(R_t - C_t).$$

Razmatrajući interakciju između opcija, granična kriva napuštajućeg regiona se menja kada se uključe i opcije minima i maksima prihoda od putarine. Ovde dolazi do drugačijih novčanih tokova, pošto se u nekim slučajevima pojavljuje dodatna vrednost prihoda kao posledica garancije minima prihoda, odnosno gubitak prihoda kao posledica limita maksima prihoda. Sve ovo utiče da kada se na jednom mestu pojavi višestruka realna opcija u projektu, interakcija između njih ima za posledicu promenu njihovih vrednosti [Tri96]. Opcija minima i maksima prihoda može izgubiti vrednost kada je prisutna opcija napuštanja projekta, jer ukoli bi, npr. projekat bio napušten u godini t , gde je $t < T$, vrednosti MRG i LMR bi bile

$$C = \sum_{i=j+1}^t C_i$$

$$P = \sum_{i=j+1}^t P_i,$$

što bi predstavljalo umanjenje absolutne vrednosti i za opciju MRG i LMR u odnosu da se u projektu pojavljuju samostalno bez opcije napuštanja. Sa druge strane, prisustvo ovih opcija, povećava prihode u projektu čineći ga atraktivnijim. Samim tim, smanjuje se verovatnoća napuštanja istog, te zaključujemo da će njihovo pojavljivanje, rezultovati smanjenje vrednosti opcije napuštanja projekta u odnosu na njenu vrednost kada bi se ona pojavljivala samostalno. Dokaz ovih tvrdnji naći ćemo u numeričkim rezultatima studije projekta “Vojvođanski epsilon” koji se nalaze u sledećem poglavlju.

4. STUDIJA PROJEKTA:

Auto-put “Vojvodanski ipsilon”

Poslednjih dvadeset godina Srbiju su potresla dva rata, raspadi starih država, a samim tim i loš demografski trend. Sve veći broj ljudi koji žive u manjim mestima primorani su da se sele u veće gradove, kako bi, pre svega, obezbedili svoju egzistenciju. Pomenuti trendovi koji svakim danom dobijaju na težini, pustoše manje sredine i nekada razvijene i veoma naseljene predele pretvaraju u napuštene oblasti bez perspektive.

Pored toga, u poslednjih deset godine države kojima se Srbija, a ujedno i Vojvodina, graniči, postale su stalne članice Evropske unije. Ovaj proces završava se sledeće godine primanjem Hrvatske u istu kao stalne članice. Srbija, koja ostaje izolovana na ovaj način, sve je češće mesto zaobilaska, te nekada najbitniji tranzitni saobraćajni koridor (Koridor X), zamenjuje se koridorom kroz Rumuniju i Bugarsku (Koridor IV). Najbitniji razlozi zbog kojih se ovo dešava su razvijene, konkurentne saobraćajne mreže okolnih zemalja, kao i mnogo brži tranzit kroz iste, usled nepostojanja carinske i pasoške kontrole.

Sve ovo uticalo je da poslednjih godina nekada samo ideja i pusta želja stanovnika severnobačkog okruga Vojvodine, postane slamka spasa i jedina garancija budućeg razvoja i neometene egzistencije stanovnika ovog dela pokrajine. Cela ideja se sastoji u izgradnji novog auto-puta od Vrbasa do Baje (preko Sombora). Time bi se uspostavila brza saobraćajnica između ovih gradova i njihovih država, omogućujući tako privredni

preporod, brže putovanje robe postojećih i novih fabrika (čija izgradnja je uslovljena istim putem) do krajnjih korisnika, uz najvažniju karakteristiku da bi to bio najkraći tranzitni put između Zapadne i Južne Evrope. Ovaj auto-put bi spajao postojeći Koridor X, sa budućim planiranim Koridorom VII u južnoj Mađarskoj, i time skraćivao putovanje iz Beograda ka Beču za oko 100 km. Na *Slici 4.1* prikazana je trasa postojećeg međunarodnog puta E-75, crnom linijom, i trasa novog, kraćeg, plavom bojom. Na karti se može primetiti da bi se time postojeći Koridor X račvao u Vrbasu na dva kraka, desni postojeći i levi novi, obrazujući tako "Vojvodanski epsilon". Pored samog skraćenja putovanja, uz novi put za koji se procenjuje da bi do granice sa Mađarskom imao oko 67 km, trebao bi da se gradi novi granični prelaz (ili proširi neki od postojećih u Bačkom Bregu ili Riđici) koji bi bio alternativa trenutno preopterećenom prelazu kod Horgoša. Sve ovo uticalo bi da Srbija ponovo povrati primat i potpuno iskoristi geografski položaj tranzitne zemlje koji poseduje.



Slika 4.1 Karta Jugoistočne Evrope sa postojećim i budućim auto-putem

U nastavku ovog poglavља biće urađeno finansijsko vrednovanje i analiza koncesije auto-puta "Vojvodanski epsilon". U tu svrhu, biće korišćena Teorija realnih opcija (opisana u prethodnim poglavljima) za vrednovanje garancija MRG, LMR i implicitne mogućnosti za napuštanje projekta, čija će osnovna aktiva, budući PGDS/prihod od putarine biti modelovan korišćenjem GBM. Pre svega, biće pomenuta zakonska regulativa o javno–privatnim partnerstvima koja važi u Republici Srbiji. Zatim

će biti dat detaljniji opis koncesije “Vojvođanski epsilon”, kao i izvršeno utvrđivanje početnih parametara za vrednovanje modela. Kraj poglavlja je rezervisan za analizu dobijenih rezultata.

4.1 Zakonska regulativa JPP u Srbiji

Krajem 2011. godine stupio je na snagu Zakon o javno–privatnom partnerstvu i koncesijama¹² (u daljem tekstu Zakon o JPP), čijim stupanjem na snagu je prestao da važi prethodni Zakon o koncesijama. Pored Zakona o JPP, kao osnovnog propisa, od važnosti su i sledeći propisi:

- Zakon o javnim putevima
- Zakon o javnoj svojini.

Ova tri pomenuta propisa mogu se smatrati primarnim i suštinskim prilikom analize mogućnosti primene modela javno-privatnog partnerstva u oblasti putne infrastrukture koje su ili bi nakon izgradnje bile u nadležnosti JP Puteva Srbije.

U skladu sa Zakonom o javnoj svojini, putevi se smatraju dobrima u opštoj upotrebi i kao takvi se nalaze u nekom od tri oblika javne svojine. Imajući u vidu nadležnost JP Puteva Srbije, putevi koji su predmet interesovanja JPP su državni putevi I i II reda. U skladu sa prethodnim zakonom, na ovim putevima se može steći pravo predviđeno posebnim zakonom (koncesija, zakup i sl.).

Zakon o JPP definiše javno-privatno partnerstvo kao saradnju između javnog i privatnog partnera radi obezbeđivanja finansiranja, izgradnje, rekonstrukcije, upravljanja ili održavanja infrastrukturnih i drugih objekata od javnog značaja i pružanja usluga od javnog značaja.

Zakon o JPP – koncesija kao oblik JPP

- JPP sa elementima koncesije u kome je javnim ugovorom uređeno komercijalno korišćenje prirodnog bogatstva, odnosno dobra u opštoj upotrebi koja su u javnoj svojini ili obavljanja delatnosti od opšteg interesa, koje nadležno javno tela ustupa domaćem ili stranom licu, na određeno vreme, pod posebno propisanim uslovima, uz plaćanje koncesione naknade od strane privatnog, odnosno javnog partnera, pri

¹² Objavljen u “Sl. Glasniku RS”, br. 88/2011

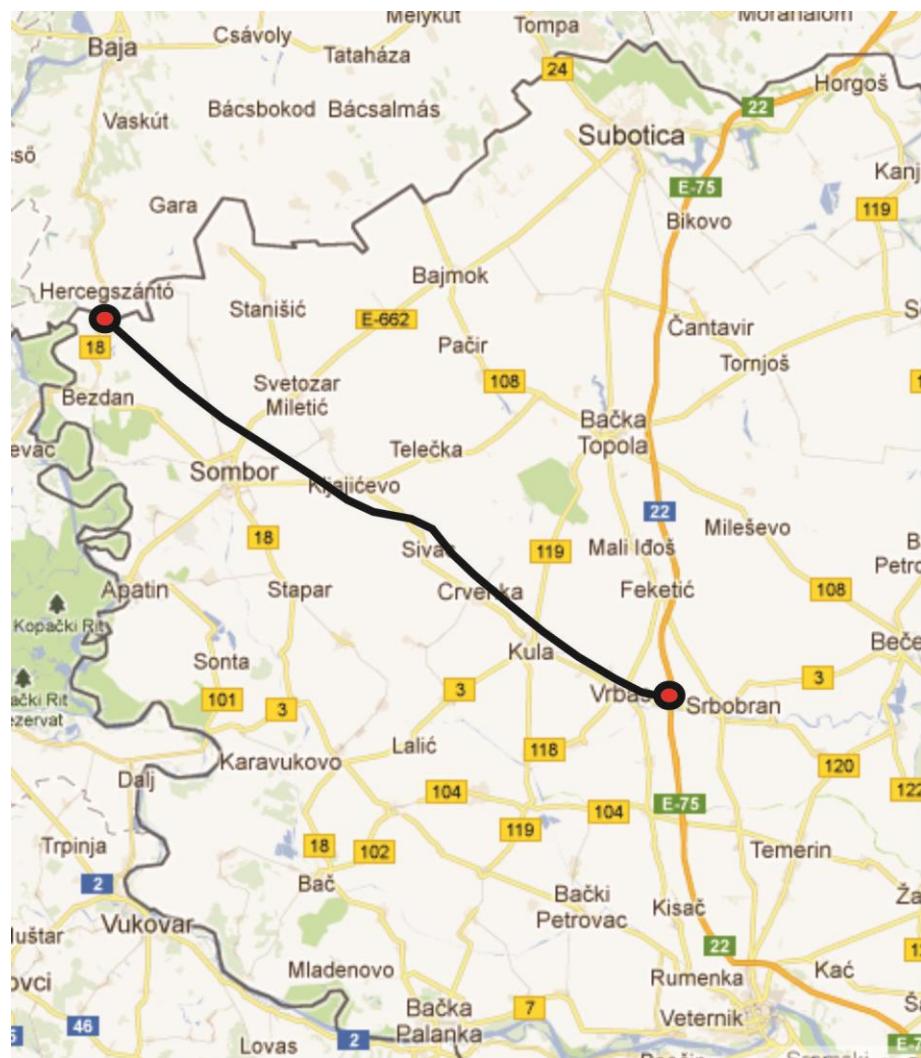
čemu privatni partner snosi rizik vezan za komercijalno korišćenje predmeta koncesije;

- Suštinski bitan elemenat za tretiranje određenog javno–privatnog partnerstva, partnerstvom sa elementom koncesije je slučaj kada se privatnom partneru daje pravo na, kako Zakon o JPP navodi, komercijalno korišćenje određenog dobra;
- *Koncessionu naknadu plaća privatni ili javni partner?* Iako se može prepostaviti da je intencija bila da se privatni partner, odnosno, realizaciji projekta JPP pruži podrška putem preuzimanja plaćanja naknade, Zakon o JPP je ostao nedorečen u daljoj razradi i objašnjenju slučaja u kome javni partner plaća koncessionu naknadu;
- *Rizik komercijalnog korišćenja predmeta koncesije snosi privatni partner.* Definicija koncesije predviđena Zakonom o JPP predviđa da privatni partner snosi rizik komercijalnog korišćenja predmeta koncesije. Iz navedenog proizilazi da bi ugovoreni JPP u vidu koncesije koje bi podrazumevalo podelu rizika komercijalnog korišćenja između privatnog i javnog partnera bilo u suprotnosti sa odredbama Zakona o JPP. Nesporno je da je upravo izbalansirana podela rizika između javnog i privatnog partnera suštinski element uspeha JPP. Potrebno je detaljnije ispitati obuhvat navedene odredbe da bi se utvrdile tačne i precizne intencije zakona;
- *Životni vek koncesije.* Rok na koji se zaključuje javni ugovor određuje se na način koji ne ograničava tržišnu utakmicu više nego što je to potrebno da se obezbedi amortizacija ulaganja privatnog partnera i razuman povraćaj uloženog kapitala, istovremeno uzimajući u obzir rizik koji je povezan sa komercijalnim korišćenjem predmeta ugovora. Životni vek ne može biti kraći od pet godina ni duži od 50 godina.

Gore interpretirane najznačajnije karakteristike Zakona o JPP, preuzete su iz [ES12].

4.2 Auto-put “Vojvodanski epsilon”

Stanovnici zapadnobačkog okruga već duži niz godina imaju želju i potrebu za modernom i brzom cestom koja bi prolazila njihovim okrugom, a koja bi bila garant budućeg privrednog razvoja njihovog regiona koji je nužno potreban za egzistenciju i normalan život svakog od njih. Narodna Skupština Republike Srbije usvojila je 23. novembra 2010. godine Zakon o Prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine i time zvanično napravila prvi od mnogih potrebnih koraka do ostvarenja cilja, gradnji levog kraka “Vojvodanskog epsilona”, koji je prikazan na *Slici 4.2.*



Slika 4.2 Auto-put “Vojvodanski epsilon”

“Strateški prioriteti – projekti sa periodom realizacije do 2014. godine:

...

- rekonstrukcija i izgradnja deonica državnog puta I reda, Vrbas – Kula – Sombor – državna granica Bački Breg (veza Koridor X i Koridor VII) sa vezom na planirani južni autoput kroz Mađarsku”

- Prethodnim pasusom pomenutog zakona, ova deonica dobila je i zvanično strateški značaj koji mu je dodelila Republika Srbija, što je s jedne strane pravni osnov da se o bilo kakvoj izgradnji ovoga putu može razmišljati, a s druge, pokušati (lokalna samouprava, Pokrajina ili Republika) pristupiti raznim dostupnim fondovima iz kojih bi se finansirao ovaj projekat. Međutim, svetska ekomska kriza koja traje od 2008. godine ne jenjava, a pogodena srpska privreda koja se za sada ne oporavlja od nje teško da bi u skorije vreme mogla da finansira ovakav jedan projekat koji ipak nije na lestvici najvećih prioriteta i potreba srpskog društva u celini. Sa druge strane, isti problem, ali i preveliki spoljni dug države ne omogućava, ili ne ostavlja prostora da se za projekat takvog prioriteta država dodatno zaduži. S obzirom na sve ovo, koncesija trenutno predstavlja jedino realno moguće rešenje u cilju što brže realizacije i izgradnje ovog auto-puta, što bi verovatno imalo za posledicu pomaganje posrnule srpske privrede i njen delimičan oporavak.
- Treba spomenuti da trenutni Zakon o JPP govori da u ovakvim projektima celokupan komercijalni rizik preuzima koncesionar. Kako je upravo izbalansirana podela istog između javnog i privatnog partnera suštinski element uspeha JPP u posmatranoj koncesiji biće korišćene garancije MRG i LMR uz opciju implicitnog napuštanja projekta, opisane i modelirane u prethodnom poglavlju. Time će biti pokazano koliko je zapravo optimalna podela rizika potrebna i nužna kako bi se došlo do dobitne situacije i za javni i za privatni sektor. Upravo je to ključni faktor za privlačenje stranih investitora na ne baš atraktivnom i rizičnom projektu, za koji trenutni zakon dozvoljava samo koncesiju tradicionalnog oblika. Kako isti zakon dopušta da životni vek koncesije bude maksimalne dužine 50 godina, oba tipa koncesije računaćemo za različite periode, tražeći tako njihovu optimalnu dužinu trajanja.
- Da bi se na saobraćajnu deonicu, kao što je novi put Vrbas – Sombor – granica sa Mađarskom, mogla primeniti koncesija, potrebno je koncesionaru obezbediti konstantan priliv prihoda kojim bi on povratio investiran novac i dodatno došao do profita. S obzirom da u Srbiji postoji tradicija naplate putarina, a kako bi za istu jedino bilo moguće da se naplati ukoliko bi ova saobraćajna deonica imala najmanje dve trake u svakom smeru, pretpostavljamo da će budući “Vojvođanski epsilon” biti auto-put sa po dve vozne trake u oba smera. Neke prve, nezvanične procene govore da bi ukupan trošak za ovakav profil puta u vojvođanskoj ravnici, uz činjenicu da na

njegovoj trasi ne postoji potreba za gradnjom bilo kakvog mosta, iznosila 90 miliona evra.

4.2.1 Određivanje početnih parametara za vrednovanje koncesije

4.2.1.1 Početna vrednost količine saobraćaja, PGDS / prihoda od putarine.

Određivanje početne količine saobraćaja (PGDS - a) na novoj deonici veoma je težak i odgovoran zadatak. Ovo je obično posao ekspertske kuće koje i pored svog znanja i podataka koje poseduju, obično nisu tačne u svojim prognozama što je i bilo prikazano u potpoglavlju 3.3, kao radova [FHB05] i [Bai09]. S obzirom na ovo, mi ćemo samo izvesti, u neku ruku intuitivnu procenu, a svaku njenu buduću lošu prognozu pokušaćemo ublažiti pretpostavljajući različite scenarije vrednosti koje bi ona mogla da ima.

Buduća količina početnog saobraćaja na novim deonicama, pogotovo novog auto-puta zavisi od mnogo faktora. Svakako najvažniji su konkurenčija drugih putnih pravaca kojim bi se novi mogao zameniti, cena putarine koja se naplaćuje, važnost ove deonice kako za lokalni tako i tranzitni saobraćaj, te već postojeća količina saobraćaja na tom putnom pravcu ako on uopšte postoji.

Naš budući auto-put ima konkurentni prvac u postojećoj vezi između Sombora i Vrbasa, te u neku ruku možemo smatrati da je njegov PGDS baza i gornje ograničenje za "Vojvođanski epsilon". Postojeća veza između Sombora i Vrbasa je sastavljena iz dve deonice različitih putnih pravaca za koje postoje izmerene vrednosti PGDS. One su prikazane u *Tabeli 4.2*¹³.

	Naziv puta	PGDS za 2011.	PGDS za 2010.	PGDS za 2009.
Saobraćajna deonica:	R – 101 (Sombor – Kljajićevo)	3991	4950	/
	R -101 (Kljajićevo – Kula)	4805	4668	/
Sombor - Vrbas	M -3 (Kula – Vrbas)	6094	6951	7188

Tabela 4.2 PGDS za putne pravce na relaciji Sombor – Vrbas za period 2009. – 2011.

Analiziraćemo još i vrednosti PGDS na postojećem auto-putu Novi Sad – Horgoš, pretpostavljajući da bi domaći tranzitni, a pogotovo strani saobraćaj koji nastavlja prema

¹³ Izvor JP Putevi Srbije

granici, delom mogao biti preusmeren, pre svega zbog pomenutog budućeg skraćenja puta ka Zapadnoj Evropi. U *Tabeli 4.2* prikazani su podaci sa naplatne stanice Sirig, auto-puta Novi Sad – Horgoš, zaključno sa 2009. godinom (svežiji podaci nisu dostupni) u kojoj je prikazana podela PGDS na vozila sa domaćim i stranim registarskim tablicama.

	Vozila	PGDS za 2008.	PGDS za 2008.	PGDS za 2006.	PGDS za 2005.	PGDS za 2004.
Naplatna stanica: Sirig	Domaća	2916	2690	2832	3071	3188
	Strana	2964	2647	2343	1916	1627
	Ukupno	5880	5337	5175	4987	4815

Tabela 4.2 PGDS domaćih i stranih vozila na naplatnoj stanici Sirig, auto-puta Novi Sad - Horgoš

Sastavni deo svake PGDS analize vrši brojanje saobraćaja po tipovima vozila. Mi ovu podelu nećemo prepostavljati, već ćemo radi jednostavnosti modela smatrati da su sva vozila ista, tj. da su putnički automobili. Cena putarine za putnički automobil (Kategorija I) je najmanja, dok se cene putarina za ostala vozila u Srbiji kreću (u odnosu na I kategoriju) kao 150% - 300% - 600%, za drugu, treću i četvrtu kategoriju vozila respektivno. Kako je na putevima Vojvodine procenat vozila koji nisu putnički automobili otprilike oko 20%, a s obzirom na pomenuti odnos u ceni putarina, smatraćemo da je pomenutih 20% vozila II, III i IV kategorije ekvivalentno tri puta većem broju vozila kategorije I, odnosno 60%. Razlog za tri puta veći broj vozila je prihod koji je za vozila koji ne pripadaju I kategoriji prosečno tri puta veći. Ovom kalkulacijom dobijamo da svaku vrednost PGDS u *Tabeli 4.1* i *Tabeli 4.2* moramo da pomnožimo sa koeficijentom jednakim $k = 1.4$. *Tabela 4.3* i *Tabela 4.4* predstavljaju tabele sa ispravljenim vrednostima PGDS iz *Tabele 4.1* i *Tabele 4.2*, kao posledica množenja originalnih podataka sa pomenutim koeficijentom usled prepostavljanja da su sva vozila istog tipa, tj. putnički automobili.

	Naziv puta	PGDS za 2011.	PGDS za 2010.	PGDS za 2009.
Saobraćajna deonica: Sombor - Vrbas	R – 101 (Sombor – Kljajićevo)	5587	6930	/
	R -101 (Kljajićevo – Kula)	6727	6535	/
	M -3 (Kula – Vrbas)	8531	9731	10063

Tabela 4.3 Prilagođene vrednosti PGDS iz Tabele 4.1

	Vozila	PGDS za 2008.	PGDS za 2008.	PGDS za 2006.	PGDS za 2005.	PGDS za 2004.
Naplatna stanica: Srig	Domaća	4082	3766	3965	4299	4463
	Strana	4150	3706	3280	2682	2278
	Ukupno	8232	7472	7175	6981	6741

Tabela 4.4 Prilagođene vrednosti PGDS iz Tabele 4.2

Tek sada možemo da procenimo inicijalnu vrednost PGDS na novom auto-putu, odnosno inicijalnu vrednost prihoda od putarine na dnevnom nivou. Iznos putarine ćemo smatrati konstantnom vrednošću duž čitavog životnog veka koncesije i ona će iznositi 2.5 € za celu dužinu rute od 67 km. Ako prepostavimo da će se polovina postojećeg saobraćaja *Tabele 4.3* na deonici Sombor – Vrbas preusmeriti na novi auto-put, što je približno oko 3500 vozila i ako prepostavimo da će polovina vozila stranih registarskih tablica postojećeg auto-puta iz *Tabele 4.4*, njih 1500, koristiti novu deonicu, početna vrednost PGDS koju ćemo koristiti je 5000 vozila. U odnosu na prepostavljenu fiksnu putarinu, inicijalni prihod od iste u odnosu na dati saobraćaj biće jednak $R_0 = \mathbf{12500}$ €.

4.2.1.2 Ocene parametara drifta i volatilnosti za korišćenje procesa GBM

U potpoglavlju 3.3.3 je pokazano da je za puteve u Vojvodini opravdano korišćenje GBM za modeliranje budućeg kretanja količine saobraćaja, tj. PGDS vrednosti istog, dok su u *Tabeli 3.4* prikazane ocene za drift i volatilnost, kao i njihove prosečne vrednosti koje smo računali u odnosu na svih 16 serija podataka PGDS – a datih u Dodatku A.

Za našu koncesiju, odnosno za ocene drifta i volatilnosti buduće količine saobraćaja u njoj, uzećemo prosečne vrednosti iz *Tabele 3.4*, te će $\alpha_\theta = \mathbf{0.04}$, a za volatilnost $\sigma_\theta = \mathbf{0.2}$. Potrebno je još samo da prilagodimo ovaj drift procedurom opisanom formulama (2.9), (3.10) i (3.11), kako bi se za vrednovanje koncesije moglo korisiti riziko-neutralno vrednovanje.

	Godina	FCC Construcion	Ibex35
Vrednosti akcija FCC i indeksa Ibex35 na početku datih godine	1994	/	3,615.20
	1995	/	3,087.70
	1996	/	3,640.00
	1997	/	5,097.50
	1998	/	7,318.90
	1999	/	9,971.30
	2000	20.49	11,641.40
	2001	20.2	9,109.80
	2002	23.25	8,397.60
	2003	21.4	6,050.60
	2004	29.24	7,746.10
	2005	35.63	9,085.20
	2006	47.75	10,725.80
	2007	77.2	14,173.20
	2008	51.4	15,101.90
	2009	23.33	9,262.00
	2010	29.45	11,986.50
	2011	19.99	9,899.40
	2012	20.12	8,558.00
Prinos sa podacima od 2000. - 2012.		-0.00152	-0.02564
Prinos sa podacima od 1994. - 2012.		/	0.047873
Volatilnost prinosa		0.366021	0.256788
Kovarijansa prinosa između 2000. – 2012.		0.066958	
Beta FCC Construcion/Ibex35		1.015442	

Tabela 4.5 Istorijski podaci cene akcije FCC Construcion i indeksa Ibex35 sa izračunatim prinosima, volatilnošću i betom

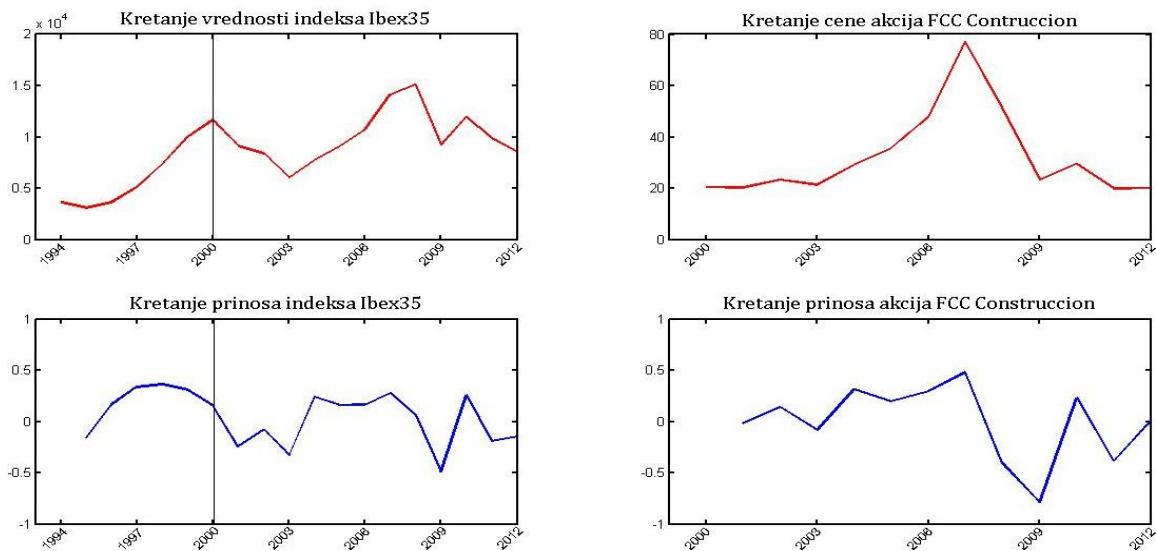
Za potencijalnu kompaniju koja bi mogla da izvrši ovu koncesiju, uzećemo poznatu špansku firmu FCC (Fomento de Construcciones y Contratas) koja je nedavno postala vlasnik austrijske firme Alpina¹⁴. FCC Construcion je kompanija koja danas ima drugi najveći broj koncesija vezanih za izgradnju putne infrastrukture u svetu. Kako bi došli do njenog Beta, koji nam je potreban za izračunavanje Bete saobraćaja, odnosno krajnje prilagođene stope za rast saobraćaja korisitićemo dostupnu seriju podataka za kretanje prinosa cene njenih akcija, kao i prinosa IBEX35 indeksa španske berze na kojoj učestvuje ova kompanija. U *Tabeli 4.5* prikazane su istorijske vrednosti akcije FCC Construcion i indeksa Ibex35¹⁵, dok je na *Slici 4.1* pokazano kretanje ove dve aktive, kao i njihovi prinosi.

Kao što se može videti iz tabele, Beta kompanije FCC Construcion u odnosu na Ibex35, iznosi 1.015442. Na osnovu ovoga, Betu saobraćaja dobijamo primenjujući formule (3.10) kod koje je $\sigma_\theta = 0.2$ volatilnost prinosa saobraćaja, $\sigma_{project} = 0.37$ volatilnost serija prinosa akcija kompanije FCC Construcion, dok je $\beta_{project}$ njena

¹⁴ Alpina – firma koja je trebala da radi koncesiju auto-puta od Horgoša do Požegе

¹⁵ Izvor finance.yahoo.com

malopređašnja dobijena beta u odnosu na Ibex35. Izračunavanjem dobijamo da je $\beta_\theta = 0.55$. Konačno, sada smo u mogućnosti da izračunamo prilagođenu stopu rasta PGDS procesa koji prati GBM, u odnosu na riziko-neutralnu meru. Za očekivani prinos $E(R_M)$ koristićemo vrednost dobijenu za seriju prinosa indeksa Ibex35 za period od 1994. do 2012. godine, tj $E(R_m) = 0.048$. Ovo opravdavamo činjenicom da je prinos indeksa Ibex35 iz *Tebele 4.5* za manji vremenski period nepouzdan parameter koji bi mogao znatno da utiče na krajnje vrednosti čitave koncesije, jer je kraći, a samim tim efekat svetske ekonomske krize je više inkorporiran u njega. Prethodno se može videti na *Slici 4.3.*



Slika 4.3 Kretanje vrednosti i prinosa indexa Ibex35 i akcija firme FCC Construccion

Kako će period naše koncesije trajati 30 i više godina uz prethodno objašnjenje, smatraćemo da je prinos serije podataka Ibex35 za period od 1994. do 2012. godine korisniji za vrednovanje našeg modela. Za kratkoročnu nerizičnu kamatnu stopu, koristićemo godišnji prinos dvogodišnje nemačke državne obveznice¹⁶ na dan 08.10.2012. kada je iznosila 0.05%, tj. $r = 0.0005$.

$$\alpha_\theta^* = r - \delta = \alpha_\theta - (E(R_m) - r)\beta_\theta$$

$$\alpha_\theta^* = r - \delta = 0.04 - (0.048 - 0.0005) * 0.55 = 0.014$$

i odatle dobijamo da je $\delta = r - \alpha_\theta^* = 0.0005 - 0.014 = -0.0135$.

¹⁶ Izvor www.bloomberg.com

Konačno, prilagođena stopa rasta za potrebe vrednovanja našeg modela iznosiće $\alpha_\theta^* = 0.014$.

4.2.1.3 Dužina koncesije

Kako Zakon o JPP dozvaljava koncesiju maksimalne dužine od 50 godine, vrednost koncesije ćemo tražiti za različiti vremenski period od kojih će najmanji biti 24 godine. Pratpostavićemo da bi izgradnja samog puta trajala godinu dana, što je u neku ruku i očekivano s obzirom na relativno laku konfiguraciju terena na kojem bi se auto-put pravio i dužinu gradnji auto-puteva slične dužine i konfiguracije. Konkretna godina trajanja koncesije, za koju će se računati i garancije, biće određena tek naknadno u analizi vezanoj za NPV koncesije bez opcija.

4.2.1.4 Troškovi koncesije

Troškovi koncesije sastoje se od inicijalnog troška investicije za gradnju samog auto-puta, kao i operativnih i troškova održavanja istog.

Nezvanične procene su da bi auto-put “Vojvođanski epsilon” međuprofila (po dve brze trake u svakom smeru, bez zaustavnih) koštao 90 miliona evra. Što se tiče druga dva tipa troška, oni se najčešće dele u 6 grupa, od kojih prva dva pripadaju troškovima održavanja, a ostali operativnim:

1. Održavanje kolovoza
2. Vozni park i oprema za održavanje
3. Eksploracija
4. Administracija
5. Usluge korisnicima
6. Plate zaposlenima.

Aproksimaciju ovih troškova dobijemo iz vrednosti dobijenih za iste u analizi kompletног koncesionog programa u Argentini¹⁷ [NL02], rada [BS07] vezanog za koncesiju brazilskog puta BR-163 i Heggijeve formule date u [Heg05].

¹⁷One su dobijene na osnovu kompletног koncesionog programa u Argentini od 20 koncesija (13 različitih koncesionih firmi), čija je ukupna dužina saobraćajnica iznosila 8877km.

U argentiskom slučaju prikazani su samo troškovi održavanja, eksploatacije, administracije i onih vezanih za usluge korisnicima izraženim po kilometru, dok su u brazilskom slučaju uz ove troškove dati još i troškovi voznog parka i opreme za održavanje, kao i trošak vezan za plate zaposlenih. Troškovi za oba slučaja prikazani su u *Tabeli 4.6* i *Tabeli 4.7*

Tip troška	Godišnji trošak u odnosu €/km
Održavanje puta	5,066
Eksplatacija	3,534
Administracija	1,459
Usluge korisnicima	526
Ukupno	10,585

Tabela 4.6 Prosečni troškovi po kilometru za dvotračni kolovoz za kompletan koncesioni program u Argentini u periodu 1990. - 2003.

Tip troška	Godišnji trošak u odnosu €/km
Održavanje puta	14,851
Eksplatacija	2,813
Administracija	2,536
Usluge korisnicima	261
Ukupno I	20,461
Vozni park i oprema	1,287
Plate	7,474
Ukupno II	8,751
Ukuono I+II	29,212

Tabela 4.7 Dobijeni prosečni troškovi po kilometru iz podataka za koncesiju puta BR-163

Pre nego što analiziramo prethodne tabele i njihove vrednosti, napomenućemo da smo prosečne brazilske troškove (u odnosu na jedan kilometar) izračunali, na osnovu ukupnih pojedinačnih datih troškova¹⁸. Upoređujući vrednosti iz *Tabele 4.6* i *Tabele 4.7* vidimo da je jedina suštinska razlika u troškovima održavanja, kao i dva dodatna troška koja su uključena u brazilskom slučaju. Što se tiče samog troška održavanja, razlika se može objasniti time što je prosečan državni PGDS za koncesije u Argentini iznosio 3500, dok implementirana studija za koncesiju u Brazilu, predviđa prosečan PGDS od 15000 vozila za period koncesije. Povrh svega, veći troškovi održavanja za put BR-163 imaju i uporište u pre svega ogromnom udelu PGDS koji pripada kamionima i ostalim teretnim vozilima¹⁹ (samim tim habanje puta je veće).

¹⁸ Ukupan pojedinačan trošak, predstavlja jedan od 6 troškova iz brazilske koncesije, na nivou celog životnog veka koncesije puta, čija je dužina 1600 km.

¹⁹ Glavni motiv izgradnje puta BR-163, je poboljšanje transporta soje. Brazil je najveći proizvođač soje na svetu, a regija oko ovog puta dugačkog 1600 km je mesto proizvodnje iste.

Kako je trošak održavanja nesumnjivo zavisan od PGDS, za njegvo izračunavanje koristiće se Heggijeva formula. Što se tiče ostalih vrsta troškova, oni će biti određeni na osnovu istih iz pomenutih analiza.

$$C = 1700 + 0.5 * PGDS$$

Heggijeva formula računa troškove za dvotračni kolovoz u dolarima po jednom kilometru. Kako je naš projekat vrednovan u evrima, vrednost izražena u njima se dobija množenjem ove jednačine sa kursom $1\$ = 0,85\text{€}$, što je prosečan kurs²⁰ između dolara i evra od uvođenja evra, 1. januara 1999. do danas. Na kraju, ukupan godišnji trošak održavanja dobija se, množenjem prethodno izraženih troškova po jednom kilometru sa ukupnom dužinom puta. Saobraćajnica “Vojvođanski epsilon” trebalo bi da bude dupli dvotračni kolovoz, te konstantu 1700 iz Heggeove formule potrebno je pomnožiti sa $2 * 67 \text{ km}$, dok će efekat duplo šireg puta imati suprotan efekat na troškove koji zavise od PGDS, jer će se sada ista vrednost PGDS odvijati na duplo širem kolovozu. Zbog poslednjeg, linearni član $0.5 * PGDS$ treba dodatno pomnožiti sa 0.5. Ako sa C_{i1} označimo troškove održavanja u evrima, dobijamo da su isti jednaki

$$\begin{aligned} C_{i1} &= (1700 * 2 + 0.5 * 0.5 * PGDS) * 0.85 * 67 \\ &= 227,800 + 14.24 * \theta_i \end{aligned} \quad (4.1)$$

gde sa θ_i označavamo PGDS za i - tu godinu. Za procenu preostalih vrsta troškova koncesije puta Vojvođanski epsilon, koristićemo vrednosti iz *Tabela 4.6 i 4.7*. Kako je za naš auto-put prepostavljena inicijalna vrednost od 5000 vozila, i kako će to biti četvorotračni kolovoz, inicijalni PGDS po jednom dvotračnom pravcu iznosiće 2500 vozila. Sa druge strane, kako se ne očekuje i ideo teretnih vozila kao kod koncesije puta BR-163, prepostavljamo da bi troškovi eksplotacije, administracije i usluga korisnicima bili sličniji argentinskom slučaju, te ćemo za potrebe istih preuzeti njihovu vrednost. Što se tiče voznog parka, opreme za održavanje i plata zaposlenih, iz razloga što su oni dati samo za brazilski slučaj, te vrednosti ćemo i koristiti.

Množeći referentne vrednosti sa dvotračnom dužinom od 134 km vojvođanskog auto-puta²¹ godišnji troškovi eksplotacije, administracije, usluga korisnicima, vozila i opreme za održavanje, kao i plata zaposlenih, iznosiće približno $C_{i2} = 1,913,520 \text{ €}$. Sumirajući dobijene dve formule za troškove, tj. sabirajući $C_{i1} = 227,800 + 14.24 * \theta_i$ i $C_{i2} = 1,913,520 \text{ €}$, dobijamo da su kompletni troškovi za svaku godinu dati sa

$$C_i = 2,141,320 + 14.24 * \theta_i.$$

²⁰ Izvor www.oanda.com

²¹ Troškovi u argentinskom slučaju su za dvotračni kolovoz. Auto-put “Vojvođanski epsilon” je četvorotračni, pa da bi se argentinski troškovi mogli iskoristiti, dužina vojvođanskog puta se mora prebaciti u dvotračnu dužinu, što je $134 \text{ km} = 67 \text{ km} * 2$

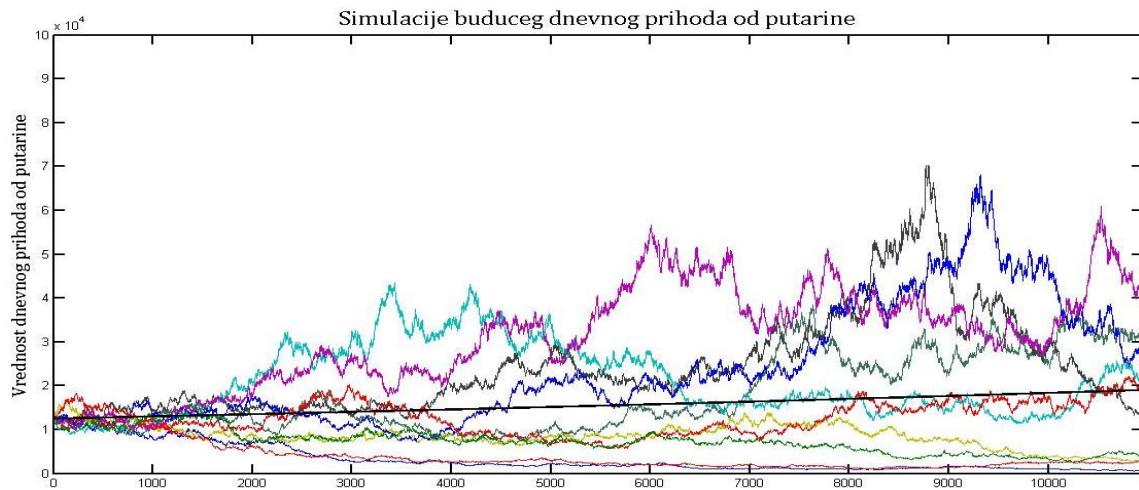
Konačno, u *Tabeli 4.8* prikazani su svi parametri sa dobijenim vrednostima

Parametar	Oznaka	Vrednost
Inicijalni saobraćaj	θ_0	5000 vozila
Vrednost putarine	τ	2.5 €
Nerizična kamatna stopa	r	0.0005
Porez na dobit		0.1
Volatilnost saobraćaja	σ_θ	0.2
Prilagođena stopa rasta	$r - \delta$	0.014
Vrednost investicije	X	90,000,000.00 €
Kompletni troškovi za i -tu godinu	C_i	$2,141,320 + 14.24 * \theta_i €$

Tabela 4.8 Početni parametri za modeliranje vrednosti koncesije “Vojvođanskog ipsilona”

4.3 NPV koncesije bez garancija

NPV čitavog projekta, koncesije autu-puta “Vojvođanski epsilon” bez garancija, biće izračunata pomoću programskog jezika Matlab, primenom numeričke metode, Monte-Carlo simulacija. Ista će biti izračunata preko formule (3.14). Međutim da bi se do njenog korišćenja došlo, ali i svih drugih formula za NPV koje će kasnije biti primenjivane, potrebno je simulirati 100,000 puta proces kretanja prihoda putarine, datog sa formulom $R_t = R_0 e^{(r-\delta)t+\sigma_\theta W_t}$. Vrednosti simulacija budućeg prihoda prikazano je na *Slici 4.3*. Na istom grafiku crna linija predstavlja očekivanu vrednost prihoda od putarine tokom godina.

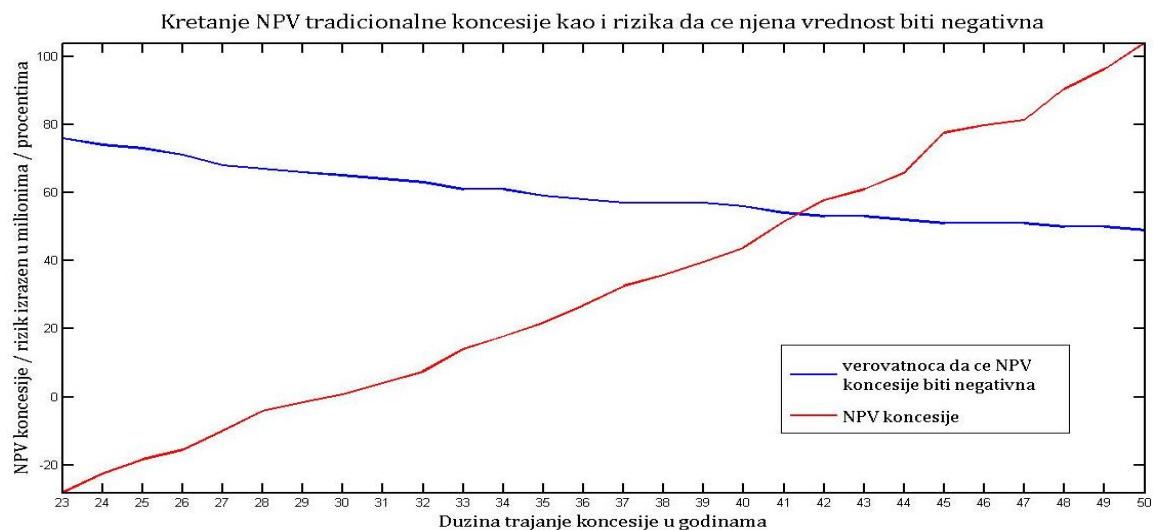


Slika 4.3 Simulacija budućeg dnevnog prihoda od putarine koncesije koja prati process GBM

U Tabeli 4.8 prepostavljeni su svi inicijalni parametri za vrednovanje modela izuzev dužine trajanja koncesije. Razlog za to je, što je dužina koncesije stvar dogovora koncesionara i javnog sektora, dok su svi ostali parametri određeni na osnovu istorijskih podataka, te kao takvih prostora za njihovu promenu nema. U Tabeli 4.9 su prikazane NPV tradicionalne koncesije u odnosu na njenu različitu dužinu. Kao što se i vidi, negativna NPV se dobija za period manji od 30 godina, dok verovatnoća da će biti negativna ne opada brzinom kojom raste i njena vrednost. Ovo se može i videti na Slici 4.4.

		Dužina trajanja koncesije						
		23	24	25	26	27	28	29
NPV	-28.097	-22.467	-18.313	-15.506	-9.867	-4.129	-1.586	
negProbability	0.76	0.74	0.73	0.71	0.68	0.67	0.66	
	30	31	32	33	34	35	36	
NPV	0.737	4.033	7.550	14.068	17.800	23.543	26.901	
negProbability	0.65	0.64	0.63	0.61	0.61	0.59	0.58	
	37	38	39	40	41	42	43	
NPV	32.565	35.746	39.738	43.818	51.474	57.738	61.017	
negProbability	0.57	0.57	0.57	0.56	0.54	0.53	0.53	
	44	45	46	47	48	49	50	
NPV	65.641	77.619	79.721	81.283	90.402	96.231	103.86	
negProbability	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	

Tabela 4.9 Kretanje NPV tradicionalne koncesije kao i rizika da će njena vrednost (izražena u milionima €) biti negativna u odnosu na njenu dužinu



Slika 4.4 Kretanje NPV tradicionalne koncesije kao i verovatnoće da će njena vrednost biti negativna u odnosu na dužinu trajanja koncesije

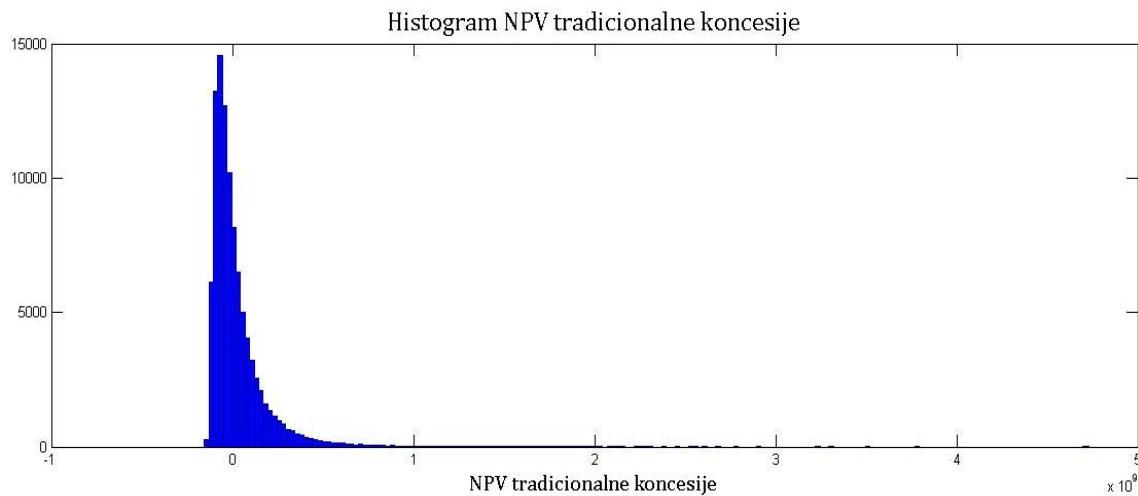
Za slučaj Republike Srbije od posebne je važnosti prethodna analiza. Kako Zakon o JPP prepostavlja da ceo komercijalni rizik preuzima koncesionar, ovo ima za posledicu da se ne mogu koristiti nikakve garancije kojima bi se povećala NPV ili smanjio rizik. Prema tome, jedina mogućnost koja ostaje je da se povećanjem dužine trajanja koncesije (maksimalna dužina koncesije je po zakonu 50 godina) poveća NPV, odnosno smanji rizik da će NPV biti negativna.

Ovde treba naglasiti da će za termin rizik u narednim razmatranjima biti korišćen rizik od dobijanja negativnog NPV (verovatnoće da će NPV biti negativna), definisan kao odnos broja simulacija koje su imale negativan NPV i njihovog ukupnog broja. Prema tome, ovako definisan rizik se neće bitno razlikovati od same NPV kao kriterijuma za odabir projekta boljih karakteristika, jer NPV upravo i biva određena uzevši u obzir i pomenute negativne simulacije. Ovde će rizik kao takav samo poslužiti za dopunu kriterijuma NPV, odnosno da objasni prirodu krajnjih vrednosti simulacija. Svakako da bi za potrebe koncesije auto-puteva bilo dobro da se koriste ili izgrade dodatni modeli koji bi rizik računali na drugačiji način, ali isto tako i modeli koji bi favorizovali ili penalizovali vrednost koncesije u zavisnosti od njihove dužine trajanja. Dakle, izbor optimalno definisane mere rizika je stavka kod koje je prisutan prostor za eventualno unapređivanje modela. Međutim, upotreba i stvaranje ovakvih modela prevazilazi okvire ovog rada, i ostaje autoru kao otvoreno pitanje za nastavak bavljenja temom.

Vratimo se sada određivanju broja godina koncesije. Kao što je i rečeno, analizirajući *Tabelu 4.9* vidi se da je NPV pozitivna tek za 30 godina. Može se sa sigurnošću prepostaviti da javni sektor ne bi mogao da izda koncesiju za manje godina, u zakonskom ovиру kakav je trenutno na snazi (bez davanja garancija). Kao što se i vidi iz prethodno pomenute tabele, povećanjem broja godina koncesije raste i NPV, ali se i smanjuje rizik. Sa stanovišta ovih kriterijuma najbolje bi bilo za koncesionara da koncesiju uzme na 50 godina. Sa druge strane, ovako dugačak period sam po sebi je prerizičan posmatrajući ga i za razvijene ekonomije, a kamoli onu Republike Srbije, koja je poslednje dve decenije turbulentno područje pogodeno ratovima, ali i karakteristično po neizvesnosti i ekonomskim oscilacijama. Pored toga, praksa zemalja kod kojih je JPP program razvijen je da se koncesije auto-puteva obično daju na period od 25 do 30 godina, a da su duži periodi, pre svega karakteristični za koncesije kod kojih je reč o eksploataciji prirodnih resursa. Štaviše, praksa je takva da ukoliko je potrebno više godina da bi se ostvario odgovarajući NPV, a rizik od negativnog NPV smanjio, koncesionar se odlučuje za opciju sa manje godina, ali uz prisustvo vladinih garancija. Na osnovu svega, pretpostavljamo da i auto-put “Vojvodanski epsilon” ne bi bio izuzetak, a znajući kakav je NPV i rizik za različite godine smatraće se da je dužina od 35 godina dovoljno prihvatljiva i prikladna, te će kao takva biti posmatrana do kraja rada.

Koristeći formulu za NPV projekta bez opcija i parametre definisane u *Tabeli 4.8* dobija se da je NPV koncesije 23,543,000 €, dok je njena standardna greška 705,320 €. Histogram NPV koncesije za svih 100, 000 simulacija, prikazan je na *Slici 4.5*.

Može se primetiti da je NPV koncesije ograničena od dole, kao posledice ograničenosti PGDS – a od dole sa vrednošću nula, odnosno troškovima za isti koji su tada jednaki 2,141,320 €. Gornje ograničenje ne postoji, te postoje vrednosti nekih simulacija koje su i dosta udaljenije (veće) od srednje vrednosti istih.

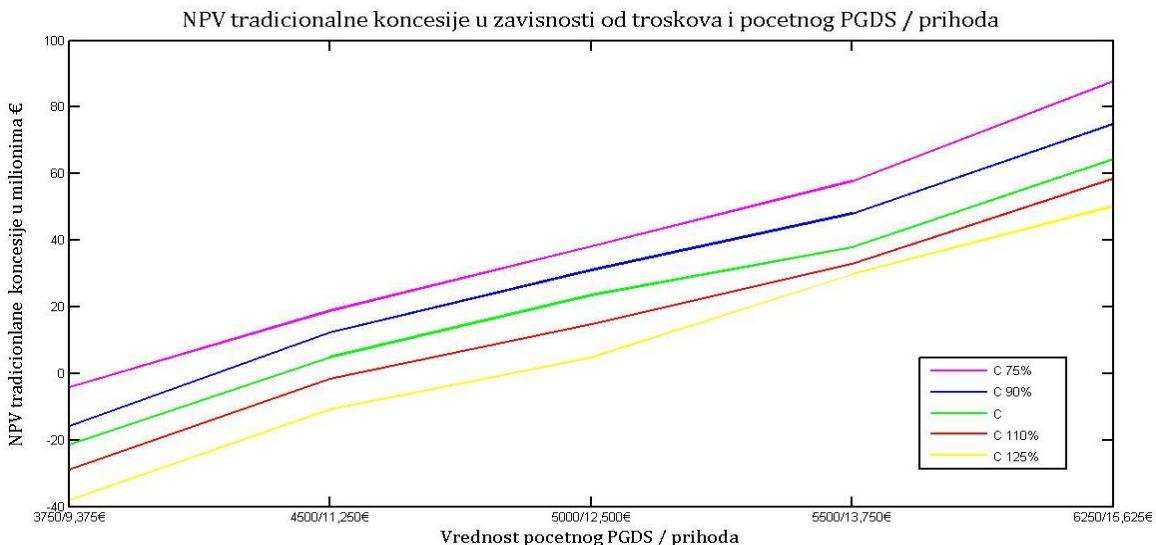


Slika 4.5 Histogram NPV tradicionalne koncesije za sve simulacije

Značaj početnih faktora, te kako oni utiču na NPV koncesije prikazan je u *Tabeli 4.9.* i na *Slici 4.5.* Analiza je urađena za vrednosti 75%, 90%, 100%, 110% i 125% od početne vrednosti PGDS/prihoda, odnosno godišnjih troškova. Može se primetiti i iz numeričkih rezultata, a i sa grafika da smanjenje troškova, dovodi do manjeg povećanja NPV, nego što se to dešava kada za isti procenat poraste početni PGDS. Treba naglasiti da se povećanjem PGDS / prihoda, paralelno povećavaju i troškovi jer linearno zavise od prethodnog, te i pored ovoga, uticaj promene PGDS ima veći efekat i na povećanje NPV, ali i na smanjenje verovatnoće da će ona imati negativnu vrednost. Ovim se samo potvrđuje, koliko je zapravo početni PGDS bitan za NPV koncesije, odnosno koliko je značajna njegova tačna prognoza.

		-25%	-10%	R	+10%	+25%
-25%	NPV	-4.271	18.787	38.111	57.704	87.745
	negProbability	0.68	0.59	0.53	0.47	0.40
-10%	NPV	-15.834	12.269	31.0875	47.970	75.004
	negProbability	0.72	0.63	0.57	0.52	0.44
C	NPV	-21.512	4.934	23.543	37.880	64.264
	negProbability	0.73	0.65	0.65	0.54	0.47
+10%	NPV	-28.982	-1.650	14.760	32.791	58.532
	negProbability	0.75	0.67	0.62	0.57	0.49
+25%	NPV	-38.212	-10.907	4.687	29.720	50.228
	negProbability	0.77	0.70	0.66	0.59	0.52

Tabela 4.10 Vrednosti (izražene u milionima €) NPV tradicionalne koncesije u zavisnosti od početnih parametara



Slika 4.6 NPV tradicionalne koncesije u zavisnosti od troškova i početnog PGDS/prihoda

Upoređujući vrednosti iz Tabele 4.9 i Tabele 4.10, može se primetiti da maksimalna vrednost NPV u prvoj tabeli znatno veća od one u drugoj, 103.86 prema 87.750 miliona €, dok je za iste parametre koji određuju te maksimalne vrednosti, verovatnoća da će NPV biti negativna iz prve tabele skoro 10% veća nego u drugom slučaju. Međutim, ovi rezultati koji su dobijeni su posledica povećanja PGDS/prihoda i smanjenje godišnjih troškova za 25% istovremeno, dok je povećanje dužine koncesije 43% (u odnosu na dužinu koncesije od 35 godina). Prema tome, ukoliko bi posmatrali ove dobijene vrednosti u odnosu na isti prirast parametara, za 25%, prirast PGDS i smanjenje troškova istovremeno bi doveo do većeg porasta NPV nego povećanjem dužine koncesije, dok bi kod rizika, razlika bi bila još veća nego što je bila u prethodnom slučaju kada je iznosila 10%.

4.4 NPV koncesije sa opcijama MRG i LMR

Za vrednovanje opcije MRG i LMR koristećemo i analitički pristup dat sa *Black – Scholes* formulama (3.12) i (3.13), za MRG i LMR respektivno, i numerički preko metode Monte-Carlo simulacija, kod koje se pojedinačna vrednost simulacije dobija formulama (3.16) i (3.18). Vrednovanje kombinacije ove dve opcije, njihove interakcije, vrednovaće se samo numeričkim pristupom, kod koga je vrednost jedne simulacije data sa formulom (3.20).

NPV koncesije kao i vrednost opcija u trenutku investiranja, čiji su početni parametri dati u *Tabeli 4.8* uz dopunu da je dužina koncesije 35 godina, prikazani su u *Tabeli 4.11*. Vrednosti koncesije sa opcijama, vrednovane su u zavisnosti od nivoa zaštite koji data opcija garantuje, u slučaju MRG koncesionaru, odnosno javnom sektoru kod LMR. Ovi nivoi posmatrani su kao procentualno simetrične vrednosti u odnosu na očekivani prihod za datu godinu.

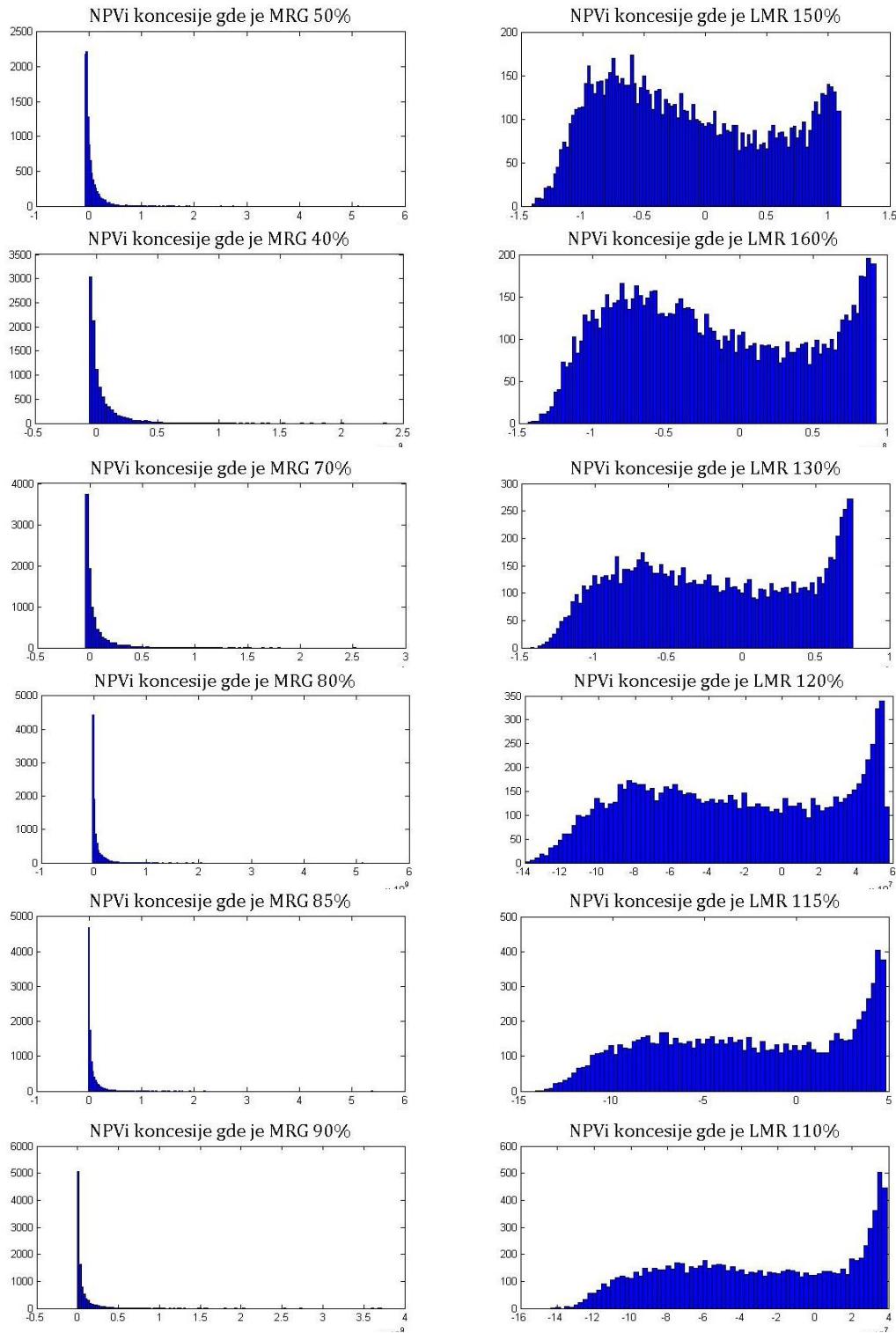
Vrednosti u *Tabeli 4.11* potvrđuju priču iz prethodnog poglavlja. Opcija MRG povećava vrednost koncesije, čineći je tako profitabilnijom i manje rizičnom za koncesionara. Kod opcije LRM situacija je suprotna, jer je koncesionaru dat limit do kojeg može da zaradi, tj. u svakoj godini u kojoj bi prihod prešao datu granicu, razliku između stvarnog i prihoda određenog tom granicom morao bi da vrati javnom sektoru.

		MRG		LMR	
Nivoi garancija	BS	0.164	190%	BS ²²	-27.872
	MC	0.171		MC	-28.249
	$NPV_{MRG}(P)$	23.714 (0.59)		NPV_{LMR}	-4.706 (0.59)
	BS	1.256	180%	BS	-29.919
	MC	1.259		MC	-30276
	$NPV_{MRG}(P)$ ²³	23.544 (0.59)		NPV_{LMR}	-6.733 (0.60)
	BS	3.708	170%	BS	-32.203
	MC	3.666		MC	-32.537
	$NPV_{MRG}(P)$	27.210 (0.59)		NPV_{LMR}	-8.994 (0.60)
	BS	7.630	160%	BS	-34.764
	MC	7.710		MC	-35.075
	$NPV_{MRG}(P)$	31.253 (0.59)		NPV_{LMR}	-11.532 (0.61)
	BS	13.015	150%	BS	-37.648
	MC	12.993		MC	-37.427
	$NPV_{MRG}(P)$	36.536 (0.58)		NPV_{LMR}	-13.884 (0.61)
	BS	19.814	140%	BS	-40.914
	MC	19.887		MC	-40.715
	$NPV_{MRG}(P)$	(0.57)		NPV_{LMR}	-17.172 (0.62)
	BS	27.957	130%	BS	-44.633
	MC	28.425		MC	-44.887
	$NPV_{MRG}(P)$	43.430 (0.53)		NPV_{LMR}	-21.344 (0.62)
	BS	37.351	120%	BS	-48.890
	MC	36.750		MC	-48.356
	$NPV_{MRG}(P)$	60.293 (0.43)		NPV_{LMR}	-24.813 (0.63)
	BS	42.483	115%	BS	-51.251
	MC	42.370		MC	-50.963
	$NPV_{MRG}(P)$	(0.28)		NPV_{LMR}	-27.420 (0.64)
	BS	43.543	114%	BS	-51.743
	MC	42.923		MC	-51.008
	$NPV_{MRG}(P)$	66.466 (0.16)		NPV_{LMR}	-27.465 (0.65)
	BS	44.613	113%	BS	-52.243
	MC	44.938		MC	-51.544
	$NPV_{MRG}(P)$	(0.00)		NPV_{LMR}	-28.001 (0.66)
	BS	47.885	110%	BS	-53.785
	MC	48.674		MC	-53.259
	$NPV_{MRG}(P)$	72.217 (0.00)		NPV_{LMR}	-29.716 (0.67)
	BS	53.541	105%	BS	-56.508
	MC	53.030		MC	-56.395
	$NPV_{MRG}(P)$	77.084 (0.00)		NPV_{LMR}	-32.852 (0.67)

Tabela 4.11 Vrednosti opcija MRG i LMR (izražene u milionima €) za razne simetrične nivoe, kao i NPV koncesije sa njima

²² Vrednost Black – Scholes formule za *call* opciju je pozitivna. Kako ona predstavlja garanciju za javni sektor, tj. potencijalni iznos koji će koncesionar platiti javnom sektoru, uzima se kao negativna vrednost.

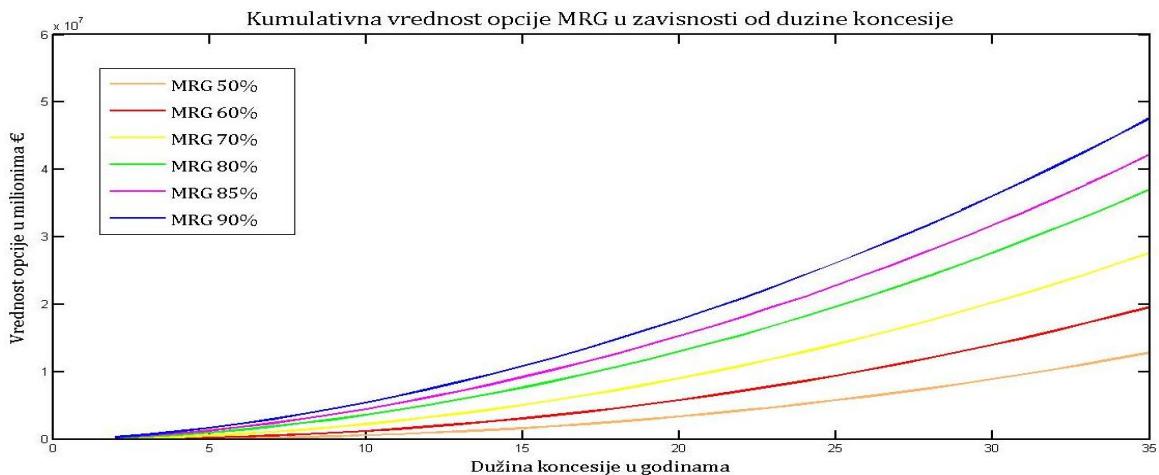
²³ (P) – verovatnoća da će projekat biti negativan



Slika 4.7 Histogrami za NPV koncesija sa opcijama MRG i LRM dobijenih simulacijama gde su nivoi garancije 50%, 60%, 70%, 80%, 85%, 90%

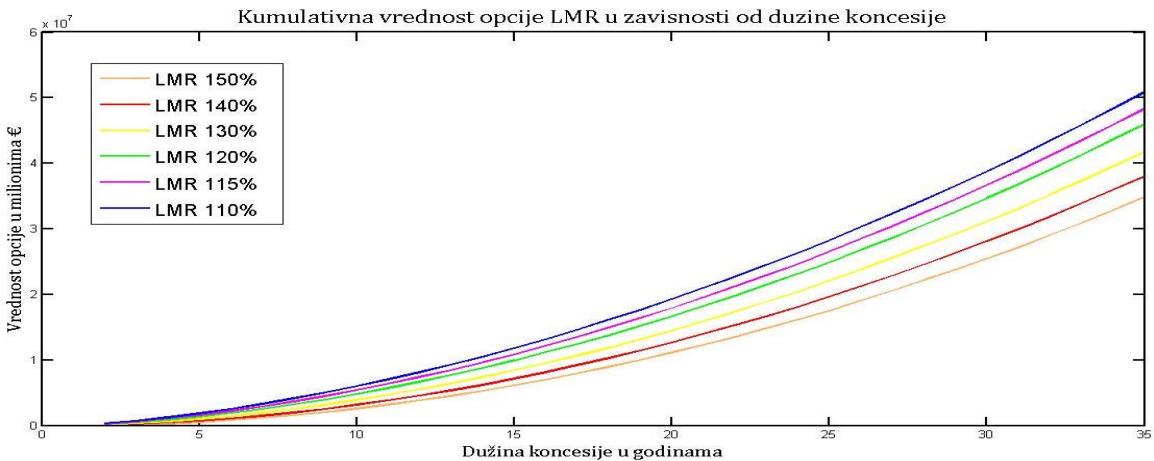
Na Slici 4.7 iznad, predstavljeni su histogrami dobijenih NPV koncesija sa garancijama MRG i LMR za nivoe 50%, 60%, 70%, 80%, 85% i 90%. Može se primetiti

da MRG bukvalno “odseca” najnegativnije simulirane NPV tradicionalne koncesije date na *Slici 4.5*, tako što im uvećava NPV za vrednost garancije koju nosi u sebi. Ovo za posledicu ima da najnegativnije simulacije NPV tradicionalne koncesije sada postaju vrednije, te uvećavaju broj simulacija koje su bez garancije imale istu vrednost kao i prethodno opisane nakon garancije. Time se dobija povećanje broja simulacija sa datom vrednošću što se i vidi na histogramima sa leve strane. Tek za garancije nivoa 87% i više ne postoji nijedna simulirana negativna NPV, te je u tom slučaju verovatnoća da će neka NPV koncesije biti negativna jednaka nuli. Sa desnih histograma iste slike, može se primetiti da opciju LMR radi identičnu stvar, ali sa suprotne strane grafika, tj. u odnosu na dobijene simulacije sa najvećom NPV. Ona “odseca” najveće vrednosti NPV, time što im oduzima vrednost jednaku razlici uzmeđu stvarnog i limitiranog prihoda, i time pozitivne NPV koncesije približava nuli sa desne strane.



Slika 4.9 Kumulativna vrednost MRG opcije u zavisnosti od dužine koncesije i nivoa zaštite

Na *Slici 4.9* iznad i *Slici 4.10* ispod, prezentovane su kumulativne vrednosti MRG i LMR opcija za svaku godinu u zavisnosti od njihovog nivoa. Može se primetiti da u prvom slučaju povećanjem nivoa garancije, a u drugom suprotno, raste i vrednost koja se dodaje, odnosno oduzima od NPV tradicionalne koncesije, za opcije MRG i LRM respektivno. Analizirajući ove vrednosti, koje se dobijaju za slučaj auto-puta “Vojvođanski epsilon”, nameće se zaključak, da nema smisla primenjivati kombinaciju ovih opcija ako su im nivoi simetrični. Razlog zbog čega je to tako, je što je vrednost LMR veća od vrednosti MRG za isti nivo, a kako iz ugla koncesionara LMR smanjuje NPV, a MRG povećava, njihova kombinacija ima za posledicu umenjenje vrednosti NPV koncesije, pa ionako prerizičan i nedovoljno profitabilan projekat, postaje još manje atraktivran.



Slika 4.10 Kumulativna vrednost opcije LRM u zavisnosti od dužine koncesije i nivoa zaštite

Prethodni zaključak upućuje da korišćenje kombinacije opcija MRG i LMR na koncesiji auto-puta "Vojvođanski epsilon", ima smisla samo ako su njihovi nivoi garancija različiti. Jedino takvom strategijom je moguće naći optimalna rešenja koja bi zadovoljila koncesionara u smislu njegove zarade (većeg NPV nego dobijenog tradicionalnim putem), ali i želje da rizik za negativnim NPV svede na prihvatljiv nivo. Iz podataka datih u Tabeli 4.11 može se primetiti da značajnije smanjenje verovatnoće pojavljivanja negativnih NPV sledi tek iznad MRG 80%. Kako je za ove nivoe MRG njena vrednost veća od 37 milion €, za nivoe LMR ćemo koristiti veličine od 190% zaštite do onih kod kojih je njihova absolutna vrednost manja za bar 10 miliona € od MRG sa kojim se posmatra kombinacija. Razlog za odabir LMR koji je absolutno bar 10 miliona € manji, proizilazi iz potrebe da se pored smanjenja rizika, uveća NPV koncesije "Vojvođanski epsilon" i tako poveća njena atraktivnost. Sa druge strane, logično je pretpostaviti da će Vlada Srbije ili drugi javni sektor koji bi izdao koncesiju, težiti da buduću obavezu prema koncesionaru, kroz garanciju MRG, svede na minimum. S obzirom na sve ovo, pretpostavićemo da je javni sektor maksimalno raspoložen i voljan da garantuje koncesionaru iznos jednak onome koji će prihodovati od istog putem poreza²⁴. Ovo je samo intuitivna pretpostavka autora, a pokušaj objašnjenja razloga iste, uslediće u narednim redovima.

Vrednost garancija koja bi bila jednaka budućem prihodovanom porezu učinila bi da koncesija bude atraktivnija, a samim tim i privlačnija za koncesionara koji bez istih garancija ni ne bi bio zainteresovan za koncesiju. Sa druge strane, bez kapitala koji poseduje koncesionar ne bi ni došlo do izgradnje auto-puta, a samim tim ni do mogućnosti prikupljanja prihoda u vidu poreza. Jednostavnije rečeno, javni sektor bi dajući garancije koncesionaru koje su jednake budućem prihodovanom porezu, koji bi isti

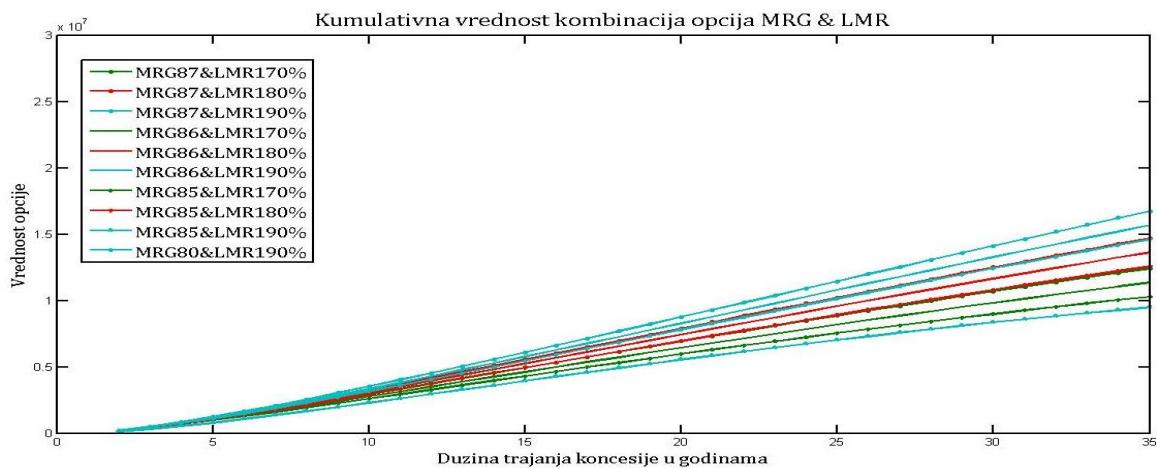
²⁴ Ukupni porez se dobija kao zbir vrednosti poreza na tradicionalnu kocesiju i vrednosti poreza na opciju. Vrednost prvoga je 12,615,000€ dok druga varira zavisno od vrednosti opcije.

koncesionar trebao da uplati na račun ostvarenih prihoda od putarine, učinio da koncesija bude i vredniji i manje rizičniji projekat. Iako se na ovaj način Vlada Srbije usled davanja garancija suočava sa potencijalnim gubitkom ekvivalentnim prikupljenom porezu, ona bi trebalo da računa i na indirektnu i direktnu korist koju bi ovaj auto-put imao na razvoj regije, ali i na društveno – socijalno blagostanje čiju vrednost je često teško izmeriti novcem, a za koju je novac svakako nužan da bi bila ostvarena.

U *Tabeli 4.12.* date su neke od kombinacija MRG i LMR koje ispunjavaju prethodno nametnute uslove, dok je njihov grafički prikaz dat na *Slici 4.11.*

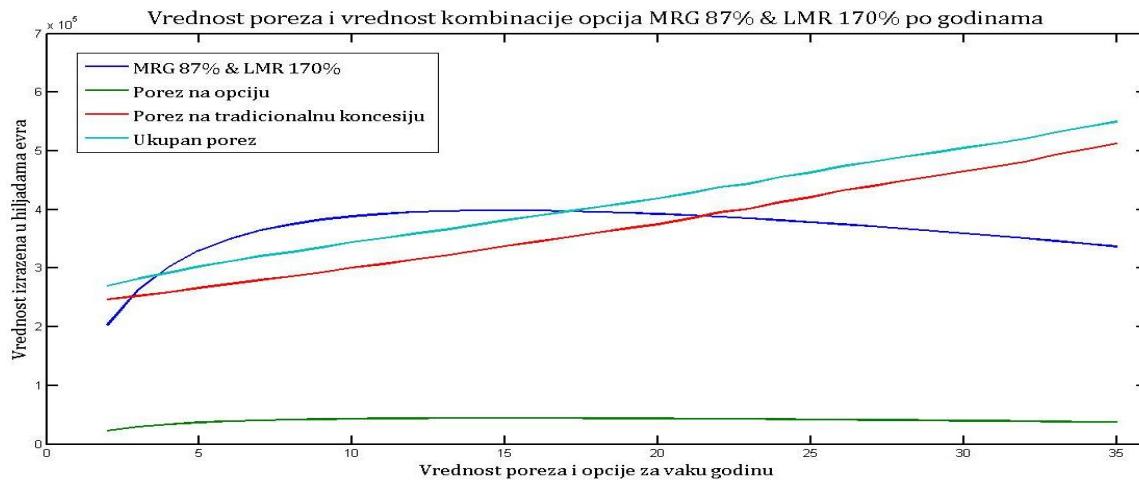
Kombinacija opcija	Vrednost opcije MC	Vrednost opcije BS	NPV koncesije sa opcijom	P negativnog NPV	Ukupna vrednost poreza
MRG 80%–LRM 190%	11.094	9.476	33.019	0.44	13.668
MRG 85%–LRM 170%	10.131	10.280	33.823	0.29	13.757
MRG 85%–LRM 180%	11.898	12.564	36.107	0.29	14.011
MRG 85%–LRM 190%	15.218	14.611	38.154	0.29	14.238
MRG 86%–LRM 170%	11.015	11.339	34.882	0.16	13.875
MRG 86%–LRM 180%	13.793	13.623	37.166	0.16	14.129
MRG 86%–LRM 190%	15.960	15.670	39.213	0.16	14.356
MRG 87%–LRM 170%	13.450	12.409	35.952	0.00	13.994
MRG 87%–LRM 180%	14.723	14.693	38.236	0.00	14.248
MRG 87%–LRM 190%	17.165	16.740	40.283	0.00	14.476

Tabela 4.11 Vrednosti (izražene u milionima €) kombinacija opcija MRG i LMR

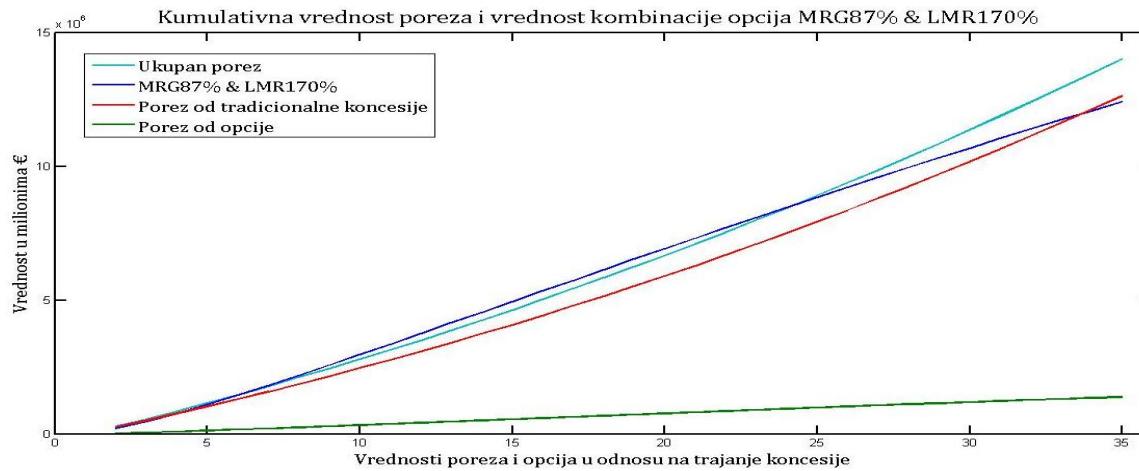


Slika 4.11 Kumulativne садашње вредности комбинација опција MRG и LMR у односу на дужину трајања концесије

Iz dobijenih vrednosti u *Tabeli 4.11* može se primetiti da je verovatnoća jednaka nuli da će NPV biti negativna, tek za MRG 87%, dok LMR nema uticaja na njenu promenu za vrednosti koje su testirane, 170%-190%. Ako bi izabrali jednu od ovih strategija, kombinacija MRG i LMR, npr. MRG 87% & LRM 170%, scenario dobijen za svaku godinu, putem simulacija izgledao bi kao na slikama ispod. Na *Slici 4.12* su prikazane uporedne vrednosti opcije MRG 87% & LRM 170%, odnosno iznosa poreza koji bi država prisvojila, dok je na *Slici 4.13* ovaj odnos prikazan na kumulativnom nivou.



Slika 4.12 Sadašnja vrednost poreza i vrednost kombinacija opcija MRG 87% & LMR 170% po godinama



Slika 4.13 Kumulativna sadašnja vrednost poreza i vrednosti kombinacija opcija MRG87% & LMR170% iz godine u godinu

Sa *Slike 4.12* se može primetiti da su sadašnje vrednosti poreza tokom budućih godina linearne funkcije, dok se za vrednost opcije to ne može reći. Vrednost opcije u početnim godinama raste, kao posledica veće garancije koncesionaru (87%), nego što to ima javni sektor (170%), dok u kasnijim godinama njen vrednost opada. Poslednje je

posledica većeg uticaja LMR 170% u odnosu na MRG 87%, na ekstremne vrednosti simulacija iz kojih se dobija NPV koncesije. Ovo proizilazi iz toga, što su ekstremne vrednosti negativnog karaktera ograničene odozdo, PGDS i prihod ne mogu biti negativni, dok pozitivne ekstremne vrednosti nemaju ograničenja. Samim tim LMR ima veći uticaj u smanjenju, nego što to ima MRG u povećanju NPV koncesije u njenim kasnijim godinama.

Prethodna analiza imala je za cilj da pokaže, kakvo je kretanje poreza u odnosu na vrednost kombinacije opcija, jer bi i jedna i druga stavka trebale da budu uključene i planirane u buduće budžete Vlada Republike Srbije. Iako na prvi pogled, procena i prognoza vrednosti opcija ima veći značaj, jer predstavljaju vladine potencijalne buduće obaveze, to nije tako, jer je ona upravo modelirana na takav način da bude pokrivena vrednostima ubiranog poreza, te na osnovu toga ne bude teret budućih budžeta. Međutim, iako su kumulativne vrednosti jednakе, treba primetiti na *Slici 4.13* da je vrednost opcije u početnim godinama veća od planiranog poreza, dok je u drugom delu koncesije situacija drugačija zbog opisanog efekta između MRG 87% i LMR 170%. Na kraju, ako bi se izabrala takva kombinacija opcija koja bi davana veće vrednosti nego što je to vrednost budućeg prihodovanog poreza od koncesije, analiza, vrednovanje i tačna procena budućih obaveza koje država garantuje koncesionaru putem opcija, od esencijalnog je značaja. Time će se sprečiti ili u krajnju ruku bar ublažiti budući, neplanirani, potencijalni pritisak na budžet.

4.5 NPV koncesije sa opcijom napuštanja

Za vrednovanje koncesije u kojoj je prisutna opcija napuštanja projekta, biće korišćena formula (3.21), kao numerički pristup za rešavanje ovog problema. Treba napomenuti da su vrednosti opcije napuštanja projekta, kao i godina iskorišćavanja prava koje ona garantuje u uskoj vezi sa vrednošću takse za napuštanje koncesije. Ova taksa predstavlja iznos koji je potrebno platiti da bi se izašlo iz projekta i kao takva ona može biti ili obaveza koncesionara prema javnom sektoru ili obrnuto. U slučaju auto-puta "Vojvodanski epsilon" pretpostavljamo upravo ovo drugo, da je vlada ta koja plaća taksu, ili u krajnjem slučaju, daje mogućnost koncesionaru da bez nadoknade izade iz koncesije. Razlog za ovaku pretpostavku leži u relativno visokom riziku koncesije, kada se ona razmatra kao tradicionalna, a sa ciljem da učini projekat atraktivnijim za investitore.

U *Tabeli 4.12* prikazane su vrednosti NPV koncesije kada je pristuna opcija napuštanja projekta. U svim slučajevima za taksu je pretpostavljeno da je konstantna i jednaka tokom svih godina koncesije. Analizom vrednosti u dатој tabelи, može se primetiti

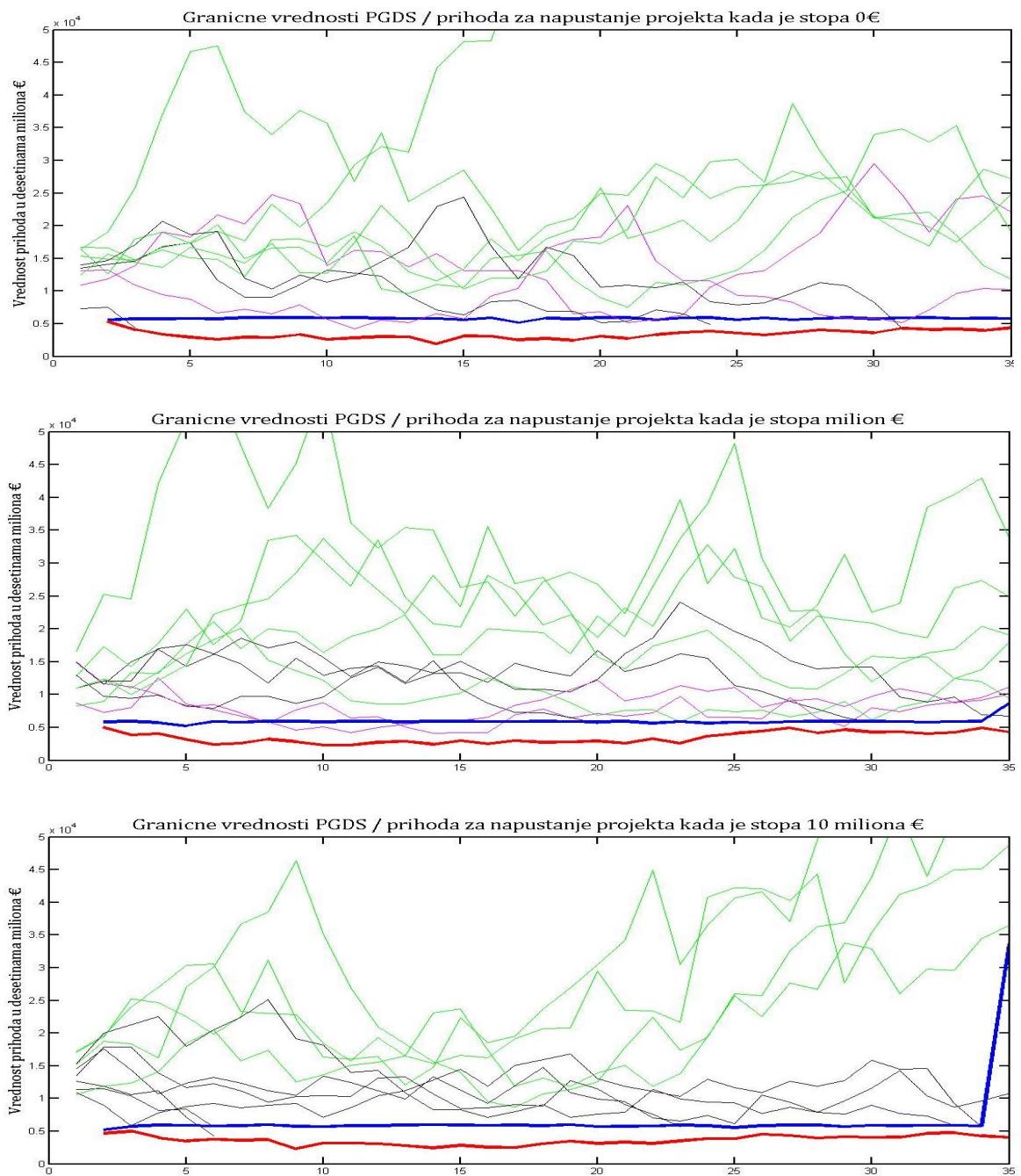
da i kada je taksa jednaka nuli koncesionar napušta projekat, i to u 38% slučajeva. Ovo govori o rizičnosti investiranja u auto-put “Vojvođanski epsilon”, jer koncesionar bi pre napustio projekat i bez nadoknade (i pored svog uloženog novca u njegovu izgradnju), nego ostao u njemu. Vrednost opcije u ovom slučaju nije ni malo zanemarljiva, te sa 4.53 miliona € predstavlja znatno povećanje NPV u odnosu na vrednost koncesije koja se dobija u slučaju tradicionalnog oblika. Što se tiče ostalih vrednosti taksi, rezultati predstavljaju ono što se i intuitivno moglo naslutiti, kako raste taksa koju dobija koncesionar tako raste i verovatnoća za njegov izlazak iz projekta, a samim tim i vrednost opcije.

Stopa	Vrednost opcije	NPV koncesije sa opcijom	Verovatnoća izlaza	Godina izlaza
0 €	4.533	28.076	0.38	18.91
1,000,000 €	4.827	28.370	0.46	20.96
2,000,000 €	5.394	28.937	0.55	22.84
5,000,000 €	7.017	30.560	0.72	25.47
10,000,000 €	10.716	34.359	0.85	26.61

Tabela 4.12 Vrednosti opcije kao mogućnosti za napuštanje projekta, NPV koncesije sa njom i verovatnoća da će se ona ostvariti

Na graficima *Slike 4.14*, može se videti regija napuštanja projekta koja se dobija na osnovu 10,000 simulacija, dok su samo neke od pomenutih, konkretno 10 i prikazane, kako bi se što bolje mogla sagledati objašnjenja koja slede. Na svakom od tri grafika regija napuštanja se nalazi ispod plave linije, dok je minimalna vrednost po godinama u odnosu na sve simulacije data crvenom linijom.

Plava linija predstavlja granične vrednosti prihoda od putarine koje su dobijene kao najveće vrednoti prihoda za datu godinu u kojoj se pravo na napuštanju projekta iskoristilo. Na osnovu same konstrukcije granične linije, može se reći da je svaka simulacija koja je dovela do napuštanja projekta u godini istog, imala vrednost koja se nalazila u napuštajućoj regiji. Ovim se zaključuje da ukoliko simulacija jednom uđe u napuštajuću regiju i nikada više ne izađe iz nje, sigurno dolazi do napuštanja projekta. Međutim, ovo ne znači i da svaka simulacija koja je nekada u nekoj ili nekoliko godina imala vrednost prihoda od putarine manju od granične dovela do napuštanja. Ovakve simulacije su predstavljene ljubičastom bojom i one su primer simulacija koje su u nekoj godini imale vrednosti unutar napuštajuće oblasti, ali su posle izašle iz nje i došle na vrednost koja je u kumulativnom smislu imala efekat da ne aktivira opciju napuštanja.



Slika 4.14 Granična kriva prihoda za iskorišćavanje prava napuštanja projekta kada je taksa jednaka 0 €, million € i 10 miliona €

Što se tiče crvene linije koja predstavlja minimalne vrednosti simulacija, ona je konstruisana kao minimalna vrednost za svaku godinu, svih simulacija koje su do tog trenutka ostale "žive". Na osnovu ovoga, može se reći da ukoliko bi simulacija, odnosno

njena vrednost pala ispod crvene linije, ona bi dovela do napuštanja koncesije, bez obzira vratila se ili ne iznad napuštajuće oblasti.

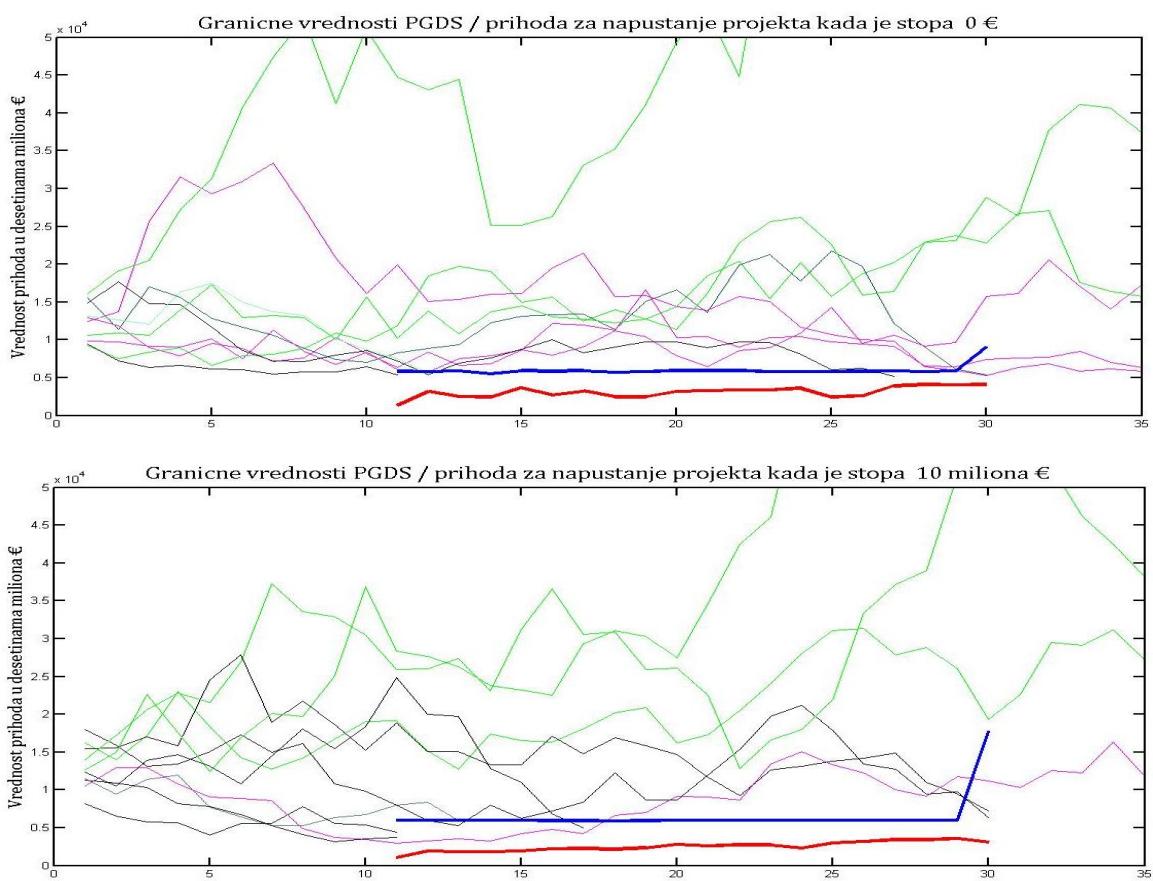
Na kraju, upoređujući grafike na *Slici 4.14* može se primetiti da je najznačajnija razlika vezana za poslednju godinu koncesije. Opcija napuštanja projekta, odnosno različite veličine njene takse imaju za posledicu da što je veća taksa, to je granična kriva u poslednjoj godini viša. Ovo se objašnjava time, što se odluka o napuštanju u pretposlednjoj godini koncesije donosi na osnovu izbora između sadašnje vrednosti razlike prognoziranih prihoda i troškova poslednje godine, i takse napuštanja. S obzirom na ovo, što je veća taksa, raste i potreba za većom razlikom između prihoda u odnosu na troškove, a time se i povećava maksimalna vrednost prihoda za čiju vrednost se desilo napuštanje. Poslednje ima za rezultat podizanje granične krive regije napuštanja za poslednju godinu.

Iako smo u *Tabeli 4.12* prepostavili da je taksa konstantna i jednaka tokom svih godina koncesije, to ne znači da ona uvek i mora da bude tih karakteristika. Država i koncesionar mogu dogovoriti razne oblike iste, što podrazumeva da njena vrednost može biti promenljiva za različite godine, ali i isto tako može podrazumevati da postoji samo u određenom periodu životnog veka koncesije. Stoga, sledeća analiza vezana je za izlazak iz projekta gde se mogućnost iskorišćavanja prava na opciju može iskoristiti samo u određenim godinama. Prepostavimo samo jednu od mogućnosti, a to je da koncesionar ne može izaći iz projekta u prvih 10 i poslednjih 5 godina. Time će se javni sektor zaštiti od napuštanja projekta u njegovim ranim i poznim godinama. Ovim će se odložiti potreba javnog sektora za novim koncesionarem ili preuzimanjem auto-puta u svoj posed, što bi se i desilo da opcija napuštanja nije sa ovakvima karakteristikama.

U *Tabeli 4.13* date su vrednosti NPV koncesije sa ovako definisanim opcijom napuštanja u zavisnosti od vrednosti takse koja će i dalje biti konstantna u godinama kada je opcija aktivna. Može se primetiti da su vrednosti u odnosu na *Tabelu 4.12* manje za sve razmatrane parametre. Razlika je najveća za stopu od 10 miliona € i opada sa njenim smanjenjem. Ovo se objašnjava time što se za razliku od prošlog puta kada se odluka o napuštanju u poslednjoj godini donosila u skladu sa rezultatima analize poređenja sadašnje vrednosti poslednje godine projekta u odnosu na veličinu stope, sada se ista stopa upoređuje sa vrednosti projekta za poslednjih 5 godina. Time se otvara više prostora da se ista taksa nadvisi prihodom koji će se ubrati od putarine za dati period i samim tim ne doneše odluka o napuštanju.

Stopa	Vrednost opcije	NPV koncesije sa opcijom	Verovatnoća izlaza	Godina izlaza
0 €	4.398	27.941	0.34	17.32
1.000.000 €	4.664	28.207	0.36	18.03
2.000.000 €	4.965	28.508	0.37	18.26
5.000.000 €	6.024	29.567	0.43	19.34
10.000.000 €	8.466	31.989	0.51	20.42

Tabela 4.13 Vrednosti (izražene u milionima €) opcije napuštanje projekta za slučaj kada se ona ne može aktivirati u prvih 10 i poslednjih 5 godina koncesije



Slika 4.15 Granična kriva prihoda za iskorišćavanje prava izlaska sa projekta kada je taksma jednaka 0 € i 10 miliona €, a opcija se ne može izvršiti u prvih 10 i poslednjih 5 godina

Na Slici 4.15 iznad, prikazana je napuštanju regija i minimalna vrednost simulacija, koje su definisane na isti način kao i u slučaju kod Slike 4.14. Jedina razlika je u tome što se sada odluka o napuštanju koncesije može doneti tek nakon 10 godina od početka koncesije, pa sve do 5 godina pre kraja. To je i razlog što su sada plava i crvena linija prisutne samo od 11. do 30. godine, čije vrednosti prihoda i jesu početna i krajnja tačka za razmatranje opcije. Razlike koje se primećuju u odnosu na grafike sa Slike 4.14, su što sada i granična kriva opcije sa taksom 0 € završava primetnim povećanjem za

poslednju godinu, dok je povećanje granične krive za poslednju godinu kod takse 10 miliona € manje. U prvom slučaju, ovo se objašnjava time što se koncesija izvršava najkasnije u 30. godini, što za posledicu ima vaganje sadašnje vrednosti preostalih novčanih tokova koncesije sa taksom 0 € u toj godini. Sadašnja vrednost koncesije u 30. godini jednaka je zbiru razlike prihoda i troškova za 31. godinu, i sadašnje vrednosti koncesije u 31. godini. Kako opcija napuštanja nije moguća posle 30. godine, sadašnja vrednost projekta u 31. nije odozdo ograničena sa vrednošću takse, već može biti mnogo manja. Stoga i dolazi do situacije da se i pored većeg prihoda u odnosu na troškove u 31. godini, koncesija ipak napušta u 30. godini. Što se tiče takse 10 miliona €, opadanje vrednosti granične krive napuštajuće oblasti u 30. godini, objašnjava se mogućnošću da se razlika između prihoda i troškova iz 31. godine nadomesti sadašnjom vrednošću koncesije za istu godinu, te tako u zbiru obezbedi veću sumu od iznosa takse.

Pored pomenutih koristi koje koncesionar može da ima usled prisustva opcije za napuštanje koncesije, treba napomenuti da bi u slučaju auto-puta "Vojvođanski epsilon" i Republika Srbija neosporno imala koristi od nje. Pre svega ona bi uticala da auto-put bude privlačniji i atraktivniji za koncesiju, a sa druge strane, usled napuštanja iste, ona bi došla u posed mnogo ranijeg, direktnog upravljanja auto-putem, bez uloženog dinara u njegovu izgradnju, ili u najnepovoljnijem slučaju za cenu isplaćene takse napuštanja. Pored toga, treba posebno naglasiti, da bi i državu čekao isti scenario razvoja događaja kao i koncesionara, da je ona bila inicijalni samostalni investitor. Međutim tada bi trošak bio veći za minimum, vrednosti inicijalnog ulaganja u konstrukciju auto-puta, što za posledicu ima još veći značaj koji opcija napuštanja može da ima za javni sektor.

Kombinacija opcija			Vrednost takse napuštanja koncesije					
			0€	1million€	2miliona€	3miliona€	5miliona€	10miliona€
MRG	25%	Vrednost MRG	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	4.5264	5.024	5.518	5.9227	6.986	10.862
		Godina. i P ²⁵	18(0.37)	20.7(0.46)	22.8(0.55)	24.1(0.62)	25.6(0.72)	26.9(0.85)
	35%	Vrednost MRG	5.622	5.622	5.622	5.622	5.622	5.622
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	5.639	5.816	6.143	6.704	7.799	11.294
		Godina. i P	3.6(0.03)	31.5(0.45)	31.8(0.55)	32(0.61)	32.3(0.72)	32.6(0.85)
	40%	Vrednost MRG	7.630	7.630	7.630	7.630	7.630	7.630
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	7.630	7.635	8.341	8.737	9.788	13.269
		Godina. i P	/	34(0.45)	34(0.55)	34(0.61)	34(0.71)	34(0.84)
	50%	Vrednost MRG	13.015	13.015	13.015	13.015	13.015	13.015
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	13.015	13.015	13.234	13.631	14.844	18.215
		Godina. i P	/	/	34(0.54)	34(0.61)	34(0.71)	34(0.84)
	60%	Vrednost MRG	19.814	19.814	19.814	19.814	19.814	19.814
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	19.814	19.814	19.814	20.115	21.101	25.027
		Godina. i P	/	/	/	34(0.61)	34(0.71)	34(0.84)
	70%	Vrednost MRG	27.957	27.957	27.957	27.957	27.957	27.957
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	27.957	27.957	27.957	28.007	29.095	32.533
		Godina. i P	/	/	/	34(0.05)	34(0.71)	34(0.84)
	80%	Vrednost MRG	37.351	37.351	37.351	37.351	37.351	37.351
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	37.351	37.351	37.351	37.351	38.052	41.702
		Godina. i P	/	/	/	/	34(0.71)	34(0.84)
	90%	Vrednost MRG	47.885	47.885	47.885	47.885	47.885	47.885
		Opcija napuštanja	4.533	4.827	5.394	6.077	7.017	10.716
		Kombinacija	47.885	47.885	47.885	47.885	48.115	50.168
		Godina. i P	/	/	/	/	34(0.71)	34(0.84)

Tabela 4.14 Vrednosti (izražene u milionima €) različitih kombinacija opcija MRG i napuštanja projekta kada je taksa jednak i konstantan tokom koncesije

²⁵ Godina i P – Godina (godina napuštanja koncesije), a P (verovatnoća napuštanja)

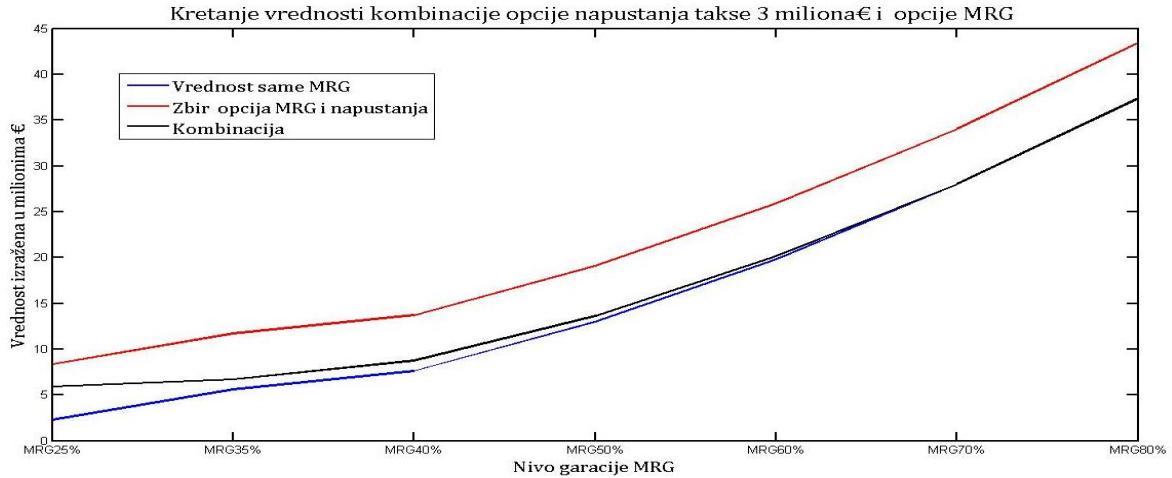
4.6 NPV koncesije sa kombinacijom opcija MRG i napuštanja

Vrednovanje NPV koncesije u slučaju kombinacije opcija MRG i napuštanja (ABD), izvršiće se preko formula (3.22) i (3.23) u kojima je $R_t^* = \max\{R_t, aR_{et}\}$. Biće razmatrane kombinacije različitih nivoa MRG, dok će se za takstu napuštanja koristiti veličine iz opsega od 0 € do 10 miliona €. Dobijeni rezultati nalaze se u *Tabeli 4.14*.

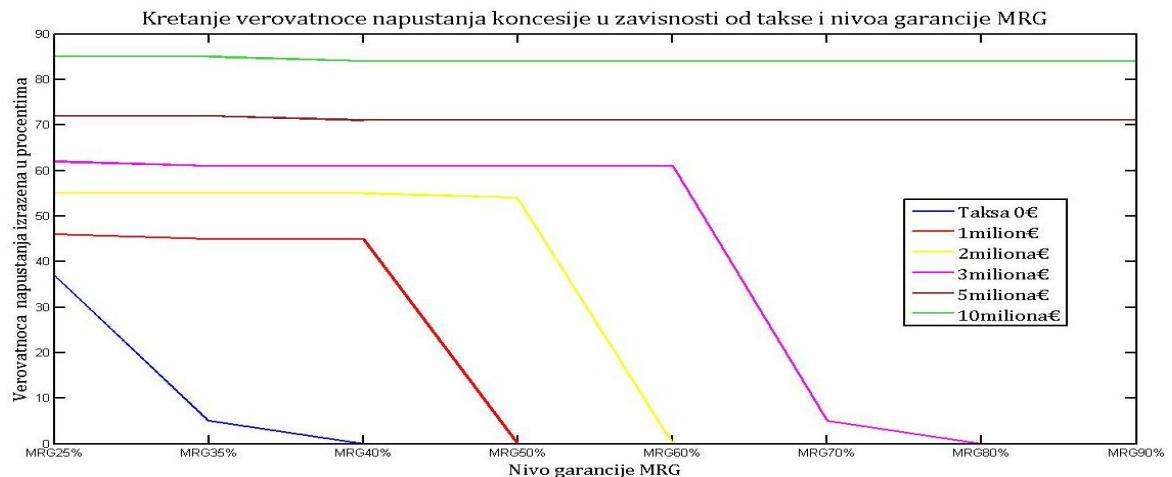
Analizom dobijenih vrednosti može se konstatovati da kombinacije opcija MRG i napuštanja (kada je napuštanje moguće tokom celog životnog veka koncesije i taksa jednaka i konstantna tokom svih godina) uvek daju vrednosti koje su manje od zbiru istih opcija kada bi se one vrednovale samostalne, nezavisno jedna od druge.

Zavisnost ovih opcija objašnjava se sledećim. Povećavanjem nivoa garancije opcije MRG, dolazi do povećanja sigurnog, garantovanog, godišnjeg prihoda koncesionara, dok u isto vreme MRG ne utiče na troškove te oni ostaju onakvi kakve ih je definisao stvarni PGDS. Time se smanjuje verovatnoća negativnog novčanog toka, a samim tim i potreba za realizacijom opcije napuštanja projekta. Sa druge strane, aktiviranjem opcije napuštanja pre isteka koncesije, celokupna vrednost koja bi se dobila od samostalne opcije MRG za sve godine, ne ulazi u celosti u vrednost kombinacije opcija, jer napuštanjem koncesije pre njenog isteka, koncesionar ne može da računa na prihode (prihod od godine napuštanja pa do kraja koncesije) koje bi imao da je ostao u koncesiji. Zbog istog razloga, za iste godine, on ne može ni da računa na dodatni prihod dobijen garancijom MRG, kao razlike između stvarnog i prihoda kojeg ona garantuje. Uz to, povećanjem nivoa MRG, smanjuje se verovatnoća aktiviranja opcije napuštanja, što ima za posledicu da se vrednost kombinacije ove dve opcije sa povećanjem nivoa MRG, sve više približava vrednosti samostalne opcije MRG. Grafički prikaz rezultata iz *Tabele 4.14*, kao i njihove prethodne interpretacije, mogu se naći na sledećim slikama.

Na *Slici 4.16* prikazano je kretanje vrednosti jedne od šest kombinacija opcija napuštanja u odnosu na različite vrednosti MRG. Za reprezentaciju je izabrana opcija napuštanja kod koje je taksa jednak 3 miliona €. Na pomenutoj slici se nalaze tri krive od kojih je plavom bojom, obeležena vrednost samostalne opcije MRG, crvenom, zbir pojedinačnih samostalnih opcija MRG i opcije napuštanja sa taksom 3 miliona €, i crnom, kombinacija tih opcija. Ono što se primećuje je da porastom nivoa MRG, vrednost kombinacije dve opcije teži vrednosti samostalne opcije MRG, da bi se one i izjednačile za nivo MRG 70%.

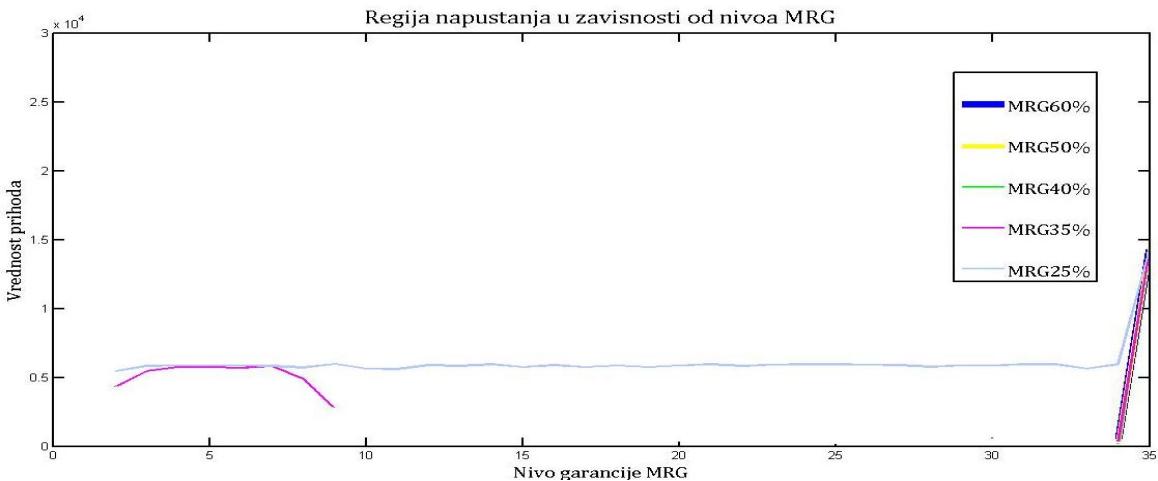


Slika 4.16 Kretanje vrednosti kombinacije opcija napuštanja sa taksom 3 miliona € u zavisnosti od MRG



Slika 4.17 Verovatnoća aktiviranja opcije napuštanja u zavisnosti od takse i nivoa MRG

Na Slici 4.17 prikazano je kretanje verovatnoće aktiviranja opcije napuštanja u zavisnosti od takse i nivoa MRG. Kao što je već i rečeno, a što se i sada može videti, verovatnoća opada sa porastom nivoa MRG. Iako je ovo slučaj kod svih opcija napuštanja, među njima postoji razlika. Za vrednosti taksi od 0 do 3 miliona €, verovatnoća za neku od vrednosti MRG postaje nula, dok to nije slučaj sa opcijama kod kojih je taksa jednaka 5 i 10 miliona €. Međutim, ovo je samo posledica toga što su grafik i analiza rađeni do MRG nivoa 90%. Ovaj nivo nije dovoljno velik da se obezbedi siguran prihod koji bi uticao da sadašnja vrednost budućih novčanih tokova koncesije, posmatrana iz svake godine, bude veća od takse 5 odnosno 10 miliona €. Međutim, kao i kod nižih taksi, tako i za takse 5 i 10, postoji vrednosti MRG koje verovatnoću napuštanja smanjuju na nulu, ali su njihove vrednosti iznad 90%.



Slika 4.18 Regija napuštanja za kombinaciju opcije napuštanja sa taksom 3 miliona € i različitim nivoa MRG

Na *Slici 4.18* prikazane su regije napuštanja koje se dobijaju za različite kombinacije opcije MRG i napuštanja. I ovde će biti korišćena opcija napuštanja kod koje je taksa jednaka 3 miliona €. Sa slike se može uočiti, da je za MRG25% regija napuštanja sličnog oblika kao i za slučaj samostalne opcije napuštanja. Za MRG 35% napuštajuća oblast je prisutna na dva mesta, u prvim i poslednjim godinama koncesije. Razlog za javljanje dva različita, odvojena mesta napuštajuće regije dolazi kao posledica niskog nivoa MRG. On kao takav nije dovoljan, da se obezbedi siguran prihod koji bi bio veći od minimalnih troškova za isti period. Stoga se i dešava da sadašnja vrednost budućih novčanih tokova koncesije za te početne godine bude manja od iznosa takse. Tek nakon 8. godine, opcija napuštanja neće biti iskorišćena i tako sve do preposlednje godine koncesije. Ovo je posledica činjenice da je sadašnja vrednost razlike između garantovanog prihoda sa poslednje godine i troškova za istu, manja od 3 miliona €. Što se tiče ostalih viših nivoa MRG, napuštajuća regija, vezana je samo za poslednju godinu. Na kraju, može se zaključiti da povećanjem nivoa MRG dolazi do smanjivanja regije napuštanja koncesije.

Nakon kompletne analize vezane za kombinaciju opcija MRG i napuštanja, može se konstatovati da je vrednost kombinacije uvek manja od zbiru njihove pojedinačne vrednosti. Sa druge strane, ona je uvek veća ili jednaka od samostalne opcije MRG. Prema tome, korišćenje ove kombinacije ima efekta na povećanje NPV koncesije autoputa "Vojvođanski epsilon". Međutim, javni sektor ovde mora biti veoma oprezan, jer i MRG i opcija napuštanja kada taksa nije jednaka nuli, predstavljaju potencijalne buduće obaveze, čije je vrednovanje od velike važnosti za buduće budžete. Kao i kod kombinacije MRG&LMR, preporučujemo onu kombinaciju opcija čija je vrednost jednak budućoj količini prihodovanog poreza za celu koncesiju. Time će potencijalni budući gubitak biti anuliran, koncesija atraktivnija za investitore, a rizik od prevremenog

napuštanja smanjen. Neke od takvih kombinacija (kombinacije u *Tabeli 4.14* koje su obeležene belom bojom) date su u *Tabeli 4.15*. Pored vrednosti samih opcija, data je i vrednost NPV koncesije sa njima, verovatnoćom napuštanja, kao i vrednošću poreza.

Kombinacija opcija	Vrednost opcije	NPV koncesije sa opcijom	P napuštanja	Ukupna vrednost poreza
MRG 40%–taksa 5mil€	9.788	33.331	0.71	13.702
MRG 40%–taksa 10mil€	13.269	36.812	0.84	14.089
MRG 50%–taksa 2mil€	13.234	36.777	0.44	14.085
MRG 50%–taksa 3mil€	13.631	37.174	0.61	14.130
MRG 50%–taksa 4mil€	14.844	38.387	0.71	14.264

Tabela 4.15 Vrednosti (izražene u milionima €) kombinacije opcija, NPV koncesije sa njima, verovatnoćom napuštanja i iznosa poreza

Analiza ovih optimalnih kombinacija MRG&ABD najbolje će biti objašnjena upoređujući ih sa kombinacijama MRG&LMR, datim u *Tabeli 4.11*. Pre nego što se krene, potrebno je naglasiti da se kod svake od kombinacija opcija iz gornje tabele opcija napuštanja aktivira u prethoslednjoj godini. Najvažnija razlika u odnosu na optimalne kombinacije opcija MRG i LMR je u tome, što se kod MRG&ABD koriste nivoi MRG iz opsega 40 – 50%, dok je ovde slučaj od 80 do 87%. U neku ruku ovo je i kompenzacija za neograničeni budući prihod koncesionara, usled neprisustva opcije LMR, ali i činjenice da se koncesija može napustiti pre isteka, što u slučaju kombinacije MRG&LMR nije moguće.

Konačno, upoređujući ove dve vrste kombinacije, može se reći da iako imaju iste vrednosti, kombinacija MRG&LMR predstavlja veću potencijalnu obavezu javnog sektora, a time i veći minimalni siguran prihod koncesionara. Ovo je zbog toga što je kod MRG&LMR, minimalan prihod koji će koncesionar dobiti ograničen od dole sa kumulativnom MRG 87% za 35 godina, dok je u slučaju druge kombinacije taj iznos zbir kumulativne MRG50% za 34 godine i iznosa takse od 4 miliona € za poslednju godinu. Kako je sadašnja vrednost razlike ovih minimalnih ograničenja oko 66 miliona €, jasno je koja od opcija predstavlja veću garanciju za budući nepovoljan scenario. Sa druge strane, prisustvom opcije LMR, kod kombinacije MRG&LMR maksimalan prihod koji će koncesionar dobiti ograničen je sa nekim od nivoa LMR, dok to nije slučaj sa kombinacijom MRG&ABD.

Na osnovu svega prethodnog, uz prisećanje da verovatnoća za negativni NPV tradicionalne koncesije (dužini 35 godina) auto-puta “Vojvođanski epsilon” iznosi 59%, dolazi se do sledećih zaključaka. Ukoliko bi javni sektor želeo da ograniči svoje

potencijalne gubitke manjim iznosom, njegov izbor bi uvek trebao da bude kombinacija MRG&ABD, u odnosu na MRG&LMR. Time bi isti limitirao svoje potencijalne gubitke, kao isplate nepovoljnog scenarija, dok bi se odrekao mogućeg dodatnog prihoda (porez je uvek siguran prihod), koji bi mu sledovao da je izabrao kombinaciju MRG&LMR. Sa druge strane, u odnosu na svoje preferencije, koncesionar bi trebao da insistira na kombinaciji MRG&LMR ukoliko je njegova prva želja sigurnija investicija sa ograničenim prihodom. Ukoliko je pak njegova želja da pre svega dođe do što većeg profita, rizikujući da se desi potencijalno loš scenario u kome nije dovoljno osiguran, trebalo bi da insistira na kombinaciji MRG&ABD.

4.7 NPV koncesije sa kombinacijom opcija MRG, LMR i napuštanja

Vrednovanje NPV koncesije uz prisustvo sve tri garancija MRG, LMR i opcije napuštanja, biće izvršeno pomoću (3.22) i (3.23) kada je $R_t^* = \min \{ \max \{ R_t, aR_{et} \}, bR_{et} \}$. Treba naglasiti da je analiza koja će uslediti, a koja se tiče kombinacije sve tri opcije, mnogo složenija i kompleksnija nego one vezane za kombinacije MRG&ABD, odnosno MRG&LMR. Stoga, pre nego što krene sa njom, treba utvrditi pravac kojim će ona teći, kako bi se bar delimično pojednostavila. U tu svrhu, prvo ćemo se prisetiti zaključaka vezanih za kombinaciju opcija MRG&ABD, odnosno MRG&LMR.

Analizom kombinacije MRG&ABD, moglo se zaključiti da obe opcije imaju ulogu garancije javnog sektora prema koncesionaru, te da kao takve međusobno zavise jedna od druge. Ovo ima za posledicu da je vrednost njihove kombinacije uvek manja od zbira pojedinačnih opcija, ali je ograničena odozdo sa vrednošću MRG. Sa druge strane, analizom kombinacije MRG&LMR utvrđeno je da je za potrebe povećanja NPV koncesije, potrebno koristiti nesimetrične nivoe njihove garancije kako bi se dobile pozitivne vrednosti njihove kombinacije. Na kraju, garancije MRG i LMR su nezavisne, te je zbog toga vrednost njihove kombinacije, vrednost njihove razlike. Ovo je zbog toga što za koncesionara MRG ima ulogu povećanja NPV koncesije, dok LMR kao njegova obaveza ima suprotan efekat. Na osnovu prethodnog, analiza vrednovanja kombinacije sve tri opcije biće izvršena sa jedne strane kao analiza uticaja opcije napuštanja na kombinaciju MRG&LMR, a sa druge, uticaja LMR na kombinaciju MRG&ABD.

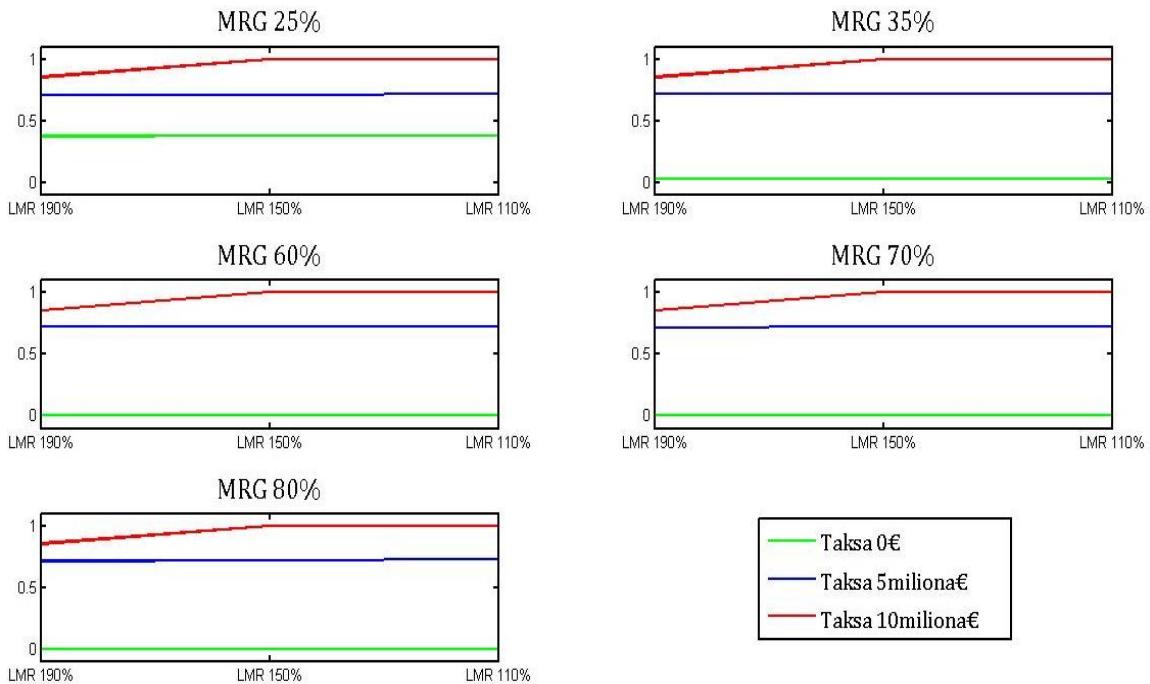
U Tabeli 4.16 prikazani su dobijeni numerički rezultati za vrednost kombinacije MRG&LMR&ABD.

Kombinacija opcija			Taksa za napuštanje koncesije		
			0€	5miliona€	10milina€
MRG - LMR	25-190%	Vrednost MRG - LMR	-25.571	-25.571	-25.571
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-22.623	-20.686	-17.235
		Godina i "P" izlaza	18 (0.37)	25.4(0.71)	26.9 (0.85)
	25 - 150%	Vrednost MRG - LMR	-35.346	-35.346	-35.346
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-32.187	-30.004	-26.252
		Godina i "P" izlaza	18.1 (0.38)	25.5(0.71)	28 (1)
	25 - 110%	Vrednost MRG - LMR	-51.483	-51.483	-51.483
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-48.844	-4.7751	-42.553
		Godina i "P" izlaza	18.2 (0.38)	25.5 (0.72)	28 (1)
MRG - LMR	35 - 190%	Vrednost MRG - LMR	-22.388	-22.388	-22.388
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-21.865	-19.583	-16.942
		Godina i "P" izlaza	3.6 (0.03)	32.3(0.72)	32.6 (0.85)
	35 - 150%	Vrednost MRG - LMR	-3.2164	-32.164	-3.2164
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-32.107	-30.289	-26. 181
		Godina i "P" izlaza	3.6 (0.03)	32.2 (0.72)	32.8 (1)
	35 - 110%	Vrednost MRG - LMR	-48.301	-48.301	-48.301
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-48.231	-45.395	-41371
		Godina i "P" izlaza	3.6(0.03)	32.2 (0.72)	32.8 (1)
MRG - LMR	60 - 190%	Vrednost MRG - LMR	-8.058	-8.058	-8.058
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-8.058	-7.041	-3.5854
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34 (0.72)	34 (0.85)
	60 - 150%	Vrednost MRG - LMR	-17.834	-17.834	-17.834
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-17.834	-14.924	-12.499
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34 (0.72)	34(1)
	60-110%	Vrednost MRG - LMR	-33.971	-33.971	-33.971
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-33.971	-31.587	-29.189
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34 (0.72)	34(1)

Kombinacija opcija			Taksa za napuštanje koncesije		
			0 €	5 miliona €	10 milina €
MRG - LMR	70 - 190%	Vrednost MRG - LMR	0.008	0.008	0.008
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	0.008	0.998	5.300
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34(0.71)	34(0.85)
	70 - 150%	Vrednost MRG - LMR	-9.691	-9.691	-9.691
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-9.330	-7.6948	-5.128
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34(0.72)	34(1)
	70- 110%	Vrednost MRG - LMR	-25.828	-25.828	-25.828
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-25.828	-24.361	-20.333
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34(0.72)	34(1)
	80-190%	Vrednost MRG - LMR	9.479	9.479	9.479
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	9.479	11.772	13.921
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34(0.71)	34(0.85)
	80 - 150%	Vrednost MRG - LMR	-0.029	-0.029	-0.029
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-0.029	0.579	5.300
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34(0.72)	34(1)
	80 - 110%	Vrednost MRG - LMR	-16.434	-16.434	-16.434
		Opcija napuštanja	4.533	7.017	10.716
		Kombinacija	-16.434	-13.996	-10.935
		Godina i "P" izlaza	(0.00)	34(0,73)	34(1)

Tabela 4.16 Vrednosti (izražene u milionima €) kombinacije garancije MRG, LMR i opcije napuštanja

Na Slici 4.19, predstavljena je prva od dve analize dobijenih podataka u Tabeli 4.16, kao kretanja verovatnoće napuštanja koncesije u zavisnosti od nivoa LMR kada je nivo MRG konstantan. Svaki od 5 grafikona, predstavlja jedan od nivoa MRG korišćenih u Tabeli 4.16. U svim sučajevima se može primetiti da spuštanjem nivoa LMR, dolazi do povećanja verovatnoće napuštanja. Ovo je posebno očigledno kada je taksa napuštanja jednaka 10 miliona €, zbog toga što garancija LMR smanjuje visoke prihode, koji direktno utiču na neaktiviranje opcije napuštanja. Što se tiče nižih taksi, 0 i 5 miliona €, verovatnoća napuštanja se takođe povećava, ali najviše za 1% u odnosu na promenu nivoa LMR. Razlog za to je što pomenuti visoki prihodi imaju mnogo manji efekat na neaktiviranje opcije napuštanja za slučaj nižih vrednosti taksi kada se ona posmatra samostalno.

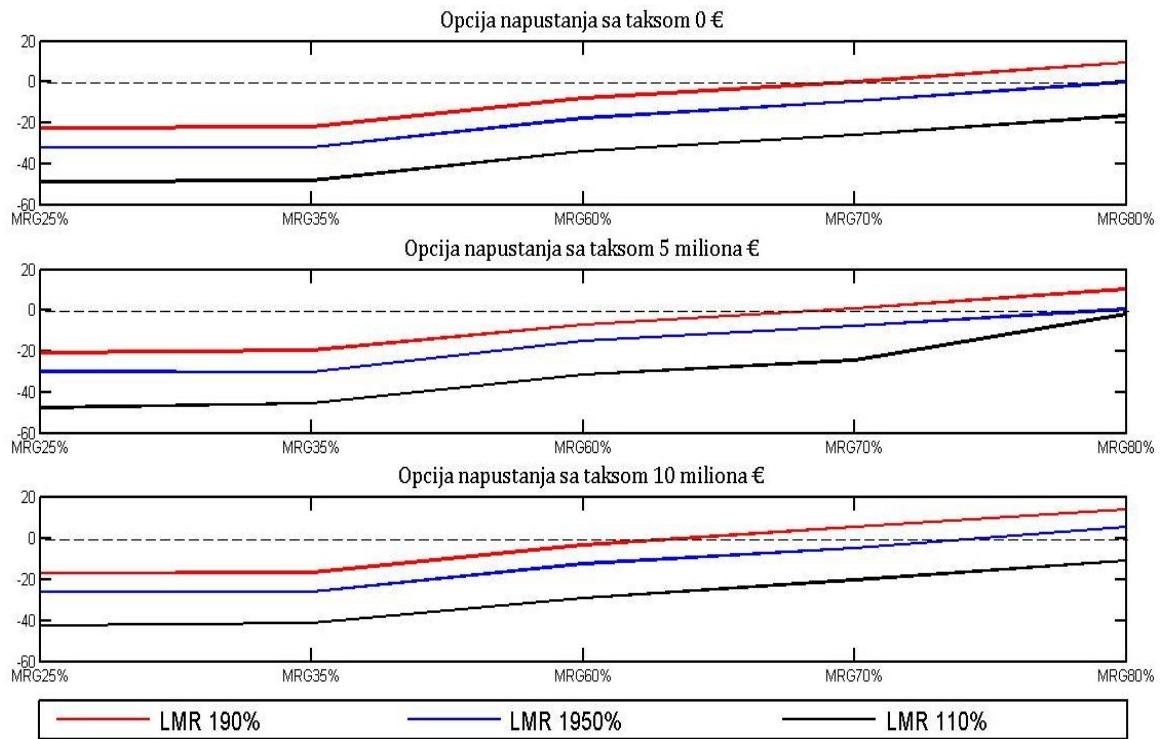


Slika 4.19 Kretanje verovatnoće napuštanja koncesije u zavisnosti od kretanja nivoa garancije LMR, kada je nivo MRG konstantan

Upoređujući prethodne rezultate sa rezultatima dobijenim za kombinaciju MRG&ABD, može se zaključiti da povećanjem nivoa LMR dolazi do rasta prihoda kao i u slučaju MRG, što za posledicu ima manju verovatnoću napuštanja. Međutim, treba razlikovati ovo povećanje prihoda. Kod MRG ono je posledica garancije većeg prihoda koncesionaru, dok je kod LMR, povećanjem nivoa smanjena obaveza koncesionara, što direktno ima za posledicu povećanje prihoda. Stoga, može se reći da je efekat koji imaju garancije MRG i LMR na verovatnoću napuštanja koncesije suprotan.

Naredna analiza vezana je za vrednosti kombinacije MRG&MLR&ABD, odnosno efekat koji ona ima na NPV tradicionalne koncesije. Na *Slici 4.20* je prikazano kretanje njene vrednosti. Može se primetiti da vrednosti kombinacija rastu i u slučaju rasta nivoa MRG i LMR, ali i usled povećanja iznosa takse za napuštanje.

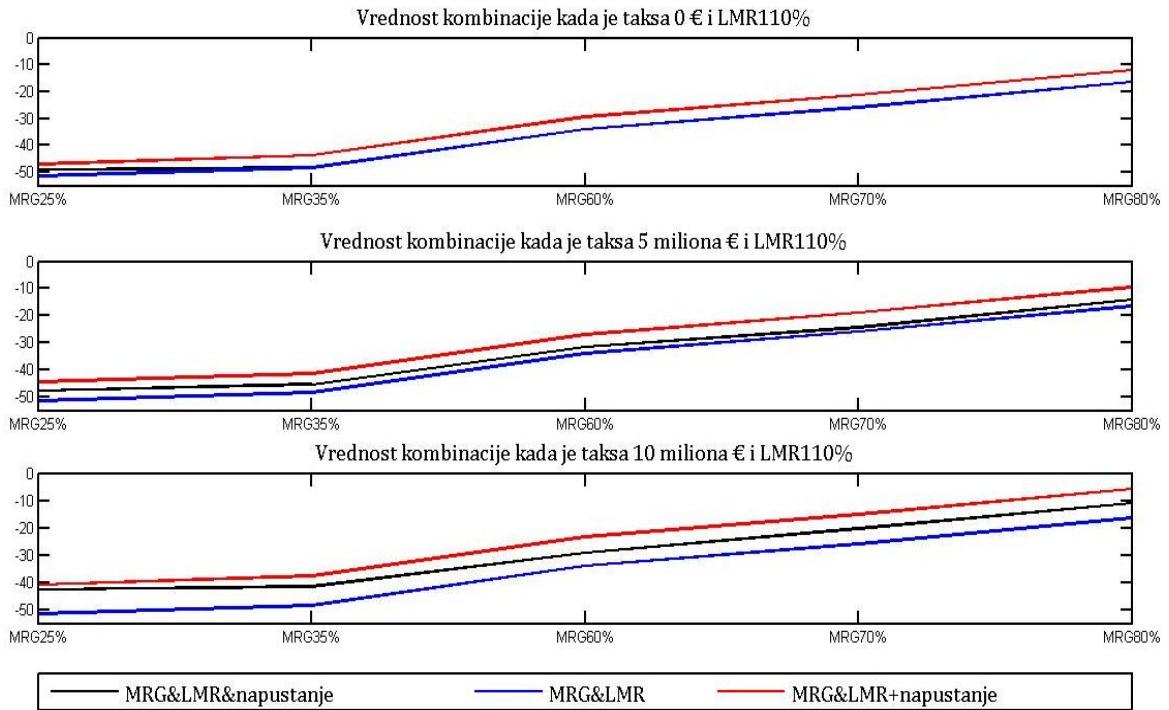
Ono što se dobija, a što će kasnije biti bitno za traženje optimalnih kombinacija, je da su vrednosti kombinacije pozitivne tek za MRG nivoa 70% u slučaju kada je LMR 190%, odnosno za MRG 80% kada je LMR 150% ili više. Ovo se zaključuje iz presečnih tačaka između isprekidane (vrednost kombinacije je tada jednaka nuli) sa crvenom i plavom linijom, koje predstavljaju vrednosti kombinacija MRG&LMR&ABD kada je LMR 190%, odnosno 150%.



Slika 4.20 Kretanje vrednosti kombinacije MRG&LMR&napuštanje u zavisnosti od njihovih vrednosti

Kako su rezultati kombinacije MRG&LMR&ABD slični rezultatima kombinacije MRG&LMR i po svojoj vrednosti i po nivoima garancija MRG i LMR koji učestvuju u njima, sledeća analiza data na Slici 4.21 pokazaće uporedno kretanje ove dve kombinacije. Crvenim linijama predstavljen je zbir kombinacije MRG&LMR i samostalne opcije napuštanja, crnom, vrednost kombinacije MRG&LMR&ABD i plavom, kombinacija MRG&LMR.

Sa grafika se redom može zaključiti da je vrednost kombinacije MRG&LMR&ABD uvek manja od zbira vrednosti kombinacije MRG&LMR i samostalne opcije napuštanja, dok je sa donje strane ograničena vrednošću kombinacije MRG&LMR. Ovo poslednje se dešava samo u slučaju neaktivacije opcije napuštanja, što je i slučaj koji je prikazan na prvom od tri grafika.



Slika 4.21 Kretanje vrednosti kombinacije MRG&LMR&ABD u zavisnosti od takse napuštanja i MRG&LMR

Kako je krajnji cilj ove analize, kao i svih dosadašnjih, da se dobiju one vrednosti kombinacije MRG&LMR&ABD koje bi imale konkretan značaj za povećanje NPV koncesije auto-puta "Vojvođanski ipsislon", prilikom odabira takvih kombinacija, potrebno je obratiti pažnju na sledeće dve stvari. Prva je da vrednost date kombinacije uvek bude pozitivna, što se obezbeđuje onim nivoima MRG, odnosno LMR koji bi i u kombinaciji MRG&LMR dali pozitivne ili vrednosti približne nuli, a druga da se opcija napuštanja u tom slučaju uvek iskorištava. Ukoliko bi se desilo da ovo poslednje nije ispunjeno, tj. da se opcija napuštanja ne aktivira, vrednost ove razmatrane kombinacije MRG&LMR&ABD bila bi jednaka kombinaciji MRG&LMR istih nivoa, te korišćenje kombinacije MRG&LMR&ABD za ovaj slučaj ne bi imalo nikakvog smisla.

U *Tabeli 4.17.* date su dve kombinacije (kombinacije koje su u *Tabeli 4.16* obeležene belom bojom) koje pored prethodnih uslova, zadovoljavaju i onaj koji se koristio za sve ostale kombinacije (MRG&LMR, MRG&ABD), a to je da je optimalna vrednost kombinacije otprilike jednaka budućem porezu. U istoj tabeli, pored dobijenih vrednosti ovih kombinacija, nalaze se još i NPV koncesije auto-puta "Vojvođanski ipsislon" kada su one uključene, verovatnoće napuštanja koncesije, kao i nivoa poreza kojeg će koncesija kao takva da obezbedi.

Kombinacija opcija	Vrednost opcije	NPV koncesije sa opcijom	P napuštanja	Ukupna vrednost poreza
MRG 80% & LMR 190% & ABD taksa 5mil€	11.772	35.315	34 (0.71)	13.923
MRG 80% & LMR 190% & ABD taksa 10mil€	13.921	37.464	34 (0.85)	14.163

Tabela 4.17 Optimalne vrednosti (izražene u milionima €) kombinacija MRG&LMR&ABD

Analizu ovih kombinacija biće izvršena upoređujući iste sa kombinacijama MRG&LMR i MRG&ABD kada bi one imale istu vrednost.

Osnovna razlika između kombinacije MRG&LMR&ABD i kombinacije MRG&LMR je u tome što prva nudi mogućnost izlaska iz koncesije. Time je vrednost kombinacije tri opcije uvek veća ili jednaka od kombinacije MRG&LMR, u slučaju korišćenja istih nivoa MRG i LMR. Prema tome, iste vrednosti ovih kombinacija jedino se mogu dobiti ukoliko se kod prve smanji ili nivo LMR ili nivo MRG u odnosu na nivo koji je kod kombinacije MRG&LMR. Stoga, možemo zaključiti da javni sektor dajući kombinaciju MRG&LMR&ABD u odnosu na kombinaciju MRG&LMR ili smanjuje svoje obaveze ili još više limitira prihod koncesionara. Međutim, ovo važi samo za period do prethoslednje godine koncesije. Razlog za to je, mogućnost aktiviranja opcije napuštanja koja time povećava obavezu javnog sektora, a sa druge strane povećava prihod koncesionaru. Koristeći formula (4.1), dobija se da se aktivacija opcije napuštanja dešava, ako je prihod poslednje godine ispod 20000 € odnosno 33800 €, u zavisnosti od toga da li je korišćena taksa napuštanja 5 ili 10 miliona €. Kako su oba iznosa manja od limita prihoda koji propisuje LMR 190%, ne postoji razlika između razmatranih kombinacija u slučaju višeg prihoda od 20000 €, odnosno 33800€ za takse 5 i 10 miliona € respektivno. Razlog za poslednje je, što se tada opcija napuštanja neće aktivirati.

Sumirajući sve prethodno, zaključuje se da bi izbor između ove dve kombinacije pre svega trebao zavisiti od preferencija i javnog sektora i koncesionara, odnosno, da li sa jedne strane žele veću zaštitu ili niži limit zarade kako za poslednju, tako i za sve ostale godine koncesije.

Što se tiče odnosa između kombinacije²⁶ MRG&LMR&ABD i MRG&ABD, postoje dve velike razlike koje su usko povezane. Prva je da kombinacija MRG&LMR&ABD ima inkorporiranu garanciju LMR, što kod kombinacije MRG&ABD nije slučaj. Na osnovu prethodnog, javni sektor sektor mora da koristi mnogo veći nivo MRG, kako bi kompenzovao korišćenje garancije LMR. Ovo ujedno i predstavlja drugu razliku između ove dve kombinacije.

²⁶ Analiza je urađena samo za slučaj korišćenja jednakih taksi napuštanja u obe kombinacije

Prethodne konstrukcije dveju kombinacija imaju za posledicu da će u slučaju lošeg scenarija, kombinacija MRG&LMR&ABD garantovati znatno veći prihod za koncesionara nego što će to učiniti kombinacija MRG&ABD. Sa druge strane, u slučaju pozitivnog scenarija, javni sektor može da očekuje određeni prihod, kao razlike između stvarnog i limita propisanog garancijom LMR, što ne bi mogao da je koncesiju izdao kao kombinaciju MRG&ABD. Ostaje još da se pokaže šta se dešava u zavisnosti od prihoda vezanog za poslednju godinu.

Kako je ovde reč o kombinacijama koje imaju jednake karakteristike opcije napuštanja, ne postoji bitna razlika koja bi istakle prednost jedne ili druge kombinacije. Ova konstatacija je tačna i pored prisustva garancije LMR kod kombinacije MRG&LMR&ABD. Razlog za to je što se opcija napuštanja ne aktivira za prihode koji su iznad 20000 € kod takse 5 miliona, odnosno 33800 € kada je u pitanju taksa 10 miliona €. Kako su oba iznosa prihoda manji od onoga koji propisuje LMR 190%, ovaj nivo LMR nema efekat na aktivaciju opcije napuštanja u poslednjoj godini.

Na osnovu svega, može se konstatovati da kombinacija MRG&LMR&ABD predstavlja bolju zaštitu od nepovoljnih scenarija u odnosu na kombinaciju MRG&ABD, jer koristi veći nivo garancije MRG. Sa druge strane, ovo se kompenzuje limitom prihoda za prvu, pa prema tome MRG&ABD predstavlja bolji izbor za koncesionara, ako očekuje povoljan scenario. Prema tome, može se zaključiti da izbor između ove dve kombinacije pre svega zavisi od preferencija i javnog sektora i koncesionara, odnosno, da li sa jedne strane žele veću zaštitu uz limit zarade ili sa druge, manju zaštitu bez limita iste.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je razvijeno pet modela za vrednovanje koncesija auto-puteva, od kojih je jedan vezan za slučaj njenog tradicionalnog oblika, dok su ostala četiri bazirana na metodologiji realnih opcija. Poslednji su izrađeni za slučaj prisustva određenog tipa ili kombinacije garancija. Garancije koje su korišćene su garancija minimalnog prihoda od putarine (MRG), garancija limita prihoda za koncesionara (LMR) i opcija implicitnog prava za napuštanje projekta (ABD). Na osnovu prethodnih, izrađeni su i pomenuti modeli vrednovanja, jedan za samostalnu opciju napuštanja dok su preostala tri vezana za kombinacije MRG&LMR, MRG&ABD i MRG&LMR&ABD.

Svih pet modela su primenjeni u studiji projekta auto-puta "Vojvođanski epsilon" koji bi svojom izgradnjom trebao da obezbedi razvoj zapadnobačkog okruga, ali i da bude deo najkraće veze između Južne i Zapadne Evrope. Rezultati koji su dobijeni pokazuju da auto-put "Vojvođanski epsilon" i pored atraktivnih karakteristika koje poseduje, nije ekonomski opravdan projekat za slučaj kada bi se koncesija izdala u tradicionalnom obliku. Ovo je pre svega zbog velikog rizika koji se u njemu pojavljuje, te zbog toga i ne bi bio interesantan za investitore.

Sa druge strane, za svaki od preostalih modela, slučaja kada bi se koncesija dala sa određenim garancijama, dobijena je veća NPV, ali je i rizik bitno smanjen. Epilog je da bi se korišćenjem istih garancija, učinilo da koncesija postane i vrednija i sigurnija, pa samim tim i atraktivniji za potencijalne investitore. Time bi koncesija kao ekonomski neopravdan projekat, postala opravdan, a samim tim i projekat koji bi doživeo svoju realizaciju. Na osnovu ovoga, može se zaključiti da je za potrebe koncesija koje predstavljaju rizične investicije, nužno koristiti određene vrste garancija, da li samostalne ili u kombinaciji, kako bi se dati projekat učinio ekonomski isplativim.

Iako primjenjeni modeli, jasno ukazuju šta je potrebno primeniti za slučaj auto-puta “Vojvođanski epsilon” kako bi on postao ekonomski opravdana investicija, ovo je u suprotnosti sa postojećim Zakonom o javno-privatnom partnerstvu. Zakon kaže da celukupan komercijalni rizik preuzima koncesionar. Time se ne dozvoljava korišćenje bilo koje garancije od strane javnog sektora prema privatnom. Kako je njegova ravnomerna podela između obeju strana od najveće važnosti za konačan uspeh, tj. realizaciju koncesije, dolazi se do zaključka da je pomenuti Zakon o javno-privatnom partnerstvu potrebno prilagoditi za slučaj ovakvih projekata. Time će se omogućiti veća elastičnost za javni sektor prilikom spremanja i davanja istih na tenderu. Ovo će direktno uticati na uvećano privlačenje privatnog kapitala, a samim tim i omogućiti realizaciju projekata koji su potrebni i koje društvo zahteva, a koje država nije u mogućnosti sama da realizuje.

Na kraju, modeli izrađeni za slučaj koncesije auto-puta “Vojvođanski epsilon”, predstavljaju finansijski okvir za vrednovanje koncesije bilo kog drugog puta. Pored toga, metodologija realnih opcija koja je ovde korišćena, može se iskoristiti uz određene manje ili veće izmene i za širu klasu različitih investicionih projekata.

Literatura

- [AK98] Amram, M. and N. Kulatilaka (1998): "Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World", Oxford University Press
- [ALK11] Ashuri, B., Lu, J. and Kashani, H. (2011): "A real options framework to evaluate investment in toll road projects delivered under the two – phase development strategy", Built Environment Project Asset Management, Vol 1 Iss: 1pp. 14 – 31
- [Bai09] Bain, R. (2009): "Error and Optimism Bias in Toll Road Traffic Forecast", Transportation, Vol. 36, No. 5, Springer, Netherlands
- [BrS85] Brennan, M.J. and E.S. Schwartz (1985): "Evaluating Natural Resource Investment", Journal of Business, vol.58, no 2, pp.135-157
- [BS73] Black, F. and M. Scholes (1973): "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", Journal of Political Economy, 81, pp.637-654
- [BS07] Brandao, L. E. T. and Saraiva, E. (2008): "The option value of government guarantees in infrastructure Projects", Construction Management and Economics, 26 (11), 1171-1180
- [CA01] Copeland, T and V. Antikarov (2001): "Real options", Texere LLC, New York
- [CIR85] Cox, J. C., Ingersoll, J. E. and Ross, S. A. (1985): "An intertemporal general equilibrium model of asset prices," Econometrica, v53, pp. 363-384
- [DP94] Dixit, A. and R. Pindyck (1994): "Investment under Uncertainty", Princeton University Press
- [ES12] Ekonomski institut a.d. (2012): "Razvoj okvira i smernica za primenu javno – privatnog partnerstva u finansiranju projekata putne infrastrukture", prezentacija studije, Beograd
- [FHB05] Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S. and Buhl, S. (2005): "How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects?", Journal of the American Planning Association, Vol. 71, No. 2
- [GC04] Garvin, M. J. and Cheah, C. Y .J. (2004): "Valuation techniques for infrastructure investment decisions", Construction Management and Economics, 22 (4), 373-383

- [GS10] Lara Galera, A. L. and Solino, A. S. (2010): "A real options approach for the valuation of highway concessions", *Transportation Science*, 44 (3), 416-427
- [HC06] Huang, Y. L., & Chou, S. P. (2006): Valuation of the minimum revenue guarantee and the option to abandon in BOT infrastructure projects. *Construction Management and Economics*, 24 (4), 379-389
- [He07] He, Y. (2007): "Real Option in energy markets", PhD thesis , University of Twente
- [Heg05] Heggie, I.G. (1995): "Management and Financing of Roads: An Agenda for Reform", World Bank, Technical Paper No. 275, Washington DC: World Bank
- [HK79] Harrison, J. M. and Kreps, D., (1979): "Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets", *J. Econom. Theory*, v20, pp. 381-408
- [Hull06] Hull, J. C. (2006): "Options, Futures and Other Derivatives", Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ
- [Irw03] Irwin, T. (2003): "Public money for private infrastructure: Deciding when to offer guarantees, output-based subsidies, and other fiscal support", World Bank working paper No 10, Washington DC, 41-51
- [LM97] Leslie, K. and M. P. Michaels (1997): "The Real Power of Real Options", *The MaCkinsey Quarterly*, no.3
- [McK90] McKinnon, J. (1990): "Critical values for cointegration tests", Discussion paper 90.4, University of California, San Diego
- [McS86] McDonald, R. and D. Siegel (1986): "The Value of Waiting to Invest", *Quarterly Journal of Economics*, November, pp.707-727
- [Mer73] Merton, R. (1973): "Theory of Rational Option Pricing", *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol.4, pp.141-183
- [MN04] Mathews, S. and K. Nakamoto (2004): "Valuing Real Options at Boeing", Conference Real Options Valuation In the New Economy, Montreal, Canada
- [Mye77] Myers, S.C. (1977): "Determinants of Corporate Borrowing", *Journal of Financial Economics*, no.5, November, pp.147-175

- [NL02] Nicolini-Llosa, J. L. (2002): "Toll Road Concessions in Argentina. What Can Be Learned", Transportation Research Record 1812, Paper No. 02-2411
- [PR98] Pindyck, Robert S. and Rubinfeld, Daniel L. (1998): "Econometric Models and Economic Forecasts", McGraw-Hill, 4th edition, Boston
- [Shr03] Shreve, Steven E. (2003): "Stochastic Calculus and Finance", Springer – Verlag, New York, LCC
- [Sha64] Sharpe, W. F. (1964): "Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk," J. Finance, v19, pp. 425-442
- [Tri96] Trigeorgis, L. (1996): "Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation", The MIT Press, Cambridge
- [Tsa05] Tsay, R. S. (2005): "Analysis of Financial Time Series", second edition, University of Chicago, Graduate School of Business
- [VS06] Vassallo, J. M., & Solino, A. S. (2006): "Minimum income guarantee in transportation infrastructure concessions in Chile", Transportation Research Record, 1960, 15-22
- [Wib04] Wibowo, A. (2004): "Valuing guarantees in a BOT infrastructure project", Engineering, Construction and Architectural Management, 11 (6), 395-403
- [Zha04] Zhao, T., Sundararajan, S. K. and Tsen, C. (2004): "Highway development decision-making under uncertainty: A real options approach," J. Infrastructure Systems, v10, pp. 23-32

Dodatak A

Vrednosti PGDS na putevima u Vojvodini za period od 1988. do 2011. godine.

Saobraćajna deonica ²⁷	m3	m7	M22.1	M22	NP/M22	M7	m17.1	M22.1
	Kula-Vrbas	Zrenjanin-Žitište	Sirig-Novi Sad	Srbobran-Zmajevac	NP Sirig ²⁸	Bačka Palanka-Čelarevo	Svetozar Miletić-Bajmok	Subotica-Žednik
1988							2869	
1989	6483	4124	3076			5124	3196	6027
1990	6785	4588	3361			5263	3361	6839
1991	5621	3447	4408			3399	2008	9095
1992	5072	3071	4082			3740	1389	9393
1993	3082	2554	2299			2773	958	5592
1994	3255	2875	2273			2495	1131	5969
1995	3774	2477	2762			3065	1129	6101
1996	4955	2743	4689			4501	1891	7042
1997	5932	3558	5833			5253	2359	8323
1998	6078	3591	5627			4387	2069	5562
1999	4802	3771	3010	3428	2745	2758	1370	3550
2000	5640	2740	4134	4283	3724	3317	1440	4080
2001	5805	3075	4527	5340	5864	3915	1799	4739
2002	5849	3472	4883	6489	6502	4163	1976	4573
2003	5695	3390	4523	6275	6130	4348	2174	4038
2004	6181	3461	6794	5300	4815	5010	2716	4652
2005	6778	3648	6244	5520	4987	5219	3035	4037
2006	6245	3927	6423	5959	5175	5525	3040	3954
2007	7211	3825	6789	5586	5337	5902	3071	4103
2008	7185	3829	7270	5729	5880	5925	2909	4179
2009	7188	3821	6962	5753	5897	5742	3135	4219
2010	6951	3755	6299	6234	6667	6071	2556	4104
2011	6094	4984	5639	6375	6688	5458	1901	3921

²⁷ Izvor JP Putevi Srbije

²⁸ NP Sirig – Naplatna stanica Sirig

Saobraćajna deonica	M1	M22	m24	m21	NP	m7	M18	M21
	Pećinci- Šimanovci	Novi Sad- Šajkaš	Basaid- Melenci	Irig-Ruma	NP Stara Pazova	Žabalj- Zrenjani	Bač-Bačka Palanka	Novi Sad- Irig
1988				5712		3122	1989	5115
1989	14769	6588	2733	5940		3407	2103	5476
1990	15177	7517	2868	6282		3493	2236	5930
1991	5723	8206	2608	6267		3696	2634	6067
1992	4001	8700	1896	5649		2902	2413	4611
1993	3487	5672	1629	3040		1953	1475	3118
1994	3861	6456	1568	3991		2053	1463	3518
1995	4101	7039	1509	4010		2415	1691	4166
1996	6290	8738	1968	5602		3067	1895	5620
1997	7741	9774	2889	7395		3752	1967	7536
1998	7900	10119	2325	8507		4095	1713	8279
1999	6712	7000	1734	4473	3745	2825	1075	3605
2000	7790	10213	2008	6215	6534	3522	1216	5632
2001	8114	10180	2149	7643	9367	4554	1387	7014
2002	8923	11286	2481	8264	10082	5421	1473	7001
2003	10361	10850	2678	8238	9998	5185	1587	7737
2004	11808	11745	2108	8832	10806	5631	1627	8265
2005	11044	11784	2607	8573	10355	6539	1373	8204
2006	13372	12953	2738	8718	11116	7213	1678	8937
2007	13739	13338	2926	9257	11906	7776	2104	9465
2008	13746	13484	2970	9455	13285	8091	2004	9694
2009	13857	14041	2819	9754	13258	9081	1972	10218
2010	13854	13370	2798	9571	13345	8220	2018	9833
2011	14274	12678	2074	9605	14055	7017	2133	8935

Kratka biografija

Marko Sudarić rođen je 3. maja 1987. godine u Somboru. Osnovnu školu *Ivo Lola Ribar* u Somboru, završio je 2002. godine, kao đak generacije. Iste godine upisuje gimnaziju *Jovan Jovanović Zmaj* u Novom Sadu, smer - obdareni učenici u matematičkoj gimnaziji, koju završava kao nosilac *Vukove diplome*. Posle završetka gimnazije, 2006. godine, upisuje studije finansijske matematike na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu. Osnovne studije završava u septembru 2010. sa prosečnom ocenom 9.64. Odmah zatim upisuje master studije primenjene matematike, modul matematika finansija na istom fakultetu. Zaključno sa oktobarskim ispitnim rokom 2012. godine, polaže sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 9.4. Od oktobra 2011. godine zaposlen je u gimnaziji *Jovan Jovanović Zmaj* u Novom Sadu.



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa: tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada: master rad

VR

Autor: Marko Sudarić

AU

Mentor: dr Miloš Božović

MN

Naslov rada: Primena metoda realnih opcija na koncesiju za regionalni
NR put Vojvođanski Y

Jezik publikacije: srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda: s/en

JI

Zemlja publikovanja: Republika Srbija

ZP

Uže geografsko Vojvodina
područje:

UGP

Godina: 2012

GO

Izdavač: autorski reprint

IZ

Mesto i adresa:	Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 4
MA	
Fizički opis rada:	(5/103/34/24/26/0/1)
FOR	(broj poglavlja, strana, lit.citata, tabela, slika, grafika, priloga)
Naučna oblast:	Matematika
NO	
Naučna disciplina:	primanjena matematika
ND	
Predmetne odrednice, ključne reči:	Terorija realnih opcija, koncesija sa naplatom putarine, riziko-neutralna mera, garancija minimuma prihoda, garancija limita maksimuma prihoda, opcija napuštanja
PO,UDK	
Čuva se:	U biblioteci Departmana za matematiku i informatiku
ČU	
Važna napomena:	
VN	
Izvod:	U ovom radu je korišćena metodologija realnih opcija za vrednovanje koncesije regionalnog puta Vojvođanski epsilon. Dat je prikaz upotrebljivosti realnih opcija, kroz isticanje mogućnosti za ograničavanje rizika i potencijalne intervencije, putem davanja garancija. Pritom, rizik vezan za buduću količinu saobraćaja modeliran je geometrijskim Braunovim kretanjem, čija je validnost pokazana korišćenjem Dickey-Fuller testa. Odgovarajući tipovi realnih opcija pogodnih za modeliranje konkretnog projekta definisani su, a rezultati numeričkih simulacija dati kao potvrda da korišćenje istih vodi odgovarajućim nivoima rizika i vrednosti projekta.
IZ	
Datum prihvatanja teme:	30.04.2012.
DP	
Datum odbrane:	28.12.2012.
DO	
Članovi komisije:	
KO	
Predsednik:	dr Nataša Krejić, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu
Član:	dr Zorana Lužanin, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu
Mentor:	dr Miloš Božović, docent Ekonomskog fakulteta u Beogradu

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE
KEY WORDS DOCUMENTATION

Serial number:

SNO

Identification number:

INO

Document type: monograph type

DT

Type of record: printed text

TR

Content code: master's thesis

CC

Author: Marko Sudarić

AU

Menthor: dr Miloš Božović

MN

Title: Possible applications of methods for real options for

TI concession of the Vojvodina Y highway

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: s/en

LA

Country of publication: Republic of Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2012

PY

Publisher: author's reprint

PU

Publication place: Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 4
PP
Physical description: (5/103/34/24/26/0/1)
PD
(chapters/pages/literature/tables/pictures/graphs/add.lists)

Science field: Mathematics
SF

Scientific discipline: Applied Mathematics
SD

Subject, Key word: Real options theory, toll road concession, risk neutral measure, minimum revenue garantie, maximum revenue limit, option to abandon
SKW

Holding data: In library of Department of Mathematics and Informatics
HD
Note:
N

Abstract:
AB

In this thesis, the methodology of real options was used to evaluate the concession of the regional highway "Vojvodina Y". The usability of the real options was shown through the emphasis of the flexibility of the project and the possibility to limit the risk, through issuing the garanties. Nevertheless, the risk was modeled using geometrical Brownian motion, validity of which was presented with the Dickey-Fuller test. Different types of the real options suitable to model the project in question were defined, while the results of numerical simulations prove that the use of the latter lead to appropriate levels of risk and value of the project.

Accepted on Scientific 30.04.2012.
Board on:
AS

Defended: 28.12.2012.
DE

Thesis defended board:

DB

President: dr Natašsa Krejić, full professor , Faculty of Sciences, University of Novi Sad

Member: dr Zorana Lužanin, full professor, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

Mentor: dr Miloš Božović, assistant professor, Faculty of Economics, University of Belgrade