

# Ekonomija energetskeg sektora: izabrane teme

---

Vlahinić-Dizdarević, Nela; Žiković, Saša

**Authored book / Autorska knjiga**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Publication year / Godina izdavanja:* **2011**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:192:169236>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-19**



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**EKONOMSKI FAKULTET**

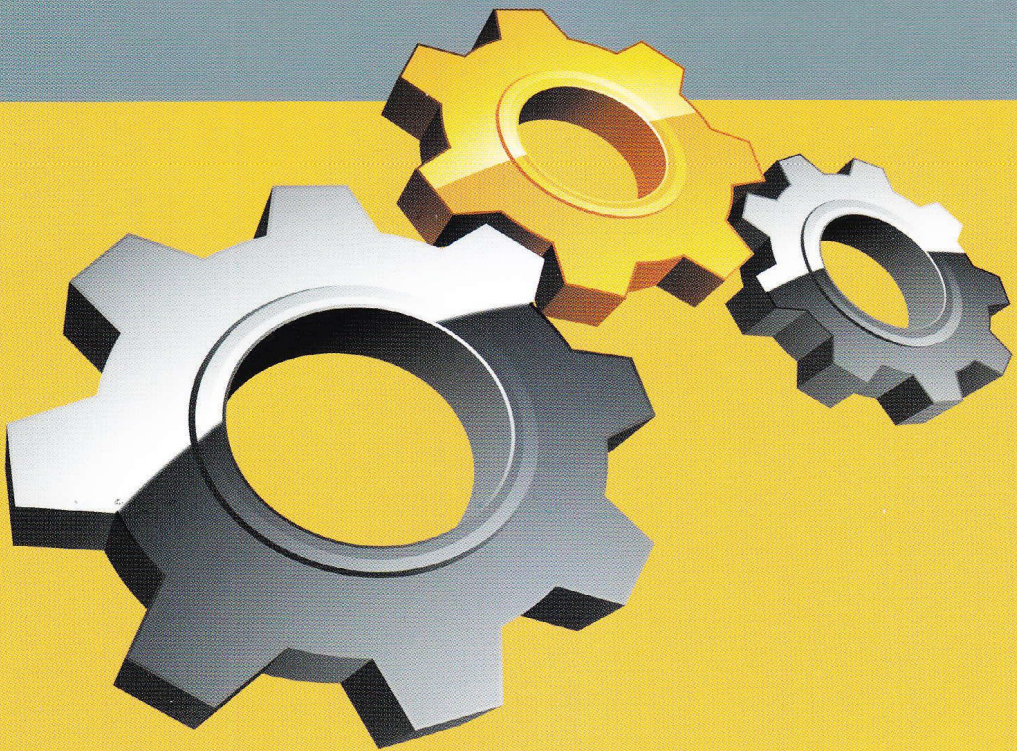
*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of  
Economics and Business - FECRI Repository](#)



ekonomija  
energetskog  
sektora

izabrane teme



Nela Vlahinić-Dizdarević

Saša Žiković

Nela Vlahinić-Dizdarević

Saša Žiković

**Ekonomija energetskeg sektora**  
izabrane teme

Red.prof.dr.sc. Nela Vlahinić-Dizdarević  
Doc.dr.sc. Saša Žiković

**EKONOMIJA ENERGETSKOG SEKTORA:  
IZABRANE TEME**

**Izdavač:** Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci

**Izvršni izdavač:** Solutio d.o.o.

**Recenzenti:**

Dr.sc. Nada Denona Bogović, redoviti profesor  
na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci  
Dr.sc. Adnan Efendić, docent  
na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu  
Dr.sc. Igor Lončarski, docent  
na Ekonomskom fakultetu Univerze u Ljubljani

Objavljivanje ove znanstvene knjige odobilo je Povjerenstvo za izdavačku djelatnost  
Sveučilišta u Rijeci

Odlukom – Klasa: 602-09/11-01/33, Ur.br: 2170-57-05-11-3

Za izdavača  
Red.prof.dr.sc. Heri Bezić

Za izvršnog izdavača  
Gordan Dlačić

Tehnički urednici  
Prof.dr.sc. Nela Vlahinić-Dizdarević  
Doc.dr.sc. Saša Žiković

Lektor i korektor  
Dobrića Vlahinić, prof.

Grafička priprema i tisak:  
Dalmacijapapir - Split

Naklada  
200 primjeraka

© Sva prava zadržavaju autori  
(All rights reserved)

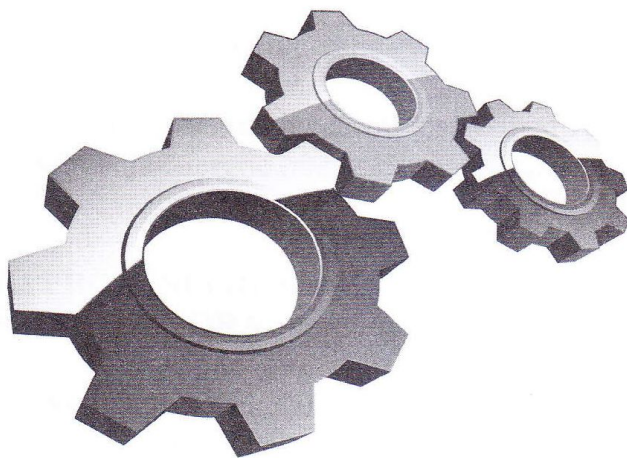
**Knjiga Ekonomija energetskog sektora: izabrane teme** je intelektualno vlasništvo, neotuđivo, zakonom zaštićeno i mora se poštovati. Nijedan dio ove edicije ne smije se preslikavati niti umnožavati na bilo koji način, bez napisanoga dopuštenja autora.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Sveučilišne knjižnice Rijeka pod brojem 121012036

ISBN 978-953-7813-05-5

Nela Vlahinić-Dizdarević  
Saša Žiković

**Ekonomija**  
**energetskog sektora**  
izabrane teme



Rijeka, studeni, 2011.

# KAZALO

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. MAKROEKONOMSKI UČINCI ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST</b> .....	4
2.1. Teorijska promišljanja uloge energije u ekonomskoj teoriji .....	6
2.2. Makroekonomske implikacije naftnih šokova .....	14
2.3. Ekonomske posljedice utjecaja proizvodnje i potrošnje energije na zdravlje i okoliš .....	18
2.4. Dosadašnji rezultati empirijskih istraživanja o kauzalnoj povezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta .....	24
2.5. Međupovezanost energije i ekonomskog rasta u RH .....	26
2.6. Međupovezanost potrošnje nafte i ekonomskog rasta u malim europskim zemljama .....	41
2.6.1. Ekonomske karakteristike malih zemalja i uvozna zavisnost o nafti .....	43
2.6.2. Kauzalna povezanost potrošnje nafte i ekonomskog rasta u malim europskim zemljama .....	47
2.7. Ekonometrijski alati .....	52
2.7.1. Modeli vektorske autoregresije (VAR) i korekcije greške (EC) .....	52
2.7.2. Opis modela za testiranje kauzalnosti između ekonomskog rasta i potrošnje energije .....	64
<b>3. REFORMSKI PROCESI I RESTRUKTURIRANJE ENERGETSKOG SEKTORA</b> .....	69
3.1. Makroekonomski kontekst reformi u tranzicijskim zemljama ...	71
3.2. Energetska politika Europske unije i zakonodavni okvir .....	79
3.2.1. Kratki povijesni pregled .....	79
3.2.2. Pravna stečevina EU .....	81
3.2.3. EU model reformi u energetsom sektoru .....	86
3.3. Restrukturiranje energetskega sektora .....	89
3.4. Liberalizacija energetskega sektora .....	93
3.4.1. Uloga WTO-a u liberalizaciji tržišta električne energije ...	97
3.4.2. Učinci liberalizacije tržišta na cijene električne energije ..	99
3.5. Regulacija i regulatorne reforme .....	103
3.5.1. Regulacija i prirodni monopoli .....	104
3.5.2. Regulatorne reforme u tranzicijskim zemljama .....	105
3.5.3. Utjecaj regulatorne kvalitete i regulatora na uspjeh reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja .....	106

3.6. Privatizacija energetskeg sektora .....	114
3.6.1. Empirijska istraživanja o učincima privatizacije .....	114
3.6.2. Rezultati privatizacije elektroenergetskog sektora u zemljama jugoistočne Europe .....	116
3.7. Uspješnost provođenja reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja .....	119
<b>4. MJERENJE RIZIKA NA TRŽIŠTIMA ENERGENATA ...</b>	<b>125</b>
4.1. Tržište energenata .....	126
4.2. Mjerenje robnog rizika .....	128
4.3. Rizična vrijednost (Value at Risk – VaR) .....	132
4.1.1. Parametarska metoda .....	134
4.1.2. VaR s normalnom distribucijom .....	136
4.1.3. VaR sa Student t distribucijom .....	145
4.1.4. VaR s lognormalnom distribucijom .....	149
4.1.5. Ostali parametarski pristupi izračunu VaR-a .....	152
4.1.6. Monte Carlo simulacija .....	157
4.1.7. Povijesna simulacija .....	159
<b>5. EKSTERNE METODE UPRAVLJANJA ROBNIM RIZIKOM .....</b>	<b>171</b>
5.1. Forward (terminski) ugovor .....	177
5.2. Futures ugovori (ročnice .....	179
5.3. Opcije .....	189
5.4. Vrednovanje opcija .....	202
5.4.5. Black-Scholes model .....	202
5.4.6. Binomni model .....	206
5.4.7. Monte Carlo simulacija .....	213
5.5. Swapovi na tržištu energenata .....	216
<b>LITERATURA.....</b>	<b>223</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>242</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>243</b>
<b>POPIS GRAFIKONA .....</b>	<b>244</b>
<b>PRILOG 1 .....</b>	<b>245</b>

## 1. UVOD

Izraziti rast cijena energenata i sve učestalije energetske krize bitno su utjecali na drugačije promišljanje uloge energije u poslovanju ekonomskih subjekata te gospodarskom rastu zemalja svih razina razvijenosti. Država i njene institucije imaju posebnu ulogu u razvoju energetskog sektora kroz funkcioniranje pravnog i ekonomskog sustava te kroz donošenje i provođenje ekonomske i energetske strategije i politike. Država je često i najveći investitor u ovom sektoru, posebice u tranzicijskim i zemljama u razvoju gdje često financira izgradnju velikih energetskih sustava i infrastrukture. Stoga je upravo država i njene institucije ponajviše odgovorna u definiranju zakonskog i regulatornog okvira energetskih djelatnosti, posebice u okolnostima provođenja sveobuhvatnih reformi u energetskom sektoru čiji je konačni cilj uvođenje konkurencije na tržišta energije te davanje mogućnosti krajnjem kupcu da bira dobavljača/distributera od kojeg će kupovati energiju po razumnoj cijeni. Ovi reformski procesi postavljaju pred nositelje ekonomske politike brojna pitanja i dileme koje su razmatrane u ovoj knjizi, posebice u tranzicijskim zemljama koje su nekritički preuzele modele razvijenih zemalja bez obzira na bitno različite makroekonomske, sektorske i institucionalne karakteristike.

Istovremeno raste svijest o neobnovljivosti fosilnih izvora energije te nužnosti unapređenja energetske učinkovitosti kako bi se povećala ekonomska efikasnost i smanjio negativan utjecaj proizvodnje, transporta i potrošnja energije na okoliš. U uvjetima izrazite nestabilnosti na tržištima svih energenata, a posebice nafte i plina, što je posljedica promjena ponude i potražnje, ali i širih geopolitičkih razloga, u Hrvatskoj i u većini država svijeta koje ovise o uvozu energije izražena je svijest o nužnosti upravljanja energetskim razvojem, smanjenju uvozne zavisnosti i racionalnoj potrošnji energije, ali bez negativnog učinka na ekonomski rast. U tom kontekstu istraživanja o smjeru i intenzitetu kauzalne povezanosti ekonomskog rasta i potrošnje energije daju korisne informacije nositeljima ekonomske politike o mogućim posljedicama njihovih odluka na rast bruto domaćeg proizvoda.

Tržišta energenata i cjelokupni energetski sektor suočeni su i s velikim rizicima koji su rezultat velike volatilnosti cijena, poremećaja ponude (*supply shocks*), geopolitičkih napetosti, osvajačkih ratova te stalnih pokušaja da privatni interesi dominiraju pojedinim energetskim tržištima. Zbog toga postoje značajne barijere ulasku novih igrača na ova tržišta, dok su fizička ograničenja vezana uz samu isporuku i skladištenje energenata koje je kod pojedinih energenata nemoguće. Sve ovo čini spot trgovinu energentima iznimno zahtjevnom, a u mnogim slučajevima i neizvedivom. Trgovanje na tržištima energenata često je složenije od globalnog tržišta vrijednosnih papira budući da se cijene energenata ne formiraju samo temeljem ponude i potražnje, već često na cijenu utječu veliki igrači koji



dominiraju tržištem, niska likvidnost te dugo vremensko razdoblje između odluke o proizvodnji i stvarne raspoloživosti energenta. Stoga knjiga daje uvid u metode mjerenja rizika na tržištima energenata te objašnjava hedging poslove čiji je cilj ublažavanje ili eliminacija rizika.

Knjiga je podijeljena u pet poglavlja. Nakon uvodnih napomena slijedi drugo poglavlje pod nazivom Makroekonomski učinci energije na ekonomski rast koje daje teorijska promišljanja uloge energije u ekonomskom rastu, razmatra makroekonomske, ali i šire posljedice naftnih šokova na suvremena gospodarstva te razmatra kauzalnu međupovezanost energije i ekonomskog rasta na primjeru Republike Hrvatske i drugih malih europskih zemalja. Ovo poglavlje također nudi čitateljima ekonometrijske alate pomoću kojih se može utvrditi postojanje i smjer te intenzitet kauzalne povezanosti između promatranih varijabli.

Teorijsko promišljanje uloge energije za ukupnu gospodarsku aktivnosti i ekonomski rast predstavlja širi analitički okvir za istraživanje važnosti energetskega sektora i reformske procese koji se dešavaju posljednjih 20-ak godina širom svijeta. Stoga je treće poglavlje pod nazivom Reformski procesi i restrukturiranje energetskega sektora posvećeno reformama koje se odvijaju u energetskega sektoru: regulatornim reformama, restrukturiranju, liberalizaciji i privatizaciji, što sagledavamo u kontekstu širih makroekonomskih i strukturnih promjena koje se dešavaju u svim zemljama, posebice u tranzicijskim. Iako ne postoji jedinstven model reformi energetskega sektora zbog velikih razlika među zemljama glede raspoloživosti i diverzificiranosti energetskega resursa, dostignutog stupnja razvoja i razvijenosti energetske i institucionalne infrastrukture, ipak se može reći kako su tranzicijske zemlje u pravilu „kopirale“ praksu razvijenih europskih zemalja. Stoga detaljnije analiziramo tzv. EU reformski model koji bitno određuje slijed i dinamiku reformskih mjera koje provode tranzicijske zemlje, pa tako i Hrvatska.

Važna dimenzija tržišta energenata jeste visoki rizik uslijed izrazito volatilnih cijena energenata i njihovog asimetričnog učinka na ekonomske performanse. Stoga četvrto poglavlje pod nazivom Mjerenje rizika na tržištima energenata daje pregled tržišta energenata te objašnjava na koji se način može mjeriti rizik na ovim specifičnim tržištima. U ovom se poglavlju detaljnije analiziraju najpoznatiji i u ekonomskoj literaturi najčešće korišteni pristupi mjerenja robnih rizika: analiza osjetljivosti (*Sensitivity analysis*), testiranje ekstremnih događaja (*Stress testing*), testiranje scenarija (*Scenario testing*) i rizična vrijednost (*Value at Risk - VaR*).

Mjerenje rizika na tržištima energenata pruža poduzećima i pojedincima važne informacije za donošenje kompetentnih poslovnih odluka te služi kao podloga za primjenu odgovarajućih metoda upravljanja rizikom. Stoga peto

poglavlje pod nazivom Eksterne metode upravljanja robnim rizikom objašnjava različite metode koje poduzeća mogu primijeniti kako bi smanjila rizik od gubitka na cjenovnim razlikama. Detaljnije se objašnjavaju najčešće korišteni financijsko-tržišni ugovori: terminski ugovor (*forward contracts*), opcijski terminski ugovori (*forward options*), valutni futures ugovori (*currency futures contracts*), valutne opcije (*currency options*) te valutne zamjene (*currency swaps*).

## 2. MAKROEKONOMSKI UČINCI ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST

Važnost energije za gospodarsku aktivnost i ekonomski rast neupitna je iako je makroekonomski značaj energije i energetskeg sektora relativno zapostavljena tema u ekonomskoj literaturi. Naime, neoklasična ekonomska misao nije prepoznala energiju kao ključan proizvodni resurs, a tek je značajan rast cijena nafte u vrijeme prve naftne krize 1973-1974. inicirao dublje promišljanje makroekonomske važnosti energetskeg resursa i energije<sup>1</sup>. Usporedo s globalnim zbivanjima na tržištu energenata raste i interes ekonomske teorije za energijom, posebice endogenih teorija rasta te nekih drugih ekonomskih škola koje ne spadaju u tzv. *mainstream* ekonomsku paradigmu.

Naftni šokovi od 70-tih godina 20. stoljeća pa do danas inicirali su brojna istraživanja o makroekonomskim učincima cijena nafte. Većina studija zaključila je da porast i visoka volatilitnost cijena nepovoljno utječu na brojne makroekonomske varijable kao što su bruto domaći proizvod, zaposlenost, kamatne stope, devizni tečaj i inflacija. S obzirom da se intenzitet ovih učinaka mijenjao tijekom godina, poglavlje 2.2. sažeto prikazuje glavne rezultate relevantnih studija. Ipak, rastuće cijene energenata samo su dio znatno šire energetske krize koja obuhvaća i dileme kako očuvati klimu i okoliš za generacije koje dolaze. Stoga poglavlje 2.3. razmatra ekonomske posljedice energetskeg sektora na zdravlje ljudi i okoliš.

Jedna od tema koja je zaokupila značajniju pažnju ekonomista i empirijski je testirana na brojnim zemljama, a ponovo je postala vrlo aktualna tijekom četvrte naftne krize 2007-2008. godine, odnosi se na problematiku kauzalne povezanosti ekonomskog rasta i energije, posebice potrošnje energije. Iako je teza o snažnoj međusobnoj povezanosti potrošnje energije i rasta bruto domaćeg proizvoda općeprihvaćena u ekonomskoj literaturi, još uvijek ne postoji konsenzus o smjeru veze između ove dvije varijable, a značajan broj radova koji istražuje ovu problematiku došlo je do kontradiktornih zaključaka. Općenito, svi radovi objavljeni na ovu temu mogu se u širem smislu podijeliti u dvije grupe. Prva grupa obuhvaća one studije koje su zaključile da je energija ključan proizvodni resurs i neophodan preduvjet ekonomskog i ukupnog društvenog razvoja. S obzirom na važnost energetskeg inputa za proizvodnju i gospodarstvo, problemi kao što su nedovoljna raspoloživost energenata, poremećaji u opskrbi energijom te

---

<sup>1</sup> Energija je sposobnost nekog tijela ili mase da obavi neki rad. Razlikuje se: kinetička, potencijalna, toplinska, unutarnja, električna, kemijska energija itd. Energetski resursi su svi na zemlji dostupni izvori energije koji mogu biti neobnovljivi i obnovljivi. Energenti su sredstva koja služe za pretvorbu energije: ugljen, nafta, prirodni plin, uran, električna energija, Sunce, vjetar itd.

snažne promjene/porast cijena energije mogu postati limitirajući činitelj ekonomskog rasta. S druge strane, druga grupa autora, doduše znatno manja, zaključila je da potrošnja energije nema značajniji utjecaj na ekonomski rast. Ova teza poznata je u literaturi kao hipoteza neutralnosti.

Ova istraživanja imaju značajne implikacije za vođenje ekonomske politike, posebice onih mjera koje se tiču državnih potpora, kao i za vođenje energetske politike, naročito instrumenata i mjera koji utječu na uštedu energije i unapređenje energetske učinkovitosti. Naime, ukoliko kauzalnost ide od ekonomskog rasta prema potrošnji energije, smanjenje potrošnje energije povećat će energetska učinkovitost bez nepovoljnog povratnog utjecaja na ekonomski rast. S druge strane, u zemljama u kojim kauzalnost ima obrnuti smjer – od potrošnje energije ka ekonomskom rastu, nositelji ekonomske politike mogli bi subvencionirati cijene energije kako bi se spriječilo veliko smanjenje potrošnje energije i na taj način usporavanje ekonomskog rasta. Za ove je zemlje pogotovo važno osigurati stabilne izvore energije i diverzificirane dobavne pravce kako bi se smanjila ranjivost i povećala sigurnost energetske sustava te na taj način osigurala osnova za dugoročno stabilan ekonomski rast.

Koliko nam je poznato, osim rada Gele (2009) koji proučava međuovisnost potrošnje energije i ekonomskog rasta u Republici Hrvatskoj, ali koristi drugačiju metodologiju, nema drugih istraživanja ove tematike za Hrvatsku. Stoga će poglavlje 2.5. ponuditi sveobuhvatno istraživanje kauzalne povezanosti rasta realnog bruto domaćeg proizvoda s jedne te različitih energetskih varijabli (primarne proizvodnje energije, potrošnje energije u industriji i kućanstvima, neto uvoza energije) s druge strane. Cilj nam je utvrditi smjer kauzalne povezanosti, objasniti uzroke, kao što će se vidjeti, nespecifičnog obrasca za jednu tranzicijsku, srednje razvijenu i malu zemlju te naznačiti implikacije ovih zaključaka za vođenje ekonomske i energetske politike.

Većina radova napisanih na ovu temu istražuje primjere zemalja u razvoju koje su veliki potrošači energije zbog visoke energetske intenzivnosti njihove industrije. Istraživanja su napravljena i za razvijene, uglavnom velike zemlje koje također obraćaju veliku pozornost pitanjima potrošnje energije i međusvezi energetskih i ekonomskih pokazatelja. Male zemlje ostale su po strani interesa ekonomista iako su upravo male zemlje najbrojnije, a njihova ovisnost o uvozu energenata, posebice nafte, najveća. Stoga smo poglavlje 2.6. posvetili istraživanju kauzalne povezanosti potrošnje nafte i ekonomskog rasta u malim europskim zemljama.

Ova problematika interesantna je i aktualna iz više razloga. Prvo, u kontekstu stalnih nestabilnosti na tržištima nafte i plina koje su posljedica promjena ponude i potražnje, ali i širih geopolitičkih razloga, u Hrvatskoj, kao i u većini država svijeta koje ovise o uvozu energije, izražena je svijest

o smanjenju uvozne zavisnosti i povećanju energetske efikasnosti kako bi se smanjila potrošnja energije, ali bez negativnog utjecaja na ekonomski rast. Zbog toga je vrlo važno poznavati smjer kauzalne povezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta, jer ukoliko postoji smjer kauzalnosti od energije prema BDP-u smanjenje potrošnje i uvoza energije može smanjiti ekonomsku aktivnost i rast BDP-a. Drugo, ova tema dodatno je postala aktualna, često i kontroverzna, zbog direktnih posljedica na onečišćenje okoliša i globalno zatopljenje. Proizvodnja i potrošnja energije najvažniji su izvor CO<sub>2</sub> emisija te je stoga dilema o posljedicama smanjenja potrošnje energije na ekonomski rast postala važan element oblikovanja energetske i ekonomske politike. Treće, nastojanje svih zemalja, pa tako i Hrvatske, da smanje energetske intenzivnost i povećaju energetske efikasnost, imat će ekonomske implikacije na ekonomski rast u kratkom, ali i dugom roku.

## 2.1. Teorijska promišljanja uloge energije u ekonomskoj teoriji

Može se reći da teorije rasta posvećuju malo pažnje ulozi energije u ekonomskom rastu. S obzirom da sve teorije rasta polaze od funkcije proizvodnje, krenut ćemo od važnosti energije kao proizvodnog inputa u proizvodnoj funkciji. Neoklasični model rasta koji je utemeljio Robert Solow (1956) promatra ekonomiju kao zatvoren sustav gdje je output rezultat inputa: rada i kapitala. Njegov rad zapravo je proširenje Harrod-Domarovog modela u koji se uz kapital dodaje radna snaga. Solowljev model rasta može se prikazati jednadžbom:

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha}$$

gdje su: Y - bruto domaći proizvod, K - kapital, L - radna snaga, A - produktivnost radne snage,  $\alpha$  - udio rada i  $(1 - \alpha)$  - udio kapitala.

Prema tome, ekonomski rast rezultat je veće količine uložениh inputa ili pak njihove veće kvalitete. Energetski inputi imaju samo indirektnu ulogu i tretirani su kao intermedijarna dobra. Prema Sternu (1999), i tzv. mainstream ekonomisti prihvatili su ovaj koncept podjele na primarne i intermedijarne proizvodne faktore. Primarni faktori proizvodnje su oni inputi koji postoje na početku promatranog perioda i ne troše se neposredno u proizvodnji, iako može biti smanjena njihova vrijednost i pridodana vrijednosti proizvodnje, dok su intermedijarni proizvodni faktori oni koji se u potpunosti iskoriste u proizvodnji. Kapital, rad i zemljište predstavljaju primarne proizvodne faktore, dok su gorivo, materijali i sirovine intermedijarni faktori. Ovaj konceptualni pristup rezultirao je istraživačkim interesom u okviru teorija rasta upravo prema primarnim inputima,

posebice kapitalu i radu, dok je intermedijarnim inputima, kao npr. energiji, pridavana samo indirektna važnost. Ekonomska teorija smatrala je da je količina energije koja stoji na raspolaganju datoj ekonomiji endogeno određena, naravno pod utjecajem biofizičkih i ekonomskih ograničenja (Stern i Cleveland, 2004, 5).

Prvi koji je značajnije naglasio ulogu energije u ekonomskom sustavu bio je Georgescu-Roegen (1971) koji je smatrao da teorije rasta trebaju eksplicitnije uzeti u obzir fizičku dimenziju proizvodnje i proizvodne funkcije. Nakon prvog naftnog šoka koji se desio 1973-1974. mnogi ekonomisti postali su svjesni izuzetnog značenja energije za ekonomski rast te su osmislili proizvodnu funkciju koja uz kapital i rad uzima u obzir energiju i materijalne resurse (Tintner et al., 1974; Berndt i Wood, 1979).

Općenito, neoklasična proizvodna funkcija objašnjava ekonomski rast s povećanjem rada, kapitala i tehnologije. Stopa rasta ukupne faktorske produktivnosti (stopa TFP – *total factor productivity*) predstavlja dio outputa koji se ne može objasniti resursima rada i kapitala koji su korišteni u proizvodnji. Ukupna faktorska produktivnost se uobičajeno mjeri Solowljevim rezidualom na sljedeći način:

$$\text{rezidual} \equiv g_Y - [\alpha g_N + (1 - \alpha) g_K]$$

gdje su:  $g_Y$  stopa rasta domaćeg proizvoda,  $g_N$  stopa rasta rada,  $g_K$  stopa rasta kapitala,  $\alpha$  udio rada i  $(1 - \alpha)$  udio kapitala. Drugim riječima, rezidual je jednak udjelu rada puta stopa tehnološkog napretka:

$$\text{rezidual} = \alpha g_A$$

Ipak, Solowljev rezidual prihvatljiv je za mjerenje ukupne faktorske produktivnosti samo u slučaju kada je proizvodna funkcija neoklasična, kada postoji savršena konkurencija na tržištima proizvodnih faktora i ako su točno izmjerene stope rasta korištenih inputa (Comin, 2006, 1). I sam Solow (1956) je pokazao da međusobne razlike u razvijenosti tehnologije mogu generirati značajne razlike u dostignutoj razini bruto nacionalnog proizvoda po stanovniku (BNP p/c). Istraživanje Halla i Jonesa (1999) potvrdilo je prethodne zaključke. I mnogi drugi autori dokazali su da je tehnološki progres najvažniji izvor ekonomskog rasta, bez obzira što Solowljev neoklasični model rasta nije objasnio izvore tehnološkog napretka. Upravo razumijevanje činitelja tehnološkog progressa predstavlja ključ razumijevanja razlika u ukupnoj faktorskoj produktivnosti među zemljama. Noviji modeli poznati kao endogene teorije rasta objašnjavaju razloge tehnološkog napretka pomoću izbora i ekonomskih odluka koje donose poduzeća i pojedinci. Dok se neoklasične teorije rasta temelje na dva «motora rasta» - rast stanovništva i tradicionalni mehanizam utjecaja štednje na investicije, a time i na akumulaciju kapitala, endogene teorije

rasta orijentirale su se na dva mehanizma rasta – investicije u kapital te istraživanje i razvoj (R&D), odnosno akumulaciju fizičkog kapitala i kapitala znanja.

AK modeli predstavljaju prvu verziju endogenih teorija rasta, a ime su dobili po tome što se temelje na proizvodnoj funkciji oblika  $Y=AK$ , gdje je A konstanta. U novijoj verziji AK modela, kapital K uključuje i ljudski kapital, odnosno stanovništvo i radnu snagu. Za rast ljudskog kapitala ne vrijede opadajući prinosi kao u Solowljevom modelu zbog efekata prelijevanja tehnologije (spillover effects). Tzv. neo-AK modeli vezuju se uz Romera (1986, 1990) koji je tvrdio da se znanje zapravo ne može monopolizirati kako bi bilo profitabilno za inovatora jer vrlo skoro putem spillover efekata postaje opće dobro dostupno svima. Lucas (1988) je koristio sličan pristup i fokusirao se na tzv. društveno učenje (social learning) i dilemu izbora (trade-off) između potrošnje i razvoja ljudskog kapitala.

Drugi pristup endogenoj teoriji rasta pripisuje se Schumpeterovim idejama koje polaze od aktivnog i svjesnog stvaranja znanja. Romer (1990), Grossman i Helpman (1990, 1991) i Aghion i Howitt (1992) kreirali su modele u kojima je ekonomski rast temeljen na istraživanju i razvoju (R&D modeli), a stvaranje i proizvodnja novih tehnologija ključan je činitelj ekonomskog rasta.

Neki modeli povezuju implementaciju tehnologije s ulogom institucija (Acemoglu et.al, 2006), razvijenošću financijskih tržišta (Aghion et.al, 2006) i ekonomskim politikama (Holmes i Schmitz, 2001). Važna implikacija endogenih teorija rasta vezana je uz ulogu mjera ekonomske politike kao što su subvencije za istraživanje i razvoj te ulaganje u obrazovanje, što je po mnogima ključni čimbenik dugoročnog ekonomskog rasta. Ipak, svi ovi endogeni modeli rasta koji se temelje na ljudskom kapitalu i znanju imaju jedno bitno ograničenje, a to je da su najčešće samo kvalitativni i teorijski zbog toga što je vrlo teško kvantificirati i u brojkama izraziti temeljne varijable kao što su znanje i ljudski kapital. U najboljem slučaju koriste se varijable koje podrobnije opisuju temeljnu varijablu (proxy) kao što su npr. izdvajanja za obrazovanje, obrazovanost radne snage mjerena godinama obrazovanja, izdvajanje za R&D aktivnosti, a one pokazuju značajnu kros-sekcijsku korelaciju s ekonomskim rastom (Ayres i Warr, 2009).

Što se tiče tehnologije u energetske sektoru, ona također ima svoje troškove i koristi. Zapravo, po mnogima nema idealne tehnologije koja bi mogla biti pravi odgovor na energetske krize (Chevalier, 2009, 264). Sve klasične tehnologije koje stvaraju stakleničke plinove ne plaćaju štetu koju čine okolišu i klimi. Stoga je važan aspekt energetske politike upravo korekcija ove asimetrične situacije putem poreza, ograničenja emisija

(dozvole za onečišćenje) te adekvatno kreiranih poticaja za korištenje obnovljivih izvora energije. Upravo zbog toga što je energija dobivena iz obnovljivih izvora skuplja, njeno korištenje u velikoj mjeri ovisi o nacionalnoj energetske i ekonomskoj politici.

Prema Zonu i Yetkineru (2003), nove (endogene) teorije rasta propustile su uzeti u obzir činjenicu da su endogene tehnološke promjene usmjerene na racionalno korištenje energije i unapređenje energetske učinkovitosti nužne za dugoročni ekonomski rast. Oni su u svoj endogeni model rasta uključili energiju kao primarni faktor proizvodnje i zaključili da stopa ekonomskog rasta obrnuto proporcionalno ovisi o rastu realnih cijena energije. Njihovi zaključci impliciraju da će rastuće realne cijene energije utjecati na usporavanje ekonomskog rasta. Osnovni razlog leži u činjenici da će rast realnih cijena energenata smanjiti profitabilnost korištenja intermedijarnih dobara i tako smanjiti profitabilnost istraživanja te stoga imati negativan utjecaj na ekonomski rast. Neke druge studije istražile su ulogu resursa u modelima rasta s endogenim tehnološkim promjenama. Ayres i van den Bergh (2005) predložili su novi, više disagregiran pristup istraživanja izvora ekonomskog rasta, odnosno model rasta u kojem su uključeni energetske resursi. Zaključili su da je za održavanje relativno visokih stopa rasta neophodno ulaganje resursa koje će rasti linearno s dohotkom. Iako teorijski rezultati ne daju dovoljno informacija o budućem uzorku rasta vezanim uz korištenje resursa, najvažniji instrumenti održavanja ekonomskog rasta su ulaganja u istraživanje i razvoj, regulacija eksploatacije i korištenja prirodnih/energetskih resursa te mjere povećanja energetske učinkovitosti. Smulders i de Nooij (2003) tvrde da korištenje energije ima pozitivan učinak na ekonomski rast bez obzira na povremena smanjenja korištenja energije. Razvijenost tehnologije direktno utječe na korištenje energije, a raspoloživost investicijskog kapitala ima značajan učinak na potrošnju energije i ekonomski rast (Dahl, 2008, 56). Tahvonen i Salo (2001) razvili su model s obnovljivim i neobnovljivim izvorima energije i uključili troškove eksploatacije za fosilna goriva, odnosno proizvodne troškove za obnovljive izvore energije. Njihov model vrlo realistično opisuje proces ekonomskog rasta ekonomije koja prolazi kroz predindustrijsku, industrijsku i postindustrijsku fazu razvoja s rastom korištenja fosilnih goriva na početku razvoja te padom tijekom postindustrijskog razvoja.

Nakon prve naftne krize 1973-1974. te drugog naftnog šoka 1980-1981. godine problematika energetskih resursa i njihove cijene postala je vrlo interesantna u ekonomskoj literaturi. Prema makroekonomskoj teoriji, porast cijena energenata u kratkom roku rezultirat će povećanjem razine cijena u zemlji te smanjiti domaći proizvod zbog viših troškova. Viša razina cijena utjecat će na pad agregatne potražnje te može smanjiti interes poduzeća za nova ulaganja, pogotovo u situaciji kada zbog viših cijena raste kamatna stopa. Učinak na output i zaposlenost u konačnici je određen



ponašanjem agregatne ponude, odnosno proizvodnih faktora rada i kapitala. Općenito se može zaključiti da će učinak viših cijena energije biti manji za domaći proizvod i zaposlenost ukoliko se efekt porasta cijena prebaci na potrošače, odnosno na nadnice zaposlenih.

Makroekonomski učinci promjena cijena energenata vrlo su bitni, no samo su dio znatno šireg problema. Danas je pojam energetske krize postao sveobuhvatniji jer ne podrazumijeva samo porast cijena energenata ili pak iscrpljivanje rezervi nafte i plina, već i teme kao što su klimatske promjene i onečišćenje okoliša. Ove teme postaju nezaobilazne ne samo u kontekstu ekonomskih, već i ekoloških, društvenih i geopolitičkih troškova.

Literatura koja se bavi razvojem upravo se tijekom 70-tih i 80-tih godina 20. stoljeća fokusirala na pitanje utjecaja prirodnih resursa na ekonomski rast i razvoj. Uočeno je da posjedovanje nafte, prirodnog plina i drugih važnih energetske resursa ne mora nužno voditi brzom ekonomskom rastu. S druge strane, neke istočnoazijske zemlje kao što su Japan, J. Koreja, Taiwan, Singapor i Hong Kong ostvarile su vrlo visoke stope rasta BDP-a iako gotovo uopće nisu posjedovale energetske i ostale prirodne resurse. Ovaj fenomen poznat je kao «prokletstvo prirodnih resursa» (*natural resource curse*), a termin je prvi puta upotrijebio Auty (1993, 2001). Najčešće se pitanje učinka proizvodnje prirodnih resursa i porasta njihovih cijena, posebice nafte, na dugoročni ekonomski rast istraživalo u kontekstu deindustrijalizacije. Ovi modeli poznati su kao tzv. modeli nizozemske bolesti (*Dutch Disease models*), a temelje se na teoriji Rybczynskoga (1955) koji je došao do zaključka da će porast raspoložive količine jednog faktora uz nepromijenjenu količinu drugoga i uz nepromijenjenu tehnologiju uvjetovati opadanje proizvodnje onog proizvoda koji intenzivnije koristi proizvodni faktor čija se raspoloživa količina nije mijenjala. Iako je Rybczynski temeljio svoj model na pretpostavci postojanja samo dva proizvoda, ipak je pravilno predvidio tendencije koje su se realizirale tijekom 70-tih i 80-tih godina 20. stoljeća u zemljama koje su započele s intenzivnom eksploatacijom i izvozom nafte i plina. Resursi se sele u novi sektor, a pad profita u industrijskom sektoru rezultira padom proizvodnje, što može dovesti do deindustrijalizacije. Visoki izvozni prihodi utječu na porast tečaja nacionalne valute i time se dodatno smanjuje konkurentnost industrijskog sektora na inozemnom tržištu. Sukladno Dutch Disease modelima, velika raspoloživost prirodnih resursa, pogotovo u uvjetima porasta cijena sirovina na svjetskom tržištu, dovodi do redistribucije zaposlenosti u ekonomiji u pravcu primarnog sektora gdje se ostvaruje veći profit. Restrukturiranje koje vodi deindustrijalizaciji, ali ne zbog ubrzanog razvoja uslužnog sektora, utječe i na dugoročni ekonomski rast i razvoj cjelokupne ekonomije. S obzirom da cijene sirovina, pa tako i energenata nemaju kontinuirani trend rasta te pokazuju značajne oscilacije pa i značajne padove na globalnom tržištu, prevelika usmjerenost na primarni sektor dovodi do nepovoljnih razvojnih učinaka. Čak i pod

pretpostavkom da cijene sirovina i energije kontinuirano rastu, prevelika usmjerenost na primarni sektor ne može dugoročno biti povoljna jer on ima znatno manje eksternalije i multiplikativne učinke na nacionalnu ekonomiju od industrijskog sektora. Istraživanje strukturnih promjena u Norveškoj (Thøgersen, 1994) koja svakako odskače od klasičnog razvojnog obrasca zemlje izvoznice nafte, ukazuje na relativno nepovoljno prestrukturiranje jer se udio izvoznog sektora smanjio s 13% udjela u BDP-u 1970. (prije pronalaska nafte) na 6% 1993. godine, dok je udio naftne industrije narastao na 16% udjela u BDP-u.

Na neke zemlje izvoznice nafte izvoz nafte djelovao je porazno. Primjer je Nigerija, najveća afrička izvoznica nafte. U Nigeriji se, u tridesetak godina izvoza nafte, postotak stanovništva koje živi u siromaštvu udvostručio te je u 2004. godini udio siromašnog stanovništva u ukupnom iznosio čak 66% (Appenzeller, 2004). Zbog činjenice da visoka ovisnost o izvozu nafte značajno utječe na nestabilnost ekonomskih sustava zemalja izvoznica, one bi, nakon što ostvare viši životni standard i stabiliziraju gospodarstvo, trebale težiti razvoju nenaftnih industrijskih grana i uslužnog sektora kako bi smanjile ovisnost o nafti.

Sachs i Warner (1997) su temeljem ekonometrijske analize velikog broja zemalja u periodu 1970-1990. dokazali negativnu vezu između raspoloživosti prirodnih resursa i dugoročnog ekonomskog rasta. Korelacija je ostala negativna i nakon što su ubacili različite kontrolne varijable koje bi mogle biti važne u objašnjenju razlike u dinamici ekonomskog rasta među zemljama. Kontrolne varijable koje su koristili u modelu su: početna razina BDP-a, stope rasta investicija, akumulacija ljudskog kapitala, promjene u uvjetima razmjene (*terms of trade*), struktura javne potrošnje, kretanje izvoznih i uvoznih cijena te učinkovitost institucija.

Upravo se razvijenost institucija i kvaliteta javne uprave najčešće navodi kao razlog teze poznate kao «prokletstvo prirodnih resursa». Pri tom se ne misli samo na institucije u užem smislu (pravni propisi, pravila, vlasnička prava), već i na neformalna pravila/ograničenja kao što su norme i samonametnuta pravila ponašanja, dogovori i osobina njihove prinudne provedbe (North, 1994). Institucije su sustavi uspostavljenih i prevladavajućih društvenih pravila koja strukturiraju društvena međudjelovanja (Hodgson, 2006). Institucije su ključne za ekonomske performanse i ekonomski rast jer određuju strukturu poticaja u nacionalnoj ekonomiji. Ako su institucije definirane tako da potiču one djelatnosti koje povećavaju produktivnost i smanjuju troškove, tada indirektno kroz alokaciju resursa povećavaju output i potiču ekonomski rast. Posebna pažnja pridaje se transakcijskim troškovima koji su povezani s mjerenjem i provedbom ugovora. Institucionalne promjene i razvoj institucija koje povećavaju prohodnost kapitala, smanjuju troškove informacija, smanjuju troškove snošenja rizika te poboljšavaju provedbu ugovora utječu na

smanjenje transakcijskih troškova, povećavaju produktivnost i poboljšavaju ekonomske performanse. Posljednjih 20-ak godina brojni autori (Acemoglu, Johnson i Robinson, 2002; Acemoglu, Johnson i Robinson, 2001; Easterly, 2001, Easterly i Levine 2003, Rodrik, Subramanian i Trebbi, 2004) istražili su ulogu institucija i javne uprave u ekonomskom outputu. Važno pitanje u analizi učinaka ekonomskih institucija odnosi se na njihovo mjerenje i kvantificiranje, kao i odgovarajući izbor zavisne varijable. Naime, mogu se razlučiti dvije dominantne grupe studija ovisno o tome da li analiziraju učinak na ekonomski rast ili ekonomski output. Jedan od novijih radova (Efendić et al., 2011) potvrđuje stabilnije "autentične" institucionalne efekte na razinu ekonomskog outputa nego na ekonomski rast. Problem je svakako i u tome što većina studija ne ide dalje od tek kvalitativne ocjene institucionalnih učinaka, no s vremenom su se razvili novi alati kao što je meta-regresijska analiza pomoću kojih se može kvantificirati utjecaj institucija baziran na uzorku publiciranih kvantitativnih istraživanja. Spomenuta studija upravo je primjenom ove ekonometrijske metode došla do navedenih zaključaka uzimajući u obzir karakter institucija koje se trebaju promatrati kao endogena varijabla.

Škola koja se razvila kao odgovor na tržišne neuspjehe neo-klasične ekonomske teorije naziva se institucionalna ekonomija. Iako i stara i nova institucionalna ekonomija polaze od teze da su institucije ključne u ekonomskoj analizi, nova institucionalna ekonomija (NIE) smatra da su institucije mjerljive i stoga se mogu proučavati pomoću instrumenata ekonomske teorije (Williamson, 2000, 595). Dakle, nije više pitanje jesu li institucije važne za ekonomske performanse i ekonomski rast, već koje su to institucije i kako na njih utjecati (Rodrik, 2000, 2). Iako je dobar institucionalni aranžman ključan za efikasnu interakciju između formalnih i neformalnih institucija (De Soto, 2000), još uvijek nije u potpunosti jasan njihov međusobni odnos, tj. jesu li formalne i neformalne institucije komplementi ili supstituti. Jedno od rijetkih istraživanja ove teme na primjeru Bosne i Hercegovine - zemlje koja ima vrlo kompliciranu institucionalnu strukturu i koja je još uvijek suočena s ratnim posljedicama (Efendić et al., 2011a), pokazuje da se neformalne institucije u ovoj zemlji još uvijek značajno koriste te da je stupanj povjerenja u formalne institucije nizak. Nalazi ovog istraživanja u stvari ukazuju da su neformalne institucije u BiH zapravo supstituti neefikasnim formalnim institucijama.

I u energetske sektoru važna je uloga institucija. Pristup energiji, a time i ekonomski razvoj u velikoj mjeri ovise o ulozi države. Vlada je odgovorna osigurati transparentan institucionalni okvir te definirati poziciju državnih poduzeća, privatnih igrača te stranih investitora na energetske tržištu. Stoga je međusobna povezanost između energetske politike i ekonomskog rasta i razvoja u značajnoj mjeri određena ulogom institucija. Država ima važnu ulogu u donošenju zakona koji se tiču energije kao što su npr. Zakon o energiji, Zakon o tržištu električne

energije, Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata, Zakon o trošarinama na energente, Zakon o zaštiti okoliša itd. Ključno je da zakonski okvir bude stabilan i transparentan kako bi potaknuo investicije, jer investitori moraju biti sigurni u pravila igre na čemu počivaju njihova ulaganja. U energetsom sektoru posebice je važna sigurnost vlasničkih prava i ugovornih odnosa koji su mnogobrojni i kompleksni. Stvaranje učinkovitog i transparentnog institucionalnog okvira koje će tržište učiniti konkurentnijim, potaknuti investicije te stimulirati tehnološku difuziju, uz istovremenu zaštitu interesa potrošača pokazalo se ključnim elementom reformi u energetsom sektoru.

Predstavnici institucionalne ekonomije značajno su pridonijeli razumijevanju uloge energije u ekonomskom rastu i razvoju i tako što su istražili utjecaj ekonomskih, društvenih i političkih institucija na efikasno korištenje energije (Paavola i Adger, 2005), a problematika energetske učinkovitosti postaje vrlo važnim pitanjem energetske i ekonomskog razvoja. Fokus istraživanja usmjeren je uglavnom na industrijsku organizaciju i problematiku javnog izbora te na pitanja u kojim okolnostima institucije koje se brinu o zaštiti okoliša mogu biti učinkovite, a znatno manje na posljedice vezane uz onečišćenje okoliša. Prema Ockwellu (2008), institucionalna struktura treba se unaprijediti različitim financijskim poticajima ili stvaranjem informacijskih mreža kako bi se potaklo ekonomske subjekte (pojedince i poduzeća) te društvo u cjelini da ostvare energetske učinkovite (*low-carbon*) ekonomiju.

Jačanjem svijesti o nužnosti očuvanja okoliša i potrebi usklađivanja ekonomskog rasta s održivim razvojem i u ekonomskoj teoriji javili su se novi, alternativni pristupi ekonomskom rastu. Najznačajnija među njima svakako je ekološka ekonomija (*ecological economics*) koja veliku pažnju posvećuje ulozi energije u proizvodnji i gospodarskom rastu. Čak štoviše, prema nekim autorima (Gever et.al., 1986) energija je najvažniji primarni proizvodni faktor. Pripadnici ove škole polaze od materijalne baze u jednoj zemlji te promatraju ekonomiju kao otvoreni podsustav globalnog ekosustava. Iako postoje različite struje unutar ove škole ekološke ekonomije, svi polaze od istih pretpostavki – zakona termodinamike. Prema prvom zakonu termodinamike energija se ne može stvoriti ni iz čega, niti se može uništiti, već samo transformirati. U širem kontekstu to znači da je samo sunčeva energija u potpunosti raspoloživa i može se koristiti direktno ili indirektno, kroz utjecaj na fosilna goriva. Drugi zakon termodinamike govori o gubicima sustava zbog nepovratnosti procesa, odnosno entropija sustava se s vremenom povećava jer je za povratak u početno stanje potrebno uložiti dodatnu energiju. Temeljem drugog zakona termodinamike može se zaključiti da postoje ograničenja supstitucije energije ostalim proizvodnim inputima u proizvodnom procesu (Ockwell, 2008). Također, Cleveland i suradnici (1984) zaključuju da je raspoloživost energije u nekoj

zemlji pokretač ekonomskog rasta, za razliku od ekonomskog rasta koji je rezultat povećane potrošnje energije.

## **2.2. Makroekonomske implikacije energetske šokove**

Prvi naftni šok te šokovi koji su slijedili sve do posljednjeg iz 2007-2008. godine potaknuli su brojna istraživanja njihovih učinaka na nacionalna gospodarstva. Dosadašnja istraživanja makroekonomskih učinaka energetske šokove uglavnom se odnose na naftu s obzirom na dominantni udio nafte u potrošnji energije, ali i zbog šire važnosti nafte za mnoge industrije. Raniji radovi potvrdili su signifikantnu vezu između rasta cijena nafte s jedne strane te usporavanja gospodarskog rasta i povećanja inflacije. Visoka uvozna ovisnost o energentima, posebice nafti, predstavlja značajno ekonomsko ograničenje u uvjetima stalnog porasta cijena i visoke volatilnosti cijena na tržištima energenata, jer rast cijena nafte i ostalih energenata utječe na pad potrošnje energije ovisno o cjenovnoj elastičnosti potražnje te stoga utječe na smanjenje stope rasta bruto domaćeg proizvoda, ukoliko postoji kauzalnost koja ima smjer od potrošnje prema BDP-u. Egzogeni šokovi ponude, bilo da se radi o značajnom porastu cijena i/ili problemima u nabavi energenata, imaju direktan učinak na razinu proizvodnje i bruto domaćeg proizvoda, stopu ekonomskog rasta, saldo trgovinske bilance, a time i vanjski dug.

Sukladno makroekonomskoj teoriji, porast cijena nafte i ostalih energenata kratkoročno vodi porastu razine cijena u zemlji jer su poduzeća prisiljena povećavati cijene svojih proizvoda/usluga zbog viših troškova proizvodnje. Rast cijena smanjuje osobnu potrošnju, a time i agregatnu potražnju, te smanjuje domaći proizvod. U takvim uvjetima poduzeća mijenjaju svoja očekivanja – sklona su reducirati svoje investicijske planove, pogotovo ukoliko nova makroekonomska ravnoteža na višoj razini cijena potakne rast kamatnih stopa. Balke, Brown i Jücel (2002) istražili su ulogu kamatne stope kao transmisijskog mehanizma promjene cijena nafte na gospodarstvo te su zaključili da postoji snažna reakcija kratkoročnih kamatnih stopa na naftne šokove, te blaga reakcija dugoročnih kamatnih stopa koje ne ovise značajnije o kretanju cijena nafte. Pri tom su utvrdili asimetričnu reakciju – veći intenzitet promjene pri porastu cijena i manji intenzitet promjene pri padu cijena nafte.

Porast cijena energenata vrši pritisak i na nominalne nadnice te povećava prirodnu stopu nezaposlenosti. Porast prirodne stope nezaposlenosti utječe na smanjenje prirodne stope zaposlenosti, što dovodi do istovjetnog smanjenja prirodne razine domaćeg proizvoda. Utjecaj energetske šokove na nezaposlenost možemo promatrati i kroz prizmu sektorskih promjena koje nastaju kao posljedica promjena relativnih cijena. Tako će rast cijena

energenata utjecati na kontrakciju energetske intenzivnih sektora i ekspanziju energetske efikasne sektora, no strukturne promjene zahtijevaju prilagodbu u srednjem, pa čak i dugom roku. (Hamilton, 1988) Posljedica je rast nezaposlenosti i suboptimalna alokacija resursa koja se može pratiti i kroz preraspodjelu dohotka od kupaca ka proizvođačima energenata. Općenito, kratkoročni učinci energetske šokove na domaći proizvod i zaposlenost bit će manji ukoliko se veći dio porasta cijena energenata prebaci na potrošače i/ili putem fleksibilnih nadnica na zaposlene (Brook et.al, 2004). Strukturne promjene dešavaju se i među sektorima koji proizvode trajna potrošna dobra, ponajviše se to odnosi na automobilsku industriju koja je ponajviše pogođena padom potražnje u uvjetima naftnih šokova.

Kao što smo vidjeli, ovakvi egzogeni šokovi ponude imaju dinamičke učinke na razinu domaćeg proizvoda i njegove komponente. Ipak, istraživanja su pokazala da poremećaji u opskrbi imaju lošije učinke na makroekonomske performanse u kratkom i dugom roku u odnosu na porast cijena energenata. Ova konstatacija pogotovo vrijedi za male ekonomije koje u pravilu ne raspolažu s bogatstvom energetske resursa te su stoga više ovisne o uvozu energije od velikih zemalja. Što je veća izloženost uvozu energije iz što manje dobavnih pravaca, povećava se i ranjivost energetske sustava. Ranjivost energetske sektora ovisi o energetske zavisnosti, ali na nju utječu i neki drugi elementi kao što su stupanj diverzificiranosti izvora energije te međusobna povezanost dobavnih pravaca. Stoga svaka država treba mjerama svoje ekonomske i razvojne politike kompenzirati nesigurnosti koje proizlaze iz rizika uvoza energije, što znači da je u planiranju energetske sustava potrebno dobro prepoznati moguće rizike i tražiti adekvatna tehnološka i infrastrukturna rješenja za povećanje energetske sigurnosti (Granić, 2010, 52).

Energetske šokove utječu i na preraspodjelu dohotka od zemalja uvoznica prema zemljama izvoznicama energije uslijed promjena u uvjetima razmjene (*terms of trade*). Veličina ovog učinka ovisi o energetske intenzivnosti i energetske ovisnosti zemlje uvoznice, kao i sposobnosti krajnjih korisnika da racionaliziraju svoju potrošnju energije. U pravilu porast cijena energenata povećava vrijednost uvoza i stvara neravnotežu (deficit) u vanjskotrgovinske i tekuće bilanci te tako utječe i na kretanje deviznog tečaja zemalja uvoznica i izvoznica. McKillop (2004) je dokazao da više cijene nafte smanjuju ekonomski rast, generiraju nesigurnost na tržištu roba i kapitala te imaju direktan učinak na porast inflacije, što može dovesti do monetarne i financijske nestabilnosti. Kao što je već naglašeno, više cijene nafte mogu voditi višim kamatnim stopama te tako „odvesti“ zemlju u recesiju. Jin (2008) tvrdi da su nagli rast cijena nafte tijekom posljednjeg naftnog šoka 2007-2008. godine i fluktuacije deviznih tečajeva bitno doprinijeli usporavanju ekonomskog rasta.

Ipak treba naglasiti da se tijekom godina smanjio intenzitet makroekonomskih implikacija energetske/naftne šokove, što su potvrdila i znanstvena istraživanja (Lee et.al., 1995; Hooker, 1996). Rotemberg i Woodford (1996) objašnjavaju slabljenje intenziteta veze između promatranih varijabli pomoću slabljenja uloge OPEC-a u održavanju stabilnih nominalnih cijena nafte, pogotovo u razdoblju 90-tih godina. Blanchard i Gali (2008) razlog pronalaze u kredibilnijoj monetarnoj politici koja je tijekom godina naučila dobro amortizirati utjecaje naftne šokove. Sasvim suprotno mišljenje imaju Bernake, Gertler i Watson (1997) prema kojima je restriktivna monetarna politika koju su centralne banke provodile nakon naftne šokove glavni krivac smanjenja gospodarske aktivnosti, a ne porast cijena nafte. Imajući u vidu rezultate brojnih studija, često i kontradiktorne, slabiji utjecaj porasta cijena nafte na makroekonomske varijable možemo objasniti na više načina:

- Smanjen je udio energije u troškovima proizvodnje kao rezultat nastojanja zemalja da smanje energetske intenzivnost i povećaju energetske učinkovitost.
- Mehanizam formiranja nadnica više nije direktno vezan uz kretanje cijena nafte/energije kao što je bio tijekom 70-tih i 80-tih godina 20. stoljeća.
- Oštrija konkurencija u većini industrija smanjila je mogućnost prevaljivanja viših cijena energije na kupce.
- Plivajuće trošarine omogućile su ublažavanje kratkoročnih šokova na teret proračuna, iako se ova mjera fiskalne politike pokazala kontroverznom zbog toga što dugoročno ne potiče prestrukturiranje gospodarstva prema energetski manje intenzivnim proizvodnjama te dodatno smanjuje cjenovnu elastičnost potražnje za naftom.

U sljedećoj tablici prikazana je simulacija učinka porasta cijene nafte za 10% na porast inflacije mjerene indeksom potrošačkih cijena.

*Tablica 1. Utjecaj porasta cijene nafte za 10% na porast inflacije u SAD-u, Japanu i Europskoj Uniji*

Zemlje/Regije	Utjecaj cijene goriva i maziva na CPI	Udio trošarina i poreza u konačnoj cijeni goriva i maziva (u %)	Promjena CPI kao rezultat promjene cijene nafte od 10 posto (u %)
SAD	3,1	25	0,23
Japan	1,8	53	0,08
EU	4,2	67	0,14

Izvor: Brook, 2004.

Inflacijski učinak cijene nafte i naftnih derivata ovisi i o poreznom sustavu zemlje i visini poreza na naftne derivate. S obzirom da cijena nafte ima direktan učinak na cijene pogonskih goriva i maziva, troškovi prijevoza indirektno utječu na inflacijska kretanja putem učešća u indeksu potrošačkih cijena (CPI). Također je važna struktura poreza jer se može očekivati da će u zemljama s manjim poreznim opterećenjem kao što je npr. SAD utjecaj rasta cijena nafte na rast opće razine cijena biti jači, za razliku od primjerice Japana kod kojeg bi taj utjecaj bio slabiji. Važna je i uloga trošarina na benzin u formiranju cijena nafte, pogotovo u vremenima porasta cijena.<sup>2</sup>

Porast cijena nafte i ostalih energenata najčešće se prevaljuje na krajnje potrošače zbog neelastične cjenovne potražnje za naftom i ostalim energentima. U slučaju cjenovno elastične potražnje, troškove rasta cijena snosili bi proizvođači koji zbog konkurencije ne mogu više troškove prevaliti na krajnje potrošače. Jedan dio troškova povećanja cijena energenata snose i vlasnici kapitala uloženog u energetske intenzivni sektor zbog pada prinosa na uloženi kapital zbog rasta troškova proizvodnje. Ipak, taj trošak prisutan je samo u kratkom roku jer na dugi rok dolazi do seljenja kapitala iz energetske intenzivnog sektora u druge sektore s višim prinosom na kapital.

Edelstein i Kilian (2007) dokazali su manji učinak naftnih šokova na veći broj agregatnih varijabli koristeći VAR (*vector autoregression*) metodu. Prema Blanchardu i Galiju (2008), manji inflatorni utjecaji naftnih šokova posljednjih godina može se objasniti efikasnijom antiinflacijskom politikom u većini zemalja, što je povećalo kredibilitet ekonomske politike i poboljšalo inflacijska očekivanja te tako relativno manje nepovoljno utjecalo na proizvodnju, zaposlenost i ekonomski rast. Tijekom srednjeg i dugog roka potrošači i proizvođači prilagodit će svoje ekonomske odluke novoj, višoj razini cijena te će tako postupno nestati negativan učinak na domaću potražnju i dohodak. Ipak, istraživanja (Mork, 1989; Ferderer,

---

<sup>2</sup> U kolovozu 2010. godine hrvatska Vlada povećala je trošarine u vrijeme relativno niske cijene nafte na svjetskom tržištu. Odlukom Vlade da od 1. rujna trošarinu na benzin podigne za 25 lipa po litri - sa 1,65 na 1,90 kuna, odnosno na 0,425 eura/l, Hrvatska se gotovo izjednačila s Mađarskom u kojoj se litra benzina opterećuje s 0,429 e/l te se približila Austriji i Sloveniji u kojima trošarine iznose 0,485, odnosno 0,498 e/l. Istodobno je Hrvatska još daleko od Italije gdje država trošarinom uzima 0,564 eura po litri benzina ili pak Njemačke u kojoj tzv. indirektni porez na benzin iznosi čak 0,645 eura po litri. Nakon velikog porasta cijene nafte na svjetskom tržištu, u ožujku 2011. Vlada je odlučila smanjiti trošarine kako bi donekle amortizirala porast cijena nafte i naftnih derivata i ublažila inflacijske pritiske. Koliko će iznositi visina trošarine, stvar je procjene svake države jer u tom segmentu, u smislu zajedničkih pravila EU, ne postoji gornje ograničenje, a EU propisuje samo minimalnu trošarinu.



1996; OECD, 2004) su ukazala na asimetrični učinak cijena nafte jer smanjivanje cijena nafte neće vratiti makroekonomske pokazatelje na početnu razinu, a gubitak dohotka koji su ostvarile zemlje uvoznice može se samo dijelom nadoknaditi smanjenjem cijena. Iako pad cijena može dijelom popraviti agregatne varijable, može imati i nepovoljan učinak ukoliko prevelika volatilitnost cijena potiče špekulativne financijske transakcije te stvara dodatnu nesigurnost na tržištu energenata.

### **2.3. Ekonomske posljedice utjecaja proizvodnje i potrošnje energije na zdravlje ljudi i okoliš**

Uz navedene direktne ekonomske učinke, energija ima značajne posljedice na kvalitetu okoliša i ljudsko zdravlje, što također ima svoju ekonomsku dimenziju. Tijekom godina relativni utjecaj proizvodnje i potrošnje energije na okoliš smanjivao se kao posljedica tehnoloških inovacija zbog kojih su smanjene emisije CO<sub>2</sub> i drugih štetnih tvari. Ekonomski razvoj potaknuo je promjene potrošnje od manje kvalitetnih (npr. ugljen) prema kvalitetnijim izvorima energije (npr. prirodni plin) koji manje onečišćuju okoliš.

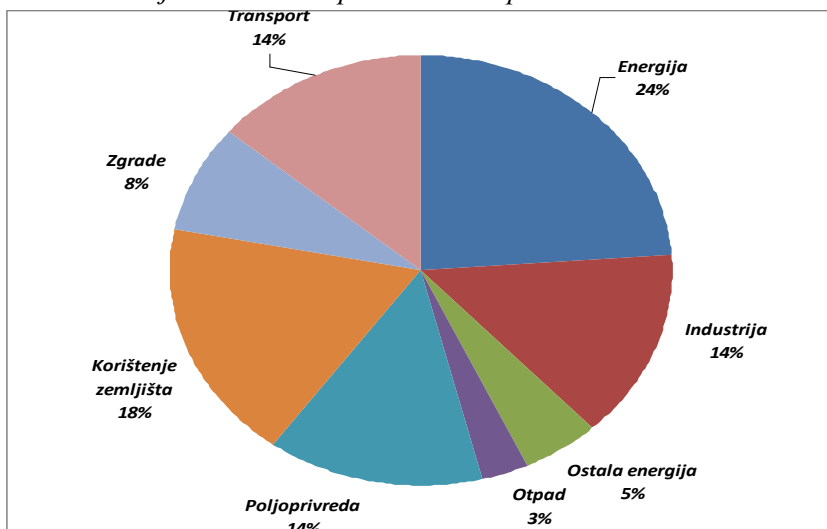
Povijesno gledajući mijenjao se i prevladavajući stav stručne javnosti o tome kako smanjiti negativan utjecaj energetskeg sektora na okoliš. U 70-tim godinama smatralo se da je najbolji način zaštite okoliša smanjenje potrošnje energije, da bi tijekom 80-tih nastala ideja održivog razvoja i povezivanje problema zaštite okoliša s dostignutom razinom razvoja. Smatralo se da su zemlje u razvoju suviše siromašne kako bi mogle štititi okoliš (“*too poor to be green*”) te da će gospodarski razvoj i viši dohodak rezultirati većim ulaganjem u zaštitu okoliša. Ova ideja uobličena je u empirijskim modelima koji se nazivaju EKS modeli (*Environmental Kuznets Curves*). Iako Kuznets nije imao veze s ovim modelima, nazvani su njegovim imenom jer su koristili njegovu obrnutu krivulju U oblika kako bi objasnili međuzavisnost različitih pokazatelja onečišćenja okoliša i dostignutog stupnja razvoja mjenog dohotkom po stanovniku. Prema njihovoj hipotezi, onečišćenje i ostali oblici degradacije okoliša rastu u ranim fazama ekonomskog razvoja i smanjuju se u kasnijim fazama. Ova ideja ostala je opće prihvaćena u literaturi koja se bavi ekonomikom prirodnih resursa i zaštite okoliša sve do današnjih dana usprkos nekim ozbiljnim kritikama (Stern et al., 1996; Ekins, 1997; Stern and Common, 2001). Dasgupta i suradnici (2002) opovrgnuli su neke zaključke EKS modela. Naime, na temelju empirijskih podataka pokazali su da su neke zemlje u razvoju postigle značajan napredak u smanjenju onečišćenja, dok s druge strane, u razvijenim zemljama dohodovna elastičnost emisija štetnih plinova nije negativna, iako je manja od jedan. Prema Sternu (2003), u zemljama koje ostvaruju niže stope ekonomskog rasta tehnološke promjene koje vode smanjenju štetnih emisija imaju veći pozitivan učinak u odnosu

na negativan učinak povećanja emisija štetnih plinova zbog veće ekonomske aktivnosti i višeg dohotka po stanovniku. Rezultat ovakve situacije je značajno smanjenje emisije sumpora po stanovniku koje je postignuto u mnogim zemljama OECD-a tijekom zadnjih nekoliko desetljeća. Suprotna situacija je karakteristična za neke brzo rastuće srednje razvijene ekonomije gdje su negativni učinci porasta onečišćenja zbog rasta dohotka znatno veći od pozitivnog doprinosa tehnološkog progressa.

Tehnološki razvoj utjecao je i na tzv. *rebound* efekt zbog kojeg razvijene zemlje, iako energetske učinkovitije, troše više energije što su razvijenije. Ova situacija ima veze s rastom osobnog i javnog standarda zbog čega se troši više energije, ali i sa stalnom pojavom novih uređaja koji troše energiju. Ovaj učinak naziva se i makroekonomski *feedback* (Howarth, 1997). U ekstremnom slučaju, *rebound* efekt može se očitovati u potpunom poništavanju pozitivnih učinaka razvijenije tehnologije na energetske učinkovitost.

Nema sumnje da su proizvodnja, transport i potrošnja energije najznačajniji izvori onečišćenja okoliša (Slika 1), a procjenjuje se da otprilike  $\frac{3}{4}$  emisija ugljičnog dioksida u okoliš potječe od izgaranja fosilnih goriva.

Slika 1. Emisija stakleničkih plinova 2000. prema izvorima



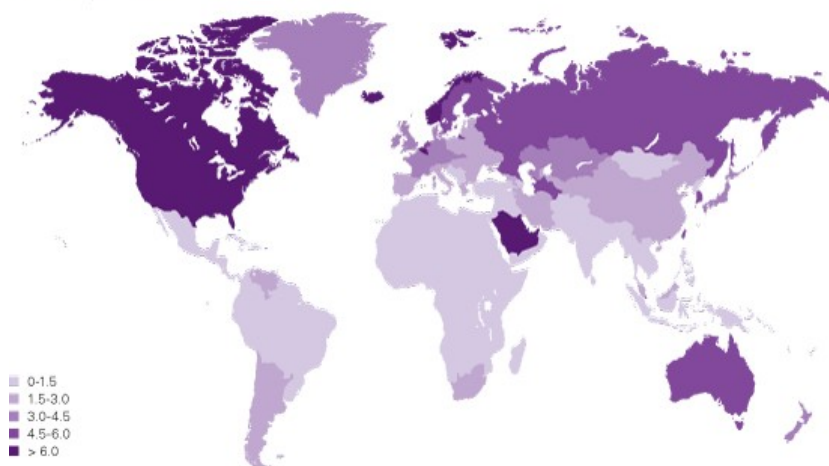
Izvor: Chevalier, 2009

Proizvodnja i potrošnja energije najveći je onečišćivač s udjelom od 24% u ukupnim emisijama stakleničkih plinova, korištenje zemljišta također je veliki zagađivač s 18% udjela, dok industrija, transportni sektor te poljoprivreda imaju podjednaki udio od 14%. S obzirom da gotovo sve ljudske aktivnosti zahtijevaju potrošnju energije, potrošnja energije

ponekad se koristi kao općeniti pokazatelj utjecaja ljudi na okoliš (Common, 1995). Sljedeća slika pokazuje potrošnju energije po stanovniku u svijetu u 2009. godini.

Slika 2. Potrošnja energije p/c 2009. godine

Consumption per capita 2009  
Tonnes oil equivalent



Izvor: British Petroleum, 2010

Iako je potrošnja energije skoncentrirana na najrazvijenije zemlje svijeta, kako u apsolutnim, tako i u relativnim (p/c) iznosima te su one istovremeno i najveći onečišćivači, mnoga istraživanja su pokazala da su upravo nerazvijene zemlje najviše pogođene posljedicama onečišćenja okoliša i klimatskim promjenama. Situacije kao što su erozija tla, suše, poplave i oluje te općenito ekstremne klimatske neprilike i onečišćenje okoliša najteže pogađaju nerazvijene zemlje. Razne institucije mjere stupanj ranjivosti zemalja zbog klimatskih promjena, a često korišten je CV Indeks (*Climate Vulnerability Index*) Sveučilišta u Oxfordu koji pokazuje stupanj ranjivosti zemalja s obzirom na ugroženost vodnih resursa, ali uzima u obzir i različite socijalne, ekonomske i prirodne indikatore zbog kojih se neka zemlja lakše ili teže nosi s izmijenjenim klimatskim uvjetima. Smisao ovog indeksa leži u činjenici da su raspoloživost i dostupnost vodnih resursa egzistencijalno važni, a gotovo su uvijek pogođeni ekstremnim klimatskim promjenama. Prema UNDP-u, podsaharska Afrika gubi više zbog lošeg upravljanja vodnim resursima nego što dobije putem pomoći od razvijenih zemalja te oprostna duga. Što se tiče europskih zemalja, prema CV Indeksu većina ih ima srednju do srednju nižu razinu rizika, dok su najugroženije zemlje s niskim i srednje nižim dohotkom po glavi stanovnika. Prema metodologiji Svjetske banke (World Bank, 2008), zemlje koje su izložene najvećem riziku nepovoljnih klimatskih promjena prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 2. Zemlje izložene najvećem riziku ekstremnih klimatskih promjena

Suše	Poplave	Oluje
Malavi Etiopija Zimbabve Indija Mozambik Nigerija Mauritanija Eritreja Sudan Čad Kenija Iran	Bangladeš Kina Indija Kambodža Mozambik Laos Pakistan Šri Lanka Tajland Vijetnam Benin Ruanda	Filipini Bangladeš Madagaskar Vijetnam Moldavija Mongolija Haiti Samoa Tongo Kina Honduras Fidži

Priobalni pojas 1m	Priobalni pojas 5m	Poljoprivreda
Otočne države Vijetnam Egipat Tunis Indonezija Mauritanija Kina Meksiko Mianmar Bangladeš Senegal Libija	Otočne države Nizozemska Japan Bangladeš Filipini Egipat Brazil Venezuela Senegal Fidži Vijetnam Danska	Sudan Senegal Zimbabve Mali Zambija Maroko Nigerija Indija Malavi Alžir Etiopija Pakistan

Izvor: World Bank (2008)

Navedene zemlje najviše su apsolutno ugrožene mjereno brojem ugroženih ljudi te relativno mjereno kroz udio šteta u bruto domaćem proizvodu. Unutar ovih zemlja najugroženije skupine stanovništva su upravo siromašni i beskućnici.

Problematika klimatskih promjena na globalnoj razini rješava se pod okriljem Ujedinjenih naroda, a Protokol iz Kyota donesen 1997. i usvojen 2005. godine predstavlja prvi pokušaj globalnog dogovora o mjerama zaštite klime. Iako je veliki broj zemalja pristupio sporazumu i obvezao se na smanjenje emisije štetnih plinova, ipak činjenica da ga SAD kao najveći svjetski zagađivač nisu ratificirale, ukazuje na veliki problem u primjeni

zaključaka sporazuma. Ipak, i u SAD-u raste svijest o klimatskim promjenama i neodrživosti dosadašnjeg energetskeg razvoja, a 2006. godina predstavlja prekretnicu u globalnom sagledavanju klimatskih promjena. International Energy Agency (IEA) u svom World Energy Outlooku (2006) započinje s konstatacijom: „Energetska budućnost koju sada stvaramo je neodrživa. Ako nastavimo kao do sada, u sljedećih 25 godina suočit ćemo se s ekološkom katastrofom, nedovoljnim investicijama i neplanskim ispadima energetskeg sustava.“ Ova crna predviđanja potvrđena su i na skupu G8 zemalja i „Plus 5“ vodećih zemalja u razvoju (Kina, Indija, Brazil, Južna Afrika i Meksiko) na konferenciji u Sankt Peterburgu. Rasprava o klimatskim promjenama u Kopenhagenu predstavlja novi pokušaj globalnog odgovora na probleme s kojima su suočene sve zemlje, no dogovor još uvijek nije postignut, vjerojatno zbog vrlo ambicioznih ciljeva koji će direktno utjecati na gospodarstvo svih, a posebice razvijenih zemalja. Naime, osnovni cilj ovog dogovora o klimi je smanjenje emisija CO<sub>2</sub> i ostalih stakleničkih plinova do 2050. za čak 50% u odnosu na 1990. godinu.

Ostvarenje ovog vrlo ambicioznog cilja bez sumnje će imati ogromne gospodarske implikacije za sve zemlje (Granić, 2010, 21):

Prvo, očekuje se promjena strukture finalne potrošnje energije i značajan rast potrošnje električne energije. Prema procjenama Međunarodne agencije za energiju (IEA), očekuje se da će u razdoblju do 2030. godine prosječno rasti potražnja za energijom po stopi od 1,3%, dok će u brzorastućim ekonomijama kao što su Kina i Indija taj rast iznositi između 3,6 – 3,9%. Na ove dvije zemlje otpadat će čak 42% povećanja potražnje za naftom u razdoblju 2005-2030. U takvim uvjetima rasta globalne potražnje za energijom, problematika proizvodnje električne energije postaje temeljno pitanje gospodarskog razvoja. Očekuje se značajan doprinos obnovljivih izvora energije, dok se nakon tsunamija i atomske katastrofe u Japanu 2011. širom svijeta preispituje uloga i potencijalni rizik dobivanja energije iz nuklearnih elektrana. U Hrvatskoj je ekonomski iskoristiv hidro potencijal uglavnom već iskorišten pa se može očekivati značajnije korištenje obnovljivih izvora energije uz adekvatnu financijsku potporu. Uvođenje financijskih potpora potaknulo je interes investitora za ulaganje u obnovljive izvore, no tek realna cijena energije koja će uključivati sve troškove zaštite okoliša može stvoriti poticajno gospodarsko okruženje za povećanje korištenja obnovljivih izvora energije.

Drugo, globalni dogovor o klimatskim promjenama i smanjenje emisija stakleničkih plinova za čak 50% drastično će povećati cijenu energije, po nekim procjenama čak 2 do 3 puta. U takvim uvjetima može se očekivati prestrukturiranje svjetske i nacionalnih ekonomija u pravcu industrijskih grana koje su tehnološki intenzivne, a sve manje energetske intenzivne.

Treće, nužan je razvoj novih tehnologija koje će omogućiti korištenje fosilnih izvora energije s vrlo malim emisijama CO<sub>2</sub>, nove generacije postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, rješavanje problema skladištenja energije dobivene iz obnovljivih izvora, nove proizvode koji će trošiti manje energije. Tehnološki razvoj utjecat će na efikasnije korištenje energije i povećanje energetske učinkovitosti. U poticanju tehnološkog razvoja koji će biti usmjeren ka novim tehnologijama i inovacijama u energetici ključna je uloga države koja će horizontalnim mjerama industrijske politike te mjerama energetske politike poticati razvoj tehnologija koje će osigurati održivi razvoj. Stoga je nužno definirati strategiju razvoja, a unutar nje i energetske strategiju, jasno postaviti ciljeve koji se žele ostvariti te mjere i instrumente kojima će se to ostvariti.

Četvrto, sve zemlje morat će se dogovoriti oko kvota emisija stakleničkih plinova, a protokolom iz Kyota definiran je mehanizam trgovanja emisijama (*IET-International Emission Trading*). Članice Kyota protokola prihvatile su ciljeve za smanjenje ili ograničavanje emisije štetnih plinova. Ovi ciljevi su izraženi kao nivoi dozvoljene emisije, ili “dodijeljeni iznosi” (AAU - assigned allowance units) u periodu između 2008 – 2012. godine. Trgovina emisijama, kao što je navedeno u Članku 17. Kyota protokola, dozvoljava zemljama koje imaju viška jedinica (neiskorišten puni dozvoljeni nivo emisija) da prodaju taj višak zemljama koje su u deficitu.

Program Europske unije za trgovinu emisijama (EU ETS - *European Union Emission Trading Scheme*) najveći je sustav trgovanja dozvolama za emisiju stakleničkih plinova na svijetu koji je započeo 1. siječnja 2005. godine. Prva faza obuhvaćala je razdoblje od 2005-2007. godine, druga se odnosi na razdoblje koje se podudara s razdobljem u kojem je potrebno ispuniti zahtjeve Kyota protokola (2008-2012. godina), a treća faza počinje 1. siječnja 2013. i traje do 2020.

Zaštita okoliša i očuvanje klime ima realnu ekonomsku cijenu koja se još uvijek kao trošak raspoređuje na svjetsko stanovništvo kroz liječenje ljudi, sanaciju onečišćenog i degradiranog okoliša te trajno izgubljene prirodne resurse na pojedinim lokacijama (Granić, 2010, 17). No, uz ekonomske posljedice, proizvodnja i potrošnja energije imaju i socijalne i društvene konzekvence. Bolesti kao što su rak, poremećaji centralnog nervnog sustava i trovanje otrovnim tvarima i plinovima visoko su korelirane sa stupnjem zagađenosti okoliša. Istraživanja (Epstein i Selber, 2002) su pokazala da su posljedice opet najrazornije za siromašne socijalne skupine koje uglavnom žive blizu rafinerija, benzinskih stanica, industrijskih kompleksa i slično. Naravno da je mjerenje učinka klimatskih promjena i onečišćenja okoliša na zdravlje ljudi vrlo kompleksno i samo aproksimativno. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 2005) procijenila je da su klimatske promjene koje su se desile od sredine 1970-tih godina uzrokovale preko 150.000 smrti samo u 2000-toj godini. A ove posljedice samo će se povećavati u budućnosti. ICTA (*International Center for Technology*

*Assessment*) (2002) procijenio je eksternalije korištenja strojeva s unutrašnjim izgaranjem koje pokreće nafta u SAD-u. Prema njihovim izračunima, učinci potrošnje benzina na okoliš i zdravlje ljudi dosežu od 231,7 i 942,9 milijardi dolara godišnje. Kako se i može očekivati (O'Rourke i Connolly, 2003), onečišćenje okoliša uslijed izgaranja nafte i naftnih derivata najviše pogađa siromašno stanovništvo u zemljama u razvoju. Ipak, klimatske promjene pogađaju sve zemlje svijeta i sve socijalne kategorije. Iznadprosječne temperature zabilježene u Europi tijekom ljeta 2003. godine uzrokovale su najmanje 27.000 smrtnih slučajeva više nego u istom periodu prethodne godine (WHO, 2005). Službena europska statistika navodi kako uslijed lokalnog zagađenja zraka prosječni građanin Europske unije živi 8,6 mjeseci kraće (<http://www.who.int>). Nema sumnje da smo svi, bez obzira na socijalni status ili geografsku poziciju zemlje u kojoj živimo, pogođeni klimatskim promjenama na koje relativno najveći utjecaj ima upravo energetska sektor.

#### **2.4. Dosadašnji rezultati empirijskih istraživanja o kauzalnoj povezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta**

Iako je međupovezanost ekonomskog rasta i potrošnje energije uglavnom općeprihvaćena teza, još uvijek ne postoji konsenzus o smjeru te kauzalnosti. Tijekom posljednjih 20-tak godina objavljen je velik broj radova o kauzalnoj povezanosti ekonomskog rasta i energije, uglavnom energetske potrošnje, a njihovi zaključci su ambivalentni. S jedne strane nalaze se radovi koji su dokazali da je energija ključan proizvodni input, jednako važan kao i rad, kapital i tehnologija. Sukladno tome, energija kao ključan preduvjet ekonomskog i socijalnog razvoja može postati i limitirajući činitelj ekonomskog rasta (Ghali i El-Sakka, 2004, 225). S druge strane, neki autori tvrde da energija čini mali udio u bruto domaćem proizvodu i ne može imati značajan učinak na rast BDP-a te stoga energija ima neutralni učinak na ekonomski rast. Ambivalentni su i rezultati istraživanja vezanih uz smjer kauzalne povezanosti između ekonomskog rasta i energetske varijabli, jer su studije čak i za iste zemlje pokazale različite rezultate.

Jedan od prvih i najčešće citiranih radova je onaj Krafta i Krafta (1978) koji je istražio smjer kauzalne povezanosti između potrošnje energije i bruto nacionalnog proizvoda (BNP) u SAD-u u razdoblju 1947-1974. te utvrdio smjer veze od BNP-a prema energetske potrošnji. Ovo pionirsko istraživanje potaknulo je čitav niz autora da istraže smjer kauzalnosti između ekonomskog rasta i potrošnje energije. Akarca i Long (1980) ponovili su istraživanje Krafta i Krafta, ali tijekom drugačijeg vremenskog perioda i nisu našli statistički značajnu kauzalnost. Erol i Yu (1987) su na primjeru Japana u razdoblju 1950-1982. pronašli obrnuti smjer Grangerove

kauzalnosti koja ide od potrošnje energije prema dohotku. Nekonzistentni rezultati za ove dvije visoko razvijene ekonomije mogu se objasniti metodološkim razlikama, ali i izboru različitog vremenskog perioda. Još je veći istraživački interes usmjeren prema zemljama u razvoju koje su značajni potrošači energije zbog visoke energetske intenzivnosti i dominantnog udjela industrije u gospodarskoj strukturi pa ulažu napor u povećanje energetske učinkovitosti. Tako su Shiu i Lam (2004) dokazali jednosmjernu kauzalnost koja ide od energetske potrošnje prema BNP-u u Kini, dok je Jumbe (2004) pronašao obostranu usmjerenost između potrošnje energije i BNP-a u Malaviju. Mozumder i Marathe (2007) u svom su istraživanju ove tematike na primjeru Bangladeša pronašli jednosmjernu kauzalnost od bruto nacionalnog proizvoda prema potrošnji energije u Bangladešu. Neki autori kao npr. Yu i Hwang (1984), Yu i Choi (1985), Yu i Jin (1992) i Cheng (1995) dokazali su tzv. hipotezu neutralnosti jer nisu našli statistički značajnu kauzalnost između navedenih varijabli. Neki autori otišli su korak dalje istražujući postojanje i smjer kauzalnosti između ekonomskog rasta i potrošnje pojedinih vrsta energenata kao što su ugljen, nafta, prirodni plin i električna energija. Yang (2000) je na primjeru Taiwana pronašao jednosmjernu kauzalnost koja ide od ekonomskog rasta prema potrošnji nafte, bez ikakvog povratnog efekta. Slične rezultate dobio je i Yoo (2006) koji je na primjeru Južne Koreje također dokazao jednosmjernu kratkoročnu kauzalnost koja ide od ekonomskog rasta prema potrošnji ugljena, dok u dugom roku postoji obostrana kauzalnost, odnosno ekonomski rast rezultira porastom potrošnje ugljena, ali i potrošnja ugljena povratno utječe na ekonomski rast. Novije istraživanje Chontanawata, Hunta i Piersea (2008) posebno je interesantno jer testira kauzalnost između BDP-a i energije na velikom uzorku zemalja koje obuhvaćaju članice i nečlanice OECD-a. Rezultati njihova istraživanja pokazuju da se može definirati uzorak smjera kauzalnosti za razvijene (članice OECD-a) i zemlje u razvoju (zemlje koje nisu članice OECD-a). U razvijenim zemljama prevladava smjer kauzalnosti koji ide od energije prema BDP-u, za razliku od zemalja u razvoju kod kojih dominira obrnuti smjer veze. Ovi rezultati upućuju na moguće implikacije za vođenje ekonomske i energetske politike jer će kod razvijenih zemalja smanjenje potrošnje energije uslijed sve većih zahtjeva za smanjenjem emisije stakleničkih plinova relativno značajno utjecati na usporavanje ekonomskog rasta.

Istraživanje Žikovića i Vlahinić-Dizdarević (2011) o smjeru kauzalnosti između ekonomskog rasta i potrošnje nafte na uzorku od 22 male europske zemlje upućuje na zanimljive zaključke o optimalnom formuliranju ekonomske i energetske politike s obzirom na posljedice naftnih šokova u malim, uvozno zavisnim ekonomijama, o čemu će biti više riječi u poglavlju 2.6. gdje detaljnije razrađujemo ovu temu.



Do sada su objavljena samo dva istraživanja koja ispituju postojanje kauzalnosti i smjer veze između ekonomskog rasta i energije na primjeru Republike Hrvatske. Gelo (2009) je primjenom VAR modela pronašao kauzalnost koja ide od rasta BDP-a prema ukupnoj primarnoj potrošnji energije u Hrvatskoj u periodu 1953-2005. godine. Novije istraživanje (Vlahinić-Dizdarević, Žiković, 2010) primijenilo je model korekcije greške (ECM - *Error Correction Model*) jer VAR model nije prihvatljiv u uvjetima postojanja kointegracije između promatranih varijabli te uključilo i neke druge energetske varijable kao što su proizvodnja primarne energije, potrošnja u sektoru kućanstva i industrije, neto uvoz energije te potrošnja nafte. U nastavku su obrazloženi rezultati ovog istraživanja.

## 2.5. Međupovezanost energije i ekonomskog rasta u RH

Kako bismo dokazali postojanje i smjer veze između ekonomskog rasta i energije, koristili smo sljedeće varijable: realni bruto domaći proizvod (u milijunima US dolara) na godišnjoj razini, konačnu potrošnju energije u industriji i kućanstvima, primarnu proizvodnju energije, neto uvoz energije i potrošnju nafte u tisućama barela dnevno. Vremenski niz koji smo koristili odnosi se na razdoblje 1993-2006. godine, što je relativno kratki period, no predstavlja relevantno razdoblje za ekonometrijsku analizu. Svjesni smo da bi korištenje kvartalnih podataka dalo kvalitetnije rezultate, no nedostupnost energetskih indikatora na kvartalnoj razini predstavljalo je objektivno ograničenje takve analize.

U tablici 3 i 4 prikazana je deskriptivna statistika i testovi normalnosti distribucije za razine i prve diferencije varijabli.

Korištene kratice su sljedeće:

GDP – prirodni logaritam bruto domaćeg proizvoda u milijunima US\$,  
FEC\_H – prirodni logaritam ukupne potrošnje energije u domaćinstvima u tisućama tona ekvivalenta nafte (TOE),  
FEC\_I – prirodni logaritam ukupne potrošnje energije u industriji u TOE,  
PEP – prirodni logaritam proizvodnje primarne energije u TOE,  
NIE – prirodni logaritam neto uvoza energije u TOE,  
OIL – prirodni logaritam potrošnje nafte u tisućama barela na dan

Tablice 3 i 4 daju deskriptivnu statistiku i testove normalnosti za analizirane varijable.

Tablica 3. Deskriptivna statistika i testovi normalnosti za analizirane varijable u razdoblju 1993–2006.

Statistike	GDP	FEC_H	FEC_I	PEP	NIE	OIL
Opisna statistika						
Aritm. sred.	14.882,95	1.638,64	1.422,50	3.935,29	4.100,29	86,52
Median	14.436,24	1.664,50	1.416,00	3.928,50	4.179,00	88,97
Minimum	10.902,62	1.220,00	1.257,00	3.569,00	2.568,00	62,82
Maksimum	19.278,98	1.926,00	1.637,00	4.494,00	5.262,00	99,00
St.dev.	2.536,95	224,28	110,13	270,43	901,00	9,28
Asimetrija	0,17	-0,59	0,39	0,37	-0,31	-1,09
Kurtosis	2,07	2,39	2,50	2,33	1,78	4,08
Testovi normalnosti						
Jarque-Bera test	0,577	1,042	0,493	0,584	1,096	3,467
(p vrijednost)	0,500	0,325	0,500	0,500	0,297	0,044
Lilliefors test	0,119	0,156	0,198	0,138	0,164	0,172
(p vrijednost)	0,500	0,453	0,141	0,500	0,377	0,307
Shapiro-Wilk/Francia	0,973	0,921	0,947	0,951	0,924	0,901
(p vrijednost)	0,914	0,225	0,522	0,583	0,254	0,233

Izvor: Izračun autora

Tablica 4. Deskriptivna statistika i testovi normalnosti za prve diferencije analiziranih varijabli u razdoblju 1993–2006.

Statistike	GDP	FEC_H	FEC_I	PEP	NIE	OIL
Opisna statistika						
Aritm. sred.	0,044	0,032	0,016	-0,006	0,049	0,035
Median	0,047	0,023	0,014	-0,002	0,027	0,033
Minimum	-0,009	-0,036	-0,086	-0,111	-0,075	-0,127
Maksimum	0,066	0,116	0,133	0,087	0,175	0,224
St.dev.	0,020	0,046	0,055	0,055	0,077	0,085
Asimetrija	-1,370	0,255	0,190	-0,534	0,104	0,347
Kurtosis	4,611	2,042	3,249	2,930	1,910	3,758
Testovi normalnosti						
Jarque-Bera test	5,472	0,638	0,111	0,621	0,667	0,573
(p vrijednost)	0,018	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Lilliefors test	0,228	0,114	0,193	0,174	0,151	0,221
(p vrijednost)	0,062	0,500	0,203	0,335	0,500	0,078
Shapiro-Wilk/Francia	0,854	0,974	0,948	0,937	0,966	0,916
(p vrijednost)	0,141	0,933	0,490	0,422	0,841	0,305

Izvor: Izračun autora

Dok su promjene u realnom BDP-u granično normalno distribuirane, energetske varijable su normalno distribuirane s blagim nagibom na desno (prema rastu) te su platokurtične (tanji repovi distribucije nego što to

predviđa normalna distribucija), što znači da u promatranom razdoblju nisu zabilježeni ekstremni pomaci u vrijednostima varijabli.

Kako bi se ispitalo postojanje jediničnih korijena i identificirao stupanj integracije varijabli upotrijebit će se ADF metoda testiranja. Ukoliko se pokaže da analizirane varijable posjeduju jedinične korijene može se iskoristiti vjerojatnost zajedničkog kretanja njihovih vrijednosti tj. vjerojatnost da zajednički teže stabilnom dugoročnom ekvilibriju. Test jediničkog korijena je proveden na način da dozvoljava prisutnost konstante i vremenskog trenda. Newey-West (1987) metoda je korištena u pronalasku optimalne dužine vremenskog pomaka. Test jediničkog korijena za razinu i prvu diferenciju BDP-a i energetske varijabli u razdoblju 1993-2006. dat je u tablici 5.

Tablica 5. Test jediničkog korijena za analizirane varijable

Varijable	Razina ADF vrijednosti	Prva diferencija ADF vrijednosti
GDP	0,592	-2,934*
FEC_H	-2,002	-3,355
FEC_I	-0,583	-3,527*
PEP	-2,501	-3,437*
NIE	-1,663	-3,345*
OIL	-3,081	-4,033*

\* Signifikantno pri 10%. Krična vrijednost ADF statistike pri razini od 10% iznosi približno 3.17.

Izvor: Izračun autora

Tablica 5 pokazuje da pretpostavka stacionarnosti ne stoji za razine analiziranih varijabli te da su varijable integrirane reda jedan  $I(1)$ , budući da diferenciranje varijabli proizvodi stacionarnost.

Budući da test jediničkog korijena potvrđuje nestacionarnost varijabli u VAR modelu, moguće je primijeniti Johansenovu metodologiju u testiranju postojanja kointegracije (Johansen, 1988, 1991). Kako bi se odredio broj kointegrirajućih vektora, korišteni su testovi traga matrice svojstvenih vrijednosti ( $\lambda_{trace}$ ) i najveće svojstvene vrijednosti ( $\lambda_{max}$ ) te kritične vrijednosti prema MacKinnon, Haug i Michelisu (1999). Kod bivarijatnih modela GDP OIL, GDP PEP i GDP FEC\_I oba testa su identificirala po jedan kointegracijski vektor uz 5% signifikantnosti, što je i predstavljeno u tablici 6.

Tablica 6. Testovi traga matrice svojstvenih vrijednosti ( $\lambda_{trace}$ ) i najveće svojstvene vrijednosti ( $\lambda_{max}$ ) Croatian real GDP and energy variables, period 1993 – 2006.

Testirani br. CE(s)	GDP OIL (Bez determinističkog trenda, konstanta)		GDP PEP (Bez determinističkog trenda, konstanta)		GDP NIE (Konstanta i linearan trend)		GDP FECH (Konstanta i linearan trend)		GDP FECI (Bez determinističkog trenda, konstanta)	
	Trace statistika	Max-Eigen statistika	Trace statistika	Max-Eigen statistika	Trace statistika	Max-Eigen statistika	Trace statistika	Max-Eigen statistika	Trace statistika	Max-Eigen statistika
Nula *	39.53457	39.04959	25.02074	24.99896	22.41448	22.36554	32.61132	25.72599	19.15178	18.97449
Najviše 1	0.484979	0.484979	0.021781	0.021781	0.048938	0.048938	6.885332	6.885332	0.177298	0.177298
	Trace test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Trace test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Trace test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Trace test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Trace test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti	
	Max-eigen test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Max-eigen test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Max-eigen test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Max-eigen test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti		Max-eigen test signalizira 1 kointegracijsku jednadžbu pri 5% signifikantnosti	

\* označava odbacivanje hipoteze pri 5% signifikantnosti

Izvor: Izračun autora

Kointegracija u slučaju ovih modela predstavlja primjer testiranja kada postoji konstanta (ne i trend) u kointegracijskoj jednadžbi, a testira se postojanje VAR model s jednim kointegrirajućim vektorom. Prikladnost ovog izbora postavki testirana je pomoću Akaike informacijskog kriterija (AIC) i Schwarzovog informacijskog kriterija (SIC). Pretpostavka postojanja konstante i nepostojanja determinističkog trenda u modelima GDP OIL, GDP PEP i GDP FEC\_I uspješno je potvrdila postojanje dugoročne veze među parovima analiziranih varijabli. Model s konstantom i linearnim determinističkim trendom u slučaju GDP NIE i GDP FEC\_H parova također potvrđuje postojanje dugoročne veze (Tablica 4).

Nakon što su dobivene kointegracijske veze između BDP-a i energetske varijabli može se ocijeniti EC model za realni BDP i energetske varijable kako bi se dobile i njihove kratkoročne elastičnosti. EC model u svojoj specifikaciji sadrži dobivene kointegracijske veze tako da na taj način ograničava dugoročno ponašanje endogenih varijabli kako bi konvergirale ka svojim kointegracijskim vezama, a istovremeno dopuštaju kratkoročnu dinamiku. Kointegracijski član u EC modelu je još poznat i kao član ispravke pogreške (EC) budući da se devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja putem njega postupno, kroz seriju kratkoročnih pomaka, ispravljaju. Rezultati Johansenovog kointegracijskog testa, kao i kratkoročna i dugoročna kauzalnost između BDP-a i energetske varijabli predstavljeni su u tablicama 7 i 8.

*Tablica 7. Kauzalnost između BDP-a i energetske varijabli u Republici Hrvatskoj*

Varijabla	Kointegracijski rang	Kauzalnost	Varijabla
GDP	1	→	OIL
GDP	1	→	PEP
GDP	1	→	NIE
GDP	1	→	FEC_H
GDP	1	→	FEC_I

Izvor: Izračun autora

Tablica 8. Johansenov EC model za realni BDP i energetske varijable u Hrvatskoj za razdoblje 1993-2006.

Zavisna var.	D(GDP)	D(OIL)	Zavisna var.	D(GDP)	D(PEP)	Zavisna var.	D(GDP)	D(NIE)	Zavisna var.	D(GDP)	D(FECH)	Zavisna var.	D(GDP)	D(FECl)
CointEq1	0.143937 [ 0.62429]	0.516980 [ 2.17960]	CointEq1	-0.059612 [-0.76558]	0.275736 [ 1.71399]	CointEq1	-0.142998 [-0.65124]	-0.20478 [-3.18086]	CointEq1	-0.424715 [-1.21761]	-0.222123 [-4.38328]	CointEq1	-0.035815 [-1.95635]	-0.096551 [-2.21789]
D(GDP(-1))	0.535585 [ 1.51686]	-0.516206 [-1.42110]	D(GDP(-1))	0.379144 [ 0.79139]	1.955128 [ 1.97526]	D(GDP(-1))	0.636725 [ 1.90664]	2.353691 [ 2.40386]	D(GDP(-1))	0.491902 [ 1.65541]	0.334142 [ 0.77402]	D(GDP(-1))	0.730882 [ 3.14649]	0.459033 [ 0.83104]
D(GDP(-2))	-0.522294 [-1.61927]	0.718477 [ 2.16522]	D(GDP(-2))	-0.540971 [-1.46697]	-1.691.994 [-2.22079]	D(GDP(-2))	-0.073107 [-0.18468]	3.200099 [ 2.75720]	D(GDP(-2))	-0.233469 [-0.56254]	2.399365 [ 3.97934]	D(GDP(-2))	-0.057001 [-0.23684]	1.298163 [ 2.26830]
D(OIL(-1))	0.017790 [ 0.07621]	0.116697 [ 0.48593]	D(PEP(-1))	0.198930 [ 0.85673]	-0.641144 [-1.33647]	D(NIE(-1))	-0.139962 [-1.05721]	-1142836 [-2.94427]	D(FECH(-1))	0.169804 [ 1.16518]	-0.301498 [-1.42404]	D(FECl(-1))	-0.349746 [-2.63884]	-0.772488 [-2.45105]
D(OIL(-2))	0.198433 [ 1.19417]	-0.214746 [-1.25621]	D(PEP(-2))	0.188117 [ 1.02813]	-0.267766 [-0.70833]	D(NIE(-2))	-0.176176 [-1.75026]	-0.814414 [-2.75959]	D(FECH(-2))	0.038313 [ 0.25409]	0.298232 [ 1.36141]	D(FECl(-2))	-0.352891 [-2.94572]	-1211465 [-4.25269]
Konstanta	0.032912 [ 2.29092]	0.006753 [ 0.45694]	Konstanta	0.052045 [ 2.19758]	-0.017026 [-0.34796]	Konstanta	0.035168 [ 2.22889]	-0.082794 [-1.78972]	Konstanta	0.021796 [ 1.26067]	-0.093550 [-3.72453]	Konstanta	0.021775 [ 2.04977]	-0.024656 [-0.97608]
R2	0.736856	0.968442	R2	0.510549	0.661071	R2	0.629728	0.772378	R2	0.677502	0.844205	R2	0.820080	0.832396
Adj. R2	0.473712	0.936884	Adj. R2	0.021098	0.322142	Adj. R2	0.259455	0.544756	Adj. R2	0.355004	0.688410	Adj. R2	0.640160	0.664792
SSR	0.001088	0.001152	SSR	0.002024	0.008639	SSR	0.001531	0.013162	SSR	0.001334	0.002815	SSR	0.000744	0.004207
S.E. equation	0.014752	0.015177	S.E. equation	0.020120	0.041568	S.E. equation	0.017499	0.051308	S.E. equation	0.016332	0.023727	S.E. equation	0.012198	0.029007
F-statistic	2.800198	30.68757	F-statistic	1.043106	1.950471	F-statistic	1.700715	3.393247	F-statistic	2.100792	5.418685	F-statistic	4.558019	4.966442
likelihood	35.10806	34.79614	likelihood	31.69486	23.71288	likelihood	33.22961	21.39725	likelihood	33.98938	29.88096	likelihood	37.19910	27.67057
Akaike AIC	-5.292.374	-5.235.663	Akaike AIC	-4.671.792	-3.220.524	Akaike AIC	-4.950.838	-2.799.500	Akaike AIC	-5.088.979	-4.341.993	Akaike AIC	-5.672.563	-3.940.104
Schwarz SC	-5.075.341	-5.018.629	Schwarz SC	-4.454.759	-3.003.491	Schwarz SC	-4.733.804	-2.582.466	Schwarz SC	-4.871.945	-4.124.959	Schwarz SC	-5.455.529	-3.723.070
Mean dep.	0.040627	0.010234	Mean dep.	0.040627	-0.000614	Mean dep.	0.040627	0.046519	Mean dep.	0.040627	0.025551	Mean dep.	0.040627	0.024012
SD depend.	0.020335	0.060410	SD depend.	0.020335	0.050488	SD depend.	0.020335	0.076043	SD depend.	0.020335	0.042505	SD depend.	0.020335	0.050101

Izvor: Izračun autora

Smjer kauzalnosti ima iznimno važne implikacije za formiranje ukupne gospodarstvene politike budući da njeno poznavanje ima izravne posljedice na formiranje državne politike glede uštede energije i sustava subvencioniranja cijena energenata. Kako dobiveni rezultati pokazuju da je u Hrvatskoj rast realnog BDP-a kointegriran s potrošnjom energije, primarnom proizvodnjom energije i neto uvozom energije, mora postojati bilo jednosmjerna ili dvosmjerna Grangerova kauzalost. Ovaj zaključak proizlazi iz toga što prema definiciji kointegracije makar jedan EC član mora biti signifikantno različit od nule.

Rezultati u tablici 8. vezani uz potrošnju nafte (prvi stupac) očekivani su i logični. Iako diferencirani BDP s jednim lagom pokazuje nesignifikantnu vezu, kada se uključi drugi lag jasna je signifikantna pozitivna veza između BDP-a i potrošnje nafte. Ovakav rezultat se može objasniti činjenicom da je potrebno određeno vrijeme kako bi se povećanje BDP-a „prelilo“ u povećanu potražnju (potrošnju) za naftom. Potrošnja nafte povećava se s vremenskim lagom u odnosu na povećanje BDP-a, a 1% povećanja realnog BDP-a rezultira povećanjem potrošnje nafte od 0,72%. Procjena EC člana od 0,517 znači da se 51,7% devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja u prethodnom razdoblju poništava u tekućem razdoblju. Realni BDP objašnjava visokih 93,7% varijacija u zavisnoj varijabli (nafta).

Za primarnu proizvodnju energije rezultati pokazuju dvojaki učinak: u prvom lagu postoji pozitivna veza s BDP-om, dok drugi lag ima negativan koeficijent. Ovakvo ponašanje dijelom se može objasniti time što ocjena prilagodbe  $R^2$  pokazuje da se samo 32,2% varijacije u primarnoj proizvodnji energije može objasniti pomoću BDP-a. 27,5% devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja u prethodnom razdoblju poništava se u tekućem razdoblju.

Rezultati povezanosti neto uvoza energije i BDP veoma su problematični za Hrvatsku te otkrivaju pogrešnu državnu politiku (ili njen manjak) s obzirom na domaću primarnu proizvodnju energije. Neto uvoz energije je snažno pozitivno povezan s BDP-om pri oba laga. Porast BDP-a od 1% rezultira povećanjem neto uvoza energije od 2,35% u prvom lagu i 3,2% u drugom lagu. EC član ukazuje da se 20,5% devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja u prethodnom razdoblju poništava u tekućem razdoblju. Realni BDP objašnjava visokih 54,5% varijacija u neto uvozu energije.

Rezultati modela povezanosti BDP-a i ukupne potrošnje energije u domaćinstvima te ukupne potrošnje energije u industriji su slični. U oba slučaja prvi lag realnog BDP-a nije signifikantan, ali ima pozitivan predznak; drugi lag pokazuje signifikantnu i snažnu pozitivnu kratkoročnu vezu između konačne potrošnje energije i BDP-a. Objašnjenje ovog rezultata slično je objašnjenju za potrošnju nafte, tj. povećanje u realnom BDP-u ne očituje se odmah u povećanju potrošnje energije u

domaćinstvima i industriji, već s vremenskim pomakom. Nakon što se s vremenskim pomakom povećanje u realnom BDP-u „prelije“ na domaćinstva i industriju, njegov utjecaj je veoma snažan. Porast BDP-a od 1% rezultira povećanjem ukupne potrošnje u domaćinstvima od 2,4% i porastu potrošnje u industriji od 1,3%. U slučaju domaćinstava 22,2% devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja u prethodnom razdoblju poništava se u tekućem razdoblju, dok kod industrijske potrošnje korekcija iznosi 9,66%. Realni BDP objašnjava 68,8% (domaćinstva) i 66,5% (industrija) varijacija u analiziranim varijablama.

U konačnici može se zaključiti da su svi dijagnostički testovi zadovoljavajući. Uzme li se u obzir signifikantnost t statistike, koeficijenti su ispravno određeni. EC član koji anulira odstupanja od dugoročne ravnoteže statistički je značajan u svim jednadžbama, što potvrđuje postojanje dugoročne ravnoteže između varijabli u EC modelima. Sve jednadžbe su statistički signifikantne, a sveukupna ocjena prilagodbe je zadovoljavajuća. Može se zaključiti da su koeficijenti regresije signifikantno različiti od nule. Kako bi se ocijenila robustnost procijenjenih EC modela, potrebno je provesti testiranje njihovih reziduala. Za EC rezidualne procijenjenih bivariatnih modela u tablicama 9, 10 i 11 predstavljeni su: Portmanteau autokorelacijski test, test normalnosti EC reziduala te Grangerov test uzročnosti parova varijabli/Waldov test skupne egzogenosti varijabli (Pairwise Granger causality/Block exogeneity Wald test). Na primjer, Portmanteau autokorelacijski test u tablici 9 pokazuje da u rezidualima bivariatnih EC modela nema autokorelacije sve do petog laka, osim kod modela BDP – ukupna potrošnja nafte. Test normalnosti reziduala je izračunat koristeći Jarque–Berra statistiku s Cholesky (Urzua) ortogonalizacijom te pokazuje da se reziduali testiranih EC modela mogu promatrati kao multivarijatno normalno distribuirani. Grangerov test uzročnosti parova varijabli/Waldov test skupne egzogenosti varijabli prikazan u tablici 11 testira mogu li se endogene varijable u modelu tretirati kao egzogene. Za svaku jednadžu u VAR modelu rezultat testa je Waldova statistika za skupnu signifikantnost svake od ostalih lagiranih endogenih varijabli u toj jednadžbi.



Tablica 9. Portmanteau autokorelacijski test EC reziduala

Lagovi	GDP OIL		GDP PEP		GDP NIE		GDP FECH		GDP FECI	
	Q-stat	Vjerojatnost	Q-stat	Vjerojatnost	Q-stat	Vjerojatnost	Q-stat	Vjerojatnost	Q-stat	Vjerojatnost
1	9.287897	NA*	5.492014	NA*	7.369288	NA*	4.761089	NA*	7.548791	NA*
2	14.46035	NA*	10.18740	NA*	12.63517	NA*	5.684271	NA*	12.79701	NA*
3	20.26342	0.0025	11.93581	0.0634	15.96150	0.0140	8.343307	0.3033	14.25135	0.0270
4	29.96131	0.0009	12.70850	0.2404	17.70437	0.0602	9.966935	0.5334	15.66072	0.1098
5	34.71296	0.0016	13.49430	0.4880	20.16686	0.1250	10.70857	0.7730	18.04638	0.2047

H0: nema autokorelacije u rezidualima do laga h

Izvor: Izračun autora

Tablica 10. Test normalnosti EC reziduala

Komponente	GDP OIL		GDP PEP		GDP NIE		GDP FECH		GDP FECI	
	Jarque-Bera	Vjerojatnost	Jarque-Bera	Vjerojatnost	Jarque-Bera	Vjerojatnost	Jarque-Bera	Vjerojatnost	Jarque-Bera	Vjerojatnost
1	0.398377	0.8194	0.344058	0.8420	0.155396	0.9252	1.488345	0.4751	NA	NA
2	2.008959	0.3662	1.726800	0.4217	0.853778	0.6525	4.731194	0.0939	NA	NA
Skupa	3.703825	0.9298	3.036475	0.9628	2.374929	0.9841	8.270053	0.5072	4.824447	0.8493

Ortogonalizacija: Kovarijanca reziduala (Urzua)

H0: reziduali su multivarijatno normalni

Izvor: Izračun autora

Tablica 11. Grangerov test uzročnosti parova varijabli/Waldov test skupne egzogenosti varijabli za EC reziduale

GDP OIL			GDP PEP			GDP NIE			GDP FECH			GDP FECI		
Zavisna varijabla: D(GDP)			Zavisna varijabla: D(GDP)			Zavisna varijabla: D(GDP)			Zavisna varijabla: D(GDP)			Zavisna varijabla: D(GDP)		
Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.
D(OIL)	6.720107	0.0347	D(PEP)	1.301251	0.5217	D(NIE)	3.063701	0.2161	D(FECH)	1.430352	0.4891	D(FECI)	9.256699	0.0098
Zavisna varijabla: D(OIL)			Zavisna varijabla: D(PEP)			Zavisna varijabla: D(NIE)			Zavisna varijabla: D(FECH)			Zavisna varijabla: D(FECI)		
Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.	Isključeno	Hi-kvad	Vjeroj.
D(GDP)	7.238633	0.0268	D(GDP)	6.415591	0.0404	D(GDP)	16.30845	0.0003	D(GDP)	20.04456	0.0000	D(GDP)	8.037815	0.0180

Izvor: Izračun autora

Naši rezultati pokazuju da je kratkoročno smjer međuzavisnosti uvijek isti i kreće se od rasta realnog BDP-a prema energetske varijabla. Ovi rezultati razlikuju se od većine studija koje istražuju zemlje u razvoju kod kojih kauzalnost ima obrnuti smjer: od energije prema ekonomskom rastu. Rezultati koje smo dobili za Hrvatsku specifični su za razvijene, postindustrijske ekonomije s razvijenim uslužnim sektorom. Međuzavisnost energije, ostalih inputa i ekonomske aktivnosti mijenja se usporedo s prestrukturiranjem i dostignutim stupnjem razvoja. Potrošnja energije u razvijenim zemljama većim se dijelom troši u finalnoj potrošnji (prijevoz, grijanje, hlađenje) u odnosu na zemlje u razvoju gdje glavnina finalne potrošnje energije otada na proizvodne procese. U takvoj situaciji eksterni šokovi kao što su veliki porast cijena energije ili problemi u opskrbi imaju manji učinak na ekonomski rast, dok, s druge strane, ekonomski rast značajno utječe na razinu potrošnje, proizvodnje i uvoza energije. Iako je Hrvatska tranzicijska zemlja koja po mnogim pokazateljima još uvijek spada u zemlje u razvoju, ipak je njena gospodarska struktura vrlo slična razvijenim zemljama u kojima uslužni sektor čini preko 60% udjela u bruto domaćem proizvodu. Na žalost, slične strukturne karakteristike posljedice su sasvim različitih uzroka. Proces privatizacije u Hrvatskoj uglavnom je privukao tzv. brown-field investicije u uslužni sektor, posebice telekomunikacije i financijski sektor, a glavni motiv za strane investitore bio je ekstra profit na ovim oligopolskim (u početku i monopolskim) tržištima. S druge strane, bolna tranzicija tijekom 90-tih godina, restrukturiranje teške industrije koja je bila veliki potrošač energije te zatvaranje brojnih proizvodnih poduzeća koja su izgubila tržište za svoje proizvode, bilo zbog nekonkurentnosti na EU tržištu, bilo zbog gubitka bivšeg jugoslavenskog tržišta, utjecali su na značajno smanjenje potrošnje energije u industrijskom sektoru. Nekonkurentnost hrvatske industrije dodatno je otežana politikom jake domaće valute koja poskupljuje izvozne i pojeftinjuje uvozne proizvode, i u kombinaciji s brзом i ekstenzivnom trgovinskom liberalizacijom doveli su do pada industrijske proizvodnje i industrijske potrošnje energije. Promjene u strukturi proizvodnje u razdoblju 1998-2007. prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 12. Struktura bruto dodane vrijednosti prema NKD-u (u tekućim cijenama), 1998-2007.

	1998.	2000.	2002.	2005.	2007.	Indeks 2007/1998.
A Poljoprivreda, lov, šumarstvo	7.7	7.2	6.7	5.4	3.9	50,5
B Ribarstvo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	100,0
C Rudarstvo i vađenje	0.5	0.6	0.5	0.7	0.7	140,0
D Prerađivačka industrija	17.9	17.6	15.6	14.9	14.5	81,0
15 Proizvodnja hrane i pića	3.4	3.2	3.1	3.0	2.8	82,4
16 Proizvodnja duhanskih proizvoda	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	100,0
17 Proizvodnja tekstila	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	75,0
18 Proizvodnja odjeće ; dorada i bojanje krzna	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	55,6
19 Štavljenje i obrada kože; proizvodnja kovčega i torba, ručnih torbica, sedlarskih i remenarskih proizvoda i obuće	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	66,7
20 Prerada drva, proizvodnja proizvoda od drva i pluta, osim namještaja	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	83,3
21 Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	100,0
22 Izdavačka i tiskarska djelatnost te umnožavanje snimljenih zapisa	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	100,0
23 Proizvodnja koksa, naftnih derivata i nuklearnog goriva	2.3	2.6	1.2	1.5	1.3	56,5
24 Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda	2.2	2.3	1.5	1.2	0.9	40,9
25 Proizvodnja proizvoda od gume i plastike	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	80,0
26 Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	122,2
27 Proizvodnja metala	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	100,0
28 Proizvodnja proizvoda od metala, osim strojeva i opreme	1.0	0.9	1.2	1.2	1.3	130,0
29 Proizvodnja strojeva i uređaja, d.n.	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	83,3
30 Proizvodnja uredskih strojeva i računala	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	100,0
31 Proizvodnja električnih strojeva i aparata, d.n.	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	85,7
32 Proizvodnja RTV i komunikacijskih aparata i opreme	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	133,3
33 Proizvodnja medicinskih, preciznih i optičkih	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	100,0

instrumenata te satova						
34 Proizvodnja motornih vozila, prikolica i poluprikolica	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	50,0
35 Proizvodnja ostalih prijevoznih sredstava	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	87,5
36 Proizvodnja namještaja, ostala prerađivačka industrija, d.n.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	100,0
37 Reciklaža	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	200,0
E Opskrba električnom energijom, plinom i vodom	2.7	2.5	2.2	2.3	1.6	59,3
F Građevinarstvo	5.6	3.9	4.6	6.3	6.6	117,9
G Trgovina na veliko i na malo; popravak motornih vozila i motocikla te predmeta za osobnu uporabu i kućanstvo	10,0	8.6	11.0	11.1	11.0	110,0
H Hoteli i restorani	2.6	2.8	3.5	3.7	3.6	138,5
I Prijevoz, skladištenje i veze	7.1	8.1	7.5	7.8	6.9	97,2
J Finacijsko posredovanje	3.6	3.8	4.1	5.0	5.4	150,0
K Poslovanje nekretninama, iznajmljivanje i poslovne usluge	8.3	8.6	12.1	13.4	16.0	192,8
L Javna uprava i obrana; obvezno socijalno osiguranje	8.5	8.3	5.7	4.9	4.9	57,6
M Obrazovanje	3.6	4.3	3.4	3.5	3.4	94,4
N Zdravstvena zaštita i socijalna skrb	4.1	4.7	4.0	3.8	3.7	90,2
O Ostale društvene, socijalne i osobneuslužne djelatnosti	2.0	2.5	2.6	2.6	2.6	130,0
P Privatna kućanstva sa zaposlenim osobljem	0.0	0.2	0.2	0.1	0.2	300,0
Q Izvanteritorijalne organizacije i tijela	-	-	-	-	-	

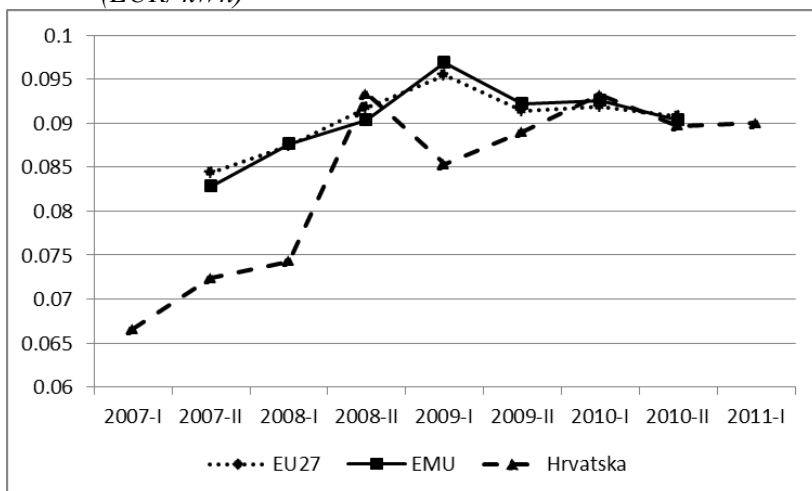
Izvor: Državni zavod za statistiku, 2003. i 2010.

Tijekom promatranog razdoblja značajno se smanjio udio energetske intenzivnih djelatnosti kao što su poljoprivreda i prerađivačka industrija, posebice proizvodnje koksa, naftnih derivata i nuklearnog goriva te proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda. S druge strane, porastao je udio uslužnih djelatnosti koje su mali potrošači energije kao npr. poslovanje nekretninama, poslovne usluge, financijsko posredovanje i ugostiteljstvo. Stoga rezultati našeg istraživanja reflektiraju nisku energetske intenzivnost hrvatskog gospodarstva koja iznosi 0,17 toe/1000 \$ BDP-a. U usporedbi s ostalim zemljama Zapadnog Balkana čija prosječna energetska intenzivnost iznosi 0,28 toe/1000 \$ BDP-a, to je znatno manje, no još uvijek 13% više nego što je prosjek europskih članica OECD-a. Prema OECD-u i IEA (2008) Hrvatska ima potencijala za značajne uštede u ukupnoj potrošnji energije do čak 25%, posebice u sektoru prijevoza i u zgradarstvu. Procjenjuje se da više od 83% postojećih zgrada nema odgovarajuću

termalnu izolaciju te je stoga prosječna potrošnja energije u tom sektoru čak 50% veća nego u postojećim zgradama u Njemačkoj.

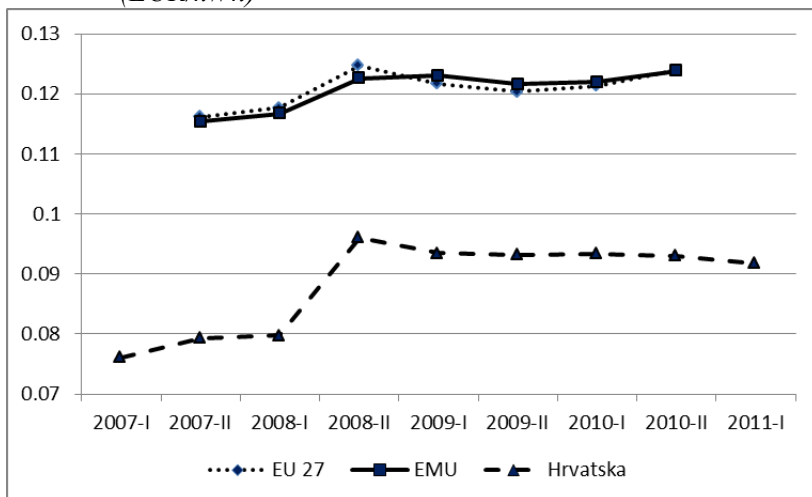
Dodatni problem koji je negativno utjecao na konkurentnost hrvatskih poduzeća vezan je uz više cijene energije za industriju u odnosu na cijene za kućanstva.

Slika 3. Cijena električne energije za industriju bez poreza, 2007-2011. (EUR/kWh)



Izvor: Eurostat 2011

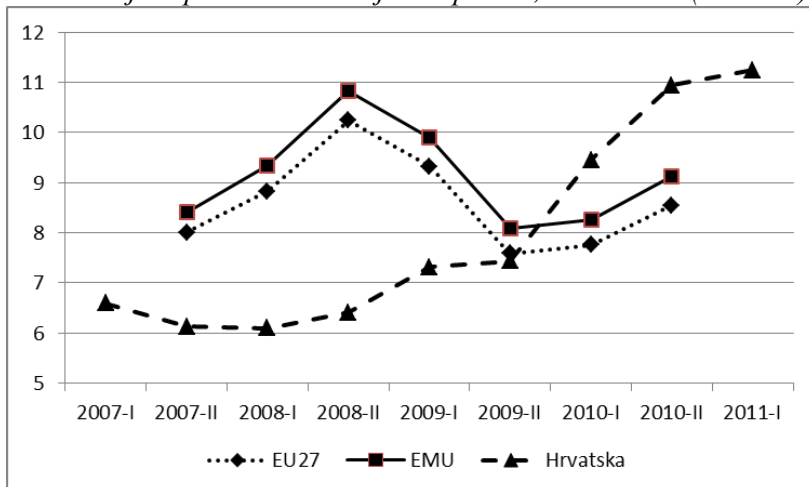
Slika 4. Cijena električne energije za kućanstva bez poreza, 2007-2011. (EUR/kWh)



Izvor: Eurostat 2011

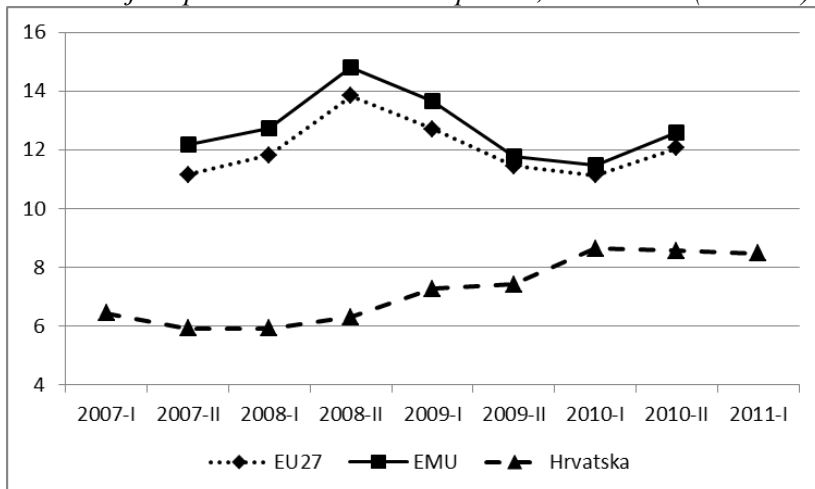
Kako se može vidjeti, cijene električne energije za industriju u Hrvatskoj dostigle su cijene u Europskoj uniji i Europskoj monetarnoj uniji, što znači da su domaći proizvođači u relativno nepovoljnijoj situaciji u odnosu na europske konkurente jer su ionako opterećeni višim troškovima, posebice višom kamatnom stopom. Situacija je još nepovoljnija što se tiče cijene plina za industriju koja je značajno viša nego u ostalim europskim zemljama.

Slika 5. Cijene plina za industriju bez poreza, 2007-2011. (EUR/GJ)



Izvor: Eurostat 2011

Slika 6. Cijene plina za kućanstva bez poreza, 2007-2011. (EUR/GJ)



Izvor: Eurostat 2011

Ovakva nepovoljna situacija naslijeđe je prošlosti kada su tranzicijske zemlje primjenjivale unakrsne subvencije odnosno niže cijene za kućanstva

kompenzirale višim cijenama energije za industriju. Iako su unakrsne subvencije ukinute, još uvijek su cijene za industriju više nego za kućanstva, uglavnom zbog socijalnih razloga i nastojanja vlada da ublaže ekonomski udar na građane. U usporedbi sa starim članicama Europske unije gdje su cijene energije za industriju u prosjeku 2/3 cijene koja se naplaćuje individualnim potrošačima i gdje je taj odnos cijena rezultat relativnih troškova opskrbe ove dvije kategorije potrošača, jasno je da se hrvatska poduzeća teško mogu nositi s konkurencijom iz Europske unije. Što se tiče cijena električne energije, cijene za industriju 2009. godine na razini EU-27 niže su za 23,8% u odnosu na cijene električne energije za kućanstva, dok je ta razlika još i više izražena kod cijena plina. One su čak 26,2% niže u usporedbi sa cijenom za kućanstva.

Iako je porast cijena, prvenstveno električne energije, nužan da bi se postigla ekonomska cijena energije u Hrvatskoj te da bi se poslali racionalni ekonomski signali privatnim investitorima, pitanje energetske siromaštva i subvencioniranja cijene energije socijalno osjetljivim kategorijama stanovništva treba biti uključeno i regulirano kroz energetske i socijalnu politiku.<sup>3</sup>

## **2.6. Međupovezanost potrošnje nafte i ekonomskog rasta u malim europskim zemljama**

Nema sumnje da je nafta još uvijek, a ostatak će još dugo tako, najvažniji energent i pokretač industrijskog i ukupnog gospodarskog rasta. Potražnja za naftom u razdoblju nakon 2000. godine do početka globalne gospodarske krize rasla je većim intenzitetom nego desetljećima prije pa se tako svijet nakon trideset godina vratio na intenzitet porasta energetske potrošnje sličan onomu s početka sedamdesetih godina, odnosno prije prvog naftnog šoka 1973-1974. godine. Svijet je 2005. godine potrošio dvostruko više ukupne energije i za polovicu više nafte nego 1972. u vrijeme neposredno prije prve naftne krize. Potrošnja energije raste, a njezina se prosječna učinkovitost smanjuje. Od svih kontinenata jedino Europa uspijeva održati rast gospodarstva uz niži rast potrošnje energije te uspijeva smanjiti energetske intenzivnost i povećavati energetske učinkovitost (Dekanić, 2007, 342). Nakon naftnog šoka 2007-2008. godine kada je cijena nafte dostigla razinu od 145 \$ po barelu, svjetsko gospodarstvo našlo se ponovo pred sličnim dvojbama kao i krajem 70-tih godina 20. stoljeća: kako smanjiti potrošnju energije uz održavanje ekonomskog rasta. Moglo bi se reći da je sadašnja situacija ozbiljnija nego u vrijeme prvog i drugog

---

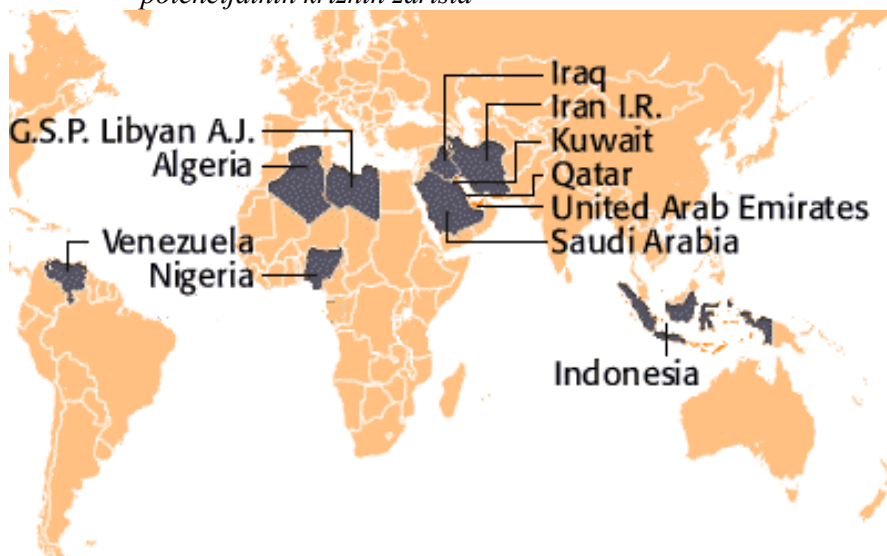
<sup>3</sup> Moguća je kombinacija mjera potpora socijalno osjetljivim kućanstvima te poticaja za povećanje energetske učinkovitosti.



naftnog šoka, jer je u 21. stoljeću evidentan veći utjecaj geopolitičkih činitelja na globalno tržište nafte i naftnih derivata, a nafta je postala najvažnije političko i strateško oružje.

U svjetlu stalnih napetosti u zemljama velikim proizvođačima nafte i plina, a što je posljedica stalnih pretenzija zapadnih sila na njihove prirodne resurse, vitalan je interes zemalja da smanje svoju ovisnost o stranim fosilnim gorivima, a da pri tome ne štete svom gospodarskom rastu. Učestale strane vojne intervencije u zemljama bogatim fosilnim gorivima imaju veoma snažne i dugoročne posljedice, kao npr. NATO-ova agresija te naknadna okupacija Iraka, napad na Libiju, potenciranje međuetničkih sukoba u Nigeriji, vjerojatan napada NATO-a na Siriju kao odskočna daska za agresiju na Iran itd. Većina ovih zemalja su i članice OPEC-a (Organization of the Petroleum Exporting Countries). Iako danas zemlje OPEC-a proizvode oko 40% svjetske nafte one drže 80% dokazanih svjetskih rezervi, a 85% od te količine nalazi se na Bliskom Istoku. Može se zaključiti da su gotovo sve ove zemlje ili već napadnute od strane zapadnih sila ili su u veoma napetim, gotovo predratnim odnosima s njima. Iz navedenih razloga iznimno je važno poznavati smjer kauzalnosti između uvoza i potrošnje energije s jedne strane te gospodarskog rasta s druge. Geografski položaj kriznih žarišta bogatih naftom prikazan je na slici 7.

*Slika 7. Geografski pregled država bogatih naftom, aktualnih i potencijalnih kriznih žarišta*



Izvor: Institute for the Analysis of Global Security, [www.iags.org/geopolitics.html](http://www.iags.org/geopolitics.html)

Ukoliko smjer kauzalnosti ide od energije prema BDP-u to bi značilo da bi smanjenje neto uvoza energije negativno utjecalo na rast BDP-a. Budući da su pitanja vezana uz zagađenje okoliša i globalno zatopljenje postala iznimno važna i za ekonomsku politiku tako da se niti taj aspekt potrošnje fosilnih goriva ne smije zanemariti. Kako su proizvodnja i potrošnja energije jedni od glavnih izvora CO<sub>2</sub> emisija dileme da li smanjenje proizvodnje i potrošnje energije nužno vodi do smanjenog ekonomskog rasta postala su osnovna pitanja ekonomske i energetske politike. U sklopu ciljeva EU-a da povećá energetsku efikasnost i smanji emisije CO<sub>2</sub> važno je znati što postavljanje takvih ciljeva znači za rast BDP-a zemalja EU. U svom istraživanju polazimo od pretpostavke da se veza između energije i gospodarskog rasta značajno razlikuje ovisno o stupnju ekonomskog razvoja zemlje, kao i specifičnim karakteristikama. Za pretpostaviti je da će se male razvijene zemlje ponašati na sličan način tj. kauzalnost veze vodit će od rasta BDP-a prema povećanoj potrošnji nafte zbog efekta povećanog prihoda. Porast BDP i raspoloživog prihoda povećavaju potražnju za svim dobrima u ekonomiji pa posljedično i za energijom koja je potrebna u njihovoj proizvodnji i distribuciji. S protokom vremena, pri višim stupnjevima razvoja, potrošači koriste više energije kroz povećano korištenje transporta, usluga, potrepština, nekretnina, itd. S druge strane u malim manje razvijenim ekonomijama koje su prošle (prolaze) kroz proces privatizacije i tranzicije iz planske u kvazi-tržišnu ekonomiju može se očekivati obrnuta kauzalna veza koja ide od potrošnje nafte prema rastu BDP-a. Ovakav smjer kauzalnosti može se objasniti da u značajnom broju tih zemalja industrijska potrošnja nafte i dalje nadilazi potrošnju nafte u domaćinstvima te se zbog toga može pretpostaviti da povećanje ukupne potrošnje nafte uzrokuje povećanu ekonomsku aktivnosti i ekonomski rast.

### **2.6.1. Ekonomske karakteristike malih zemalja i uvozna ovisnost nafte**

Rani uvod u raspravu vezano uz ekonomski rast malih država počeo je u ranim 60-tim godinama 20. stoljeća s poznatim radom Kuznetsa (1960). Pitanje malih država u teoretskom smislu bilo je ponovno zaboravljeno sve do 1989, koja je označila prekretnicu u globalnoj ravnoteži snaga te drastične promjene u geopolitičkoj slici europskog kontinenta. Padom željezne zavjese i raspadom Sovjetskog saveza broj malih država se značajno povećao kako u Europi tako i u ostatku svijeta. Kao posljedica ovih događanja, fokus istraživanja se okrenuo prema prednostima i nedostacima s kojima su suočene male ekonomije.

Očito je da mala veličina zemlje ima svoje prednosti i nedostatke. S početkom novog stoljeća izgledalo je kao da postoje značajni argumenti koji govore u korist malih država tj. da su u boljoj poziciji nego ikada u novijoj povijesti. Zbog takvog stava neki su ekonomisti išli tako daleko i

tvrdili kako u procesu globalizacije male države više profitiraju nego što gube. Neki ekonomisti (Daniels i Svetličić, 2001) zaključili su da doba liberalizacije i globalizacije predstavlja „medeni mjesec“ za male zemlje. S ispravnim politikama razvoja, institucionalnom infrastrukturom i prirodnom fleksibilnošću male države mogle su se nadati da će nadići svoje „prirodne“ nedostatke. U današnje doba, većina država, posebice europskih, u stvari postaju male, promatrajući ih kroz njihov sve manji međunarodni politički utjecaj te utjecaj na globalno gospodarstvo. Bez obzira na ove geostrateške promijene postoje kriteriji koji definiraju što su to ustvari „male zemlje“. Postoji više kriterija prema kojima se države svrstavaju u kategoriju malih zemalja, kao što su npr. broj stanovnika, razina bruto nacionalnog proizvoda, razina bruto domaćeg proizvoda, geografska površina te mogućnost utjecaja na svjetske cijene. Najšire prihvaćen i najčešće korišten je demografski kriterij budući da ukazuje na veličinu domaće potražnje te raspoloživost ljudskih resursa kao proizvodnog faktora. Osnovni nedostatak ovog kriterija je taj što ne odražava dovoljno ekonomsku dimenziju veličine zemalja. Iako su razni autori različito klasificirali male zemlje prema demografskom kriteriju, najčešće se uzima granica od 10 milijuna stanovnika.

Naravno da male zemlje ne predstavljaju homogenu grupu zemalja, a obrasci njihova gospodarskog rasta i potrošnje nafte bitno se razlikuju, prvenstveno ovisno o dostignutom stupnju razvoja. U daljnjoj analizi koristit ćemo podjelu na članice OECD-a koje imaju visoki dohodak i spadaju u razvijene zemlje te ostale europske zemlje koje se smatraju tranzicijskima ekonomijama. Može se očekivati da će obrasci i smjer međusobne kauzalne povezanosti između energije, ostalih inputa i ekonomske aktivnosti u ove dvije grupe zemalja biti različiti s obzirom na razvojne faze. Tako će npr. tranzicijske zemlje s relativno visokim udjelom industrije u bruto domaćem proizvodu vjerojatno imati kauzalnost koja ide od potrošnje nafte prema ekonomskom rastu zbog više naftne intenzivnosti industrije u odnosu na uslužni sektor koji dominira u razvijenim zemljama. Također, potrošnja nafte u malim razvijenim zemljama uglavnom se koristi u obliku finalne potrošnje (transport, grijanje i hlađenje), a ne toliko u proizvodnim procesima. U ovom slučaju vanjski šokovi vezani uz naftu imaju puno manji učinak na gospodarski rast, dok u isto vrijeme gospodarski rast ima značajniji utjecaj na razinu potrošnje nafte.

Glavne ekonomske karakteristike malih zemalja vezane su uz visoku ovisnost o međunarodnoj trgovini i ograničene energetske (naftne) resurse. Za razliku od velikih ekonomija, uobičajeno je da male zemlje izvoze veći dio svog outputa te istovremeno uvoze veći udio svoje potrošnje. Logično je da sam proces razvoja ekonomije značajno utječe na razinu trgovinske

otvorenosti zemlje<sup>4</sup>. Prema istraživanju koje je proveo Damijan (2001) veza između stupnja razvoja i trgovinske otvorenosti nije linearna već log-linearna, što znači da udio izvoza u BDP-u raste mnogo brže u početku procesa razvoja nego u njegovim kasnijim fazama. Naravno da razvojni proces značajno utječe na trgovinsku otvorenost, no ipak je činjenica da male zemlje ostvaruju veći udio izvoza i uvoza u svom bruto domaćem proizvodu što ih čini ranjivijima na promjene ekonomskih i političkih okolnosti na koje ne mogu utjecati.

Važna ekonomska karakteristika malih zemalja vezana je uz ograničenu raspoloživost i manju diverzificiranost prirodnih i energetske resursa. Zaista, većina malih zemalja su neto uvoznici energije, posebice nafte i naftnih derivata. U grupi malih europskih zemalja jedino je Norveška neto izvoznica nafte, dok su sve ostale više ili manje ovisne o uvozu nafte i kretanjima na globalnom naftnom tržištu. Važnost nafte u ukupnoj finalnoj potrošnji energije u malim europskim zemljama vidljiva je iz tablice 13.

---

<sup>4</sup> Trgovinska otvorenost najčešće se mjeri udjelom izvoza i uvoza u BDP-u ( $X+M/BDP$ ).

Tablica 13. Ukupna potrošnja nafte u malim europskim zemljama u 2006. godini

Države	Ukup. potrošnja nafte (Mtoe) - TFCO	Ukup. potrošnja energije (Mtoe) - TFCE	TFCO / TFCE (%)
<b>Niže-srednje razine prihoda*</b>			
Albanija	1,31	1,80	72,77
Moldavija	0,62	2,14	28,97
<b>Više-srednje razine prihoda*</b>			
Bugarska	4,24	10,76	39,41
Bosna i Hercegovina	1,14	2,77	41,16
Latvija	1,51	4,23	35,70
Litva	1,84	5,51	33,39
Makedonia	0,71	1,72	41,28
<b>Više razine prihoda (ne OECD)*</b>			
Hrvatska	3,49	7,10	49,15
Cipar	1,16	1,61	72,05
Estonija	0,99	2,99	33,11
Malta	0,20	0,36	55,56
Slovenija	2,60	5,24	49,62
<b>Više razine prihoda (OECD)*</b>			
Austrija	13,12	27,97	46,91
Belgija	21,60	43,55	49,60
Češka	9,55	28,35	33,69
Danska	7,59	15,93	47,65
Finska	8,86	27,14	32,65
Irska	8,79	13,40	65,60
Norveška	8,89	20,78	42,78
Slovačka	3,05	11,43	26,68
Švedska	13,03	34,99	37,24
Švicarska	12,57	22,24	56,52

\*Prema klasifikaciji Svjetske Banke države su podjeljene prema bruto nacionalnom prihodu (GNI) per capita iz 2008, izračunate pomoću Atlas metode Svjetske Banke. Grupe su: niska razina prihoda, < 975US\$; niža-srednja razina prihoda, 976 - 3,855 US\$; viša-srednja razina prihoda, 3,856 - 11,905 US\$; viša razina prihoda, >11,906US\$.

Izvor: IEA Statistics, Energy balances of non-OECD countries, izdanje 2009 i Energy balances of OECD countries, izdanje 2008

Podaci pokazuju da je nafta i dalje najvažniji energent za male europske zemlje bez obzira na dostignuti stupanj razvoja pa se tako udio nafte u ukupnoj potrošnji energije kreće od 27% u Slovačkoj do 83% u Albaniji. Iako je udio nafte u ukupnoj potrošnji energije polako opadao tijekom

godina, ovi trendovi nisu bili karakteristični za transportni sektor, posebice u segmentu privatnog automobilskeg prijevoza, gdje je zabilježen snažan porast potrošnje nafte i naftnih derivata kao posljedica visoke dohodovne elastičnosti potražnje za privatnim prijevozom<sup>5</sup>. Razlike u elastičnostim razvijenih i tranzicijskih zemalja odraz su različite razvojne razine i različitog razvojnog obrasca. Tako npr. tranzicijske zemlje imaju nižu cjenovnu elastičnost i višu dohodovnu elastičnost, posebice ako se radi o brzorastućim ekonomijama. Ipak, u skoroj budućnosti u razvijenim zemljama očekuje se brzi rast potražnje za automobilima na električni pogon čije su tehničke i ekonomske performanse sve bliže automobilima na benzinski pogon, što bi moglo smanjiti potrošnju nafte u transportnom sektoru. Ipak, većina analitičara procjenjuje kako se udio nafte u potrošnji primarne energije u sljedećih dvadesetak godina neće znatnije mijenjati (Dekanić, 2007). Iako će dio zemalja prijeći s nafte na sve veću uporabu prirodnog plina i drugih vrsta energije, dijelom i iz obnovljivih izvora koji se postajati sve konkurentniji s porastom cijene energije iz konvencionalnih izvora, s druge strane se i dalje očekuje značajan rast potrošnje energije, posebice nafte u zemljama u razvoju, ponajviše u Kini i Indiji. Također se očekuje i rast „unutrašnje“ potrošnje nafte na Bliskom i Srednjem Istoku što će utjecati na smanjenje izvoznih mogućnosti te regije koja osigurava oko 40% ukupnog svjetskog naftnog izvoza.

### **2.6.2. Kauzalna povezanost potrošnje nafte i ekonomskog rasta u malim europskim zemljama**

Kako bi se testirala Grangerova kauzalnost između potrošnje nafte i ekonomskog rasta (mjereno BDP-om) specificirana su dva bivarijatna modela: jedan za potrošnju nafte te jedan za BDP. Kako bi se ispitalo postojanje jediničnih korijena i identificirao stupanj integracije varijabli, upotrijebit će se Phillips–Perron (1988) metoda testiranja. Ukoliko se pokaže da analizirane varijable posjeduju jedinične korijene, može se iskoristiti vjerojatnost zajedničkog kretanja njihovih vrijednosti tj. vjerojatnost da zajednički teže stabilnom dugoročnom ekvilibriju. Test jediničnog korijena je proveden na način da dozvoljava prisutnost konstante i vremenskog trenda. Newey-West metoda je korištena u pronalasku optimalne dužine vremenskog pomaka. Test jediničnog korijena za razinu i prvu diferenciju BDP-a i potrošnje nafte u razdoblju 1980-2007. (razvijene zemlje) te 1993-2007. (tranzicijske zemlje) dat je u tablici 14.

---

<sup>5</sup> Prema procjenama (OECD, 2004), dugoročna dohodovna elastičnost potražnje za transportnim gorivima su gotovo uvijek veće od 1, dok se dugoročna cjenovna elastičnost kreće između -0.6 i -0.8.

Tablica 14. Test jediničnog korijena za analizirane varijable u malim europskim zemljama

Zemlje	Razina		1. diferencija	
	Phillips-Perron GDP	OIL	Phillips-Perron GDP	OIL
Austrija	1,2225	-0,1064	-4,2357*	-4,3154*
Belgija	1,3364	-0,6135	-3,6425*	-4,0830*
Danska	1,5786	-3,9802*	-4,1992*	-5,6173*
Finska	0,7667	-4,4298*	-2,4741	-4,9244*
Irska	3,3152	0,5188	-3,3903*	-3,6604*
Norveška	0,0789	-1,3535	-3,5772*	-5,9941*
Švedska	-0,7491	-4,9733*	-3,0257	-3,5829*
Švicarska	0,3420	-4,8712*	-3,3759*	-7,2949*
Albanija	0,1203	-1,9258	-4,0799*	-2,5520
BiH	0,1998	-0,3433	-4,4597*	-3,7109*
Bugarska	-1,4073	-1,3476	-3,5033*	-2,8082
Hrvatska	4,9174	-2,6525	-2,4106	-7,2684*
Cipar	3,4744	0,0053	-3,0332*	-7,6193*
Češka	2,0644	-0,7731	-1,4440	-2,6436
Estonija	3,5317	-1,3827	-3,0310*	-2,8131*
Latvija	13,7307	-1,5285	-0,7283	-3,9749*
Litva	3,1588	-1,5000	-3,4593*	-2,6005
Makedonija	1,2556	-3,9049*	-2,5888	-6,6053*
Malta	-0,1168	-0,6328	-2,6502*	-7,1333*
Moldavija	0,5098	-5,8099*	-1,2699	-6,3775*
Slovačka	2,0346	-3,0753	-0,2198	-4,6836*
Slovenija	-0,1639	-1,7867	-2,9573	-1,9656

\* Signifikantno pri 10%. Krična vrijednost Phillips-Perron statistike pri razini od 10% iznosi približno 3.13.

Izvor: Izračun autora

Tablica 14 pokazuje da pretpostavka stacionarnosti ne stoji za razine BDP-a svih analiziranih zemalja kao i za potrošnju nafte u velikoj većini zemalja. Kao što će u poglavlju 2.7. biti detaljnije opisano, novija istraživanja koncepta kointegracije ukazuju da je korištenje VAR modela na diferenciranim podacima ispravno jedino u slučaju kada varijable nisu kointegrirane. Ukoliko su kointegrirane, potrebno je koristiti EC model. Nakon što su utvrđene kointegracijske veze između BDP-a i potrošnje nafte procijenjen je EC model za realni BDP i potrošnju nafte kako bi se dobile kratkoročne elastičnosti. EC model u svojoj specifikaciji sadrži dobivene kointegracijske veze tako da na taj način ograničava dugoročno ponašanje endogenih varijabli kako bi konvergirale ka svojim kointegracijskim vezama, a istovremeno dopuštaju kratkoročnu dinamiku. Kointegracijski član u EC modelu je još poznat i kao član ispravke pogreške (EC) budući da devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja putem njega, postupno, kroz seriju kratkoročnih pomaka, ispravljaju. Rezultati Johansenovog

kointegracijskog testa, kao i kratkoročna i dugoročna kauzalnost između BDP-a i potrošnje nafte predstavljani su u tablici 15.

Tablica 15. Kauzalnost između BDP-a i potrošnje nafte u malim europskim zemljama

Države	Kointegracija	Kauzalnost		
		oil → gdp	gdp → oil	bidirekcionalno
<i>Razvijene</i>				
Austrija	√	√		
Belgija	√		√	
Danska			√	
Finska				
Irska	√		√	
Norveška	√		√	
Švedska			√	
Švicarska				
<i>Tranzicijske</i>				
Albanija				
BiH	√	√		
Bugarska		√		
Hrvatska	√		√	
Cipar				
Češka	√	√		
Estonija				
Latvija	√		√	
Litva	√		√	
Makedonija				
Malta	√	√		
Moldavija			√	
Slovačka	√	√		
Slovenija	√		√	

Izvor: Izračun autora

Smjer kauzalnosti ima iznimno važne implikacije za formiranje i vođenje ekonomske i energetske politike za sve zemlje, a posebice za male ekonomije koje imaju ograničene ekonomske i energetske resurse. Uspješnost mjera racionalizacije potrošnje energije i državnih potpora direktno ovisi o tome hoće li smanjenje potrošnje energije/nafte utjecati na smanjenje outputa i ekonomskog rasta. Naši rezultati pokazuju da je kod 12 od ukupno 22 testirane male europske zemlje prisutna kauzalnost između BDP-a i potrošnje nafte. Kao što se moglo i očekivati, rezultati pokazuju da je kauzalnost u malim europskim zemljama jednosmjerna.



Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da su sve dijagnostičke test statistike zadovoljavajuće. Prema t statistikama dobiveni koeficijenti su dobro određeni. U konačnici može se zaključiti da su svi dijagnostički testovi zadovoljavajući. EC član koji anulira odstupanja od dugoročne ravnoteže statistički je značajan u svim jednadžbama što potvrđuje postojanje dugoročne ravnoteže između varijabli u EC modelima. Sve jednadžbe su statistički signifikantne, a sveukupna ocjena prilagodbe je zadovoljavajuća. Može se zaključiti da su koeficijenti regresije signifikantno različiti od nule.

Kako bi se ocijenila robustnost procijenjenih EC modela provedeno je testiranje njihovih reziduala: Portmanteau autokorelacijski test, test normalnosti EC reziduala te Grangerov test uzročnosti parova varijabli/Waldov test skupne egzogenosti varijabli. Na primjer Portmanteau autokorelacijski test pokazuje da u rezidualima bivarijatnih EC modela nema autokorelacije čak do petog laga. Test normalnosti reziduala je izračunat koristeći Jarque–Berra statistiku s Cholesky (Urzua) ortogonalizacijom te pokazuje da se reziduali svih testiranih EC modela mogu promatrati kao multivarijatno normalno distribuirani. Grangerov test uzročnosti parova varijabli/Waldov test skupne egzogenosti varijabli testira da li se endogene varijable u modelu mogu tretirati kao egzogene.

Postoje određene sličnosti, kao i razlike između ovih rezultata i rezultata predstavljenih u Chontanawat, Hunt, Pierse (2008) koji su analizirali potrošnju energije i BDP u razdoblju 1960-2000. Rezultati su identični, tj. kauzalnost ide u istom smjeru: od potrošnje nafte prema BDP-u za Češku, Slovačku i Austriju, dok su suprotni rezultati dobiveni za Bugarsku, Dansku, Norvešku i Maltu. Prema dobivenim rezultatima male europske zemlje mogu se podijeliti u dvije heterogene skupine. Prva skupina se sastoji od zemalja u kojima kauzalnost ide od realnog BDP-a prema potrošnji nafte, a u tu skupinu spadaju: Belgija, Danska, Irska, Norveška, Švedska, Hrvatska, Latvija, Litva, Moldavija i Slovenija. Iako je na prvi pogled ova skupina veoma heterogena, ona se sastoji od dvije homogene skupine zemalja. Razlozi za smjer kauzalnosti od BDP-a prema potrošnji nafte u razvijenim zemljama (Skandinavske zemlje, Irska i Belgija) i tranzicijskim zemljama (Hrvatska, Latvija, Litva, Moldavija) potpuno su različiti. Kod razvijenih zemalja smjer kauzalnosti je posljedica visoko razvijenog postindustrijskog društva sa snažnim tercijarnim sektorom. Ove zemlje su postigle značajne napretke u energetskej efikasnosti, što ima isti učinak kao i niže cijene nafte te vodi bržem ekonomskom rastu. Ovaj efekt gospodarskog rasta koji uzrokuju efikasnije tehnologije vodi do povećanja korištenja energije, što je u literaturi poznato pod nazivom „makroekonomska povratna veza“ (*macroeconomic feedback*) (Howarth, 1997). Kod tranzicijskih zemalja smjer kauzalnosti povezan je s procesom deindustrijalizacije i tranzicijske depresije koja je rezultirala snažnim padom industrijske proizvodnje i smanjenom potrebom za naftom u

industriji. Smjer kauzalnosti između realnog BDP-a i potrošnje nafte u tranzicijskim ekonomijama više je vezan uz transport te grijanje i hlađenje nego za industrijske potrebe. Pod pretpostavkom da postoji unidirekionalna Grangerova kauzalnost koja se kreće od ekonomskog rasta ka potrošnji nafte, politike koje su usmjerene na smanjenje ovisnosti o nafti ne bi trebale imati značajan negativan utjecaj na ekonomski rast zemlje. Provođenjem takvih politika i mjera kao što su povećane trošarine i porezi na naftu stvorili bi se dodatni državni prihodi koji se mogu koristiti u smanjenju općeg poreznog opterećenja gospodarstva, privlačenju investicija ili stimuliranju ekonomije kroz povećanu državnu potrošnju.

Druga skupina zemalja u kojoj se smjer kauzalnosti kreće od potrošnje nafte ka realnom BDP-u sastoji se od Austrije, Češke, Slovačke, Malte, Bugarske te Bosne i Hercegovine. Iako je i ova skupina zemalja heterogena, većina ih ipak koristi naftu u industrijske svrhe te je stoga ovaj smjer kauzalnosti logičan. U ovoj skupini gdje se Granger kauzalnost kreće jednosmjerno od potrošnje nafte prema BDP-u države trebaju dodatno subvencionirati cijene nafte te uložiti dodatne resurse kako bi osigurale sigurnu, dugoročnu i stabilnu opskrbu naftom. Za ove države smanjenje potrošnje nafte zbog vanjskih cjenovnih šokova, povećanih poreza na naftu i naftne derivate, problema u nabavi ili transportu nafte, kao i restriktivnih ekoloških zakona vezanih za emisije CO<sub>2</sub>, mogu dovesti do usporavanja ekonomskog rasta.

Dobiveni rezultati različiti su od studija koje istražuju tranzicijske zemlje, a koje su našle da u tranzicijskim zemljama kauzalost ima smjer od energetske varijabli prema ekonomskom rastu. S druge strane, kauzalnost koja se kreće u suprotnom smjeru karakteristična je za razvijene, postindustrijske ekonomije sa snažnim tercijarnim sektorom. Međuovisnost energije, drugih inputa i ekonomske aktivnosti se značajno mijenja kako se ekonomije kreću kroz različite faze razvoja. Potrošnja energije u razvijenim zemljama uglavnom je usmjerena na finalnu potrošnju u obliku transporta, grijanja i hlađenja, a ne na korištenje u proizvodnim procesima. U ovom slučaju vanjski šokovi imaju malen utjecaj na ekonomski rast, dok s druge strane ekonomski rast ima značajan utjecaj na razinu potrošnje, proizvodnje i uvoza energije. Iako su Hrvatska, Latvija i Litva tranzicijske zemlje, pokazuju ekonomsku strukturu sličnu razvijenim zemljama koje imaju dominantan uslužni sektor s udjelom i do 60% BDP-a. Ipak, ne radi se o postindustrijskom razvoju već o deindustrijalizaciji koja je rezultat loše ekonomske politike, o čemu je već bilo riječi u poglavlju 2.5.

## 2.7. Ekonometrijski alati

S obzirom da se u istraživanjima međuovisnosti ekonomskih varijabli koriste različite ekonometrijske metode i modeli, u nastavku detaljnije objašnjavamo razlike između modela vektorske autoregresije i modela korekcije greške te dajemo opis modela koji smo koristili u prethodnim poglavljima testiranja kauzalnosti između ekonomskog rasta i energetskih varijabli.

### 2.7.1. Modeli vektorske autoregresije (VAR) i korekcije greške (EC)

VAR (vektorska autoregresija) modeli su dinamički modeli vremenskih nizova i predstavljaju generalizaciju dinamičkih univarijantnih modela. U posljednje vrijeme VAR modeli predstavljaju osnovu za istraživanje međuovisnosti ekonomskih varijabli, posebice makroekonomskih, te formiranje strukturnih ekonometrijskih modela. Ovi modeli se najčešće koriste u testiranju ekonomskih teorija koje pretpostavljaju posebne oblike međuovisnosti ekonomskih varijabli te u analizi dinamike među pojavama.

Opći oblik VAR modela definiranog na temelju  $n$  varijabli s duljinom vremenskog pomaka  $k$  može se pisati kao:

$$Z_t = \mu + A_1 Z_{t-1} + \dots + A_k Z_{t-k} + \Psi D_t + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

$Z_t$  predstavlja  $n$ -dimenzionalni vektor endogenih varijabli,  $\mu$  je vektor konstanti,  $A_k$  su kvadratne matrice parametara (reda veličine  $n$ ),  $\varepsilon_t$  je vektor inovacija koje trebaju biti bijeli šum (white noise) tj. IID (independently and identically distributed - jednako i neovisno distribuirani) s očekivanom vrijednošću nula, a  $D_t$  je vektor determinističkih egzogenih varijabli koji najčešće sadrže trend komponentu, sezonske komponente ili dummy varijable. Cilj je uključivanje vanjskih šokova u ekonometrijski model.

Najjednostavniji VAR model s dvije varijable i vremenskim pomakom  $k = 1$  (prvog reda) možemo izraziti kao:

$$\begin{aligned} X_t &= b_{10} - b_{12} Y_t + c_{11} X_{t-1} + c_{12} Y_{t-1} + \varepsilon_{xt} \\ Y_t &= b_{20} - b_{21} X_t + c_{21} Y_{t-1} + c_{22} X_{t-1} + \varepsilon_{yt} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Jednadžba (2.2) pretpostavlja da su obje varijable stacionarne te da su njihove greške  $\varepsilon_{xt}$  i  $\varepsilon_{yt}$  nekorelirane sa srednjom vrijednošću jednakoj nuli. Iz jednadžbe proizlazi da vrijednost varijable  $X$  u trenutku  $t$  ovisi o vrijednosti varijable  $Y$  u trenutku  $t$  i o vrijednostima varijabli  $X$  i  $Y$  u

trenutku  $t-1$  tj. prethodnom razdolju. Jednako tako vrijednost varijable  $Y$  u trenutku  $t$  ovisi o vrijednosti varijable  $X$  u trenutku  $t$  i o vrijednostima varijabli  $X$  i  $Y$  u trenutku  $t-1$ . Obje varijable su istovremeno i egzogene i endogene.

Kako pojedinačne jednadžbe uključuju obje varijable, na temelju jednadžbe (2.2) moguće je analizirati međuovisnost varijabli  $X$  i  $Y$ . Parametar  $b_{12}$  predstavlja očekivanu promjena varijable  $X$  u trenutku  $t$  za jediničnu promjenu varijable  $Y$  u trenutku  $t$ , a parametar  $b_{21}$  je očekivana promjena varijable  $Y$  u trenutku  $t$  za jediničnu promjenu varijable  $X$  u trenutku  $t$ . Parametri  $c_{11}$ ,  $c_{12}$ ,  $c_{21}$  i  $c_{22}$  su očekivane promjene varijabli  $X$  i  $Y$  u trenutku  $t$  za jediničnu promjenu varijabli  $X$  i  $Y$  u trenutku  $t-1$ , uz pretpostavku da su ostale varijable u jednadžbi konstantne. Utjecaj šokova  $\varepsilon_{xt}$  i  $\varepsilon_{yt}$  prisutan je u obje varijable  $X$  i  $Y$ . Ukoliko je parametar  $b_{12}$  različit od nule,  $\varepsilon_{xt}$  neizravno preko  $X_t$  utječe na  $Y_t$ , dok za parametar  $b_{12}$  različit od nule  $\varepsilon_{yt}$  preko  $Y_t$  utječe na  $X_t$ . Iz same definicije VAR modela proizlazi da važan korak u primjeni modela čini odabir duljine pomaka  $k$ . U primjeni VAR metodologije najčešće korišteni postupci odabira duljine pomaka  $k$  jesu: multivarijatni informacijski kriteriji i sekvencijalni modificirani LR test. Najzastupljeniji multivarijatni informacijski kriteriji su: Akaikeov informacijski kriterij (AIC), Schwartz-Bayesov kriterij (SBC) i Hannan-Quinnov kriterij (HQ).

Jednadžba (2.2) predstavlja strukturni oblik VAR modela budući da sadašnja vrijednost svake od endogenih varijabli ovisi o sadašnjoj vrijednosti druge varijable, tj.  $X_t = f(Y_t)$  i istovremeno  $Y_t = f(X_t)$ .

Reducirani oblik VAR modela, tj. modela u kojem svaka endogena varijabla ovisi o svojim prethodnim vrijednostima i prethodnim vrijednostima ostalih endogenih varijabli, te općenito o sadašnjim i prethodnim vrijednostima egzogenih varijabli, lako je izvesti pomoću sljedeće transformacije<sup>6</sup>:

$$X_t + b_{12} Y_t = b_{10} + c_{11} X_{t-1} + c_{12} Y_{t-1} + \varepsilon_{xt} \quad (2.3)$$

$$b_{12} X_t + Y_t = b_{20} + c_{21} X_{t-1} + c_{22} Y_{t-1} + \varepsilon_{yt}$$

Odnosno u matricnom obliku:

---

<sup>6</sup> Preuzeto iz Enders, 2004.

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{xt} \\ \varepsilon_{yt} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

Uvođenjem novih oznaka

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, Z_t = \begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \end{bmatrix}, B_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}, \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xt} \\ \varepsilon_{yt} \end{bmatrix}$$

model (2.2) može se izraziti na sljedeći način:

$$BZ_t = B_0 + CZ_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.5)$$

Jednadžba (2.5) predstavlja jednostavan oblik VAR modela (strukturni VAR). Množenjem jednadžbe (2.5) s  $B^{-1}$  dobiva se VAR model u standardnom obliku:

$$Z_t = \mu + A_1 Z_{t-1} + e_t \quad (2.6)$$

$$\mu = B^{-1}B_0 = \begin{bmatrix} \mu_{10} \\ \mu_{20} \end{bmatrix}, A_1 = B^{-1}C = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}, e_t = B^{-1}\varepsilon_t = \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix},$$

odnosno :

$$X_t = \mu_{10} + a_{11}X_{t-1} + a_{12}Y_{t-1} + e_{1t} \quad (2.7)$$

$$Y_t = \mu_{20} + a_{21}X_{t-1} + a_{22}Y_{t-1} + e_{2t}$$

Na desnoj strani jednadžbi (2.7) nalaze se samo lagirane varijable i greške relacije koje nisu autokorelirane i imaju konstantnu varijancu. Jednadžbe modela procjenjuju se standardnom metodom najmanjih kvadrata (OLS), a dobiveni procjenitelji su konzistentni i asimptotski efikasni.

Jedno od važnijih pitanja pri provođenju VAR analize je pitanje stacionarnosti varijabli koje ulaze u VAR model, odnosno da li je potrebno transformirati varijable koje nisu stacionarne. Odgovor na ovo pitanje ovisi o samom cilju ekonometrijske analize. Ukoliko je cilj analize ispitivanje

statističke značajnosti varijabli u VAR modelu, ključno je svojstvo stacionarnosti svih varijabli u takvom VAR modelu. Ukoliko varijable u modelu nisu stacionarne, potrebno ih je učiniti stacionarnima tako da se primijeni odgovarajuća transformacija varijabli ili da se varijable diferenciraju. S druge strane, pojedini autori (npr. Sims, 2000) smatraju da se varijable u VAR modelu ne bi trebale diferencirati čak ni u slučaju prisustva stohastičkog trenda. Opravdavaju to činjenicom da je glavni cilj VAR analize analiza međuovisnosti varijabli u modelu, a ne procjena parametara. Glavni argument protiv diferenciranja jeste da se time "odbacuju" i gube važne informacije o međusobnoj dinamici pojava sadržane u podacima (kao što je npr. kointegracija), a istovremeno se diferenciranjem ne pospješuje efikasnost procjenitelja autoregresijskog modela.

Zbog svoje široke primjenjivosti i jednostavnosti VAR modeli se često koriste za testiranje uzročnosti unutar skupa varijabli. Pod pojmom uzročnosti podrazumijeva se mogućnost jedne varijable da predvidi dinamiku druge varijable. Ako se želi ispitati uzrokuje li događaj  $A$  događaj  $B$ , potrebno je ispitati koliki se dio dinamike varijable  $B$  u tekućem razdoblju može objasniti dinamikom same varijable u prethodnim razdobljima i hoće li se dinamika pojave  $B$  bolje objasniti ako se u analizu dodaju prethodne vrijednosti varijable  $A$ . Za razliku od svakodnevnog života, za svrhu ekonometrijske analize kaže se da  $X$  uzrokuje  $Y$ , iako varijabla  $X$  samo poboljšava predikciju varijable  $Y$ . Sa statističkog stajališta ova tvrdnja je jednaka statističkoj značajnosti svih pomaka varijable  $X$  u jednadžbi dinamike varijable  $Y$ . Ovakav oblik uzročnosti poznat je pod nazivom Grangerova uzročnost (Granger causality) i pod pojmom "uzrokovati" podrazumijeva se prethoditi.<sup>7</sup> Granger polazi od pretpostavke da budućnost ne može uzrokovati sadašnjost ili prošlost. Ako događaj  $A$  nastupa nakon događaja  $B$ , očito je da  $A$  ne može uzrokovati  $B$ . S druge strane, ako događaj  $A$  nastupa prije događaja  $B$ , to nužno ne znači da  $A$  uzrokuje  $B$ . Ispitivanje Grangerove uzročnosti popularna je metoda i često se primjenjuje u ekonometrijskim analizama. Uzročnost varijabli usko je povezana s konceptom egzogenosti i endogenosti varijabli. Snažno egzogena varijabla (strongly exogenous) može u modelu biti jedino uzrok, ali ne i posljedica, za razliku od endogene varijable koja može biti oboje, tj. uzrok i posljedica. Prema tome, jedna od primjena Grangerova testa uzročnosti je ispitivanje čiste endogenosti varijabli. Rezultat Grangerova testa uzročnosti može biti samo negacija egzogenosti varijable, jer ako se pokaže da je varijabla uzrokovana barem jednom varijablom modela, ona ne može biti čisto egzogena varijabla. Obratno ne vrijedi jer manjak je Grangerove uzročnosti nužan ali ne i dovoljan uvjet egzogenosti varijable.

---

<sup>7</sup> Preuzeto iz Bahovec, Erjavec, 2009

Najjednostavniji slučaj da se objasni jeste analiza Grangerove uzročnosti između samo dvije varijable  $Y$  i  $X$ . Grangerov test provodi se putem jednostavne regresijske jednadžbe:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j Y_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (2.8)$$

U najopćenitijem slučaju jednadžba uključuje  $n$  prethodnih vrijednosti varijable  $X_t$  i  $m$  prethodnih vrijednosti varijable  $Y_t$ . Parametar  $\varepsilon_t$  predstavlja bijeli šum. Grangerovu uzročnost možemo definirati kao: Varijabla  $X$  ne uzrokuje  $Y$  u Grangerovu smislu ako su sve vrijednosti parametara  $\alpha_i$ ,  $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0$

Testiranje Grangerove kauzalnosti, tj. testiranje uzrokuje li varijabla  $X_t$  varijablu  $Y_t$  ustvari je testiranje skupne značajnosti pomaka varijable  $X_t$  u regresijskoj jednadžbi. Statistička značajnost barem jednog od pomaka varijable  $X_t$  ukazuje da varijabla  $X_t$  uzrokuje varijablu  $Y_t$ , a signifikantnost rezultata određuje se F testom.

Alternativni test je Simsov test koji se temelji na premisi da budućnost ne može uzrokovati sadašnjost, bez obzira kako se pojam uzročnosti definira. Jednadžbi (2.8) dodaju se buduće vrijednosti varijable  $X$ :  $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+k}$ . Jednadžba se tada može napisati na sljedeći način:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j Y_{t-j} + \sum_{l=1}^k \zeta_l X_{t+l} + \varepsilon_t. \quad (2.9)$$

Osim  $n(m)$  prošlih vrijednosti varijable  $X_t$  ( $Y_t$ ) jednadžba sadrži i  $k$  budućih vrijednosti varijable  $X_t$ . Ukoliko varijabla  $Y$  uzrokuje varijablu  $X$  vjerojatno je da postoji povezanost između  $Y$  i budućih vrijednosti varijable  $X$ :  $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+k}$ . To znači da se testira skupna značajnost budućih vrijednosti varijable  $X_t$ . Grangerova kauzalost testira uzročnost varijable  $X_t$  na varijablu  $Y_t$ , a Simsov test ispituje uzročnost varijable  $Y_t$  na varijablu  $X_t$ . Iako se temelje na različitim koncepcijama, Grangerov i Simsov test testiraju istu hipotezu vremenskog slijeda i ovisnosti ekonomskih varijabli. U praktičnoj primjeni razlika se očituje u činjenici što se kod Grangerova testa procjenjuje autoregresijska jednadžba, a kod Simsovog testa distribuirani lagovi (distributed lags). Zbog ovog različitog pristupa rezultati testova ponekad su u konfliktu. Testiranje kauzalnosti prema Grangeru i Simsu može se proširiti i na multivarijatnu verziju, tj. uključivanje više od jedne eksplanatorne varijable. Najjednostavniji

bivarijatni (uključene dvije varijable) VAR model možemo izraziti kao:

$$\begin{aligned}
 Y_t &= \alpha_{0y} + \sum_{i=1}^k \alpha_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \beta_i y_{t-i} + \varepsilon_{yt} \\
 X_t &= \alpha_{0x} + \sum_{i=1}^k \gamma_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^k \delta_i y_{t-i} + \varepsilon_{xt}
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

gdje  $k$  predstavlja duljinu pomaka, a odabrana je prema prosudbi o značaju prethodnih vrijednosti jedne varijable u predviđanju druge. U praksi se obično odabire duži pomak.

Multivarijatni Grangerov test započinje tako da se procijeni VAR model definiran jednadžbom (2.10). Zatim se za svaku varijablu provode testovi o skupnoj značajnosti svih pomaka pojedine varijable. Na temelju prve jednadžbe i njenog F-testa testira se hipoteza  $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0$ , što znači da varijabla  $X_t$  ne uzrokuje  $Y_t$  u Grangerovu smislu. Analogno na temelju druge jednadžbe testira se istinitost nulte hipoteze  $H_0: \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_k = 0$ , što znači da varijabla  $Y_t$  ne uzrokuje  $X_t$  u Grangerovu smislu. Grangerov test skupne značajnosti svih pomaka pojedine varijable u modelu predstavlja testiranje egzogenosti svake pojedine varijable u modelu. Ukoliko se radi o modelu s više od dvije varijable, postupak je jednak bivarijatnom slučaju. Za svaku varijablu modela provodi se Waldov test o skupnoj značajnosti svih pomaka preostalih endogenih varijabli. Na temelju hi kvadrat testa donosi se zaključak o kauzalnosti među varijablama, tj. o egzogenosti varijabli, pa se test naziva i *skupni test egzogenosti* (block exogeneity test).

Ustaljena praksa u ekonomskim analizama bila je diferenciranje nestacionarnih vremenskih nizova kako bi ih učinili stacionarnima te ih tek tada uključili u VAR modele. Engle i Granger (1987) pokazali su da može postojati linearna kombinacija nestacionarnih varijabli koja je stacionarna tj. greške relacije regresijske jednadžbe su stacionarne. Takva pojava naziva se kointegracija. Kod kointegriranih varijabli postoji dugoročna ravnoteža dana kointegracijskom relacijom (kointegracijski vektor). Pojam kointegriranosti varijabli jednak je postojanju modela ispravljanja pogreške (*Error Correction Model*) kojim se opisuje odnos između skupa nestacionarnih varijabli.

Ukoliko VAR model napišemo u reduciranom obliku (bez konstantnog člana i trenda):

$$Z_t = A_1 Z_{t-1} + \dots + A_k Z_{t-k} + \varepsilon_t
 \tag{2.11}$$



Tada model korekcije pogreške (error correction – EC) možemo napisati kao:

$$\Delta Z_t = \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \Pi Z_{t-k} + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

pri čemu:  $\Gamma_i = A_i + A_{i-1} + \dots + A_1 - I$   $\Pi = \Gamma_k = A_k + A_{k-1} + \dots + A_1 - I$

$I$  predstavlja jediničnu matricu reda  $n$ . U EC modelu razlikujemo kratkoročni i dugoročni utjecaj varijabli pa tako parametri matrice  $\Gamma$  određuju kratkoročnu dinamiku, a matrica  $\Pi$  dugoročnu dinamiku. Možemo zaključiti da je analiza kointegriranosti varijabli jednaka analizi ranga matrice  $\Pi$ .

Ako su sve komponente  $Z_{1t}, Z_{2t}, \dots, Z_{nt} \sim I(1)$ , vektor  $Z$  je integriran reda jedan:  $Z_t \sim I(1)$ . Ako postoji linearna kombinacija njegovih komponenti:

$$b_1 Z_{1t} + b_2 Z_{2t} + \dots + b_n Z_{nt} = \underbrace{\begin{bmatrix} b_1 & b_2 & \dots & b_n \end{bmatrix}}_{\beta'_1} \cdot \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_n \end{bmatrix} = \beta'_1 Z_t \quad (2.13)$$

koja je stacionarna ( $\beta'_1 Z_t \sim I(0)$ ), za komponente vektora se kaže da su kointegrirane s kointegracijskim vektorom  $\beta'_1 Z_t$  ( $Z_t \sim CI(1, 1)$ ). Vektor  $\beta'_1 = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_n]$  je vektor parametra kointegracijske relacije, tj. kointegracijskog vektora.

U većini primjera analiziranja kointegracije koji se mogu pronaći u literaturi varijable su integrirane prvog reda. U slučaju da se u praksi naiđe na slučaj gdje je neka od komponenti vektora većeg reda integracije, varijablu se može diferencirati tako da je njena odgovarajuća diferencija integrirana reda jedan i kao takva se može uključiti u VAR analizu. U ekonomskim analizama mogu nastupiti tri slučaja:

1)  $Z_t$  je stacionaran  $I(0)$  vektor

U ovom slučaju sve varijable su stacionarne. Jednadžba (2.11) je dobro definirana i problem prividne regresije (spurious regression) ne postoji. Analiza se provodi na najjednostavniji opisani način.

2)  $Z_t$  je nestacionaran  $I(1)$  vektor i varijable nisu kointegrirane

Kada je  $Z_t$  vektor nestacionarnih  $I(1)$  varijabli, komponente vektora  $\Delta Z_t$  su stacionarne, pa su time i članovi jednadžbe (2.12),  $\Delta Z_t$  i  $\sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Z_{t-i}$  također stacionarni budući da predstavljaju linearne

kombinacije stacionarnih varijabli. Budući da varijable nisu kointegrirane ne postoji linearna kombinacija varijabli koja je stacionarna. U ovom je slučaju matrica  $\Pi = 0$ . Analiza se provodi na temelju VAR modela danog u jednadžbi (2.11) definiranog pomoću prvih diferencija varijabli.

3)  $Z_t$  je nestacionaran  $I(1)$  vektor sa  $r$  ( $0 < r < n$ ) kointegracijskih veza između varijabli.

Prisustvo  $r$  kointegracijskih veza znači da postoji  $r$  linearnih kombinacija komponenti vektora  $Z_t$  koje su stacionarne. U ovom slučaju matrica  $\Pi$  ima reducirani rang,  $\text{rang}(\Pi) = r < n$ .

Iz same postavke modela vidljivo je da je određivanje točnog broja kointegracijskih veza (vektora) između skupa od  $n$  varijabli (komponenti vektora  $Z_t$ ) ključno za ispravno postavljanje modela. Veoma rašireni postupak određivanja broja kointegracijskih veza na temelju ranga matrice  $\Pi$  je Johansenova procesura (Johansen, 1988). Temelj Johansenove procedure je EC model definiran s  $n$  varijabli i duljinom pomaka  $k$ . Procedura se sastoji od procjene EC modela (jednadžba 2.12) i izračuna svojstvene vrijednosti matrice  $\Pi$ . Ukoliko varijable nisu kointegrirane ( $\Pi$  je nul-matrica), rang matrice  $\Pi$  neće se značajno razlikovati od nule kao i njene svojstvene vrijednosti  $\lambda_i$ . Ukoliko je  $\text{rang}(\Pi) = 1$ , samo će jedna (prva) svojstvena vrijednost  $\lambda_1$  biti različita od nule, a sve ostale vrijednosti  $\lambda_i$  bit će približno jednake nuli. Ukoliko postoji  $r$  svojstvenih vrijednosti različitih od nule ( $\lambda_i \neq 0, i = 1, \dots, r$ ), tada će  $i$  vrijednosti izraza  $\ln(1 - \lambda_i)$  biti manja od nule, za sve  $i = 1, \dots, r$ . Johansen definira dvije test veličine ( $\lambda_{\text{trace}}$  i  $\lambda_{\text{max}}$ ) za određivanje broja kointegracijskih vektora.

*Test traga matrice svojstvenih vrijednosti ( $\lambda_{\text{trace}}$  test)*

Test traga matrice  $\lambda_{\text{trace}}$  definiran je izrazom:

$$\lambda_{\text{trace}} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (2.14)$$

$T$  je broj opažanja na temelju kojih se test provodi,  $n$  je broj varijabli u VAR modelu,  $r$  je pretpostavljeni broj kointegracijskih vektora, a  $\lambda_i$  su svojstvene vrijednosti matrice  $\Pi$ . Ukoliko su sve svojstvene vrijednosti matrice  $\Pi$  približno jednake nuli, vrijednost  $\lambda_{\text{trace}}$  testa isto tako će biti približno jednaka nuli. Veće vrijednosti svojstvenih vrijednosti  $\lambda_i$  imaju za posljedicu veću vrijednost  $\lambda_{\text{trace}}$  testa. Testom traga matrice testira se  $H_0$  da je broj kointegracijskih vektora manji ili jednak  $r$ . Ako je broj kointegracijskih vektora manji ili jednak  $r$ , to znači da će najviše  $r$  svojstvenih vrijednosti matrice  $\Pi$  (prvih  $r$ ) biti različito od nule, a preostale svojstvene vrijednosti će biti jednake nuli. U praksi se sekvencijalno provode testovi traga matrice, počevši od  $r = 0$ , kako bi se odredio broj

kointegracijskih vektora. Ukoliko se za  $r = 0$  nulta hipoteza može odbaciti, svojstvene vrijednosti, osim najveće, jednake su nuli, tj.  $r = 1$ , i postupak testiranja se nastavlja. Ukoliko se ponovo odbaci nulta hipoteza, zaključuje se da su sve osim dviju najvećih svojstvenih vrijednosti jednake nuli ( $r = 2$ ). Postupak se nastavlja (za  $r = 2, 3, \dots, n - 1$ ) sve dok se za određenu vrijednost ( $r + 1$ ) nulta hipoteza ne može odbaciti. Testiranje se tada prekida i zaključuje se da je broj kointegracijskih vektora jednak  $r$ .

*Test najveće svojstvene vrijednosti ( $\lambda_{\max}$  test)*

Test najveće svojstvene vrijednosti  $\lambda_{\max}$  testa možemo definirati:

$$\lambda_{\max} = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad r = 0, 1, 2, \dots, (n-2), (n-1) \quad (2.15)$$

Testom najveće svojstvene vrijednosti  $\lambda_{\max}$  testira se  $H_0$  da je broj kointegracijskih vektora jednak  $r$  u odnosu na alternativnu hipotezu da je broj kointegracijskih vektora jednak  $r + 1$ . Jednako kao i kod prethodnog testa postupak testiranja započinje uz pretpostavku da je  $r = 0$ , tj. da je samo najveća svojstvena vrijednost važna te se time ustvrđuje da li uopće postoji kointegriranost varijabli. Ukoliko se  $H_0$  odbaci, kointegracija postoji,  $r = 1$  i postupak testiranja se nastavlja (za  $r = 2, 3, \dots, n - 1$ ) sve dok se  $H_0$  ne odbaci. Tada se postupak testiranja prekida i zaključuje se da je broj kointegracijskih vektora jednak  $r$ .

Iz oblika testova  $\lambda_{\text{trace}}$  i  $\lambda_{\max}$  vidljivo je da su za veće vrijednosti  $\lambda_i$ , veće i vrijednosti testova. Svakoj svojstvenoj vrijednosti je pridružen i odgovarajući svojstveni vektor, kointegracijski vektor. Ako je svojstvena vrijednost statistički značajno različita od nule, tada je značajan i pripadni kointegracijski vektor. Asimptotska distribucija testova  $\lambda_{\text{trace}}$  i  $\lambda_{\max}$  nije jednostavna i može se naći u npr. Johansen (1988, 1991, 1994), ali u današnje doba već su sastavni dio statističkih programskih paketa.

U određenim okolnostima može se dogoditi da  $\lambda_{\text{trace}}$  i  $\lambda_{\max}$  testovi daju različite rezultate te da testovi jediničnog korijena upućuju na integriranost varijabli, a testovi kointegracije ukazuju da je matrica  $\Pi$  punog ranga. Ovakve kontradikcije mogu se pripisati maloj snazi testova kointegracije koja proizlazi iz malog broja dostupnih opažanja ili neispravne početne specifikacije VAR modela. Kod kratkih vremenskih serija (mali uzorci), Johansenova procedura češće odbacuje  $H_0$ . Lütkepohl i Reimers (1992) su predložili korekciju  $\lambda_{\max}$  testa na način da se pomnoži faktorom  $(T - nk)/T$  pri čemu je  $T$  broj opažanja,  $n$  broj varijabli, a  $k$  duljina pomaka u VAR modelu. Johansenova procedura osjetljiva je na narušavanje početnih pretpostavki pri specifikaciji modela, posebno na pretpostavku o normalnosti i koreliranosti grešaka relacije. Ako greške relacije nisu nezavisne i normalno distribuirane, Johansenova procedura ima tendenciju

pronalaženja kointegracije kada ona u stvarnosti ne postoji (spurious cointegration). Procjene parametara manje su pristrane, ali s većom varijacijom u odnosu na druge metode, no postoji mogućnost pojave netipičnih vrijednosti. Jedan od ključnih problema vezanih za Johansenovu proceduru je odabir odgovarajuće duljine pomaka  $k$  u definiciji VAR modela. Nedovoljna duljina pomaka rezultira značajnim smanjenjem statističke značajnosti testa, a prevelika smanjenjem snage testa. Kada se radi o istraživanju kojim se želi identificirati i procijeniti parametre kointegracijskih vektora, maksimalna duljina pomaka odabire se na jednaki način kao primjerice kod ADF (Augmented Dickey Fuller) testa jediničnog korijena. Za odabranu vrijednost pomaka analiziraju se greške relacije koje ne smiju biti autokorelirane. Uobičajena je praksa odabira većeg broja pomaka čime se aproksimira moguća autokorelacijska struktura grešaka relacija. Ukoliko se procijenjeni da kointegracijski vektori koriste u daljnjim analizama, velik broj pomaka u EC modelu može biti neopravdan zbog činjenice da iz EC modela proizlazi da duljina pomaka  $k$  preko člana  $\Pi Z_{t-k}$  određuje i vremenski interval prilagodbe varijabli ravnotežnom stanju. U tom slučaju uobičajeno je pretpostaviti da se odstupanja od ravnotežnog stanja korigiraju u kraćem vremenskom razdoblju, tj. da  $k$  nije velik. U takvim situacijama je potreban oprez, jer mala vrijednost duljine pomaka povećava vjerojatnost autokorelacije grešaka relacije čime se dovodi u pitanje primjerenost modela. Procjena o adekvatnom broju pomaka  $k$  najčešće se donosi na temelju informacijskih kriterija (npr. AIC, BIC i HQ) koji traže optimum između poboljšanja kvalitete modela (povećanje  $k$ ) i dovoljnog broja stupnjeva slobode (postizanje što jednostavnijeg modela). Model s najmanjom vrijednosti ovih pokazatelja, uz uvjet da zadovoljava sve dijagnostičke testove, odabire se kao optimalan.

Polazišna točka i, nažalost, jedna od slabosti Johansenove procedure je odabir specifikacije dinamičkog modela na temelju kojeg se ona provodi, o čemu ovise i asimptotske distribucije test veličina u postupku testiranja kointegracije.

Uzmimo za primjer vektor  $Z_t = [Z_{1t} Z_{2t} \dots Z_{nt}]'$  od  $n$  nestacionarnih varijabli koje su integrirane reda jedan  $I(1)$ .

- Nestacionarne  $I(1)$  varijable (komponente vektora  $Z_t$ ) jesu stohastički kointegrirane i broj kointegracijskih vektora =  $r$ , ukoliko postoji  $r$  linearno nezavisnih kombinacija varijabli  $Z_{1t}, Z_{2t} \dots Z_{nt}$  koje su stacionarne, ali mogu sadržavati i determinističke trendove. Vektor  $Z_t$  s komponentama koje imaju navedeno svojstvo naziva se stohastički kointegriran s kointegracijskim rangom  $r$ .

- Nastacionarne  $I(1)$  varijable (komponente vektora  $Z_t$ ) su deterministički kointegrirane i broj kointegracijskih vektora =  $r$  ako postoji  $r$  linearno nezavisnih kombinacija varijabli  $Z_{1t}, Z_{2t} \dots Z_{nt}$  koje su stacionarne i ne sadrže determinističke trendove. Vektor  $Z_t$  s komponentama koje imaju navedeno svojstvo naziva se deterministički kointegriran s kointegracijskim rangom  $r$ . Kod determinističke kointegracije, isti kointegracijski vektori

koji eliminiraju stohastičku nestacionarnost ujedno eliminiraju i determinističku nestacionarnost. Tako npr. Engle-Grangerov pojam kointegracije odnosi se na determinističku kointegriranost.

Jednako kao i VAR model i EC model, koji predstavlja osnovicu Johansenove procedure, u najopćenitijem slučaju može uključivati i konstantu i trend. Determinističke komponente mogu biti uključene u model na dva načina: preko modela kratkoročne dinamike (dodatni članovi u EC modelu) ili/i preko modela dugoročne dinamike pojava. Ukupno postoji pet različitih modela koji se mogu pojaviti. Distribucija vrijednosti testa, a time i kritične vrijednosti  $\lambda_{\text{trace}}$  i  $\lambda_{\text{max}}$  testova, ovise o specifikaciji determinističkih komponenti u EC modelu. Važno je napomenuti: kada se VAR model transformira u EC model, determinističke komponente u EC modelu mogu se razlikovati od determinističkih komponenti u početnom VAR modelu. U slučaju determinističke kointegriranosti varijabli, determinističke komponente (trend i konstanta) iz VAR modela neće se nalaziti u specifikaciji EC modela. U slučaju stohastičke kointegriranosti, trend i/ ili konstanta bit će dio EC modela. Kritične vrijednosti testova najmanje su za model bez determinističkih komponenti, a najveće za model s konstantom uključenom u kointegracijski prostor. Iz ovih razloga ključni element provođenja Johansenove procedure je izbor odgovarajućeg modela testiranja, jer samo ispravan izbor modela osigurava ispravne rezultate testiranja.

S obzirom na prisutnost determinističkih komponenti, EC model možemo napisati na slijedeći način:

$$\Delta Z = \Gamma_1^* \Delta Z_{t-1} + \Gamma_2^* \Delta Z_{t-2} + \dots + \Gamma_{k-1}^* \Delta Z_{t-k} + \alpha \underbrace{(\beta \ \mu_1 \ \delta_1)' (Z_{t-1} \ 1 \ t)}_{\substack{\text{Determinističke komponente u} \\ \text{Kointegracijskom prostoru, CE}}} + \underbrace{\mu_2 + \delta_2}_{\substack{\text{Determinističke} \\ \text{komponente u EC modelu}} + e_t$$

(2.16)

Ovisno o restrikcijama na determinističke komponente postoji pet različitih modela koji se mogu pojaviti kao specijalni slučajevi jednadžbe (2.16):<sup>8</sup>

**Model 1:** Konstanta i trend nisu uključeni u EC model niti u kointegracijski prostor (CE):  $\mu_1 = \mu_2 = \delta_1 = \delta_2 = 0$ .

Determinističke komponente nisu prisutne ni u podacima, niti u kointegracijskim relacijama. Riječ je o najrestriktivnijem modelu. Model se rijetko ili gotovo nikad ne koristi u praksi. Naime, općenito je u model potrebno dodati konstantu (barem u kointegracijske relacije) kako bi se

<sup>8</sup> Preuzeto iz Bahovec, Erjavec, 2009

prilagodile mjerne jedinice varijabli u  $(Z_{t-1} \dots 1 \dots t)$ . Model 1 primjer je determinističke kointegracije.

**Model 2:** Konstanta samo u kointegracijskom prostoru  $\mu_1 \neq 0$ , ali ne i u EC modelu;

$\mu_1 = 0$ , trend nije prisutan  $\delta_1 = \delta_2 = 0$ .

Konstanta je prisutna samo u kointegracijskom prostoru (modelu dugog roka), što znači da  $I(1)$  varijable kointegriraju oko konstante. Njezin utjecaj u EC modelu očituje se preko člana korekcije pogreške (ECT). Ovo je slučaj kada podaci ne sadrže trend, pa prve diferencije nizova imaju sredinu jednaku nuli. Restrikcijom konstante samo na kointegracijski prostor prilagođavaju se mjerne jedinice varijabli u  $(Z_{t-1} \dots 1 \dots t)$ . Ovaj oblik modela često se koristi u analizi financijskih varijabli.

**Model 3:** Konstanta u kointegracijskom prostoru  $\mu_1 \neq 0$  i u EC modelu  $\mu_2 \neq 0$ , bez trenda;

$\delta_1 = \delta_2 = 0$ .

Iako trend komponenta nije prisutna niti u modelu kratkog roka (EC modelu), niti u modelu dugog roka (kointegracijskom prostoru), konstanta u EC modelu  $\mu_2 \neq 0$  rezultira postojanjem linearnog trenda u podacima. Ovo je primjer stohastičke kointegracije. Zasebna konstanta u EC modelu znači da prve diferencije varijabli nemaju jednaku razinu (očekivane vrijednosti varijabli nisu konstantne). Iako varijable mogu imati različite tendencije rasta, dugoročno slijede zajednički trend (imaju zajedničku stohastičku putanju razvoja). Model 3 je u većini ekonometrijskih programskih paketa standardni model za provođenje Johansenova postupka.

**Model 4:** Konstanta u kointegracijskom prostoru i u EC modelu  $\mu_1 \neq 0$  i  $\mu_2 \neq 0$ ; trend u kointegracijskom prostoru  $\delta_1 \neq 0$ , ali ne i u EC modelu  $\delta_2 = 0$ .

U model je uključen deterministički trend (kao trend stacionarna varijabla) samo preko integracijskog prostora. Trend stacionarnosti može biti svojstvo određene varijable ili svojstvo kointegracijske relacije (jednadžbe dugog roka). Uključivanjem trenda u kointegracijski prostor u model se uključuje utjecaj egzogenog rasta (pada) varijabli. Trend u modelu kratkog roka nije prisutan tj. u podacima ne postoji kvadratni trend. Model je prikladan za analizu vremenskih nizova za koje se pretpostavlja da je trend stacionaran.

**Model 5:** Konstanta u kointegracijskom prostoru i u EC modelu,  $\mu_1 \neq 0$  i  $\mu_2 \neq 0$ ; trend u kointegracijskom prostoru i u EC modelu,  $\delta_1 \neq 0$  i  $\delta_2 \neq 0$ .

Model je specificiran bez ikakvih restrikcija na determinističke komponente. Trend u EC modelu (diferenciranim vrijednostima nizova) ukazuje na postojanje kvadratnog trenda u podacima. Model se rijetko

primjenjuje u praksi i neki od ekonometrijskih programa uopće ne dozvoljavaju ovakvu specifikaciju modela. Parametri modela teško se suvislo ekonomski interpretiraju, posebno u slučajevima kada su vrijednosti varijabli logaritamski transformirane. Iako ponekad uključivanje kvadratnog trenda poboljšava dijagnostiku modela, prognoziranje na temelju takvih modela daje nerealne rezultate. U takvim je slučajevima potrebno istražiti uzroke koji upućuju na postojanje kvadratnog trenda u podacima i u model uključiti dodatne varijable, npr. određene stope rasta. Međutim, potrebno je naglasiti da je uključivanje determinističkih komponenti u EC model usko povezano s testovima jediničnog korijena, tj. odgovarajućim regresijskim jednadžbama na temelju kojih se oni provode. Prilikom definiranja odgovarajućeg EC modela (obzirom na determinističke komponente) potrebno je voditi računa da se jednaka specifikacija modela pretpostavlja i u testovima jediničnog korijena (model specificiran u  $H_0$ ).

Osnovna karakteristika EC modela je objedinjavanje kratkoročne i dugoročne dinamike pojava. Međutim, interpretacija parametra modela (kao dinamičkih utjecaja) dosta je zahtjevna, pogotovo ako model dodatno sadrži i determinističke komponente. Stoga je osobito važno razumjeti ulogu i značenje pojedinih komponenti kako bi se model primjereno specificirao. U praksi je mala vjerojatnost da će model 1 i model 5 biti primjereni. Najčešće se odabiru model 2, model 3 ili model 4. O obliku modela ovisi i asimptotske distribucije test veličina (kritične granice) Johansenova testa.

### **2.7.2. Opis modela za testiranje kauzalnost između ekonomskog rasta i potrošnje energije**

U testiranju kauzalnosti između ekonomskih indikatora i potrošnje energije koristili smo ADF (Augmented Dickey-Fuller) test kako bismo testirali postojanje jediničnih korijena u varijablama i identificirali stupanj integracije varijabli. Ukoliko se pokaže da analizirane varijable imaju jedinične korijene, može se upotrijebiti vjerojatnost njihovog zajedničkog gibanja tj. vjerojatnost njihova zajedničkog kretanja ka stabilnom dugoročnom stanju ravnoteže. Testovi postojanja jediničnog korijena korišteni su na način da dopuštaju prisutnost konstante i trenda, a Newey-West metoda je korištena u izboru optimalne duljine pomaka  $k$ .

Ukoliko se pokaže da su ekonomske i energetske varijable koje se analiziraju stacionarne, moguće je koristiti standardni oblik testa Grangerove kauzalnosti te tada model možemo definirati na sljedeći način:

$$\Delta BDP_t = \alpha_{11} + \sum_{i=1}^n \beta_{11i} \Delta BDP_{t-i} + v_{11t} \quad (2.17)$$

$$\Delta BDP_t = \alpha_{12} + \sum_{i=1}^n \beta_{11i} \Delta BDP_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{12j} \Delta ENE_{t-j} + v_{12t} \quad (2.18)$$

$$\Delta ENE_t = \alpha_{21} + \sum_{i=1}^m \beta_{21i} \Delta ENE_{t-i} + v_{21t} \quad (2.19)$$

$$\Delta ENE_t = \alpha_{22} + \sum_{j=1}^m \beta_{21j} \Delta ENE_{t-j} + \sum_{i=1}^n \beta_{22i} \Delta BDP_{t-i} + v_{22t} \quad (2.20)$$

Kao što smo i u prethodnom poglavlju naveli, novija empirijska istraživanja na području kointegracije pokazuju da je model vektorske autoregresije – VAR, specificiran u diferenciranom obliku, ispravno primijeniti jedino u slučaju kada analizirane varijable nisu kointegrirane na isti način na koji se koristi u klasičnom Granger testu kauzalnosti (Granger, 1988). U slučaju kada su kointegrirane, potrebno je koristiti model korekcije pogreške (*Error Correction – EC*).

Hendry i Juselius (2000) ističu važnost korištenja ispravnog izbora i specifikacije modela. Budući da postoje naznake kointegracije u sklopu analize Grangerove kauzalnosti, koristili smo EC model umjesto klasičnog VAR modela budući je ovaj pogrešno specificiran kod prisutnosti kointegracije varijabli. Dodatni problem kod korištenja VAR modela nalazi se u tome što on registrira i objašnjava samo kratkoročnu povezanost među varijablama jer se dugoročne informacije uklone kroz postupak diferenciranja. EC model s druge strane zaobilazi ovaj nedostatak budući da zasebno identificira kratkoročnu i dugoročnu povezanost varijabli te otkriva izvor kauzalnosti koji klasičan Grangerov test kauzalnost ne može identificirati.

Općeniti oblik EC modela koji smo koristili u analizi povezanosti ekonomskog rasta i potrošnje energije možemo izraziti kao:

$$\Delta BDP_t = \alpha_{12} + \sum_{i=1}^n \beta_{11i} \Delta BDP_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{12j} \Delta ENE_{t-j} + \theta ECM_{t-1} + u_t \quad (2.21)$$

$$\Delta ENE_t = \alpha_{22} + \sum_{j=1}^m \beta_{21j} \Delta ENE_{t-j} + \sum_{i=1}^n \beta_{22i} \Delta BDP_{t-i} + \lambda ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.22)$$

Bez obzira na formulaciju kojom smo se koristili slične studije su pokazale da su rezultati analize kauzalnosti veoma osjetljivi na predviđenu duljinu pomaka  $k$ . Kako bismo riješili ovaj problem, koristili smo metodu koju je Hsiao (1981) predstavio kako bi pomogao u utvrđivanju optimalne duljine pomaka. Metoda se temelji na kombinaciji Grangerove definicije



kauzalnosti i Akaike FPE kriterija te uključuje dva koraka. U prvom koraku se procjenjuju jednadžbe (2.18 i 2.20) ili (2.21 i 2.22) koristeći različite duljine pomaka za varijablu  $\Delta BDP$ , ali izostavljajući energetske varijable, kao i EC član. Ukupna greška predviđanja (final prediction error - FPE) računa se za svaku dužinu pomaka varijable  $\Delta BDP$ . Optimalna dužina pomaka ( $n^*$ ) je ona koja minimalizira FPE vrijednost, a označujemo je s FPE(I). U drugom koraku procjenjuju se jednadžbe (2.18 i 2.20) ili (2.21 i 2.22) s time da je dužina pomaka varijable  $\Delta BDP$  određena u prvom koraku, a za energetske varijable isprobavaju se različite dužine pomaka. Ponovo se izračunava FPE statistika, a optimalna dužina pomaka ( $m^*$ ) je ona koja rezultira minimalnom FPE vrijednošću i označuje se s FPE(II). Konačno FPE(II) se uspoređuje s FPE(I): Ukoliko je  $FPE(II) < FPE(I)$  tada energetska varijabla u Grangerovom smislu uzrokuje BDP; ukoliko je  $FPE(II) > FPE(I)$  tada energetska varijabla u Grangerovom smislu ne uzrokuje BDP. Ovi testovi služe da bi se utvrdilo da li energetske varijable uzrokuju BDP. Valjanost ovih testova može se potvrditi korištenjem većeg broja statističkih testova. Kod standardnog Grangerovog modela jednadžbe (2.18 i 2.20) kauzalnost se može potvrditi provođenjem zajedničkog  $F$ -testa za koeficijente lagiranih  $\Delta ENE$  varijabli. U slučaju EC modela (jednadžbe 2.21 i 2.22), gdje kauzalnost može potjecati iz dva izvora - EC člana i lagiranih energetskih varijabli, kauzalnost se može potvrditi provođenjem zajedničkog  $F$ -testa za koeficijent EC člana i koeficijente lagiranih energetskih varijabli. Hsiao procedura omogućuje sustavan pristup određivanju dužine pomaka i pri tome minimalizira subjektivne odluke.

Korištenjem standardnog Waldovog test može se procijeniti Grangerova kauzalnost u širem smislu testiranjem  $H_0: \beta_{12j} = 0$  za sve  $j$  u jednadžbi (2.21) ili  $H_0: \beta_{22i} = 0$  za sve  $i$  u jednadžbi (2.22). Asafu-Adjaye (2000) interpretira Grangerovu kauzalnost u širem smislu kao kratkoročnu kauzalnost u smislu da zavisna varijabla reagira samo na kratkoročne šokove iz stohastičke okoline. EC član u jednadžbama (2.21 i 2.22) pruža još jedan mogući izvor kauzalnosti. Koeficijenti EC članova predstavljaju brzinu eliminiranja odstupanja od dugoročnog ravnotežnog stanja kao posljedicu promjena u svakoj od varijabli. Na primjer, ukoliko je koeficijent  $\theta = 0$ , tada BDP ne reagira na devijacije od dugoročnog ravnotežnog stanja koje su se dogodile u prethodnom razdoblju. Ovu tvrdnju može se provjeriti korištenjem  $t$ -testa. Ukoliko ne postoji kauzalnost niti u jednom smjeru, znači da je potvrđena hipoteza „neutralnosti“.

Pristup određivanju kointegracije koristeći metodu maksimalne vjerojatnosti (maximum likelihood - ML) koji je razvio Johansen (1988, 1991) omogućava testiranje ranga kointegracije tj. određivanje roja kointegrirajućih vektora. Ovaj pristup omogućava i statističku procjenu ovih vektora, kao i testiranje linearnih ograničenja na vektorima koristeći klasičnu asimptotsku teoriju. Dodatna prednost ovog pristupa jeste što se pristranost zbog male veličine uzorka, kao i problemi normalizacije koji su

tipični za OLS pristup, javljaju u puno manjoj mjeri pri korištenju Johansenove procedure. Pri korištenju Johansenove procedure korištena je specifikacija koja dopušta konstantu i linearan trend u podacima te konstantu, ali ne i trend u koinTEGRACIJSKOM vektoru. Primjerenost korištenja ovog modela u analizi potvrđen je od strane Akaike informacijskog kriterija (AIC) i Schwartzovog informacijskog kriterija (SIC). U određivanju broja kointegracijskih vektora korišteni su testovi traga matrice svojstvenih vrijednosti ( $\lambda_{trace}$ ) i najveće svojstvene vrijednosti ( $\lambda_{max}$ ) te su korištene kritične vrijednosti prema MacKinnon, Haug i Michelisu (1999).

U empirijskoj literaturi često se koristi i Wald test izračunat temeljem neograničenog (u smislu vremenskog pomaka) VAR modela. Toda i Phillips (1993) dokazali su da asimptotska distribucija Waldovog testa u slučaju kada se ne koriste vremenska ograničenja pati od viška parametara i nestandardnih distribucija. Alternativni pristup procjeni vremenski neograničenog VAR modela sastoji se od transformacije procjenjenog EC modela u svoju VAR formu, a zatim primjenu Waldovog testa za linearna ograničenja na dobivenom VAR modelu. Lütkepohl i Reimers (1992) dali su distribuciju Waldove statistike za bivarijatan slučaj temeljen na Johansen i Juselius (1990) ML procjeni za EC model. Asimptotska distribucija Waldove statistike za slučaj  $n$  varijabli analizirana je od strane Toda i Phillips (1993). Toda i Yamamoto (1995) predložili su učinkovit, a jednostavan pristup za procjenu asimptotske distribucije Waldove statistike koji se temelji na procjeni „proširenog“ VAR modela, koji je primjenjiv čak i za slučajeve kada postoji kointegracija. Analiza ovog modela kao i rezultati Monte Carlo pokusa za kointegrirane podatke dati su u radu Dolada i Lütkepohla (1996).

Toda i Yamamoto (1995) dokazali su da Waldov test za ograničenja na parametrima VAR( $k$ ) modela ima asimptotsku hi kvadrat ( $\chi^2$ ) distribuciju kada se procjenjuje VAR( $k + d_{max}$ ) model, gdje je  $d_{max}$  maksimalni stupanj integracije kojeg se očekuje u analiziranom procesu. Koristeći drugačiji pristup Dolado i Lütkepohl (1996) došli su do istog rezultata. Waldova statistika se izračunava koristeći samo prvih  $k$  matrica koeficijenata. Ovaj postupak ne zahtijeva poznavanje niti kointegracijskih svojstava analiziranog sustava, niti stupanj integracije varijabli. Ukoliko postoji nesigurnost u vezi činjenice jesu li varijable I(1) ili I(0), dodavanje dodatnog pomaka osigurava konzervativnost procjene testa. Izračun ovog Waldovog testa je jednostavan (Zapata, Rambaldi, 1997):

(1) Procjena VAR( $k+d_{max}$ ) modela pomoću multivarijantnog OLS-a, gdje je  $k$  znana ili unaprijed određena optimala dužina pomaka za analizirani sustav. Ukoliko s  $\Phi(L)_{k+d_{max}}^k$  označimo LS procjenu VAR parametara, samo su koeficijenti prvih  $k$  pomaka uzeti u obzir;

(2)  $\hat{\Sigma}_{k+d \max}^k$  predstavlja konzistentnu procjenu matrice varijanci-kovarijanci  $\Phi(L)_{k+d \max}^k$ .  $\lambda_W = T \left( R \hat{\Phi}_{k+d \max}^k \right)' \left( R \hat{\Sigma}_{k+d \max}^k R' \right)^{-1} \left( R \hat{\Phi}_{k+d \max}^k \right)$  tada ima asimptotsku  $\chi_{(N)}^2$  distribuciju, a N je jednak broju redova restriktivne matrice R.

Zapata i Rambaldi (1997) analizirali su rezultate Monte Carlo eksperimenta koji je testirao performanse dva Wald testa: jednog temeljenog na procjeni „proširenog“ VAR modela (MWALD) i Wald statistike izračunate od procjenjenog EC modela te klasičnog LR testa za nepostojanje Granger kauzalnosti u kointegriranim sustavima. Ocjena i testiranje dvaju Wald testova učinjeno je pomoću ML pristupa razvijenog od strane Johansena i Juseliusa (1990). LR test je izračunat iz multivarijatne OLS procjene VAR modela (Toda, Yamamoto (1995) te Dolado, Lütkepohl (1996)). MWALD test se temelji na procjeni koja ne sadrži/uključuje informacije o stupnju integracije i/ili kointegracije varijabli u sustavu. Prednost MWALD testa jest u tome što je njegova granična distribucija hi kvadrat, čak i u slučaju odsustva kointegracije ili e zadovoljavanja uvjeta stabilnosti i ranga. S druge strane, budući da su u slučaju kointegriranog sustava procjene dobivene putem VAR modela manje efikasne od ML procjene, može se očekivati da MWALD ima manju snagu testa nego WALD ili LR test. Njihovi rezultati potvrđuju ova očekivanja tako da u srednjim i većim uzorcima sva tri testa imaju zadovoljavajuću snagu testa, kod malih uzoraka (50 ili manje opažanja) MWALD test najviše gubi na snazi, dok LR test zadržava najbolje rezultate. Kod malih uzoraka, u slučaju kada se očekuje bidirekionalna kauzalnost, LR je jedini test koji uspijeva identificirati pogrešnu nultu hipotezu za bivarijatni model. Zbog navedenih rezultata te kratkog uzorka koji je čest kod makro varijabli preporučljivo je koristiti LR pristup.

### 3. REFORMSKI PROCESI I RESTRUKTURIRANJE ENERGETSKOG SEKTORA

Energetski sektor<sup>9</sup> prolazi kroz velike promjene koje su rezultat drugačijeg makroekonomskog okruženja, naslijeđa prošlosti, ali i drugačije ekonomske pozicije prirodnih monopola. Tijekom 90-tih godina razvijene zemlje poduzimaju reforme u energetskom sektoru, no s različitim motivom u odnosu na tranzicijske zemlje i zemlje u razvoju. Naime, razvijene zemlje željele su dodatno unaprijediti već uglavnom efikasan sektor, sniziti cijene energije te unaprijediti kvalitetu i sigurnost usluge. S druge strane, tranzicijske zemlje Srednje, Istočne i Jugoistočne Europe započinju sveobuhvatnu tranziciju svojih gospodarstava kako bi se prilagodile standardima tržišnih ekonomija, a reforme energetskog sektora samo su dio znatno širih strukturnih prilagodbi. Evidentno je da tranzicijske zemlje i u području energetskog sektora pokušavaju implementirati reformske modele razvijenih zemalja, no sa znatno manjim uspjehom. Razlozi su brojni, no možda najvažniji je onaj vezan uz različito razvijene institucije i ukupno institucionalno okruženje, o čemu će biti više riječi u nastavku. S obzirom da Republika Hrvatska spada u grupu tranzicijskih zemalja i dijeli s njima brojne sličnosti vezano uz gospodarsku strukturu, razvojne obrasce i institucionalne karakteristike, ovo poglavlje fokusirano je posebice na tranzicijske zemlje i probleme u provođenju pokrenutih reformi u energetskom sektoru.

Primjenjivost istog modela reformi na zemlje na različitoj razvojnoj razini te s različitim gospodarskim, političkim i institucionalnim karakteristikama predstavlja univerzalni problem na svim područjima, a ne samo u energetskom sektoru. On je rezultat neoliberalne ideje o nužnosti brzih i jednakih „recepata“ za gospodarske probleme u kojima su se našle tranzicijske zemlje u procesu prijelaza iz dogovorne u tržišnu ekonomiju. Preporuke o nužnosti brze privatizacije, liberalizacije i deregulacije poznate kao Washingtonski konsenzus, a potekle su od globalnih međunarodnih institucija kao što su MMF, Svjetska banka i WTO. Iako se originalna ideja o 10 nužnih reformi<sup>10</sup> veže uz J. Williamsona i konferenciju o dužničkoj

---

<sup>9</sup> Prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti (NKD), aktivnosti vezane za energetske sirovine te proizvodnju, isporuku i potrošnju energije svrstane su u tri područja djelatnosti: (1) područje "B" **Rударство i vađenje**, odjeljci: 05-Vađenje ugljena i 06-Vađenje sirove nafte i plina; (2) područje "C" **Prerađivačka industrija**, odjeljak 19-Proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda; (3) područje "D" **Opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacijom**, s odjeljkom 35-Opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacijom.

<sup>10</sup> Reforme uključuju: fiskalnu disciplinu, preusmjerenje javnih rashoda, poreznu reformu, liberalizaciju kamatnih stopa, liberalizaciju trgovine, konkurentski tečaj, liberalizaciju stranih direktnih investicija, privatizaciju, deregulaciju i vlasnička prava.

krizi u Latinskoj Americi, vrlo brzo se ideja proširila i na tranzicijske, odnosno zemlje u razvoju. Prema riječima J. Sachsa: «Napravite brze reforme, ne očekujte puno pomoći od nas, a ako to napravite uspješno, desit će vam se dobre stvari». No, čak je i on priznao da je taj model previše pojednostavljen i ne uvažava specifičnosti zemalja koje se nalaze na različitom stupnju ekonomskog, institucionalnoj i političkog razvoja. Tijekom godina bilo je sve više kritičara modela Washingtonskog konsenzusa, a najviše su mu zamjerali zanemarivanje razvoja institucija kao ključne determinante dugoročnog ekonomskog rasta i razvoja zemalja te zanemarivanje problema neravnomjerne raspodjele i siromaštva. Cijeli model bio je previše orijentiran na strukturne reforme koje su za cilj imale unapređenje efikasnosti na mikroekonomskoj razini, očekujući da će liberalizirano tržište i privatizirana poduzeća automatski stvarati konkurentnost i ekonomski rast, no to se nije dogodilo. Prema Rodrikovim (2002) riječima Washingtonski konsenzus tek je vrlo općenit popis institucionalnih reformi koje ne uzimaju u obzir specifičnosti i nacionalni kontekst te on zapravo predstavlja „opis“ razvijenih ekonomija. Godine 2006. Rodrik je nadopunio Washingtonski konsenzus (*Augmented Washington Consensus*) s dodatnih 10 mjera koje bi trebale korigirati velike makroekonomske neravnoteže u zemljama reformatorima.

Tablica 16. Nadopunjeni Washingtonski konsenzus

Washingtonski konsenzus:	Nadopunjeni Washingtonski konsenzus (izvornih 10 mjera + 10)
1. Fiskalna disciplina	11. Izgradnja regulatornih institucija
2. Preusmjeravanje javnih rashoda	12. Antikorupcijske mjere
3. Porezna reforma	13. Fleksibilnost tržišta rada
4. Liberalizacija kamatnih stopa	14. Pravila WTO-a
5. Konkurentski tečaj	15. Financijski kodeks i standardi
6. Liberalizacija trgovine	16. Pažljiva liberalizacija kapitalnog računa platne bilance
7. Liberalizacija stranih direktnih investicija	17. Primjena odgovarajućih režima deviznih tečajeva
8. Privatizacija	18. Nezavisnost CB – targetiranje inflacije
9. Deregulacija	19. Mreža socijalne sigurnosti
10. Vlasnička prava	20. Ciljano smanjenje siromaštva

Izvor: Rodrik, 2006

Jedna od mjera nadopunjenog Washingtonskog konsenzusa koja bi trebala ispraviti distorzije nastale prebrzom liberalizacijom, deregulacijom i privatizacijom jeste izgradnja regulatornih institucija, o čemu će biti više riječi u poglavlju 3.5.

Energetska tržišta najčešće imaju regionalnu dimenziju pa je energetska politika Europske unije bitan činitelj koji je utjecao na poduzete reforme u energetsom sektoru u svim europskim zemljama, bez obzira jesu li članice EU ili ne. Tzv. EU reformski model bitno je odredio reforme u tranzicijskim zemljama, posebice u elektroenergetskom sektoru koji je zbog svoje važnosti ponajviše reguliran, a unutarnje tržište električne energije uređeno EU Direktivama i ostalim zakonskim propisima. Veći dio poglavlja posvećen je upravo elektroenergetskom sektoru u kojem se očekuju značajne promjene u skoroj budućnosti.

### **3.1. Makroekonomski kontekst reformi u tranzicijskim zemljama**

Prelazak s jednog sustava na drugi koji je zahtijevao ukupnu gospodarsku, institucionalnu i političku prilagodbu nije bio lak, a tranzicijske zemlje našle su se u velikim makroekonomskim problemima. Tzv. tranzicijska depresija rezultirala je niskim ili čak negativnim stopama ekonomskog rasta, padom industrijske proizvodnje, rastom nezaposlenosti te brojnim makroekonomskim neravnotežama kao što su rast budžetskog deficita, javnog duga, vanjskotrgovinskog deficita te povećanje vanjske zaduženosti. (Tablica 17.)

Tablica 17. Pokazatelji unutrašnje i vanjske makroekonomske ravnoteže  
u razdoblju 1995.-2008. (u % BDP-a)

Zemlja	Saldo državnog proračuna			Dug države			Saldo tekuće bilance			Ukupan vanjski dug		
	1995	2005	2008	1995	2005	2008	1995	2005	2008	1995	2005	2008
Srednja I istočna Europa												
Češka	-1,4	-2,6	-1,4	15,3	30,3	29,5	-2,6	-2,1	-3,1	31,8	36,8	41,6
Estonija	-0,6	1,6	-2,7	7,6*	4,8	4,6	-4,4	-10,3	-9,5	17,5	86,7	114,1
Mađarska	-6,7	-6,1	-3,4	86,4	58,4	72,6	-5,6	-7,4	-8,6	70,9	75,5	114,4
Latvija	-3,9	0,2	-4,0	16,1	11,9	19,5	-0,4	-12,5	-13,2	34,6	101,1	124,0
Litva	-4,5	-0,5	-3,2	22,8**	18,7	15,6	-10,2	-7	-12,3	22,8	47,7	68,9
Poljska	-3,1	-2,4	-3,9	57,9	42	47,1	4,5	-1,5	na	38,0	43,3	46,2
Slovačka	0,4	-2,9	-2,2	24,6	34,5	27,6	2,1	-8,6	-6,3	30,9	57	53,3
Slovenija	-0,3	-1,1	-0,9	18,8	28,8	29,6	-0,5	-1,1	-6,2	15,8	67,2	105,7

Zemlja	Saldo državnog proračuna			Dug države			Saldo tekuće bilance			Ukupan vanjski dug		
	1995	2005	2008	1995	2005	2008	1995	2005	2008	1995	2005	2008
<b>Jugoistočna Europa</b>												
Albanija	-10,1	-3,6	-5,7	68,9	54,8	55,9	-7,2	-6,6	-15,1	27,6	20	20,4
Bosna i Hercegovina	-0,3	0,7	-3,0	na	na	na	10,3	-17,3	-14,7	180,0	28,1	42,5
Bugarska	-5,7	3,1	3,0	111,1	31,9	19,6	-1,5	-11,8	-25,2	77,4	67,2	103,5
Hrvatska	-1,4	-4,1	-1,4	19,3	44,2	33,6	-7,7	-6,6	-9,4	20,2	78,5	82,4
Makedonija	-1,0	0,3	-1,0	na	47,6	21,3	-5,0	-1,3	-12,7	23,8	39,5	49,1
Rumunjska	-2,5	-0,8	-4,9	17,6	19	21,6	-5,0	-8,8	-12,2	18,3	33	49,0
Srbija i Crna Gora	-4,3	0,9	na	na	na	na	-	-10	na	79,4*	63,8	na
Srbija	na	1,0	-2,4	na	na	na	na	-8,7	-17,2	na	61,6	60,4
Crna Gora	na	2,1	1,5	na	na	na	na	-8,6	-33,6	na	22,8	52,7

\* Godina 1997.

\*\* Godina 1998.

Izvor: EBRD, 2010.



Podaci pokazuju da su tranzicijske zemlje nakon gospodarske krize sredinom 90-tih godina uglavnom uspjele stabilizirati javne financije i dug države tijekom desetogodišnjeg razdoblja (1995-2005). U 2005. godini samo su Mađarska, Hrvatska, Albanija i Bugarska ostvarivale proračunski deficit koji je prelazio dozvoljenih 3% udjela u BDP-u sukladno kriterijima iz Maastrichta, a sve zemlje svele su javni dug unutar dozvoljenih 60% BDP-a. Najveći makroekonomski problemi vezani su uz vanjsku neravnotežu. Sve zemlje su 2005. godine ostvarile vanjskotrgovinski deficit, a tri godine kasnije, u gotovo se svim zemljama deficit povećao. Drastični su primjeri Bugarske s preko 25% i Crne Gore s preko 33% udjela vanjskotrgovinskog deficita u bruto domaćem proizvodu. Kao rezultat produbljenog deficita na tekućem računu platne bilance povećao se neto uvoz kapitala i ukupan vanjski dug gotovo svih tranzicijskih zemalja, a jedan dio njih (Latvija, Mađarska, Estonija, Slovenija, Bugarska i Hrvatska) spadaju u visoko zadužene zemlje s udjelom od preko 80% u bruto domaćem proizvodu. Ovako značajne vanjske neravnoteže znače da će pristup međunarodnim financijama, od zajmovnog kapitala do stranih direktnih investicija, biti neophodan za ostvarenje dugoročno održivog ekonomskog rasta.

Do početka 90-tih godina 20. stoljeća elektroenergetski sektor bio je prirodni vertikalno integrirani monopol u državnom vlasništvu. Cijeli sektor bio je pod kontrolom jednog velikog, vertikalno integriranog poduzeća reguliranog direktno od države ili državne/regulatorne agencije koje su često donosile mjere i odluke kao dio socijalne politike. Kako je već spomenuto, u tranzicijskim zemljama cijene energije nisu odražavale strukturu troškova, već su više korištene kao mjera društvene i socijalne politike. U takvim uvjetima distorzije cijena i niske efikasnosti monopolističkih poduzeća naravno da nije bilo interesa privatnih investitora za ulaganje u energetski sektor, a bez novih investicija konkurentnost sektora dodatno se smanjivala. Monopol kao model organizacije tržišta električne energije pokazao se neefikasan u osiguranju realne cijene električne energije te poticanju investicijske aktivnosti i tehnološkog unapređenja. Zbog tog nedostatka, kao i zbog tehnološkog napretka u proizvodnji i prijenosu električne energije nametnula se potreba za restrukturiranjem elektroenergetskog sektora i liberalizacijom tržišta električne energije.

Tablica 18. daje pregled kretanja cijena električne energije od kraja 90-tih godina kada su uglavnom sve zemlje započele s reformama. Upravo je cijena električne energije bila ponajviše subvencionirana od strane države zbog velike važnosti električne energije za životni standard stanovništva. Prikazani su i podaci o stopi naplate računa za električnu energiju, temeljem čega se može procijeniti veličina komercijalnih gubitaka u tranzicijskim zemljama.

Tablica 18. Kretanje cijena električne energije i prosječna stopa naplate računa\* u tranzicijskim zemljama Srednje i Istočne te Jugoistočne Europe, 1999-2009.

<b>ZEMLJE SREDNJE I ISTOČNE EUROPE</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2008/1999</b>
<b>Češka</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$/kWh)	5,1	7,3	8,4	11,4	..	..	223,5
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	100	100	100	100	..	..	
<b>Estonija</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$/kWh)	..	4,4	6,5	9,2	10,2	11,5	261,4
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	97	99	99	99	99	
<b>Mađarska</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$/kWh)	5,9	7,0	11,4	14,7	18,8	22,5	381,6
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	..	99	99	99	100	
<b>Latvija</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$/kWh)	..	6,3	7,1	8,1	9,9	11,8	187,3
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	99	100	100	100	100	
<b>Litva</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$/kWh)	..	6,3	9,4	10,2	10,9	10,5	166,6
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	90	91	91	100	100	99	
<b>Poljska</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$/kWh)	5,5	6,5	7,7	9,9	12,3	20,0	363,6

Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	..	..	..	..	..	
<b>Slovačka</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	3,5	5,7	10,9	14,9	15,2	22,8	651,4
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	102	..	..	..	..	
<b>Slovenija</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	10	8,7	11,5	13,1	14,0	18,4	187,0
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	99	..	93	90	99	99	
<b>ZEMLJE JUGOISTOČNE EUROPE</b>							
<b>Albanija</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	..	3,4	5,1	6,7	7,7	9,6	282,4
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	58	76	92	74	76	76	
<b>Bosna i Hercegovina</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	5,7	5,7	7,1	6,9	8,6	9,1	159,6
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	94	95	90	96	98	98	
<b>Bugarska</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	..	3,8	5,2	8,4	9,1	10,9	286,8
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	112	85	92	93	93	..	
<b>Hrvatska</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	5,5	6,1	8,2	9,4	10,9	12,4	225,5

Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	95	95	98	100	100	
<b>Makedonija, FYR</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	..	..	4,7	4,4	5,7	6,1	129,8
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	87	80	77	88	86	87	
<b>Rumunjska</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	4,1	5,7	8,1	11,3	15,9	14,5	353,7
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	62	98	99	..	..	
<b>Srbija i Crna gora</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	4,0	2,0	5,2	..	..	..	..
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	74	87	..	..	..	..
<b>Srbija</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	..	1,9	4,7	5,1	7,5	8,8	463,2
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	92	90	94	93	94	
<b>Crna gora</b>							
Cijene el. energije za kućanstva (u US\$c/kWh)	..	..	..	5,9	10,1	12,4	210,2
Prosječna stopa naplate računa za el. energiju (u %)	..	..	..	..	..	..	

Izvor: EBRD, 2010.

Podaci pokazuju da su nove EU članice ostvarile značajan porast cijena električne energije, posebice nakon ulaska u EU 2004. godine te u narednim godinama kako se proces liberalizacije tržišta intenzivirao. Očigledno, otvaranje tržišta utjecalo je na tržišno formiranje cijena i djelomičnu konvergenciju na razini Europske unije, ali na štetu novih zemalja članica. Najveći rast cijena ostvaren je u Slovačkoj (preko 6 puta u odnosu na 1999.

godinu), Srbiji, Mađarskoj, Poljskoj i Rumunjskoj. U svim zemljama Srednje i Istočne Europe značajno se popravila naplata računa za električnu energiju, što je u uvjetima značajnog ekonomskog rasta u razdoblju do 2008. godine i porasta cijena energije utjecalo na unapređenje efikasnosti u energetske poduzećima u ovim zemljama. S druge strane, visoki udio troškova energije u ukupnim troškovima kućanstava i poduzeća utjecao je na smanjenje životnog standarda i cjenovne konkurentnosti poslovnih subjekata. Prema rezultatima istraživanja (MERCADOS, 2007), rast cijena energije rezultirao je smanjenjem životnog standarda kućanstava, štednjom u grijanju stanova i kuća te velikim udjelom troškova energije u dohotku kućanstava novih zemalja članica.

Situacija u zemljama Jugoistočne Europe koje su tek 1999. godine prvi put institucionalizirale svoje ekonomske i političke odnose s Europskom unijom, bila je znatno drugačija, iako je i u ovim zemljama započeo rast cijena energije. Cijene električne energije još uvijek su niske u manje razvijenim zemljama kao što su Bosna i Hercegovina, Bugarska, Srbija, Makedonija i Albanija, jer energetska politika još uvijek ima socijalne prioritete. Stoga u uvjetima niskih cijena i financijske nediscipline koja se ogleda u neadekvatnoj naplati računa nema novih privatnih investicija u energetske sektor, a neracionalna potrošnja raste. Rezultat su veliki gubici poduzeća energetske sektora, zbog čega su i manje razvijene zemlje Jugoistočne Europe započele s reformskim procesima.

Temeljem iznesenih podataka možemo zaključiti da postoji različit obrazac promjena cijena u zemljama Srednje i Istočne u odnosu na zemlje Jugoistočne Europe. Ove razlike rezultat su različite pozicije u odnosu na Europsku uniju i različite brzine promjena u elektroenergetskom sektoru koje su bitno determinirane pretprijetnim pregovorima, odnosno punopravnim članstvom pojedinih tranzicijskih zemalja. Naime, nove zemlje članice morale su u potpunosti prilagoditi svoje zakonodavstvo i primijeniti Prvi i Drugi paket energetske propisa EU. Uspostavljanje unutarnjeg energetske tržišta Europske unije funkcionira samo za područje električne energije i prirodnog plina, a direktive za električnu energiju i prirodni plin konceptijski su vrlo slične i imaju isti krajnji cilj. Stoga ćemo se u nastavku fokusirati ponajviše na elektroenergetski sektor u kojem su promjene i najizraženije. Situacija u Republici Hrvatskoj je slična. Naime, plinski sektor već je kod usklađivanja s Drugim paketom energetske propisa EU reformiran tako da zadovoljava i ključne zahtjeve Trećeg paketa, dok kod elektroenergetskog sektora postoje mnoge dubioze o učincima Trećeg paketa na budućnost hrvatskog elektroenergetskog sektora.

### **3.2. Energetska politika Europske unije i zakonodavni okvir**

Nema sumnje da je energetska politika Europske unije snažno utjecala na smjer i intenzitet provođenja reformi u europskim tranzicijskim zemljama, bez obzira da li su u međuvremenu postale nove članice ili su ostale izvan integracijskih procesa. Europska energetska politika datira čak i prije samog formiranja Europske ekonomske zajednice 1957. godine i kreirana je sukladno interesima gospodarski najjačih europskih zemalja. Tako je ostalo i do danas, a model reformiranja energetskeg sektora ponajviše odgovara upravo tim zemljama čija su se vodeća nacionalna energetska poduzeća lako proširila na integrirana europska tržišta energije te postala regionalni lideri.

#### **3.2.1. Kratki povijesni pregled**

Razvoj europske energetske politike bio je u samom središtu europskih integracijskih procesa još od samih početaka. Još 1951. godine uspostavljena je Europska zajednica za ugljen i čelik, a 1957. i Europska zajednica za atomsku energiju. Od tada pa do današnjih dana energija je ostala jedno od ključnih strateških i sigurnosnih pitanja u Europskoj uniji koja je najveći svjetski uvoznik energije.

Povijesno gledajući energetska politika EU prolazila je kroz više faza, a često su poticaji ka većem usklađivanju i povezivanju nacionalnih energetskeg politika zemalja članica dolazili iz geopolitičkog okruženja. Tako je prvi naftni šok iz 1973. godine i drastičan porast cijena nafte sa 2 na 11 dolara po barelu potaknuo industrijski razvijene zemlje okupljene u Organizaciji za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD) da formiraju Međunarodnu agenciju za energiju (IEA) kao „klub potrošača“, u koji ulaze i članice EU. Slijedi drugi naftni šok 1980-1981. godine koji je dodatno potaknuo dogovaranja oko zajedničkog nastupa prema zemljama izvoznicama nafte. EU je u to vrijeme bila više fokusirana na unutrašnje reforme i izgradnju institucija, pri čemu je velika pažnja bila posvećena utjecajima proizvodnje i potrošnje energije na životni standard i okoliš. S tim u vezi je i razvoj ideje o stvaranju unutrašnjeg tržišta za električnu energiju i prirodni plin. EU je pokrenula i niz programa razvoja tehnologije u energetici, posebno u vezi povećanja energetske učinkovitosti i povećanja udjela obnovljivih izvora energije.

Paralelno s ovim događanjima, 1989. godine definitivno se mijenja geopolitička karta Europe. Raspad SEV-a i bivšeg SSSR-a doveli su do velikih promjena u političkoj ekonomiji nafte i plina, a zemljama EU postaju dostupna nekadašnja zatvorena nalazišta nafte i plina iz Centralne Azije i zemalja Kaspijskog bazena. Europska unija poduzima sve intenzivnije korake u formuliranju zajedničke energetske politike i

potpisuje Ugovor o energetskej povelji sa zemljama nečlanicama kako bi osigurala sigurnost opskrbe. Sigurnost opskrbe energentima i energetska neovisnost direktno su povezani s razvojem zemalja EU, stoga Unija razvija novu generaciju odredbi vezanih za energetske neovisnost koje će biti uključene u međunarodne ugovore sa zemljama proizvođačima izvan Europe, posebice s Rusijom i Kaspijskim zemljama. Naglašava se i sve veća uloga afričkih zemalja na energetske tržistu, a u okviru dijaloga s OPEC-om prepoznati su zajednički interesi zemalja proizvođača i potrošača u smislu redovite opskrbe i prihvatljivih cijena energenata. Već postoji uspješna suradnja s Norveškom, a EU je 2005. godine osnovala Energetske zajednicu sa zemljama Jugoistočne Europe kojom se definira jedinstveni regulatorni okvir na tom velikom unutrašnjem tržištu električne energije i plina. Za EU ova Zajednica znači veću sigurnost transporta energije prema korisnicima, a za države nečlanice mogućnost uključanja u zajednički europski energetske prostor i povećanje trgovine s ostalim zemljama regije zbog primjene zajedničkih pravila.

Iako nakon 1990. cijena nafte ne raste značajno, izrazita volatilitnost na naftnim tržištima predstavljala je problem i za zemlje EU. Važan preokret dogodio se 2006. godine kada je rusko-ukrajinski plinski spor razotkrio slabosti visoke ovisnosti o uvozu energenata koncentrirane na samo jednu regiju (Rusiju), a sljedeća plinska kriza iz 2009. dodatno je potvrdila energetske ranjivost Unije. U takvim međunarodnim okolnostima Unija ubrzano dogovara zajedničku strategiju, a 2006. godine usvojena je Energetske politika za Europu (Energy Policy for Europe - EPE) odlukom šefova država članica. Definišu se tri temeljna cilja: veća sigurnost opskrbe energijom, osiguranje konkurentnosti europskih gospodarstava i dostupnosti energije te promicanje održivosti okoliša i borbe protiv klimatskih promjena. Na proljetnom sastanku Europskog vijeća 2007. godine usvojen je paket mjera za Energetske politiku za Europu i Akcijski plan njihovog provođenja za razdoblje od 2007. do 2009. godine. Postignut je dogovor poznat pod nazivom 3x20 do 2020. godine: povećanje udjela obnovljivih izvora energije na 20% ukupne potrošnje energije, smanjenje stakleničkih plinova za 20%, 20%-tno povećanje energetske učinkovitosti te povećanje udjela biogoriva na 10%. U ožujku 2011. godine, potaknuta nuklearnom katastrofom u Japanu, Unija dogovara novu energetske strategiju za novo desetljeće, a jedno od ključnih pitanja odnosi se na dilemu treba li smanjiti udio nuklearne energije, odnosno kojim je energentom supstituirati.

Iako govorimo o zajedničkoj energetskej politici EU, ipak Ugovor o EU ne definira pravnu osnovu za djelovanje Zajednice u području energetike pa se energetske politika razvila u okviru drugih politika (vanjski odnosi, unutarnje tržište, zaštita okoliša, konkurencija). Zato postupak odlučivanja nije jedinstven i ovisi o području: drugačiji je za razvoj infrastrukture, razvoj jedinstvenog tržišta, poticanje energetske učinkovitosti i korištenja

obnovljivih izvora energije te suradnje s trećim zemljama. Na primjer, razvoj jedinstvenoga tržišta električne energije i plina razvija se prema načelima pravila razvoja konkurencije kojima se liberaliziraju tržišta od "općeg ekonomskog interesa". Te odredbe omogućuju Komisiji da donosi odgovarajuće direktive ili odluke koje se odnose na države članice.

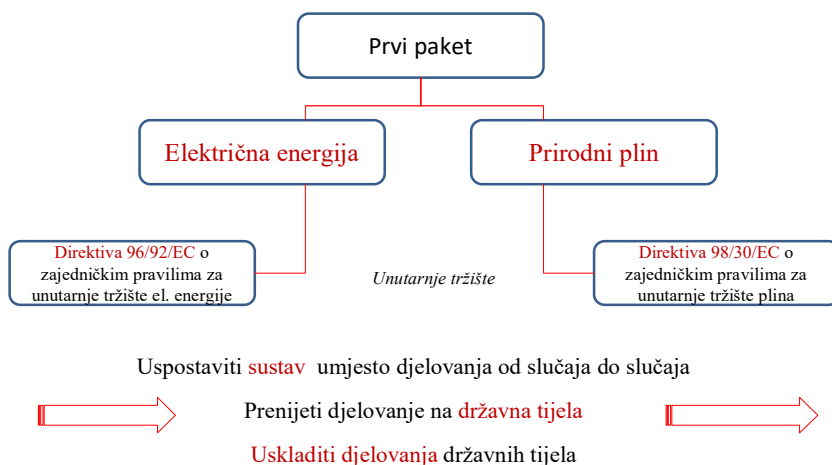
### **3.2.2. Pravna stečevina EU**

Temeljni preduvjet reformi koje su dovele do uspostave unutarnjeg europskog energetskeg tržišta jesu Europski propisi, odnosno direktive koje reguliraju tržište električne energije i prirodnog plina. Naime, upravo je unutarnje tržište električnom energijom i prirodnim plinom posebno važno kako bi se postigla veća efikasnost u proizvodnji, prijenosu/transportu i distribuciji energije te konkurentnost europskog gospodarskog prostora. Prva faza započela je još 1990. godine kada su donesene direktive 90/377/EEC i 90/547/EEC te godinu dana kasnije 91/226/EEC. U prvoj direktivi regulira se problematika transparentnosti cijena energije, što je uvjet funkcioniranja unutarnjeg energetskeg tržišta te stvaranja uvjeta za osiguranje poštene tržišne utakmice. Direktiva 90/547/EEC zagovara veću integraciju europskog energetskeg tržišta gdje državne granice ne bi trebale utjecati na slobodan tranzit električne energije, dok direktiva 91/226/EEC regulira jedinstveno unutarnje tržište prirodnim plinom, kao i pitanja sigurnosti opskrbe i zaštite okoliša. Ipak, navedene direktive više su postulati uspostave jedinstvenog unutarnjeg europskog energetskeg tržišta koji definiraju ciljeve i prioritete energetske politike Europske unije, a tek direktive iz 1996. i 1998. predstavljaju obvezujući tzv. Prvi paket energetske propisa EU. (Slika 8)



Slika 8. Pravna stečevina Europske unije – Direktive iz Prvog paketa

## Pravna stečevina EU Direktive iz Prvog paketa



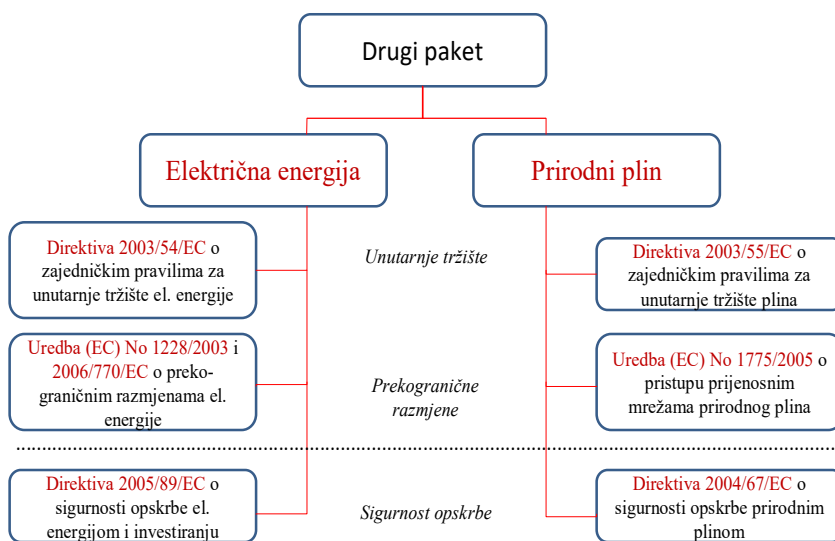
Izvor: Dizdarević, 2010.

Direktiva 96/92/EC regulira zajednička pravila unutarnjeg tržišta električnom energijom, a direktiva 98/30/EC odnosi se na unutarnje tržište prirodnog plina. Ovi dokumenti predstavljaju prekretnicu u energetskej politici Europske unije jer im je cilj uspostava zajedničkog energetskog sustava umjesto djelovanja od slučaja do slučaja. Predviđa se postupno uspostavljanje tržišta kako bi se omogućila prilagodba energetskog sektora, što je posebice važno zbog velikih razlika u razvijenosti nacionalnih ekonomija i njihovih energetskih sustava. Uvodi se pojam „obveze javne usluge“ jer je postalo jasno kako liberalizacija tržišta sama po sebi ne može garantirati sigurnost opskrbe niti adekvatnu zaštitu okoliša. Naglašava se važnost transparentnosti i nepristranog pristupa prijenosnoj mreži električne energije, jer to predstavlja nužan preduvjet poticanja konkurencije i otvaranja tržišta.

Navedene direktive tzv. Prvog energetskog paketa stavljene su van snage 1. srpnja 2004. godine, a naslijedile su ih direktive tzv. Drugog energetskog paketa: direktiva 2003/54/EC koja regulira unutarnje tržište električne energije i direktiva 2003/55/EC koja regulira unutarnje tržište prirodnog plina. (Slika 9)

Slika 9. Pravna stečevina Europske unije – Direktive i Uredbe iz Drugog paketa

## Pravna stečevina EU Direktive i Uredbe iz Drugog paketa



Izvor: Dizdarević, 2010.

Iako navedeni dokumenti predstavljaju nastavak funkcioniranja Prvog paketa, ipak su uvedene i neke novine. Tako se po prvi puta definiraju pojmovi kao što su opća usluga (*universal service*), opskrbljivač u krajnjoj nuždi (*supplier of last resort*), potrošači u udaljenim područjima (*remote customers*) i ranjivi potrošači (*vulnerable customers*). Definiran je i pojam povlaštenih kupaca (*eligible customers*) koji mogu kupovati električnu energiju ili plin od opskrbljivača prema svom izboru, no postupno, a najkasnije do 1. srpnja 2007, svi kupci postali su povlašteni kupci. Iako potpuno otvoreno tržište formalno omogućava svim potrošačima slobodan izbor opskrbljivača, ovo pravo i dalje nije konzumirano u mnogim zemljama, pa tako i u Hrvatskoj. Direktive Drugog energetskeg paketa također zahtijevaju od zemalja članica osnivanje autonomnog regulatornog tijela koje će biti potpuno neovisno o interesima regulirane industrije, ali i vlade jer država i dalje u mnogim zemljama ima značajan udio u vlasničkoj strukturi energetskeg sektora, posebice u prijenosnoj mreži. Regulatorna tijela/agencije imaju obvezu osiguranja konkurencije na tržištu, zaštite

potrošača te osiguranja transparentnog regulatornog okruženja koje će biti poticajno za investitore.

Jedan od elemenata jačanja unutarnjeg tržišta električne energije u EU koji je potaknuo integracijske procese je potpisivanje Ugovora o uspostavi energetske zajednice koji je na snazi od 2006. godine. Ovaj Ugovor potpisalo je devet zemalja jugoistočne Europe (Albanija, Bugarska, Bosna i Hercegovina, Republika Hrvatska, Makedonija, Crna Gora, Rumunjska i Srbija) s jedne strane te zemlje članice EU s druge strane, čime je formiran jedinstven regulatorni energetski prostor. Tim su ugovorom zemlje regije prihvatile pravnu stečevinu EU iz područja električne energije i prirodnog plina, obnovljivih izvora energije, zaštite okoliša i tržišnog natjecanja, što stvara pravni okvir za uspostavu tržišnih odnosa i integraciju regije u europsko energetsko tržište.

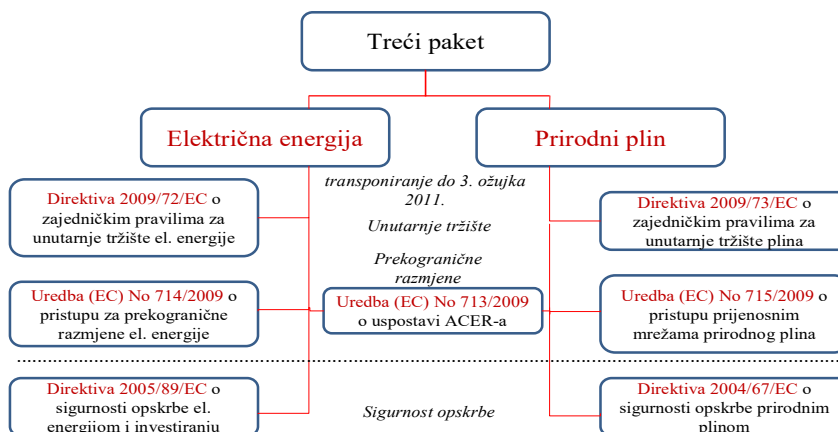
Iako su direktive Drugog energetskog paketa znatno ambicioznije u reguliraju više područja, ipak je ostalo niz problema koji će se pokušati riješiti Trećim energetskim paketom. Uočeni nedostaci u funkcioniranju unutrašnjeg tržišta električne energije i plina su sljedeći:

- I dalje postoje situacije monopolističke dominacije na tržištu, a nacionalne monopole zamijenili su oligopoli.
- Mrežna infrastruktura i dalje se nalazi pod nadzorom vertikalnih koncerna.
- Otvoreno tržište još uvijek predstavlja samo mogućnost, ali ne i realnost. Tržišna koncentracija i dalje je vrlo visoka.
- Još uvijek postoje velike razlike među zemljama, što predstavlja dodatno ograničenje jedinstvenom energetskom tržištu.
- I dalje egzistira administrativni utjecaj na cijene, što stvara nepovjerenje privatnih investitora.
- Prekogranična trgovina električnom energijom i plinom i dalje nije velika zbog nedovoljnih prekograničnih kapaciteta.
- Regionalna suradnja daleko je manja od potencijala.

Europska komisija je 2009. godine pokrenula postupke protiv čak 25 zemalja članica, a najčešći razlozi vezani su uz prethodne probleme: pojave tržišne moći, nedovoljne transparentnosti, još uvijek visoke vertikalne integriranosti, ograničenog pristupa mreži treće strane i slično. U srpnju 2009. godine objavljuju se novi dokumenti koji uređuju unutarnje tržište električnom energijom i prirodnim plinom te se direktive iz 2003. godine ukidaju 3. ožujka 2011. godine. (Slika 10)

Slika 10. Pravna stečevina Europske unije – Direktive i Uredbe iz Trećeg paketa

## Pravna stečevina EU Direktive i Uredbe iz Trećeg paketa



Izvor: Dizdarević, 2010.

Direktive 2009/72/EC i 2009/73/EC čine tzv. Treći energetske paketa i predstavljaju nastavak prethodna dva paketa energetske propisa. S obzirom da je prepoznata potreba za transparentnom i učinkovitom regulacijom kao ključnim preduvjetom uspostave otvorenog i učinkovitog tržišta energijom, u Trećem paketu energetske propisa pridaje se znatno veća važnost jačanju uloge regulatora, kako na nacionalnoj, tako i na europskoj razini. Osnovana je posebna agencija za suradnju nacionalnih regulatora (ACER) koja će imati veće ovlasti te će moći korigirati odluke nacionalnih regulatora u korist općeg nacionalnog interesa (EKONERG, 2010).

Glavni operativni ciljevi novih direktiva predstavljaju nastavak prethodnih, a mogu se svesti na sljedeće (EKONERG, 2010, 10):

- uspostava potpuno otvorenog unutarnjeg tržišta električne energije i prirodnog plina koje će omogućiti svim kupcima slobodan izbor opskrbljivača,
- nepristran pristup mreži i jednako djelotvorna razina regulatornog nadzora u svim zemljama članicama Europske unije,
- sigurna opskrba energijom, olakšan prekogranični pristup i uspostava unutarnjeg energetske tržišta što će biti poticajno za ulaganja u nove energetske objekte,
- učinkovito odvajanje mrežnih djelatnosti od konkurentskih djelatnosti (proizvodnje i opskrbe),

- osiguranje opskrbe energijom osjetljivih kupaca kako bi se ublažilo energetska siromaštvo koje predstavlja rastući problem u zemljama Europske unije,
- lakše uključivanje obnovljivih izvora energije u energetske sustave i razvoj „pametnih“ mreža i mjerenja (*smart grids*) s ciljem povećanja energetske učinkovitosti.

### 3.2.3. EU model reformi u energetsom sektoru

Tijekom 90-tih godina razvijene zemlje započele su s reformama kako bi dodatno unaprijedile već uglavnom efikasan sektor, snizile cijene električne energije te poboljšale kvalitetu i sigurnost usluge. Ovi ciljevi i dalje su prioriteta zajedničke energetske politike Europske unije.

Iako su mnogi zaključili da ne postoji jedinstven model reformi energetskega sektora, ipak možemo definirati tzv. europski reformski model koji se sastoji od nekoliko međusobno povezanih koraka (Tablica 19.)

Tablica 19. Glavni koraci reforme elektroenergetskog sektora

<b>Restrukturiranje</b>	- Vertikalno razdvajanje ( <i>unbundling</i> ) proizvodnje, prijenosa, distribucije i opskrbe
	- Horizontalno razdvajanje proizvodnje od opskrbe
<b>Konkurencija i tržišta</b>	- Veleprodaja i konkurencija u maloprodaji - Dozvoljavanje ulaska novim proizvođačima i distributerima
<b>Regulacija</b>	- Uspostavljanje nezavisnog regulatora
	- Dozvoljavanje ulaska na mrežu trećoj strani
	- Poticaj za regulaciju prenosne i distributivne mreže
<b>Vlasništvo</b>	- Dozvoljavanje pristupa učesnicima u privatnom vlasništvu
	- Privatizacija postojećih kompanija u državnom vlasništvu

Izvor: Pollitt i Jamasb, 2005

Prvi korak obuhvaća restrukturiranje, odnosno odvajanje djelatnosti iz nekadašnjeg vertikalno integriranog monopolskog poduzeća na one u kojima postoji konkurentski elementi (proizvodnja i opskrba) te regulirane djelatnosti koje i dalje imaju elemente prirodnog monopola (prijenos i distribucija). Razdvajanje mrežnih od tržišnih djelatnosti ključno je za transparentnost poslovanja elektroenergetskih kompanija i obvezno prema EU Direktivama koje reguliraju unutarnje tržište električne energije. Na taj način Europska unija nastoji spriječiti nastajanje rizika štetnog djelovanja okomito integrirane elektroenergetske tvrtke koja je u pravilu vodeći tržišni igrač, a koja može iskoristiti pravo upravljanja distribucijskom ili

prijenosnom mrežom kako bi pogodovala proizvodnim, odnosno opskrbnim tvrtkama u svome vlasništvu.

Nakon restrukturiranja slijedi daljnji korak koji obuhvaća postupnu liberalizaciju i otvaranje tržišta pri čemu bi konkurencija trebala dovesti do povećanja kvalitete usluge te nižih cijena. Otvaranje tržišta u infrastrukturnom sektoru dovodi do značajnih poboljšanja performansi postojećih operatora, ali i olakšava posao regulatoru. Naime, više igrača na tržištu osigurava regulatoru alternativne izvore informacija (npr. o troškovima), reducira se rizik da regulator bude u odnosima s jednim operaterom te se umanjuje korištenje političke i ekonomske snage dominantnog operatera (Dvornik, 2003).

Regulatorne reforme predstavljaju ključni temelj za uspješno provođenje ekonomskih reformi u sektoru, a uključuju donošenje Zakona o energiji i pratećih zakona te osnivanje nezavisnog regulatornog tijela/agencije. Nezavisnost regulatora bazira se na organizacijskoj odvojenosti od Vlade/ministarstva. Osnovni zadaci regulatorne agencije obuhvaćaju propisivanje uvjeta ulaza i izlaza s tržišta, definiranje cijena te brigu o zaštiti interesa potrošača.

Privatizacija je posljednji, često i najkontroverzniji korak koji nije nužno povezan s procesom liberalizacije. Postoje brojni empirijski dokazi o pozitivnim učincima privatizacije u industrijama i sektorima s konkurentskom tržišnom strukturom, no rezultati su ambivalentni u sektorima gdje dominiraju nesavršene tržišne strukture. Elektroenergetski sektor u djelatnostima prijenosa i distribucije još uvijek je primjer prirodnog monopola gdje privatizacija ne mora nužno voditi do unapređenja mikroekonomske učinkovitosti niti boljih makroekonomskih performansi.

Konačni cilj reformskog procesa je uvođenje konkurencije na tržište električne energije, odnosno davanje mogućnosti krajnjem kupcu da bira dobavljača/distributera od kojeg će kupovati električnu energiju po razumnoj cijeni.

Reformski procesi postavljaju pred nositelje ekonomske politike određena pitanja i dileme, a tiču se sljedećih tema:

- način realizacije razdvajanja elektroprivrednih djelatnosti (*unbundling*),
- vlasnički odnosi unutar okomito integrirane tvrtke,
- rješavanje naslijeđenih troškova, obveza javne usluge, opskrba tarifnih kupaca,
- odabir modela i organiziranja tržišta električne energije,
- dinamika otvaranja tržišta,
- zaštita socijalno osjetljivih kupaca.

U poglavljima 3.3, 3.4, 3.5. i 3.6. detaljnije će se razraditi važnost svakog pojedinog reformskog koraka.

Od početka formalnih reformi u elektroenergetskom sektoru prošlo je 15 godina tijekom kojih se pomoću velikog broja direktiva i pratećih dokumenata pokušalo uspostaviti jedinstveno tržište električne energije. Ipak, proces je još daleko od završetka, a mnogi problemi su ostali (Majstrović, 2008):

- Postoji mnoštvo specifičnosti elektroenergetskog sustava, koje onemogućavaju uspostavu idealnoga otvorenog tržišta električne energije.
- U EU ne postoji jedinstvena vizija razvoja tržišta električne energije s dovoljno čvrstim mehanizmima provedbe. Strategija uvođenja jedinstvenog tržišta električne energije u više koraka nije dala očekivane rezultate, a do Trećeg energetske paketa sankcija za neprovođenje nije bilo.
- Suprotno postavljenim ciljevima, nacionalne monopole zamjenili su novi privatni megamonopoli – oligopoli.
- Velika većina kupaca ne konzumira svoje pravo izbora drugog opskrbljivača (kumulativno od otvaranja tržišta prosječno je manje od 20% svih kupaca po državi ikada promijenilo opskrbljivača). Najčešći razlozi su nezainteresiranost zbog relativno malih troškova za električnu energiju i izostanak stvarne konkurencije u djelatnosti opskrbe. Time se dovodi u pitanje smisao stvaranja konkurencije i uvođenja tržišta.
- Udio inozemnih opskrbljivača na nacionalnim tržištima u 2005. godini iznosio je manje od 20%, dok je razmjena električne energije između zemalja iznosila samo oko 8% ukupno proizvedene električne energije.
- Razlike u organizaciji i radu tržišta među pojedinim zemljama članicama su znatne, pa je funkcioniranje jedinstvenoga europskog tržišta još uvijek nerealno.
- EU želi uspostaviti jedinstveno otvoreno tržište električne energije, a još uvijek nije riješila institucionalne odnose među članicama.
- EU do sada nije problematizirala vlasničke odnose i njihov utjecaj na konačan razvoj tržišta iako je očito da nejasan odnos prema vlasništvu u pravilu proizvodi negativne učinke na tržište.
- Sve donedavno se nije ozbiljno otvorilo pitanje sigurnosti opskrbe.
- Pojavljuje se velik nerazmjer između dugog roka povrata investicija u sustav i ovisnosti isplativosti projekta o svakodnevnim tržišnim rizicima. Rezultat je izostanak potrebnih aktivnosti i kašnjenje u izgradnji minimalno potrebnih prijenosnih i proizvodnih kapaciteta čime se ugrožava sigurnost opskrbe.

### 3.3. Restrukturiranje energetskeg sektora

Do početka 90-tih godina 20. stoljeća elektroenergetski sektor bio je prirodni vertikalno integrirani monopol u državnom vlasništvu. Cijeli sektor bio je pod kontrolom jednog velikog, vertikalno integriranog poduzeća reguliranog direktno od države ili državne/regulatorne agencije koje su često donosile mjere i odluke kao dio socijalne politike. U bivšim socijalističkim ekonomijama cijene energije bile su više socijalna, a manje ekonomska kategorija, zbog čega nije bilo interesa privatnih investitora za ulaganje u sektor, a efikasnost monopolističkih poduzeća bez poticaja konkurencije bila je niska. Monopol kao model organizacije tržišta električne energije pokazao se neefikasan u osiguranju realne cijene električne energije te poticanju investicijske aktivnosti i tehnološkog unapređenja. Zbog tog nedostatka, kao i zbog tehnološkog napretka u proizvodnji i prijenosu električne energije, nametnula se potreba za restrukturiranjem elektroenergetskog sektora i liberalizacijom tržišta električne energije. Konačni cilj reformskog procesa je uvođenje konkurencije na tržište električne energije, odnosno davanje mogućnosti krajnjem kupcu da bira dobavljača/distributera od kojeg će kupovati električnu energiju po razumnoj cijeni. Ovaj cilj podrazumijeva i da distributerima bude dostupna mreža preko koje mogu energiju prodavati kupcima.

Reforma elektroenergetskog sektora čiji je cilj liberalizacija tržišta električne energije temelji se prvenstveno na restrukturiranju elektroprivrednih poduzeća i elektroenergetskog sektora u cjelini. Ovaj proces postavlja pred nositelje ekonomske politike određena pitanja i dileme, a tiču se sljedećih tema:

- način realizacije razdvajanja elektroprivrednih djelatnosti (*unbundling*),
- vlasnički odnosi unutar okomito integrirane tvrtke,
- rješavanje naslijeđenih troškova, obveza javne usluge, opskrba tarifnih kupaca,
- odabir modela i organiziranja tržišta električne energije,
- dinamika otvaranja tržišta,
- zaštita socijalno osjetljivih kupaca.

Razdvajanje mrežnih (prijenos i distribucija) od tržišnih djelatnosti (proizvodnja i opskrba) ključno je za transparentnost poslovanja elektroenergetskih kompanija te je obvezno prema EU Direktivama koje reguliraju unutarnje tržište električne energije. Na taj način Europska unija nastoji spriječiti nastajanje rizika štetnog djelovanja okomito integrirane elektroenergetske tvrtke koja je u pravilu vodeći tržišni igrač, a koja može iskoristiti pravo upravljanja distribucijskom ili prijenosnom mrežom kako bi pogodovala proizvodnim, odnosno opskrbnim tvrtkama u svome vlasništvu.



Razdvajanje ima različite dimenzije i obuhvaća računovodstveno, funkcionalno i pravno razdvajanje. Računovodstveno razdvajanje je minimum koji zahtijeva Europska unija, a odnosi se na vođenje odvojenih računa (bilance i računa dobiti i gubitaka) za mrežne djelatnosti kako bi se izbjeglo prelijevanje sredstava između elektroprivrednih djelatnosti i tako narušilo tržišno natjecanje. Funkcionalno razdvajanje predstavlja korak dalje jer zahtijeva organizacijsko izdvajanje prijenosa i distribucije unutar okomito integrirane tvrtke s namjerom osiguranja njihove neovisnosti. Konačni cilj je pravno razdvajanje koje podrazumijeva formiranje nove tvrtke za obavljanje djelatnosti prijenosa (OPS – Operator prijenosnog sustava) ili distribucije električne energije (ODS – Operator distribucijskog sustava). Sukladno pravnim propisima EU, države članice mogu u svojim nacionalnim zakonodavstvima odrediti da se pravno razdvajanje ODS-a od okomito integrirane tvrtke ne primjenjuje kada tvrtka ima manje od 100.000 priključenih korisnika, no i dalje imaju obvezu funkcionalnog razdvajanja (Tešnjak, Banovac, Kuzle, 2010). Prema dosadašnjim Direktivama, pa tako i Direktivama u okviru Trećeg energetske paketa, razdvajanje ne stvara obvezu razdvajanja vlasništva nad imovinom.

Dosadašnje restrukturiranje okomito integriranih elektroenergetskih tvrtki u EU i većini tranzicijskih zemalja temeljilo se na jednom od dva modela uspostave operatora prijenosnog sustava:

- Model operatora prijenosnog sustava (OPS ili TSO – *Transmission System Operator*) gdje jedna tvrtka obavlja djelatnost prijenosa električne energije i vođenja elektroenergetskog sustava. OPS mora biti razdvojen od ostalih djelatnosti okomito integrirane tvrtke, a EU preferira pravno razdvajanje kako bi se osigurao nediskriminatorni pristup mreži.
- Model nezavisnog operatora sustava (NOS ili ISO – *Independent System Operator*) gdje vođenje elektroenergetskog sustava obavlja tvrtka koja je vlasnički odvojena od regulirane djelatnosti prijenosa električne energije. NOS nema komercijalnih interesa u tržišnim djelatnostima proizvodnje i opskrbe električnom energijom, a može biti u državnom vlasništvu, vlasništvu institucija ili elektroenergetskih tvrtki.

Treći paket energetske propisa EU prihvaćen u srpnju 2009. temelji se na novoj Direktivi (2009/72/EC) predviđa i treći model uspostave operatora prijenosnog sustava – Neovisnog operatora prijenosa (NOP ili ITO – *Independent Transmission Operator*). NOP je unutar vertikalno integriranog poduzeća samostalno ovlašten za vođenje elektroenergetskog sustava.

Europska unija prvenstveno se posvetila problemima razdvajanja energetske djelatnosti na proizvodnju, prijenos, distribuciju i prodaju, izdvajajući pitanja upravljanja prijenosnim i distribucijskim mrežama kao

najvažnijim pitanjima razvoja tržišta. Rješenje tog pitanja je nužno, ali ne i dovoljno za ostvarivanje temeljnih ciljeva energetskeg tržišta. Na temelju važećih direktiva zahtjevi za pravno razdvajanje djelatnosti i nezavisno vođen OPS trebali su se primijeniti do 1. srpnja 2004. godine. Nedostatan napredak u provedbi procesa razdvajanja djelatnosti ističe se kao najveća prepreka povećanju konkurentnosti i razvijanju tržišne utakmice u sektoru opskrbe i distribucije električnom energijom i plinom. Najnoviji prijedlozi Europske unije idu za tim da se pitanje nezavisnosti operatora prijenosne mreže (a jednako tako i distribucijske) postavi i kao vlasničko pitanje, što je nužan korak za realizaciju koncepta otvorenog tržišta (Granić i suradnici, 2008).

U Hrvatskoj funkcionira operator prijenosnog sustava HEP-OPS d.o.o., a društvo je u HEP-ovom vertikalnom koncernu. HEP-OPS d.o.o. nema u svojem vlasništvu prijenosnu mrežu, jer je ona u vlasništvu HEP d.d. Ovakav model nije u skladu sa zahtjevima Trećeg paketa energetskeg propisa, a u tijeku su rasprave o nužnim statusnim promjenama. Prema rezultatima Studije usklađivanja hrvatskoga energetskeg sektora i energetskeg zakonodavstva s energetskeg propisima Europske unije (EKONERG, 2010) koju je naručilo Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, preferira se ISO model gdje je operator neovisan, mreža je u njegovu vlasništvu, a njegov stopostotni vlasnik je Republika Hrvatska. Time će, očekuje se, koristi imati svi, krajnji kupci i energetske subjekti jer bi se povećao broj konkurentnih opskrbljivača, a subjekti bi bili fokusirani na temeljnu djelatnost. Ipak, stav je HEP-a (HEP Vjesnik, 2010) da se primijeni NOP (ITO) model, a da se u Operatoru distribucijskeg sustava ne provode strukturne promjene, osim razdvajanja distribucijske i opskrbe djelatnosti.

Najnoviji podaci o stanju prijenosnog sustava u Europskoj uniji pokazuju da se upravljačko vlasnički odnosi kod operatora prijenosnog sustava razlikuju unutar zemalja.

Sljedeća tablica daje pregled svih operatora prijenosnog sustava u Europskoj uniji s obzirom na vlasničku izdvojenost i posjedovanje mreže.

Tablica 20. Operatori prijenosnog sustava u zemljama EU (stanje 11.03.2010)

Zemlja	Operator prijenosnog sustava				
	Broj operatora	Vlasnički odvojeni operatori	Posjed. mreže		OPS
			DA	NE	
Austrija	3	0	1	2	
Belgija	1	0	1	0	
Bugarska	1	0	0	1	
Cipar	1	0	0	1	
Češka R.	1	1	1	0	X
Danska	1	1	1	0	X
Estonija	1	0	1	0	
Finska	1	1	1	0	X
Francuska	1	0	1	0	
Njemačka	4	0	4	0	
V. Britanija	1	1	1	0	X
Grčka	1	0	0	1	
Mađarska	1	0	1	0	
Irska	1	1	0	1	
Italija	8	1	8	0	X *
Litva	1	0	0	1	
Latvija	1	0	1	0	
Luksemburg	1	0	0	1	
Malta					
Poljska	1	1	1	0	X
Portugal	3	1	1		X *
Rumunjska	1	1	1	0	X
Slovačka	1	1	1	0	X
Slovenija	1	1	1	0	X
Španjolska	1	1	1	0	X
Švedska	1	1	1	0	X
Nizozemska	1	1	1	0	X

\* Nisu svi Operatori izdvojeni u varijanti OPS (TSO), no barem je jedan od njih takav.

**NAPOMENA:** TSO podrazumijeva vlasničko odvajanje Operatora prijenosnog /transportnog sustava kako je to definirano Direktivama 2009/72/EC i 2009/73/EC.

Izvor: EC Report, March 2010

Kao što se može vidjeti, upravljačko-vlasnički odnosi kod operatora prijenosnog sustava razlikuju se unutar zemalja. U nekim zemljama oni su samostalni gospodarski subjekti sa svim obilježjima OPS, dok su u drugim zemljama sastavni dio vertikalno integriranih energetske subjekata. Što se tiče broja operatora, u velikoj većini zemalja i dalje postoji samo jedan, dok ih jedino u Austriji (3), Njemačkoj (4), Italiji (8) i Portugalu (3) ima više. Znatne razlike postoje i u vlasništvu imovine. Potpuno vlasničko odvajanje

provela je otprilike polovina zemalja, uključujući Veliku Britaniju, Španjolsku i Italiju. Zemlja koja se i dalje snažno protivi vlasničkom odvajanje je Francuska, a u Njemačkoj, nakon dugog razdoblja suprotstavljanja, vodeća energetska društva prodala su svoje prijenosne mreže, što u prikazanim podacima još uvijek nije registrirano.

### 3.4. Liberalizacija energetskog sektora

Proces deregulacije i promjena u shvaćanju snabdijevanja tržišta električnom energijom doveo je do razvoja sofisticiranijih strukturnih modela tržišta električne energije sa različitim stupnjevima konkurencije. Ovi modeli predstavljaju faze u liberalizaciji tržišta električne energije i zapravo predstavljaju tijek reformskog procesa u elektroenergetskom sektoru. Svaki od ovih modela podrazumijeva postojanje određenog tržišnog mehanizma koji osigurava uvođenje konkurencije na tržište električne energije. Četiri temeljna modela organizacije elektroenergetskog sektora su:

Model 1 - *Vertikalno integrirani monopol* u kome nema konkurencije niti u proizvodnji, niti u prodaji električne energije. Potrošači nemaju pravo izbora jer mogu kupovati energiju isključivo od jednog, monopolskog poduzeća koje je u pravilu u vlasništvu države.

Model 2 - *Jedan kupac ili Purchasing agency (monopson)* u kome je dozvoljeno ili se zahtijeva postojanje jednog kupca/veletrgovca (purchasing agency) koji može nabavljati električnu energiju od više proizvođača u cilju poticanja konkurencije na tržištu. S obzirom da u ovom modelu nema slobodnog pristupa treće strane i nije osigurano tržišno natjecanje, Europska unija ga nije prihvatila kao alternativu.

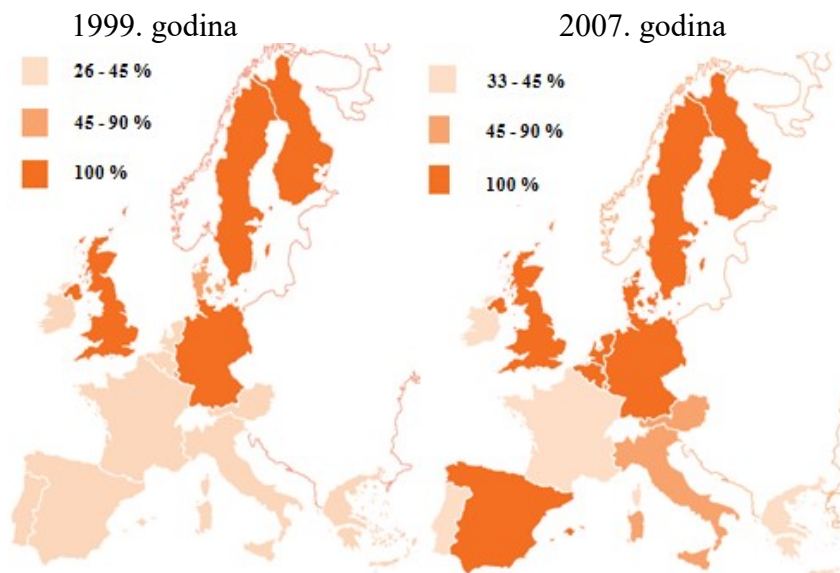
Model 3 - *Veletržište* na kome je omogućeno distributivnim kompanijama da izaberu svog dobavljača, što uvodi konkurenciju među proizvođače i na maloprodajnom tržištu. U ovom modelu postoji slobodan pristup prijenosnoj mreži i djeluje mehanizam veleprodajne burze električne energije. Napredak u odnosu na prethodni model ostvaren je mogućnošću da proizvođači mogu prodavati električnu energiju različitim kupcima, bilo distribucijskim tvrtkama, bilo velikim industrijskim potrošačima, a ne samo jednom kupcu, što čini tržište konkurentnim.

Model 4 - *Maloprodaja* u kojoj je dozvoljeno svim kupcima da sami izabiru svog dobavljača, što podrazumijeva potpunu konkurenciju. Također postoji slobodan pristup prijenosnoj i distribucijskoj mreži.

Naravno da optimalan model tržišta ovisi o ekonomskim, tehničkim, ali i socijalnim i institucionalnim specifičnostima svake pojedine zemlje, a sukladno tome treba donijeti tržišna pravila i tehničke norme kojima se potiče razvoj i otvaranje tržišta. Bez obzira na relativno veliki broj direktiva

EU i pravnu reguliranost obveze liberalizacije tržišta, postoje velike razlike u dostignutom stupnju otvorenosti u zemljama članicama Europske unije. Sljedeća slika prikazuje stupanj otvorenosti tržišta električne energije na početku liberalizacijskog procesa 1999. i 2007. godine.

*Slika 11. Liberalizacija tržišta električne energije u EU nakon prihvaćanja Direktive iz 1999. i 2007. godine*



Izvor: <http://ec.europa.eu>

Iako su vidljivi pozitivni pomaci, treba ipak naglasiti da gotovo niti jedna zemlja članica EU nije ispunila u cijelosti i u zadanom roku zahtjeve iz drugoga liberalizacijskog paketa iz 2004. godine. Stoga je Europska komisija 2006. godine pokrenula sudske postupke protiv 20 zemalja članica. Rezultati takvih poduzetih mjera nisu bili previše uspješni jer tek nekoliko zemalja više 2007. godine ostvaruje potpunu liberalizaciju tržišta električnom energijom (slika 11). Prema Glachantu (2004), unutarnje tržište električne energije nije niti jedinstveno, a niti zajedničko jer nije ostvarena realna konvergencija prema zajedničkom modelu. To potvrđuje i Izvješće o napretku stvaranja unutrašnjeg tržišta električne energije iz 2005. godine (European Commission, 2005) prema kojem je najveći problem upravo nedovoljna integracija nacionalnih tržišta, što je vidljivo kroz nedovoljnu konvergenciju cijena električne energije u EU, kao i niska razina prekogranične trgovine. Procjenjuje se da su navedeni problemi posljedica postojanja značajnih ulaznih tržišnih barijera, neadekvatnog korištenja postojeće infrastrukture, nedovoljno razvijene interkonekcijske mreže

između EU zemalja i visoke tržišne koncentracije koja ograničava konkurenciju.

Iako je 2007. godine vidljiv određeni napredak u liberalizaciji unutarnjeg tržišta električne energije, izvješće o napretku objavljeno 2007. godine (European Commission, 2007) zaključuje da i dalje postoje problemi u implementaciji unutarnjeg tržišta, ne samo kao rezultat nepotpune primjene direktiva iz 2003. godine, već i zbog strukturnih i regulatornih problema kojima se do tada nije posvećivala velika pozornost. Čak i one zemlje koje su u potpunosti implementirale postojeće direktive imaju probleme koje trebaju riješiti. Pri tom se naglašava kako je osnovni cilj postići unutarnje tržište električne energije na kojem će funkcionirati konkurencija i efikasna regulacija do siječnja 2009. godine.

Prema najnovijim podacima o broju opskrbljivača i broju promjena opskrbljivača od strane korisnika, stupanj otvorenosti tržišta u svim zemljama članicama EU i dalje je vrlo nizak (Tablica 21). Velike razlike u dostignutom stupnju otvorenosti u zemljama članicama Europske unije mogu se vidjeti u sljedećoj tablici.

Tablica 21. Pregled pokazatelja otvorenosti tržišta električnom energijom u zemljama EU (stanje 11.03.2010.)

	Opskrbljivači				
	Broj opskrbljivača na državnom nivou	Tržišni udio tri najveća (%)	Promjena opskrbljivača (%)	Kontrola cijena	
				Kućanstva	Ostali
Austrija	10	62	1,70		
Belgija	12	-	-		
Bugarska	1	97,5	0,00	X	X
Cipar	1	100	0,00	X	X
Češka R.	310	99	0,90		
Danska	16	-	2,80	X	X
Estonija	3	99	0,00	X	X
Finska	25	40	4,40		
Francuska	17	94	2,00	X	X
Njemačka	17	46,1	4,75		
V. Britanija	17	-	-		
Grčka	37	100	0,00	X	X
Mađarska	78	87,18	-	X	X
Irska	9	85	1,17	X	X
Italija	23	60	3,70	X	X
Litva	2	100	1,00	X	
Latvija	2	100	0,00	X	X
Luksemburg	7	93	0,20		
Malta		-	-		
Poljska	19	44,9	-	X	
Portugal	4	99,6	1,20	X	X
Rumunjska	138	44	0,01	X	X
Slovačka	176	35	0,17	X	
Slovenija	13	68	0,60		
Španjolska	75	83,9	-	X	X
Švedska	104	-	11,30		
Nizozemska	21	-	9,30	X	X

Izvor: EC Report, March 2010

S obzirom da je pokazatelj broja opskrbljivača i broj promjena opskrbljivača od strane korisnika opće prihvaćena mjera otvorenosti tržišta električne energije, prva dva stupca prikazuju ove pokazatelje za zemlje EU. Prema tim pokazateljima broj kupaca koji su promijenili opskrbljivača kreće se od 0 do 11,3%, što je vrlo nizak stupanj otvorenosti, bez obzira na sve do sad prihvaćene Direktive. Takva situacija posljedica je velike zatvorenosti tržišta energije u većini zemalja članica, zbog čega iako postoji veći broj opskrbljivača na nacionalnoj razini, još uvijek postoji visoka tržišna koncentracija. Tako se tržišni udio tri najveća opskrbljivača kreće od

35% u Slovačkoj do 100% u manje razvijenim zemljama članicama Litvi, Latviji, Cipru i Grčkoj.

U Hrvatskoj sukladno Zakonu o tržištu električne energije svi kupci električne energije mogu slobodno izabrati svog opskrbljivača, odnosno imaju status povlaštenog kupca. Ipak, do sada niti jedan povlašten kupac nije napustio HEP d.d. i sklopio ugovor s nekim drugim registriranim opskrbljivačem<sup>11</sup>. Pomaci su se dogodili jedino na veleprodajnoj razini gdje inozemni trgovci prodaju električnu energiju putem bilateralnih ugovora s HEP-Trgovinom d.o.o., odnosno HEP-Opšrbom d.o.o., a radi se o relativno velikim iznosima (2.591 GWh u 2008. godini). Dakle, iako su ispunjeni svi formalni uvjeti za otvaranje tržišta, stvarna liberalizacija nije postignuta kako u većini članica EU, tako ni u Hrvatskoj.

### 3.4.1. Uloga WTO-a u liberalizaciji tržišta električne energije

Iako je dosadašnji proces liberalizacije tržišta električne energije u Europskoj uniji i Hrvatskoj bio presudno određen propisima prvog i drugog, a sada i trećeg paketa energetske propisa Europske unije, otvaranje energetskeg tržišta dijelom je određeno i multilateralnim trgovinskim okvirom Svjetske trgovinske organizacije (WTO – *World Trade Organization*) i Općeg sporazuma o trgovini uslugama (GATS - *General Agreement on Trade in Services*). Suštinski razlog zbog čega je energija, a posebice električna energija, dugo vremena bila marginalizirana u multilateralnim trgovinskim pregovorima vezan je uz problem sektorske klasifikacije. Naime, dugo je postojala dilema o tome da li je električna energija zapravo roba ili usluga jer elektroenergetski sektor obuhvaća četiri djelatnosti: proizvodnju, prijenos koji se odnosi na visokonaponske mreže, distribuciju koja se odnosi na niskonaponske mreže i opskrbu koja obuhvaća prodaju električne energije konačnim potrošačima. Proizvodnja električne energije ima osobine robe, dok su ostale djelatnosti uslužne, zbog čega je bilo teško definirati cjelokupni sektor, posebice u vrijeme kada su ove četiri djelatnosti bile međusobno povezane u jednom vertikalno integriranom poduzeću. Stoga je u vrijeme Urugvajске runde<sup>12</sup> električna

---

<sup>11</sup> Za djelatnost opskrbe električnom energijom registrirano je šest tvrtki, a aktivne su samo dvije: HEP-ODS (opskrba u funkciji javne usluge za tarifne kupce) i HEP-Opskrba (opskrba povlaštenih kupaca).

<sup>12</sup> Pod okriljem GATT-a stvaran je multilateralni trgovinski sustav tijekom četiri do sada održane runde pregovora: Dillon runda (1960-1961), Kennedyjeva runda (1964-1967), Tokyo runda (1973-1979) i Urugvajska runda (1986-1994) na kojoj je zaključeno da GATT kao privremeni sporazum prerasta u Svjetsku trgovinsku organizaciju. Ministarskom konferencijom u Dohi (Katar) 2001. godine započinje nova runda multilateralnih trgovinskih pregovora nazvana Doha runda. Mnoge



energija bila klasificirana kao usluga jer se ne može uskladištiti, iako Svjetska carinska organizacija (WCO - *World Custom Organisation*) u svojoj harmoniziranom robnoj klasifikaciji (*Harmonised Commodity Description and Coding system*) svrstava električnu energiju u robe.

Usporedo s procesom razdvajanja tržišnih i mrežnih djelatnosti stekli su se uvjeti i za razdvajanje tretmana električne energije pa se tako proizvodnja klasificira kao roba i stoga je podložna pravilima GAT-a, dok su ostale tri djelatnosti klasificirane kao uslužne i stoga pod ingerencijom GATS-a. Problematika stranih direktnih investicija u proizvodnju energije nije predmet multilateralnih trgovinskih pregovora (Eberhard, 2003). S obzirom da postoji visoka segmentacija tržišta i veliki broj različitih usluga na energetske tržište nije pobliže definiran pojam “energetske usluge” (WTO, 2005), a proces liberalizacije uglavnom se veže uz liberalizaciju trgovine energentima s obzirom da u mnogim regijama postoje veliki potencijali za prekograničnu trgovinu (*cross-border trade*).

Liberalizacija trgovine robama usmjerena je na smanjivanje i ukidanje carina, kvota i ostalih necarinskih ograničenja, dok je cilj liberalizacije usluga uklanjanje različitih oblika diskriminacije u državnoj regulaciji uslužnih sektora te pružanje jednakih uvjeta za sve pružatelje usluga. Slično kao i kod trgovine robama, GATS uvodi dva osnovna principa: klauzulu najpovlaštenije nacije (*MFN*) i nacionalni tretman. *MFN* princip podrazumijeva da svaka članica WTO-a mora svim pružateljima usluga osigurati iste uvjete bez diskriminacije s obzirom na zemlju podrijetla, dok nacionalni tretman podrazumijeva da strani i domaći pružatelji usluga moraju biti jednako tretirani. Dosadašnji proces liberalizacije bio je povezan s deregulacijom jer su trgovinske barijere u uslužnom sektoru najvećim dijelom rezultat nastojanja država/vlada da zadrže visok stupanj kontrole i regulacije nad pružanjem usluga, pogotovo onih javnih. Javne usluge od ključne su važnosti za funkcioniranje svih sektora gospodarstva i kućanstava te su stoga nužno podvrgnute određenom vidu nadzora/regulacije od strane vlade/ministarstava ili od strane posebno uspostavljenog nadležnog regulatornog tijela, odnosno regulatorne agencije. Regulacija javnih usluga primjenjuje se uvijek u onim gospodarskim granama koje imaju karakteristike prirodnih monopola, kao što je slučaj s elektroenergetskim sektorom. Iako je cilj WTO-a smanjenje ograničenja u međunarodnoj trgovini i povećanje konkurencije što bi se trebalo postići deregulacijom, regulacija javnih usluga ipak je razvojna nužnost. Ona je neophodna u uvjetima kada su energetska tržišta još uvijek daleko od „savršenih tržišta“ pa je potrebno korigirati tržišne nedostatke (*market failures*) kao što su negativni učinci na okoliš, asimetrične informacije (što

---

dileme o ulozi WTO-a u očuvanju interesa razvijenih zemalja na štetu zemalja u razvoju pokrenule se antiglobalizacijski pokret na svjetskoj razini i utjecale na propitivanje ciljeva i načela ove međunarodne institucije.

je posebice važno u kontekstu zaštite malih dioničara) ili negativno djelovanje monopola (posebice u kontekstu cijena).

Liberalizacija energetske tržišta vrlo je kompleksna iz više razloga:

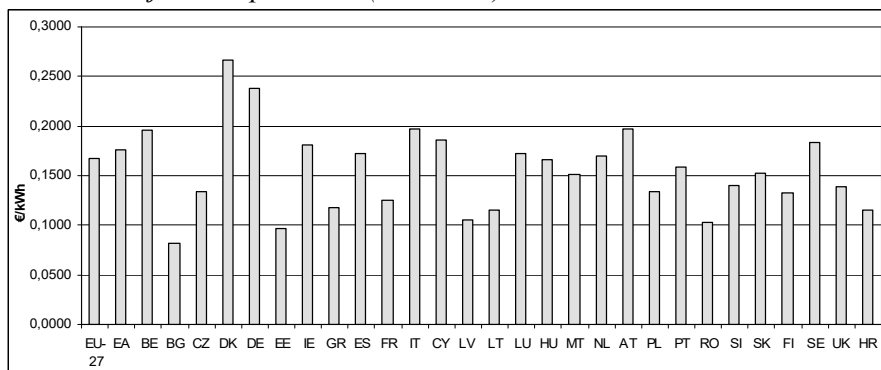
- energetske tržište vrlo je segmentirano, postoji čak 30 vrsta različitih usluga,
- tržište karakterizira visoka koncentracija, a poduzeća su i dalje vertikalno integrirana kako bi maksimalno iskoristila svoju tržišnu moć,
- u energetske sektoru, a posebice elektroenergetskom i plinske, u tijeku su strukturne reforme koje obuhvaćaju sveobuhvatne promjene na više razina, o čemu je već bilo riječi u prethodnim poglavljima,
- većina zemalja i dalje subvencionira svoja energetske poduzeća na različite indirektno načine.

Uloga GATS-a u procesu liberalizacije usluga odnosi se na uklanjanje svih tržišnih barijera i stvaranje jednakih konkurentskih uvjeta za domaće i strane pružatelje usluga. Tijekom Urugvajske runde doneseno je tek nekoliko pravila koja su se odnosila na trgovinu energijom, uglavnom na tržištima električne energije, koja su u to vrijeme karakterizirala vertikalno integrirana monopolske poduzeća. S obzirom na činjenicu da je većina zemalja započela s liberalizacijom i otvaranjem tržišta električne energije i plina, najnovija Doha runda multilateralne pregovora koja je započela još 2001. godine zauzela je stav da niti jedan uslužni sektor, pa tako ni energetske, ne može biti izuzet iz pregovora. Iako su relativno dugo energetske usluge bile marginalizirane, s vremenom sve je veći broj zemalja postavio zahtjeve vezane uz trgovinu energijom pa će nesumnjivo još biti globalnih promjena na ovom području.

### **3.4.2. Učinak liberalizacije tržišta na cijene električne energije**

Iako su očekivanja od liberalizacije tržišta električne energije bila velika, čini se da se nisu ostvarila, bar što se tiče konvergencije i snižavanja razine cijena.

Slika 12. Cijene električne energije za domaćinstva u 2010. godini, s uključenim porezima (EUR/kWh)<sup>13</sup>



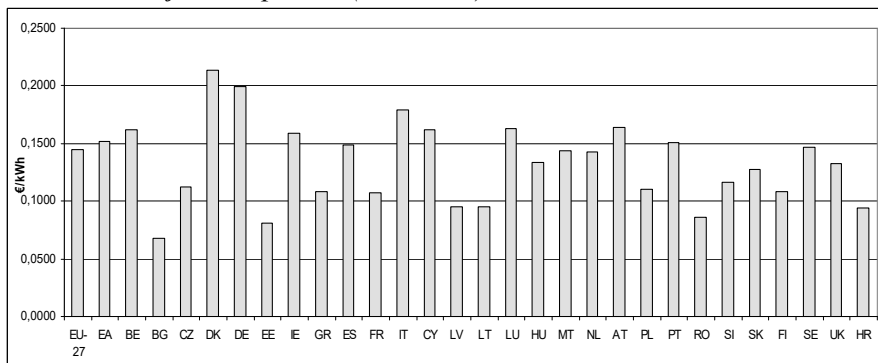
Izvor: Eurostat 2011

Kako se može vidjeti, najniže cijene još uvijek imaju nove članice kao što su Bugarska, baltičke zemlje, Estonija i Rumunjska, dok su, očekivano, najviše cijene za kućanstva u starim članicama: Danskoj, Njemačkoj, Austriji, Italiji i Belgiji. U Hrvatskoj je konačna cijena električne energije još uvijek znatno niža od prosjeka EU-27, a niže cijene imaju samo već navedene zemlje. Cijene električne energije u Hrvatskoj još uvijek imaju i važnu socijalnu dimenziju, no socijalna politika bi se ipak trebala realizirati drugim sredstvima i odvojiti od energetske politike. Iako u Hrvatskoj deklarativno postoji tržišno formiranje cijena za tzv. povlaštene kupce te regulirano (dakle administrativno) za tzv. tarifne kupce (kućanstva i malo poduzetništvo), zapravo Vlada ipak odobrava cijene za obje kategorije kupaca.

Uspoređujući cijene bez poreza (trošarina) (Slika 13), razlike između EU članica ipak su nešto manje izražene, što pokazuje izostanak zajedničke porezne politike i neravnomjerno porezno opterećenje energije.

<sup>13</sup> Cijene za Mađarsku i Maltu odnose se na drugo polugodište 2009. godine.

Slika 13. Cijene električne energije za domaćinstva u 2010. godini, bez uključenih poreza (EUR/kWh)

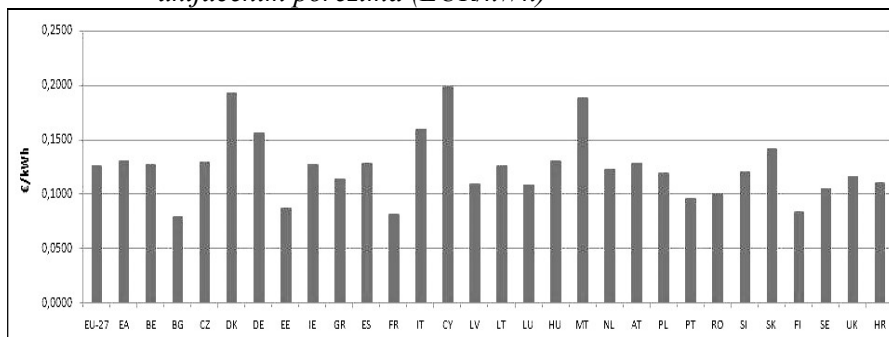


Izvor: Eurostat, 2011

Podaci pokazuju da su hrvatska domaćinstva znatno manje opterećena u odnosu na stare članice, a jeftiniju električnu energiju imaju samo dvije najnovije članice Bugarska i Rumunjska te Estonija. Praksa oporezivanja razlikuje se u europskim zemljama, a u Hrvatskoj se temeljna cijena električne energije za domaćinstva povećava za ostale poreze u iznosu od 0,02 EUR/kWh.

Divergencija cijena električne energije vidljiva je i kod industrijskih potrošača. (Slika 14)

Slika 14. Cijene električne energije za industriju 2010. godine, s uključenim porezima (EUR/kWh)



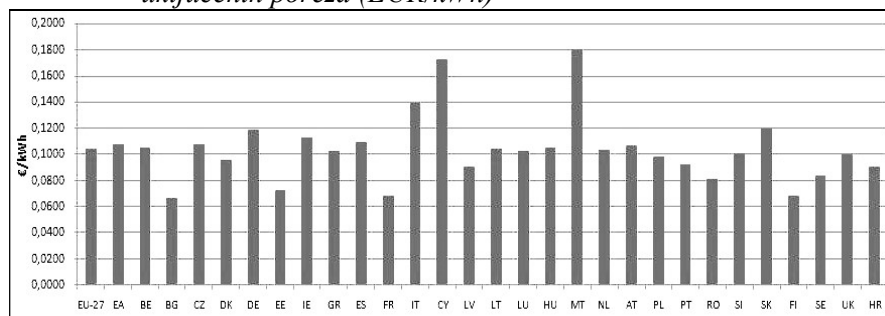
Izvor: Eurostat 2011

Očekivano, najskuplju električnu energiju plaćaju poduzeća u Danskoj gdje je jedan kWh električne energije oporezovan s čak 10 centi te u Cipru i Malti, iako je u ovim dvjema mediteranskim zemljama cijena električne energije za domaćinstva znatno niža. Takva politika unakrsnih (*cross-sectoral*) subvencija kojima se ista usluga manje naplaćuje za kućanstva još uvijek je karakteristična za manje razvijene zemlje koje su u prošlosti, a dijelom i danas, vodile socijalnu politiku putem nižih cijena električne

energije za domaćinstva. Podaci pokazuju da cijena električne energije za industriju u Republici Hrvatskoj tek malo zaostaje za prosjekom EU-27, a čak je viša nego u nekim razvijenim zemljama kao što su Francuska, Finska i Švedska, za razliku od cijena za kućanstva koje su još uvijek značajno niže u odnosu na EU prosjek. Što se tiče konvergencije razine cijena na razini EU, podaci pokazuju da ipak nije došlo do približavanja cijena, kako za privatne potrošače (kućanstva), tako i za industrijske, bez obzira na određene pomake. Podaci tijekom dužeg vremenskog razdoblja pokazuju trend porasta cijena, posebice kod novih članica. U nekim razdobljima cijena električne energije u starim članicama smanjila se zbog početnih viškova energije iz novih članica, no ti su učinci vrlo brzo izgubili.

Ako „očistimo“ cijene od poreza čija je visina neujednačena unutar EU, slika se neće previše promijeniti (Slika 15).

*Slika 15. Cijene električne energije za industriju 2010. godine, bez uključenih poreza (EUR/kWh)*



Izvor: Eurostat 2011

Cijene bez poreza najviše su u Malti, Cipru i Italiji, a najniže u, očekivano, Bugarskoj, ali i Francuskoj i Finskoj. Pregled elemenata koji sudjeluju u cijeni električne energije ukazuje također na različitu praksu u zemljama članicama. Tako npr. u Luksemburgu cijena električne energije malo je niža od cijene korištenja elektroopskrbne mreže, što je izuzetak od europskog pravila. U većini zemalja omjer je pedeset prema pedeset, u Hrvatskoj 60 posto otpada na energiju, a 40 posto na mrežu, dok je na Malti unos koštanja mreže tek 15 posto sveukupne cijene. Velike su i razlike u visini oporezivanja električne energije, pa tako u Bugarskoj, Irskoj, Latviji, Litvi, Malti, Rumunjskoj, Slovačkoj i Velikoj Britaniji porezi na električnu energiju ne postoje (Vlahinić-Dizdarević, 2011a).

Usporedbom cijena električne energije sa i bez poreza dolazimo do zanimljivih zaključaka: industrijski potrošači u Latviji, Litvi, Malti i Rumunjskoj ne plaćaju porez, dok npr. u Njemačkoj porezi čine 18% udjela u strukturi cijene. Hrvatska nema poreza/trošarina na cijenu električne

energije, a mala razlika u cijeni električne energije sa i bez poreza odnosi se na izdvajanja koja plaćaju svi potrošači za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora. Do ulaska u EU očekuje se uvođenje trošarina na električnu energiju i plin, a značajne promjene očekuju i sve ostale zemlje članice EU. Naime, prema novom prijedlogu poreznog sustava koji bi trebao stupiti na snagu 1. siječnja 2013. godine, uvodi se harmoniziran sustav oporezivanja energenata, odnosno energetske proizvoda koji uključuje i električnu energiju, a koji bitno mijenja pristup oporezivanja u energetske sektoru. Prema ovom prijedlogu, minimalna razina oporezivanja električne energije iznosila bi 0,15 EUR/GJ. Nema sumnje da Hrvatsku očekuju mnoge promjene kada uđe u Europsku uniju koje će utjecati na pad životnog standarda stanovništva i oštrije uvjete poslovanja za većinu poduzeća.

### 3.5. Regulacija i regulatorne reforme

Kao što je slučaj i s mnogim drugim područjima, regulacija infrastrukturnih, mrežnih djelatnosti u tranzicijskim i zemljama u razvoju u pravilu je modelirana po uzoru na praksu razvijenih zemalja. Brojna teorijska i empirijska istraživanja<sup>14</sup> provedena na uzorku razvijenih zemalja potvrdila su važnost regulatornih reformi i osnivanja nezavisnih regulatornih agencija čime su postavljeni temelji restrukturiranja energetske sektora i liberalizacije tržišta energenata. Ekonomisti nisu pokazali prevelik interes za istraživanje učinaka regulacije u manje razvijenim zemljama pa se pionirskim radom smatra knjiga Jean-Jacquesa Laffonta (2005) koja je posvećena specifičnostima regulacije mrežnih djelatnosti u zemljama u razvoju i tranzicijskim zemljama. Ova knjiga potaknula je i druge autore (Alexander, 2006; Cubbin and Stern, 2006; Zhang et.al., 2008; Estache i Wren-Lewis, 2010) da istraže probleme i ograničenja u ovim zemljama koja su znatno kompleksnija u odnosu na razvijene ekonomije, ponajviše zbog nedovoljno razvijenih institucionalnih kapaciteta. Stoga se u ovom poglavlju detaljnije analizira utjecaj

---

<sup>14</sup> Temeljni problem mnogih empirijskih istraživanja učinaka regulacije na ekonomske performanse vezan je uz nemogućnost egzaktnog mjerenja kvalitete regulacije i rada regulatornih agencija. U literaturi se koriste dva pristupa: *case-study* evaluacije regulatornih tijela i ekonometrijske analize. Prvi pristup, pogotovo u slučaju komparativne analize različitih zemalja koje primjenjuju slične regulatorne mehanizme i instrumente, dao je zanimljive rezultate, no u novije vrijeme sve se češće koristi ekonometrijski pristup, posebice multipla regresijska analiza. S obzirom da se praksa regulacije može pratiti tek unatrag 15-ak godina jer tek sredinom 90-tih godina razvijene zemlje formiraju nezavisne regulatorne agencije, vremensko ograničenje predstavljalo je veliko ograničenje za vjerodostojnu ekonometrijsku analizu koja zahtijeva duže vremensko razdoblje.

institucionalne kvalitete na uspjeh reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja koristeći saznanja o učincima regulacije u razvijenim zemljama. S obzirom da djelatnosti prijenosa i distribucije još uvijek imaju karakteristike prirodnih monopola, poglavlje započinje s analizom regulacije prirodnih monopola.

### **3.5.1. Regulacija i prirodni monopoli**

Važan teorijski okvir istraživanja važnosti i modela regulatornih reformi vezan je uz tržišne strukture koje su karakteristične za energetske sektor. Naime, radi se o djelatnostima koje su povijesno uvijek bile prirodni monopoli, iako su reforme posljednjih godina usmjerene na povećanje konkurencije u onim djelatnostima kod kojih je to moguće. Prirodni monopoli predstavljaju situaciju u kojoj su tehnologija ili karakter usluge takvi da potražnja može biti zadovoljena uz najniže troškove ili uz najvišu društvenu korist poslovanjem samo jednog poduzeća. Ova vrsta monopola javlja se kad tehnologija proizvodnje ima visoke fiksne troškove, ali se dugoročni ukupni prosječni troškovi smanjuju s povećanjem obujma proizvodnje. Zbog toga prirodni monopol ima stalno rastuće prinose na opseg, a poduzeće može naplaćivati niže cijene s porastom proizvodnje, a da pritom i dalje ostvaruje profit. Iz navedenih razloga postojanje više poduzeća u istoj industriji/sektoru nije efikasno, odnosno jedno poduzeće (najveće i obično prvo koje egzistira na tržištu) može opskrbljivati cjelokupno tržište uz niže troškove nego što bi to mogla dva ili više manjih poduzeća. Dakle, prirodni monopoli rezultat su tržišnih neuspjeha, odnosno situacija kada tržište ne može efikasno proizvoditi dobra i usluge potrebne za zadovoljenje potreba društva, a tržište nije Pareto učinkovito. Tržišni neuspjesi/ograničenja vezani su uz nesavršene tržišne strukture (monopole), javna dobra, nepotpune informacije o transakcijama na tržištu i eksternalije. U uvjetima navedenih tržišnih nesavršenosti neophodna je državna regulacija kako bi se zaštitili interesi potrošača i društva u cjelini. Kako u monopolskim uvjetima nema dovoljno konkurencije koja bi štitila interese potrošača od monopolske eksploatacije, tj. od mogućnosti da monopol samovoljno podiže cijene i ograničava proizvedene količine, smatra se kako je u takvim slučajevima država pozvana da intervenira na tržištu. Djelatnost državnih regulatornih agencija može se, općenito uzevši, podijeliti u dvije skupine: one koje ograničavaju tržišnu moć reguliranih poduzeća i one kojima je glavni cilj zaštita i sigurnost radnika i potrošača. Prvu skupinu aktivnosti ekonomisti nazivaju ekonomskom, a drugu socijalnom regulacijom. Ekonomska regulacija podrazumijeva skupinu mjera kojima se određuju cijene i količine proizvoda i usluga, te određuju pravila ulaska novih poduzeća i izlazak postojećih poduzeća s tržišta. Socijalnom regulacijom država propisuje kvalitetu proizvoda i usluga, te određuje pravila zaštite i sigurnosti radnika i potrošača (Kesner-Škreb, 1994).

Sa stajališta društva, monopol vodi efektima koji su manje poželjni nego u situacijama konkurencije na tržištu. Općenito se može konstatirati da monopol rezultira manjom ukupnom proizvodnjom roba i usluga te višim cijenama u odnosu na industrije u kojima dominira konkurencija. Monopoli se također mogu povezati sa situacijama cjenovne diskriminacije, odnosno postojanja različitih cijena istih proizvoda/usluga koje se naplaćuju različitim potrošačima. Upravo je ova diskriminatorna praksa česta u elektroenergetskom sektoru gdje se u mnogim zemljama razlikuju cijene električne energije za kućanstva i industriju.

Za prirodne monopole karakteristična je i situacija visokih barijera pri ulasku na tržište zbog već spomenutih učinaka ekonomije obujma i zbog karaktera tehnologije koja zahtijeva velike proizvodne serije. U energetsom sektoru postoje izuzetno velike ulazne barijere za nova poduzeća na koja država može samo djelomično utjecati. Jedan od načina je da se djelatnosti u kojima postoji mogućnost konkurencije razdvoje od mrežnih djelatnosti koje i dalje ostaju prirodni monopol te da se horizontalno podijele između većeg broja tržišnih igrača. S druge strane, prema teoriji osporavanih tržišta (Baumol et.al, 1983) cilj može biti ostvaren i smanjenjem tehničkih i zakonodavnih ulaznih barijera koje propisuje država. Zakonodavne, formalne uvjete ulaska na tržište propisuje nezavisna regulatorna agencija koja bi trebala poticati stvaranje zdrave konkurencije na tržištu. S druge strane, i tehnološki razvoj dovodi do novih tehnologija koje mogu biti efikasne i u manjim serijama, kao npr. primjena reverzibilnih turbina u hidroelektranama.

### **3.5.2. Regulatorne reforme u tranzicijskim zemljama**

Tranzicijske zemlje provele su reforme u sektoru električne energije kao dio šireg programa strukturnih prilagodbi, pri čemu regulatorne reforme predstavljaju ključni korak. Rezultati regulatornih reformi u ovim zemljama pokazuju da stvaranje učinkovitih regulatornih struktura u elektroenergetskom sektoru bitno ovisi o regulatornoj i ukupnoj institucionalnoj kvaliteti, a razdvajanje temeljnih djelatnosti čini zadaću regulacije još složenijom. U isto vrijeme, odgovarajuća razina institucionalnih resursa od ključnog je značaja za zemlje u tranziciji kako bi uistinu imale koristi od reformi u elektroenergetskom sektoru. Stvaranje učinkovitog i transparentnog regulatornog okvira koje će tržište učiniti konkurentnijim, potaknuti investicije te stimulirati tehnološku difuziju, uz istovremenu zaštitu interesa potrošača, pokazalo se ključnim elementom reformi. Odvajanje regulatora od državne uprave i operatora nužno je i kako bi se povećao kredibilitet ne samo regulatornog tijela, već i ukupne ekonomije, čime će se privući privatne investicije u elektroenergetski sektor. Investitori moraju biti sigurni u pravila igre, na čemu i počivaju njihova ulaganja. Razdvajanje regulatora od tržišnih igrača stimulira pouzdanost u tržište i promovira usklađenost s međunarodnim trgovinskim



obvezama unutar WTO-a (Dvornik, 2003). Također je važna i stalna kontrola antikonkurentne prakse, posebice tzv. *incumbent* operatera, odnosno bivših monopolista koji i dalje imaju dominantni tržišni udio. Regulacija u energetskom sektoru treba omogućiti razvoj tržišnog natjecanja stvaranjem prostora za postojeće i nove sudionike na tržištu. No, iako regulacija kontrolira i onemogućava ostvarivanje ekstra profita reguliranog subjekta, s druge strane ona mora biti dovoljno poticajna kako bi se povećala njegova efikasnost i smanjili troškovi te privukao privatni kapital neophodan za proširenje i nadogradnju infrastrukture, te kako bi se uvele nove i tehnološki naprednije usluge.

Standardno institucionalno rješenje u elektroenergetskom sektoru jest osnivanje nezavisne regulatorne agencije, umjesto izravne državne regulacije, koja pak djeluje unutar jasno definiranog i transparentnog pravnog okvira. Nezavisni regulator određuje tarife, uvjete ulaza i izlaza sa tržišta za mrežne aktivnosti kao što su prijenos i distribucija električne energije. Međutim, ekonomske i političke institucije neophodne za ispravno funkcioniranje regulatornih tijela još uvijek nisu dovoljno razvijene u većini tranzicijskih zemalja, a regulatorne agencije suočavaju se s nedostatkom kvalificiranih ljudskih, administrativnih i *know-how* resursa. Njihova potpuna nezavisnost je upitna i država još uvijek ima formalni ili neformalni utjecaj, a posebice u onim aktivnostima energetskog regulatora koje se odnose na cijene električne energije. Jednako problematičan je i neformalni utjecaj regulirane industrije te koncentracija kadrova koji dolaze iz elektroenergetске industrije, što dovodi regulatora u lošiju poziciju (informacijska asimetrija). Tako regulacija može izgubiti svoju početnu svrhu i umjesto da štiti potrošače, ona sve više počinje štiti regulirana poduzeća. U anglosaksonskom ekonomskom rječniku ova situacija se naziva „capture hypothesis”. Prema Kirkpatricku i Parkeru (2004), upravo su institucionalni kapaciteti, uključujući kapacitet izgradnje optimalnog regulatornog režima, najveći problem s kojim se sada suočavaju tranzicijske zemlje.

### **3.5.3. Utjecaj regulatorne kvalitete i regulatora na uspjeh reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja**

Stav ekonomske teorije o pozitivnom utjecaju regulatorne kvalitete na uspješnost elektroenergetskog sektora je jasan, no ipak postoji vrlo malo empirijskih studija koje se bave ovom problematikom te se uglavnom odnose na efikasnost proizvodnje električne energije, a ne ukupnog sektora. Nedostatak empirijskih, kvantitativnih istraživanja ove teme najvećim dijelom je rezultat poteškoća u kvantificiranju parametara kvalitete regulacije i njenih rezultata. Stoga se u nastavku detaljnije istražuje uloga regulatorne kvalitete i nezavisnosti regulatora u procesu provođenja reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja.

Kao i uvijek kada se želi kvantitativno izraziti određene kvalitativne karakteristike, suočavamo se s dilemom izbora odgovarajućih varijabli. S obzirom da želimo istražiti utjecaj regulatorne kvalitete, korišteni su indikatori javne uprave (*governance indicators*) koje svake godine publicira Svjetska banka (Kaufmann, Kraay i Mastruzzi, 2009). Iako ovi indikatori javne uprave uključuju šest agregatnih pokazatelja od kojih svaki od njih daje različite aspekte kvalitete javne uprave pojedine zemlje (pravo glasa i odgovornost, politička stabilnost, efikasnost države koja se očituje kroz kvalitetu javnih usluga, regulatorna kvaliteta, vladavina prava te kontrola korupcije), za potrebe naše analize koristimo pokazatelje efikasnosti države i regulatorne kvalitete kao dvije varijable koje najbliže opisuju kvalitetu ishoda i dimenzije procesa regulacije. Indeks efikasnosti države mjeri kvalitetu zakonskih odredbi i vjerodostojnost vladinih odluka, kvalitetu birokracije, kompetentnost državnih službenika i njihovu nezavisnost od političkih pritisaka, dok pokazatelj regulatorne kvalitete mjeri koliko je poslovanje opterećeno propisima, kontrolom cijena i drugim intervencijama u gospodarstvu. Također koristimo pokazatelj nezavisnosti regulatora u energetskom sektoru kojeg objavljuje Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD), gdje 0 označava regulatorne agencije koje su zavisne u odnosu na Vladu/ministarstvo, a 1 regulatorne agencije koje su djelomično ili potpuno nezavisne.

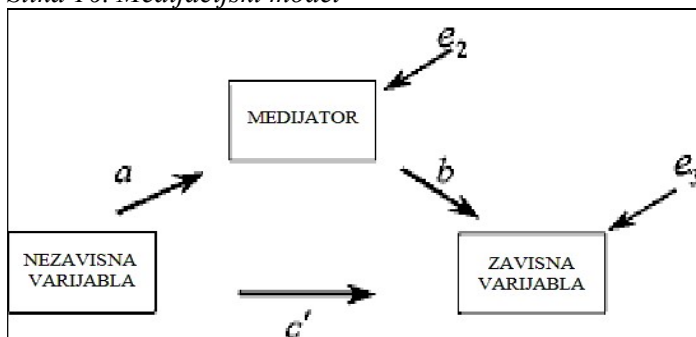
Zavisna varijabla u svim regresijskim analizama jest uspjeh u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru. Kako bi se ocijenio napredak koji postižu tranzicijske zemlje u spomenutim reformama, koristimo tzv. tranzicijske indikatore EBRD-a koji ima raspon ocjene od 1 (energetski sektor funkcionira kao vladin odjel s malo komercijalnih sloboda ili pritisaka; prosječne cijene niže su od troškova s velikim unakrsnim subvencijama; postoji monopolska struktura bez razdvajanja temeljnih djelatnosti) do 4+ (cijene su odraz troškova i osiguravaju odgovarajuće poticaje za poboljšanje učinkovitosti; postoji znatna participacija privatnih sudionika u razdvojenom (*unbundled*) i dobro reguliranom sektoru koji je u potpunosti liberaliziran sa funkcionalno uređenim pristupom mreži i potpunom konkurencijom u proizvodnji).

Želimo naglasiti da smo svjesni određenih ograničenja ovog istraživanja, prije svega problema izračunavanja korištenih varijabli. Naime, indikatori javne uprave temelje se isključivo na percepciji i subjektivnoj procjeni te odražavaju stavove različitih skupina sudionika u društvu. Također, procjene su napravljene sa marginom greške, što pak ukazuje na neizbježnu nesigurnost povezanu s mjerenjem upravljanja i izračunavanjem indikatora javne uprave za različite zemlje. S druge strane, pojedinačne ocjene glede uspješnosti tranzicijskih zemalja u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru također mogu biti upitne, o čemu smo već govorili. Naime, ocjene odražavaju prosudbu Ekonomskog ureda EBRD-a za svaku zemlju i njen napredak te stoga ne mogu biti u potpunosti

objektivni. Ipak, ovi pokazatelji široko su prihvaćeni jer trenutno ne postoje kvalitetniji kvantitativni podaci koji bi mjerili institucionalno okruženje te implementaciju reformi.

Polazeći od pretpostavke da bolja efikasnost države povećava uspjeh u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru, željeli smo istražiti ima li efikasnost države direktan utjecaj na reforme u elektroenergetskom sektoru te da li postoji medijacijski efekt regulatorne kvalitete na vezu između efikasnosti države i uspješnosti reformi. U regresijsku analizu uključili smo svih 27 tranzicijskih zemalja kako bismo poboljšali statističku pouzdanost dobivenih rezultata te dobili vjerodostojan uzorak za potrebnu kros-sekcijsku analizu. Koristili smo medijacijsku analizu koja se koristi za utvrđivanje mogućih uzročnih mehanizama te koja ispituje da li je efekt jedne varijable na drugu izravan ili neizravan ili čak oboje (Slika 16).

Slika 16. Medijacijski model



Izvor: Autori

Ova metoda koristi procjene parametara i njihove standardne pogreške iz sljedeće tri regresijske jednadžbe:

$$Y = i_1 + cX + e_1 \quad (1)$$

$$Y = i_2 + c'X + bM + e_2 \quad (2)$$

$$M = i_3 + aX + e_3 \quad (3)$$

gdje  $i_1$ ,  $i_2$  te  $i_3$  označavaju konstante, Y je zavisna varijabla, X je nezavisna varijabla, M je medijator,  $c$  je koeficijent koji povezuje nezavisnu i zavisnu varijablu,  $c'$  predstavlja koeficijent koji povezuje nezavisnu varijablu sa zavisnom varijablom prilagođen za medijator,  $b$  označava koeficijent koji povezuje medijator sa zavisnom varijablom prilagođen za nezavisnu varijablu,  $a$  je koeficijent koji povezuje nezavisnu varijablu sa medijatorom dok  $e_1$ ,  $e_2$ , i  $e_3$  označavaju rezidualne.

Iako postoje mnoge metode za testiranje hipoteze o prisutnosti medijacijskog efekta, najčešće se koristi metoda kauzalnih koraka koju su

popularizirali Baron i Kenny<sup>15</sup>. Oni su predložili pristup koji se sastoji od tri koraka gdje je potrebno provesti više regresijskih analiza i gdje se signifikantnost koeficijenata ispituje na svakom koraku.

Tablica 22. Koraci u medijacijskoj analizi

	Analiza
Korak 1	Bivarijatna regresijska analiza gdje X utječe na Y – testiranje parametra <i>c</i>
Korak 2	Bivarijatna regresijska analiza gdje X utječe na M – testiranje parametra <i>a</i>
Korak 3	Bivarijatna regresijska analiza gdje M utječe na Y – testiranje parametra <i>b</i> Multipla regresijska analiza gdje X i M utječu na Y – testiranje parametra <i>c'</i>

Izvor: Autori

Značajnost medijacijskog efekta izračunava se prema sljedećoj jednadžbi:

$$z_{ab} = \frac{a * b}{se_{ab}}$$

Formula za izračun standardne pogreške ( $se_{ab}$ ) medijacijskog efekta ( $a*b$ ) glasi:<sup>16</sup>

$$se_{ab} = \sqrt{(a^2 \times se_b^2) + (b^2 \times se_a^2)}$$

Izračunom korelacijskih koeficijenata između navedenih varijabli dobili smo, u skladu s očekivanjima, visok stupanj korelacije (Tablica 23):

<sup>15</sup> Baron, R.M., Kenny, D.A.: The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 51, 1986.

<sup>16</sup> Sobel, M.E. (1982) *Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models*, in Leinhardt (ed.) *Sociological Methodology*, Washington, DC, American Sociological Association; Sobel, M.E. (1986) *Some new results on indirect effects and their standard errors in covariance structure models*, in Tuma (ed.) *Sociological Methodology*, Washington, DC, American Sociological Association; Frazier, P.A., Barron, K.E., Tix, A.P. (2004) „Testing Moderator and Mediator Effects in Counselling Psychology Research“, *Journal of Counselling Psychology*, Vol. 51, No. 1

Tablica 23. Korelacijska matrica

Correlations (Regulatory quality and electricity reforms) Marked correlations are significant at $p < ,05000$ N=27 (Casewise deletion of missing data)					
Variable	Regul.Q.	Reforms	GDP p/c	Indepen.el.reg.	Gover.effect.
Regul.Q.	1,00	0,82	0,68	0,72	0,91
Reforms	0,82	1,00	0,47	0,77	0,69
GDP p/c	0,68	0,47	1,00	0,41	0,85
Indepen.el.reg.	0,72	0,77	0,41	1,00	0,59
Gover.effect.	0,91	0,69	0,85	0,59	1,00

Izvor: Izračun autora

Tablica 24 prikazuje rezultate deskriptivne statističke analize za sve navedene varijable.

Tablica 24. Deskriptivna statistika za analizirane varijable

Varijable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
Regulatorna kvaliteta	27	0,093	0,163	-2,0260	1,47	0,896	-0,53733	-0,011310
Reforme	27	2,913	3,000	1,0000	4,00	0,749	-1,14253	1,495716
BDP p/c	27	8504,319	6572,845	362,7449	26987,49	6560,257	0,97127	0,668946
Nezavisnost energetskog regulatora	27	0,815	1,000	0,0000	1,00	0,369	-1,71783	1,021091
Efikasnost države	27	-0,099	-0,142	-1,1586	1,15	0,651	0,29996	-0,843114

Izvor: Izračun autora

Iako su promjene u varijabli *Reforme* na granici normalne distribucije, sve ostale varijable (*Regulatorna kvaliteta*, *BDP per capita* i *Efikasnost države*) normalno su distribuirane. Varijable *Regulatorna kvaliteta* i *Reforme* imaju blago negativnu asimetriju (*skewness*) što znači da više tranzicijskih zemalja ima visoke rezultate u području regulatorne kvalitete i uspjeha u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru. S druge pak strane, varijable *BDP per capita* i *Efikasnost države* imaju blago pozitivnu asimetriju što znači da je kod većine zemalja zabilježen niži stupnja razvoja i efikasnosti države. Što se tiče zaobljenosti (*kurtosis*), varijable *Regulatorna kvaliteta* i *Efikasnost države* imaju platokurtičnu (plosnatiju) distribuciju što znači da u promatranom razdoblju ekstremne promjene nisu bile evidentirane. Nadalje, varijable *Reforme* i *BDP per capita* imaju blago leptokurtičnu (šiljastiju) distribuciju ali ne u mjeri bilo kakvih ekstremnih promjena. Varijable *Nezavisnost energetskog regulatora*, iako navedena u tablici 1, nije predmet deskriptivne statističke analize niti normalnosti distribucije budući da se radi o nominalnoj (*dummy*) varijabli. Također, koeficijenti korelacije između svih varijabli imaju očekivan pozitivan predznak, odnosno podaci korišteni u ovome radu visoko su korelirani.

Proveli smo niz bivarijantnih i multiplih regresijskih analiza kako bismo utvrdili posreduje li regulatorna kvaliteta efekte efikasnosti države na uspjeh provedbe reformi u elektroenergetskom sektoru (*Model 1*) te smo također ispitali učinke nezavisnog energetskeg regulatora kao medijatora između efikasnosti države i uspješnosti u provođenju reformi (*Model 2*). Spomenuti modeli bazirali smo na teoretskim spoznajama o ulozi države u stvaranju regulatornog okruženja te izravnom utjecaju efikasnosti države na uspjeh reformi.

Tablica 25 prikazuje rezultate prve medijacijske analize.

Tablica 25. Testiranje medijacijskih efekata- model 1

MODEL 1			
Koraci u medijacijskoj analizi	B	SE B	$\beta$
1. korak (koeficijent c) zavisna varijabla: uspjeh u provođenju reformi u elektro sektoru prediktor: efikasnost države R=0.69; F(1,25)=22.32; p<.05	0.79	0.17	0.69*
2. korak (koeficijent a) zavisna varijabla: regulatorna kvaliteta prediktor: efikasnost države R=0,91; F(1,25)=116.16; p<.05	1.21	0.11	0.91*
3. korak (koeficijenti b i c') zavisna varijabla: uspjeh u provođenju reformi u elektro sektoru medijator: regulatorna kvaliteta (koeficijent b) prediktor: efikasnost države (koeficijent c') R=0.83; F(2,24)=26.10; p<.05	0.95 -0.36	0.24 0.31	1.10* -0.31*
Sobelov test značajnosti medijacije: 5.91			
Izravni efekt = -0.31			
Neizravni efekt = 1.00			

Izvor: Vlahinić-Dizdarević, Prša, 2010.

Dobiveni rezultati za *Model 1* pokazuju da efekt efikasnosti države na uspjeh provođenja reformi u elektroenergetskom sektoru nakon uvođenja medijatora (tj. regulatorne kvalitete) u model (3. korak – koeficijent c') postaje statistički nesignifikantan u odnosu na efekt prije uvođenja medijatora (1. korak – koeficijent c). Medijacijski efekt je visok i statistički značajan ( $r_{axb}=1.001$ ; Sobel  $z=5.905$ ;  $p<0.05$ ). U skladu sa dobivenim rezultatima možemo konstatirati postojanje potpune medijacije te potvrditi medijacijsku hipotezu da regulatorna kvaliteta posreduje efekte efikasnosti države na uspjeh provođenja reformi u elektroenergetskom sektoru u tranzicijskim zemljama.

Uzimajući u obzir činjenicu da razvoj tržišta električne energije podrazumijeva postojanje određenih institucija koje imaju važnu ulogu u različitim fazama njegova razvoja, prvenstveno nezavisnog regulatora kao tijela državne vlasti odgovornog za osiguravanje nepristranog i učinkovitog rada elektroenergetskog sustava, proveli smo i drugu medijacijsku analizu

kako bismo istražili javlja li se nezavisni energetska regulator (kombinirajući potpunu i djelomičnu nezavisnost) kao medijator u odnosima između efikasnosti države i uspjeha reformi. Sljedeći korak predstavlja analiza utjecaja nezavisnosti regulatora na uspjeh reformi, a rezultati su prikazani u Tablici 26.

Tablica 26. Testiranje medijacijskih efekata – model 2

MODEL 2			
Koraci u medijacijskoj analizi	B	SE B	$\beta$
1. korak (koeficijent c) zavisna varijabla: uspjeh u provođenju reformi u elektro sektoru prediktor: efikasnost države R=0.69; F(1,25)=22.32; p<.05	0.79	0.17	0.69*
2. korak (koeficijent a) zavisna varijabla: nezavisnost energetskeg regulatora prediktor: efikasnost države R=0.60; F(1,25)=13.67; p<.05	0.36	0.10	0.60*
3. korak (koeficijenti b i c) zavisna varijabla: uspjeh u provođenju reformi u elektro sektoru medijator: nezavisnost energetskeg regulatora (koeficijent b) prediktor: efikasnost države (koeficijent c) R=0.82; F(2,24)=24.31; p<.05	1.45 0.41	0.24 0.17	0.77* 0.36*
Sobelov test značajnosti medijacije: 3.10 Izravni efekt = 0.36 Neizravni efekt = 0.46			

\*Napomena: p<0.05

Izvor: Vlahinić-Dizdarević, Jakovac, 2010.

Uzimajući u obzir rezultate druge medijacijske analize (*Model 2*), vidljivo je da je efekt efikasnosti države na uspjeh u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru nakon uvođenja medijatora (tj. nezavisnosti energetskeg regulatora) u model (3. korak – koeficijent c') manji nego prije uvođenja medijatora (1. korak – koeficijent c), ali za razliku od prve medijacijske analize još uvijek je statistički signifikantan. Medijacijski je efekt u drugom modelu također visok i statistički značajan ( $r_{axb}=0.46$ ; Sobel  $z=3.10$ ;  $p<0.05$ ) međutim u ovom slučaju prisutna je djelomična medijacija. Razlog može biti u činjenici da je Vlada ta koja uspostavlja regulatora koji potom treba djelovati na načelima nezavisnosti i transparentnosti kao i u činjenici da izabrana medijacijska varijabla<sup>17</sup> uključuje potpuno i djelomično nezavisne regulatore u energetskeg sektoru.

Prema raspoloživim podacima Europske banke za obnovu i razvoj, u 12 od 27 tranzicijskih zemalja energetska regulator djelomično je nezavisan, u 10 zemalja zabilježena je potpuna nezavisnost regulatora, dok u preostalim pet

<sup>17</sup> Kao što je već spomenuto, varijabla "nezavisnost energetskeg regulatora" je nominalna (*dummy*) varijabla. Od svake nominalne varijable koja ima  $k$  razina moguće je formirati  $k-1$  varijabli ali ne mogu sve biti prediktori jer bi to izazvalo potpunu multikolinearnost (ili singularnost) među prediktorima.

tranzicijskih zemalja postoji potpuna zavisnost energetskog regulatora u odnosu na Vladu. Iako u većini zemalja postoji potpuni ili djelomični stupanj nezavisnosti regulatornog tijela u energetskom sektoru, upitno je da li potpuna nezavisnost podrazumijeva stvarnu ili samo deklarativnu nezavisnost. Osim problema zavisnosti u odnosu na državu, postoje i problemi zavisnosti u odnosu na reguliranu industriju, što stvara situaciju informacijske asimetrije. Naime, većina kadrova dolazi iz regulirane industrije ili su na neki drugi način povezani s njom, što svakako predstavlja ozbiljnu prepreku stvarnoj nezavisnosti regulatora. Osim ovih kadrovskih ograničenja, regulatorne agencije u tranzicijskim zemljama suočene su i s mnogim drugim problemima, npr. nedostatkom administrativnih kapaciteta, neadekvatnim *know-how* znanjem, nedostatnom političkom potporom nezavisnosti regulatora, *ad hoc* regulatornim postupcima baziranim na političkim interesima te nedovoljno razvijenim institucionalnim kapacitetima. Spomenuto je važno s aspekta odgovornosti, transparentnosti i dosljednosti kao tripartitnog okvira koji je neophodan za pravilno funkcioniranje regulatornog sustava. Raspoloživi podaci na žalost ne ukazuju na razloge nepotpune nezavisnosti energetskih regulatora. Ipak, možemo zaključiti da je regulatorna kvaliteta i definiranje optimalnog regulatornog okvira ključna determinanta uspjeha u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja, dok je osnivanje regulatornog tijela *per se* važan, ali ne i dovoljan uvjet uspješnosti reformi ukoliko nije praćeno ukupnom institucionalnom kvalitetom. U tom procesu važno je uspostaviti regulatorno tijelo čiji će rad biti nezavisan, kako u odnosu na Vladu, tako i u odnosu na reguliranu industriju (Vlahinić-Dizdarević, Jakovac, 2010.).

Dobiveni empirijski rezultati konzistentni su s dosadašnjim teorijskim spoznajama, dok je empirijskih istraživanja relativno malo. Novo istraživanje Zhanga, Parkera i Kirkpatricka (2008) o utjecaju regulacije, konkurencije i privatizacije na efikasnost djelatnosti proizvodnje električne energije provedeno na velikom uzorku tranzicijskih i zemalja u razvoju došla je do sličnih zaključaka. Prema njihovim rezultatima regulatorne reforme same za sebe nisu dovoljne kako bi povećale proizvodnju električne energije, čak štoviše, ukoliko se ne provode istovremeno s ostalim reformama, prvenstveno restrukturiranjem i liberalizacijom tržišta, mogu čak i pogoršati performanse poduzeća koja proizvode električnu energiju. Dakle, regulatorna kvaliteta je važna, ali mora biti upotpunjena ostalim reformama i zahtijeva nezavisnost i transparentnost regulatornog tijela.



### 3.6. Privatizacija energetskeg sektora

Zbog velikog značaja energetskeg sektora, direktno kroz učešće u BDP-u, tako i indirektno kroz cijenu energije, izbor privatizacijskog modela te adekvatan *timing* privatizacije energetskeg djelatnosti postaju ključna pitanja ekonomske politike, jer ove ireverzibilne političke odluke direktno utječu na ekonomski rast i razvoj zemlje. S jedne strane nalaze se zagovornici privatizacije, prvenstveno svjetske financijske institucije kao što su Međunarodni monetarni fond i Svjetska banka, a s druge kritičari privatizacije strateške nacionalne imovine kojih je sve više u vrijeme gospodarske i energetske krize. Prema Svjetskoj banci (2002), privatizacija potiče strane direktne investicije koje potiču ekonomski rast zbog pozitivnih učinaka nove tehnologije (*spillover* efekti), boljih menadžerskih vještina te uključivanja u globalne proizvodne mreže. Kritičari privatizacije strateških sektora kao što je energetski tvrde da privatizacija doduše nosi koristi vezane uz poboljšanje efikasnosti energetskeg poduzeća, ali uglavnom za nove vlasnike.

Privatizacija bi trebala predstavljati posljednji, iako ne i nužan reformski korak nakon što je provedeno restrukturiranje sektora i postupno otvaranje tržišta. S obzirom da je naftni sektor uglavnom već privatiziran, više ćemo se fokusirati na elektroenergetski sektor koji je tek djelomično privatiziran, a u nekim zemljama taj proces nije niti počeo. Iako ne postoji opće prihvaćeni model privatizacije, smatra se da bi privatizacija trebala započeti privatizacijom proizvodnje električne energije kroz rast udjela privatnog kapitala, a zatim i distributivne mreže. Prvenstveni je motiv privatizacije distributivnih kompanija smanjenje tehničkih gubitaka zbog novih investicija i modernizacije te smanjenje ekonomskih gubitaka zbog efikasnije naplate računa, što bi u konačnici trebalo povećati vrijednost proizvodnih kompanija i potaknuti interes privatnih investitora za ulaganje u proizvodnju električne energije. Prijenosna mreža ima strateško značenje i znatno se rjeđe privatizira kako bi se osigurao nediskriminacijski pristup mreži i sigurnost opskrbe električnom energijom, što je razvojni prioritet svake zemlje.

#### 3.6.1. Empirijska istraživanja o učincima privatizacije

Iako je moderna ideja privatizacije nastala u Njemačkoj 1957. godine kada je Vlada prodala svoj većinski udio u Volkswagenu privatnim investitorima, privatizacijski proces ponajviše se vezuje uz tranzicijske zemlje Srednje, Istočne i Jugoistočne Europe te bivšeg SSSR-a. Početkom 90-tih godina privatizacija je u tim zemljama prihvaćena kao učinkovit način kreiranja poticaja za unapređenje ekonomske efikasnosti, povećanja investicija te implementaciju novih tehnologija.

U ekonomskoj literaturi opće je prihvaćena ideja da privatizacija poboljšava efikasnost. Ipak, detaljnije promišljanje pojma i koncepta efikasnosti pokazuje da autori vrlo često misle na različite stvari kada spominju efikasnost. Naime, firma može biti neefikasna jer nema adekvatan odnos uloženog rada i kapitala uz danu tehnološku razvijenost, jer koristi više inputa nego što je neophodno kako bi proizvela danu razinu outputa, ili pak preskupo plaća inpute koje koristi. U mnogim empirijskim studijama autori mjere efikasnost putem promjene produktivnosti ili profitabilnosti, što nije isto. Tako npr. rast produktivnosti može biti rezultat različitih razloga koji nemaju veze s efikasnošću (tehnološki progres, ekonomija obujma), dok profitabilnost može rasti bez ikakvog povećanja efikasnosti, npr. u uvjetima monopolističke tržišne moći. Sheshinski i Lopez-Calva (1999) su pokazali da efikasnost i profitabilnost rastu obostrano samo u slučaju konkurentskih tržišnih struktura.

Postoji zaista veliki broj studija o utjecaju privatizacije na performanse poduzeća ili industrije/sektora, no većina ih je provedena za konkurentska tržišta. Ona su potvrdila da mikroekonomski rezultati, odnosno rezultati na razini poduzeća, potvrđuju tezu da privatizacijom poduzeća postaju efikasnija i profitabilnija. Kikeri i Nellis (2002) proveli su opsežno istraživanje 60 studija privatizacije u sektorima u kojima dominira konkurencija te su zaključili da postoji snažna korelacija između privatizacije i poboljšanja financijskih i operativnih performansi poduzeća.

S druge strane, rezultati studija koje su se fokusirale na monopolistička tržišta pokazuju ambivalentne rezultate. Shirley i Walsh (2000) su pokazali da u slučaju 6 privatizacijskih projekata monopolskih tvrtki privatizacija je unaprijedila ekonomske rezultate poduzeća, u 5 slučajeva rezultati su neutralni, dok se u 5 slučajeva državno vlasništvo pokazalo boljom opcijom. Temeljem ovih rezultata zaključili su da su privatizacija i konkurencija komplementarne, odnosno da je za uspjeh privatizacije nužno postojanje konkurencije na tržištu. Saal i Parker (2001) pokazali su na primjeru poduzeća u komunalnim djelatnostima u Velikoj Britaniji da se njihova efikasnost (mjerena kroz ukupnu faktorsku produktivnost) smanjila nakon provedene privatizacije. Parker (2003) povezo je ovakve neujednačene rezultate privatizacije s dva faktora: stupnjem konkurencije na tržištu (tržišnom strukturom) i kvalitetom regulacije u danoj industriji.

Neki autori istražili su imaju li potrošači koristi od smanjenja troškova i veće ekonomske efikasnosti privatiziranih poduzeća. Newbery i Pollit (1996) pokazali su da koristi imaju samo proizvođači, vrlo rijetko i potrošači. Fiorio i suradnici (2007) došli su do još interesantnijih zaključaka: privatizacija u elektroenergetskom sektoru ne nosi sa sobom niže cijene, a potrošači su zadovoljniji cijenama i kvalitetom usluge javnih elektroenergetskih poduzeća u odnosu na privatna. Upravo primjer skandinavskih zemalja potvrđuje tezu o tome da javna poduzeća u

elektroenergetskom sektoru mogu biti efikasna, regionalno integrirana i visoko konkurentna.

Jedna od najnovijih studija (Zhang, Parker and Kirkpatrick, 2008) koja proučava učinke privatizacije, konkurencije i regulacije na efikasnost poduzeća koja proizvode električnu energiju došla je do sličnih rezultata. Ekonometrijskom analizom podataka za 36 tranzicijskih i zemalja u razvoju dokazali su da je konkurencija, a ne privatizacija, ključan element poboljšanja efikasnosti u sektoru koji ima izraženu monopolističku/oligopolističku tržišnu strukturu. Podaci su također pokazali da je privatizacija korisna samo onda kada je praćena kvalitetnim regulatornim okvirom i postojanjem nezavisnog regulatora. Dakle, privatizacija poduzeća u energetskom sektoru koji karakterizira monopolska tržišna struktura neće biti korisna niti za poduzeće, niti za nacionalnu ekonomiju ukoliko nije postignuta konkurencija na tržištu te ukoliko ne postoji učinkovit regulatorni okvir s regulatorom koji je autonoman i nezavisan u odnosu na Vladu i reguliranu industriju. Iskustva brojnih zemalja pokazuju da privatizacija elektroenergetskog sektora nije dovela do značajnijeg razvoja tržišta. jer se zapravo desila samo redistribucija prostornih monopola, a državne monopole zamijenili su privatni.

### **3.6.2. Rezultati privatizacije elektroenergetskog sektora u zemljama Jugoistočne Europe**

U zemlje Jugoistočne Europe (JIE) ubrajaju se zemlje nastale raspadom bivše Jugoslavije (bez Slovenije), Albanija, Bugarska, Rumunjska i od nedavno Kosovo. Sve su to zemlje koje su 1999. godine potpisale Pakt o stabilnosti, a svoju su ekonomsku pa tako i privatizacijsku politiku formulirale prema preporukama Europske unije, čije su punopravne članice težile postati. U međuvremenu je to uspjelo Rumunjskoj i Bugarskoj, a Hrvatska se nalazi na samom kraju pregovaračkog procesa.

Iskustva tranzicijskih zemalja jugoistočne Europe vrlo su poučna za Hrvatsku jer se radi o zemljama slične gospodarske strukture i sličnih makroekonomskih neravnoteža te sličnih naslijeđenih problema u elektroenergetskom sektoru. Razlike među njima su velike: od zemalja kao što su Bugarska i Rumunjska koje su u potpunosti privatizirale distribucijska i proizvodna poduzeća, do Hrvatske, Srbije i Bosne i Hercegovine koje se nadaju velikom interesu stranih investitora u energetiku, iako proces privatizacije još uvijek nije počeo.

U svim ovim zemljama elektroprivreda je zapošljavala velik broj zaposlenika te se dugi niz godina nalazila pod državnom kontrolom, no makroekonomski problemi te želja za racionalnijim korištenjem resursa i većom efikasnošću pokrenuli su privatizaciju energetskih poduzeća. Bez

obzira što su sve ove zemlje prihvatile europski model reformiranja svog energetskog sektora, ipak treba naglasiti da niti prošle (1996/92/EC i 2003/54/EC), a niti nova Direktiva (2009/72/EC) tzv. Trećeg energetskog paketa ne zahtijeva privatizaciju elektroenergetskih kompanija.

Privatizacija elektroenergetskog sektora u zemljama JIE provodila se različitim dinamikom, ovisno o specifičnostima pojedinih zemalja, no ipak ima neke zajedničke elemente. Sve zemlje (izuzev Hrvatske, Srbije i Bosne i Hercegovine) započele su s privatizacijom distributivne, a zatim i proizvodne djelatnosti. Dio zemalja (Albanija, Bugarska, Rumunjska, Makedonija i Crna Gora) razdvojio je distribucijsku djelatnost od proizvodne i prijenosne djelatnosti i prodao je strateškim investitorima. Prvenstveni je motiv privatizacije distributivnih kompanija (DSO – Operator distribucijskog sustava) smanjenje tehničkih gubitaka zbog očekivanih novih investicija te smanjenje ekonomskih gubitaka zbog efikasnije naplate računa, što bi u konačnici trebalo povećati vrijednost proizvodnih kompanija i potaknuti interes privatnih investitora za ulaganje u proizvodnju električne energije. Ipak, zbog inertnosti potrošača za promjenom opskrbljivača električnom energijom, strani investitori u tranzicijskim zemljama najviše su zainteresirani za distribucijske tvrtke jer se time automatski kupuje i dominantan udio na tržištu, odnosno djelatnost opskrbe. Na taj način investitori relativno brzo vraćaju uložena sredstva koja su redovito niža od očekivanih vrijednosti procijenjenih na početku privatizacijskog postupka (Granić, 2008). Privatizacije provedene putem M&A aktivnosti (*Merger&Acquisition*) pokazale su negativne učinke za kompanije, ali i nacionalne ekonomije zbog strateške važnosti energetike, prvenstveno zbog nemogućnosti vođenja strategije razvoja elektroprivrede. Globalno gledajući, trend preuzimanja kompanija od strane dominantnih tržišnih igrača dodatno je ojačao monopolsku tržišnu strukturu te doveo do daljnje tržišne koncentracije.

Privatizacija proizvodne djelatnosti realizirana je u znatno manjem intenzitetu, dijelom kroz ulazak stranog kapitala u izgradnju novih kapaciteta (izgradnja termoelektrana u Makedoniji, trećeg bloka nuklearne elektrane u Rumunjskoj te nuklearne elektrane po modelu javno-privatnog partnerstva u Bugarskoj), odnosno kroz privatizaciju postojećih postrojenja (u Albaniji, Bugarskoj, Makedoniji, Rumunjskoj i Crnoj Gori). Izgradnja pojedinačnih novih nezavisnih proizvodnih kapaciteta manja je nego za vrijeme vertikalno integriranih tvrtki, uglavnom zbog novonastalih tržišnih rizika. Očekuje se da će usklađivanje mjera i koraka reformi u energetskom sektoru s modelom Europske unije imati implikacije i na području proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije. Naime, financijsko podupiranje obnovljivih izvora energije i administrativne obveze o njihovom udjelu u ukupnoj potrošnji energije, što su strateški energetski ciljevi Europske unije, potaknut će njihovo veće korištenje i u

zemljama JIE jer će se rizik ulaganja smanjiti na prihvatljivu razinu usprkos visokoj cijeni opreme (Vlahinić-Dizdarević, 2011).

Djelatnost prijenosa električne energije ostala je u potpunom vlasništvu države. Zbog strateškog značaja prijenosne mreže niti jedna zemlja nije privatizirala kompanije za prijenos električne energije kako bi osigurala nediskriminacijski pristup mreži i sigurnost opskrbe električnom energijom, što je razvojni prioritet svake zemlje.

Hrvatska, Srbija i Bosna i Hercegovina nalaze se još uvijek na početku privatizacijskog procesa. HEP u Hrvatskoj te EPS u Srbiji još uvijek su u potpunom vlasništvu države, dok je proces privatizacije u sektoru elektroenergetike već počeo u Bosni i Hercegovini privatizacijom 10% Elektroprivrede BiH i Elektroprivrede HB – Mostar u javnoj ponudi dionica u FBiH, kao i 20% Elektroprivrede RS. Što se tiče proizvodnje električne energije, i ova je djelatnost u potpunom vlasništvu države u Srbiji, Bosni i Hercegovini, odnosno 95%-tnom vlasništvu u Hrvatskoj (izuzeci su TE Plomin i NE Krško).

U Hrvatskoj trenutno traju rasprave o implikacijama Trećeg paketa energetskih propisa EU za elektroenergetski sektor Republike Hrvatske. Promjene koje čekaju i Hrvatsku kao buduću članicu Europske unije sveobuhvatne su i neminovno dotiču pitanje vlasničkih odnosa. Iako nema izričito zahtjeva za privatizacijom, definirano je vlasničko razdvajanje mrežnih aktivnosti od proizvodnih i opskrbnih. Argumenti u korist vlasničkog razdvajanja operatora prijenosnog sustava temelje se na sljedećem: ako je mrežni operator u istoj grupi kao i tvrtka koja proizvodi ili opskrbljuje energijom, može se očekivati da će braniti interese grupe. S druge strane, ako mreža pripada neovisnoj kompaniji, njezin glavni cilj je maksimiziranje profita, što će se postići ukoliko više tvrtki koristi mrežu. U otprilike polovici zemalja članica EU operatori prijenosnog sustava su vlasnički razdvojeni, što, čini se, ima povoljan utjecaj na investicijske poticaje, cijene energije i stupanj koncentracije na tržištu. Ipak, postoje bojazni da će se vlasničko razdvajanje imovine negativno odraziti na financijski položaj HEP-a. HEP također čeka i privatizacija koja je za sada odgođena do ulaska Hrvatske u Europsku uniju. Sabor je u siječnju 2010. godine donio zakon kojime se stavlja van snage do tada postojeći Zakon o privatizaciji HEP-a i sada više ne postoji poseban zakonodavni okvir koji se uređuje ovo pitanje, što znači da za sada privatizacija nije moguća. S obzirom da HEP predstavlja stratešku imovinu države i s obzirom na bitno izmijenjene okolnosti na globalnom energetskom tržištu, nadamo se da država neće olako rasprodati svoje najvrednije „obiteljsko srebro“.

Evidentna je i promjena stava javnosti. Prodaja velikih energetskih vertikalno integriranih kompanija strateškom investitoru u vrijeme kada energija postaje ključan resurs razvoja, postaje nepopularna politička odluka, a proces postupne privatizacije treba usmjeriti prema privlačenju

privatnog kapitala u djelatnosti proizvodnje električne energije kako bi se diverzifikacijom ponude i većom konkurencijom utjecalo na stabilnost cijena (Vlahinić-Dizdarević, 2011b).

### **3.7. Uspješnost provođenja reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja**

Kako bi se kvantitativno ocijenio napredak koji postižu tranzicijske zemalje u reformama energetskega sektora, uz kvalitativne ocjene korisno je koristiti i kvantitativne pokazatelje. S obzirom da su jedini dostupni pokazatelji oni koje objavljuje Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD), koristimo ih i mi iako smo svjesni njihovih ograničenja. Naime, spomenuti indikatori rezultat su prosudbe Ekonomskog ureda EBRD-a za svaku zemlju i njen napredak te stoga ne mogu biti u potpunosti objektivni. Ipak, ovi pokazatelji široko su prihvaćeni jer trenutno ne postoje kvalitetniji kvantitativni podaci koji bi mjerili implementaciju reformi. Spomenuti indikatori EBRD-a kreću se od 1 do 4+. Ocjena 1 označava male ili nikakve promjene u odnosu na plansku ekonomiju, dok ocjena 4+ predstavlja standarde razvijenih tržišnih ekonomija.<sup>18</sup>

Tablica 27 prikazuje napredak u reformama elektroenergetskog sektora u zemljama u tranziciji koje su podijeljene na zemlje Jugoistočne Europe te Baltičke zemlje i zemlje Srednje i Istočne Europe koje su postale punopravne članice Europske unije. Iako se zemlje Jugoistočne Europe nalaze se u različitim pozicijama u odnosu na EU, od zemalja kandidata do

---

<sup>18</sup> 1 - Energetski sektor funkcionira kao vladin odjel s malo komercijalnih sloboda ili pritisaka; prosječne cijene niže su od troškova s velikim unakrsnim subvencijama; postoji monopolska struktura bez razdvajanja temeljnih djelatnosti.

2 – Energetska poduzeća odvojena su od vlade, iako i dalje postoji politički utjecaj; postoje naznake jačanja budžetskih ograničenja, iako su cijene električne energije još uvijek niske; neadekvatne menadžerske inicijative za poboljšanje efikasnosti; nedovoljne institucionalne reforme i nedovoljna uloga privatnog sektora.

3 – Postojanje Zakona o energiji koji osigurava restrukturiranje elektroenergetskog sektora i računovodstveno razdvajanje djelatnosti; uspostava regulatora energetskega sektora; tarifne reforme i poboljšanje naplate.

4 - Razdvajanje proizvodnje, prijenosa i distribucije; postojanje nezavisnog regulatora; definirana i implementirana pravila za utvrđivanje tarifa koje će odražavati troškove (*cost-reflective*); znatan udio privatnog sektora u distribuciji i/ili proizvodnji; započet proces liberalizacije tržišta.

4+ - Cijene su odraz troškova i osiguravaju odgovarajuće poticaje za poboljšanje učinkovitosti; postoji znatna participacija privatnih sudionika u razdvojenom (*unbundled*) i dobro reguliranom sektoru koji je u potpunosti liberaliziran sa funkcionalno uređenim pristupom mreži i potpunom konkurencijom u proizvodnji.

onih koji se to tek nadaju postati, ipak su sve prihvatile tzv. europski reformski model i prilagođavaju svoj energetske sektor, posebice elektroenergetski i plinski, u skladu s pravnom stečevinom EU. Bugarska i Rumunjska također su postale zemlje članice no često ih se svrstava u kategoriju jugoistočno europskih zemalja zbog geografskog položaja, ali i sličnih makroekonomskih i strukturnih pokazatelja. Prikazani su podaci od 2000. godine kada su gotovo sve zemlje jugoistočne Europe počele ostvarivati brži ekonomski rast, otvaranje tržišta i veći priliv stranih direktnih investicija. Stoga se upravo 2000. godina smatra prekretnicom za ove zemlje koje su nakon desetljeća ratova, političkih nestabilnosti i produljene tranzicijske depresije počele provoditi sveobuhvatne gospodarske reforme.

*Tablica 27. Napredak u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja u razdoblju 2000-2008.*

Zemlja	2000.	2002.	2004.	2006.	2008.	2010.
<b>Jugoistočna Europa</b>						
Albanija	2,33	2,33	2,67	2,67	2,67	3,00
BiH	2,33	3,00	3,00	3,00	3,00	2+
Bugarska	3,33	3,33	3,67	3,67	3,67	4-
Crna Gora	1,00	1,00	2,00	2,33	2,33	3-
Hrvatska	2,33	3,00	3,00	3,00	3,00	3
Makedonija	2,33	2,33	2,33	3,00	3,00	3
Rumunjska	3,00	3,00	3,33	3,33	3,67	4-
Srbija	2,00	2,00	2,33	2,33	2,33	3+
<b>Srednja i Istočna Europa</b>						
Estonija	3,67	3,00	3,00	3,33	3,33	4
Latvija	3,00	3,00	3,33	3,33	3,33	3+
Litva	3,00	3,00	3,33	3,33	3,33	3+
Mađarska	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4-
Poljska	3,00	3,33	3,33	3,33	3,33	3+
Slovačka	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4
Slovenija	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3

Izvor: <http://www.ebrd.com/country/sector/econo/stats/tis.xls>

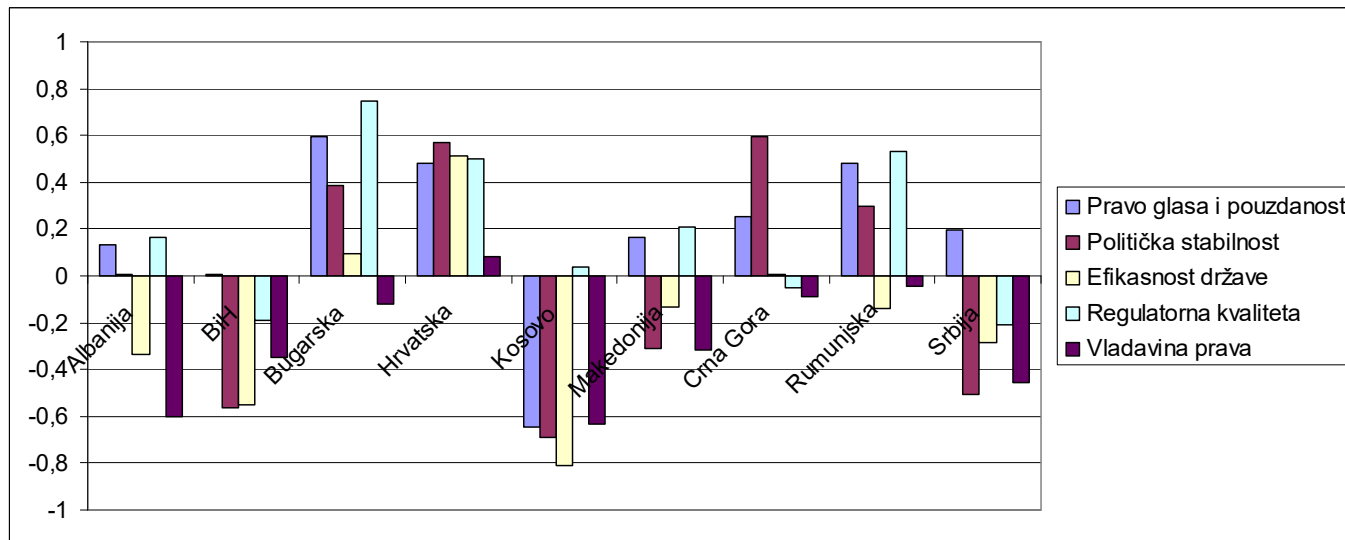
Podaci pokazuju da su zemlje Jugoistočne Europe napravile značajne reforme u elektroenergetskom sektoru, iako su rezultati lošiji u usporedbi s razvijenijim zemljama koje su već postale članice EU. Ako bismo usporedili ove rezultate s provedenim reformama u nekim drugim područjima, npr. tržištu roba, deviza ili financijskom tržištu, čini se da se reforme u energetske sektoru odvijaju znatno sporije. Ipak, ako znamo da je jedan od aspekata reformskog progresa provedena privatizacija, onda moramo zaključiti da je većina zemalja Jugoistočne Europe (izuzetak su Bugarska i Rumunjska koje su u potpunosti privatizirale djelatnosti

proizvodnje i distribucije električne energije) ocijenjena relativno nisko zbog nespremnosti da prodaju svoju stratešku imovinu strancima. Niskom ocjenom (3) ocijenjena je i Slovenija kao najrazvijenija nova EU članica upravo zbog navedenih razloga, iako su mnogi drugi aspekti reformi provedeni vrlo uspješno. S obzirom na kontroverznost problematike privatizacije elektroenergetskog sektora te dalekosežnost i ireverzibilnost političkih odluka o privatizaciji, ova tema detaljnije se istražuje u poglavlju 3.7.

Podaci pokazuju da su najlošije rezultate ostvarile male ekonomije do sada nesklone privatizaciji. Temeljno ograničenje ovih zemalja vezano je upravo uz njihovu veličinu i velikim dijelom je systemske prirode. Naime, mala energetska tržišta i ograničeni fizički kapaciteti energetskog sustava ne mogu osigurati efikasno poslovanje većem broju poduzeća unutar sektora, a učinci liberalizacije značajno su limitirani. Mogli bismo reći da postoji svojevrsni trade-off između većeg broja proizvođača energije i učinaka ekonomije obujma unutar svakog pojedinog poduzeća, jer je upitno da li će biti veći porast učinkovitosti zbog veće konkurencije na tržištu ili porast troškova zbog diseconomije obujma i rasta transakcijskih troškova vertikalno razdvojenog sustava. Uz ove systemske probleme male tranzicijske zemlje dodatno su suočene i s regulatornim ograničenjima zbog nedostatka i nerazvijenosti institucionalnih i regulatornih resursa. Njihovo institucionalno okruženje karakterizira slaba kontrola korupcije, nedovoljna nezavisnost sudstva i niski kredibilitet vlada.



Slika 17. Pokazatelji javne uprave za zemlje Jugoistočne Europe u 2008. godini



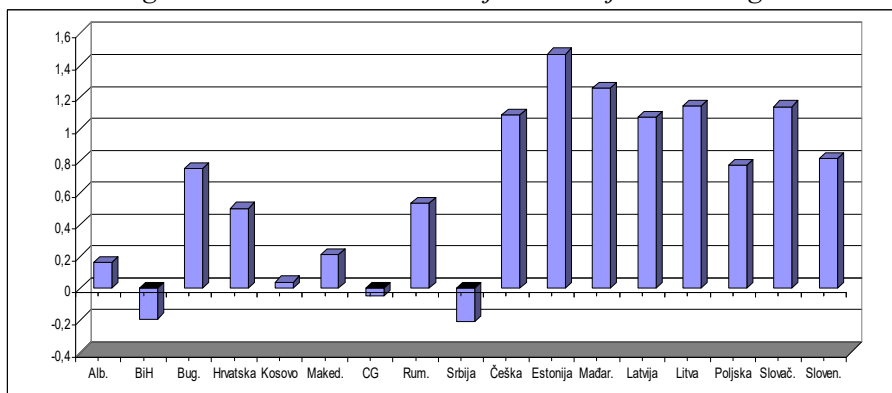
Izvor: World Bank, 2009

Iako kvantitativni pokazatelji nisu nužno najbolja mjera napretka na ovom području, ipak i ovi podaci ukazuju na institucionalna ograničenja navedenih zemalja. Pri tome koristimo definiciju institucija (javne uprave) Svjetske banke koja uključuje:

- način odabira, praćenja i zamjene nadležnih institucija,
- sposobnost vlade da učinkovito upravlja resursima i provodi politike i
- mjeru do koje građani poštuju institucije.

Kako se može vidjeti, najlošije ocijenjen aspekt javne uprave odnosi se upravo na nedovoljnu kvalitetu javnih usluga te vladavinu prava, a neke zemlje kao što su Bosna i Hercegovina, Kosovo, Makedonija i Srbija suočene su i s političkom nestabilnošću. Relativno je najbolje ocijenjena regulatorna kvaliteta koja mjeri učestalost politika koje ne podržavaju tržišne mehanizme. S obzirom na veliki značaj regulatornog okvira za odvijanje ukupnih gospodarskih i institucionalnih reformi, o čemu će biti više riječi u narednom poglavlju, detaljnije ćemo usporediti ove pokazatelje u zemljama Jugoistočne Europe u odnosu na zemlje Srednje i Istočne Europe. (Slika 18)

*Slika 18. Regulatorna kvaliteta u tranzicijskim zemljama 2008. godine*



Izvor: Kaufmann et.al, 2009

Kao što se i moglo očekivati, zemlje Jugoistočne Europe imaju znatno nižu razinu regulatorne kvalitete, što predstavlja jedan od činitelja sporije implementacije neophodnih reformi u svim područjima, pa tako i elektroenergetskom sektoru. S druge strane, nezadovoljavajuća razina institucionalnih resursa i nedovoljna regulatorna kvaliteta razlozi su zbog čega ova grupa tranzicijskih zemalja nije realizirala pozitivne učinke reformi. Stoga se u tom kontekstu nameće pitanje o opravdanosti primjene EU modela reformi u energetsom sektoru jer on zahtijeva razvijene institucije i kvalitetno institucionalno i regulatorno okruženje, što i dalje predstavlja veliki problem u tranzicijskim zemljama Jugoistočne Europe.

Mogućnost primjene istog modela u zemljama koje se nalaze u različitim razvojnim fazama te imaju različite gospodarske i političke sustave upitna je i s aspekta uspjeha poduzetih reformi. Naime, malo je vjerojatno da će iste reforme imati jednake koristi u zemljama koje imaju različito razvijene institucije i administrativne kapacitete koji su neophodni za uspješno provedene reforme koje će unaprijediti ne samo sektorske performanse, već i potaknuti dugoročan rast i održivi razvoj ekonomija.

#### 4. MJERENJE RIZIKA NA TRŽIŠTIMA ENERGENATA

U posljednja dva desetljeća postoji stalno rastući interes javnosti za tržištima roba, kao što su metali, poljoprivredni proizvodi, te posebice energenti. Tijekom 20. stoljeća tržišta roba privlačila su pažnju mnogih istaknutih ekonomista kao što su Keynes, Working i Kaldor. Bez obzira na njihov interes tržišta roba ostala su premalo istražena i nedovoljno zastupljena u financijskoj literaturi. Istraživanje ponašanja cijena energenata doživjelo je renesansu u posljednjih nekoliko godina, kako zbog povećane volatilnosti cijena energenata, tako i zbog činjenice da cijene bilježe jasan dugoročan trend rasta koji će se nastaviti i u budućnosti. Budući da je svijet i dalje u krizi koja je započela 2007. godine, porast cijena ne može se pripisati njihovoj povećanoj potražnji na tržištima u razvoju, kao što su Kina, Indija i Brazil već puno više slabosti valuta u kojima su denominirane njihove cijene, posebice američkom dolaru, ali i euru. Uzimajući u obzir stagnaciju BDP-a u SAD-u i Europi, rast inflacije, stalne monetarne i fiskalne poticaje njihovih vlada, koji jedino doprinose sve većoj zaduženosti i guše slobodno poduzetništvo, neminovno je da će realna imovina, među kojima spada i energija, čak i ako se smanji potražnja za njima dugoročno rasti. Izdavanje novaca bez pokrića u obliku javnog duga od strane najvećih svjetskih gospodarstava izravno utječe na sve više cijene realnih dobara, ali i stvara stalno stanje krize zbog čega se izmjenjuju razdoblja rasta energenata zbog sve manje vrijednosti novca i razdoblja padova cijena energenata zbog perspektive manje potražnje za njima zbog neminovnog usporavanja svjetske ekonomije.

Potrebno je znati da je povijest cijena energenata prepuna razdoblja snažnih uzleta, ali i padova, sezonske volatilnosti, ekstremnih vremenskih pojava, geopolitičkih napetosti, osvajačkih ratova te stalnih pokušaja da pojedini privatni interesi u potpunosti dominiraju tržištima pojedinih energenata. Navedene karakteristike energenata predstavljaju barijeru ulasku novih igrača na ova tržišta. Fizička ograničenja vezana uz samu isporuku i skladištenje energenata, koje je kod pojedinih energenata nemoguće, čini spot trgovinu energentima iznimno zahtjevnom, a u mnogim slučajevima i neizvedivom. Do prije nekoliko godina malim investitorima bilo je gotovo nemoguće sudjelovati na ovim tržištima sve do pojave ETF-ova (exchange traded futures). Tržište energenata često je složenije od globalnog tržišta vrijednosnih papira budući da se cijene energenata ne formiraju samo temeljem ponude i potražnje nego često na cijenu utječu veliki igrači koji dominiraju tržištem, niska likvidnost te dugo vremensko razdoblje između odluke o proizvodnji i stvarne raspoloživosti energenta. Osim volatilnosti cijena karakteristika tržišta energenata je i iznimna volatilnost u volumenima trgovanja. Ovisno o gospodarskim ciklusima, stanju na tržištu vrijednosnih papira i geopolitici izmjenjuju se

razdoblja u kojima volumeni i cijene energenata doživljavaju svoje uzlete i padove.

#### **4.1. Tržište energenata**

##### **Promptno (spot) tržište**

Promptno (spot) tržište energenata prvenstveno zadovoljava funkciju kliringa odnosno likvidnosti učesnika na tržištu, a u manjoj mjeri zaštitu od robnog rizika i špekulativnih motiva. Klirinška funkcija određena je obujmom i strukturom međunarodne razmjene roba i usluga, posebice industrijskih proizvoda, vremenskim prilikama, globalnom geopolitičkom situacijom te ostalim međunarodnim transakcijama. Bit spot tržišta je u realizaciji transakcije za prodavatelja u trenutku predaje svojoj banci izvoznog dokumenta o potraživanju prema ino partneru. Važno je i da izvozni dokumenti imaju neposredno dospijeće, tako da i banka može promptno izvršiti naplatu na tržištu. Između banaka transakcije se realiziraju na bazi spot aranžmana. Spot devizni aranžmani podrazumijevaju efektivnu realizaciju u roku dva radna dana. Tako npr. spot ugovor koji je dogovoren u četvrtak u Parizu neće biti realiziran do sljedećeg ponedjeljka (francuske banke ne rade subotom i nedjeljom). Upravo zbog ovih vremenskih pomaka dolazi do robnog rizika na spot tržištu.

Kako sudionici na tržištu postaju sve nesigurniji u razinu cijene energenta po kojem mogu pokriti svoju otvorenu poziciju nastalu pri zaključivanju određenog ugovora, tražit će se viši profit kako bi se podnio dodatni rizik. Očekivanja veće nesigurnosti i promjenjivosti cijena očituju se u široj bid-ask marži.

##### **Terminsko (forward) tržište**

Ovo tržište obuhvaća transakcije koje se efektivno realiziraju tek u narednom vremenskom razdoblju. Forward aranžmani se zasnivaju na instrumentima koji dospijevaju za 30, 90 ili 180 dana. Ovakvi aranžmani se ugovaraju u uvjetima kada prodavatelj prodaje robu trgovinskom partneru s klauzulom odgođenog plaćanja ili komercijalnog kredita, kao i u slučaju kada kupac kupuje s klauzulom odgođenog plaćanja. Da bi se zaštitili od robnog rizika, prodavatelji i kupci mogu sa svojim bankama ugovoriti forward transakcije koje označavaju ugovaranje uvjeta u sadašnjem, a realizaciju u budućem razdoblju. Cijena energenta kao glavna komponenta uvjeta kupoprodaje određuje se u sadašnjem trenutku, dok se realizacija posla povezuje s rokom dospijea instrumenta.

Prodavatelji se forward transakcijama štite od gubitaka u slučaju pada cijene energenta u razdoblju realizacije naplate potraživanja, a kupci se zaštićuju od gubitaka u uvjetima očekivanja porasta cijene energenta u određenom razdoblju. Forward ugovor između banke i klijenta označava isporuku na određen budući datum te određene količine energenta po unaprijed određenoj cijeni.

Forward ugovori se vrednuju u obliku diskonta ili premije na spot cijenu. Ova razlika među cijenama naziva se swap cijena. Energent se prodaje uz forward diskont ukoliko je forward cijena ispod sadašnje spot cijene. Energent se prodaje uz forward premiju ukoliko je forward cijena iznad sadašnje spot cijene. Ukoliko je spot cijena nafte 90 US\$, a njezina forward cijena 85 US\$, nafta se prodaje uz diskont od 5 US\$ (90 – 85). Drugi način izražavanja premije ili diskonta jest izračunavanje u obliku postotnog odstupanja od spot cijene:

$$\boxed{\text{Forward premija}} = \boxed{\frac{\text{Forward cijena} - \text{Spot cijena}}{\text{Spot cijena}}} \times \boxed{\frac{12}{\text{Dužina forwarda u mjesecima}}}$$

Nafta s dospijecom za 3 mjeseca prodaje se uz 5,56% diskonta:

$$\text{Forward diskont} = \frac{85 - 90}{90} \times \frac{12}{3} = -0,0555$$

Swap cijena se može konvertirati u forward cijenu dodavanjem premije ili oduzimanjem diskonta od spot cijene. Kako swap cijena ispred sebe ne nosi plus ili minus oznake, da li se forward cijena prodaje uz diskont ili premiju, određuje se na sljedeći način:

*Kada je ponuđena(bid) forward cijena niža od zahtijevane(offer) forward cijene, forward ugovor se prodaje uz premiju i razliku treba dodavati na spot cijenu kako bi se dobila forward cijena.*

*Kada je ponuđena(bid) forward cijena viša od zahtijevane(offer) forward cijene, forward ugovor se prodaje uz diskont i razliku treba oduzimati od spot cijene kako bi se dobila forward cijena.*

Marže na forward tržištu su odraz dubine tržišta za pojedinu robu (volumen transakcija) kao i rizika povezanih sa forward ugovorima. Budući da su predviđanja o daljim budućim cijenama manje sigurna od onih bližeg datuma, rizik se povećava s produljivanjem roka dospijeca forward ugovora. Brokери zahtijevaju veće marže između kupovne i prodajne cijene roba (spread) produžavanjem roka dospijeca forward ugovora kako bi

kompenzirali povećani rizik. Povećana nepredvidivost budućih spot cijena roba može smanjiti broj sudionika na tržištu. Takva plitkost tržišta pridonosi još većim maržama između kupovne i prodajne cijene što reflektira povećani rizik brokera ukoliko on zauzima i samo privremenu poziciju na forward tržištu. Na plitkom tržištu zauzimanje čak i privremene pozicije može nositi veliki rizik ukoliko se određena roba ne može prodati osim uz povećani diskont.

## 4.2. Mjerenje robnog rizika

Među najpoznatijim i najrasprostranjenijim pristupima mjerenja robnih rizika jesu:

- analiza osjetljivosti (Sensitivity analysis)
- testiranje ekstremnih događaja (Stress testing)
- testiranje scenarija (Scenario testing) i
- rizična vrijednost (Value at Risk - VaR)

### Analiza osjetljivosti

Analiza osjetljivosti je korisna mjera koja na jednostavan i brz način pokazuje kako promjene na tržištu mogu utjecati na vrijednost portfolija roba. Analiza osjetljivosti predstavlja promatranje promjene vrijednosti portfolija (P) ukoliko dođe do male promjene određenog faktora rizika (f). Faktori rizika predstavljaju tržišne varijable iz kojih se mogu dobiti vrijednosti svih vrijednosnica na tržištu. Glavni faktori rizika jesu: valutni tečajevi, kamatne stope, tržišni indeksi, cijene roba, volatilnost te forward cijene svakog od ovih faktora. Osjetljivost predstavlja tri različite, a opet slične stvari, tako da se osjetljivost može izračunati kao:

- a) relativnu promjenu
- b) prvu derivaciju
- c) najbolju linearnu aproksimaciju

a) Relativna promjena predstavlja promjenu u vrijednosti portfolija (P) prilikom male promjene faktora rizika ( $\epsilon$ ), dijeljeno s promjenom faktora rizika, tako da:

$$\text{Osjetljivost} = \frac{P(f + \epsilon) - P(f)}{\epsilon}$$

b) Prva derivacija predstavlja vrijednost relativne promjene kada  $\epsilon$  teži nuli:

$$\text{Osjetljivost} = \left[ \frac{P(f + \varepsilon) - P(f)}{\varepsilon} \right]_{\varepsilon \rightarrow 0} = \frac{\partial P}{\partial f}$$

c) Linearna aproksimacija predstavlja osjetljivost koja najbolje zadovoljava jednadžbu:

$$P(f + \varepsilon) = P(f) + \varepsilon \times \text{Osjetljivost}$$

Osjetljivost portfolija koja sadrži samo jednu vrstu energenta prema promjeni njene cijene jednostavno je količina te robe ili broj ugovora na tu robu (N) pomnoženo sa promjenom cijene  $\partial S$ .

$$P = N \times S$$

$$\frac{\partial P}{\partial S} = N \times \frac{\partial S}{\partial S} = N$$

$$\partial P = N \times \partial S$$

Primjer: Ukoliko posjedujemo 120 barela Brent nafte, a njena cijena poraste za 9 US\$, zarada iznosi 1.080 US\$ (120 x 9 = 1.080). Ukoliko portfolio sadrži više roba, osjetljivost se računa u odnosu na svaku pojedinu robu. Moguće je napraviti i korelacijsku analizu koja je veoma slična izračunavanju beta koeficijenta za dionice te nam pokazuje kako bi se vrijednost cijelog portfolija promijenila uslijed promjena najznačajnijih energenata. Budući da je broj energenata s kojima se aktivno trguje relativno malen, uobičajno u praksi nema potrebe za ovim pristupom nego se promjena svakog energenta promatra pojedinačno.

Mjera osjetljivosti može se primijeniti i za portfolio obveznica, dionica, valuta i derivata. Mjerenje rizika osjetljivošću daje dobre aproksimacije za vrijednost portfolija u slučaju malih promjena faktora rizika. Ukoliko su promjene u faktorima rizika veće, kao što je to slučaj u financijskim krizama, linearna mjera osjetljivosti ne daje zadovoljavajuće rezultate i potrebno ju je izbjegavati.

### Testiranje ekstremnih događaja

Pri testiranju ekstremnih događaja simuliraju se velike promjene faktora rizika, te se pri svakoj takvoj promjeni faktora rizika vrši potpuno vrednovanje portfolija i bilježe procijenjeni gubici. Svrha testiranja je utvrđivanje jasne mjere rizika koja se jednostavna razumije. Nakon provedenog testiranja ekstremnih događaja može se sa sigurnošću tvrditi: ako se npr. cijena nafte promijeni za 3%, poduzeće će izgubiti 10 milijuna



kuna, a ako se promijeni za 5%, poduzeće će izgubiti 20 milijuna kuna. Obično se veličine promjena faktora rizika standardiziraju kako bi se testiranje ekstremnih događaja moglo uniformno provoditi u svim dijelovima organizacije te kako bi rezultati bili svima razumljivi. Pri provođenju testiranja važno je utvrditi koji faktori se kreću samostalno, a koji ovisno jedan o drugome, kako bi testiranja bila što realnija. Grupiranje roba je uobičajna praksa kada se radi o robama koje imaju slična svojstva, upotrebu i slično geografsko porijeklo, a ne predstavljaju značajniji dio portfelja. Negativna strana grupiranja roba leži u našoj pretpostavci da bi pozicija u jednom energentu savršeno poništila gubitke u poziciji suprotnog predznaka drugog energenta, npr. kerozin u odnosu na benzin. Investitor se izlaže ozbiljnom riziku da u potpunosti zanemari mogućnost međusobnog nekoreliranog kretanja sličnih energenata.

U konstruiranju testiranja ekstremnih događaja prisutni su sljedeći koraci:

- a) Određivanje sveukupnog seta tržišnih faktora koji bi mogli utjecati na vrijednost portfolija.
- b) Odlučivanje o tome koje se faktore može grupirati, a koje treba pratiti zasebno.
- c) Odlučivanje o tome kolika promjena je potrebna kako bi se testirao svaki od faktora rizika. Obično se uzima četiri do šest standardnih devijacija od promjena dnevnih vrijednosti faktora rizika.
- d) Primjena vrijednosnih promjena na faktore rizika.
- e) Vrednovanje svih pozicija na koje su utjecale promjene u faktorima rizika. Promjena cijene određene robe djelovat će na spot cijene, terminske cijene, opcije na robe te vrijednost vrijednosnica kao što su dionice i obveznice tvrtki koje su u svom poslovanju izložene toj robi. Za vrednovanje portfolija potrebno je koristiti potpune, nelinearne modele vrednovanja tako da se vrijednost robnih opcija treba preračunati koristeći potpuni model vrednovanja, a ne samo linearne aproksimacije.
- f) Izvješćavanje o promjenama vrijednosti portfolija svedeno na sadašnju vrijednost.

Uz sve zabilježene koristi, testiranje ekstremnih događaja ima i nekoliko bitnih nedostataka:

- Testovi daju velike količine podataka, ali ne ukazuju izravno na to koja od testiranih promjena predstavlja najveći problem za investitora.
- Smjer i jačina promjena rizičnih faktora nisu nužno vezani uz vjerojatnost nastanka takvih događaja.
- Testovi se zasnivaju na pretpostavci da je korelacija između pojedinih faktora rizika nula ili jedan tj. da se kreću neovisno jedan o drugom ili simultano. Ovakav pristup može značajno iskriviti sliku stvarnog rizika kojemu se izlaže svaki investitor.

## Testiranje scenarija

Testiranje scenarija je veoma slično testiranju ekstremnih događaja po tome što oba pristupa koriste predodređene promjene u faktorima rizika i potom ocjenjuju promjene vrijednosti promatranog portfolija. Za razliku od testiranja ekstremnih događaja, pri testiranju scenarija promjene u faktorima rizika subjektivno su određene i oblikovane kako bi opisivale određeni razvoj događaja na financijskom tržištu. Pri stvaranju scenarija koriste se subjektivna mišljenja kako bi se testirao skup «najgorih» scenarija. Svaki scenarij odgovara određenoj vrsti tržišnog rizika, kao što je npr. pad vrijednosti američkog dolara, recesija u Kini, rat na Bliskom istoku itd. Uobičajno se testira 5-10 scenarija. Scenariji se generiraju iz tri izvora: prethodne krize, sadašnjeg portfolija te mišljenja stručnjaka.

U slučaju kada se scenarij temelji na događajima iz prošlosti, putem testiranja se daje odgovor na pitanje: što bi se dogodilo s vrijednošću portfolija ukoliko bi se ti događaji ponovili danas.

Kada se scenariji temelje na sadašnjem portfoliju, promatra se sastav portfolija i traži se odgovor na pitanje koji bi događaj najviše naštetio našem portfoliju.

Ukoliko se scenariji temelje na mišljenju stručnjaka, zaposlenici tvrtke mogu testirati svoje najveće strahove s obzirom na njihovo poslovno okruženje.

Nakon što je svaki scenarij odabran, potrebno je procijeniti kako će se svi faktori rizika mijenjati u tom scenariju. Na primjer, scenarij recesije u SAD-u imao bi posljedice na tržišta kapitala u SAD-u, Aziji i Europi. Taj učinak bi se prelio na industrijsku proizvodnju, a time i na potražnju za energentima, što bi izravno utjecalo na cijene energenata. Ukoliko se svi ovi faktori rizika pomiču, u takvom scenariju implicitno se pretpostavlja koreliranost između tih faktora.

U konstruiranju testiranja scenarija prisutni su sljedeći koraci:

- a) Izbor 5-10 scenarija koji mogu značajno utjecati na cijene energenata. Potrebno je procijeniti promjene u svakom faktoru rizika temeljem scenarija. Procjena promjena faktora rizika može se temeljiti na mišljenju stručnjaka ili na povijesnim podacima prijašnjih kriza.
- b) Portfolio se vrednuje za svaki scenarij koristeći potpuni, nelinearni model vrednovanja.
- c) Portfolio se svakodnevno podvrgava testovima kako bi se pratilo koliko se može izgubiti prema svakom pojedinom scenariju.
- d) Scenariji se trebaju revidirati nekoliko puta na godinu, ili češće ako to situacija na tržištu zahtijeva.

Iako testiranje scenarija nosi velike koristi te se preporučuje njihova primjena, ipak kao samostalna mjera rizika posjeduje nekoliko ozbiljnih nedostataka:

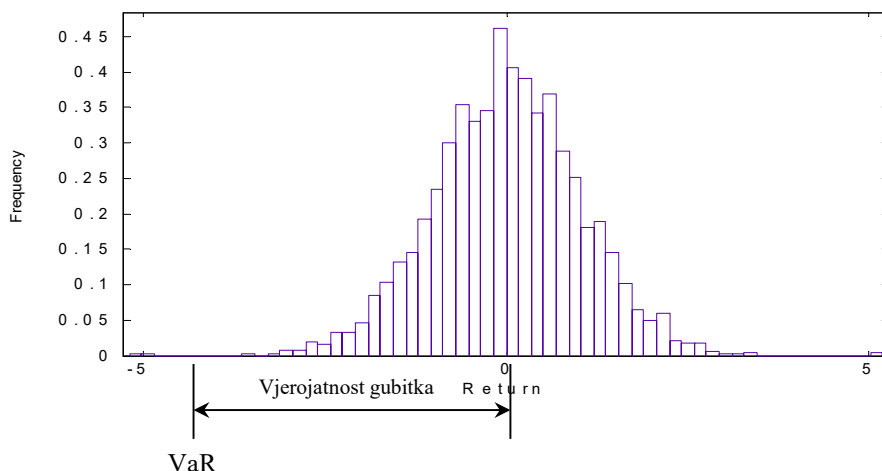
- testiranje je veoma zahtjevno i zahtijeva puno vremena,
- moguće je testirati samo ograničeni broj scenarija,

- veličine promjena se određuju subjektivno,
- moguć je sukob interesa budući da je osoba koja trguje, i na taj način izlaže instituciju rizicima, ista osoba koja će sudjelovati na testiranju scenarija kao stručnjak za svoje područje djelovanja.

### 4.3. Rizična vrijednost (Value at Risk - VaR)

Jedno od najvažnijih postignuća u upravljanju rizicima u posljednjih dvadesetak godina jeste primjena novih mjera rizika koje su posebno oblikovane za mjerenje i agregiranje različitih rizičnih pozicija. Premda ove mjere dolaze u različitim institucionalno-specifičnim oblicima, sve imaju jednu zajedničku temeljnu definiciju koja se sastoji od tri elementa: VaR se općenito definira kao najveći mogući gubitak za određenu poziciju ili portfolijo unutar zadane razine vjerojatnosti tijekom određenog vremenskog razdoblja. Grafički prikaz koncepta VaR-a može se vidjeti na slici 19.

Slika 19. Rizična vrijednost (VaR)



Izvor: Autori

Najšire prihvaćena definicija VaR-a data je od strane Linsmeiera i Pearsona (2000, 48):

„Rizična vrijednost (eng. Value at Risk - VaR) je jedinstvena, sumarna, statistička mjera mogućih gubitaka portfolija uslijed uobičajenih tržišnih kretanja. Gubici veći od VaR-a događaju se uz točno određenu vjerojatnost. VaR agregira sve rizike portfolija u jedinstven broj prikladan za predstavljanje upravi tvrtke, regulatoru ili objavljivanju u godišnjem

izvješću. To je jednostavan način kojim se opisuje veličina vjerojatnih gubitaka portfolija.“

Za organizacije koje razmišljaju o uvođenju VaR-a kao mjere rizika pomalo je zbunjujuće da iako sve tvrtke počinju s istom općom definicijom, same metode izračuna kao i konačni rezultati mogu se znatno razlikovati. Iako se kod mjerenja tržišnog rizika nazire konvergencija u načinima izračuna VaR-a, kod kreditnog i operativnog rizika ovaj proces je tek u samom začetku. Razlike u tehničkim detaljima primjene posljedica su razlika u teorijskim pretpostavkama, razlika u primijenjenim sustavima tvrtke, te institucionalnog i strateškog konteksta u kojem se izračuni vrše. Šarolikost različitih metoda samo naglašava potrebu za pažljivom procjenom prednosti i nedostataka različitih metoda prilikom odluke koja je metoda najprikladnija za određenu tvrtku. Iako su tehnike mjerenja VaR-a postale prihvatljive za široku lepezu različitih vrsta rizika (npr. tržišni, kreditni, operativni i strateški), u ovoj knjizi naglasak je stavljen na tržišni rizik, odnosno pozicijski rizik.

Kako se ova metoda mjerenja rizika može naći pod mnogim imenima (Bankers Trust koristi naziv Capital at Risk (CaR), J.P. Morgan Value at Risk (VaR) i Daily Earnings at Risk (DEaR), neke organizacije koriste nazive Dollars at Risk (DaR) i Money at Risk (MaR)), svima je zajednička osnova da kombiniraju osjetljivost portfolija na promjene na tržištu s vjerojatnošću nastanka određenog događaja. VaR metoda mjerenja tržišnog rizika trenutačno predstavlja najbolju dostupnu tehniku mjerenja rizika. Kao takvu prihvatio ju je i Baselski komitet za bankovnu superviziju, te je postala industrijski standard za mjerenje tržišnih rizika.

Početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća vodeće financijske institucije započele su razvoj internih modela za mjerenje tržišnih rizika. Najpoznatiji od tih sustava je RiskMetrics sustav koji je razvila investicijska banka J.P.Morgan. Tehnički dokument koji u potpunosti opisuje funkcioniranje ovog sustava javno je objavljen 1994. godine i zbog svoje široke rasprostranjenosti postao je industrijskim standardom. VaR metodologija koju primjenjuje RiskMetrics sustav temelji se na modernoj portfolio teoriji koristeći procjene standardnih devijacija i koeficijente korelacija vrijednosnica kako bi se procijenio njihov rizik. Iako je teorija na kojoj se temelji RiskMetrics sustav prilično poznata u financijskim krugovima, osposobljavanje ovakvog sustava mjerenja rizika zahtijevalo je mnogo napornog rada u smislu određivanja standarda i konvencija ulaznih podataka, sakupljanja baza podataka, usuglašavanja statističkih pretpostavki, procedura potrebnih za mjerenje volatilnosti i korelacija te rješavanje mnogih drugih tehničkih i teorijskih pitanja. Paralelno s istraživanjima J.P.Morgana i druge institucije su razvijale svoje interne modele. Modeli koje su te tvrtke razvile međusobno se značajno razlikuju, iako se temelje na sličnim teorijskim postavkama. Većina razlika među

modelima nalazi se u pristupu obrade ulaznih podataka, postupcima predviđanja volatilnosti i korelacije, pretpostavki teorijskih distribucija itd. Usporedno s ovim parametarskim pristupima ocjeni VaR-a pojavili su se i modeli koji se ne temelje na modernoj portfolio teoriji, kao što je procjena VaR-a povijesnom simulacijom ili Monte Carlo simulacijama. Do 1994. godine svi interni modeli bili su čuvani u strogoj tajnosti, kako konkurencija ne bi mogla koristiti rezultate istraživanja. J.P.Morgan se 1994. godine odlučio na drastičan potez i javno objavio način funkcioniranja svog sustava za mjerenje tržišnih rizika te je omogućio slobodan pristup putem Interneta do svojih baza podataka i sustava. Nakon toga uslijedilo je naglo širenje VaR modela koje su osim investicijskih banaka počele koristiti i komercijalne banke, mirovinski fondovi, osiguravajuća društva, pa čak i nefinancijske organizacije.

Razvojem VaR sustava mjerenja rizika jasno su se diverzificirala tri glavna načina mjerenja VaR-a i to:

- Neparametarski VaR,
- Parametarski VaR i
- Monte Carlo simulacija

Iako se ova tri pristupa izračunu VaR-a razlikuju i često daju različite rezultate, zajednička su im neka ograničenja i karakteristike. Svaki od pristupa koristi faktore rizika. Praćenjem kretanja malog broja faktora rizika, kao što su kamatna stopa, intervalutni tečajevi, volatilnosti itd. moguće je izračunati vrijednosti tisuća vrijednosnica koje se nalaze na tržištima kapitala. Sva tri pristupa izračuna VaR-a koriste povijesnu distribuciju promjena cijena na tržištu kako bi odredili odgovarajuću distribuciju za dobivene podatke. Zbog ovog pristupa sve tri metode suočavaju se s problemom izbora vremenskog horizonta iz kojeg će koristiti povijesne podatke. Problem se javlja zbog nemogućnosti istovremenog zadovoljenja dva ekstrema kojima se teži. S jedne strane želi se uzeti dovoljno dugo povijesno razdoblje, tako da dobiveni podaci u sebi sadrže rijetke i ekstremne događaje koji najčešće i uzrokuju najozbiljnije gubitke. S druge strane, budući da se VaR-om želi predvidjeti buduća distribucija povrata, potrebno je koristiti najnovije tržišne podatke koji ocrtavaju najnovija kretanja na tržištima. Kako je za sada nemoguće pomiriti ova dva cilja, potrebno je pronaći odgovarajući kompromis. U nastavku su ukratko prikazana opća obilježja svaka od tri pristupa izračunu VaR-a.

#### **4.3.1. Parametarska metoda**

Glavna razlika među brojnim VaR metodama odnosi se na procjenu distribucije koja adekvatno opisuje prinose zauzetih pozicija na financijskom tržištu. Najčešće korišteni VaR modeli u svijetu su parametarski i unaprijed pretpostavljaju određenu teorijsku distribuciju

predmetne varijable (cijena robe, cijena dionica, kamatne stope itd.). Prilikom korištenja parametarskih pristupa potrebno je uzeti u obzir statističku distribuciju i vrstu podataka na koju se ona primjenjuje. Parametarski VaR se najlakše može izračunati pod pretpostavkom da su aritmetički povrati normalno distribuirani s aritmetičkom sredinom  $\mu_r$  i standardnom devijacijom  $\sigma_r$ . Za izračun VaR-a potrebno je izračunati kritičnu vrijednost  $r_t$ ,  $r^*$ , tako da je vjerojatnost da  $r_t$  premašuje  $r^*$  jednaka izabranoj razini vjerojatnosti (Dowd, 2002, 42):

$$r^* = \mu_r + \alpha_{cl}\sigma_r \quad (1)$$

gdje je  $\alpha_{cl}$  vrijednost površine ispod normalne distribucije koja odgovara određenoj razini vjerojatnosti. Dakle, za odabranu razinu vjerojatnosti  $cl$ ,  $\alpha_{cl}$  je površina ispod normalne krivulje takva da se  $1 - cl$  vjerojatnosti nalazi na lijevo, a  $cl$  vjerojatnosti na desno od te vrijednosti. Na primjer, pri normalnoj distribuciji ako je razina vjerojatnosti 99% , vrijednost  $\alpha_{cl}$  je 2.33 (Kohler, 1994, 912). Prinos  $r_t$  izračunava se kao vrijednost gubitka/dobitka podijeljenog s prijašnjom vrijednošću imovine,  $P_{t-1}$  (Dowd, 2002, 42):

$$r_t = (P_t - P_{t-1})/P_{t-1} \quad (2)$$

Iz toga se izvodi odnos između  $r^*$ , kritične vrijednosti  $P_t$ ,  $P^*$  - vrijednosti koja odgovara gubitku jednakom VaR-u, kao i samog VaR-a:

$$r_t^* = (P^* - P_{t-1})/P_{t-1} = -VaR/P_{t-1} \quad (3)$$

Umetanje jednadžbe (1) u jednadžbu (3) daje jednadžbu za izračun VaR-a (Dowd, 2002, 42):

$$VaR = -(\mu_r + \alpha_{cl}\sigma_r)P_{t-1} \quad (4)$$

Nažalost, ovaj pristup dozvoljava da vrijednost imovine  $P_t$ , može postati i negativna. Ovaj nedostatak moguće je izbjeći ako se koriste geometrijski (logaritamski) prinosi umjesto aritmetičkih prinosa. Za logaritamske prinose kritična vrijednost  $R$ ,  $R^*$ , što predstavlja analogiju  $r^*$ , glasi:

$$R^* = \mu_R + \alpha_{cl}\sigma_R \quad (5)$$

Kritična vrijednost  $P^*$  (tj. vrijednost  $P_t$  koja odgovara gubitku jednakom VaR-u), dobiva se kao (Dowd, 2002, p. 43):

$$\begin{aligned} R^* &= \ln P^* - \ln P_{t-1} \Rightarrow \ln P^* = R^* + \ln P_{t-1} \\ \Rightarrow P^* &= \exp [R^* + \ln P_{t-1}] = \exp [\mu_R + \alpha_{cl}\sigma_R + \ln P_{t-1}] \\ \Rightarrow VaR &= P_{t-1} - P^* = P_{t-1} - \exp [\mu_R + \alpha_{cl}\sigma_R + \ln P_{t-1}] \end{aligned} \quad (6)$$

Formula daje logaritamski VaR koji je u skladu s normalno distribuiranim geometrijskim prinosima. Lognormalni VaR je atraktivan zbog ograničavanja maksimalnog gubitka na visinu početnog uloga. Lognormalni VaR nikada ne može premašiti  $P_{t-1}$ , jer je gubitak ograničen vrijednošću  $P_{t-1}$ , što je poželjno svojstvo budući da garantira da investitor ne može izgubiti više od uloženog iznosa.

#### 4.3.2. VaR s normalnom distribucijom

Najčešće korištena distribucija u financijama je normalna (Gaussova) distribucija, zbog teoretskog uporišta u centralnom graničnom teoremu (CGT)<sup>19</sup>. Normalna distribucija se često koristi u slučajevima kada je važna srednja vrijednost uzoraka, tj. kada su važni kvantili i vjerojatnosti blizu samog središta distribucije. Slučajna varijabla ( $X$ ) je normalno distribuirana s aritmetičkom sredinom  $\mu$  i varijancom  $\sigma^2$  ako je vjerojatnost da vrijednost  $x$ , koja je funkcija  $f(x)$ -a, slijedi funkciju vjerojatnosti (Šošić, Serdar, 1997, 248):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}\right) \quad (7)$$

gdje je  $X$  definiran za  $-\infty < x < \infty$

Svaka slučajna varijabla  $X$  koja je normalno distribuirana može se pretvoriti u standardiziranu normalnu slučajnu varijablu ( $Z$ ) ako se varijabla  $X$  linearno transformira u  $X = \mu + z\sigma$ :

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad X \sim N(\mu, \sigma^2) \quad Z \sim N(0,1) \quad (8)$$

Aritmetička sredina standardizirane normalne distribucije jednaka je 0, a standardna devijacija je jednaka 1. Uz pomoć standardizirane varijable  $Z$ , standardizirana normalna distribucija može se izraziti kao:

---

<sup>19</sup> Prema CGT-u srednje vrijednosti uzoraka slučajne varijable s nepoznatom distribucijom su asimptotski normalno distribuirane.

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}Z^2\right) \quad (9)$$

te ne ovisi o nepoznatim parametrima  $\mu$  i  $\sigma$ . Rezultat je iznimno jednostavan izračun vjerojatnosti svake vrijednosti varijable  $X$  pomoću linearne transformacije u  $Z$ . Vjerojatnost da se vrijednost  $Z$  nalazi u intervalu  $[z_x; z_y]$  je:

$$P(z_x < Z \leq z_y) = \int_{z_x}^{z_y} f(z) dz = F(z_y) - F(z_x) \quad (10)$$

Radi utvrđivanja položaja određene vrijednosti varijable ( $x$ ) u nizu podataka primjenjuje se standardizirana vrijednost varijable –  $z$  ( $Z$ -score). Svaka se varijabla  $x$  može svesti na standardiziranu ako se obilježje  $X$  linearno transformira u  $X = \mu + z\sigma$ . Standardizirano obilježje predstavlja odstupanje vrijednosti varijable ( $x$ ) od aritmetičke sredine te varijable izraženo u jedinicama standardne devijacije.

$$z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

Iz prethodne jednadžbe je vidljivo da je standardizirano obilježje ( $z$ ) linearna transformacija vrijednosti varijable  $x$ . Standardizirana varijabla ( $x$ ) ima aritmetičku sredinu jednaku nuli ( $\mu = 0$ ), a standardnu devijaciju jednaku jedan ( $\sigma = 1$ )<sup>20</sup>. Vrijednost ( $z$ ) može poprimiti pozitivne i negativne vrijednosti. U većini postojećih sustava vrijednosti numeričkih varijabli najčešće se nalaze unutar tri standardne devijacije na lijevu ili na desnu stranu od aritmetičke sredine te se u tom rasponu nalaze gotovo sve vrijednosti određene varijable. Za pouzdanu aproksimaciju vjerojatnosti koja odgovara odrađenom opažanju, a nije normalno distribuirana, može se primijeniti pravilo Čebiševa koje kaže da najmanja proporcija članova bilo koje populacije u intervalu  $\mu \pm k\sigma$ ,  $k > 1$ , iznosi:

$$P = 1 - \frac{1}{k^2}$$

---

<sup>20</sup> Za dokaz ove tvrdnje pogledati: Watson, J. C. et al. (1990) *Statistics for Management and Economics*, 4. izdanje, Boston: Allyn and Bacon, i Šošić, I., Serdar, V. (1994) *Uvod u statistiku*, Zagreb: Školska knjiga



Prema pravilu Čebiševa raspon od  $\mu \pm 2\sigma$  obuhvaća najmanje 75% svih vrijednosti varijable (x), a raspon od  $\mu \pm 3\sigma$  najmanje 88,89% svih vrijednosti varijable (x).

Normalna distribucija pruža jednostavan odgovor na pitanje kolika je vjerojatnost događaja pri određenom kvantilu<sup>21</sup>. Pretpostavka da su gubici/dobici normalno distribuirani ima tri veoma bitne prednosti prema svim ostalim distribucijama i mnogostruko pojednostavljuju postupak izračuna VaR-a:

1. Normalna distribucija je reprezentativna u uvjetima kada se može primijeniti teorem centralne tendencije.
2. Normalna distribucija daje jednostavne formule za kumulativne vjerojatnosti kao i za vrijednosti kvantila:
  - Kumulativna gustoća normalne distribucije izračunava vjerojatnost da vrijednost varijable (x) bude jednaka ili manja od unaprijed zadane vrijednosti X (integral od x do - b).

$$\text{Vjerojatnost}(x \leq X) = f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right)^2\right] dx$$

- Vrijednost kvantila izračunava kvantil koji odgovara razini vjerojatnosti (s)<sup>22</sup>.

$$X_s = \mu + \alpha_s \sigma$$

3. Kako bi se odredila normalna distribucija, potrebna su samo dva parametra – aritmetička sredina i varijanica.

Budući da normalna distribucija koristi samo aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju varijable kako bi opisala cjelokupnu distribuciju, njena primjena je veoma jednostavna (Gujarati, 2003, 888). Treći moment normalne distribucije, mjera asimetrije, jednaka je nuli (tj. normalna distribucija je simetrična), a četvrti moment - kurtosis (koji mjeri debljinu repa distribucije) iznosi 3.<sup>23</sup> Pretpostavka normalne distribucije ima dodatnu

---

<sup>21</sup> Kvantili su vrijednosti numeričke varijable koji niz uređen po veličini dijele na q jednakih dijelova. Broj kvantila p je za jedan manji od njegovog reda q. (Više o tome: Šošić, I., Serdar, V. (1994) *Uvod u statistiku*, Zagreb: Školska knjiga)

<sup>22</sup> Najniža vrijednost varijable koja se može očekivati uz određenu razinu vjerojatnosti

<sup>23</sup> U većini statističkih i ekonometrijskih softverskih paketa, zbog jednostavnije interpretacije, jednadžba za izračun kurtosisa modificirana je kako bi iznosila 0 ( $\kappa - 3$ ).

prednost što omogućuje jednostavnu i pouzdanu procjenu svojih parametara. Pod pretpostavkom normalne distribucije metoda najmanjih kvadrata (OLS) dat će najbolju neovisnu linearnu procjenu parametara (BLUE), jednaku onoj dobivenoj metodom maksimalne vjerojatnosti (maximum likelihood – ML) (Davidson, MacKinnon, 2004, 399). Kako bi izračunali VaR pri željenoj razini vjerojatnosti, uz pretpostavku normalne distribucije, potrebno je procijeniti samo  $\mu$  i  $\sigma$  (Dowd, 2002, 78):

$$VaR = \alpha_{cl}\sigma_r - \mu_r \quad (11)$$

Jedna od prednosti parametarskog pristupa jeste u činjenici da formule za dobivanje VaR-a omogućuju procjenu rizika pri bilo kojoj razini vjerojatnosti i za bilo koje razdoblje držanja. Ako su  $\mu_r$  i  $\sigma_r$  aritmetička sredina i standardna devijacija promatranih prinosa tijekom određenog razdoblja (npr. trgovinskog dana), tada aritmetička sredina i standardna devijacija tog vremenskog niza tijekom  $hp$  takvih razdoblja iznose (Dowd, 2002, 79):

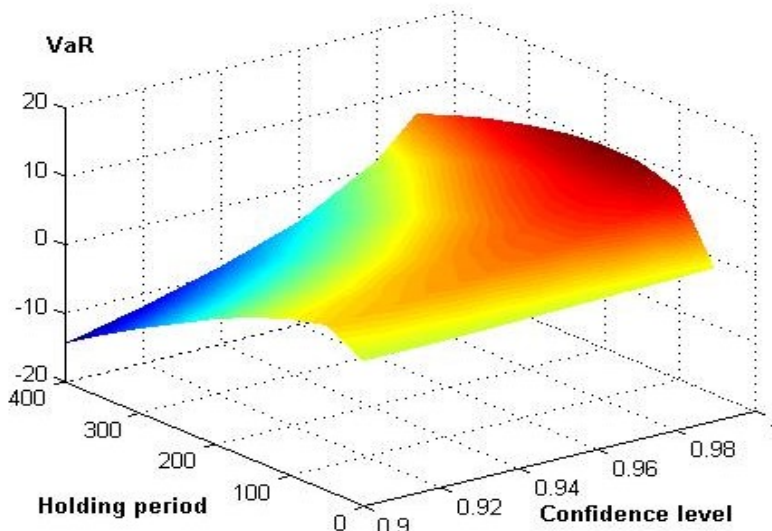
$$\mu_r(hp) = hp \mu_r \quad \sigma_r^2(hp) = hp \sigma_r^2 \rightarrow \sigma_r(hp) = \sqrt{hp} \sigma_r \quad (12)$$

Umetanjem jednadžbe 12 u jednadžbu 11 dobiva se formula za VaR tijekom proizvoljnog razdoblja držanja  $hp$  i razine vjerojatnosti  $cl$ :

$$VaR(hp, cl) = \alpha_{cl}\sqrt{hp} \sigma_r - hp \mu_r \quad (13)$$

Ova formula uvelike pojednostavljuje izračun VaR-a u slučajevima kada su poznate vrijednosti  $\sigma_r$  i  $\mu_r$ . Iz jednadžbe je vidljivo da VaR raste sa željenom razinom vjerojatnosti. Međutim, učinci razdoblja držanja su dvojaki, budući da povećanje vremena držanja povećava VaR putem prvog člana jednadžbe, ali ga i smanjuje preko drugog člana jednadžbe. Budući da se prvi član odnosi na  $\sigma_r$  a drugi na  $\mu_r$ , učinci povećanja vremena držanja na VaR ovise o odnosnim veličinama  $\mu_r$  i  $\sigma_r$ . Kako prvi član raste s drugim korijenom iz vremena držanja, a drugi član proporcionalno s vremenom držanja, s povećanjem vremena držanja drugi član postaje sve važniji. Poučno je sagledati cjelokupnu površinu VaR-a, budući da sadrži mnogo više informacija od procjena pojedinačnih vrijednosti. Površina normalno distribuiranog VaR-a s vrijednostima parametara  $\mu > 0$ ,  $\sigma = 1$  prikazana je na slici 2. Visina VaR-a ovisi o parametrima distribucije, ali osnovni oblik ostaje uvijek isti. VaR raste s razinom vjerojatnosti i u početku raste s razdobljem držanja, no kako razdoblje držanja nastavlja rasti, VaR dostiže svoju najvišu vrijednost, nakon čega počinje opadati te na kraju postaje negativan. Vrijednost VaR-a je najviša kada je razina vjerojatnosti najviša, a razdoblje držanja dugo, ali ne pretjerano. Podalje od samog vrha, površinu VaR-a karakteriziraju blago zakrivljene konveksne izokvante, što je i prikazano na slici 20 s različitim nijansama na površini VaR-a.

Slika 20. Površina normalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0.1$ ,  $\sigma = 1$ )



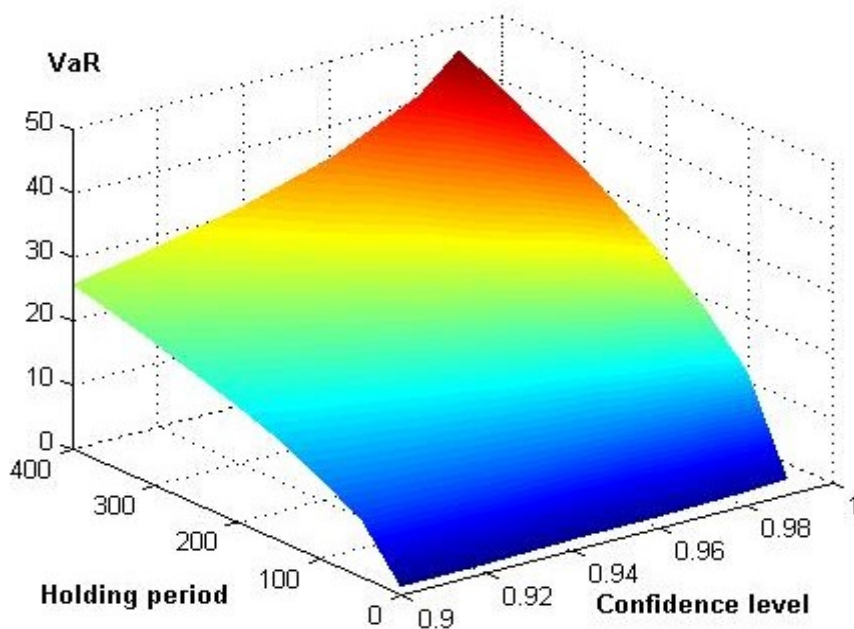
Izvor: Izračun autora

Prikaz odnosa VaR-a i vremena držanja na slici 20 znatno se razlikuje od slike VaR-a koja se dobije primjenom principa „drugog korijena iz vremena držanja“ koji propisuje Bazel 2 (Basel Committee on Banking Supervision, 2005, 44). Prema ovom principu, VaR kroz duže razdoblje držanja može se izračunati uzimajući VaR izračunat u kraćem razdoblju te množenjem s drugim korijenom iz traženog vremena držanja. Ukoliko je jednodnevni VaR -  $VaR(1,cl)$ , tada se VaR za razdoblje držanja od  $hp$  dana,  $VaR(hp,cl)$ , može izraziti kao:

$$VaR(hp, cl) = \sqrt{hp} VaR(1,cl) \quad (14)$$

Ova formula daje VaR koji uvijek raste s povećanjem razdoblje držanja, iako je stopa rasta opadajuća, kao što je prikazano na slici 21.

Slika 21. Površina normalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0, \sigma = 1$ )



Izvor: Izračun autora

Veoma je korisno usporediti površine na slikama 20 i 21. Na slici 20 s protokom vremena VaR postaje sve više negativan, dok VaR na slici 21 dobiven primjenom drugog korijena iz vremena držanja postaje sve više pozitivan. Na slici 21 VaR raste sa razinom vjerojatnosti i s razdobljem držanja. On nikada ne opada, a površina raste prema gornjem desnom kutu kako razina vjerojatnosti i razdoblje držanja dostižu svoje maksimalne vrijednosti. Važno je naglasiti da je razlika između površina na slikama 20 i 21 isključivo u činjenici da je  $\mu$  pozitivan u prvom slučaju, a nula u drugom. Ovaj jednostavan primjer pokazuje važnost aritmetičke sredine koja karakterizira određeni vremenski niz.

Pretpostavka normalne distribucije, bilo da se primjenjuje na prinose ili apsolutne vrijednosti, sadrži određeni broj nedostataka. Jedna od najvećih prednosti normalne distribucije je ujedno i njena glavna slabost: činjenica da koristi samo prva dva momenta za opis cijele distribucije. Budući da normalna distribucija nije ograničena, prognozirani VaR može biti veći od početnog ulaganja. Međutim, uobičajeno je da su (npr. zbog ograničene odgovornosti dioničara i sličnih ograničenja) gubici ograničeni, pa nemogućnost normalne distribucije da uzme u obzir ograničenje maksimalnog gubitka na iznos investicije može dovesti do precjenjivanja stvarnog rizika.

Drugi ozbiljan problem normalne distribucije vezan je uz statističku valjanost same distribucije. Kao što je spomenuto, primjena normalne distribucije često se opravdava pozivanjem na centralni granični teorem. Nažalost, činjenica je da se centralni granični teorem može primijeniti samo na središnju masu distribucije, a ne na repove distribucije. Proizlazi da se primjena normalne distribucije može opravdati pozivanjem na centralni granični teorem samo kada su predmet analize kvantili smješteni oko središnjeg dijela distribucije. Kada se radi s krajnjim vrijednostima – repovima distribucije tj. kada je tražena razina vjerojatnosti veoma niska ili veoma visoka, preporuča se korištenje teorema ekstremnih vrijednosti (vidi McNeil, 1999). Teorem ekstremnih vrijednosti jasno pokazuje da se normalna distribucija ne bi trebala koristiti za modeliranje krajnjih repova distribucije.

Treći problem korištenja normalne distribucije u modeliranju financijskih podataka je taj da velika većina financijskih vremenskih serija ima viši četvrti moment distribucije (kurtozis) u odnosu na normalnu distribuciju (zadebljani repovi distribucije). Zanimarivanje povećanog kurtozisa može dovesti do velikih problema u upravljanju rizicima. Povećani kurtozis podrazumijeva da su repovi distribucije deblji od normalnih, što znači da će VaR (pri visokim razinama vjerojatnosti) biti veći nego što to pretpostavlja normalna distribucija. Na primjer, VaR pri razini od 95% vjerojatnosti, uz pretpostavku normalne distribucije, iznosi  $1.645\sigma$ , a uz pretpostavku Student t distribucije  $2.015\sigma$ , što je povećanje od 22% (Kohler, 1994, 912-915). Proporcionalna razlika između dva VaR-a postaje sve veća sa razinom vjerojatnosti (npr. pri razini od 99% vjerojatnosti normalan VaR iznosi  $2.326\sigma$ , a Student t VaR  $3.365\sigma$ , što je povećanje od gotovo 44%) (Kohler, 1994, 912-915). Ukoliko se pretpostavi da su povrati normalno distribuirani kada zapravo imaju debele repove, VaR će biti podcijenjen, a podcijenjenost će biti naročito velika pri izračunu VaR-a za visoke razine vjerojatnosti.

Upotreba normalne distribucije je osobito upitna na nelikvidnim i plitkim tržištima kapitala poput tržišta novih članica EU, kao i u zemljama kandidatima (Žiković, 2006). Kao što je ranije rečeno, normalno distribuirani VaR uzima u obzir samo prva dva momenta distribucije, a u potpunosti zanemaruje treći i četvrti moment (asimetričnost i kurtozis). Empirijski je mnogo puta dokazana činjenica da je raspodjela prinosa na dionice čak i na razvijenim tržištima asimetrična (obično s negativnim nagibom) i leptokurtotična (ima deblje repove nego što je to slučaj kod normalne distribucije) (Mandelbrot, 1963, Schwert 1990). Zbog ovih nedostataka izračun VaR-a temeljen na pretpostavci normalnosti distribucije, uključujući i normalnu Monte Carlo simulaciju, u praksi je često veoma loš izbor.

Nešto razvijeniji sustavi mjerenja rizika pomoću VaR-a poput J.P.Morganovog RiskMetricsa uzimaju za vrijednost aritmetičke sredine ( $\mu$ ) nulu, što je u skladu s aritmetičkom sredinom standardiziranog obilježja i teoremom centralne tendencije. Uzimanje vrijednosti aritmetičke sredine veće od nula pretpostavlja pronalazak portfolija vrijednosnica čiji povrati u prosjeku rezultiraju pozitivnom razlikom za investitora. Vrijednost VaR-a za portfolio s pozitivnom aritmetičkom sredinom, bez obzira na relativni iznos standardne devijacije u dužim razdobljima držanja (N), bit će manja od portfolija s aritmetičkom sredinom nula i manjom standardnom devijacijom.<sup>24</sup>

RiskMetrics model poznat je u praksi kao delta/normal model, model varijance i kovarijance, ili pak kao parametarski model. On je najčešće korišten model izračuna VaR-a, ali je i strukturno među najjednostavnijim modelima. Zasniva se na metodologiji koju je početkom 90-ih godina razvila poznata američka investicijska banka J.P. Morgan kao jedna od pionira u uvođenju metodologije rizične vrijednosti. RiskMetrics model temelji se na postavkama moderne portfolio teorije H. Markowitza te uvodi koeficijente korelacije među financijskim instrumentima. RiskMetrics rizična vrijednost portfolija (VaR) računa se prema izrazu:

$$VaR = \sqrt{\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}} \quad \text{za } i \neq j$$

gdje je:

$\omega$  - vrijednost stavke pozicije

$\sigma$  - promjenjivost pozicije

$\rho$  - korelacijski efekt.

U vektorskom obliku:

$$VaR = \left[ \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & \rho_{1,2} \\ \rho_{2,1} & 1 \end{pmatrix} \times (V_1 \times V_2) \right]^{1/2}$$

Vektor V nastaje množenjem vektora vrijednosti pozicije ( $\omega$ ) te vektora promjenjivosti pozicije ( $\sigma$ ):

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho_{1,2} \\ \rho_{2,1} & 1 \end{pmatrix}$$

---

<sup>24</sup> Pogledati Dowd, K. (2002) *Measuring market risk*, New York: John Wiley & Sons

predočuje korelacijsku matricu. Mjerenje rizične izloženosti za razdoblja duža od jednoga dana i pod određenim okolnostima je jednostavna transformacija dnevne rizične izloženosti.

Robni rizik promatran putem dnevnih rizičnih zarada (DEAR - daily earnings at risk) sastoji se od dvije komponente:

$$\text{DEAR} = \frac{\text{Novčana tržišna vrijednost}}{\text{vrijednost}} \times \text{Cjenovna volatilnost}$$

Uz pretpostavku da su kretanja cijena energenata neovisna i dnevna volatilnost relativno konstantna vrijednost, DEAR se može koristiti za izračunavanje rizičnosti pozicije tijekom duljeg razdoblja. Rizična vrijednost (VaR) u N dana iznosi:

$$VaR = DEAR \times \sqrt{N}$$

Primjer: Tvrtka je zauzela trgovinsku spot dugu poziciju u vrijednosti 1,6 milijuna EUR-a u zemnom plinu. Cijena 1.000 kubnih metara plina (Mm<sup>3</sup>) iznosi 600 EUR-a. Tvrtka želi saznati izloženost svoje dnevne zarade riziku (DEAR) – (rizična izloženost te pozicije ukoliko sutradan vrijednost zemnog plina padne)

$$\begin{aligned} \text{Pozicijski ekvivalent} &= (\text{spot pozicija}) \times (\text{spot cijena pozicije plina u } 1000 \text{ m}^3) \\ &= 1,6 \text{ mil EUR} / 600 \text{ EUR/Mm}^3 = 2.666,67 \text{ Mm}^3 \end{aligned}$$

Promatrajući dnevne promjene u cijeni zemnog plina tijekom jedne godine tvrtka je otkrila da volatilnost ili standardna devijacija dnevnih promjena u spot cijenama je iznosila 565 bp (baznih poena, 100 bp= 1%). Tvrtku interesira zaštita od negativnih kretanja cijena koji se dešavaju češće od 5% puta – svakih 20 dana jedanput. Ukoliko su cijene povijesno «normalno» distribuirane, cijene se mogu promijeniti u negativnom smjeru za 1,65σ (1,65 x 56,5 bp) kako bi se na tu promjenu moglo gledati da ima 5% šanse nastanka.

$$\begin{aligned} \text{Volatilnost cijena} &= 1,65 \times 565 \text{bp} = 932 \text{bp} \text{ ili } 9,32\% \end{aligned}$$

Tijekom jednogodišnjeg razdoblja cijena plina pala je u vrijednosti za 93,2bp

$$\begin{aligned} \text{DEAR} &= \text{Iznos pozicije} && \times && \text{Volatilnost} \\ & \text{u plinu} && && \text{cijene} \\ &= 1,6 \text{ mil EUR} \times 0,0932 && = && 149.120 \text{ EUR} \end{aligned}$$

74.560 EUR-a predstavlja dnevnu izloženost zarada tvrtke negativnim kretanjima cijene plina za tvrtku koja posjeduje spot dugu poziciju od 1,6 milijuna EUR-a.

RiskMetrics metoda nosi i neke nedostatke i problematične pretpostavke.

- Prva problematična pretpostavka je normalna distribucija dnevnih dobitaka ili gubitaka portfolija. Normalna distribucija je za neke financijske instrumente (poput opcija ili kratkoročnih instrumenata s fiksnim prihodom) nerealna.
- Druga slabost funkcioniranja RiskMetrics modela u kriznim situacijama je pretpostavka konstantnosti koeficijenta korelacije.

### 4.3.3. VaR sa Student t distribucijom

Jedan od načina rješavanja problema povećanog kurtozisa je korištenje Student t distribucije umjesto normalne. Student t distribucija obično se definira kao jednoparameterska distribucija. Ako je  $t(v)$  distribuiran kao Student t sa  $v$  stupnjeva slobode, gdje je  $v$  pozitivan cijeli broj, tada je  $t(v)$  distribuiran kao omjer standardne normalne distribucije i drugog korijena iz hi-kvadrat distribucije podijeljene sa  $v$ , gdje sama hi-kvadrat distribucija ima  $v$  stupnjeva slobode (Gujarati, 2003, 890-892). Student t distribucija ima (Evans, Hastings, Peacock, 2000, 179-180):

- srednju vrijednost jednaku nuli, pod uvjetom da je  $v > 1$ , što je potrebno da bi srednja vrijednost bila konačna;

- varijancu od  $v / (v - 2)$ , pod uvjetom da je  $v > 2$ , što je potrebno da bi varijanca bila konačna;

- ona je simetrična, pod uvjetom da je  $v > 3$ , što je potrebno da bi treći moment bio konačan, iako je distribucija uvijek simetrična te

- kurtozis  $3(v - 2) / (v - 4)$ , pod uvjetom  $v > 4$ , što je potrebno da bi kurtozis bio konačan.

U slučaju kada je  $v = 1$ , Student t distribucija postaje Lorentzova (Cauchy) distribucija, koja spada u porodicu stabilnih Lévy distribucija. Student t distribucija može se prikazati kao (Shaw, 2006, 44):



$$y = f(x|v) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v\pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{x^2}{v}\right)^{\frac{v+1}{2}}} \quad (15)$$

gdje je  $\Gamma(\cdot)$  gamma funkcija.

Pri mjerenju rizika poželjno je upotrebljavati generaliziranu Student t distribuciju koja dopušta da vrijednosti aritmetičke sredine i standardne devijacije budu slobodno postavljene. Ako su  $a$  i  $b$  definirani kao parametar lokacije i raspršenosti, generalizirana Student t varijabla  $t(a, b, v)$ , povezana je s originalnom Student t distribucijom putem jednadžbe  $t(a, b, v) = a + bt(v)$ . Pretpostavljajući da su momenti distribucije konačni, ovakva generalizirana t distribucija ima aritmetičku sredinu  $\mu$ , varijancu  $b^2v/(v-2)$ , asimetričnost 0 i kurtozis  $3(v-2)/(v-4)$ . Ako je  $\alpha_{cl,v}$  inverzna funkcija (tj. VaR, ukoliko su podaci u obliku gubitaka i dobitaka) originalne Student t distribucije pri razini vjerojatnosti  $cl$  i  $v$  stupnjeva slobode, tada inverzna funkcija tj. VaR generaliziranog Student t modela glasi  $a + b\alpha_{cl,v}$ . Ukoliko se parametar  $b$  zamijeni sa standardnom devijacijom  $\sigma$ , VaR postaje  $a + \sigma\sqrt{(v-2)/v}\alpha_{cl,v}$ . Navedeno daje rješenje za VaR sa Student t distribucijom uz aritmetičku sredinu  $a$ , standardnu devijaciju  $\sigma$ , i kurtozis  $3(v-2)/(v-4)$  (Dowd, 2002, 84-85). Za parametre  $a$  i  $\sigma$  najčešće se odabiru vrijednosti aritmetičke sredine i standardne devijacije uzorka, jednako kao i parametar  $v$  koji odgovara kurtozisu uzorka. Parametri potrebni za izračun VaR-a sa Student t distribucijom mogu se procijeniti i koristeći metodu najmanjih kvadrata (LS) ili metodu maksimalne vjerojatnosti (ML). Ova se dva pristupa, za razliku od normalne distribucije, u slučaju Student t distribucije bitno razlikuju. ML metoda je teoretski bolja ukoliko su ispravno izabrani parametri Student t distribucije. Prema Lucasu (2000) LS metoda je bolja ukoliko postoji rizik krive specifikacije distribucije, što znači da za potrebe upravljanja rizicima treba preferirati LS pristup.

Kod podataka koji su karakterizirani relativno visokim kurtozismom, Student t distribucija imat će relativno visoku vrijednost parametra  $v$  i obrnuto. VaR sa Student t distribucijom može se izraziti kao (Dowd, 2002, 83):

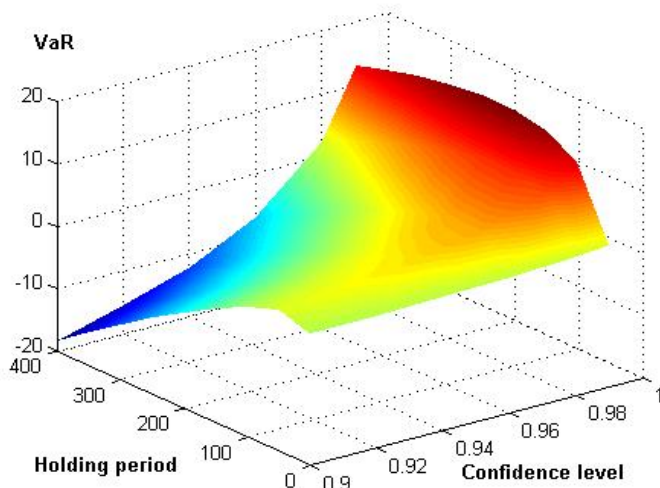
$$VaR(hp, cl) = \alpha_{cl,v} \sqrt{hp} \sqrt{(v-2)/v} \sigma_r - hp\mu_r \quad (16)$$

Formula za izračun Student t VaR-a razlikuje se od formule za normalno distribuirani VaR (jednadžba 13) u tome što površina ispod određene razine vjerojatnosti  $\alpha_{cl,v}$  kod Student t distribucije, osim o razini vjerojatnosti, ovisi i o stupnjevima slobode ( $v$ ). Formula za izračun Student t VaR-a sadrži

dodatni multiplikator  $\sqrt{(v-2)/v}$  koji umanjuje učinke standardne devijacije na površinu VaR-a. Budući da Student t distribucija teži ka normalnoj distribuciji kako se  $v$  približava beskonačnosti, Student t distribucija može se promatrati kao generalizacija normalne distribucije koja omogućuje modeliranje viših vrijednosti kurtozisa kada je parametar  $v$  konačan. Kako se parametar  $v$  povećava,  $\alpha_{cl,v}$  se približava svom ekvivalentu u slučaju normalne distribucije tj.  $\alpha_{cl}$ ,  $\sqrt{(v-2)/v}$  se približava vrijednosti 1, a Student t VaR (jednadžba 16) se približava normalno distribuiranom VaR-u (jednadžba 13).

Površina Student t VaR-a s pozitivnom srednjom vrijednošću prikazana je na slici 22. Slično površini normalno distribuiranog VaR-a Student t VaR u početku raste sa razinom vjerojatnosti i razdobljem držanja dok ne dosegne svoj maksimum. Kako se razdoblje držanja nastavlja povećavati, površina se konačno počinje spuštati prema dolje i na koncu ulazi u negativne vrijednosti. VaR površina isprva opada pri nižim razinama vjerojatnosti te tek sa značajnim protekom vremena opada pri višim razinama vjerojatnosti, posebice u slučajevima niskog parametra  $v$  odnosno visoke vrijednosti kurtozisa. Ukupna površina je slična površini normalnog VaR-a ali vrijednosti VaR-a su značajno više zbog učinka višeg četvrtog momenta distribucije.

Slika 22. Površina Student t distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0.1$ ,  $\sigma = 1$ ,  $v = 4$ )

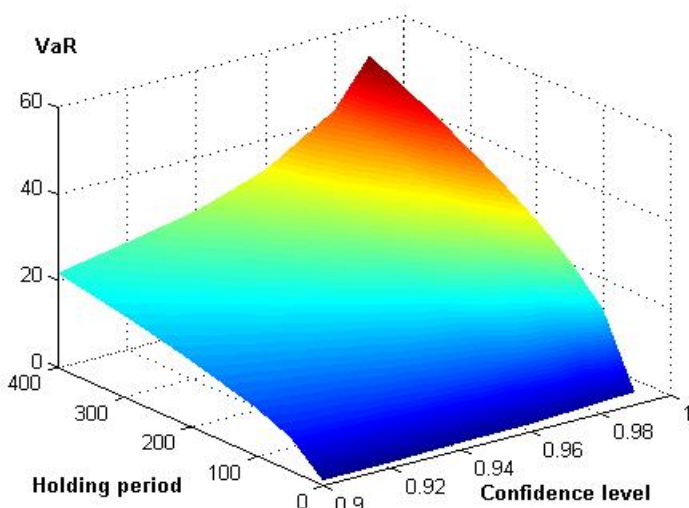


Izvor: Izračun autora

Isto kao i kod površine normalno distribuiranog VaR-a srednja vrijednost predstavlja značajan faktor u procjeni rizika, naročito tijekom dužeg

vremenskog razdoblja. Na slici 23 prikazan je Student t VaR sa srednjom vrijednošću,  $\mu = 0$ , što znači da u tom slučaju VaR uvijek raste s razinom pouzdanosti i razdobljem držanja.

Slika 23. Površina Student t distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0, \sigma = 1, \nu = 4$ )



Izvor: Izračun autora

Student t VaR je veoma blisko povezan s normalnim VaR-om te ima mnogo istovjetnih svojstva. Pri promjenama razine vjerojatnosti i razdoblja držanja ponaša se gotovo jednako kao i normalan VaR. Uvijek raste s razine vjerojatnosti ( $cl$ ), a u slučajevima kada je  $\mu_r > 0$ , u početku raste s razdoblja držanja ( $hp$ ), zatim doseže vrhunac i počinje padati, jednako kao i kod normalne distribucije.

Velika prednost Student t distribucije u odnosu na normalnu distribuciju je njezina sposobnost modeliranja visokih iznosa kurtozisa. Nažalost, Student t distribucija također ima svojih nedostataka. Jednako kao i normalna distribucija ne poštuje ograničenja maksimalnih mogućih gubitaka te zbog toga može dati pretjerano visoku procjenu rizika. Kada se koristi na veoma visokoj ili veoma niskoj razini vjerojatnosti, nije u skladu s teorijom ekstremnih vrijednosti. To znači da se s teorijskog gledišta Student t distribucija ne bi trebala koristiti za mjerenje VaR-a pri ekstremnim razinama vjerojatnosti. Student t distribucija ima i dodatnih nedostataka kojih nema normalna distribucija. Ona nije stabilna osim u dva posebna slučaja – kada je  $\nu$  jednak 1 (Cauchy distribucija), i kada je  $\nu$  beskonačan (normalna distribucija) (Davidson, MacKinnon, 2004, 136). Student t distribucija nije stabilna kada je  $\nu$  veći od 1, ali konačan. To znači da se na

Student t VaR ne može osloniti pri izračunu VaR-a za duža razdoblja držanja (Dowd, 2002, 84).

#### 4.3.4. VaR s lognormalnom distribucijom

Popularna alternativa modeliranju financijskih prinosa prema normalnoj ili Student t distribuciji je pretpostavka da su geometrijski prinosi normalno distribuirani, što je istovjetno pretpostavci da je vrijednost portfolija na kraju razdoblja držanja lognormalno distribuirana. Model VaR-a koji se temelji na ovoj pretpostavci naziva se lognormalnim VaR-om. Lognormalna kumulativna funkcija definira se kao (McDonald, 1996, 430):

$$LN(y; \mu, \sigma) = \frac{1}{2} + \frac{(\ln(y) - \mu)}{\sqrt{2\pi}\sigma} {}_1F_1\left[\frac{1}{2}; \frac{3}{2}; -\frac{(\ln(y) - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (17)$$

gdje  ${}_1F_1[\ ]$  označava konfluentnu hipergeometrijsku seriju<sup>25</sup>.

Lognormalni VaR karakterizira funkcija vjerojatnosti koja je asimetrična i ima izrazito dugačak desni rep distribucije, a na lijevoj strani je limitirana nulom. To znači da je vrijednost portfolija ograničena da bude uvijek pozitivna ili minimalno jednaka nuli.

Lognormalni VaR može se prikazati sljedećom formulom (Dowd, 2002, 85):

$$VaR(hp, cl) = P_{t-1} - \exp\left[-hp\mu_R + \alpha_{cl}\sqrt{hp}\sigma_R + \ln P_{t-1}\right] \quad (18)$$

Ovaj izraz predstavlja generalizaciju prethodne formule za lognormalan VaR (jednadžba 6) za proizvoljno razdoblje držanja. Iako Student t distribucija uspješno rješava problem povećanog kurtozisa, ona ne dozvoljava asimetričnost u podacima. Asimetričnost lognormalne

<sup>25</sup> Generalizirana hipergeometrijska serija se definira kao: (McDonald, 1996, 455-456):

$${}_pF_q[a_1, a_2, \dots, a_p; b_1, b_2, \dots, b_q; x] = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(a_1)_i (a_2)_i \dots (a_p)_i x^i}{(b_1)_i (b_2)_i \dots (b_q)_i i!}$$

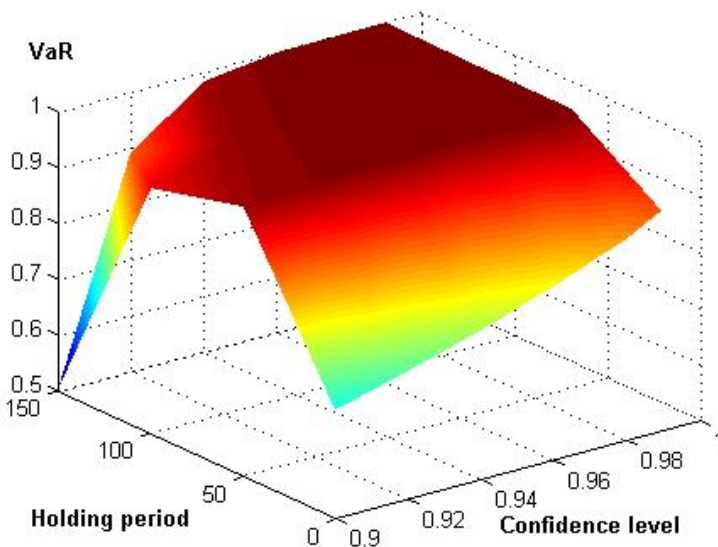
$$\text{gdje } (a)_n = (a)(a+1)(a+2)\dots(a+n-1) = \frac{\Gamma(a+n)}{\Gamma(a)} \quad \text{za } 1 \leq n,$$

Konfluentna hipergeometrijska serija predstavlja poseban slučaj generalizirane hipergeometrijske serije sa ( $p = q = 1$ ):

$${}_1F_1[a_1; b_1; x] = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(a_1)_i x^i}{(b_1)_i i!}$$

distribucije je pozitivna i raste s varijancom,  $\mu_3 = (e^{\sigma^2} - 1)\sqrt{(e^{\sigma^2} - 1)}$ . Pretpostavka lognormalnosti atraktivna je i zbog ograničavanja vrijednosti portfolija na pozitivne vrijednosti te u tom slučaju VaR nikada ne može premašiti vrijednost portfolija. Površina lognormalnog VaR-a s pozitivnom srednjom vrijednošću prikazana je na slici 24. Slično kao i kod normalnog i Student t VaR-a lognormalni VaR u početku raste s razinom vjerojatnosti i razdobljem držanja sve do dosizanja svoje gornje granice. Ova granica određena je početnom vrijednošću portfolija. Kako se razdoblje držanja povećava, površina u konačnici počinje opadati i postaje sve manja. Isto kao i u slučaju s površinom Student t VaR-a površina lognormalnog VaR-a ispočetka opada mnogo brže na nižim razinama vjerojatnosti, dok je na višim razinama ovaj proces daleko sporiji. Površina VaR-a u konačnici uvijek opada, bez obzira na razinu vjerojatnosti, sve dok je prosječni prinos pozitivan. Razlog tomu isti je kao i kod normalnog i Student t VaR-a. Srednja vrijednost postaje mnogo važnija od standardne devijacije kako razdoblje držanja raste, budući da raste bržim tempom.

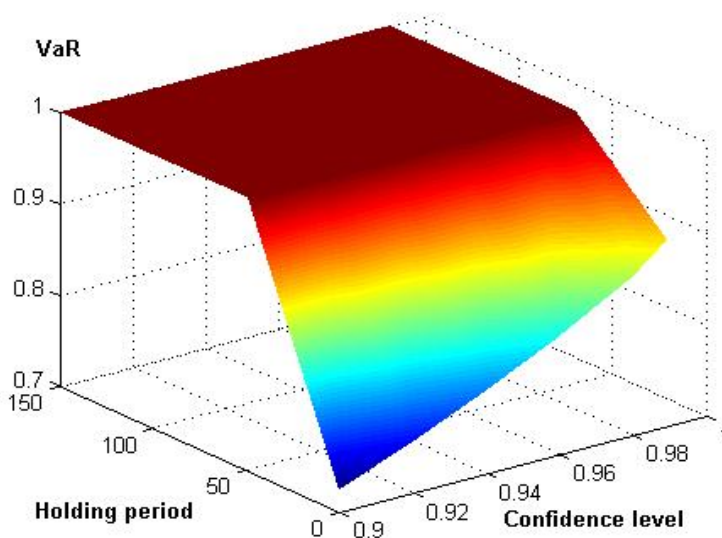
*Slika 24. Površina lognormalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0.1$ ,  $\sigma = 1$ ,  $I = 1Kn$ )*



Izvor: Izračun autora

Površina lognormalnog VaR-a s nultom srednjom vrijednošću prikazana je na slici 25 te se ponaša jednako površini normalnog i Student t VaR-a. VaR brzo dolazi do svoje najveće vrijednosti određene visinom početnog ulaganja te ostaje u svome maksimumu zauvijek.

Slika 25. Površina lognormalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0$ ,  $\sigma = 1$ ,  $I = 1Kn$ )



Izvor: Izračun autora

Važna posljedica bilo koje asimetrične distribucije jeste ta da su izloženosti riziku duge i kratke pozicije različite. Vrijednost duge pozicije se smanjuje ukoliko tržište pada, a vrijednost kratke pozicije raste, ali kod bilo koje simetrične distribucije VaR duge i kratke pozicije je identičan odražavajući simetriju donjeg i gornjeg repa distribucije. Kod asimetričnih distribucija, kao što je lognormalna, u dugoj poziciji investitor može maksimalno izgubiti vrijednost svojeg ulaganja, dok u kratkoj poziciji može zabilježiti mnogo veće gubitke od početnog ulaganja.

Budući je lognormalni pristup u skladu s geometrijskim Brownovim gibanjem, to predstavlja jednu od njegovih glavnih prednosti, ali posjeduje i iste nedostatke, što znači da ne može obuhvatiti debele repove u geometrijskim prinosima. Jednostavno rješenje ovog problema je zamjena pretpostavke da su geometrijski prinosi normalno distribuirani s pretpostavkom da su distribuirani kao Student t. Formula log – Student t VaR glasi:

$$VaR(hp, cl) = P_{t-1} - \exp\left[-hp\mu_R + \alpha_{cl,v}\sqrt{hp}\sqrt{(v-2)/v}\sigma_R + \ln P_{t-1}\right] \quad (19)$$

Log – Student t VaR pristup kombinira prednosti geometrijskih prinosa sa mogućnošću Student t distribucije da obuhvati debele repove. Iz istog razloga kao i normalna i Student t distribucija, lognormalna i log – Student t

distribucije nisu pogodne za mjerenje VaR-a pri ekstremnim razinama vjerojatnosti.

#### 4.3.5. Ostali parametarski pristupi izračunu VaR-a

Osim korištenja Student t i lognormalne distribucije i drugi pristupi mogu se koristiti za rješavanje viška kurtozisa i asimetrije u financijskim vremenskim serijama. Neki od šire prihvaćenih pristupa su: Stabilni Lévy procesi, eliptična distribucija, hiperbolična distribucija i kombinacija normalnih distribucija.

##### Stabilni Lévy procesi

Stabilni Lévy procesi, također poznati i kao  $\alpha$ -stabilni ili stabilni Pareto procesi, isprva su predloženi kao realniji pristup oblikovanju financijskih prinosa od strane Mandelbrota i Fama u 60-tim godinama prošlog stoljeća (Mandelbrot, 1963). Stabilni Lévy procesi imaju i čvrstu teoretsku podlogu budući da su nastali iz generalizirane verzije centralnog graničnog teorema. Stabilni Lévy procesi nemaju analitički izraz za svoju distribuciju, nego ih se umjesto toga opisuje pomoću njihovih karakterističnih funkcija (Mantegna, Stanley, 2000, 25):

$$\ln \phi(x) = \begin{cases} i\mu x - \gamma |x|^\alpha [1 - i\beta(x/|x|) \tan(\pi\alpha/2)] & \text{ako } \alpha \neq 1 \\ i\mu x - \gamma |x| [1 + i\beta(x/|x|)(2/\pi) \ln|x|] & \alpha = 1 \end{cases} \quad (20)$$

Ova funkcija ima četiri parametra: indeks stabilnosti  $\alpha$  koji se nalazi u rasponu  $0 < \alpha \leq 2$ ; parametar asimetričnosti  $\beta$  koji se nalazi u rasponu  $-1 \leq \beta \leq 1$  i poprima vrijednost 0 ako je distribucija simetrična; lokacijski parametar  $\mu$  koji je realan broj; parametar raspršenosti  $\gamma$ . Lévy proces u sebi sadrži i nekoliko veoma poznatih distribucija (prilagođeno iz Dowd, 2002, 395):

$$\text{Indeks stabilnosti}(\alpha) \begin{cases} = 2 & \text{Levy proces} = \text{Gaussova distribucija} \\ < 2 & \text{Levy proces sa } \sigma^2 \rightarrow \infty \\ = 1, \beta = 0 & \text{Levy proces} = \text{Cauchy distribucija} \end{cases} \quad (21)$$

Osim u slučaju normalne distribucije (tj. pod uvjetom da je  $\alpha < 2$ ), svi stabilni Lévy procesi imaju funkciju distribucije vjerojatnosti koja konvergira eksponencijalnim repovima distribucije s eksponentom  $1 + \alpha$ :

$$p(x) \sim 1/x^{1+\alpha} \quad (22)$$

što znači da stabilni Lévy procesi imaju beskonačnu varijancu i zadebljane repove. Lévy procesi su pogodni za modeliranje zadebljanih repova, ali posjeduju i ozbiljan nedostatak u obliku beskonačnosti svoje varijance. Osim sposobnosti modeliranja debelih repova Lévy procesi imaju i druge karakteristike koje ih čine veoma privlačnima za modeliranje financijskih podataka. Stabilni Lévy procesi posjeduju domene privlačnosti, što znači da će bilo koja distribucija koja je slična stabilnom Lévy procesu imati slične karakteristike. Ovo je veoma važno svojstvo koje omogućuje da mala odstupanja od stabilnog Lévy procesa (npr. zbog greške u podacima) ne bi trebala uzrokovati ozbiljnije pogreške pri primjeni stabilnih Lévy procesa u modeliranju podataka. Drugo važno svojstvo stabilnih Lévy procesa je stabilnost, odnosno činjenica da zbroj dva neovisna Lévy procesa s istim indeksom  $\alpha$  rezultiraju Lévy procesom s istim indeksom  $\alpha$ . Navedeno znači da takva distribucija zadržava svoj oblik prilikom sumiranja. Treće važno svojstvo je samosličnost, što znači da se stabilan Lévy proces koji opisuje podatke u određenoj vremenskoj frekvenciji može transformirati (skalirati) u Lévy proces koji opisuje te iste podatke u drugoj vremenskoj frekvenciji bez mijenjanja parametara distribucije. Ovo svojstvo rezultira teoremom skaliranja stabilnih Lévy procesa (Mantegna, Stanley, 2000, 71):

$$Z(t) = Z(\Delta t)^{1/\alpha} \quad (23)$$

gdje je  $Z$  stabilan Lévy proces definiran u određenom razdoblju, a  $Z(t)$  je ekvivalentan stabilan Lévy proces definiran tijekom razdoblja  $t$ . Stabilni Lévy procesi skaliraju se po stopi od  $1/\alpha$ . To znači da se pravilo skaliranja prema drugom korijenu iz vremena (tj. kada  $Z(t)$  raste s drugim korijenom iz  $t$ ) može primjenjivati samo u posebnom slučaju, kada je  $\alpha = 2$  i  $Z(t)$  slijedi geometrijsko Brownovo gibanje. To znači da je  $Z$  normalno distribuiran. Mittnik, Paoletta i Rachev daju dokaze primjenjivosti stabilnih Lévy procesa na financijske vremenske serije (Mittnik, Paoletta, Rachev, 2000). Istraživanja u ovom području pokazuju da se stabilni Lévy procesi mogu smatrati (djelomičnom) alternativom GARCH procesima za modeliranje financijskih prinosa budući da i oni rezultiraju distribucijama sa zadebljanim repovima.

Stabilni Lévy procesi imaju i svoje nedostatke. Vjerojatno je najznačajniji taj da, suprotno pretpostavci stabilnih Lévy procesa, empirijski dokazi upućuju na činjenicu da je varijanca financijskih prinosa ipak konačna, iako je i ova tvrdnja osporavana (Mittnik, Paoletta, Rachev, 2000, 391). Također, postoje dokazi da financijski prinosi nisu uvijek samoslični (vidi Cont, Potters, Bouchaud, 1997, 5). Problem ove vrste distribucije predstavlja i eksponencijalno opadanje repova distribucije koje je često presporo sa aspekta modeliranja financijskih prinosa. Nadalje, distribucije promjena cijena tijekom dužih vremenskih razdoblja konvergiraju ka normalnoj distribuciji, što nije u skladu sa stabilnim Lévy procesima (Lehnert, Wolff, 2001, 2).



Navedeni problemi mogu se riješiti ograničavanjem na promatranje samo središnjeg dijela Lévy distribucije što rezultira time da novonastali repovi opadaju brže od eksponencijalno opadajućih repova klasične Lévy distribucije. Limitirana verzija Lévy distribucije s ubrzano opadajućim repovima prvotno je uvedena u fizici od strane autora Mantegna i Stanleya te je poznata pod nazivom limitirani Lévy let (engl. truncated Lévy flight - TLF). Uvođenje limita jamči konačnost varijance i asimptotsku konvergenciju normalnoj distribuciji. U svrhu modeliranja finansijskih podataka TLF se može konstruirati kao suma jednakih i neovisno distribuiranih slučajnih varijabli koje se mogu opisati limitiranom Lévy distribucijom.

Lévyev let je eksperimentalno zabilježen u fizici gdje se veoma uspješno koristi za opis kretanja pojedinačnih molekula unutar krutog tijela. U svim slučajevima njegove primjene neizbježno je uvođenje limita u repovima distribucije, što jamči konačnost drugog momenta (varijance) samog procesa (Lehnert, Wolff, 2001, 4). Jedan od načina rješavanja problema pozicioniranja limita je uvođenje eksponencijalne funkcije, čiju je karakterističnu funkciju razvio Koponen (1995). Lehnert i Wolff (2001) su ispravili grešku u karakterističnoj funkciji Koponena (1995) i njen ispravan oblik glasi:

$$\Psi_{TL}(k, \mu, C, \alpha, \lambda, \beta) = i\mu k - C^\alpha \left\{ \frac{\lambda^\alpha - (k^2 + \lambda^2)^{\alpha/2}}{\cos(\pi\alpha/2)} \cos\left(\alpha \arctan\left(\frac{|k|}{\lambda}\right)\right) \left[ 1 + i \operatorname{sgn}(k) \beta \tan\left(\alpha \arctan\left(\frac{|k|}{\lambda}\right)\right) \right] \right\} \quad (24)$$

gdje je  $\mu$  lokacijski parametar,  $C > 0$  je parametar raspršenosti,  $\alpha$  je karakteristični eksponent koji određuje oblik distribucije te posebice zadebljanost repova ( $0 < \alpha \leq 2$ , ali  $\alpha \neq 1$ ) i  $\lambda$  tj. parametar limita, koji određuje brzinu opadanja repova te time i samu površinu distribucije. Parametar  $\beta$  ( $\beta \in [-1, 1]$ ) određuje asimetričnost u slučajevima kada je  $\beta \neq 0$ . Kada je  $-1 < \beta < 0$  distribucija je nakrivljena udesno, a ulijevo kada je  $0 < \beta < 1$ . U slučajevima kada  $\lambda \rightarrow +0$  limitirana, Lévy distribucija postaje obična Lévy distribucija. Za razliku od stabilne Lévy distribucije eksponencijalni limit osigurava da svi momenti distribucije postoje, odnosno da su konačni. Funkcija gustoće se može analitički izraziti samo u dva slučaja: kada  $\lambda \rightarrow \infty$ ,  $\beta = 0$ ,  $\alpha = 1$  (TLF postaje Cauchy distribucija) i kada  $\lambda \rightarrow \infty$ ,  $\beta = 0$ ,  $\alpha = 2$  (TLF postaje normalna distribucija).

Budući da je varijanca TLF-a konačna, ona asimptotski konvergira normalnoj distribuciji. To znači da je TLF stohastički proces koji se ponaša kao stabilan Lévy proces za relativno kratka vremenska razdoblja, ali na duži rok konvergira ka normalnoj distribuciji.

## Eliptične i hiperbolične distribucije

Jednostavan pristup modeliranju debelih repova distribucije predstavlja korištenje eliptičnih distribucija (vidi npr. Eberlein, Keller, Prause, 1998, Bauer, 2000). Njihov naziv potječe iz činjenice da njihova log-funkcija vjerojatnosti izgleda poput elipse, dok je log-funkcija normalne distribucije parabola. Ove distribucije su simetrične te omogućuju više vrijednosti kurtozisa. Normalna distribucija pripada porodici eliptičnih distribucija tj. specifičan je oblik eliptične distribucije kojoj je vrijednost kurtozisa jednaka tri. Poput normalne distribucije karakterizira ih veoma jednostavna formula za izračun VaR-a. VaR za eliptičnu distribuciju s lokacijskim parametrom  $\mu$  i parametrom raspršenosti  $\delta$  jednak je (Bauer, 2000, 456-457):

$$VaR = -\alpha_{cl}\delta - \mu \quad (25)$$

gdje je  $\alpha_{cl}$  kvantil standardizirane eliptične distribucije. U posebnom slučaju koji predstavlja normalna distribucija  $\alpha_{cl}$  će biti kvantil standardizirane normalne distribucije. S eliptičnim distribucijama jednostavno je raditi na razini pojedinačnog vrijednosnog papira, kao i na razini ukupnog portfolija. Za procjenu eliptičnog VaR-a potrebna je procjena dva parametra  $\mu$  i  $\delta$ . Za lokacijski parametar ( $\mu$ ) prihvatljivo je uzeti aritmetičku sredinu uzorka, a za parametar raspršenosti ( $\delta$ ) koristi se metoda maksimalne vjerojatnosti (ML). Daljnja generalizacija eliptične distribucije je porodica generaliziranih hiperboličnih distribucija. U ovu porodicu distribucija pripadaju hiperbolična i normalna inverzna Gaussova distribucija kao i eliptična i normalna distribucija. Ova porodica distribucija lako rješava problem viška kurtozisa u podacima, ali u većini slučajeva ne postoji analitički izraz za procjenu VaR-a. Eliptična i hiperbolična distribucija teorijski su privlačne jer se mogu smatrati generalizacijom normalne distribucije, te ih se može primijeniti na pojedinačnoj i agregiranoj razini (Eberlein, Keller, Prause, 1998).

## Pristup kombinacije normalnih distribucija

Zanimljiv pristup modeliranju financijskih vremenskih serija predstavlja korištenje kombinacije normalnih distribucija (vidi Zangari (1996) i Venkataraman (1997)). Ovaj pristup se temelji na pretpostavci da su većinu vremena prinosi generirani od strane normalno distribuiranog procesa, dok se povremeno prinosi generiraju od strane nekog drugog procesa koji je isto tako normalno distribuiran, ali sa višom varijancom. Ako je  $p_x$  vjerojatnost da je standardizirani prinos generiran od strane normalne distribucije  $N_x$ , gdje je  $N_x$  definiran kroz svoju srednju vrijednost  $\mu_x$  i varijancu  $\sigma_x^2$ , bivarijatna kombinacija normalno distribuiranih procesa može se izraziti kao (Zangari, 1996, 10):

$$\text{Kombinacija normalnih procesa} = p_1 N_1(\mu_1, \sigma_1^2) + p_2 N_2(\mu_2, \sigma_2^2) \quad (26)$$

Budući da pristup kombinacije normalnih procesa može dodijeliti veliku vjerojatnost ekstremnijim događajima, standardizirani prinosi se modeliraju kao suma normalno distribuiranih prinosa ( $n_t$ ) sa srednjom vrijednošću jednakoj nuli i varijancom  $\sigma_n^2$  te drugog normalno distribuiranog procesa  $\beta_t$  sa srednjom vrijednošću i varijancom čije je pojavljivanje u svakom razdoblju uvjetovano vjerojatnošću  $p$ . Standardizirani prinos  $R(t)$  je generiran kroz model (Zangari, 1996, 11):

$$R_t = n_t + \delta_t \beta_t \quad (27)$$

gdje je  $\delta_t = 1$  s vjerojatnošću  $p$ , ili je  $\delta_t = 0$  s vjerojatnošću  $1 - p$ . Kada je  $\delta_t = 1$ , standardizirani prinosi su normalno distribuirani sa srednjom vrijednošću  $\mu_{\beta(t)}$  i varijancom  $\sigma_\beta^2 + \sigma_n^2$ . U svim ostalim slučajevima normalno su distribuirani sa srednjom vrijednošću jednakoj nuli i varijancom  $\sigma_n^2$ . Modeliranje prinosa na ovaj način rezultira veoma visokim ili veoma niskim prinosima koje se javljaju češće nego pri standardnoj normalnoj distribuciji. Za kombinaciju dvije slučajne varijable kurtozis iznosi  $3[p\sigma_1^4 + (1-p)\sigma_2^4] / [p\sigma_1^2 + (1-p)\sigma_2^2]^2$ , što je veće od 3 pod uvjetom da  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$  i  $0 < p < 1$ .

Pristup kombiniranja normalnih distribucija ima brojne prednosti. Pristup je konceptualno jednostavan, uspješno modelira debele repove distribucije, koristi standardne linearne procjene za varijance i korelacije te se na taj način koristi prećacima koje omogućuje pretpostavka normalne distribucije. Za portfolio s malim brojem različitih vrsta imovine ovaj pristup zahtijeva procjenu relativno malog broja dodatnih parametara. Međutim, primjena pristupa kombiniranja normalnih distribucija zahtijeva procjenu uključenih parametara, što je veoma zahtjevan zadatak. Najčešće korišteni pristup procjene parametra je maksimalna vjerojatnost (ML), međutim funkcija vjerojatnosti za kombinaciju normalnih distribucija nema globalni maksimum, što čini standardni ML pristup neupotrebljivim (Dowd, 2002, 94). Zangari i Venkataraman predložili su alternativna rješenja ovom problemu. Zangari (1996) predlaže korištenje Gibbsovog pristupa uzimanju uzoraka, a Venkataraman (1997) predlaže korištenje kvaziBayesovog ML pristupa. Kod primjene pristupa kombinacije normalnih distribucija u praksi se javlja i problem modeliranja korelacija između pojedinačnih faktora rizika što uključuje i binarnu varijablu  $\delta_t$ . Pristup kombinacije normalnih distribucija može se generalizirati na način da binarna varijabla  $\delta_t$  ovisi o stanju procesa u prethodnom razdoblju, pri čemu se procesi modeliraju pomoću Markovljevih lanaca.

#### 4.3.6. Monte Carlo simulacija

Monte Carlo simulacija pokriva širok spektar mogućih vrijednosti financijskih varijabli i u potpunosti uzima u obzir njihove međusobne korelacije. Korištenjem Monte Carlo simulacije pri izračunu VaR-a nasumice se stvaraju mnogobrojni scenariji za buduća kretanja tržišnih varijabli, a nelinearnim vrednovanjem se za svaki scenarij izračunavaju vrijednosti promjena. Slično povijesnoj simulaciji vrijednost VaR-a se izračunava uzimanjem najvećeg gubitka uz određenu razinu vjerojatnosti.

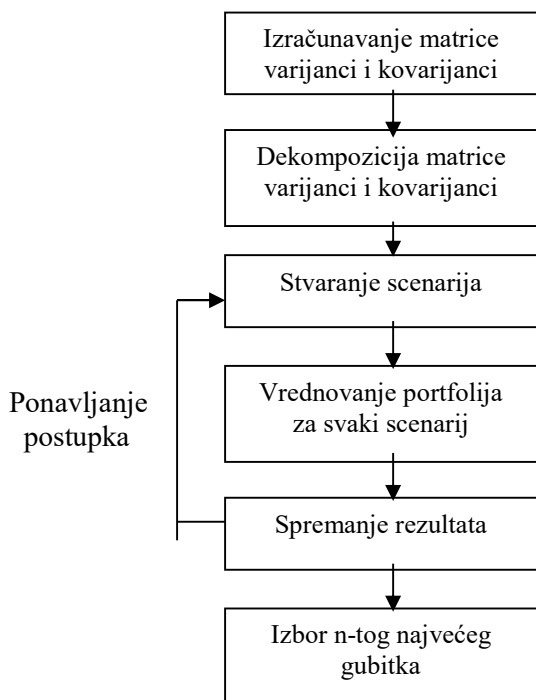
Jedna od glavnih zamjerki Monte Carlo simulaciji je korištenje unaprijed utvrđene teorijske distribucije vjerojatnosti koja opisuje faktore rizika portfolija.<sup>26</sup> Obično je distribucija koja se pretpostavlja normalna distribucija ili lognormalna, kakva se koristi i u izračunu parametarskog VaR-a. Matrica varijanci i kovarijanci za faktore rizika se izračunava na isti način kao i kod parametarskog pristupa, ali za razliku od parametarskog pristupa matrica se zatim dekompozira pomoću Cholesky dekompozicije ili Eigen-vrijednost dekompozicije.<sup>27</sup> Dekompozicija matrice vrši se zato da bi se osigurala međusobna koreliranost faktora rizika u svakom generiranom scenariju. Proces generiranja scenarija počinje od trenutnog stanja na tržištu i po koracima se generiraju novi scenariji za svaki sljedeći dan kako bi se njihovim nelinearnim vrednovanjem dobile moguće vrijednosti portfolija za kraj svakog dana. Nelinearno vrednovanje instrumenata znači da se pri vrednovanju npr. obveznica ne koristi duration za izračun vrijednosti, već cijela formula, a za opcije to znači korištenje Black-Scholes formule, a ne skraćeno vrednovanje putem delte ili game opcije. Iz dobivenih scenarija VaR se izračunava tako da se izabere n-ti najveći gubitak. Ako se je npr. generiralo 1.000 scenarija, a traži se VaR uz 99% vjerojatnosti, vrijednost VaR-a bila bi jednaka desetom najvećem zabilježenom gubitku u generiranim scenarijima. Postupak računanja VaR-a putem Monte Carlo simulacije prikazan je na grafikonu 1.

---

<sup>26</sup> Pogledati Holton A. G. (1998) Simulating Value-at-Risk with Weighted Scenarios, *Risk*, Vol. 11., No. 5., str.60

<sup>27</sup> Više o tome pogledati u Marrison, C. (2002) *The Fundamentals of Risk measurement*, New York: McGraw Hill

Grafikon 1. Ilustracija postupka izračuna VaR-a pomoću Monte Carlo simulacije



Izvor: Marrison, 2002, 119

Monte Carlo simulacija ima dvije važne prednosti pred ostalim pristupima:

- Za razliku od parametarskog pristupa izračunu VaR-a koristi nelinearne modele vrednovanja portfolija te uzima u obzir nelinearnost promjena vrijednosti.
- Za razliku od povijesne, ova simulacija može generirati beskonačan broj scenarija i testirati mnogobrojne moguće događaje.

Monte Carlo simulacija ima i dva bitna nedostatka:

- Vrijeme potrebno za izračunavanje VaR-a pomoću Monte Carlo simulacije može biti i do 1.000 puta duže od vremena za izračun parametarskog VaR-a zbog toga što se moguća vrijednost portfolija mora tisuće puta preračunavati.
- Za razliku od povijesne simulacije koja ne pretpostavlja niti jednu teorijsku distribuciju, već uzima empirijske vrijednosti povrata, Monte Carlo simulacija pretpostavlja da su povrati normalno ili log-normalno distribuirani.

Dodatni nedostatak koji se može primijetiti kod korištenja Monte Carlo simulacije je činjenica da ova metoda izračuna VaR-a jednom unesene

volatilnosti i korelacije između pojedinih vrijednosnica smatra stalnima te zbog toga ne reagira na promjene na tržištu i ne ocrtava stvarnu razinu rizika.

#### 4.3.7. Povijesna simulacija

Zajedničko svim neparаметarskim pristupima, među koje spada i povijesna metoda, jeste da pri procjeni VaR-a ne postavljaju pretpostavke o distribuciji povrata. Bit neparаметarskog pristupa je u tome da umjesto pretpostavki teorijskih distribucija povrata za izračun VaR-a koriste empirijske distribucije koje se dobivaju iz promatranih podataka. Svi neparаметarski pristupi se temelje na pretpostavci da će bliska budućnost biti veoma slična nedavnoj prošlosti, te da se pomoću podataka iz nedavne prošlosti može prognozirati rizik u bliskoj budućnosti. Ova pretpostavka iako valjana u mnogim slučajevima, jedna je od najvećih zamjerki neparаметarskom pristupu. Povijesna simulacija, kao glavni predstavnik neparаметarskog pristupa, predstavlja konceptualno najjednostavniju metodu izračuna VaR-a. Kako bi se provela povijesna simulacija, potrebno je uzeti odgovarajući vremenski horizont od npr. 100, 250 ili 500 dana povijesnih podataka, izračunati dnevne povrate i odrediti iznos VaR iz iscrtanog histograma gubitaka i dobitaka.

Povijesna simulacija može zahvaliti svoju popularnost svojim osnovnim karakteristikama:

- konceptualno je jednostavna,
- jednostavna je za primjenu,
- široko je rasprostranjena,
- prema mnogim istraživanjima daje zadovoljavajuće rezultate.<sup>28</sup>

Glavna prednost povijesne simulacije je njena neparometričnost tj. ne postavljanje pretpostavki u vezi oblika distribucije faktora rizika koji utječu na vrijednost portfolija. Umjesto da se unaprijed pretpostavi određena teorijska distribucija povrata, izračun VaR-a putem povijesne simulacije se oslanja na empirijsku distribuciju povrata. Budući da većina vrijednosnica ima distribuciju sa zadebljanim repovima, povijesna simulacija nudi bolje rješenje od parametarskih metoda koje pretpostavljaju teorijske distribucije povrata, odnosno najčešće normalnu distribuciju. Pretpostavka normalnosti, na kojoj se temelji većina parametarskih pristupa, značajno podcjenjuje mogućnosti nastanka ekstremnih događaja, pa je time i izračunati VaR relativno nizak u odnosu na stvarni rizik. Povrati na portfolije sastavljene od više vrsta vrijednosnica, a posebice na portfolije dionica, distribuirani su asimetrično i imaju veći iznos kurtosisa od normalne distribucije. Ovakva pojava kod distribucije povrata naziva se leptokurtosis. Jedan od razloga

---

<sup>28</sup> Hendricks, 1996, Pallotta, Zenti, 2000, Pritsker, 2001

nastanka leptokurtosisa u nekondicionalnoj distribuciji povrata je vremensko nakupljanje volatilnosti. Empirijski je dokazano da volatilnost u vremenu nije ravnomjerna pojava, odnosno nije nezavisno i jednako distribuirana (IID)<sup>29</sup>, već se pojavljuje u vremenskim nakupinama tj. razdoblja povećane volatilnosti se grupiraju u skupine. IID pretpostavka se zasniva na teoriji da su povrati međusobno vremenski nekorelirani tj. da povrat jednog razdoblja ne ovisi o povratima prethodnih razdoblja. Ova pretpostavka je u skladu s teorijom efikasnog tržišta gdje sadašnja cijena vrijednosnice odražava sve informacije važne za cijenu te vrijednosnice. Ukoliko promjene cijena ovise samo o novim informacijama, znači da ih se ne može predvidjeti i zbog toga će biti vremenski nekorelirane tj. kovarijanca između varijable  $X$  u vremenu  $t$  i u vremenu  $t-1$  iznositi će nula. Ovaj oblik ponašanja nezavisnih varijabli u financijama opisuje teorija slučajnog hoda (random walk), odnosno teorije iz kvantne fizike kao što je Brownovo kretanje tj. Wienerov proces.<sup>30</sup>

Glavni nedostatak povijesne simulacije je u činjenici da izračunava empirijsku distribuciju frekvencija povrata portfolija dodjeljujući svakom opažanju istu težinu (ponder), koja iznosi 1 kroz broj opažanja. Ovakav način ponderiranja indirektno pretpostavlja da su faktori rizika, a time i povijesno simulirani povrati, nezavisno i jednako distribuirani kroz vrijeme (IID). Pretpostavka nezavisne i jednake distribuiranosti kroz vrijeme na neefikasnim tržištima gdje postoji autokorelacija volatilnosti, koja se očituje u vremenskim nakupinama volatilnosti i autokorelaciji povrata, predstavlja značajan problem za svaki model izračuna VaR-a. Pretpostavka da su ostvareni povrati IID nerealna je zbog znane činjenice da volatilnosti variraju ovisno o vremenu tj. da se vremenski grupiraju razdoblja visoke i niske volatilnosti. Zbog ovih nedostataka standardnog pristupa povijesnoj simulaciji, razvijeni su ponderirani modeli povijesne simulacije koji na razne načine obrađuju ostvarene povrate (ARCH<sup>31</sup> modeli prognoziranja volatilnosti, filtriranje podataka itd.) kako bi uklonili autoregresiju i serijsku korelaciju između varijabli i transformirali ih u IID povrate.

Autokorelacija mjeri stupanj i smjer jakosti veze između članova iste serije međusobno razmaknutih ( $t$ ) razdoblja. Prisutnost trenda u određenoj seriji podataka uvjetuje visok stupanj autokorelacije. Ako serija podataka sadrži periodičnu komponentu, to će se odraziti na vrijednost autokorelacijske funkcije. Sadrži li serija periodične komponente, valja ih prije izračunavanja vrijednosti autokorelacije nekim postupkom odstraniti. Filtriranje sistemskih komponenti iz serije se najčešće provodi pomoću

---

<sup>29</sup> Independently and identically distributed

<sup>30</sup> Za više o karakteristikama Wienerovog procesa pogledati Neftci, N. S. (2004) *Principles of Financial Engineering*, London: Elsevier academic press, str. 341

<sup>31</sup> ARCH (autoregressive conditional heteroskedasticity) – autoregresivni kondicionalno heteroskedastični model

diferencija, pomičnih prosjeka (za periodične komponente) ili se umjesto originalnih vrijednosti u analizi koriste reziduali. Pojava autokorelacije u slučaju slabo razvijenih tržišta može biti posljedica sljedećih čimbenika:

- Povremenog trgovanja pojedinim vrijednosnim papirima. Obično se s dionicama manjih tvrtki trguje rjeđe nego s dionicama većih kompanija, tako da se nove informacije najprije odraze na cijene dionica velikih tvrtki, a tek s vremenskim zakašnjenjem na dionice manjih tvrtki. Taj vremenski pomak može uzrokovati pozitivnu povezanost kretanja cijena dionica.
- Trgovanja na osnovi potrebe. Ovdje se misli na transakcije investitora koji ne trguju na osnovi informacija, već iz likvidnosnih razloga.
- Brzog rasta tranzicijskih tržišta. Gospodarstva koja su u razvoju rastu veoma brzo, tako da autokorelacija cijena na tržištima kapitala može nastati kao rezultat ekonomskog rasta.

Postoji više načina na koje se može izračunavati VaR koristeći osnovni princip povijesne simulacije. Posljednjih godina uz standardnu metodologiju razvili su se i ponderirani modeli koji uvelike poboljšavaju standardni pristup i otklanjaju većinu nedostataka povijesne simulacije.

### **Standardni model povijesne simulacije**

Prvi korak u provedbi povijesne simulacije jeste sakupljanje dovoljnog broja povijesnih podataka o dobitima i gubicima ili povratima portfolija za koji se želi provesti povijesna simulacija. Podaci o povratima na portfolio mjere se tijekom određenog razdoblja npr. dana ili tjedna, a potrebno ih je sakupiti dovoljno kako bi se mogla provesti smisljena analiza. Promatrani portfolio koji se sastoji od (N) vrijednosnica, a za svaku vrijednosnicu (i) postoje opažanja za svaki od (n) razdoblja (npr. dana) u povijesnom uzorku, imat će simulirani povrat tijekom razdoblja (t):

$$Povrat_t = \sum_{i=1}^N w_i R_{i,t}$$

$w_i$  – udio imovine trenutno uložen u vrijednosnicu (i)

$R_{i,t}$  – povrat na vrijednosnicu (i) u razdoblju (t)

Prethodna formula daje povijesno simulirane serije povrata za sadašnji portfolio te služi kao osnova za izračun VaR-a putem povijesne simulacije. Dobivena serija povijesno simuliranih povrata razlikovat će se od stvarnih povrata ostvarenih na portfolio iz jednostavnog razloga što se sastav stvarnog portfolija mijenja tijekom vremena. Povijesno simulirani povrati predstavljaju povrate koje bi portfolio ostvario ukoliko bi investitor mijenjao svoj portfolio na kraju svakog radnog dana na način da osigura da



svaka vrijednosnica ima uvijek isti relativni udio u portfoliju. To se može učiniti na način da svaki dan investitor uzima svoje ostvarene profite iz portfolija i nadoknađuje nastale gubitke kako bi postotne udjele vrijednosnica zadržao fiksnima. Formirajući svoj optimalni portfolio, autor je već apriori generirao povijesno simulirane povrate, budući da je fiksirao relativne udjele svake vrijednosnice u svom portfoliju te se zbog toga relativni udjeli vrijednosnica unutar portfolija nisu mogli mijenjati.

Povijesna simulacija se može provesti na način da se iz povijesnih podataka izračunaju postotne promjene za svaki faktor rizika na svaki pojedini dan. Svaka postotna promjena se tada množi s današnjom tržišnom vrijednošću kako bi se dobio (n) broj scenarija za sutrašnju vrijednost portfolija.<sup>32</sup> Za svaki od ovih scenarija, vrednovanje portfolija se provodi potpunim nelinearnim modelom vrednovanja.

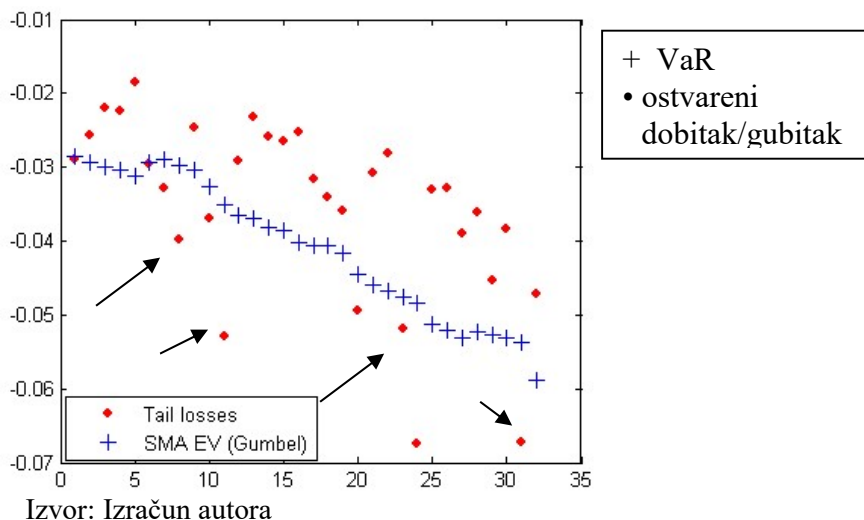
Dobiveni povijesno simulirani povrati se unose na histogram i s histograma se očitava iznos VaR-a za željenu razinu vjerojatnosti. Ovisno o željenoj razini vjerojatnosti n-ti najveći gubitak se uzima za vrijednost VaR-a uz unaprijed zadanu vjerojatnost. Npr. ako se iz uzorka od 100 dana opažanja kretanja povrata želi dobiti VaR od 95%, peti najveći gubitak u promatranom razdoblju potrebno je pomnožiti sa sadašnjom vrijednošću portfolija kako bi se dobio iznos VaR-a. Značajan problem pri primjeni bilo koje metode povijesne simulacije je izračunavanje iznosa VaR-a za vremenska razdoblja duža od jednog dana. Kako bi se prognozirao VaR za razdoblja duža od jednog dana, potrebno je sastaviti povijesno simulirane povrate za razdoblja koja imaju jednaku frekvenciju kao i razdoblje za koje se traži VaR. Npr. ako se želi izračunati VaR pomoću povijesne simulacije za razdoblje držanja od tjedan dana, potrebno je sastaviti povijesno simulirane tjedne povrate. Pri ovakvom načinu računanja VaR-a za razdoblja duža od jednog dana u praksi se javlja ozbiljan problem. Kako se povećava razdoblje za koje treba izračunati VaR, broj opažanja naglo opada i ubrzo nestane dovoljno podataka. Jednostavna ilustracija jasno prikazuje problem: ukoliko postoji 500 dnevnih opažanja za određeni portfolio, što je jednako dvije godine podataka, pri procjeni VaR-a za jedan dan na raspolaganju je 500 opažanja; ukoliko se želi izračunati VaR za razdoblje držanja od 5 dana, na raspolaganju je samo  $500/5 = 100$  opažanja; za razdoblje od 10 dana broj opažanja iznosi samo 50. Pri primjeni povijesne metode za izračun VaR-a na tranzicijskim tržištima veoma značajno ograničenje predstavlja dužina vremenske serije podataka koja je na raspolaganju. Ovaj problem je posebno izražen u zemljama sa kratkom poviješću tržišne ekonomije, kao što je Hrvatska, gdje vrijednosnice ne kotiraju na burzama dovoljno dugo da bi se mogao računati VaR za duža razdoblja držanja. Nažalost, za sada ne postoji jednostavan teorijski način

---

<sup>32</sup> Pogledati Saunders, A., Cornett, M. M. (2003) *Financial Institutions Management: A Risk Management Approach*, New York: McGraw Hill Irwin, str.244.

na koji bi se VaR izračunan povijesnom simulacijom za jedno vremensko razdoblje transformirao u VaR za neko drugo vremensko razdoblje, kao što je to moguće kod parametarske metode gdje se to može učiniti jednostavnim množenjem iznosa VaR-a drugim korijenom iz vremena, što predstavlja veoma jednostavno, ali i upitno rješenje vremenske transformacije VaR-a.

Slika 26. Testiranja rezultata VaR modela



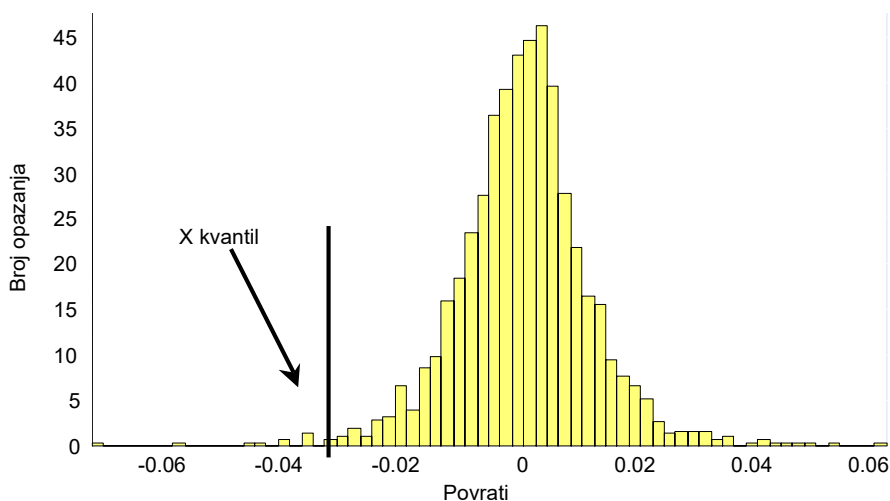
Na slici 26 strelicama su označeni događaji kada je dnevni gubitak iz portfolija bio veći od predviđene rizične vrijednosti ili maksimalnoga očekivanoga gubitka. Na ovaj način se, radi određivanja promatranog broja dana, uspoređuju testiranja nekoliko modela s različitim brojem obuhvaćenih dana te se kao zaključni model uzima onaj s najmanje odstupanja od predviđenih rizičnih vrijednosti.

Povijesni model donosi i nekoliko prednosti, a najvažnije su:

- jednostavnost izračuna,
- nepostojanost pretpostavke o normalnosti distribucije dnevnih dobitaka i gubitaka iz portfolija, što je karakteristično za npr. RiskMetrics model,
- za izračunavanje VaR-a ne zahtijeva se poznavanje koeficijenata među financijskim instrumentima unutar portfolija, što je ujedno i najveća prednost povijesne metode u primjeni u hrvatskoj financijskoj praksi.

Povijesna je metoda vrlo korisna kada je količina «ulaznih» podataka manja te kada ne postoji dovoljno informacija o distribuciji dnevnih dobitaka ili gubitaka.

Slika 27. Histogram dnevnih povrata



Izvor: Izračun autora

Na slici 27 prikazan je histogram tj. poredani povijesni dobitci i gubitci ostvareni od zauzimanja određene pozicije. VaR temeljen na povijesnoj simulaciji jednostavnim prebrojavanjem pozicija gubitaka dolazi do željenog kvantila tj. razine rizika.

### **Ponderirani modeli povijesne simulacije**

Iz osnovnog oblika povijesne simulacije razvili su se mnogobrojni modeli koji pokušavaju isključiti nedostatke standardnog pristupa i poboljšati povijesnu simulaciju. Najpoznatije modifikacije povijesne simulacije uključuju: model ponderiran vremenom (BRW model) i model ponderiran volatilnošću (White-Hull model). Ovi modeli opisani su u nastavku knjige. Na teorijskim postavkama povijesne simulacije i ova dva modela, autori su razvili vlastiti kombinirani model povijesne simulacije.

### **Model povijesne simulacije ponderiran vremenom**

Kao što je već ranije napomenuto, jedan od glavnih nedostataka povijesne simulacije jeste način na koji se pridaje važnost (težina) opažanjima iz prošlosti. Problem se može jasno razumjeti iz jednostavnog primjera. Povijesna simulacija s (n) opažanja iz prošlosti sadrži u sebi opažanje  $R_{i,t-j}$ , koje predstavlja povrat na vrijednosnicu (i) u trenutku (t-j) gdje (t) označava sadašnji trenutak, a (j) označava starost opažanja i poprima vrijednosti

1, ..., n (npr.  $j = 1$  označava da je opažanje staro jedan dan). Pri formiranju histograma povrata za povijesnu simulaciju opažanje  $R_{i,t,j}$  će utjecati na histogram povrata u trenutku ( $t$ ), zatim u trenutku ( $t + 1$ ) i tako sve do trenutka ( $t + n$ ) kada se ( $j$ ) izjednačuje sa ( $n$ ) i opažanje  $R_{i,t,j}$  ispada iz izabranog razdoblja. Sve vrijeme ( $n$ ) tijekom kojeg se opažanje  $R_{i,t,j}$  nalazi u izabranom vremenskom razdoblju, utjecat će jednakom težinom na histogram povijesnih povrata i time izravno na vrijednost VaR-a. Nakon isteka vremena ( $n$ ) to opažanje će nestati iz izabranog razdoblja i više neće imati nikakav utjecaj na vrijednost VaR-a. Strukturiranjem povijesne simulacije na ovaj način, svakom opažanju bez obzira na njegovu starost (dok god je ta starost manja od  $n$ ), pridaje se konstantno jednaki utjecaj na histogram povrata i time na vrijednost VaR-a, a nakon što opažanje postane starije od ( $n$ ) razdoblja ono nema više nikakav utjecaj (ponder 0). Nemoguće je teorijski objasniti zašto bi određeno opažanje u trenutku ( $t$ ) imalo tijekom cijelog vremena opažanja određeni konstantan ponder koji pri isteku određenog razdoblja odmah pada na nulu. Postavlja se pitanje zašto se pretpostavlja da pojedino povijesno opažanje ( $t$ -i) ima jednaku vrijednost kao i najnovije ( $t$ ), a za samo jedno razdoblje starije opažanje ( $t-i-1$ ) nema nikakvu važnost tj. ima ponder nula. Dodatni problem koji izaziva standardni način dodjeljivanja pondera jest stvaranje efekta «duha» (ghost effect). Efekt «duha» nastaje uslijed npr. ostvarenja jednog značajnog gubitka u promatranom razdoblju. Ostvareni visoki gubitak ostaje u histogramu gubitaka/dobitaka sve dok ne prođe ( $n$ ) razdoblja i događaj ne ispadne iz uzorka. Kada događaj ispadne iz uzorka dolazi do naglog smanjenja iznosa VaR-a. Smanjenje VaR-a nije posljedica smanjenog rizika, već efekta «duha» koji izravno ovisi o načinu dodjeljivanja pondera opažanjima i dužini promatranog vremenskog razdoblja.

Ako se zauzme stav, koji je empirijski potvrđen, da ostvareni nekondicionalni povrati nisu IID<sup>33</sup>, logično je za pretpostaviti da podaci iz bliske prošlosti bolje reprezentiraju budući rizik portfolija nego vremenski udaljenija opažanja. Boudoukh, Richardson i Whitelaw su u svom radu «The Best of Both Worlds: A hybrid Approach to Calculating Value at Risk» iz 1998. godine na temelju ovakvog razmišljanja razvili generalizirani oblik povijesne simulacije koji je po njima nazvan BRW model. BRW model povijesne simulacije opažanjima povrata iz bliske prošlosti dodjeljuje relativno visoke pondere koji vremenom eksponencijalno opadaju, a njihova suma iznosi 1.

---

<sup>33</sup> Za potvrdu ove tvrdnje pogledati Engle, 1982, Bollerslev, 1986, Zangari, 1996, Hull, White, 1998

$$w_{t-i-1} = \lambda w_{t-i}$$

$$\sum_{i=1}^N w_{t-i} = 1$$

$w_i$  – povrat na portfolio u trenutku (i)

$\lambda$  – lambda (faktor opadanja)

Eksponencijalno ponderiranje se vrši na način da se eksponencijalnom faktoru opadanja lambda ( $\lambda$ ) dodijeli vrijednost između 1 i 0, a  $w(1)$  predstavlja ponder najnovijeg povijesnog povrata na portfolio. Opažanje koje prethodi najnovijem opažanju dobit će ponder  $w(2)$  koji iznosi  $w(2) = \lambda \times w(1)$ . Treći povrat po redu dobiva ponder od  $\lambda^2 \times w(1)$  i tako do broja n – ukupnog broja opažanja.

Nakon što su opažanjima povrata dodijeljeni ponderi, VaR se izračunava temeljem empirijske distribucije povrata prilagođene za dodijeljene pondere. Nakon dodjeljivanja pondera VaR se pri određenoj razini vjerojatnosti može aproksimirati iz empirijske kumulativne distribucije vremenski ponderiranih povrata  $r_{t-1}, \dots, r_{t-N}$ .

Standardni oblik povijesne simulacije predstavlja poseban slučaj BRW modela kada je faktor opadanja ( $\lambda$ ) jednak 1. Iako BRW model primjenjuje jednostavnu modifikaciju standardne povijesne simulacije, rezultati te prilagodbe su značajni. Pri naglim promjenama na tržištu povijesna simulacija bilježi veoma slabe rezultate zbog sporog prilagođavanja promjenama i dodjeljivanja jednake važnosti svim opažanjima, bez obzira na vrijeme njihovog nastanka. BRW model povijesne simulacije pridaje puno veću važnost bliskim opažanjima te zbog toga na puno bolji način i mnogo brže reagira na nagle tržišne promjene. Navedene prednosti metode eksponencijalnog ponderiranja su razlog zašto ga je i RiskMetrics sustav prihvatio u svom parametarskom modelu. RiskMetrics sustav koristi vrijednost lambda od 0,94 za dnevne podatke i  $\lambda = 0,97$  za mjesečne podatke.<sup>34</sup> Navedeni iznosi lambda postali su gotovo industrijski standard i najčešće su vrijednosti lambda općenito korištene u stručnoj literaturi. Iz teorijskih pretpostavki i empirijskih istraživanja moglo bi se zaključiti da BRW model ispravlja značajne nedostatke povijesne simulacije. Nažalost, BRW model u praksi pokazuje, kao i standardna povijesna metoda, značajne nedostatke. Npr. ukoliko portfolio umjesto dugih pozicija sadrži kratke pozicije u vrijednosnicama, padovi na tržištu neće povećati iznos VaR-a zbog toga što portfolio kratkih pozicija u trenutcima pada tržišta bilježi dobitke, a ne gubitke. Iznos VaR-a za portfolio kratkih pozicija neće

---

<sup>34</sup> Pogledati J.P. Morgan/Reuters (1996) Technical Document, 4<sup>th</sup> edition, RiskMetrics

se povećati sve dok ne bude prekasno, odnosno do trenutka kad se tržište počne oporavljati, a portfolio počne bilježiti gubitke. Standardna povijesna simulacija, kao ni BRW model, ne registriraju povećanje rizika portfolija kratkih pozicija nakon pada tržišta iz razloga što oba pristupa izračunavaju iznos VaR-a promatranjem lijeve (negativne) strane repa distribucije povrata. Oba pristupa u potpunosti zanemaruju što se događa s pozitivnim povratima tj. ne obraćaju pozornost na desni rep distribucije i smatraju da pozitivni povrati ne sadrže korisne informacije o mogućim negativnim povratima. Ovakav način razmišljanja nije u skladu s empirijskim dokazima da nakon velikih dobitaka tržište bilježi i velike gubitke. Zabrinjavajuća je nesposobnost povijesne metode i BRW modela da povećane dobitke povezuju s većom volatilnošću povrata i time većim rizikom. Povećana volatilnost povrata, bila ona pozitivna ili negativna, ukazuje na povećanu rizičnost portfolija i neophodno ju je uzeti u obzir.

### Model povijesne simulacije ponderiran volatilnošću

Problemu dodjeljivanja različitih pondera opažanjima može se pristupiti i na drukčiji način. Osnovnu ideju o ponderiranju povrata volatilnošću iznijeli su Hull i White u svom radu «Incorporating Volatility updating into the Historical Simulation method for Value at Risk» iz 1998. godine. Osnovna ideja iznesena u radu Hulla i Whitea bila je prilagođavanje povijesnih povrata za promjene u volatilnosti koje su se dogodile u najbližoj prošlosti. Za predviđanje iznosa VaR-a za dan (T) koristi se najsvježiji povijesni povrat ( $r_{i,t-1}$ ), te ( $\sigma_{T,i}$ ) - EWMA<sup>35</sup> ili GARCH<sup>36</sup> predviđanje volatilnosti za naredno razdoblje dobiveno na kraju dana (T-1). Dobiveni iznos predviđene volatilnosti u trenutku (T)  $\sigma_{T,i}$ , predstavlja multiplikator kojim se množe povijesni povrati ( $r_{i,t}$ ) u trenutku (t) ponderirani za pripadajuću EWMA ili GARCH volatilnost ( $\sigma_{t,i}$ ) u trenutku (t). Na ovaj način dobivaju se kondicionalni – normalizirani povrati, koji zadovoljavaju kriterij IID povrata i time su prikladni za povijesnu simulaciju. Postupak ponderiranja povijesnih podataka volatilnošću izražen je u obliku formule:

$$r_{i,t}^* = \frac{\sigma_{T,i}}{\sigma_{t,i}} \times r_{i,t}$$

$r_{i,t}^*$  – volatilnošću ponderirani povrat

Ponderiranjem povrata na ovaj način stvarni se povijesni gubici povećavaju ili smanjuju ovisno o sadašnjoj volatilnosti tržišta. Npr. ako je prije 100 dana volatilnost na tržištu bila 1% ( $\sigma_{t,i}$ ), a sadašnja prognozirana volatilnost

<sup>35</sup> EWMA (Exponentially weighted moving averages) – eksponencijalno ponderirani pomični prosjeci

<sup>36</sup> GARCH (generalized autoregressive conditional heteroskedasticity) – generalizirani autoregresivni kondicionalno heteroskedastični model

na tržištu iznosi 2% ( $\sigma_{T,i}$ ), gubici koji su se dogodili u razdoblju kada je volatilitnost bila 1%, povećavaju se dvostruko i na taj način adekvatno oslikavaju stvarnu razinu rizika u sadašnjosti. Kako bi se sastavio histogram povijesnih povrata koriste se volatilnošću ponderirani povrati umjesto stvarnih ostvarenih povrata. Iz dobivenog histograma povrata očitava se iznos VaR-a za određenu razinu vjerojatnosti na isti način kao i kod standardne metode povijesne simulacije. Kako bi se uzelo u obzir vremensko nakupljanje volatilitnosti pri prognoziranju buduće volatilitnosti, korisno je poslužiti se modelom za kondicionalnu varijancu povrata, kao što je EWMA ili općeniti oblik ovog modela – generalizirani autoregresivni kondicionalni heteroskedastični model (GARCH). Oba ova modela modeliraju sadašnju varijancu povrata kao funkciju prijašnje varijance i prijašnjih kvadriranih povrata.

Metoda eksponencijalno ponderiranih pomičnih prosjeka (EWMA) snažnije naglašava svježija opažanja korištenjem eksponencijalno ponderiranih pomičnih prosjeka ostvarenih povrata i njihovih varijanci. EWMA pristup daje različite težine opažanjima ovisno o vremenu njihova nastanka. Budući da se težine opažanja eksponencijalno smanjuju, najnovije informacije dobivaju puno veću težinu od starijih. Formula za standardnu devijaciju portfolija prema EWMA modelu:

$$\sigma_t = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{s=t-k}^{t-1} \lambda^{t-s-1} (x_s - \mu)^2}$$

ili

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda)(x_{t-1} - \mu)^2}$$

$x_s$  – povrat u trenutku (s)

$\mu$  – prosječni dnevni povrat, najčešće je jednak nuli

$\sigma_{t-1}^2$  – varijanca portfolija iz razdoblja t-1, dobivena EWMA pristupom

Parametar lambda ( $\lambda$ ) naziva se faktor opadanja i određuje stopu po kojoj opada važnost varijance povrata kako se udaljava u prošlost. Teoretski, kada bi suma ovih pondera iznosila jedan, bilo bi potrebno koristiti beskonačno velik uzorak opažanja, ali budući da suma pondera konvergira ka jedan, dovoljno je koristiti skupove od stotinjak opažanja. Svrha EWMA modela jeste obuhvatiti kratkoročna kretanja u volatilitnosti povrata. Eksponencijalno ponderirani prosjek svakog dana je kombinacija dva osnovna elementa: (1) prognozirane varijance prethodnog dana kojoj se dodjeljuje težina  $\lambda$  i (2) ponderiranog povrata prethodnog dana kojem se dodjeljuje težina  $(1-\lambda)$ . Što je niža vrijednost faktora  $\lambda$ , brže će se smanjivati utjecaj prošlih opažanja i više će se pozornosti poklanjati aktualnim povratima na tržištu.

Akronim GARCH predstavlja «generaliziranu autoregresivnu kondicionalnu heteroskedastičnost». Heteroskedastičnost znači «mijenjanje varijance», dakle kondicionalna heteroskedastičnost označava promjenu kondicionalne varijance. Heteroskedastičnost se može zamijetiti u vremenskim serijama u kojima je vidljivo nakupljanje volatilnosti tj. izmjenjuju se razdoblja visoke i niske volatilnosti. Autoregresija se odnosi na metodu kojom se dobiva kondicionalna heteroskedastičnost. Prvi ARCH (autoregresivna kondicionalna heteroskedastičnost) model predstavio je Robert F. Engle 1982. godine<sup>37</sup>, a kasnije je model generalizirao i usavršio Tim Bollerslev 1986. godine<sup>38</sup>. GARCH modeli se zasnivaju na pretpostavci da se na temelju povrata i volatilnosti iz prethodnih razdoblja može prognozirati buduća volatilnost. Predviđanje varijance slijedećeg razdoblja pomoću GARCH (1,1)<sup>39</sup> procesa odvija se na sljedeći način:

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha \varepsilon_t^2 + \beta \sigma_{t|t-1}^2$$

$$\alpha + \beta \leq 1$$

- $\alpha, \beta, \omega,$  – GARCH parametri
- $\sigma_{t+1}^2$  – varijanca slijedećeg razdoblja
- $\omega$  – srednja vrijednost povrata
- $\varepsilon_t$  – rezidual (neočekivani dio povrata) u trenutku (t)
- $\sigma_{t|t-1}^2$  – GARCH procesom predviđena varijanca za trenutak (t) na temelju informacija iz trenutka (t-1)

Zbog dobrih rezultata u prognoziranju buduće volatilnosti osnovni GARCH model je postao veoma popularan te je doživio mnoštvo izmjena tako da se danas koriste desetine različitih oblika GARCH modela, kao što su EGARCH, AGARCH, IGARCH, GJR GARCH i mnogi drugi.<sup>40</sup>

Hull-Whiteov model povijesne simulacije ima nekoliko prednosti nad standardnim modelom povijesne simulacije i BRW modelom povijesne simulacije:

- Izravno uzima u obzir promjene u volatilnosti na tržištu pri izračunu VaR-a. Standardna povijesna simulacija ne uzima promjene volatilnosti

<sup>37</sup> Engle F. R. (1982) Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation, *Econometrica*, 50 (4). str. 987-1008

<sup>38</sup> Bollerslev, T. (1986) Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity, *Journal of Econometrics*, 31, str. 307-327

<sup>39</sup> Oznaka (p,q) pokraj oznake GARCH-a označava da se model GARCH temelji na promatranju (p) prethodnih povrata i (q) prethodnih volatilnosti. Tako da npr. model GARCH(1,1) označava GARCH model koji se temelji na opažanjima povrata i volatilnosti prethodnog razdoblja.

<sup>40</sup> Za više detalja pogledati Engle, Mezrich, 1995. i Palm 1996.



u obzir, a BRW pristup koristi informacije o volatilnosti na tržištu na veoma restriktivan način.

- Rezultira iznosima VaR-a koji su osjetljivi na aktualna predviđanja volatilnosti budući se koristi GARCH prognozom buduće volatilnosti.
- Omogućuje dobivanje iznosa VaR-a koji su veći od najvećeg gubitka ostvarenog u promatranom razdoblju. U slučaju kada je volatilnost na tržištu veća nego u prošlosti, gubici ostvareni u promatranom razdoblju rastu sukladno razlici između tadašnje i sadašnje razine volatilnosti.

## 5. EKSTERNE METODE UPRAVLJANJA ROBNIM RIZIKOM

Eksterne metode upravljanja robnim rizikom obuhvaćaju ugovorne odnose izvan skupine povezanih poduzeća radi smanjenja rizika od gubitaka na cjenovnim razlikama. Pri tome se koriste financijsko-tržišnim ugovorima.

Najčešće se koriste:

- terminski ugovori (forward contracts),
- opcijski terminski ugovor (forward option)
- valutni futures ugovori (currency futures contracts),
- valutne opcije (currency options),
- valutne zamjene (currency swaps).

Ublažavanje ili eliminacija rizika naziva se hedging. Hedging poslovi znače kombinaciju spot i forward posla radi pokrića razlike u cijeni forward posla. Eliminacija izloženosti robnom riziku provodi se na način da se stvori nova izloženost robnom riziku koja je jednaka po veličini, ali suprotna po predznaku u odnosu na izloženost koja se eliminira. Ukoliko dvije izloženosti nisu jednake po veličini tada se radi o ublažavanju robnog rizika tj. o djelomičnom hedgingu. Stvaranje nove izloženosti ima za cilj da potencijalni gubitak zbog promjene cijena na prvoj izloženosti bude kompenziran jednakim iznosom dobiti na drugoj izloženosti. Ovaj isti proces znači i poništavanje svih pozitivnih efekata ukoliko se cijene kreću u smjeru koji odgovara investitoru.

Duge (long) i kratke (short) pozicije mogu se promatrati kao spot i forward duga pozicija i kao spot i forward kratka pozicija.

- Spot duga pozicija (long spot position) znači sadašnje posjedovanje neke robe (energenta), potraživanje u nekoj robi, što stvara mogućnost prodaje te robe danas ili u budućnosti.
- Forward duga pozicija (forward long position) znači sadašnju kupnju neke robe na termin, tj. da se kupnja izvrši u budućnosti po sadašnjim utvrđenim cijenama.
- Spot kratka pozicija (spot short position) znači dugovanje neke robe u sadašnjosti ili najavu odljeva te robe što stvara potrebu njene kupnje sada ili u budućnosti kako bi se mogao platiti dug.
- Forward kratka pozicija (forward ili future short position) predstavlja prodaju neke robe na termin, tj. prodaju robe koja se u tom trenutku ne posjeduje po sada dogovorenoj cijeni.

Bit hedginga je u zauzimanju spot ili forward kratke pozicije kada postoji spot duga pozicija. Kada postoji spot kratka pozicija, treba zauzeti spot ili forward dugu poziciju.

Dva osnovna načina hedginga jesu:

- zauzimanje kratke pozicije (spot ili/i forward),
- zauzimanje duge pozicije (spot ili/i forward).

Hedging zauzimanjem suprotne spot pozicije uglavnom se čini internim metodama. Hedging zauzimanjem suprotne forward pozicije tvrtke čini forward ugovorima i robnim derivatima: futures ugovori, opcije i swapovi. Stav pojedine tvrtke prema hedgingu definiran je njenom politikom hedginga koja ovisi o brojnim činiteljima kao što su sklonost ili averzija prema riziku, potreba zaštite, dostupne metode i tehnike hedginga itd.

Praksa poznaje tri politike hedginga:

1. Politika "ne zaštititi ništa":

Prisutna je u malim tvrtkama čija je izloženost robnom riziku vrlo mala. Takve tvrtke ne posjeduju znanja niti kadrovske i druge resurse za provođenje zaštite i općenito imaju negativan stav prema hedgingu.

2. Politika "zaštititi sve" (full hedge, naive hedge):

Veoma je rijetka i provode je tvrtke koje nemaju vlastite prognoze u vezi s kretanjem cijena energenata i u potpunosti žele eliminirati neizvjesnost u pogledu budućih novčanih tijekova te gubitaka i dobitaka na translaciji. Radi se o tvrtkama koje imaju jaku averziju prema riziku.

3. Politika "selektivnog hedginga":

Primjenjuje se u najvećem broju tvrtki, a podrazumijeva da tvrtka neku izloženost robnom riziku potpuno eliminira, neku djelomično, a neku uopće ne zaštićuje. Za provođenje ove politike tvrtci je potrebna određena razina tehnološke opremljenosti i stručnost kadrova kako bi uspješno upravljala robnim rizikom.

Primjer: Utjecaj primjene hedginga na poslovanje tvrtke. Od prodaje 20.000 MWh električne energije (cijena iznosi 50 EUR-a po MWh), tvrtka očekuje četveromjesečni priljev od po 1 milijun EUR-a mjesečno od ožujka do lipnja. Tvrtka ne poduzima nikakve mjere zaštite od robnog rizika.

U ožujku spot cijena električne energije iznosi 52 EUR/MWh, tvrtka dobiva:

$$20.000 \text{ MWh} \times 52 \text{ EUR/MWh} = 1.040.000 \text{ EUR-a}$$

U travnju spot cijena električne energije iznosi 45 EUR/MWh, tvrtka dobiva:

$$20.000 \text{ MWh} \times 45 \text{ EUR/MWh} = 900.000 \text{ EUR-a}$$

U svibnju spot cijena električne energije iznosi 40 EUR/MWh, tvrtka dobiva:

$$20.000 \text{ MWh} \times 40 \text{ EUR/MWh} = 800.000 \text{ EUR-a}$$

U lipnju spot cijena električne energije iznosi 50 EUR/MWh, tvrtka dobiva:

$$20.000 \text{ MWh} \times 50 \text{ EUR/MWh} = 1.000.000 \text{ EUR-a}$$

Da je tvrtka sklopila forward ugovor na prodaju električne energije po cijeni iz ožujka, prodala futures ugovor na električnu energiju, kupila put opciju na električnu energiju ili poduzela neki drugi oblik zaštite od robnog rizika, mogla je zaraditi:

$$4 \times 1.040.000 \text{ EUR-a} = 4.160.000 \text{ EUR-a}$$

Ne poduzimajući nikakav hedging ostvarena je zarada od:

$$1.040.000 + 900.000 + 800.000 + 1.000.000 = 3.740.000 \text{ EUR-a}$$

Ne poduzimanjem hedginga ostvaren je gubitak na potencijalnu zaradu od  $(4.160.000 - 3.740.000)$  420.000 EUR-a.

Ako tvrtka nije sigurna u vezi kretanja cijena, te ne želi zaštititi cjelokupni iznos iz špekulativnih razloga poduzima hedging na samo 10.000 MWh mjesečno.

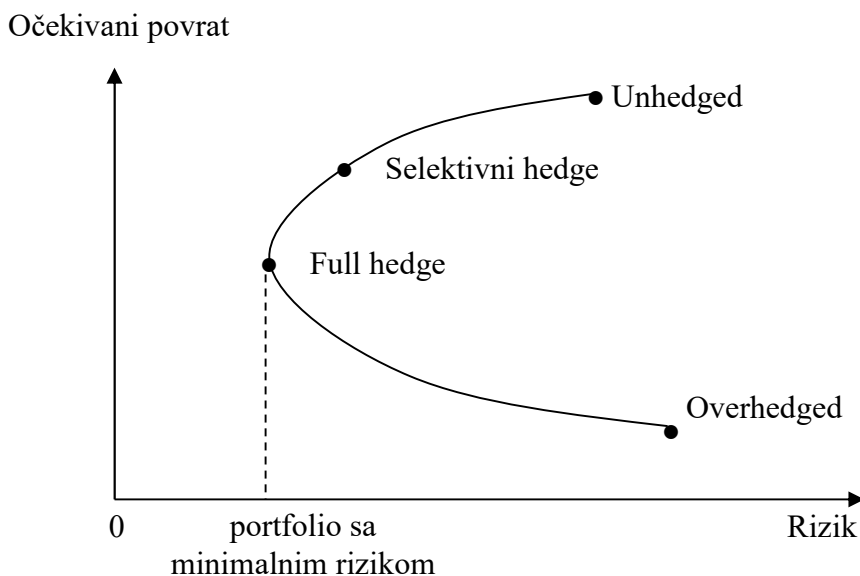
$$\begin{aligned} &1.040.000 + (3 \times (10.000 \times 52)) + (10.000 \times 45) + (10.000 \times 40) + (10.000 \times 50) = \\ &= 1.040.000 + 1.500.000 + 450.000 + 400.000 + 500.000 = 3.890.000 \text{ EUR} \end{aligned}$$

U odnosu na potpuni hedge, selektivnim hedgingom tvrtka je ostvarila gubitak od  $4.160.000 - 3.890.000 = 270.000$  EUR-a, što je 150.000 EUR-a manji gubitak nego u slučaju ne poduzimanja hedginga. Da je cijena električne energije rasla, tvrtka bi ostvarila dodatni profit.

Hedging se može provesti na makro (makrohedge) i na mikro razini (mikrohedge). Tvrtka vrši mikrohedge kada upotrebljava forward ugovore ili derivate kako bi zaštitila povrat od pojedinog ulaganja ili osigurala pojedini izvor sredstava. Kod mikrohedginga tvrtka često pokušava naći takvu vrstu instrumenta kojom vrši hedging koji ima isto dospjeće kao i stavka nad kojom se vrši hedging. Tvrtka vrši makrohedge kada upotrebljava forward ugovore ili derivate kako bi zaštitila cjelokupnu bilancu od promjena cijena energenata. Makrohedge i mikrohedge mogu rezultirati veoma različitim hedging strategijama i

rezultatima. Makrohedging uzima u obzir cjelokupni portfolio te dopušta da se pojedine stavke iz aktive i pasive koje su osjetljive na kretanje cijena energenata međusobno ponište. Ovakav sveobuhvatni pogled rezultira veoma različitom agregatnom pozicijom u forward ugovorima i/ili derivatima od one kada bi se svaka pojedina stavka samostalno podvrgla hedgingu.

*Grafikon 2. Rizičnost portfolija u odnosu na očekivani povrat ovisno o poduzetoj politici hedginga*



Izvor: Autori

Portfolio s minimalnim rizikom ne nosi rizičnost nula zbog baznog rizika tj. rizika da buduća kretanja spot i forward tečaja neće biti savršeno korelirana. Portfolio nultog rizika jedino je moguć u odsustvu baznog rizika. Ovisno o politici hedginga izdvajaju se četiri osnovne strategije koje definiraju vremensku dimenziju hedginga:

1. Hedge - and - hold, konzervativna ili klasična strategija:

Ova strategija počinje sa zaštitom u trenutku nastanka izloženosti robnom riziku. Zaštita traje čitavo vrijeme izloženosti bez obzira na kretanje cijena u tom razdoblju. Ova je strategija u velikom broju tvrtki jedini prihvatljivi oblik hedginga.

2. Modificirana hedge - and - hold strategija:

Za razliku od prethodne dopušta vremenski pomak (time lag) kod početka zaštite. Početak hedginga ne mora se poklapati s početkom izloženosti

robnom riziku. Pošto ova strategija zahtijeva procjenu kretanja cijena, nosi više rizika od prethodne strategije, ali i mogućnost dodatnih profita.

### 3. Agresivna strategija:

Ova strategija dopušta vremenski pomak na početku i prestanak hedginga prije završetka izloženosti robnom riziku. Ova strategija nastoji ograničiti moguće gubitke, ali i postići što veće dobitke. Agresivna je stoga što podrazumijeva praćenje kretanja cijena kroz čitavo vrijeme izloženosti robnom riziku, posjedovanje vlastitih ili naručenih procjena o smjeru i intenzitetu kretanja cijena u budućnosti. Uključuje donošenje odluka o početku i kraju procesa hedginga te trgovanje financijskim instrumentima i tehnikama hedginga kroz cijelo vrijeme izloženosti.

### 4. Strategija toleriranog efekta:

Ova strategija započinje tek u onom trenutku u kojem gubici na nekoj pojedinačnoj izloženosti robnom riziku prijeđu unaprijed zadani limit ili u onom trenutku kada ukupni gubici na svim izloženostima robnom riziku prijeđu također unaprijed zadani limit, a u svrhu sprečavanja daljnjih gubitaka. U području upravljanja robnim rizikom kada se radi o velikim tvrtkama koje imaju velik broj svojih podružnica, hedging se može provoditi centralizirano (za cijelo poduzeće - grupu) ili decentralizirano (svaka podružnica za sebe). Budući da tvrtka ne zna unaprijed kako će se kretati pojedine cijene, bilo kakva izloženost unutar portfolija može biti veoma rizična.

Primjer: Primjena hedging strategija: Od prodaje 20.000 MWh električne energije (cijena iznosi 50 EUR/MWh), tvrtka očekuje četveromjesečni priljev od po 1 milijun EUR-a mjesečno od ožujka do lipnja.

a) Tvrtka se odlučuje za hedge and hold strategiju, u ožujku poduzima hedging svoje pozicije koji traje od ožujka do kraja lipnja:

$$20.000 \text{ MWh} \times 52 \text{ EUR/MWh} = 1.040.000 \text{ EUR-a}$$

$$4 \times 1.040.000 \text{ EUR} = 4.160.000 \text{ EUR-a}$$

b) Tvrtka se, očekujući rast cijene električne energije u travnju, odlučuje za modificiranu hedge and hold strategiju, u travnju poduzima hedging svoje pozicije po cijeni od 45 EUR/MWh koji fiksira do kraja lipnja:

$$1.040.000 + 3 \times (20.000 \times 45) = 1.040.000 + 2.700.000 = 3.740.000 \text{ EUR-a}$$

Zbog pogrešnog očekivanja kretanja valutnih tečajeva i poduzimanja nepotpunog hedginga tvrtka je ostvarila gubitak od  $(4.160.000 - 3.740.000) = 420.000 \text{ EUR-a}$

c) Očekujući volatilno kretanje cijene električne energije te očekujući njen skori rast, tvrtka se odlučuje za agresivnu strategiju. Odlučuje prema ožujskoj spot cijeni osigurati samo mjesec svibanj kada očekuje pad cijena, a u travnju i lipnju očekuje rast dolara, te ne poduzima hedging kako bi ostvarila što veći profit.

$$20.000 \times 52 + 20.000 \times 45 + 20.000 \times 52 + 20.000 \times 50 = \\ = 1.040.000 + 900.000 + 1.040.000 + 1.000.000 = 3.980.000 \text{ EUR-a}$$

Zbog pogrešnog očekivanja kretanja valutnih tečajeva i poduzimanja agresivne strategije banka je ostvarila gubitak od  $(4.160.000 - 3.980.000) = 180.000$  EUR-a.

d) Tvrtka se odlučuje za primjenu strategije toleriranog efekta, tako da poduzme hedging svojih pozicija pri nastanku gubitka većeg od 90.000 EUR-a. Strategije započinje tako da se ne poduzima nikakav hedging u ožujku, a ostvarena dobit iznosi:

$$20.000 \times 52 = 1.040.000 \text{ EUR-a}$$

U travnju spot cijena pada na 45 EUR/MWh, ostvarena dobit iznosi:

$$20.000 \times 45 = 900.000 \text{ EUR-a}$$

Došlo je do gubitka od 100.000 EUR-a, tvrtka odlučuje poduzeti hedging za preostala dva mjeseca (svibanj i lipanj) po spot cijeni u travnju koji iznosi 45 EUR/MWh, dobit za svibanj i lipanj iznosi:

$$2 \times 20.000 \times 45 = 1.800.000 \text{ EUR-a}$$

Primjenom strategije toleriranog efekta tvrtka je ostvarila dobit u iznosu:

$$1.040.000 + 900.000 + 1.800.000 = 3.740.000 \text{ EUR-a}$$

Ostvareni gubitak iznosi 420.000 EUR-a.

Tvrtka može bolje kontrolirati svoju izloženost ukoliko odluči koristiti hedging na dva osnovna načina:

- bilančnim hedgingom i
- izvanbilančnim hedgingom.

*Bilančni hedging* označava provođenje promjena unutar bilančne imovine i obveza kako bi tvrtka zaštitila dobit od robnog rizika.

*Izvanbilančni hedging* ne uključuje promjene unutar bilance nego znači trgovanje s derivatima kao što su forward ugovori, futures ugovori, opcije, swapovi i sl. kako bi se postigla zaštita od robnog rizika.

### **5.1. Forward (terminski) ugovor**

Forward ugovor je ugovor između dva poslovna subjekta o razmjeni određene robe za unaprijed određeni iznos na neki budući datum. Jedinična cijena, rok isporuke i količina robe kod forward ugovora određuju se unaprijed, pri zaključivanju ugovora. Svaka tvrtka može, kako bi se zaštitila od robnog rizika, umjesto bilančnog hedginga provesti izvanbilančni hedging korištenjem forward ugovora što je u praksi često puta mnogo jeftinije rješenje. Forward ugovori se koriste za fiksiranje cijene roba za buduću transakciju čime se eliminira robna izloženost. Uloga forward ugovora je uklanjanje nesigurnosti u vezi buduće cijene određene robe tijekom investicijskog razdoblja. Sklapanje forward ugovora ne pojavljuje se u bilanci tvrtke, već se vodi u izvanbilančnoj evidenciji, što je često prednost nad klasičnim, bilančnim hedgingom. Npr. u tromjesečnom forward ugovoru za isporuku robe kupac i prodavatelj se dogovaraju za cijenu i količinu danas ( $t = 0$ ), ali stvarna isporuka se dešava tek za 3 mjeseca. Ako je ugovorena forward cijena u trenutku  $t = 0$ , 7 milijuna HRK za 10.000 barela nafte, za 3 mjeseca će prodavatelj isporučiti 7 milijuna HRK i za to od kupca primiti 10.000 barela nafte. To je cijena koju kupac mora platiti i prodavatelj prihvatiti bez obzira što se dogodi sa spot cijenom nafte unutar 3 mjeseca između sklapanja ugovora i isporuke deviza.

Kreditni rizik (rizik neplaćanja) je puno značajniji za forward ugovore nego futures ugovore. Forward ugovori predstavljaju nestandardizirane bilateralne ugovore između dvije strane, npr. dvije banke, i sva plaćanja se trebaju izvršiti u jednom budućem trenutku (pri dospijanju). Predstavljaju OTC ugovore bez ikakvih garancija ukoliko jedna strana odluči neisplatiti određeni iznos. Upravljanje robnim rizikom pomoću forward ugovora je značajno, prije svega za veća poduzeća, i to iz sljedećih razloga:

- s cijenama roba može se u terminskim poslovima barem djelomično pogađati, a posebice onda kada je poduzeće dovoljno snažno da utječe na odluke druge ugovorne strane,
- međunarodni bankarski sustav "otvoren je" 24 sata na dan i sedam dana u tjednu tako da poduzeća mogu poslovati na tržištu terminskih poslova kad god žele,
- tržište terminskih poslova ne postavlja ograničenja što se tiče visine svote i vrste valute



Primjer forward ugovora:

Tvrtka ima obvezu za 3 mjeseca platiti 10.000 barela nafte čija je trenutna cijena 100 US\$/bbl. Da bi tvrtka izvršila svoju obvezu, ona sagledava tri moguće opcije:

- 1) Čekati tri mjeseca i onda platiti naftu. Nedostatak ove opcije jeste da se cijena nafte može promijeniti u sljedeća tri mjeseca tako da je transakcija neprofitabilna. To znači da nema garancije da će sadašnja (spot) cijena biti jednaka i za tri mjeseca. Ako cijena nafte poraste, tvrtka bi bila na gubitku. U suprotnom, ako bi cijena nafte pala, tvrtka bi ostvarila dobitak. Zbog mogućih nepovoljnih promjena cijene, uvoznik neće prihvatiti strategiju čekanja tri mjeseca kako bi platio naftu.
- 2) Kupiti 10.000 barela nafte sada i držati ih tri mjeseca te je tada prodati. Ova alternativa ima prednost jer tvrtka zna točno koliko je novaca potrebno za kupnju nafte. Ali, uvoznik je u ovom slučaju suočen s novim problemom nabave nafte, skladištenjem i prodajom nafte te imobilizacijom financijskih sredstava potrebnih u svakodnevnom poslu.
- 3) Korištenje forward ugovora.
  - Dana 01.01. cijena iznosi 100 US\$/bbl. U sljedeća tri mjeseca cijena nafte može porasti i time povećati troškove tvrtke. Tvrtka se može zaštititi od rizika porasta cijene nafte tako da će ugovoriti s bankom forward ugovor na 90 dana, po cijeni od 101 US\$/bbl.
  - Budući da poduzeću nije potrebna nafta već isključivo zaštita od porasta njezine cijene temeljem forward ugovora, banka će poduzeću po dospijeću ugovora, tj. 01.03. isplatiti pozitivnu razliku između stvarne tržišne cijene (ukoliko je ona porasla) i ugovorenih 101 US\$/bbl. Na taj će se način kompenzirati povećana cijena koju tvrtka mora platiti svom dobavljaču. U slučaju pada cijene nafte tvrtka bi izgubila po forward ugovoru tj. morala bi platiti negativnu razliku banci s kojom je ušla u forward, ali bi taj gubitak bio neutraliziran nižom cijenom koju bi za naftu tvrtka mora platiti dobavljaču.

Forward ugovor nije opcijski ugovor. Obje ugovorne strane moraju biti spremne na ugovorene stavke, za razliku od opcijskog ugovora u kojem jedna strana (kupac) ima mogućnost da pusti ugovor da istekne bez njegova izvršenja. Banka, kao prodavatelj forward ugovora, mora isporučiti naftu (u stvarnosti platiti razliku u cijeni), a tvrtka je mora kupiti po unaprijed ugovorenoj (terminskoj) cijeni, neovisno o spot cijeni koja će vrijediti na dan izvršenja ugovora.

## 5.2. Futures ugovori (ročnice)

Futures ugovori predstavljaju standardizirane sporazume odnosno ugovore između kupca i prodavatelja o kupnji ili prodaji standardne količine nekog detaljno opisanog osnovnog instrumenta, standardne kvalitete, na standardizirani dan u budućnosti po cijeni dogovorenoj u sadašnjosti. Ugovor predstavlja obvezu koja prodavatelju nalaže izvršenje isporuke, a kupcu obvezu prihvata unaprijed dogovorene robe na točno određeni dan u budućnosti. U svakom futures ugovoru specificiraju se tip robe, tip ili vrsta vrijednosnog papira i sl., zatim cijena i rok isporuke, te ime specijaliziranog obračunskog zavoda za izvršenje takvog ugovora, odnosno za njegovo poravnanje.

Obilježja futures ugovora:

- standardiziranost
  - sadržaj ugovora koji je jednak za svakog korisnika
  - količine robe
  - datum obračuna
- trgovanje na terminskoj burzi
- ograničenje promjena cijena
- zahtjev za pologom
- nizak postotak zatvaranja ugovora

Futures ugovori su veoma slični forward ugovorima, razlika se nalazi u određivanju cijene roba za isporuku te u podmirivanju međusobnih obveza. Kod forward ugovora cijena je fiksirana tijekom cjelokupnog trajanja ugovora (kroz tri mjeseca 100 US\$/bbl). Kod futures ugovora obavlja se svakodnevno tržišno vrednovanje nafte ili neke druge robe u pitanju. tj. dolazi do dnevnih gotovinskih podmirenja između kupca i prodavatelja ovisno o promjenama cijene futures ugovora na tržištu.

Futures ugovorima se trguje po različitim obračunskim datumima. Postoje standardni obračunski datumi u ožujku, lipnju, rujnu i prosincu. Obračunski datum je treća srijeda u mjesecu. Ugovorena cijena predstavlja cijenu po kojoj se futures kupuje ili prodaje. Cijena po kojoj se trguje s futuresima se stalno mijenja do datuma obračuna. Svaki se dan futures ugovor prilagođuje tržištu u smislu da se vrednuje prema cijeni nakon zatvaranja tržišta. Kretanje cijena utječe na kupca i prodavatelja na suprotne načine. Svaki dan postoji dobitnik i gubitnik, što ovisi o smjeru kretanja cijene. Gubitnik mora nadoknaditi manjak u razlici cijena, dok pobjednik može podići višak u razlici. Dobici i gubici po futures ugovorima isplaćuju se svakodnevno na kraju dnevnog trgovanja. Burza određuje obračunsku cijenu koncem svakog trgujućeg dana po svakom futures ugovoru koja odražava trgujuće cijene prema kraju dnevnog trgovanja. Ova cijena se tada koristi za proces poznat kao "tržišno vrednovanje" (marking-to-market) putem kojeg se dnevni

gubitak ili dobitak po futures poziciji evidentira na svakom graničnom (margin) računu.

Kako izgleda dnevni obračun futures pozicija najbolje se može ilustrirati primjerom:

U utorak ujutro investitor kupuje future ugovor koji obvezuje na kupnju benzina koji dopijeva u četvrtak navečer. Ugovorena cijena iznosi 180 US\$/bbl, a standardizirana veličina ugovora 1.000 bbl. Do zatvaranja dnevnog trgovanja u utorak navečer cijena futuresa je porasla na 194 US\$.

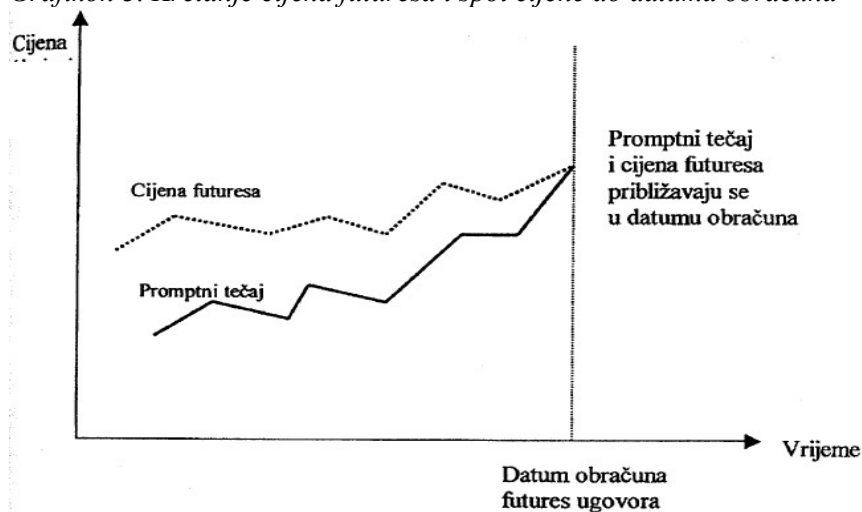
Tijekom dnevne trgovine dogodile su se tri situacije:

- 1) investitor je ostvario dobitak u iznosu od 14.000 US\$ ( $1.000 \times 14$ )
- 2) postojeći futures ugovor po cijeni od 180 US\$ je otkazan
- 3) investitor prima novi futures ugovor po cijeni od 194 US\$

U srijedu po zatvaranju trgovanja cijena futuresa je iznosila 187 US\$. Investitor mora isplatiti gubitak od 7.000 US\$ ( $1.000 \times 7$ ) drugoj strani u ugovoru i izmijeniti stari ugovor za novi čija je cijena 187 US\$.

U četvrtak do zatvaranja dnevnog trgovanja cijena futuresa je pala na 180 US\$ i ugovor je dospio, odnosno ugovor se zatvara. Investitor ostvaruje novi gubitak i isplaćuje 7.000 US\$ drugoj strani u ugovoru i prima 1.000 bbl benzina koje plaća po cijeni od 180 US\$.

*Grafikon 3. Kretanje cijena futuresa i spot cijene do datuma obračuna*



Izvor: Preuzeto iz Rice, Coyle, 1992, 39

Informacije o cijenama futures ugovora sadržane su u financijskom tisku, gdje su izloženi detalji o trgovini prethodnog dana. Futures ugovore

karakterizira nizak postotak zatvaranja ugovora. Vrlo malo ugovora uključuje stvarnu isplatu po dospijeću. Umjesto toga, kupci i prodavatelji u ugovoru nezavisno odabiru neutralizirajuće položaje kako bi likvidirali ugovor. Prodavatelj poništava taj ugovor kupujući drugi ugovor; kupac prodajući opet neki treći ugovor.

Robni futuresi su slični forward (terminskim) ugovorima, jer su oba ugovora o budućoj kupnji ili prodaji robe. Ipak, postoje važne razlike koje uglavnom proizlaze iz prirode burzovno trgujućih futuresa. Forward ugovori razlikuju se od futures ugovora u nekoliko bitnih obilježja koji su predstavljeni u tablici 28.

Tablica 28. Osnovne razlike između forward i futures ugovora

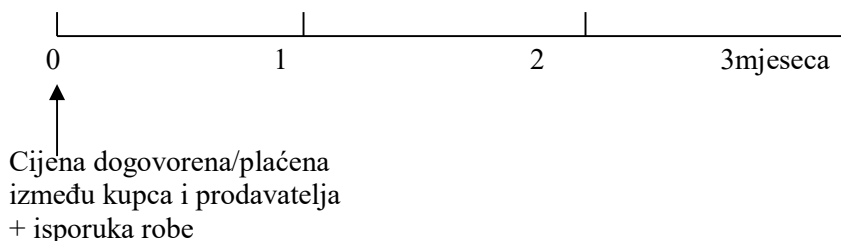
<b>OPIS</b>	<b>OBILJEŽJA FUTURES UGOVORA</b>	<b>OBILJEŽJA FORWARD (TERMINSKIH) UGOVORA</b>
TRGOVINA	Trgovanje na burzi	Trgovanje direktnim pregovorima, najčešće telefonom ili telefaksom
OBRAČUN	Obračun se vrši dnevno: dobiti se mogu podići, a gubici se moraju isplatiti dnevno	Obračun se vrši onog datuma koji je dogovoren od strana koje su zaključile ugovor
NAČIN SKLAPANJA UGOVORA	Kupnja i prodaja posredstvom brokera za čiju se uslugu plaća provizija	Ugovara se direktno između banke i poduzeća
VELIČINA UGOVORA	Mogu se razmjenjivati samo određene robe i to u količini koja je standardizirana	Bilo koji iznos bilo koje robe može biti sredstvo razmjene između kupca i prodavatelja
DATUMI OBRAČUNA	Standardizirani datumi obračuna	Datumi obračuna ugovaraju se između kupca i prodavatelja i različiti su za svaki ugovor
POLOG	Da bi prodavao ili kupovao futures ugovore, sudionik na tržištu mora položiti polog	Banke ne zahtijevaju polog prilikom zaključivanja terminskog ugovora
UČESTALOST ISPLATE PO DOSPIJEĆU	Samo nekolicina ugovora uključuje stvarnu isplatu po dospijeću glavnice	Većina terminskih ugovora rezultira isporukom robe
TROŠAK UGOVORA	Uključuje proviziju za usluge brokera	Troškovi se baziraju na razlici između ponude i potražnje
KREDITNI RIZIK		Pojavljuje se za sve strane u ugovoru. Kreditna ograničenja moraju biti dogovorena zasebno za svakog subjekta u ugovoru

Izvor: Shapiro, 1991, 115

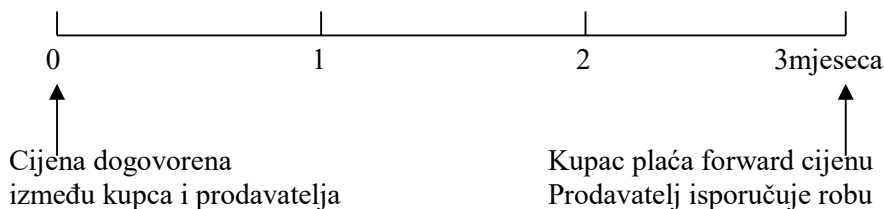
Razlika između spot, forward i futures tržišta prikazana je na sljedećem grafikonu.

Grafikon 3. Razlika između spot, forward i futures tržišta

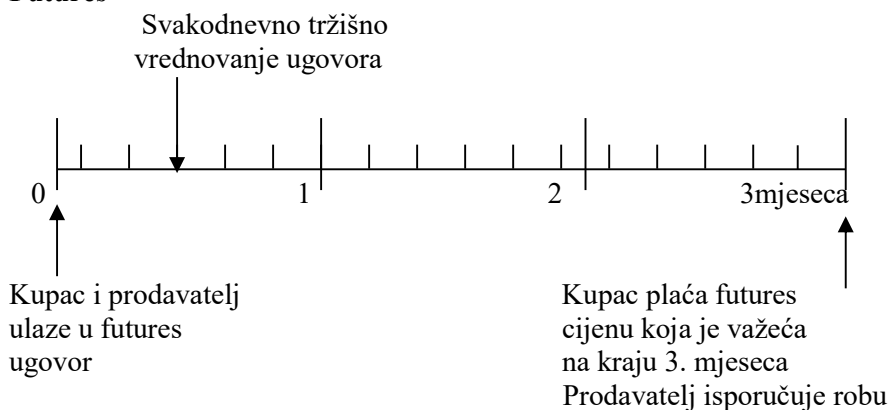
### Spot



### Forward



### Futures



Izvor: Autori

Manja veličina futures ugovora i sloboda da se ugovor zaključi u bilo koje vrijeme prije njegova dospijea na dobro organiziranom tržištu futuresima jeste ono što razlikuje futures ugovore od forward ugovora. S druge strane, ograničen broj roba kojima se trguje kao i rokova dospijea i ugovorenih količina roba koje moraju biti isporučene glavni su nedostaci futures ugovora za mnoge komercijalne korisnike.

Prednosti korištenja futuresa u izbjegavanju robne izloženosti:

- ne iziskuje korištenje kredita,
- mogućnost zarade u slučaju povoljnog kretanja cijene robe,
- pozicija može biti "razvezana" u svakom trenutku zbog velikog i likvidnog tržišta što daje poduzeću vremensku fleksibilnost da može uskladiti zahtjeve za izbjegavanje rizika prema izloženosti.

Nedostaci korištenja futuresa u izbjegavanju robne izloženosti:

- provizija koja se plaća brokeru,
- zahtjev za pologom,
- dostupni isključivo u standardnim veličinama i za točno određene datume obračuna,
- administracija i kontrola,
- može se upravljati izloženošću samo za razdoblja do 12 mjeseci

Primjer: Naftna tvrtka ima dugu poziciju u nafti pa je suočena s rizikom da će tijekom vremena isplate investicijskog kredita cijena nafte pasti tako da prihod od njene prodaje neće moći pokriti troškove izvora sredstava. Umjesto bilančnog hedginga ili hedginga sa forward ugovorima tvrtka se može zaštititi od robnog rizika koristeći futures ugovore.

Tvrtka želi osigurati cijenu nafte od pada i time svoju rentabilnost. Godišnja proizvodnja iznosi 800.000 bbl.

Tvrtka želi započeti hedging svoje duge pozicije u nafti 25. rujna. Na taj dan na tržištu se nude dva futures ugovora na naftu. Futures ugovor koji ističe u prosincu te godine i futures ugovor koji ističe u ožujku sljedeće godine. Na tržištu se na taj dan ne nudi futures ugovor koji bi zaštitio tvrtku tijekom jednogodišnjeg razdoblja. Najduži dostupni futures ugovor dopijeva za malo više od 5 mjeseci (ožujak sljedeće godine). Tvrtka se može poslužiti futures ugovorima za hedging samo ako prevale hedge na nove futures ugovore kada oni trenutno dostupni dopiju. Ovakvi postupci rezultiraju transakcijskim troškovima i nesigurnošću u vezi budućih cijena futures ugovora. Tvrtke koje žele na duži rok postaviti hedging na neku svoju poziciju preferiraju forward ugovore ili swapove nad futures ugovorima.

Važno je znati koji broj futures ugovora treba kupiti ili prodati kako bi se postigao željeni učinak. Treba prodati onoliku količinu futures ugovora koja rezultira dovoljnim profitom po futures ugovorima kako bi se neutraliziralo gubitke zbog negativnih razlika pri padu cijene nafte.

Postoje dvije različite okolnosti na koje treba pripaziti kod izračuna potrebnih futures ugovora za hedging:

- 1) Očekuje se da će se futures cijene nafte mijenjati na isti način kao i spot cijene nafte tijekom godine. Futures i spot promjene cijena su savršeno korelirane.

- 2) Futures i spot cijene, iako se očekuje da se kreću u istom smjeru, nisu savršeno korelirane, postoji bazni rizik.

Primjer savršene korelacije između futures i spot cijena:  
25. rujna, na tržištu su formirane cijene:

$S_t$  = Spot cijena: 70 US\$/bbl

$f_t$  = futures cijena za 3-mjesečni ugovor: 75 US\$/bbl

Tvrtka u aktivni ima 800.000 bbl i želi se u potpunosti osigurati (full hedge) od pada cijene nafte. Predviđanja su da će za 1 godinu cijene biti:

$S_{t+1}$  = 67 US\$/bbl

$f_{t+1}$  = 72 US\$/bbl

Za godinu dana;  $\Delta S_t = -3$  US\$

$$\Delta f_t = -3 \text{ US\$}$$

Za tvrtku koja vjeruje u ovu prognozu pada cijene nafte ispravna strategija potpunog hedga bila bi osiguranje svih 800.000 bbl (56.000.000 US\$) prodajom (zauzimanjem kratke pozicije) futures ugovora na naftu. Standardna veličina pojedinog futures ugovora za naftu iznosi 1.000 bbl te zato treba prodati:

$$N_f = \frac{800.000 \text{ bbl}}{1.000 \text{ bbl}} = \frac{\text{Veličina duge pozicije}}{\text{Veličina futures ugovora}} = 800 \text{ ugovora}$$

Ukoliko dođe do pada cijene nafte, gubitak po dugoj poziciji u nafti iznosio bi:

(Pozicija) x  $\Delta S_t$

$$(800.000 \text{ bbl}) \times (70 \text{ US\$/bbl} - 67 \text{ US\$/bbl}) = 2,4 \text{ milijuna US\$}$$

Vrijednost godišnje proizvodnje tvrtke bila bi za 2,4 milijuna US\$ niža ukoliko bi došlo do pada cijene nafte na spot tržištu s 70 US\$/bbl na 67 US\$/bbl. Dobitak po futures ugovorima iznosio bi:

$(N_f \times 1.000 \text{ bbl}) \times \Delta f_t$

$$(800 \times 1.000 \text{ bbl}) \times (75 \text{ US\$/bbl} - 72 \text{ US\$/bbl}) = 2,4 \text{ milijuna US\$}$$

Prodajom 800 futures ugovora od kojih svaki ima protuvrijednost od 1.000 bbl, prodavatelj bi zaradio 2,4 milijuna US\$ kako futures cijena nafte pada s 75 US\$/bbl na 72 US\$/bbl. Cash flow od 2,4 milijuna US\$ rezultira svakodnevnim tržišnim vrednovanjem futures ugovora. Kako cijena futures ugovora pada zbog dnevnog vrednovanja ugovora, kupac futures ugovora za naftu mora platiti manje. Prodavatelja se mora kompenzirati za razliku



između originalne cijene ugovora i nove niže tržišne cijene ugovora s maržnog računa kupca. Tijekom godine kupac kompenzira prodavatelju 3 US\$ po kupljenom barelu, tj kako futures cijena pada sa 70 US\$/bbl na 67 US\$/bbl, 3 US\$ x broj kupljenih futures ugovora (800) x veličina futures ugovora u barelima (1.000). Prednost poduzimanja hedginga putem futures ugovora sastoji se i u tome što prihod od 2,4 milijuna US\$ ne dopijeva na kraju godine nego je rezultat svakodnevnog tržišnog vrednovanja ugovora. Prihode od svakodnevnog vrednovanja tvrtka može uložiti tijekom godine te ostvarivati dodatan prihod tako da ukupan iznos prihoda na kraju godine iznosi više od 2,4 milijuna US\$. Zbog ove činjenice tvrtka može smanjiti broj prodanih futures ugovora kako bi postigla jednaku zaštitu. Za koliki iznos može smanjiti broj prodanih futures ugovora, ovisi o dinamici pristizanja novaca od futures pozicije kao i o investicijskim prilikama na tržištu te kamatnim stopama. Jednostavan način izračuna je diskontiranje broja ugovora potrebnih za hedge s kratkoročnom referentnom kamatnom stopom.

Primjer nesavršene korelacije između futures i spot cijena (bazni rizik):  
 Tvrtka ne vjeruje da će spot cijena nafte i cijena futures ugovora na naftu pasti za isti iznos. Na dan 25. rujna na tržištu su formirane cijene:

$S_t$  = Spot cijena: 90 US\$/bbl

$f_t$  = futures cijena za 3-mjesečni ugovor: 80 US\$/bbl

Predviđanja su da će za jednu godinu cijene nafte biti:

$S_{t+1}$  = 82 US\$/bbl

$f_{t+1}$  = 76 US\$/bbl

Za godinu dana;  $\Delta S_t = - 8$  US\$

$\Delta f_t = - 4$  US\$

Očekuje se da će cijena futures ugovora na naftu pasti manje nego spot cijena. Do pojave baznog rizika dolazi iz razloga što se spot i futures ugovorima trguje na različitim tržištima s različitim ponudom i potražnjom. Iako su spot cijene i cijene futures ugovora visoko korelirane, često korelacija iznosi manje od jedan, odnosno manje od savršene korelacije.

Ukoliko bi tvrtka ignorirala činjenicu da spot cijena nafte pada brže od cijena futures ugovora te nastavila sa hedgingom prodajući 800 futures ugovora, zabilježila bi značajan gubitak na kraju godine.

Gubitak po poziciji u nafti: očekivani pad u spot cijeni za 8 US\$.

Pozicija u nafti x  $\Delta S_t$

800.000 bbl x (90 US\$/bbl – 82 US\$/bbl) = -6.400.000 US\$

Dobitak od zauzete pozicije u futures ugovorima: očekivani pad u forward cijeni nafte za 4 US\$.

$$(N_f \times 1.000 \text{ bbl}) \times \Delta f_t \\ (800 \times 1.000 \text{ bbl}) \times (80 \text{ US\$/bbl} - 76 \text{ US\$/bbl}) = 3.200.000 \text{ US\$}$$

Tvrtka bi pretrpjela neto gubitak od:

$$\text{Neto gubitak} = \underset{\text{poziciji}}{\text{Gubitak po spot}} - \underset{\text{poziciji}}{\text{Dobitak po futures}}$$

$$\text{Neto gubitak} = 6.400.000 \text{ US\$} - 3.200.000 \text{ US\$} = 3.200.000 \text{ US\$}$$

Ovaj gubitak bi izravno smanjio profite tvrtke u tekućoj godini. Kako bi se u potpunosti zaštitila od pada cijene nafte, tvrtka mora uzeti u obzir nižu osjetljivost spot cijene od cijene futures ugovora te prodati više od 800 futures ugovora. Da bi se dobio broj potrebnih futures ugovora, potrebno je znati koliko je osjetljivija spot cijena od cijene futures ugovora. Omjer promjena spot cijena ( $\Delta S_t$ ) prema promjenama cijena futures ugovora ( $\Delta f_t$ ) označava se sa (h) – hedging omjer.

$$h = \frac{\Delta S_t}{\Delta f_t}$$

$$h = \frac{0,08}{0,04} = 2$$

Spot cijena je za 100% osjetljivija od cijena futures ugovora – za svakih 1% promjene cijene futures ugovora spot cijena će se promijeniti za 2%. Tvrtka se može poslužiti s hedging omjerom (h) za izračunavanje potrebnog broja futures ugovora kako bi osigurala svoju dugu poziciju u nafti u slučaju kada spot i futures cijene nisu savršeno korelirane. Vrijednost hedging omjera (h) od 2 u ovom slučaju označava da za svaki 1 bbl nafte u dugoj poziciji tvrtka treba prodati 2 bbl nafte futures ugovora.

Gubitak zbog duge spot pozicije:

$$800.000 \text{ bbl} \times (90 \text{ US\$/bbl} - 82 \text{ US\$/bbl}) = -6.400.000 \text{ US\$}$$

Dobitak od zauzete pozicije u futures ugovorima: U formulu za izračunavanje broja potrebnih futures ugovora uključuje se hedging omjer (h):

$$N_f = \frac{\text{Veličina duge pozicije}}{\text{Veličina futures ugovora}} \times h$$

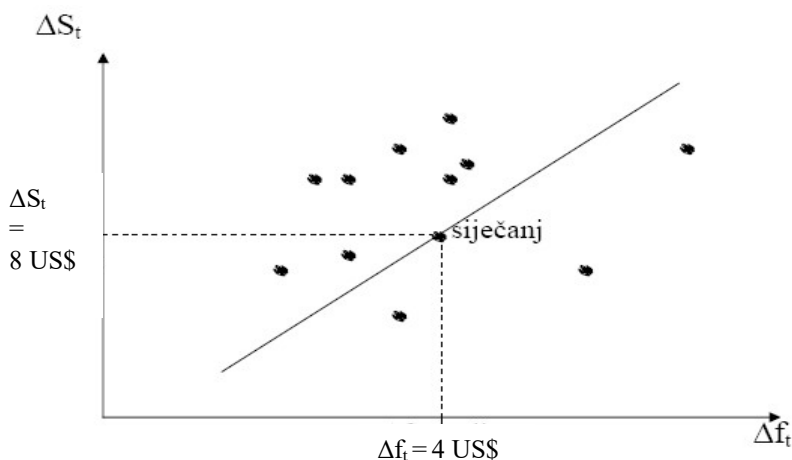
$$N_f = \frac{800.000 \text{ bbl} \times 2}{1.000 \text{ bbl}} = 1.600 \text{ ugovora}$$

Prodaja 1.600 futures ugovora na naftu rezultirala bi prihodom od:

$$(1.600 \times 1.000 \text{ bbl}) \times (80 \text{ US\$/bbl} - 76 \text{ US\$/bbl}) = 6.400.000 \text{ US\$}$$

Uobičajena metoda za izračunavanje (h) je promatranje ponašanja promjena spot cijene ( $\Delta S_t$ ) u odnosu prema promjenama cijena futures ugovora ( $\Delta f_t$ ) u bliskoj prošlosti. Ponašanje promjena u prošlosti služi kao baza za predviđanje vrijednosti (h) u budućnosti. Jedan od načina procjenjivanja odnosa između  $\Delta S_t$  i  $\Delta f_t$  u prošlosti je regresija pomoću metode najmanjih kvadrata (OLS).

*Grafikon 4. Mjesečne promjene spot cijene ( $\Delta S_t$ ) u odnosu prema mjesečnim promjenama cijena futures ugovora ( $\Delta f_t$ ) za naftu tijekom jedne godine*



Izvor: Autori

Prikazane su mjesečne promjene spot cijene ( $\Delta S_t$ ) u odnosu prema mjesečnim promjenama cijena futures ugovora ( $\Delta f_t$ ) za naftu tijekom jedne godine. U siječnju je spot nafte porastao za 8 US\$, a cijene futures za 4 US\$. Spot cijena je bila osjetljivija od cijena futuresa. U nekim mjesecima cijena futuresa porasla je za više od spot cijene što znači da su tada cijene futuresa bile osjetljivije. Regresija pomoću OLS metode crta liniju koja je najbolje prilagođena mjesečnim opažanjima tako da je zbroj kvadratnih devijacija između opaženih vrijednosti  $\Delta S_t$  i njenih predviđenih vrijednosti minimalan. Linija najbolje prilagodbe daje točku sjecanja  $\alpha$  i koeficijent naglona  $\beta$ :

$$\Delta S_t = \alpha + (\beta \times \Delta f_t) + u_t$$

$u_t$  – rezidual (razlika između stvarne vrijednosti  $\Delta S_t$  i predviđene vrijednosti)

Koeficijent nagiba  $\beta$  regresijske jednadžbe jest:

$$\beta = \frac{\text{Cov}(\Delta S_t, \Delta f_t)}{\text{Var}(\Delta f_t)}$$

Beta ( $\beta$ ) je jednaka kovarijanci između promjena u spot cijenama i promjena u budućim cijenama podijeljeno s varijancom promjena u budućim cijenama. Ukoliko bi se  $\Delta S_t$  i  $\Delta f_t$  kretali savršeno skladno, bilo bi:

$$\text{Cov}(\Delta S_t, \Delta f_t) = \text{Var}(\Delta f_t) \quad \text{tj.} \quad \beta = 1$$

Ukoliko su spot promjene cijena veće od promjena budućih cijena, tada je:

$$\text{Cov}(\Delta S_t, \Delta f_t) > \text{Var}(\Delta f_t) \quad \text{tj.} \quad \beta > 1$$

Ukoliko su spot promjene cijena manje od promjena budućih cijena, tada je:

$$\text{Cov}(\Delta S_t, \Delta f_t) < \text{Var}(\Delta f_t) \quad \text{tj.} \quad \beta < 1$$

Za vrijednost nagiba regresijske linije  $\beta$  može se koristiti hedging omjer ( $h$ ) koji minimalizira rizik portfolija spot imovine i futures ugovora.

### 5.3. Opcije

Forward i futures ugovori mogu zaštititi korisnika od robnog rizika, ali imaju i neke nedostatke: osim što štite od gubitaka uzrokovanih nepovoljnim kretanjem cijene energenata, eliminiraju mogućnost dobitka koja proizlazi iz povoljnog kretanja cijena. Valutne opcije omogućuju pokrivanje rizika uz značajnu mogućnost za dobit. Opcija daje vlasniku pravo, ali ne obvezu, da kupi od izdavatelja opcije ili proda izdavatelju opcije na određenu količinu energenta po unaprijed određenom tečaju. Osoba koja je dobila to pravo te sukladno tome treba donijeti određene odluke, smatra se kupcem opcije, jer mora za to pravo platiti. Izdavatelj opcije je osoba koja je to pravo prodala te ima obvezu izvršenja. Najpoznatije burze za trgovinu derivatima na energente, uključujući i opcije na energente su:

- Afrika:
  - Africa Mercantile Exchange (AfMX), Nairobi, Kenija
- Amerika:
  - Intercontinental Exchange (ICE), Atlanta, SAD,
  - New York Mercantile Exchange NYMEX (Chicago Mercantile Exchange(CME) grupa), New York, SAD
  - U.S. Futures Exchange (USFE), Chicago, SAD
- Azija:
  - Central Japan Commodity Exchange, Nagoya, Japan
  - Tokyo Commodity Exchange (TOCOM), Tokio, Japan
  - Dalian Commodity Exchange (DCE), Dalian, Kina
  - Iranian oil bourse (IOB), otok Kish, Iran
  - Indian Commodity Exchange Limited (ICEX), Indija
  - Multi Commodity Exchange (MCX), Indija
  - Singapore Mercantile Exchange (SMX), Singapur
  - Dubai Mercantile Exchange (DME), Dubai
- Europa:
  - APX-ENDEX, Amsterdam, Nizozemska
  - Energy Exchange Austria (EXAA), Beč, Austrija
  - European Energy Exchange (EEX), Leipzig, Njemačka
- Oceanija:
  - Australian Securities Exchange (ASX), Sydney, Australija

Vlasnik opcije ima pravo kupovati ili prodavati robu izdavatelju opcije tijekom trajanja ugovora (američka opcija) ili na točno određen datum (europska opcija). Ukoliko se ne realizira, opcija ističe. Jedan od razloga uspješnog trgovanja opcijama jeste činjenica da se radi o standardiziranim ugovorima koji imaju definirane fiksne veličine, rokove trajanja opcija te izvršne cijene po kojima se trguje. Opcije nisu obligacijski vrijednosni papiri, jer nije uvjetovano njihovo izvršenje, ne radi se o obvezi za izvršenje neke akcije, već samo o mogućnosti akcije za njihova vlasnika. Ukoliko vlasnik opcije smatra da će profitirati izvršenjem opcije, on će je iskoristiti i u tom slučaju ona predstavlja obligaciju za njezina izdavatelja. U protivnom opcija će ostati neiskorištena i njezin vlasnik će biti u gubitku za cijenu odnosno premiju koju je za nju platio. Vlasnik opcije u mogućnosti je i prodati opciju prije roka dospijeca, ako procijeni da se cijena predmetne imovine u budućnosti neće kretati u željenom pravcu. Opcije sastavljaju investitori na tržištu kapitala, a ne emitirajuće kompanije pri čemu sastavljač može, ali i ne mora posjedovati dionice za koje je izdao tu opciju. Opcije su zanimljive za investitore koji žele profitirati ako se dionice, burza

ili određene vrijednosnice kreću u prognoziranom pravcu, ali koji žele i ograničen gubitak ukoliko su pogrešno prognozirali.

Postoje dva osnovna tipa opcija:

*Call opcija* – predstavlja pravo na kupovinu - daje vlasniku opcije pravo, bez obveze, da kupi od izdavatelja opcije određenu količinu robe nekog budućeg datuma po unaprijed dogovorenoj cijeni.

*Put opcija* - predstavlja pravo na prodaju - daje vlasniku opcije pravo, bez obveze, da proda izdavatelju opcije određenu količinu robe nekog budućeg datuma po unaprijed dogovorenoj cijeni.

Iz ova dva osnovna tipa opcija razvijene su mnogobrojne vrste opcija među kojima su:

- Granična (barrier) opcija - predstavlja svaku opciju s glavnom karakteristikom da cijena vrijednosnice na koju je izdana mora doseći određenu razinu koja služi kao okidač bez obzira da li ju je tada moguće izvršiti.
- Limitirana (capped) opcija - predstavlja tip opcije koja će automatski biti izvršena prije njenog dana dospijeaća ukoliko cijena vrijednosnice (ili robe, indeksa) na kojoj je temeljena opcija u nekom trenutku postigne određenu razinu koja služi kao okidač. Dakle u samu opciju već je ugrađen unaprijed određeni maksimalni iznos profita. Poput europske opcije može se izvršiti i na dan dospijeaća, ukoliko nije postigla kritičnu cijenu.
- Bermudska opcija - predstavlja tip opcije koja može biti izvršena samo na nekoliko a priori točno utvrđenih datuma do isteka roka dospijeaća. Naziva se bermudskim tipom iz razloga što se Bermudsko otočje nalazi na točno pola puta između Amerike i Europe.
- Kanarska opcija - predstavlja tip opcije čiji se način izvršenja nalazi između europske i bermudske opcije. Imatelj opcije može izvršiti opciju na kvartalne datume, ali ne prije nego što je proteklo određeno vremensko razdoblje (najčešće godina dana). Naziva se kanarskom iz razloga što se Kanarsko otočje nalazi između Europe i Bermudskog otočja.
- Azijska opcija - predstavlja tip opcije kod koje isplata nije određena cijenom vrijednosnice na koju je izdana pri njenom dospijeaću, nego prosječnom vrijednošću te vrijednosnice tijekom određenog razdoblja. Azijske opcije su razvijene na azijskim tržištima kapitala kako bi se spriječili trgovci opcijama da manipuliraju cijenama na izvršne datume.
- Zamjenska (exchange) opcija - predstavlja tip opcije koja daje pravo da se jedna vrsta imovine zamjeni za drugu, npr. korporativna obveznice za futures ugovore na plin.

Važna obilježja opcija su mogućnost odabira između alternativa, vremenskog ograničenja i cijena opcije ili premija. Svi elementi opcijskog ugovora su standardizirani i fiksirani, osim premije kao jedinog elementa slobodne pogodbe. Premija je cijena koju kupac opcije plaća prodavatelju kao naknadu za ustupanje prava koja proizlaze iz posjedovanja opcije. Pri tome se navedena prava odnose na pravo kupnje ili prodaje predmeta opcije u određenom roku po unaprijed specificiranoj cijeni koja se naziva izvršna ili bazna cijena. Vremensko ograničenje određeno je datumom isteka opcije. To je zadnji dan kada kupac opcije ima pravo iskoristiti svoje pravo iz opcije. U slučaju da su predmetom opcija obične dionice, opcijski ugovori u pravilu će biti zaštićeni od dijeljenja dionica kao i od dividendi isplaćenih u dionicama koje su više od 10%. Suprotno od dividendi isplaćenih u dionicama, dividende isplaćene u novcu ne utječu na uvjete opcijskog ugovora. Kako isplata novčane dividende smanjuje prodajnu cijenu dionice, a ne dolazi do prilagođavanja opcijskog ugovora, politika isplate dividende utječe na vrijednost opcije. Uz ostale nepromijenjene uvjete vrijednost call opcije je manja što je isplata dividendi veća, a vrijednost put opcije je veća što je veća isplata dividendi. Budući i jedne i druge utječu na pad cijena dionica, one bi bez prilagodbe imale nepovoljan efekt za kupca opcije, a povoljan za izdavatelja te ih se mora usuglasiti. Tako će zaštitna klauzula protiv dijeljenja dionica ili bilo kakvih bonusnih emisija omogućiti promjenu izvršne cijene proporcionalno izvršenom dijeljenju dionica, a što će se primijeniti i u slučaju okrupnjavanja dionica. Uslijed dijeljenja dionica izvršna cijena dijeli se s faktorom dijeljenja dionica, a broj opcija množi se s tim faktorom. Prije početka trgovanja opcijama potrebno je provjeriti detaljnu specifikaciju konkretnog opcijskog ugovora. Odredbe ugovora nisu iste kod svih roba kao ni kod svih burzi, a česte su i promjene pojedinih ugovornih odredbi.

Opcije su dostupne iz dva izvora: preko šaltera (OTC) i kupljene na burzi. Ukoliko su opcije aranžirane individualno s bankom tada se nazivaju opcije preko šaltera (over-the-counter- OTC). Takve opcije su specificirane prema zahtjevima klijenta u pogledu valuta, iznosa, izvršne cijene i datuma korištenja. Robne opcije kupljene na burzi jesu opcije standardnog tipa za ograničen broj roba, među njima i energenata. Njihova prednost je u lakoj kupnji i preprodaji. Količina robe koja se može kupiti ili prodati je određena u sporazumu o opciji. Kod opcija kojima se prometuje na burzama, taj je iznos standardiziran, odnosno određen od strane burzovnih organa. Na primjer, standardna opcija na naftu uključuje 1.000 barela. Ako tvrtka želi upotrijebiti opciju za kupnju 4.500 barela nafte, mora se odlučiti želi li poduzeti underhedging ili overhedging, tj. želi li kupiti četiri ili pet call opcije na naftu.

Cijena po kojoj se energent može kupiti ili prodati naziva se izvršna cijena. Izvršna cijena je određena u sporazumu o opciji. U trenutku izdavanja opcije izvršna cijena može biti viša, niža ili jednaka tekućoj spot cijeni.

Izvršna cijena može biti:

- at-the-money - jednaka tekućoj spot cijeni,
- in-the-money - povoljnija od tekuće spot cijene,
- out-of-the-money - manje povoljna od tekuće spot cijene.

Opcije se mogu podijeliti prema više kriterija:

- izvršenju opcije, odnosno podjeli prema vremenskom ograničenju,
- predmetu opcije, odnosno vezanoj imovini,
- prema sigurnosti, odnosno pokrivenosti vezanom imovinom,
- prema pravu iz opcije, odnosno zauzetoj investicijskoj poziciji.

Svaka opcija ima rok trajanja, odnosno datum kada će isteći. Obzirom na vremensko ograničenje, odnosno vrijeme kada je moguće izvršiti opciju razlikuju se tri osnovna tipa opcija: američke, europske i capped opcije, te egzotičniji tipovi koji se koriste na OTC tržištu poput bermudske opcije. Američke opcije imaju najveću vrijednost zbog toga što dopuštaju izvršenje opcije u razdoblju do roka dospijea. Opcijske ugovore se može podijeliti prema predmetu opcije odnosno prema vezanoj imovini. Postoje opcijski ugovori napisani na dionice, indekse dionica, devize, energente, metale, poljoprivredna dobra i kamatne terminske ugovore, ali i opcijski ugovori na različite akcije kao što je odustajanje od isporuke ili ugovori o osiguranju. Prema sigurnosti se razlikuju pokrivena (*covered options*) i gola ili nepokrivena opcije (*naked options*). Pokrivena opcije sastavljaju se temeljem stvarnoga udjela vezane imovine u vlasništvu izdatelja opcije, a nepokrivena kada izdatelj opcije nije u posjedu vezane imovine. Nepokrivena opcije predstavljaju špekulaciju visokog rizika stoga što kupac opcije ima pravo na kupnju ili prodaju po fiksnoj cijeni. Prema pravu koje proizlazi iz samog ugovora razlikuju se call i put opcije, odnosno opcije kupnje i prodaje.

### **Call opcije**

Call opcije ili opcije kupnje su vrsta opcijskog ugovora koje kupcu daju pravo, ali ne i obvezu kupnje određene količine robe po unaprijed određenoj izvršnoj cijeni do roka isteka opcije. Ako se ostvare predviđanja kupca i cijena predmetne robe počinje rasti, onda je relativni prirast odnosno dobit ostvarena kupovinom opcije veća nego kod neposrednog ulaganja u tu robu te će kupac opcije zahtijevati izvršenje opcije. Suprotno tome, ukoliko je tržišna cijena robe ispod izvršne cijene, kupac opcije će odustati od svog opcijskog prava, a njegov rizik prilikom takvog ulaganja ograničen je plaćanjem opcijske cijene koja je mnogostruko niža od same cijene robe. Call opcije su profitabilne kada tržišna cijena robe nadmaši cijenu utvrđenu u opciji te se može zaključiti da njihovi kupci špekuliraju na porast cijena robe koja je predmet opcije. Kupac call opcije računa na rast tržišta i naziva se hosist (*bull*). Očekivanja prodavatelja call opcije su



suprotna jer on očekuje da će u budućnosti cijena pasti ili ostati nepromijenjena. Takav investitor se naziva besist (*bear*).

### **Put opcije**

Druga vrsta opcijskog ugovora za robe je put opcija ili prodajna opcija, koja je po svojim karakteristikama zrcalna slika opcije kupnje. Put opcija daje imatelju pravo prodaje određene količine robe po unaprijed dogovorenoj izvršnoj cijeni za određeno razdoblje, tj. na određeni datum. To pravo, ali ne i obvezu prodaje, kupac put opcije stječe u zamjenu za premiju koju plaća prodavatelju. Kupac put opcije očekuje pad cijene određene robe temeljem čega će on kasnije, iako je cijena robe na sekundarnom tržištu pala, ostvariti dobitak prodajom po višoj cijeni. Kupac put opcije po svojim je očekivanjima besist (*bear*) jer špekulira na pad cijena robe kojom trguje. Kako bi uopće došlo do kupoprodaje opcije, očekivanja kupca i prodavatelja put opcije moraju biti suprotna te se prodavatelj put opcije nužno pojavljuje kao hosist (*bull*). Put opcija će se iskoristiti jedino ako je izvršna cijena viša od tržišne cijene osnovnog instrumenta. U slučaju ako tržišna cijena robe padne ispod izvršne cijene put opcija se neće izvršiti, pa će njezin kupac pretrpjeti gubitak u visini plaćene premije odnosno cijene opcije, dok će za njenog sastavljača ona predstavljati dobitak u tom istom iznosu. Kupovina put opcije omogućava ulagačima u energente da i u vrijeme općeg pada cijena energenata realiziraju prihode na temelju termenske prodaje energenata.

Opcijskim se ugovorima trguje na burzama dionica i futures ugovora u svim većim svjetskim financijskim centrima kao i na OTC tržištima. U nekim zemljama postoje i specijalizirane burze samo za trgovinu opcijama, poput CBOE (Chicago Board Option Exchange). Opcije su raspoložive samo za kratkoročne izloženosti do 12 mjeseci po burzovnim opcijama i do 2 godine za opcije preko šaltera (OTC).

U trgovini opcijama sudjeluju četiri grupe ekonomskih subjekata:

1. kupac call opcije – *bull*,
2. prodavatelj call opcije – *bear*,
3. kupac put opcije – *bear*,
4. prodavatelj put opcije – *bull*.

Svakom kupcu call ili put opcije na raspolaganju su tri izbora:

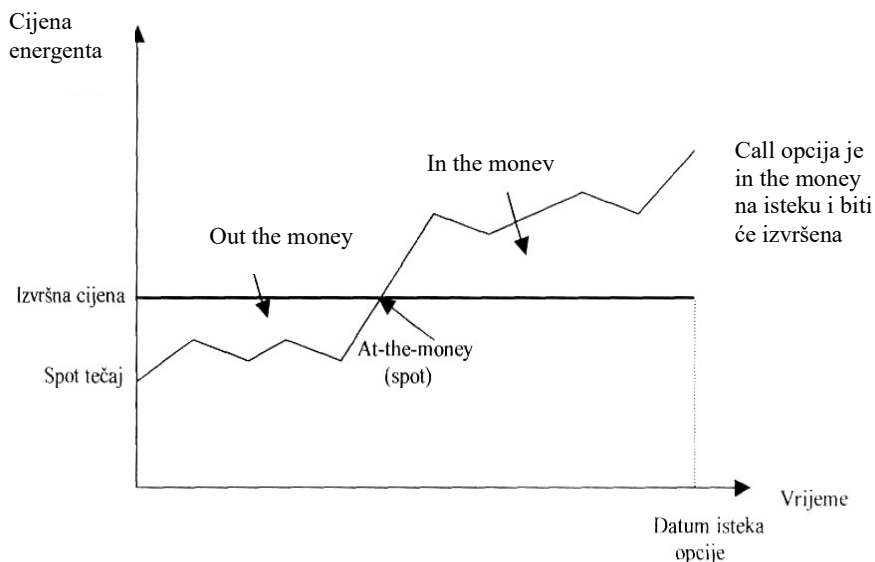
1. Ne iskoristiti opciju: ako cijena predmeta opcije na tržištu krene suprotno od predviđanja, kupac neće iskoristiti opciju jer bi iskorištenje opcije prouzročilo još veći gubitak od premije.
2. Prodati opciju i time prebiti svoju poziciju na opcijskom tržištu: prebijanje pozicija je moguće kontra-kupnjom i kontra-prodajom opcija. Ta se alternativa najčešće koristi.
3. Iskoristiti opciju.

Za razliku od kupca, prodavatelj opcije može autonomno donijeti samo odluku o prebijanju opcije, a u ostale dvije alternative njegova će radnja biti određena odlukom imatelja opcije. Prodavatelj opcije imat će obvezu izvršiti neku od sljedećih aktivnosti:

1. U slučaju da je imatelj opcije odlučio pustiti opciju da istekne, izdavatelj opcije neće imati nikakvih posljedica. Premija koju je primio prodajući opciju u toj situaciji predstavlja čistu zaradu.
2. Prodavatelj opcije može odlučiti da likvidira svoju poziciju na opcijskom tržištu kontra-kupnjom identične opcije koju je ranije prodao. Premija koju će platiti razlikovat će se od one koju je dobio za prodaju opcije, ovisno o kretanjima na tržištu. Razlika između primljene i plaćene premije predstavljat će dobitak ili gubitak po osnovi navedene opcijske transakcije.

Primjer: Opcija koja daje pravo na kupovinu (call opcija) nafte je in-the-money za 5 US\$, ako je izvršna cijena opcije 95 US\$ = 1 bbl, a spot cijena iznosi 100 US\$ = 1 bbl, što znači da je jeftinije kupiti naftu po izvršnoj cijeni opcije.

Grafikon 5. Odnos izvršne cijene i spot cijene za call opciju

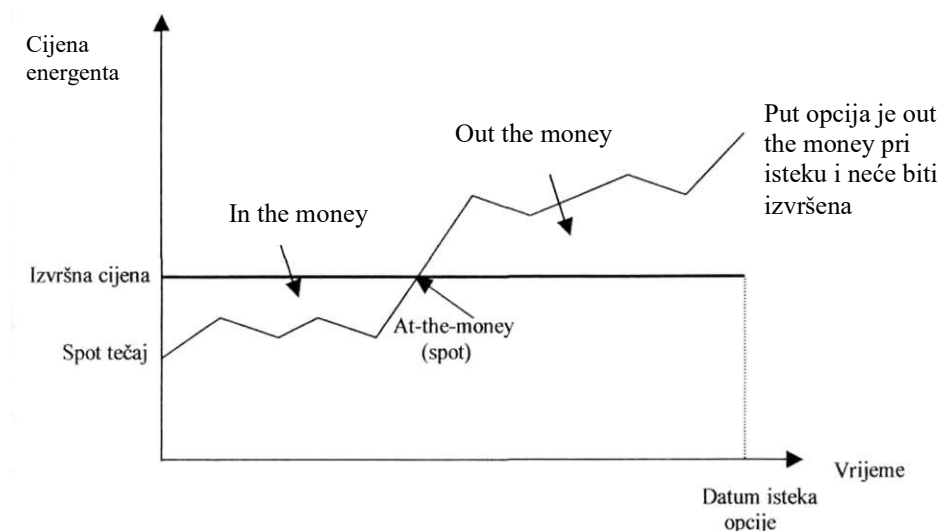


Izvor: Autori

Opcija će biti iskorištena ako je njena izvršna cijena niža u odnosu na spot cijenu.

Primjer: Opcija koja daje pravo na prodaju (put opcija) nafte je out-of-the-money za 6 US\$. Ako izvršna cijena opcije iznosi 102 US\$ = 1 bbl, a spot cijena iznosi 108 US\$ = 1 bbl, znači da bi bilo manje profitabilno prodati naftu po izvršnoj cijeni opcije.

Grafikon 6. Odnos izvršne cijene i spot cijene za put opciju



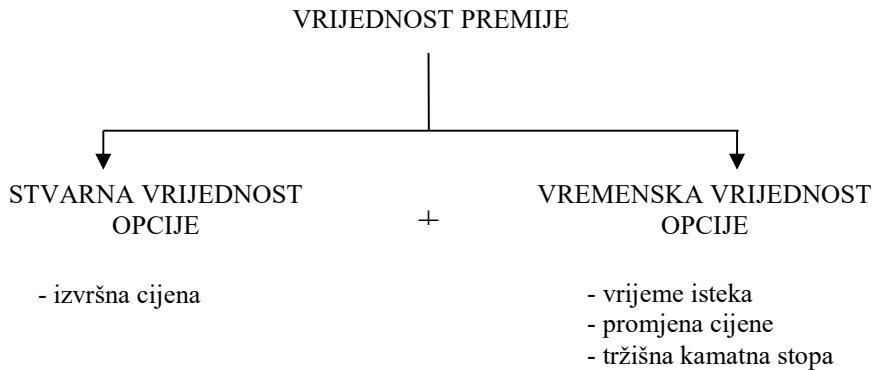
Izvor: Autori

Vlasnik put opcije će iskoristiti opciju ako je spot cijena niža od izvršne cijene opcije. Kako se spot cijena mijenja tijekom vremena do isteka opcije, iznos po kojem je izvršna cijena povoljnija ili nepovoljnija od tekuće cijene se mijenja tako da opcija koja je bila in-the-money može postati out-of-the-money i obrnuto.

Ranije smo već rekli da kupac izdavaču opcije mora platiti premiju kada kupuje opciju. Premija je cijena koju izdavač opcije prima kao naknadu za preuzimanje robnog rizika. Iznos premija ovisi o procjeni veličine rizika kojeg izdavač opcije preuzima na sebe i tako se izlaže eventualnom gubitku, a ovisi o nekoliko faktora :

- izvršnoj cijeni koja je određena u opciji, te o tome da li je ona viša, niža ili jednaka spot cijeni,
- vremenskom razdoblju do isteka opcije,
- očekivanoj promjeni cijene,
- tržišnoj kamatnoj stopi,
- da li je opcija europska ili američka.

Premija je veća za opciju za koju se smatra da će biti iskorištena. Premija se dobiva zbrajanjem dviju komponenti - stvarne vrijednosti opcije i vremenske vrijednosti opcije:



Stvarna vrijednost je razlika između izvršne cijene i spot tečaja. Stvarna vrijednost je pozitivna kada je opcija in-the-money. Vremenska vrijednost je vrijednost koja nastaje pod utjecajem faktora koji mogu povećati mogućnost korištenja opcije (uz dobitak vlasnika opcije) u vremenu do isteka. Vlasnik opcije može koristiti opciju za izbjegavanje rizika po robnoj izloženosti. Pomoću opcije investitor se može zaštititi od najgore cijene čime izbjegava gubitak zbog njenog nepovoljnog kretanja. Može se ostvariti dobitak zbog povoljnog kretanja cijene tako da se ne iskoristi opcija, nego kupi ili proda roba po spot cijeni u trenutku isteka opcije.

Primjer put opcije:

Tvrtka je potpisala ugovor o isporuci 10.000 MWh električne energije. Spot cijena iznosi 45 EUR/MWh električne energije, a proizvodna cijena MWh iznosi 39 EUR/MWh. Utvrđivanje konačne cijene ugovora i plaćanje dolazi po završetku isporuke, što je za 5 mjeseci. Zbog straha od pada cijene električne energije tvrtka odlučuje kupiti europsku put opciju (opcija koja daje pravo na prodaju na određen datum) kako bi u slučaju pada cijene mogla osigurati isplativost ugovorenog posla. Premija iznosi 1 EUR/MWh, a izvršna cijena iznosi 44 EUR/MWh. Tvrtka je platila 10.000 EUR-a za pravo da po isteku 150 dana proda 10.000 MWh po cijeni od 44 EUR/MWh, tj. 440.000 EUR-a.

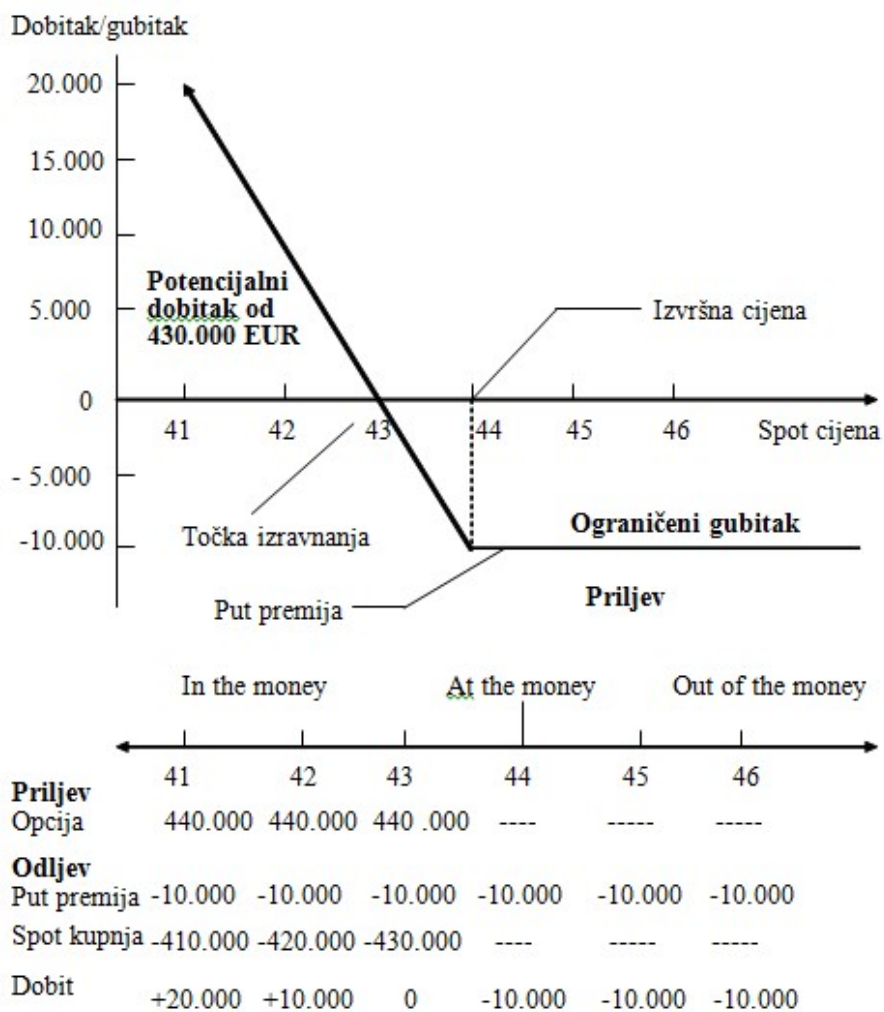
Grafikon 7. Dobitak/gubitak od korištenja put opcije u odnosu na različite spot cijene

Veličina ugovora: 10.000 MWh

Izvršna cijena: 44 EUR/MWh

Visina premije: 1 EUR/MWh (10.000 EUR za ugovor)

Datum isteka opcije: 150 dana



Izvor: Autori

Ako do vremena isteka opcije vrijednost električne energije padne na 42 EUR/MWh, opcija će biti in-the-money. U tom slučaju tvrtka će iskoristiti pravo na prodaju koje joj daje opcija i prodat će električnu energiju po cijeni od 44 EUR/MWh. Tvrtka će ostvariti profit od 20.000 EUR-a ( $10.000 \times 2$ ), što prelazi trošak opcije koji je iznosio 10.000 EUR-a (stvarni profit iznosi  $20.000 - 10.000 = 10.000$  EUR-a). Ako cijena električne energije poraste iznad ugovorenog tečaja i iznosi npr. 46 EUR/MWh, opcija će biti out-of-the-money. U tom slučaju tvrtka će pustiti da opcija istekne i prodat će električnu energiju po spot cijeni. Usprkos gubitku od 10.000 EUR-a koji se odnosi na plaćenu premiju, tvrtka će biti 10.000 EUR-a u dobitku (dodatna zarada na spot tržištu (20.000) – premija (10.000)), što je bolje nego da je zaključila forward ili future ugovor i prodala električnu energiju po cijeni od 44 EUR/MWh. Ukoliko spot cijena po isteku put opcije iznosi 44 EUR/MWh ili više, opcija neće biti iskorištena (out-of-the-money), što će rezultirati gubitkom u visini plaćene put premije. Ako je spot cijena između 43 i 44 EUR/MWh, put opcija će biti iskorištena, ali dobitak nije dovoljan da pokrije troškove premije. Točka izravnanja koja pokriva troškove premije prisutna je kod cijene od 43 EUR/MWh. Ispod spot cijene 44 EUR/MWh put opcija je in-the-money što znači da pokriva troškove premije i ostvaruje ograničeni neto profit.

Primjer call opcije:

Tvrtka mora izvozniku iz Rusije isplatiti za isporučene 10 milijuna  $\text{Mm}^3$  plina u 60 dana. Kako bi se zaštitila od porasta cijene plina, tvrtka odlučuje kupiti europsku call opciju (opcija koja daje pravo na kupovinu na određen datum). Spot cijena 1.000 kubnih metara plina ( $\text{Mm}^3$ ) iznosi 500 EUR-a.

Premija iznosi 10 EUR/ $\text{Mm}^3$ , a izvršna cijena iznosi 520 EUR/ $\text{Mm}^3$ . Tvrtka je platila 100.000 EUR-a za pravo da po isteku 60 dana kupi 10 milijuna  $\text{Mm}^3$  plina po cijeni od 520 EUR/ $\text{Mm}^3$ .

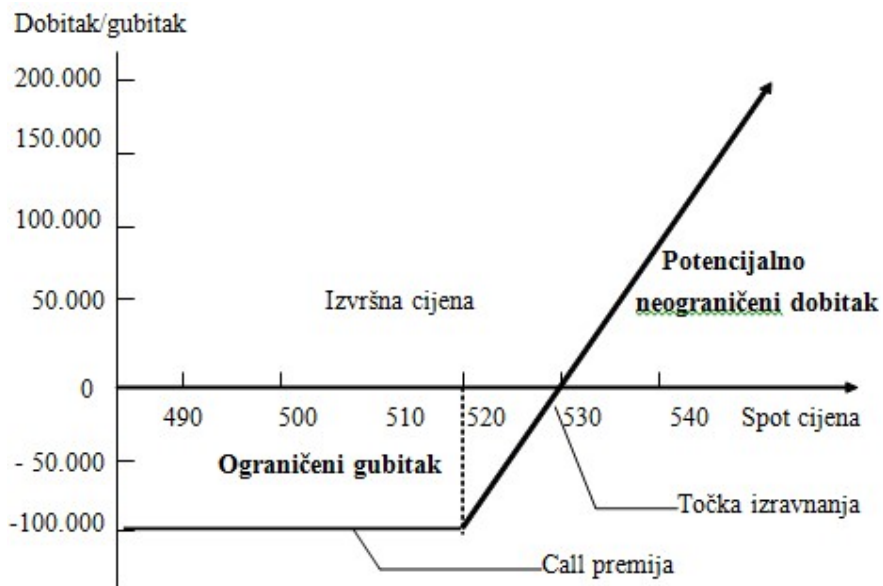
Grafikon 8. Dobitak/gubitak od korištenja call opcije u odnosu na različite spot tečajeve

Veličina ugovora: 10 mil Mm<sup>3</sup> plina

Izvršna cijena: 520 EUR/Mm<sup>3</sup>

Visina premije: 10 EUR za Mm<sup>3</sup> (100.000 EUR za ugovor)

Datum isteka opcije: 60 dana



	Out of the money			At the money	In the money	
	490	500	510	520	530	540
<b>Priljev</b>						
Spot kupnja	----	----	----	----	530.000	540.000
<b>Odljev</b>						
Call premija	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000
Opcija	----	----	----	----	520.000	520.000
<b>Dobit</b>	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	0	+100.000

Izvor: Autori

Ako do vremena isteka opcije cijena plina naraste na 540 EUR/Mm<sup>3</sup>, opcija će biti in-the-money. U tom slučaju tvrtka će iskoristiti pravo na kupovinu koje joj daje opcija i kupit će plin po cijeni od 520 EUR/Mm<sup>3</sup>. Tvrtka će ostvariti profit od 200.000 EUR-a, što prelazi trošak opcije koji je iznosio 100.000 EUR-a. Ako cijena plina padne ispod ugovorene cijene i iznosi 510 EUR/Mm<sup>3</sup>, opcija će biti out-of-the-money. U tom slučaju tvrtka će pustiti da opcija istekne i kupit će plin po spot cijeni. Usprkos gubitku od 100.000 EUR-a koji se odnosi na plaćenu premiju, tvrtka će u spot poziciji biti 100.000 EUR u dobitku (ukupni rezultat jednak je nuli 100.000 – 100.000), što je bolje nego da je kupila plin putem korištenja opcije. Ukoliko spot cijena po isteku call opcije iznosi 520 EUR/Mm<sup>3</sup> ili manje, opcija neće biti iskorištena (out-of-the-money), što će rezultirati gubitkom u visini plaćene call premije. Ako je spot cijena između 520 i 530 EUR/Mm<sup>3</sup>, call opcija će biti iskorištena, ali dobitak nije dovoljan da pokrije troškove premije. Točka izravnanja koja pokriva troškove premije prisutna je kod cijene od 530 EUR/Mm<sup>3</sup>. Iznad spot cijene od 530 EUR/Mm<sup>3</sup> call opcija je in-the-money, što znači da pokriva troškove premije i ostvaruje potencijalni neograničeni neto profit. Ako spot cijena poraste na 540 EUR/Mm<sup>3</sup>, vlasnik call opcije platit će 5,2 milijuna EUR-a za 10 milijuna Mm<sup>3</sup> plina, što u stvari u tom trenutku po spot cijeni vrijedi 5,4 milijuna EUR-a. Dobit vlasnika call opcije, po odbitku premije u iznosu od 100.000 EUR-a, iznosi 100.000 EUR-a.

Prednost opcije u odnosu na forward i futures ugovor je u tome što vlasnik opcije ima mogućnost izbora odnosno može iskoristi opciju, ali ju može i pustiti da istekne, ako procijeni da je kretanje cijene na spot tržištu za njega povoljno. Tada vlasnik opcije može kupiti ili prodati određenu robu na spot tržištu po povoljnijoj cijeni od one određene ugovorom, puštajući pritom opciju da istekne. Opcija daje pravo ali ne i obvezu, dok je forward i futures ugovor obvezatni sporazum. Mana opcije je njezin trošak, jer opcije imaju kupovnu cijenu odnosno premiju. Robne opcije se preferiraju pred forward i futures ugovorima kada ne postoji sigurnost da li će se buduća robna transakcija dogoditi, ili kad je iznos buduće robne transakcije neodređen, jer se one mogu koristiti kada se izloženost materijalizira. Ako je izvršna cijena robne opcije jednaka forward cijeni robe za jednako obračunsko razdoblje, moguće je napraviti komparaciju troškova korištenja ovih dviju metoda.

Primjer:

Tvrtka treba za tri mjeseca isporučiti 10.000 tona ugljena. Trenutna spot cijena ugljena iznosi 175 US\$/t, što znači da trenutna vrijednost ugljena iznosi 1.750.000 US\$. Očekuje se da će u tom razdoblju cijena ugljena rasti, ali se tvrtka ipak želi zaštititi od potencijalnog gubitka u slučaju da cijena ugljena padne. Forward ugovor koji se aranžira za razdoblje od tri mjeseca može se dobiti po 170 US\$/t. Put opcija za iznos od 10.000 t po izvršnoj cijeni od 173 US\$/t koja ističe nakon tri mjeseca košta 40.000 US\$



(trošak premije). Što je isplativije: koristiti opciju ili forward ugovor za zaštitu od robnog rizika?

Forward ugovor za prodaju 10.000 t ugljena po cijeni od 170 US\$/t garantira prihod od 1.700.000 US\$. Put opcija čija at-the-money izvršna cijena iznosi 173 US\$/t garantira prihod od 1.730.000 US\$ koji se umanjuje za 40.000 US\$ koliko iznosi premija, tako da neto prihod iznosi 1.690.000 US\$.

- Forward ugovor bio bi profitabilniji osim ako neto profit ostvaren korištenjem opcije ne bi iznosio 1.700.000 US\$ ili više. Iznos od 10.000 tona ugljena mora imati prodajnu vrijednost od najmanje 1.740.000 US\$ ostvarenu prodajom po budućoj spot cijeni nakon isteka opcije (da bi se pokrili troškove premije od 40.000 US\$ i ostvario neto profit od 1.700.000 US\$) kako bi korištenje opcije bilo profitabilnije od forward ugovora. Točka izravnanja sa spot cijenom nakon isteka opcije je 174 US\$/t.

Tvrtka koja se odlučuje za opciju umjesto forward ugovora očekuje da će se do isteka opcije dogoditi velike promjene u cijeni ugljena i da će spot cijena biti povoljnija od cijene ugovorene u forward ugovoru.

## 5.4. Vrednovanje opcija<sup>41</sup>

### 5.4.1. Black-Scholes model

Fischer Black i Myron Scholes 1973. godine predstavili su model za vrednovanje call opcija (eng. Option Pricing Model – OPM) koji se može primijeniti i na tržište energenata. Navedeni model omogućio je rast tržišta opcijama i postao je osnova za vrednovanje i izračun cijena opcija. Black-Scholes model temelji se na sljedećim pretpostavkama: (Van Horne, 1997, 119; Brigham, Daves, 2002, 458 )

1. razmatraju se samo europske opcije – realizacija samo na dan dospijeca,
2. nema transakcijskih troškova, opcije i dionice se mogu kupovati u proizvoljnim količinama, a informacije su svima besplatno dostupne,
3. ne postoje nesavršenosti prilikom sastavljanja opcija ili zauzimanja kratkih pozicija u određenoj vrijednosnici,
4. kratkoročna nerizična kamatna stopa je poznata i konstantna u cijelom razdoblju trajanja opcije,
5. ne isplaćuje se dividenda na dionice,

---

<sup>41</sup> Pruzeto iz Žiković, Fatur, 2010 i Fatur, Žiković, 2010

6. cijene dionica kreću se prema generaliziranom Brownovom gibanju (eng. Geometric Brownian Motion),
7. distribucija vjerojatnosti prinosa dionice je normalna,
8. varijanca prinosa je konstantna i poznata tržišnim sudionicima,
9. kupac opcije može se kratkoročno zadužiti uz nerizičnu kamatnu stopu.

Sve navedene pretpostavke služe za određivanje ravnotežne vrijednosti opcija. Utjecaj kamatnih stopa na vrijednost opcija nije veliki, osim u onim situacijama kada se radi o opcijama s dugim rokom dospjeća. Sudionici na tržištu mogu se zaduživati prema konstantnim nerizičnim kamatnim stopama.

Najčešći problem kod vrednovanja investicijskih projekata putem Black–Scholes modela je određivanje standardne devijacije odnosno volatilitet povrata na imovinu na koju se opcija referira. Prema Luehrmanu (1998) postoji nekoliko pristupa procjene vrijednosti standardne devijacije: stručna pretpostavka njezine vrijednosti, izračun putem simulacije ili korištenje realizirane volatilitet.

Cijena bilo koje izvedenice funkcija je cijene vezane imovine, rizika i vremena. Promjene cijena vrijednosnica u veoma kratkome razdoblju ponašaju se kao slučajne varijable. U tom je smislu za vrednovanje opcija najvažnije odrediti stohastički proces koji opisuje ponašanje cijena vrijednosnica ili neke druge vezane imovine. Stohastički proces u kontinuiranom vremenu koji opisuje ponašanje cijena vezane imovine poistovjećuje se s geometrijskim Brownovim gibanjem. Model geometrijskog Brownovog gibanja opisuje distribuciju vjerojatnosti buduće cijene vrijednosnica i sastavni je dio Black-Scholes formule, ali i drugih modela vrednovanja opcija (Dedi, 2004, 1009).

Black-Scholes model pretpostavlja da cijena vrijednosnica slijedi Brownovo gibanje (eng. Geometric Brownian Motion) odnosno random walk – slučajan hod gdje je buduća volatilitet izražena putem standardne devijacije konstantna. Brownovo gibanje može se opisati kao (Dedi, 2004, 1009):

$$\frac{\delta S}{S} = \mu(\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t}$$

gdje je :

$\delta S$  - promjena u cijeni vrijednosnice  $S$  u kratkom intervalu  $\delta t$

$\mu$  - očekivana stopa prinosa na vrijednosnicu

$\sigma$  - volatilitet cijene vrijednosnice

$\varepsilon$  - slučajna varijabla distribuirana prema standardiziranoj normalnoj distribuciji

$$\frac{\delta S}{S}$$

U formuli  $\frac{\delta S}{S}$  označava prinos na dionice u kratkom intervalu  $\delta t$ ,  $(\mu(\delta t))$  označava očekivanu vrijednost prinosa, a  $(\sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$  stohastičnu komponentu prinosa. Volatilitnost stohastične komponente, a tako i cijelog prinosa označava se s  $(\sigma \sqrt{\delta t})$ . Pretpostavlja se da su parametri  $\mu$  i  $\sigma$  konstantni.

Model geometrijskog Brownovog gibanja opisuje distribuciju vjerojatnosti buduće cijene dionice. Model pokazuje da su budući prinosi normalno distribuirani i da se standardna devijacija te distribucije može procijeniti iz povijesnih podataka. Geometrijsko Brownovo gibanje određuje očekivani, odnosno zahtijevani prinos i volatilitnost cijena dionica.

Za vrednovanje opcija korištenjem Black-Scholes modela važna je samo volatilitnost cijena dionica, jer Black-Scholes model ne uključuje očekivani prinos vezane imovine. Alternativni način za određivanje volatilitnosti je pomoću Black-Scholes formule. Ukoliko su poznati gotovo svi parametri formule može se izračunati nepoznati parametar, odnosno volatilitnost. Volatilitnost dobivena na taj način naziva se implicitna volatilitnost (eng. implied volatility). Ona polazi od pretpostavke da tržište najpravičnije odražava tekuću standardnu devijaciju dionica, odnosno u tom slučaju radi se o standardnoj devijaciji u kojoj je cijena opcije jednaka tržišnoj cijeni. Prednost tog načina je da je on okrenut prema budućnosti, za razliku od povijesnog prikupljanja podataka. Glavni nedostatak je taj što je nemoguće tražiti podcijenjene ili precijenjene opcije, jer se polazi od tržišne cijene opcija.

Black-Scholes model temelji se na određenim pretpostavkama o kojima je potrebno voditi računa te ih modificirati ukoliko ne vrijede za projekt koji se promatra. Bez obzira na kritike i postojanje brojnih alternativnih modela vrednovanja opcija, Black-Scholes model najkorišteniji je model i zajedno s različitim prilagodbama može poslužiti za vrednovanje različitih opcija i poslovnih procesa koji sadrže određene opsijske elemente.

Pomoću Black-Scholes formule vrijednost opcije  $C_0$  izračunava se na sljedeći način: (Brigham, Daves, 2002, 459):

$$C_0 = S_0 * N(d_1) - Xe^{-rf*t} N(d_2)$$

$$d_1 = [\ln(S_0 / X) + (rf + \sigma^2/2)t] / \sigma\sqrt{t}$$

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

gdje je:

$C_0$	– vrijednost call opcije
$S_0$	– sadašnja vrijednost predmetne imovine
$X$	– sadašnja vrijednost troškova realizacije opcije
$e$	– 2,71828 (baza prirodnog logaritma)
$rf$	– nerizična stopa povrata
$t$	– vrijeme preostalo do dospijea opcije
$N(d_{1,2})$	– kumulativne vrijednosti za $d_1$ i $d_2$ ispod krivulje normalne distribucije
$\ln(S_0/X)$	– prirodni logaritam od $S/X$
$\sigma$	– volatilnost povrata na imovinu

Varijabla  $N(d_1)$  predstavlja delta vrijednost, odnosno pomoću nje se mjeri stopa promjene opsijske cijene uslijed postotne promjene tečaja predmetne dionice. Varijabla  $N(d_2)$  predstavlja vjerojatnost da će opcija biti in the money, odnosno da će njeno trenutno izvršenje rezultirati dobitkom.

Primjer:

Poduzeće „Cronafta“ razmatra mogućnost povećanja proizvodnih kapaciteta. Planira izgraditi novo tehnološki inovativno postrojenje za eksploataciju nafte kako bi se proširili na nova tržišta. Razmatra se buduća investicija u sljedećih pet godina s ciljem povećanja proizvodnje te širenja na dva nova tržišta. Inicijalna investicija od 2 milijuna kuna je strateška investicija jer stvara mogućnost za daljnji rast poduzeća. Projekt je podijeljen u dvije faze: prva faza obuhvaća izgradnju novog postrojenja, a druga faza nakon tri godine obuhvaća povećanje kapaciteta i širenje na nova tržišta. Za vrednovanje projekta eksploatacije nafte putem Black-Scholes modela korištene su sljedeće varijable:

NSV(1)	-572.092 kn
$S_0 =$	1.252.230 kn
SV(X) =	694.438 kn
$t =$	3 god.
$rf =$	4,83% god
$\sigma =$	40%

$$d_1 = [\ln(S_0/X) + (rf + \sigma^2/2)t] / \sigma\sqrt{t} =$$

$$= [\ln(1.252.230/694.438) + (0,0483 + 0,16/2)*3] / 0,4\sqrt{3} = 1,4065$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} = 1,4065 - 0,04\sqrt{3} = 0,7137$$

$$C_0 = S_0 N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2) =$$

$$= 1.252.230 * N(1,4065) - 694.438 * e^{-0,0483*3} N(0,7137) = 694.362$$

Pomoću Black-Scholes modela dobivena vrijednosti call opcije iznosi 694.362 kn. Sukladno navedenom SV projektu = NSV (I faze) + call opcija = - 572.092 + 694.362 = 122.270 kuna

Ovakav model omogućuje vrednovanje ne samo opcija nego predstavlja osnovu za vrednovanje ostalih izvedenih vrijednosnih papira te nailazi na podršku kako od investitora na tržištima opcija, tako i od financijskih analitičara i poznavatelja tržišta izvedenica i kapitala u svijetu.

### **Nedostaci Black-Scholes modela**

Zbog velikih razlika između financijskih i realnih opcija Black-Scholes model nije najbolje rješenje za vrednovanje realnih opcija. Glavni nedostaci Black-Scholes modela kod vrednovanja realnih opcija su sljedeći (Brach, 2003, 48):

1. realne opcije nisu nužno europske opcije s točno određenim datumom dospijeca,
2. na većinu realne imovine ne može se primijeniti osnovna i ključna pretpostavka Black-Scholes jednadžbe da su povrati na predmetnu imovinu lognormalno distribuirani,
3. sa strane višeg menadžmenta, Black-Scholes model se čini kao „crna kutija“ gdje je teško razumjeti ključne varijable koje utječu na vrijednost projekta,
4. određivanje ispravne volatilnosti je gotovo nemoguće jer nije konstantna,
5. vrijednosti predmetne imovine i izvršne cijene kreću se stohastično,
6. slučajno kretanje predmetne imovine nije simetrično, postoje skokovi.

Za određivanje volatilnosti investicijskog projekta može se koristiti volatilnost poduzeća koja posluju u sličnim uvjetima u odnosu na poduzeće koje uspoređujemo. Volatilnost predmetne imovine također utječe na promjenu vrijednosti opcije – tržišna volatilnost može u određenim slučajevima povećati vrijednost opcije, dok promjenjivost tehničkih karakteristika projekta smanjuje vrijednost opcije. Nedostatak Black-Scholes formule je i u činjenici da i najmanje promjene u volatilnosti imaju veliki utjecaj na vrijednost opcije. Također, na investicije u realne opcije utječe i volatilnost troškova. Black-Scholes model pretpostavlja da su troškovi konstantni i nisu predmet rizika i neizvjesnosti (Brach, 2003, 49). Black-Scholes model se može koristiti tek kada su zadovoljene sve pretpostavke na kojima se temelji model.

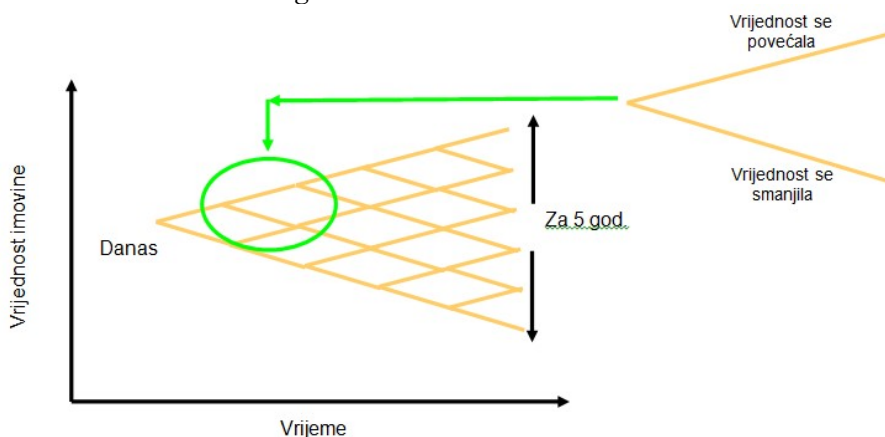
### **5.4.2. Binomni model**

Cox, Ross i Rubinstein (1979) razvili su jednostavan model vrednovanja opcija, tzv. binomni model vrednovanja opcija (eng. Binomial Option

Pricing Model). Glavna prednost binomnog modela je njegova jednostavnost. Iako daje približna rješenja, binomni model ne koristi parcijalne diferencijalne jednačbe već se temelji na „elementarnoj“ matematici. Umjesto prognoza volatilnosti koristi distribucije vjerojatnosti. Binomni model se temelji na jednostavnom prikazu kretanja vrijednosti predmetne imovine.

Pretpostavka modela je da u svakom vremenskom razdoblju vrijednost predmetne imovine može poprimiti jednu od dviju mogućih vrijednosti, može porasti ili smanjiti se. U početnoj točki vrijednost predmetne imovine je jednaka  $S_0$ , vrijednost opcije je  $f$ . U trenutku dospijea opcije vrijednost predmetne imovine se može povećati sa  $S_0$  na novu vrijednost  $S_{0u}$  ili se može smanjiti sa  $S_0$  na novu vrijednost  $S_{0d}$ . U sljedećem razdoblju, vrijednost imovine opet može porasti ili smanjiti se. Kada vrijednost predmetne imovine poraste na  $S_{0u}$ , pretpostavlja se da bi vrijednost opcije bila  $f_u$ ; kada vrijednost predmetne imovine padne na  $S_{0d}$  pretpostavlja se da bi vrijednost opcije bila  $f_d$ . Vjerojatnost da će u sljedećem razdoblju doći do promjene cijene predmetne imovine označava se s  $p$ . Vjerojatnost da će doći do pada cijene predmetne imovine jednaka je  $1 - p$  (Cox, Ross, Rubinstein, 1979, 229–263).

Slika 28. Prikaz binomnog stabla

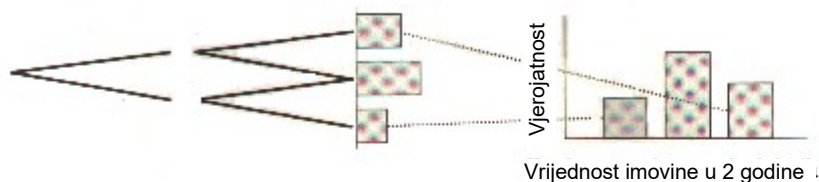


Izvor: Žiković, Fatur, 2010.

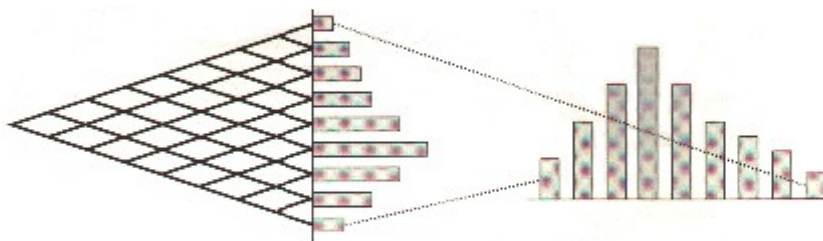
Na sljedećoj slici prikazan je utjecaj promjene vrijednosti predmetne imovine na distribuciju rezultata.

Slika 29. Utjecaj promjene vrijednosti predmetne imovine na distribuciju rezultata

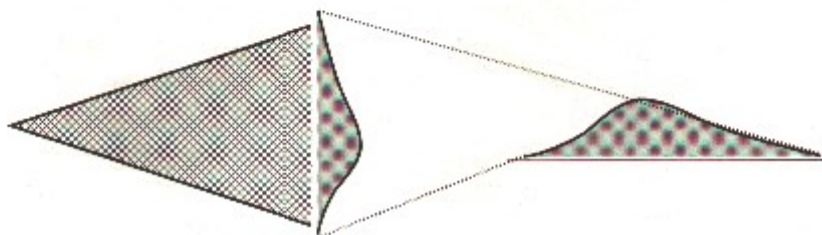
a) Jedna promjena vrijednosti godišnje u razdoblju od dvije godine



b) Četiri promjene vrijednosti godišnje u razdoblju od dvije godine



c) Tjedna promjena vrijednosti u razdoblju od dvije godine



Izvor: Amram, Kulatilaka, 1999, 114.

Što je kraće razdoblje između promjena u vrijednosti imovine, finalna distribucija rezultata je glađa. Ukoliko se vrijednost imovine promjeni jedanput godišnje, na kraju druge godine moguća su tri rezultata (slika a). Kod četiri promjene vrijednosti godišnje, na kraju druge godine moguće je devet rezultata (slika b). Prilikom tjedne promjene vrijednosti imovine dobiva se veoma glatka finalna distribucija (slika c).

Binomni model se temelji na diskretnom modelu koji odlično odgovara realnim opcijama. Iako se odluke mogu donositi bilo kada, u praksi se donose kada se dobije nova informacija ili kada je postignut određeni korak u investiciji (Brach, 2003, 52). Pomoću binomnog modela mogu se riješiti sve vrste opcija uključujući američke, bermudske i europske. Ukoliko bi se broj koraka u binomnom stablu povećao do beskonačnosti, rezultati binomnog modela bili bi jednaki rezultatima dobivenim pomoću Black-Scholes modela.

Osnovne pretpostavke binomnog modela su (Pušar, 2004. 117):

1. tržište savršene konkurencije, bez transakcijskih troškova i poreza, investitori reagiraju racionalno,
2. nerizična kamatna stopa konstantna je kroz vrijeme,
3. cijena predmetne imovine slijedi multiplikativni binomni proces u diskretnom vremenu.

Binomni model može se izračunati koristeći sljedeće inpute i formule (Mun, 2006., 128):

$S_0$  – sadašnja vrijednost imovine

$X$  – sadašnja vrijednost troškova realizacije opcije

$\sigma$  – volatilitnost vrijednosti neto novčanih tijekova

$T$  – vrijeme do dospijeaća opcije (u godinama)

$r_f$  – nerizična stopa povrata

$b$  – dividendni prinos

$$u = e^{\sigma\sqrt{\delta t}} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\delta t}} = \frac{1}{u}$$

$$p = \frac{e^{(r_f - b)(\delta t)} - d}{u - d}$$

$u$  – faktor pokazuje za koliko se povećava vrijednost predmetne imovine u sljedećem razdoblju

$d$  – faktor pokazuje za koliko se smanjuje vrijednost predmetne imovine u sljedećem razdoblju

$p$  – vjerojatnost da će u sljedećem razdoblju doći do promjene cijene predmetne imovine

$\delta t$  – vremensko razdoblje

$e$  – 2,71828 (baza prirodnog logaritma)

Prema navedenim formulama povećanje vrijednosti predmetne imovine izračunava se kao eksponencijalna funkcija volatilitnosti povrata pomnožena s drugim korijenom vremenskog razdoblja. Ako opcija ima dospijeaće za jednu godinu, a binomni model ima 10 koraka, svaki korak ima vremensko razdoblje između koraka od 0,1 godine. Što je veći broj koraka u binomnom stablu, to je veća točnost modela.

Za izračunavanje vrijednosti opcije prvi korak je riješiti jednadžbe binomnog stabla, odnosno izračunati gornji i donji faktor te vjerojatnost promjene cijene predmetne imovine. Gornje i donje vrijednosti izračunavaju se do zadnjeg čvora, ovisno koliko je zadano koraka. Svaki čvor u binomnom stablu predstavlja moguću cijenu predmetne imovine u određenom trenutku. Upravo ta evolucija cijena formira osnovu za vrednovanje opcija. Nakon što je napravljeno binomno stablo predmetne

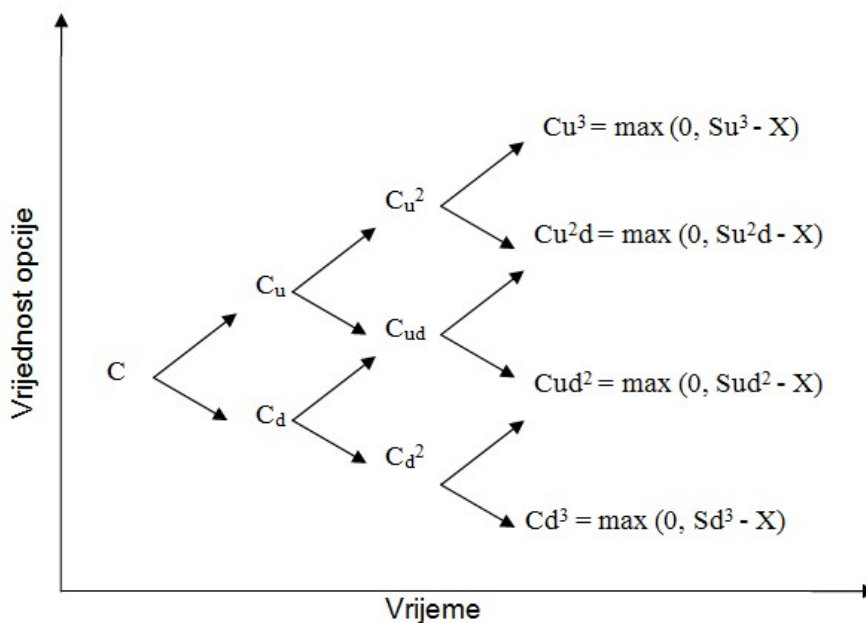


imovine mora se izraditi binomno stablo vrijednosti opcije kako bi se dobila cijena opcije.

Proces vrednovanja opcije naziva se rekurzivna metoda (eng. backward induction). Binomno stablo vrijednosti opcije može se izračunati ako se krene od zadnjeg čvorišta binomnog stabla predmetne imovine, te krećući se unatrag od posljednjeg čvorišta dolazi se do prvog čvorišta.

Vrijednost opcije zadnjeg čvorišta je maksimum od  $uS_0 - X$  kao gornja granica i maksimum od  $dS_0 - X$  kao donja granica.

Slika 30. Prikaz vrijednosti opcije u trostupanjskom binomnom stablu



Izvor: Mun, 2006

Srednja čvorišta izračunavaju se prema sljedećoj formuli (Mun, 2006, 129):

$$[(p) \text{ iznos gornjeg posljednjeg čvorišta} + (1-p) \text{ (iznos donjeg posljednjeg čvorišta)}]^{(-rf)(\delta t)}$$

Sva čvorišta u stablu izračunavaju se pomoću rekurzivne metode i navedene formule. Dobivena vrijednost prvog čvorišta predstavlja vrijednost opcije.

Prvi je korak pri izračunu vrijednosti call opcije projekta eksploatacije nafte putem binomnog modela izračunati jednadžbe binomnog stabla, odnosno vrijednosti gornjeg (u) i donjeg (d) faktora koji označavaju koliko će se povećati ili smanjiti vrijednost predmetne imovine u sljedećem razdoblju. Također je potrebno izračunati i koja je vjerojatnost (p) navedene promjene

vrijednosti predmetne imovine uz pretpostavku da vremensko razdoblje između koraka ( $\delta t$ ) iznosi 0,6 (dospijeće opcije za 3 godine podijeljeno s 5 koraka u binomnom stablu).

S =	1.252.230
X =	694.438
t =	3 god
rf =	4,83% god
$\sigma$ =	40%
$\delta t$ =	0,6

$$u = e^{\sigma\sqrt{\delta t}} = e^{0,40\sqrt{0,6}} = 1,3632$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\delta t}} = \frac{1}{u} = \frac{1}{1,3632} = 0,7336$$

$$p = \frac{e^{(rf-b)(\delta t)} - d}{u - d} = \frac{e^{0,0483 \cdot 0,6} - 0,7336}{1,3632 - 0,7336} = 0,4699$$

Vrijednosti gornjeg (u) i donjeg (d) faktora su ovdje zaokružene na četiri decimale. U slijedećoj tablici prikazano je binomno stablo predmetne imovine promatranog projekta. Početna vrijednost binomnog stabla je sadašnja vrijednost predmetne imovine ( $S_0$ ), odnosno sadašnja vrijednost dodatnih kapaciteta za eksploataciju nafte. Navedena vrijednost predmetne imovine mijenja se tijekom vremena zbog volatilnosti. Vrijednost svakog čvorišta binomnog stabla predmetne imovine izračunava se na sljedeći način:

$$S_{0u} = 1.252.230 \times 1,3632 = 1.707.046$$

$$S_{0d} = 1.252.230 \times 0,7336 = 918.592$$

Tablica 29. Binomno stablo predmetne imovine projekta – I korak

1.252.230	1.707.046	2.327.054	3.172.252	4.324.431	5.895.087
	918.592	1.252.230	1.707.046	2.327.054	3.172.252
		673.847	918.592	1.252.230	1.707.046
			494.311	673.847	918.592
				362.609	494.311
					265.998

Izvor: Žiković, Fatur, 2010.

U prvom razdoblju vrijednost dodatnih kapaciteta za eksploataciju nafte može se povećati na 1,7 milijuna kuna ili se može smanjiti na iznos od 918.592 kuna. Izračunavanje gornje i donje vrijednosti nastavlja se do zadnjeg čvorišta, gdje uz godišnju volatilnost od 40%, nakon 3 godine trajanja projekta vrijednost dodatnih kapaciteta poduzeća može se kretati između 265.998 kuna i 5,9 milijuna kuna.

Tablica 30. Binomno stablo vrijednosti opcije projekta – II korak

699.116	1.102.695	1.690.441	2.516.920	3.649.829	5.200.649
Nastaviti	Nastaviti	Nastaviti	Nastaviti	Nastaviti	Izvršiti
	380.211	642.953	1.051.714	1.652.453	2.477.815
	Nastaviti	Nastaviti	Nastaviti	Nastaviti	Izvršiti
		168.437	316.339	577.628	1.012.609
		Nastaviti	Nastaviti	Nastaviti	Izvršiti
			46.698	102.312	224.155
			Nastaviti	Nastaviti	Izvršiti
				0	0
				Završiti	Završiti
					0
					Završiti

Izvor: Žiković, Fatur, 2010.

Tablica 30 prikazuje binomno stablo vrijednosti opcije projekta eksploatacije nafte. Vrijednost binomnog stabla je izračunata u dva koraka: počevši od krajnjih čvorišta, preko srednjih čvorišta, kroz proces koji se zove rekurzivna metoda. Vrijednost opcije zadnjeg čvorišta je maksimum od  $uS_0 - X$  kao gornja granica i maksimum od  $dS_0 - X$  kao donja granica. Vrijednost izvršenja opcije na zadnjem čvorištu izračunata je na sljedeći način:

$$5.895.087 - 694.483 = 5.200.649 \text{ kn}$$

gdje je vrijednost 5.895.087 kn preuzeta iz tablice binomnog stabla predmetne imovine, a 694.483 kn je sadašnja vrijednost troškova investiranja odnosno izvršna cijena opcije (X). Sljedeći korak je izračunavanje srednjih čvorišta pomoću sljedeće formule:

$$(p * \text{gornja vrijednost} + (1-p) * \text{donja vrijednost}) e^{-rf * \Delta t}$$

$$(0,4699 * 1.690.441 \text{ kn} + (1-0,4699) * 642.953 \text{ kn}) e^{-0,0483 * 0,6} = 1.102.695 \text{ kn}$$

Koristeći rekurzivnu metodu, izračunata je vrijednost svakog čvorišta do početnog čvorišta. Početno čvorište predstavlja vrijednost opcije u vremenu nula te za projekt eksploatacije nafte vrijednost opcije iznosi 699.116 kuna. Sukladno navedenom SV projekta eksploatacije nafte = NSV (I faze) + call opcija = - 572.092 + 699.116 = 127.024 kuna.

Što je veći broj koraka u binomnom stablu, to je veća točnost dobivenog rješenja te se rješenje sve više približava rješenju dobivenom pomoću Black-Scholes modela.

Primjenom Black-Scholes modela vrijednost opcije projekta eksploatacije nafte iznosi 694.362 kuna, dok je primjenom Binomnog modela uz 5 koraka vrijednost opcije 699.116 kuna, što ukazuje na činjenicu da je binomni model dobra aproksimacija Black-Scholes formule.

## Nedostaci binomnog modela

Vrednovanje opcija pomoću binomnog modela ima četiri osnovna nedostatka (Pušar, 2004. str. 128):

1. Ukoliko je dužina jediničnog razdoblja slučajno odabrana (dan, tjedan, mjesec) ne može se pretpostaviti da cijena predmetne imovine slijedi binomni proces, odnosno na kraju zadanog razdoblja cijena predmetne imovine može postići i više od dvije moguće vrijednosti. Pretpostavka da cijena predmetne imovine u promatranom vremenskom razdoblju može rasti ili padati može biti ispravna samo ako se radi o izrazito kratkom vremenskom razdoblju (trenutku), što znači da u dužem vremenskom intervalu (sat, dan...) cijena predmetne imovine može postići više od dvije moguće vrijednosti.
2. Diskretno kretanje cijene predmetne imovine koja je osnova binomnog modela veoma je upitno u svakodnevnom životu. Limit koji se kod ove pretpostavke može postaviti jeste da se ukupno razdoblje do dospijea podijeli u veoma male jedinice vremena, čime se kretanje cijene predmetne imovine objašnjava stohastičkim procesom u kontinuiranom vremenu. To se događa kada jedinica vremena teži nuli, odnosno kada broj razdoblja do dospijea teži beskonačnosti.
3. Svi pravci koji vode do istog čvorišta imaju jednaku vjerojatnost  $p$ .
4. S povećanjem broja razdoblja do dospijea opcije javlja se problem kompliciranosti izračuna vrijednosti binomne distribucije.

### 5.4.3. Monte Carlo simulacija

Simulacijsko modeliranje i simulacija predstavlja široki skup aktivnosti vezanih uz izgradnju modela realnog sustava i njegove simulacije. Monte Carlo simulacija je generator slučajnih brojeva koristan za prognoziranje, procjenu i analizu rizika. Upotrebljava se kao metoda za vrednovanje i ocjenu rizičnosti investicijske odluke. Rezultati simulacije daju kvalitetnu informaciju o vjerojatnosti ishoda pojedinačne varijable i tako bitno utječu na donošenje poslovne odluke.

Osnovni princip Monte Carlo simulacije predstavlja izračunavanje zadane funkcije slučajnih varijabli. Pri tome je potrebno za svaku slučajnu varijablu generirati niz uzoraka koji se podvrgavaju zadanoj teorijskoj distribuciji, a potom se za svaki skup uzoraka izračunava iznos funkcije čije se ponašanje simulira. Kao rezultat dobiva se raspodjela funkcije slučajnih varijabli.

Postupak metode simulacije može se opisati kroz nekoliko koraka (Damodaran, 2002., 1129):

1. definiranje distribucija vjerojatnosti za ključne varijable te definiranje parametara distribucije (ako je normalna distribucija, definira se srednja vrijednost i standardna devijacija),
2. tijekom svake simulacije dobije se rezultat iz svake distribucije te izračuna sadašnja vrijednost novčanih tijekomova temeljenih na dobivenom rezultatu,
3. nakon provođenja simulacija dobije se distribucija sadašnjih vrijednosti.

Simulacija započinje odabirom ključnih varijabli efikasnosti projekta i utemeljenjem njihovih distribucija vjerojatnosti. Moguće su varijable: veličina tržišta, stopa rasta tržišta, prodajne cijene, tržišni udio, investicijski troškovi, varijabilni i fiksni troškovi te predvidivi ekonomski vijek projekta. Nakon toga određuje se distribucija vjerojatnosti koja najbolje opisuje određenu varijablu.

Nakon što su određeni parametri distribucije vjerojatnosti svake pojedine varijable računalnom simulacijom sve se varijable međusobno kombiniraju izračunavajući neto sadašnju vrijednost. Taj se postupak ponavlja nekoliko puta sve dok se ne sastavi reprezentativna distribucija vjerojatnosti mogućih budućih neto sadašnjih vrijednosti. Srednja vrijednost distribucije predstavlja očekivanu vrijednost projekta, dok standardna devijacija distribucije predstavlja mjeru volatilnosti za vrednovanje opcija.

Zbog svojih svojstava Monte Carlo simulacija se lako može primijeniti i na vrednovanje realnih opcija. Serije predviđenih vrijednosti predmetne imovine kreirane su putem geometrijskog Brownovog gibanja (eng. Geometric Brownian Motion). Izračun maksimizacije primijenjen je za dobivanje krajnje točke u vremenskoj seriji te diskontiran na sadašnju vrijednost uz primjenu nerizične kamatne stope. Krenuvši od početne vrijednosti predmetne imovine, simuliraju se višestruki budućí pravci kretanja vrijednosti imovine koristeći se geometrijskim Brownovim gibanjem gdje je (Mun, 2006, 129):

$$\delta S_t = S_{t-1} (rf(\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$$

Promjena vrijednosti imovine  $\delta S_t$  u vremenu  $t$  je vrijednost imovine u prethodnom razdoblju  $S_{t-1}$  pomnožena s formulom za geometrijsko Brownovo gibanje  $(rf(\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$ , gdje je :

- $rf$  – nerizična kamatna stopa
- $\delta t$  – vremensko razdoblje
- $\sigma$  – standardna devijacija (kao mjera volatilnosti)
- $\varepsilon$  – rezidual; slučajna varijabla raspoređena po standardiziranoj normalnoj distribuciji

Slučajni broj iz normalne distribucije može se dobiti pomoću funkcije u MS Excelu (RandN() funkcija). Svaki generirani slučajni broj se uvrštava u navedenu formulu za izračun ukupne promjene vrijednosti imovine  $\delta S_t$ .

Zatim se prema sljedećoj formuli izračunava vrijednost imovine u prvom razdoblju:

$$S_1 = S_0 + \delta S_1 = S_0 + S_0(r_f(\delta t) + \sigma \varepsilon \sqrt{\delta t})$$

Prema navedenoj formuli vrijednost imovine se izračunava za svako razdoblje, ovisno o broju zadanih razdoblja. Vrijednost opcije dobiva se prema sljedećim formulama:

za call opciju  $\text{Max}(0, S_T - X)$

za put opciju  $(0, X - S_T)$

gdje je  $X$  izvršna cijena, a  $S_T$  vrijednost imovine prilikom dospijea.

Ovakva procedura ponovi se nekoliko tisuća puta, zatim se izračuna srednja vrijednost call opcije prilikom dospijea te uz primjenu nerizične kamatne stope diskontira na sadašnju vrijednost prema sljedećoj formuli:

$$C_{0,i} = \text{Max} [(S_{t,i} - X)e^{-rf(T)}, 0]$$

Pri vrednovanju projekata putem Monte Carlo simulacije treba napomenuti sljedeće (Damodaran, 2002, 1129):

- Najteži korak je predviđanje parametara i distribucije vjerojatnosti za ključne varijable. Jednostavnije je ukoliko je poduzeće vrednovalo slične projekte u prošlosti. Ukoliko su distribucije vjerojatnosti pogrešno odabrane, rezultat će biti beznačajan.
- Standardna devijacija korištena pri vrednovanju opcija je mjera volatilnosti tijekom trajanja projekta, a ne mjera u jednom trenutku. Ukoliko se tijekom vremena promijeni situacija na tržištu, standardna devijacija te distribucije je mjera koju želimo predvidjeti.
- Treba prognozirati standardnu devijaciju vrijednosti projekta (zbroj sadašnje vrijednosti novčanih tijekom), a ne standardnu devijaciju godišnjih prihoda ili godišnjih novčanih tijekom.

Monte Carlo simulacija je primijenjena na vrednovanje opcije u II. fazu projekta koja podrazumijeva dodatno ulaganje poduzeća „Cronafta“ s ciljem povećanja kapaciteta za eksploataciju nafte te širenja na nova tržišta.

## 5.5. Swapovi na tržištu energenata

### Običan „vanilla“ swap

Osnovni swap na energetskim tržištima ne razlikuje se od klasičnog swapa na drugim tržištima derivata. Predstavlja najjednostavniji oblik swapa tj. ugovora kojim se zamjenjuje varijabilna cijena za fiksnu tijekom unaprijed određenog razdoblja. Swap predstavlja vanbilančni financijski aranžman koji ne zahtjeva razmjenu fizičkog oblika energije – obje strane podmiruju svoje ugovorne obveze putem novčanih sredstava. Swap ugovor je poznat i pod nazivom „ugovor na razliku“ (contract for difference) i „fiksno-za-varijabilno“ ugovor (fixed-for-floating). Uobičajan je slučaj da proizvođač energije prodaje (zauzima kratku poziciju) swap ugovor kako bi osigurao fiksnu prodajnu cijenu. Proizvođač i druga ugovorna strana dogovore fiksnu cijenu npr. 90 US\$/bbl (za barel) nafte specificiranog indeksa te varijabilnu cijenu, za što se u većini slučajeva koriste službene cijene izlistane na nekom od specijaliziranih servira kao što su npr. za naftu Argus i Platt's ili na nekom od futures tržišta. Za vrijeme trajanja ugovora proizvođač prima od banke razliku između fiksne i varijabilne cijene ukoliko je varijabilna cijena niža. Ukoliko je varijabilna cijena viša, tada proizvođač plaća razliku banci. Jednostavna jednadžba za izračun razlike koju prima prodatavatelj swapa može se prikazati kao:

*Ugovoreni mjesečni volumen x (fiksna – varijabilna cijena)*

Ako je npr. ugovoren swap za WTI naftu, količina 10.000 bbl, fiksna ugovorena cijena 90 US\$/bbl, a trenutna cijena na tržištu je 95 US\$/bbl, razlika u novčanom tijeku iznosi:

$$10.000 \text{ bbl} \times (90\$ - 95\$) = -5.000 \text{ US\$}$$

S ozirom na cijenu na tržištu, u ovom slučaju prodavatelj WTI nafte koji je ušao u swap po 90 US\$ morao bi platiti i 5.000\$. Da je tržišna cijena bila niža od fiksne, npr. 85 US\$, prodavatelj bi dobio 5.000 US\$.

Ovaj najjednostavniji oblik swapa koriste i kupci energenata kako bi osigurali i stabilizirali kupovnu cijenu.

### Swaption

Swaption predstavlja opciju koja omogućuje njenom kupcu da uđe u određeni swap ugovor. Dva su tipa swaptiona:

- swaption koji daje pravo kupcu da uđe u swap u kojem on plaća fiksnu cijenu, a prima varijabilnu,

- swaption koji daje pravo kupcu da uđe u swap u kojem on plaća varijabilnu cijenu, a prima fiksnu cijenu.

Swaptioni nisu standardizirani, tako da se njima trguje na OTC tržištu i ustvari zahtijevaju individualni pristup budući da se kupac i prodavatelj swaptiona dogovoraју o:

- cijeni (premiji) swaptiona
- duljini razdoblja za koje vrijedi opcija (ukoliko se radi o swapu kojim se trguje na burzi ovo razdoblje obično završava dva radna dana prije početka swap ugovora)
- duljini trajanja swapa
- fiksnoj strani cijene koja se plaća u swapu
- referentnom izvorom prema kojem se određuje varijabilna cijena u swapu
- nominalnom iznosu swapa
- amortizaciji
- učestalosti namire itd.

### **Sudjelujući (participation) swap**

Sudjelujući swap sličan je standardnom swap ugovoru s obzirom da je strana koja plaća fiksnu cijenu u potpunosti zaštićena od porasta cijene iznad dogovorene razine, ali za razliku od standardnog swap ugovora kupac dijeli s prodavateljem rizik pada cijene. Ukoliko je npr. za kerozin po cijeni od 930 US\$ po toni dogovoren sudjelujući swap s participacijom od 50%, kupac je tada zaštićen od porasta cijena iznad 930 US\$ po toni, ali bi se istovremeno morao odreći 50% uštede koju je ostvario ukoliko je cijena kerozina pala ispod 930 US\$ po toni. Primjerice, da je cijena kerozina pala na 900 US\$ po toni, kupac swapa bi profitirao samo 15 US\$ po toni, dok bi drugih 15 US\$ prosljedio drugoj ugovornoj strani.

Primjer:

Brodarska tvrtka, korisnik dizela, želi iskoristiti trenutno nisku cijenu ovog energenta na tržištu kako bi ograničila svoje troškove u idućoj godini. Zbog svoje jednostavnosti tvrtka se u prošlosti služila jednostavnim (vanilla) swap ugovorima. U ovom trenutku uprava tvrtke smatra da postoji realna mogućnost da bi cijene dizela mogle pasti niže te želi instrument koji im nudi mogućnost kako bi profitirali od daljnjeg pada cijena te ostali zaštićeni od rasta cijena, a bez da za to plaćaju premiju. Instrument koji nudi ovakvu mogućnost je sudjelujući swap.

Kupac fiksne cijene:	Croplovidba
Prodavatelj fiksne cijene:	D Banka
Fiksna cijena:	80 US\$/bbl
Participacija kupca:	60%
Referentna cijena:	Platt's Dizel EN590



Trajanje swapa:	12 mjeseci
Volumen:	100.000 bbl na mjesec; ukupno 1.200.000 bbl godišnje
Namira:	Mjesečne gotovinske isplate

Ugovaranjem sudjelujućeg swapa s udjelom od 60%, Croplovidba u slučaju kada cijene dizela padnu ispod 80 US\$/bbl mora sudjelovati (platiti) razliku između spot cijene i fiksne cijene pomnožene samo s 60% izloženosti. Npr. ako je prosječna cijena u mjesecu 70 US\$/bbl, Croplovidba mora platiti  $(80-70) \text{ US\$} \times (60\% \times 100.000 \text{ bbl}) = 600.000 \text{ US\$}$ . U slučaju kad je tržišna spot cijena iznad fiksne cijene, Croplovidba dobiva puni iznos razlike spot i fiksne cijene, tj. ako je prosječna cijena u mjesecu 90 US\$/bbl, Croplovidba dobiva  $(90-80) \text{ US\$} \times 100.000 \text{ bbl} = 1.000.000 \text{ US\$}$ .

### Diferencijalni swap

Za razliku od stadardnog swapa koji se temelji na razlici između fiksne i varijabilne cijene, diferencijalni swap se temelji na razlici između fiksnog diferencijala u cijeni između dva proizvoda i stvarnog, varijabilnog diferencijala tijekom određenog razdoblja. Neki od primjera rasprotranijenih diferencijalnih swapova su: kerozin i benzin, spot i futures nafta te WTI i Brent nafta. Ovu vrstu swapova koriste rafinerije kako bi se zaštitile od promjena u maržama rafinerijskih proizvoda. Rafinerije obično dobivaju fiksnu diferenciju te na taj način osiguravaju unaprijed znanu, fiksnu vezu između cijena njihovih proizvoda. Ukoliko je rafinerija prodala diferencijal, a diferencijalni swap se suzi (razlika u cijeni se je smanjila) tada ona dobiva razliku između ugovorenog fiksnog diferencijala i varijabilnog, tržišnog diferencijala. U suprotnom slučaju, da su se marže povećale, rafinerija bi morala suprotnoj strani nadomjestiti razliku. Diferencijalne swapove koriste i financijske institucije kao način za upravljanje baznim rizikom koje preuzimaju na sebe tijekom uobičajnih hedging poslova.

Primjer:

Zrakoplovna tvrtka koristi kombinaciju swapova na kerozin i benzin kako bi zadovoljila svoje potrebe za gorivom. Swapom na benzin koriste se kada smatraju da je premija na forward isporuku kerozina pretjerano visoka. Zbog smanjene potražnje za kerozinom, razlika u premijama na forward isporuku kerozina i benzina se značajno smanjila. Tvrtka je odlučila iskoristiti ovu situaciju kako bi eliminirala bazni rizik koji postoji kada se izloženost cijeni kerozina osigurava ugovorima na visoko korelirani proizvod kao što je benzin tj. rizik da se cijena benzina neće savršeno sinhronizirano kretati zajedno s cijenom kerozina. Ugovarajući diferencijalni swap na kerozin-benzin maržu, tvrtka je efektivno zamijenila svoj nesavršeni hedge kerozina putem benzina i pretvorila ga u čisti hedge

kerozina te se osigurala u slučaju da kretanje cijene kerozina nije sukladno kretanju cijene benzina.

Diferencijal:	kerozin – benzin
Kupac diferencijala:	Free-airlines
Prodavatelj diferencijala:	D Banka
Cijena diferencijala:	6\$/bbl
Trajanje swapa:	12 mjeseci
Volumen:	250.000 bbl
Namira:	Mjesečne gotovinske isplate

Ukoliko je tijekom trajanja ugovora prosječna razlika između cijene kerozina i benzina unutar mjeseca veća od 6 US\$/bbl, zrakoplovna tvrtke će dobivati od posrednika iznos koji je jednak razlici između tržišnog i ugovorenog fiksnog diferencijala pomnoženo s volumenom. Tijekom mjeseci kada je prosječna diferencija manja od 6\$/bbl, zrakoplovna tvrtka mora nadoknaditi razliku drugoj ugovornoj strani.

### **Maržni ili crack swap**

Rafinerije koje žele unaprijed fiksirati maržu između svoga inputa (nafte) i outputa (naftnih derivata) mogu to učiniti na više načina. Jedan od načina je korištenje forward i futures ugovora, iako taj pristup u konačnici može biti skup, a ne pružati potpunu zaštitu. Drugi pristup je ugovoranje rafinerijskog crack swapa kojim se istovremeno osiguravaju cijena nafte kao inputa i cijena rafinerijskih proizvoda kao outputa. Najvažniji element ovog swapa je iznos marže (crack) koji se najčešće izražava kao X US\$/bbl marža. Po isteku swap ugovora rafinerija plaća ili prima razliku među maržama, a iznos je jednak razlici između trenutnih spot cijena (marže) i onih fiksiranih u swapu. Rafinerija na ovaj način može osigurati profitabilnost svog poslovanja nekoliko godina unaprijed. Ovakva vrsta hedginga najčešće se koristi kao sastavni dio razvojnih projekata izgradnje ili nadogradnje proizvodnih objekata kada je potrebno investitorima dokazati isplativost projekta i osigurati određenu minimalnu razinu prihoda.

Primjer:

Rafinerija želi osigurati jedan dio svoje izloženosti u odnosu na cijenu nafte. Budući da je rafinerija istovremeno i potrošač nafte i proizvođač naftnih derivata, izloženost se odnosi na nepovoljne promjene u odnosu između cijena nafte i naftnih derivata. Ovakva vrsta izloženosti tj. rizika naziva se „crack spread“ rizik. Kao zaštita od ovog rizika najčešće se koristi maržni (crack) swap. Maržni swap omogućuje da rafinerija fiksira troškove inputa (nafte) i istovremeno proda forward svoje proizvode (naftne derivate) kako bi na taj način fiksirala maržu. Rafinerije često koriste ovu vrstu instrumenata budući se može dogoditi da marže budu negativne

posebno kod starijih, jednostavnijih rafinerija gdje postoji mala mogućnost nadogradnje postrojenja.

#### Dio swap ugovora vezan za naftu (input)

Kupac fiksne cijene: A rafinerija  
 Prodavatelj fiksne cijene: D Banka  
 Fiksna cijena: 90\$/bbl  
 Referentna cijena: IPE Brent sirova nafta - prvi dostupni futures ugovor  
 Trajanje swapa: 12 mjeseci  
 Volumen: 1.000.000 bbl  
 Namira: Mjesečne gotovinske isplate

#### Dio swap ugovora vezan za naftne derivate (output)

Kupac fiksne cijene: D Banka  
 Prodavatelj fiksne cijene: A rafinerija  
 Referentna cijena: Platt's europske prosječne cijene  
 Naftni proizvodi:

Naziv	Fiksna cijena po toni (US\$)	% u proizvodnji	Bbl po toni	Tone	Ukupno (US\$)
Ulje 180 CST CIF NWE	487	35	6,60	53.030	25.825.758
Dizel 0.1 CIF	817	30	7,29	41.152	33.621.399
Bezolo. Benzin CIF NWE	901	20	8,51	23.502	21.175.088
Kerozin CIF NWE	972	10	8,00	12.500	12.150.000
Gubitci		5			
<b>Ukupno</b>					<b>92.772.245</b>

Ukoliko se rafinerija koristi ovom strukturom, fiksirala je maržu od 2,77 US\$ po barelu za razdoblje od godine dana.

#### **Udvostručujući (double-up) swap**

Ova vrsta swapa omogućuje korisniku osiguranje cijene koja je povoljnija od trenutne tržišne, ali prodavatelj swapa zadržava pravo udvostručiti ugovoreni volumen (ukoliko mu to odgovara) prije početka razdoblja vredovanja swapa. Ovaj swap je ustvari nastao na način da potrošač energenta (koji kupuje fiksnu cijenu) proda put swaption, ili proizvođač energenta (koji prodaje fiksnu cijenu) proda call swaption. U oba slučaja rezultat je isti: zarada koja se ostvaruje od prodaje swaptiona služi za smanjenje izvršne cijene swapa.

Primjer:

Proizvođač aluminija „Aluminija“ trenutno na tržištu može dobiti swap ugovor po cijeni od 43 EUR/MWh. Ova cijena može se smanjiti na 40 EUR/MWh ukoliko „Aluminija“ proda put opciju na taj isti swap svojoj

drugoj ugovornoj strani. Na datum izvršenja swaptiona, ovisno o trenutnoj tržišnoj cijeni električne energije, prodavatelj swapa će odlučiti želi li udvostručiti ugovoreni volumen isporuke.

Kupac fiksne cijene:	„Aluminija“
Prodavatelj fiksne cijene:	D Banka
Tržišna cijena:	43 EUR/MWh
Fiksna cijena:	40 EUR/MWh
Referentna cijena:	Physical Electricity Index (Phelix) Month Base
Trajanje swapa:	12 mjeseci
Volumen:	100.000 MWh polugodišnje; ukupno 200.000 MWh godišnje (ugrađena opcija za udvostručenje isporuke)
Namira:	Polugodišnje gotovinske isplate

Za vrijeme trajanja swapa kupac električne energije imat će koristi od činjenice da je ugovorio cijenu električne energije nižu od tržišne. „Aluminija“ će primati uplate u slučajevima kada je prosječna tržišna cijena iznad 40 EUR/MWh, a plaćati drugoj ugovornoj strani kada je tržišna cijena ispod 40 EUR/MWh. Na kraju polugodišta, ukoliko je forward swap cijena električne energije niža od 40 EUR/MWh, prodavatelj električne energije iskoristit će svoju opciju i zahtijevati udvostručenje isporučene količine. Na ovaj način „Aluminija“ je osigurala stabilnu cijenu električne energije po cijeni nižoj od tržišne, ali prihvaćajući rizik udvostručenja količine u trenucima kada cijena električne energije na tržištu padne.

### **Produžujući (extendable) swap**

Produžujući swap konstruiran je na isti način kao i udvostručujući swap s tom razlikom da prodavatelj swapa ima pravo produžiti vrijeme trajanja swap ugovora.

Primjer:

Proizvođač električne energije smatra da je trenutna cijena električne energije na tržištu relativno visoka te želi fiksirati njezinu cijenu u idućih godinu dana kako bi osigurala svoju profitabilnost. Zbog stanja na tržištu električne energije uprava tvrtke smatra da je njeno smanjenje cijene veoma vjerojatno. Kako bi iskoristila takvo stanje na tržištu tvrtka odluči ugovoriti produžujući swap. Ovaj swap ugovor omogućuje tvrtci da proda pravo drugoj ugovornoj strani da jednogodišnji ugovor produži za još jednu godinu tj. na dvije godine. Prodavatelj swapa ima pravo produžiti vrijeme trajanja swapa na kraju prve godine. Ovakva pogodnost omogućuje proizvođaču električne energije da ostvari povoljniju cijenu swapa u odnosu

na tržišnu, budući da ta cijena mora odražavati tržišnu cijenu uvećanu za fer vrijednost swaptiona (opcije na produljenje trajanja swapa) kojeg prodaje.

Kupac fiksne cijene:	D Banka
Prodavatelj fiksne cijene:	Elektron
Tržišna cijena:	38 EUR/MWh
Fiksna cijena:	40 EUR/MWh
Cijena za produljenje:	40 EUR/MWh
Referentna cijena:	Physical Electricity Index (Phelix) Month Base
Trajanje swapa:	12 mjeseci
Volumen:	20.000 MWh na mjesec; ukupno 240.000 MWh godišnje (jednako i za produljeno razdoblje)
Namira:	Mjesečne gotovinske isplate

U prvoj godini, za vrijeme trajanja swapa, proizvođač Elektron imati će koristi od činjenice da je ugovorio cijenu električne energije višu od tržišne. Elektron će primati uplate u slučajevima kada je prosječna tržišna cijena ispod 40 EUR/MWh, a plaćati drugoj ugovornoj strani kada je tržišna cijena iznad 40 EUR/MWh. Na kraju prve godine swap ugovor će se produžiti za daljnjih 12 mjeseci ukoliko je forward swap cijena viša od 40 EUR/MWh. Ukoliko se dogodi produljenje swapa, Elektron je i u narednoj godini osigurao svoju planiranu profitabilnost, ali se i odrekao potencijalne ekstra dobiti.

## LITERATURA

1. Acemoglu, D., Antras, P., Helpman, E. (2006) *Contracts and Technology Adoption*, Harvard, Mimeo
2. Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J. A. (2001) "The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation", *The American Economic Review*, 91(5), str. 1369-1401
3. Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J. A. (2002) "Reversal of Fortune: Geography and Institutions in the Making of the Modern Income Distribution", *The Quarterly Journal of Econometrics*, 118, str. 1231-1294
4. Aghion, P., Comin, D., Howitt, P. (2006) "When does Domestic Saving Matter for Growth", NBER Working Paper No. 12275.
5. Aghion, P., Howitt, P. (1992) "A model of growth through creative destruction", *Econometrica*, 60 (2), str. 323-351
6. Akarca, A.T., Long, T.V. (1980) "On the relationship between energy and GNP: a re-examination", *Journal of Energy and Development*, 5, str. 326-331
7. Alexander, I. (2006) "Capital Efficiency, its Measurements and its Role in Regulatory Reviews of Utility Industries: Lessons from Developed and Developing Countries", *Utilities Policy*, 14(4), str. 245-250
8. Amram, M., Kulatilaka, N. (1999) *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Boston, Mass.: Harvard Business School Press
9. Appenzeller, T. (2004) "Kraj jeftine nafte", *National Geographic Hrvatska*, Vol. 2, No. 6, str. 68-97
10. Asafu-Adjaye, J. (2000) "The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries", *Energy Economics*, 22, str. 615-625
11. Auty, R. (1993) *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*, New York: Oxford University Press
12. Auty, R. (2001) *Resource Abundance and Economic Development*, New York: Oxford University Press (WIDER)

13. Ayres, R. U., van den Bergh, J. C. J. M. (2005) "A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: Interaction of three growth mechanisms", *Econological Economics*, 55, str. 96-118.
14. Ayres, R. U., Warr, B. (2009) *The Economic Growth Engine*, Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar Publishing
15. Bahovec, V., Erjavec, N. (2009) *Uvod u ekonometrijsku analizu*, Zagreb: Element
16. Balke, N. S., Brown, S. P. A., Yücel, M. K. (2002) "Oil Price Shocks and the U.S. Economy. Where does the Assymetry Originate", *The Energy Journal*, 23(3), str. 27-52
17. Baron, R. M., Kenny, D. A. (1986) "The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations", *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, str. 1173-1182.
18. Basel Committee on Banking Supervision (2005) *Amendments to the Capital Accord to incorporate market risks*, Basel: Bank for International settlements, November
19. Bauer, C. (2000) "Value at risk using hyperbolic distributions", *Journal of Economics and Business*, 52, str. 455-467
20. Baumol, W., Panzar, J.C., Willig, R.D. (1983) "Contestable Markets: An Uprising in the Theory of Industry Structure: Reply", *American Economic Review*, 73(3), str. 491-496
21. Bernake, B. S., Gertler M., Watson M. (1997) "Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, str. 91-157
22. Berndt, E. R., Wood, D. O. (1979) "Engineering and Econometric Interpretations of Energy-Capital Complementarity" *American Economic Review*, 69, str. 342-354
23. Blanchard, O. J., Gali, J. (2008) "The macroeconomic effects of oil shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?", NBER Working paper no. 13368
24. Bollerslev, T. (1986) "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, str. 307-327

25. Boudoukh, J., Richardson, M., Whitelaw, R. F. (1998) "The Best of Both Worlds: A Hybrid Approach to Calculating Value at Risk", *Risk*, Vol. 11, No. 5, str. 64-67
26. Brach, M. A. (2003) *Real options in practice*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
27. Brigham, E. F., Daves, P. R. (2002) *Intermediate Financial Management*, 7th ed., New York: South – Western
28. British Petroleum (2010) database
29. Broadman, H. G., et.al. (2004) *Building Market Institutions in South Eastern Europe: Comparative Prospects for Investment and Private Sector Development*, Washington, D.C.: The World Bank
30. Brook, A. et.al. (2004) "Oil price developments: drivers, economic consequences hand policy responses", Economic Department Working papers, OECD, Paris
31. Cheng, B.S. (1995) "An investigation of cointegration and causality between energy consumption and economic growth", *Journal of Energy and Development*, 21, str. 73-84
32. Chevalier, J.M. (2009) "Winning the Battle?" In: Chevalier, J.M. (Ed.), *The New Energy Crisis: Climate, Economics and Geopolitics*, New York: Palgrave Macmillan, str. 256-281
33. Chontanawat, J., Hunt, L.C., Pierse, R. (2008) "Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries", *Journal of Policy Modelling*, 30, str. 209-220
34. Cleveland C. J., Costanza, R., Hall, C. A. S., Kaufmann, R. K. (1984) "Energy and the U.S. Economy: A Biophysical Perspective", *Science*, 225, str. 890-897
35. Comin, D. (2006) *Total Factor Productivity*, New York University and NBER, New York, August 2006.
36. Commission of the European Communities, (2005) Report on progress in creating the internal gas and electricity market, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, SEC (2005) 1448, COM (2005) 568 final, European Commission, Brussels. Available from:



[http://ec.europa.eu/energy/electricity/report\\_2005/doc/2005\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/electricity/report_2005/doc/2005_report_en.pdf) (04.05.2011)

37. Commission of the European Communities, (2007) The 3<sup>rd</sup> Legislative Package, September 2007, SEC (2007) 1179, European Commission, Brussels. Available from: [http://ec.europa.eu/energy/electricity/package\\_2007/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/electricity/package_2007/index_en.htm) (10.05.2011)
38. Common, M. S. (1995) *Sustainability and Policy: Limits to Economics*, Melbourne: Cambridge University Press
39. Cont, R., Potters, M., Bouchaud, J.-P. (1997) *Scaling in stock market data: Stable laws and beyond*, Centre d'Etudes de Saclay and Universite de Nice, Mimeo
40. Cox, J., Ross, S. A., Rubinstein, M. (1979) "Option Pricing: A Simplified Approach", *Journal of Financial Economics*, Vol. 7, str. 229-263
41. Cubbin, J., Stern, J. (2006) „The Impact of Regulatory Governance and Privatisation on Electricity Industry Generation Capacity in Developing Economies“, *The World Bank Economic Review*, 20(1), str. 115-141
42. Dahl, C. A. (2008) *Međunarodna tržišta energije: Cijene, politike i profiti*, Zagreb: Kigen d.o.o.
43. Damijan J. P., (2001), Main Economic Characteristics of Small Countries: Some Empirical Evidence, In: Salvatore, D., M.Svetličič and J.P.Damijan, (Eds.) *Small Countries in a Global Economy: New Challenges and Opportunities*, (New York: Palgrave), str. 91-130
44. Damodaran, A. (2002) *Investment valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*, New York: John Wiley & Sons
45. Daniels, J. P., Svetličič, M. (2001) "Competitiveness of Small Countries" In: Salvatore, D., Svetličič, M., Damijan, J. P. (Eds), *Small Countries in a Global Economy: New Challenges and Opportunities*, New York: Palgrave, str. 211-230
46. Dasgupta, S. et al. (2002) „Confronting the environmental Kuznets curve“, *Jornal of Economic Perspectives*, 16(1), str. 147-168

47. Davidson R., MacKinnon G. J. (2004) *Econometric Theory and Methods*, Oxford: Oxford University Press
48. Dedi, L. (2004) "Mogućnosti primjene geometrijskog Brownovog gibanja za vrednovanje opcija", *Ekonomski pregled*, 55 (11-12), str. 1002-1017
49. Dekanić, I. (2007) *Nafta - Blagoslov ili prokletstvo*, Zagreb: Golden Marketing - Tehnička knjiga
50. De Soto, H. (2000) *The Mystery of Capital: Why Capitalism Triumphs in the West and Fails Everywhere Else*, New York: Basic Books
51. Dizdarević, N. (2010) "Treći energetska paket - Što nosi Hrvatskoj?", Okrugli stol u organizaciji CIGRE, Zagreb, 25.05.2010.
52. Dolado, J. J., Lütkepohl, H. (1996) "Making Wald Tests Work for Cointegrated VAR Systems", *Econometric Reviews*, 15(4), str. 369-386
53. Dowd K. (2002) *Measuring market risk*, New York: John Wiley & Sons
54. Dvornik, D. (2003.) Razvoj (de)regulacije i preporuke za tranzicijska gospodarstva, *Energija*, 52(4), str. 265-274
55. DZS, Statistički ljetopis, razna godišta
56. Easterly, W. (2001) *The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics*, Cambridge, Mass.: The MIT Press
57. Easterly, W., Levine, R. (2003) "Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development", *Journal of Monetary Economic*, 50, str. 3-39
58. Eberhard, A. (2003) *GATS Energy Services Negotiations and Energy Market Regulation and Liberalisation in South Africa*, TIPS Working Paper Series WP9-2003, Graduate School of Business, University of Cape Town, May
59. Eberlein E., Keller U., Prause K. (1998) "New insights into smile, mispricing and value at risk: the hyperbolic model" *Journal of Business*, 71, str. 371-406

60. EBRD (2010) *Transition report 2010: Recovery and Reform* European Bank for Reconstruction and Development
61. Edelstein, P., Kilian, L. (2007) *Retail Energy Prices and Consumer Expenditures*, University of Michigan, Mimeo
62. Efendić, A., Pugh, G., Adnett, N. (2011) "Institutions and economic performance: A meta-regression analysis", *European Journal of Political Economy*, 27, str. 586-599
63. Efendić, A., Pugh, G., Adnett, N. (2011a) «Confidence in formal institutions and reliance on informal institutions in Bosnia and Herzegovina: An empirical investigation using survey data», *Economics of Transition*, 19(3), str. 521-540
64. Ekins, P. (1997) "The Kuznets curve for the environment and economic growth: examining the evidence", *Environment and Planning*, 29(5), str. 805-830
65. EKONERG, Institut za elektroprivredu i energetiku, Odvjetnički ured Tilošanec (2010.) *Studija usklađivanja hrvatskoga energetskeg sektora i energetskeg zakonodavstva s energetskeg propisima Europske unije*, Zagreb: Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva RH
66. Enders, W. (2004) *Applied Econometric Time Series*, 2<sup>nd</sup> edition, New York: John Wiley & Sons
67. Engle, F. R. (1982) "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation", *Econometrica*, 50 (4), str. 987-1008
68. Engle, R., Granger, C., (1987) "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, 55, str. 251-276.
69. Engle, F. R., Mezrich, J. (1995) "Grappling with GARCH", *Risk*, Vol. 8., No. 9., str. 112-117
70. Epstein, P. R., Selber, J. (2002) *Oil: A Life Cycle Analysis of Its Health and Environmental Impacts*, Boston: Harvard Medical School

71. Erol, U., Yu, E.S.H. (1987) "Time series analysis of the causal relationships between US energy and employment", *Resources Energy*, 9, str. 75-89
72. Estache, A., Wren-Lewis, L. (2010) On the Theory and Evidence on Regulation of Network Industries, Developing Countries, In: Baldwin, R., Cave, M. and Lodge, M. (Eds.) *The Oxford Handbook of Regulation*, New York: Oxford University Press
73. European Commission Report 2010
74. European Commission (2008) *The Single electricity market* <http://ec.europa.eu/energy/electricity/>
75. Eurostat (2011) database
76. Evans, M., Hastings, N., Peacock, B. (2000) *Statistical Distributions*, Third Edition, New York: John Wiley & Sons
77. Fatur, T., Žiković, S. (2010) „Real option naspram tradicionalnih metoda vrednovanja investicijskih projekata (1/2), Računovodstvo i financije, 11
78. Ferderer J. P. (1996) "Oil Price Volatility and the Macroeconomy: A Solution to the Asymmetry Puzzle", *Journal of Macroeconomics*, 18, str. 1-16
79. Fiorio et.al. (2007) *The Electricity Industry Reform Paradigm in the European Union: Testing the Impact on Consumers*, Working paper No. 23, Università degli Studi di Milano
80. Frazier, P.A., Barron, K.E., Tix, A.P. (2004) „Testing Moderator and Mediator Effects in Counselling Psychology Research“, *Journal of Counselling Psychology*, Vol. 51, No. 1.
81. Gelo, T. (2009) "Causality between economic growth and energy consumption in Croatia" *Journal of Economics and Business, Proceedings of Rijeka Faculty of Economics*, Vol. 27, No. 2, str. 327-348
82. Georgescu-Roegen, N. (1971) *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press
83. Gever, J., Kaufmann, R. K., Skole, D., Vörösmarty, C. (1986) *Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades*, Cambridge, MA: Ballinger

84. Ghali K. H., El-Sakka, M.I.T. (2004) "Energy use and output growth in Canada: A multivariate cointegration analysis", *Energy Economics*, 26, str. 225–238.
85. Granger, C. W. J. (1969) "Investigating Causal Relations by Econometric Methods and Cross-Spectral Methods", *Econometrica*, 34, str. 424-438.
86. Granger, C. W. J. (1988) "Some recent developments in a concept of causality", *Journal of Econometrics*, 39, str.199–211
87. Granić, G. (2010) *Kako promišljati energetska budućnost?*, Zagreb: Poslovna biblioteka i EI Hrvoje Požar
88. Granić, G. et al. (2008.), "Treba li reformu energetskega sektora reformirati", *Nafta*, 59 (12), str. 602-607
89. Grossman, G. M., Helpman, E. (1990) "Trade, Innovation and Growth", *American Economic Review*, 110 (2), str. 86-91
90. Grossman, G. M. , Helpman, E. (1991) *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Mass.: The MIT Press
91. Gujarati N. D. (2003) *Basic Econometrics*, 4<sup>th</sup> edition, New York: McGraw Hill
92. Hall, R., Jones, C. (1999) "Why Do Some Countries Produced So Much More Output per Worker than Others?", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, str. 83-116
93. Hamilton, J. D. (1988) "A Neoclassical Model of Unemployment and the Business Cycle", *Journal of Political Economy*, 96, str. 593-617
94. Hendricks, D. (1996) "Evaluation of Value-at-Risk Models using Historical data", *Economic Policy Review* (FRBNY), April, str. 409-419
95. Hendry D. F., Juselius, K. (2000), "Explaining cointegration analysis: Part 1.", *Energy Journal*, 21 (1), str. 1-42
96. HEP Vjesnik (2010), studeni/prosinac 2010.
97. Hodgson, G.M. (2006) "What are Institutions?", *Journal of Economic Issues*, Vol. XL, No. 1

98. Holmes, T. J., Schmitz Jr., J. A. (2001) "A Gain from Trade: from Unproductive to Productive Entrepreneurship", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 47, str. 417-446
99. Holton, A. G. (1998) "Simulating Value-at-Risk with Weighted Scenarios", *Risk*, Vol. 11., No. 5., str. 60-63
100. Hooker M. A. (1996) „What happened to the oil price-macroeconomy relationship?“, *Journal of Monetary Economics*, 38, str. 195-213
101. Howarth, R.B. (1997), Energy efficiency and economic growth, *Contemporary Economic Policy*, 25, str. 1-9
102. Hsiao, C. (1981) "Autoregressive modelling and money-income causality detection“, *Journal of Monetary Economics*, 7, str. 85–106.
103. Hull, J., White, A. (1998) "Incorporating Volatility updating into the Historical Simulation method for Value at Risk", *Journal of Risk*, Vol. 1, No. 1, str. 5-19
104. ICTA (2002), The Real Price of Gasoline. <http://www.icta.org/projects/trans/rlprexsm.htm> (25.02.2011)
105. Institute for the Analysis of Global Security [www.iags.org/geopolitics.html](http://www.iags.org/geopolitics.html)
106. International Energy Agency (2006) *World Energy Outlook*, Paris: OECD/IEA
107. International Energy Agency (2008) *Energy balances of OECD countries*, Paris: OECD/IEA
108. International Energy Agency (2009), *Energy balances of non-OECD countries*, Paris: OECD/IEA
109. Jin, G. (2008) "The Impact of Oil Price Shock and Exchange Rate Volatility on Economic Growth: A Comparative Analysis for Russia, Japan and China", *Research Journal of International Studies*, 8, str. 98-111.
110. Johansen, S. (1988) "A statistical analysis of co-integration vectors", *Journal of Economic Dynamics & Control*, 12, str. 231-254

111. Johansen, S. (1991) "Estimating and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models", *Econometrica*, 59 (6), str. 1551–1580
112. Johansen, S. (1994) "The Role of Constant Term in Cointegration Analysis of Non-Stationary variables", *Econometrics Reviews*, 13, str. 205-230.
113. Johansen, S., Juselius, K. (1990) "Maximum Likelihood Estimation And Inference On Cointegration-With Applications To The Demand For Money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, str. 169-210
114. J.P. Morgan/Reuters : Technical Document (1996), 4<sup>th</sup> edition, RiskMetrics
115. Jumbe, C. B. L. (2004) "Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: empirical evidence from Malawi", *Energy Economics*, 26, str. 61-68
116. Kaufmann, D., Kraay, A., Mastruzzi, M. (2009) "Governance Matters VIII: Aggregate and Individual Governance Indicators, 1996-2008", The World Bank Policy Research Working Paper No. 4978, The World Bank
117. Kesner-Škreb, M. (1994) "Regulacija tržišta", *Financijska praksa*, 18 (2), str. 151-153
118. Kikeri, S., Nellis, J. (2002) *Privatisation in competitive sectors: the record to date*, World Bank Policy Research Report, No. 2860
119. Kirkpatrick, C., Parker, D. (2004) "Regulatory impact assessment and regulatory governance in developing countries", *Public Administration and Development*, Vol. 24, No. 4, str. 333-344
120. Kohler H. (1994) *Statistics for Business and Economics*, Third Edition, New York: HarperCollins College Publishers
121. Koponen, I. (1995) "Analytic approach to the problem of convergence of truncated Lévy flights towards the Gaussian stochastic process", *Physical Review E*, Vol. 52., No. 1., str. 1197-1199
122. Kraft, J., Kraft, A. (1978) "On the relationship between energy and GNP", *Journal of Energy and Development*, 3, str. 401-403

123. Kuznets, S., (1960) "Economic Growth of Small Nations", In: Robinson, E. A. G. (Ed.) *Economic Consequences of the Size of Nations*, New York: St. Martin's Press
124. Laffont, J.-J. (2005) *Regulation and Development*, Cambridge: Cambridge University Press
125. Lee K., Ni S., Ratti, R.A. (1995) "Oil Shocks and the Macroeconomy: The Role of Price Variability", *Energy Journal*, Vol. 16, str. 39-56
126. Lehnert, T., Wolff, C. P. C. (2001) "Modeling Scale-Consistent VaR with the Truncated Levy Flight", LIFE Working Paper 01-001, December
127. Linsmeier J. T., Pearson D. N. (2000) "Value at Risk", *Financial Analysts Journal*, Vol. 56., No. 2., str. 47-67
128. Lucas A. (2000) "A note on optimal estimation from a risk management perspective under possibly misspecified tail behavior", *Journal of Business and Economic Statistics*, 18, str. 31-39
129. Lucas, R. E. Jr. (1988) "On the mechanics of economic development", *Journal of Monetary Economics*, 22, str. 2-42
130. Luehrman, T. A. (1998) "Investment opportunities as real options: getting started on the numbers", *Harvard Business Review*, Vol. 76, str. 51-67
131. Lütkepohl, H., Reimers, H. (1992) "Granger-Causality in Cointegrated Var Processes", *Economic Letters*, 40, str. 263-268.
132. MacKinnon, J. G., Haug, A. A., Michelis, L. (1999) "Numerical Distribution Functions of Likelihood Ratio Tests for Cointegration", *Journal of Applied Econometrics*, 14, str. 563-577
133. Majstrović, G. (2008) "Ostvarenja i perspektive tržišta električne energije", *Nafta*, 59 (11), str. 549-556
134. Mandelbrot, B. (1963) "The Variation of Certain Speculative Prices", *Journal of Business*, 36 (4), str. 394-419
135. Mantegna, R. N., Stanley, H. E. (2000) *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance*, Cambridge: Cambridge University Press



136. Marrison, C. (2002) *The Fundamentals of Risk measurement*, New York: McGraw Hill
137. MERCADOS (2007) *Study on the Impact of the 2004 Enlargement of the European Union in the Area of Energy*, Draft final, 24 August 2007
138. McDonald, B. J. (1996) "Probability Distributions for Financial Models" in Maddalam G. S., Rao, C. R. (eds.), *Handbook of Statistics*, Vol. 14., Amsterdam: Elsevier Science, str. 427-461.
139. McKillop, A. (2004) "Oil Prices, Economic Growth and World Oil Demand", *Middle East Economic Survey*, Vol. 47, No. 35
140. McNeil, J. A. (1999) "Extreme Value Theory for Risk Managers", ETH Zurich, May  
<http://www.gloriamundi.org/picsresources/maevt.pdf> (01.05.2007.)
141. Mittnik S., Paoletta M. S., Rachev S.T. (2000) "Diagnosis and treating the fat tails in financial returns data" *Journal of Empirical Finance*, 7, str. 389-416.
142. Mork, K. A. (1989) „Oil and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton’s Results“, *Journal of Political Economy*, 97, str. 740.-744
143. Mozumder, P., Marathe, A. (2007) "Causality relationship between electricity consumption and GDP in Bangladesh", *Energy Policy*, 35 (1), str. 395-402
144. Mun, J. (2006) *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*, New Jersey: John Wiley & Sons
145. Neftci, N. S. (2004) *Principles of Financial Engineering*, London: Elsevier academic press, str.341.
146. Newbery, D. M., Pollitt, M. (1996) *The Restructuring and Privatisation of the CEGB: Was It Worth It?*, Cambridge Working Papers in Economics, Faculty of Economics, University of Cambridge
147. Newey, W., West, K. (1987) „A simple positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix“, *Econometrica*, 55, str. 703-708

148. North, D. C. (1994) "Economic Performance through Time", *American Economic Review*, Vol. 84, No. 3, str. 359 – 368
149. Ockwell, D. G. (2008) "Energy and economic growth: grounding our understanding in physical reality", *Energy Policy*, 36(12), str. 4600-4604
150. OECD (2004), "Oil price developments: drivers, economic consequences and policy responses", Economics Department Working Papers, no. 412
151. OECD/IEA (2008) *Energy in the Western Balkans: The Path to Reform and Reconstruction*, Paris: OECD/IEA
152. O'Rourke, D., Connolly, S. (2003) "Just oil? The distribution of environmental and social impacts of oil production and consumption", *Annual Review of Environment and Resources*, 28, str. 587-617
153. Paavola, J., Adger, W. N. (2005) "Institutional ecological economics", *Ecological Economics*, 53, str. 353-368
154. Pallotta, M., Zenti, R. (2000) "Risk analysis for asset managers: Historical Simulation, the Bootstrap approach and Value at Risk calculation", RAS Asset Management
155. Palm, F. C. (1996) "GARCH Models of Volatility" in Maddala, G. S., Rao, C. R. (eds.) *Handbook of Statistics*, Vol. 14., Amsterdam: Elsevier Science, str. 209-240
156. Parker, D. (2003) "Performance, risk and strategy in privatised, regulated industries", *International Journal of Public Sector Management*, Vol. 16, No. 1, str. 75-100
157. Phillips, P. C. B., Perron, P. (1988) "Testing for a unit root in time series regression", *Biometrika*, 75, str. 335-346
158. Pollitt, M., Jamasb, T. (2005) "Electricity Market Reform in the European Union: Review of Progress toward Liberalization & Integration", Center for Energy and Environmental Policy Research
159. Pritsker, M. (2001) "The Hidden Dangers of Historical Simulation", Board of Governors of the Federal Reserve System

160. Pušar, D. (2004) *Real option metoda u ocjeni investicijskih projekata*, znanstveni magistarski rad, Ekonomski fakultet Rijeka
161. Rice, T., Coyle, B. (1992) *Currency Risk Management: Currency Futures*, London: BPP Financial Publishing, str. 39
162. Rodrik, D. (2000) "Institutions for High-Quality Growth: What They Are and How to Acquire them", National Bureau of Economic Research, Working paper No. 7540
163. Rodrik, D. (2002) "After a Neoliberalism, What? ", Paper presented at the Alternatives to Neoliberalism Conference sponsored by the New Rules for Global Finance Coalition, May 23-24
164. Rodrik, D. (2006) "Goodbye Washington Consensus, Hello Washington Confusion?", *Journal of Economic Literature*, 44, str. 969-983
165. Rodrik, D., Subramanian, A., Trebbi, F. (2004) "Institutions Rule: The Primacy of Institutions Over Geography and Integration in Economic Development", *Journal of Economic Growth*, 9, str. 131-165
166. Romer, P. M. (1986) "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94 (5), str. 1002-1037
167. Romer, P. M. (1990) "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98 (5), str. 71-102
168. Rotemberg J. J., Woodford, M. (1996) „Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity“, *Journal of Money, Credit and Banking*, 28, str. 549-577
169. Rybczynski, T.M. (1955) "Factor Endowments and Relative Commodity Prices", *Economica*, 22, November, str. 336 – 341
170. Saal, D.S., Parker, D. (2001) "Productivity and price performance in the privatised water and sewage companies of England and Wales“, *Journal of Regulatory Economics*, 20(1), str. 61-90
171. Sachs, J.D., Warner, A.M. (1997) "Natural resource abundance and economic growth". Center for International Development and Harvard Institute for International Development, Harvard University

172. Saunders, A., Cornett, M. M. (2003) *Financial Institutions Management: A Risk Management Approach*, New York: McGraw Hill Irwin, str. 244
173. Schwert, G. W. (1990) "Stock Market Volatility", *Financial Analysts Journal*, 46 (May/Jun), str. 23-34
174. Shapiro, A. C. (1991) *Foundations of Multinational Financial Management*, Boston: Allyn and Bacon, str. 115.
175. Shaw T. W. (2006) "Sampling Student's T distribution – use of the inverse cumulative distribution function", *The Journal of Computational Finance*, Vol. 9., No. 4., str. 37-73.
176. Sheshinski, E., Lopez-Calva, L. F. (1999) *Privatisation and its benefits: theory and evidence*, HIID Discussion Paper No. 698, Harvard University
177. Shirley, M., Walsh, P. (2000) "Public versus private ownership: the current state of the debate", Working Paper No. 2420, World Bank
178. Shiu, A. L., Lam, P. L. (2004) "Electricity consumption and economic growth in China", *Energy Policy*, 32, str. 47-54
179. Sims, C.A. (2000) "Using a Likelihood Perspective to Sharpen Econometric Discourse: Three examples", *Journal of Econometrics*, Vol. 95, Issue 2, str. 443-462.
180. Smulders, S., de Nooij, M. (2003) "The impact of energy conservation on technology and economic growth", *Resource and Energy Economics*, 25, str. 59-79
181. Sobel, M.E. (1982) *Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models*, in Leinhardt (ed.) *Sociological Methodology*, Washington, DC, American Sociological Association
182. Sobel, M.E. (1986) *Some new results on indirect effects and their standard errors in covariance structure models*, in Tuma (ed.) *Sociological Methodology*, Washington, DC, American Sociological Association
183. Solow, R. (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), str. 65-94

184. Stern, D. I. (1999) "Is energy cost and accurate indicator of natural resource quality?", *Ecological Economics*, 31, str. 381-394
185. Stern, D. I. (2003) *Energy and Economic Growth*, Rensselaer Polytechnic Institute
186. Stern, D. I., Cleveland, C. J. (2004) *Energy and Economic Growth*, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, Working Paper No. 0410, March 2004
187. Stern, D. I., Common, M. S. (2001) "Is there an environmental Kuznets curve for sulphur? ", *Journal of Environmental Economics and Management*, 41, str. 162-178
188. Stern, D. I., Common, M. S., Barbier, E. B. (1996) "Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development", *World Development*, 24, str. 1151-1160
189. Šošić I., Serdar V. (1994) *Uvod u statistiku*, Zagreb: Školska knjiga
190. Tahvonen, O., Salo, S. (2001) "Economic growth and transitions between renewable and non-renewable energy resources", *European Economic Review*, 45, str. 1379-1398
191. Tešnjak, S., Banovac, E., Kuzle, I. (2010) *Tržište električne energije*, Zagreb: Graphis
192. Thøgersen, O. (1994) *Economic Policy, Macroeconomic Performance and the Norwegian petroleum Wealth*, Norwegian School of Economics and Business Administration and SNF, Bergen
193. Tintner, G., Deutsch, E., Rieder, R. (1974) "A Production Function for Austria U.S. economy: A biophysical perspective", *Science*, 225, str. 890-897
194. Toda, H. Y., Phillips, P. C. B (1993) "Vector Autoregressions and Causality", *Econometrica*, 61(6), str.1367-1393
195. Toda, H. Y., Yamamoto, T. (1995) "Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes", *Journal of Econometrics*, 66, str. 225-250
196. Van Horne, J.C. (1997) *Financijsko upravljanje i politika – financijski menadžment*, Zagreb: MATE

197. Venkataraman, S. (1997) "Value at risk for a mixture of normal distributions: The use of quasi-Bayesian estimation techniques", *Economic perspectives* (Federal Reserve Bank of Chicago), Mar/Apr, str. 3-13
198. Vlahinić-Dizdarević, N. (2011) "Privatizacija elektroenergetskog sektora", *Informator*, 5941, str. 1-3
199. Vlahinić-Dizdarević, N. (2011a) "Restrukturiranje i liberalizacija tržišta električne energije: Gdje je Hrvatska?", *Računovodstvo i financije*, 7, str. 99-104
200. Vlahinić-Dizdarević, N. (2011b) „The effects of privatization in electricity sector: The case of Southeast European countries“ In: Sander, G., Tichy, L. (Eds.) *Öffentliche Daseinsvorsorge in Deutschland und Ostmitteleuropa*, Stuttgart: Verlag Dr. Kovac
201. Vlahinić-Dizdarević, N., Jakovac, P. (2010) "Regulatorna kvaliteta i reforme u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja", *Informator*, 5921, str. 1-3
202. Vlahinić-Dizdarević, N., Prša, V. (2010) "Quality of Governance and Electricity Reforms: The Case of Energy Community in Southeast Europe", Paper presented at the Conference "An Enterprise Odyssey: From Crisis to Prosperity – Challenges for Government and Business", Faculty of Economics and Business, University of Zagreb
203. Vlahinić- Dizdarević, N., Žiković, S. (2010) "The role of energy in economic growth: The Case of Croatia", *Proceedings of Rijeka Faculty of Economics, Journal of Economics and Business*, 28 (1), str. 35-60
204. Watson, J. C., Billingsley, P., Croft, D. J., Huntsberger, V. D. (1990) *Statistics for Management and Economics*, 4. izdanje, Boston: Allyn and Bacon
205. WHO (2005) *Climate and health: Fact Sheet* <http://www.who.int/globalchange/news/fsclimandhealth/en/index.html> (27.02.2011)
206. WHO (2011) *Air quality and health: Fact Sheet* <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html> (25.02.2011)

207. Williamson, O. E. (2000) "The New Institutional Economics", *Journal of Economic Literature*, Vol. 38, No. 3, str. 595-613
208. World Bank (2008) *Towards a Strategic Framework on Climate Change and Development for the World Bank Group*, Washington, D.C.: World Bank
209. World Bank (2002) *The First Ten Years: Analysis and Lessons for Eastern Europe and the Former Soviet Union*, Washington, D.C.: World Bank
210. WTO - Economic Research and Statistics Division (2005) *Public Services and the GATS*, Working Paper ERSD-2005-03
211. Yang, H.-Y. (2000) "A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan", *Energy Economics*, 22, str. 309-317
212. Yoo, S. E. (2006) "Oil Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea", *Energy Sources*, 3, str. 235-243
213. Yu, E. S. H., Choi, J. Y. (1985) "The causal relationship between energy and GNP: an international comparison", *Journal of Energy and Development*, 10, str. 249-272
214. Yu, E. S. H., Hwang, B. K. (1984) "The relationship between energy and economic growth in Korea", *Applied Energy*, 83, str. 1181-1189
215. Yu, E. S. H., Jin, J. C. (1992) "Cointegration tests of energy consumption, income and employment", *Resources Energy*, 14, str. 259-266
216. Zangari Peter (1996) "An improved methodology for measuring VaR", *RiskMetrics Monitor*, Second Quarter, str. 7-25
217. Zapata, H.O., Rambaldi, A. N. (1997) "Monte Carlo Evidence on Cointegration and Causation", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59(2) str. 285-298
218. Zhang, Y.-F., Parker, D., Kirkpatrick, C. (2008) "Electricity sector reform in developing countries: an econometric assessment of the effects of privatization, competition and regulation", *Journal of regulatory Economics*, Vol. 33, No.2, str. 159-178

219. Zon, A., Yetkiner, I. H. (2003) "An endogenous growth model with embodied energy-saving technical change", *Resource and Energy Economics*, 25, str. 81-103
220. Žiković, S. (2006) "Implications of Measuring VaR using Historical simulation; an Example of Zagreb Stock Exchange index – CROBEX", In: Roufagalas, J. (ed.) *Resource Allocation and Institutions: Explorations in Economics, Finance and Law*, Athens: Athens Institute for Education and Research, str. 367-389
221. Žiković, S., Fatur, T. (2010) „Real option naspram tradicionalnih metoda vrednovanja investicijskih projekata“ (2/2), *Računovodstvo i financije*, 12
222. Žiković, S., Vlahinić-Dizdarević, N. (2011) "Oil Consumption and Economic Growth Interdependence in Small European Countries", *Economic Research*, u tisku



## POPIS TABLICA

- Tablica 1. Utjecaj porasta cijene nafte za 10% na porast inflacije u SAD-u, Japanu i Europskoj Uniji
- Tablica 2. Zemlje izložene najvećem riziku ekstremnih klimatskih promjena
- Tablica 3. Deskriptivna statistika i testovi normalnosti za analizirane varijable u razdoblju 1993–2006.
- Tablica 4. Deskriptivna statistika i testovi normalnosti za prve diferencije analiziranih varijabli u razdoblju 1993–2006.
- Tablica 5. Test jediničnog korijena za analizirane varijable
- Tablica 6. Testovi traga matrice svojstvenih vrijednosti ( $\lambda_{\text{trace}}$ ) i najveće svojstvene vrijednosti ( $\lambda_{\text{max}}$ ) Croatian real GDP and energy variables, period 1993 – 2006.
- Tablica 7. Kauzalnost između BDP-a i energetske varijabli u Republici Hrvatskoj
- Tablica 8. Johansenov EC model za realni BDP i energetske varijable u Hrvatskoj, razdoblje 1993-2006.
- Tablica 9. Portmanteau autokorelacijski test EC reziduala
- Tablica 10. Test normalnosti EC reziduala
- Tablica 11. Grangerov test uzročnosti parova varijabli/Waldov test skupne egzogenosti varijabli za EC reziduala
- Tablica 12. Struktura bruto dodane vrijednosti prema NKD-u (u tekućim cijenama), 1998-2007.
- Tablica 13. Ukupna potrošnja nafte u malim europskim zemljama u 2006. godini
- Tablica 14. Test jediničnog korijena za analizirane varijable u malim europskim zemljama
- Tablica 15. Kauzalnost između BDP-a i potrošnje nafte u malim europskim zemljama
- Tablica 16. Nadopunjeni Washingtonski konsenzus
- Tablica 17. Pokazatelji unutrašnje i vanjske makroekonomske ravnoteže u razdoblju 1995.-2008. (u % BDP-a)
- Tablica 18. Kretanje cijena električne energije i prosječna stopa naplate računa\* u tranzicijskim zemljama Srednje i Istočne te Jugoistočne Europe, 1999-2009.
- Tablica 19. Glavni koraci reforme elektroenergetskog sektora
- Tablica 20. Operatori prijenosnog sustava u zemljama EU (stanje 11.03.2010)
- Tablica 21. Pregled pokazatelja otvorenosti tržišta električnom energijom u zemljama EU (stanje 11.03.2010.)
- Tablica 22. Koraci u medijacijskoj analizi
- Tablica 23. Korelacijska matrica
- Tablica 24. Deskriptivna statistika za analizirane varijable
- Tablica 25. Testiranje medijacijskih efekata- model 1
- Tablica 26. Testiranje medijacijskih efekata – model 2

- Tablica 27. Napredak u provođenju reformi u elektroenergetskom sektoru tranzicijskih zemalja u razdoblju 2000-2008.
- Tablica 28. Osnovne razlike između forward i futures ugovora
- Tablica 29. Binomno stablo predmetne imovine projekta – I korak
- Tablica 30. Binomno stablo vrijednosti opcije projekta – II korak

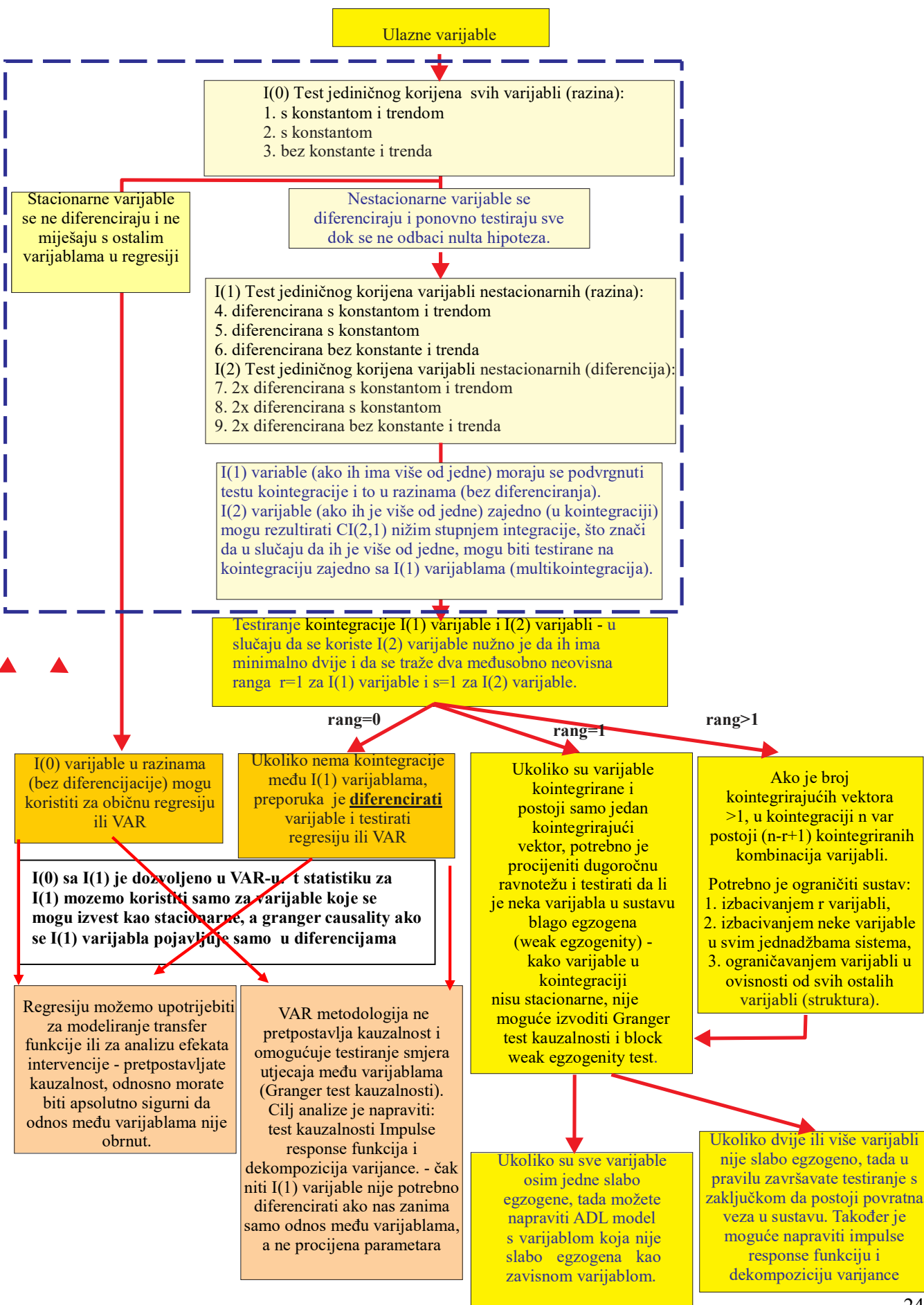
## POPIS SLIKA

- Slika 1. Emisija stakleničkih plinova 2000. prema izvorima
- Slika 2. Potrošnja energije p/c 2009. godine
- Slika 3. Cijena električne energije za industriju bez poreza, 2007-2011. (EUR/kWh)
- Slika 4. Cijena električne energije za kućanstva bez poreza, 2007-2011. (EUR/kWh)
- Slika 5. Cijene plina za industriju bez poreza, 2007-2011. (EUR/GJ)
- Slika 6. Cijene plina za industriju bez poreza, 2007-2011. (EUR/GJ)
- Slika 7. Geografski pregled država bogatih naftom, aktualnih i potencijalnih kriznih žarišta
- Slika 8. ravna stečevina Europske unije – Direktive iz Prvog paketa
- Slika 9. Pravna stečevina Europske unije – Direktive i Uredbe iz Drugog paketa
- Slika 10. Pravna stečevina Europske unije – Direktive i Uredbe iz Trećeg paketa
- Slika 11. Liberalizacija tržišta električne energije u EU nakon prihvaćanja Direktive iz 1999. i 2007. godine
- Slika 12. Cijene električne energije za domaćinstva u 2010. godini, s uključenim porezima (EUR/kWh)
- Slika 13. Cijene električne energije za domaćinstva u 2010. godini, bez uključenih poreza (EUR/kWh)
- Slika 14. Cijene električne energije za industriju 2010. godine, s uključenim porezima (EUR/kWh)
- Slika 15. Cijene električne energije za industriju 2010. godine, bez uključenih poreza (EUR/kWh)
- Slika 16. Medijacijski model
- Slika 17. Pokazatelji javne uprave za zemlje Jugoistočne Europe u 2008. godini
- Slika 18. Regulatorna kvaliteta u tranzicijskim zemljama 2008. godine
- Slika 19. Rizična vrijednost (VaR)
- Slika 20. Površina normalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0.1, \sigma = 1$ )
- Slika 21. Površina normalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0, \sigma = 1$ )
- Slika 22. Površina Student t distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0.1, \sigma = 1, \nu = 4$ )

- Slika 23. Površina Student t distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0, \sigma = 1, \nu = 4$ )
- Slika 24. Površina lognormalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0.1, \sigma = 1, I = 1Kn$ )
- Slika 25. Površina lognormalno distribuiranog VaR-a u odnosu na razinu vjerojatnosti i razdoblje držanja ( $\mu = 0, \sigma = 1, I = 1Kn$ )
- Slika 26. Testiranja rezultata VaR modela
- Slika 27. Histogram dnevnih povrata
- Slika 28. Prikaz binomnog stabla
- Slika 29. Utjecaj promjene vrijednosti predmetne imovine na distribuciju rezultata
- Slika 30. Prikaz vrijednosti opcije u trostupanjskom binomnom stablu

## **POPIS GRAFIKONA**

- Grafikon 1. Ilustracija postupka izračuna VaR-a pomoću Monte Carlo simulacije
- Grafikon 2. Rizičnost portfolija u odnosu na očekivani povrat ovisno o poduzetoj politici hedginga
- Grafikon 3. Kretanje cijena futuresa i spot cijene do datuma obračuna
- Grafikon 4. Mjesečne promjene spot cijene ( $\Delta S_t$ ) u odnosu prema mjesečnim promjenama cijena futures ugovora ( $\Delta f_t$ ) za naftu tijekom jedne godine
- Grafikon 5. Odnos izvršne cijene i spot cijene za call opciju
- Grafikon 6. Odnos izvršne cijene i spot cijene za put opciju
- Grafikon 7. Dobitak/gubitak od korištenja put opcije u odnosu na različite spot cijene
- Grafikon 8. Dobitak/gubitak od korištenja call opcije u odnosu na različite spot tečajeve



ISBN 978-953-7813-05-5



9 789537 813055