

Tomislav Gelo
MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Copyright © 2010.
Politička kultura, Zagreb
Sva prava pridržana
ISBN 978-953-042-6

Biblioteka
UNIVERSITAS

Urednik
prof. dr. sc. Radule Knežević

Recenzenti
prof. dr. sc. Ivo Družić
prof. dr. sc. Želimir Pašalić

Dr. sc. Tomislav Gelo

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA



Politička kultura
nakladno-istraživački zavod

Zagreb, 2010.

*Ovu knjigu posvećujem
svojim roditeljima*

Ovom prilikom želio bih zahvaliti svima koji su me ohrabivali, poticali i pomagali mi u pisanju i objavljivanju rada.

To se prije svega odnosi na mog mentora prof. dr. sc. Ivu Družića koji je uložio mnogo truda, strpljenja i vremena u moje obrazovanje, kao i u mnogobrojne rasprave koje su prethodile ovom radu. Bez njegova poticaja i zalaganja ova knjiga ne bi bila objavljena.

Zahvaljujem i svim profesorima, prijateljima i kolegama koji su također doprinijeli završetku ovoga rada.

Autor

SADRŽAJ

1. UVOD	11
2. TEORIJSKA RAŠČLAMBA KAUZALNOSTI ENERGIJE I RASTA BDP-a	14
2.1. Interkonekcija potrošnje energije i rasta BDP-a	14
2.1.1. Poljoprivredna Europa i počeci industrijalizacije	15
2.1.1.1. Tehnička otkrića i njihova važnost	18
2.1.2. Razdoblje pune industrijalizacije i ugljena kao glavnog energenta	20
2.1.2.1. Gospodarski razvoj i promet	24
2.1.2.2. Proizvodnja i potrošnja ugljena od 1820. do 1913.	25
2.1.2.3. Rast broja stanovništva i potrošnja energije	30
2.1.3. Razdoblje dvaju svjetskih ratova i jeftine nafte	33
2.1.4. Razdoblje skupe nafte i naftnih kriza	37
2.2. Energija kao limitirajući resurs rasta i razvoja gospodarstva	42
2.2.1. Hubbertov vrhunac	42
2.2.2. Energija i tehnologija	45
2.2.3. Promjene u strukturi energetske inputa	46
2.2.4. Promjene u strukturi BDP-a	47
2.3. Modeliranje funkcije ponude i potražnje za energijom i model ravnoteže na energetske tržištu	48
2.3.1. Postojeći modeli ponude i potražnje za energijom	50
2.3.2. Energetsko planiranje kao pretpostavka ravnotežnog energetskeg modela	53
2.3.3. Funkcija potražnje za energijom	54
2.3.3.1. Funkcija potražnje sektora kućanstava za energijom	55
2.3.3.2. Funkcija potražnje sektora usluga za energijom	56
2.3.3.3. Funkcija potražnje sektora industrije za energijom	57
2.3.3.4. Funkcija potražnje sektora transporta za energijom	58
2.3.3.5. Tehnološki napredak i dugoročna potražnja za energijom	60
2.3.4. Funkcija ponude za energijom	60
2.3.4.1. Izbor tehnologije za proizvodnju energije	62
2.3.4.2. Energetski izvori	62
2.3.5. Model ravnoteže na energetske tržištu	62
2.3.5.1. Negativni višak potražnje	64
2.3.5.2. Model ravnoteže s viškom potražnje	65
2.4. Utjecaj cjenovnih energetske šokova na makroekonomsku ravnotežu	66
2.4.1. Kanali distribucije porasta cijena nafte	68
2.4.2. DAD-SAS model	69

3. MEĐUOVISNOST ENERGETSKE POTROŠNJE I KRETANJA BDP-a	71
3.1. Energetska potražnja i ekonomska aktivnost	71
3.1.1. Veza potrošnje energije i razvoja civilizacije	71
3.1.2. Osnovne varijable energetske potražnje	72
3.1.3. Potražnja za energijom i BDP	74
3.1.4. Analiza korelacije potražnje za energijom i BDP-a	81
3.1.5. Potrošnja energije i HDI	87
3.2. Matematičko modeliranje i ekonometrijsko testiranje modela energetske potrošnje	89
3.2.1. Osnovni model	91
3.2.2. Prošireni modeli	92
3.2.3. Energetske varijable u modelima	92
3.2.4. Ekonomske varijable u modelima	94
3.2.4.1. Dohodak	94
3.2.4.2. Cijene energije	94
3.2.4.3. Cjenovna i dohodovna elastičnost	96
3.2.4.4. Ostale ekonomske varijable	96
3.2.5. Ekonometrijski modeli	97
3.2.5.1. Grangerov test kauzalnosti	97
3.2.5.2. Kointegracija	101
3.2.5.3. Hsiao-Granger kauzalost	102
4. STRUKTURA POTROŠNJE ENERGIJE I STRUKTURA BDP-a	104
4.1. Energetska intenzivnost i energetske pokazatelji	104
4.1.1. Energetske pokazatelji	104
4.1.1.1. Energetska intenzivnost i ostali ekonomsko-energetski pokazatelji	106
4.1.2. Energetska i ekonomska efikasnost	109
4.1.2.1. Energetska efikasnost	109
4.1.2.2. Ekonomska efikasnost	110
4.1.2.3. Energetska efikasnost industrije	111
4.1.2.4. Energetska efikasnost kućanstava	114
4.1.2.5. Energetska efikasnost sektora usluga	116
4.1.2.6. Energetska efikasnost prometa	117
4.2. Empirijska analiza	118
4.2.1. Razlozi za analize	118
4.2.2. Veza energetske intenzivnosti i dohotka	119
4.2.3. Ekonomsko-energetski agregati u analizi energetske intenzivnosti	122
4.2.3.1. Cijene energije	122
4.2.3.2. Agregatni prikaz energetske varijable	124
4.2.3.3. Energetski pristup	124
4.2.3.4. Ekonomski pristup	125
4.2.4. Utjecaj tehnologije na energetske intenzivnost	126
4.2.5. Utjecaj kvalitete energije na energetske intenzivnost	128
4.2.6. Metode dekompozicije energetske intenzivnosti	129

Sadržaj

4.3. Međunarodna poredbena analiza	132
4.3.1. Potrošnja energije	133
4.3.2. Analiza energetske intenzivnosti	136
4.3.2.1. Ukupna potrošnja primarne energije po jedinici BDP-a	136
4.3.2.2. Potrošnja nafte i BDP	141
4.3.2.3. Potrošnja električne energije i BDP	142
4.3.3. Analiza potrošnje energije po stanovniku	144
4.3.3.1. TPES po stanovniku	144
4.3.3.2. Potrošnja nafte po stanovniku	148
4.3.3.3. Potrošnja električne energije po stanovniku	149
5. ČIMBENICI EKONOMSKE ANALIZE HRVATSKOG ENERGETSKOG SEKTORA	153
5.1. Energetski sustavi i njihova ekonomska obilježja	153
5.1.1. Specifična obilježja energetskog tržišta	153
5.1.2. Analiza poslovanja energetskog sektora	155
5.1.2.1. Elektroenergetski sustav	162
5.1.2.2. Naftni sustav	165
5.1.2.3. INA – Industrija nafte	166
5.1.2.4. JANAF – Jadranski naftovod	167
5.1.2.5. Plinski sustav	169
5.1.2.6. Plinacro	169
5.1.2.7. Distributeri plina	171
5.1.2.8. Toplinski sustav	173
5.2. Statička i dinamička analiza energetske potrošnje i njene strukture	175
5.2.1. Potrošnja energije	175
5.2.1.1. Potrošnja energije po energentu i po sektorima	178
5.2.2. Proizvodnja energije i vlastita opskrbljenost energijom	183
5.2.3. Struktura uvoza i izvoza energije	185
5.2.4. Energija za energetske transformacije	187
5.2.5. Struktura utrošene energije	190
5.3. Struktura proizvodnih kapaciteta energetskog sektora i njihova troškovna učinkovitost	194
5.3.1. Elektroenergetski proizvodni kapaciteti	194
5.3.2. Naftni proizvodni kapaciteti	197
5.3.3. Plinski proizvodni kapaciteti	200
5.3.4. Toplinski proizvodni kapaciteti	202
5.4. Cijene energenata i njihova struktura	204
5.4.1. Način formiranja cijena energenta	205
5.4.1.1. Način formiranja cijena električne energije	206
5.4.1.2. Način formiranja cijena nafte i naftnih derivata	207
5.4.1.3. Način formiranja cijena prirodnog plina	208
5.4.1.4. Način formiranja cijena toplinske energije	210
5.4.2. Struktura cijena energenta	210
5.4.2.1. Struktura cijene električne energije	210
5.4.2.2. Struktura cijene nafte i naftnih derivata	211
5.4.2.3. Struktura cijene prirodnog plina	212

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

5.4.2.4. Struktura cijene toplinske energije	213
5.5. Međunarodna poredbena analiza cijena energenata	214
5.5.1. Naftni derivati	215
5.5.2. Prirodni plin	221
5.5.3. Električna energija	226
5.5.4. Toplinska energija	235
6. EKONOMETRIJSKO MODELIRANJE MEĐUSVEZE POTROŠNJE ENERGIJE I MAKROEKONOMSKIH VARIJABLI U HRVATSKOM GOSPODARSTVU U RAZDOBLJU OD 1953. DO 2005.	237
6.1. Formulacija i testiranje ekonometrijskih modela	237
6.1.1. Ekonomske i energetske varijable u modelu.	241
6.1.1.1. Trendovi i veze između varijabli	245
6.2. Grangerova kauzalnost	249
6.2.1. BDP vs ukupna potrošnja energije.	250
6.2.2. BDP vs potrošnja tekućih goriva	253
6.3. Ekonometrijsko modeliranje učinaka cjenovnih energetske šokova na hrvatsko gospodarstvo	255
6.4. Učinak smanjenja energetske intenzivnosti na hrvatsko gospodarstvo	259
6.4.1. Potrošnja energije i ekonomska aktivnost	259
6.4.2. Energetska intenzivnost	263
6.4.2.1. Agregirana energetska intenzivnost.	263
6.4.2.2. Sektorska energetska intenzivnost	267
6.5. Učinak promjene strukture BDP-a na ukupnu i strukturnu potrošnju energije u RH	273
6.6. Međusveza proizvodnosti rada i energetske intenzivnosti	278
7. ZAKLJUČAK.	280
8. PRILOZI	286
9. LITERATURA	297
10. POPIS TABLICA, GRAFOVA I SLIKA	309
11. KAZALO	317

1. UVOD¹

Gospodarski, ali i svekoliki razvoj nekog gospodarstva i društva danas je nezamisliv bez upotrebe različitih vidova energije kao osnovnih inputa u proizvodnom procesu i svakodnevnom životu građana. Energija je pokretala ljudski razvoj još od prapovijesnih razdoblja civilizacije. Povijesne transformacije društava iz agrarnih gospodarstava, preko industrijske revolucije do informatičke ere bile bi nemoguće bez velikog doprinosa energije. Povezanost potrošnje energije i cjelokupnog razvoja društva duga je koliko i sama civilizacija. Energija je postala jedno od najvažnijih svjetskih oruđa, ali i oružja, u suvremenom svijetu te je neophodan strateški čimbenik za napredak sveopće svjetske civilizacije. Danas je život u razvijenim zemljama nezamisliv bez mobitela, automobila, računala i ostalih modernih izuma, a za sve je njih neophodna energija. Potreba za energijom postoji tisućljećima, ali je energetska problematika danas kompleksnija i interdisciplinarnija pa je se analizira kao zasebno znanstveno područje. Energija i gospodarski rast međusobno su korelirani. Bez energije ne bi bilo gospodarskog rasta, a zbog potrebe daljnjeg razvoja otkrivaju se i koriste novi oblici energije. S druge strane bez gospodarskog rasta ne bi bilo potrebe za energijom i njenim raznim oblicima.

Zbog međusobne povezanosti, promjena cijene u nekom sektoru različito će utjecati na cijene drugih sektora, pa prema tome i na njihov relativni ekonomski položaj. Povećanje cijene u nekom proizvodnom sektoru, izazvano bilo kojim uzrocima, pokreće lančanu reakciju koja se određenim intenzitetom rasprostire na proizvodni sektor cijelog gospodarstva. Ako taj sektor proizvodi intermedijarne proizvode poput energije, onda će to povećanje cijena neposredno dovesti do poskupljenja inputa u svim ostalim sektorima koji troše njegove proizvode. Prema tržišnom položaju, sektori će to poskupljenje inputa u cjelini ili djelomično pokušati prebaciti na svoje potrošače ili će ga morati kompenzirati na račun dohotka i tako smanjivati svoju ekonomsku korist. U slučaju potpunog ili djelomičnog prebacivanja povećanih troškova, efekti izazvani ovim primarnim povećanjem cijena u nekom sektoru rasprostiru se dalje, preko indirektnih veza, kroz čitav proizvodni sustav. Kao konačan rezultat postavlja se nova ravnoteža s izmijenjenim relativnim cijenama i izmijenjenim gospodarskim položajem pojedinih sektora. Rasprostiranjem kroz proizvodni sustav preko međusobnih isporuka intermedijarnih proizvoda, izazvane promjene u konačnici se odražavaju na cijene finalnih proizvoda

¹ Ova knjiga nastala je na temelju istraživanja provedenog u sklopu znanstvenog projekta Analiza učinkovitosti gospodarskog rasta (067-0671447-2494), unutar znanstvenog programa Strategija suvremenog nacionalnog gospodarskog razvitka, rezultat kojega je doktorska disertacija Gelo, T: *Makroekonomski učinci svjetskih energetske cjenovnih šokova na hrvatsko gospodarstvo*, neobjavljena doktorska disertacija; obranjena 15.07.2008, Ekonomski fakultet, Zagreb.

koje ulaze u sustav pojedinih komponenti finalne potrošnje. Autonomno povećanje cijena u jednom sektoru može se proširiti na cijene ostalih sektora i promijeniti njihov ekonomski položaj.

Energija, cijene energije i cijene energenata nedvojbeno imaju utjecaj na gospodarstvo određene zemlje i blagostanje njenih građana. Odvijanje svakodnevnog života, pa tako i funkcioniranje gospodarskog procesa, bez energije je na današnjem stupnju razvoja ljudske civilizacije nemoguće. Gospodarski rast, uz ostale čimbenike, nedvojbeno ovisi i o raspoloživosti dostatnih količina energije po prihvatljivim cijenama.

Nakon naftnih šokova 70-ih godina 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća postavlja se pitanje oskudnosti energetskih, prije svega naftnih, resursa i utjecaja na buduću gospodarski razvoj svijeta. Da bi se nafta proizvela, potrebno ju je najprije otkriti. Ako su otkrivene rezerve kroz godine veće od proizvodnje, odnosno potrošnje nafte, to stvara optimistički pogled na energetsku perspektivu. Međutim što kada otkrivene rezerve počnu biti manje od ukupne svjetske potrošnje nafte? Taj trenutak vodi nas spoznaji da je energija limitirajući resurs rasta i razvoja gospodarstva te je zanimljivo vidjeti kako on djeluje na Hrvatsku.

U posljednjih 20-ak godina veze između energije i gospodarstva značajno su se promijenile. Liberalizacija tržišta energijom i globalizacija utjecale su na ubrzanje razvoja proizvodnje i transformacije prije svega nafte, plina i električne energije, ali i ostalih energenata. U ekonomskoj teoriji dominiraju nova važna pitanja kombinirajući makroekonomske odnose, investicijsku politiku, ekonomsku politiku, ali i industrijsku organizaciju i ekonomsku regulaciju. Neizostavan aspekt je i ekološka politika zbog sve većeg problema zaštite okoliša i smanjenja emisije štetnih plinova te supstitucija jednog energenta drugim, ekološki prihvatljivijim, s manjim eksternim disekonomijama. Sve ove nagle i dramatične promjene zahtijevale su primjenu novih metoda i modela u empirijskom analiziranju veza između razvoja gospodarstva i potrošnje energije, odnosno u interakciji energije i okoliša, energije i poljoprivrede, energije i prometa itd. Za analizu i objašnjenje promjena korišteni su svi ekonometrijski alati, koji su također razvijeni i poboljšani u zadnjih dvadesetak godina. Kao dobra pretpostavka za ekstenzivno korištenje ekonometrijskih metoda poslužila je, povijesno gledajući, uvijek vrlo dobro razvijena baza energetskih podataka. Razvoju kvalitetnijih kvantitativnih analiza, a zatim i analiza promjena veza između energije i gospodarstva, značajno je doprinijelo ubrzanje razvijanje novih tehnologija, prije svega na polju informacijskih i komunikacijskih znanosti.

Hrvatska je, kao malo i otvoreno gospodarstvo, podložna utjecajima i kretanjima na svjetskom tržištu. Različiti "šokovi" koji potresaju svjetska tržišta, a među njima se svakako nalaze i oni energetski, mogu se prenijeti u Hrvatsku i na razne načine utjecati na njeno gospodarstvo. Hrvatska spada u one zemlje koje većinu svoje ovisnosti o nafti zadovoljavaju uvozom, oko 80 posto, što je čini još i ranjivijom na svjetske energetske šokove.

Energija i njen utjecaj na gospodarski razvoj važan su element u definiranju makroekonomske politike neke države, posebice imajući na umu volatil-

nost cijena energenata u novom tisućljeću, nakon 2002. godine. S obzirom da se važnost energije za svjetski ekonomski razvoj pokazuje tek u zadnjih 50-ak godina kada se počela shvaćati oskudnost energetske resursa, tako se s kvalitetnijom analizom povezanosti energije i razvoja gospodarstva krenulo tek od početka prvih energetske krize 1973. i 1979. godine. Do tada je energija, a prije svega nafta i naftni derivati kao dio ukupne energetske potrošnje, bila relativno jeftina, a njena potrošnja višestruko puta manja u odnosu na današnju razinu potrošnje. U posljednjem desetljeću značajne svjetske financijske institucije kao Međunarodni monetarni fond i Svjetska banka rade globalne makroekonomske modele pokušavajući kvantificirati utjecaj rasta cijena nafte na stope rasta svjetskog gospodarstva.

Napisani su broji članci i studije kojima se pokušalo definirati utječe li energija na BDP, odnosno utječe li BDP na potrošnju energije ili postoji uzajamna veza. Provedene empirijske analize pokazuju da veza svakako postoji, ali pitanje oko kojeg se znanstvenici ne mogu složiti je smjer kauzalnosti, budući su dobiveni rezultati različiti.

Postojeća rasprava o utjecaju energije na hrvatski ekonomski razvoj za sada nije dostigla potrebnu razinu znanstveno-stručne argumentacije. Ne postoji naime sustavna analiza utjecaja cijena energenata čiji bi rezultati bili podloga provođenju ekonomske politike u Republici Hrvatskoj, posebice imajući na umu sve veću energetske ovisnost i značajne stope rasta potrošnje energije u posljednje vrijeme.

Zbog prethodno navedenog, cilj ovoga istraživanja treba promatrati kao pokušaj unošenja elemenata suvremene analize i priznatih i poznatih svjetskih iskustava u jedno od značajnih segmenata hrvatske ekonomske znanosti i gospodarske stvarnosti.

Energija, kao i cijene energije, trenutno se nalaze u fokusu svih važnijih svjetskih znanstvenih i stručnih istraživanja. Utjecaj cijena energije na opću razinu cijena, a preko inflacije na zaposlenost i GDP, tvori domino-efekt u kojem upravo cijena energije može imati ulogu pokretača procesa u jednom ili drugom smjeru (naravno ovisno o smjeru kauzalnosti). Sukladno tome determiniranje utjecaja cijena energije na gospodarski razvoj postaje važno pitanje za Hrvatsku i njene građane. Kvantificiranje komplicirane mreže međuovisnosti, kako direktnih tako i indirektnih, putem kojih se prenose impulsi promjene cijena energije, moguće je primjenom input-output modela. Kako u Hrvatskoj nakon osamostaljenja nisu izrađivane input-output tablice te kako sve do nedavno nisu postojale publicirane vremenske serije podataka energetske varijabli, istraživanja su bila suočena s ozbiljnim ograničenjima i poteškoćama. Također u Hrvatskoj su rijetka istraživanja koja se bave vezom potrošnje energije i kretanja gospodarske aktivnosti, odnosno gotovo da ih i nema.

2. TEORIJSKA RAŠČLAMBA KAUZALNOSTI ENERGIJE I RASTA BDP-a

2.1. INTERKONEKCIJA POTROŠNJE ENERGIJE I RASTA BDP-a

Povezanost potrošnje energije i cjelokupnog razvoja društva duga je koliko i sama civilizacija. Drvo se kao osnovni izvor energije koristilo još od pradavnih početaka ljudskog života za stvaranje toplinske energije koja se upotrebljavala za pripremu hrane i grijanje, pa sve do današnjih dana i pojave sofisticiranih oblika i izvora energije, poput nuklearne, i njene primjene u visokotehnološkim proizvodnim procesima. Upotrebu pojedinih izvora energije moguće je povezati s određenim povijesnim razdobljima razvoja čovječanstva. U ovom se poglavlju povezuju primarni izvori energije, drvo, ugljen i nafta, s povijesno-gospodarskim razdobljima te se analizira interkonekcija između potrošnje energije i njenog izvora i stopa rasta bruto domaćeg proizvoda s obzirom na dostupne podatke za pojedine zemlje.

Od oko 1800. godine do danas dogodile su se četiri velike civilizacijske i tehnološko-energetske promjene u životu ljudi u industrijskim zemljama: 1) supstitucija energije ljudi i životinja energijom strojeva; 2) udvostručenje (očekivanog) trajanja života; 3) pojava (učinkovitih) relativno jeftinih uvjeta transporta ljudi i robe; 4) pojava globalnih i jeftinih komunikacija. Promjene pod 1) i 3) direktan su rezultat upotrebe novih oblika energije dok su promjene pod 2) i 4) rezultat indirektno upotrebe novih oblika energije. Navedene promjene temelj su proučavanja povezanosti potrošnje energije i gospodarskog razvoja.

Interkonekciju potrošnje energije i stopa rasta BDP-a možemo promatrati kroz nekoliko značajnijih povijesnih faza razvoja društva i civilizacije uopće. U razdoblju u kojem je u Europi poljoprivreda bila dominantna djelatnost, većinsko stanovništvo poljoprivredno, a ljudski rad osnovni faktor proizvodnje, način i svrha upotrebe energije nisu se značajnije promijenile još od doba Rimskog carstva. Drvo je predstavljalo glavni izvor energije, a njena važnost za razvoj cjelokupnog društva i gospodarski razvoj bila je vrlo mala. U 18. stoljeću u Europi, prije svega u Velikoj Britaniji, počinje industrijska revolucija¹, ali i energetske revolucije, i njeno širenje u ostale europske zemlje i

¹ Pojam industrijska revolucija počeo se koristiti početkom 19. stoljeća da bi se naglasila važnost mehanizacije industrije u Engleskoj. Neki za početak industrijske revolucije uzimaju 1760. godinu. U drugim zemljama ona počinje znatno kasnije – Belgiji 1830. godine, u ostalim zemljama nekoliko desetljeća kasnije, a u Rusiji i Japanu krajem 19. stoljeća.

Sjevernu Ameriku. Ugljen i njegova sve šira primjena u novim tehnološkim otkrićima postaju okosnica gospodarskog razvoja industrijskih zemalja. Među različitim zemljama postoje znatne razlike u dinamici rasta BDP-a, a jedan od razloga leži u činjenici da zemlje s većim vlastitim izvorima ugljena, a time i nižim cijenama, imaju više stope gospodarskog rasta. Vrijeme pred početak Prvog svjetskog rata (1913) pa do završetka Drugog svjetskog rata (1945) predstavlja razdoblje gospodarskih depresija i ljudskih i materijalnih razaranja te početka gubljenja apsolutno dominantne pozicije ugljena kao glavnog svjetskog energenta i pojave nafte i njene sve veće eksploatacije, kao i borbe za dominaciju nad izvorima i rezervama tog budućeg svjetskog energenta. Nakon Drugog svjetskog rata dolazi do znatno viših stopa rasta bruto domaćeg proizvoda većine svjetskih zemalja, prije svega zapadnoeuropskih, zatim Japana i SAD-a, uz istovremeno visoke stope rasta potrošnje nafte i naftnih derivata što sve vodi ubrzanom gospodarskom oporavku od ratnih razaranja. Naglim rastom cijena nafte² 70-ih godina 20. stoljeća počinje razdoblje nižih stopa rasta BDP-a, ali i shvaćanja visoke ovisnosti gospodarskog razvoja o nafti kao glavnom svjetskom energentu. Kao posljedica se javlja diversifikacija energetske izvora, smanjenje energetske intenzivnosti, veća upotreba nuklearne energije i veće naglašavanje sigurnosti opskrbe energijom.

Sa stajališta dinamike potrošnje energije postoje četiri značajna razdoblja:

1) prvo razdoblje čini vremenski period od 120 godina koji započinje početkom 18. stoljeća, nastavlja se industrijskom revolucijom i traje do godine 1820. kada završavaju Napoleonovi ratovi u Europi te slijedi razdoblje mira. Drvo je glavni energent, a naziru se i počeci "ere ugljena";

2) razdoblje nakon Napoleonovih ratova koje traje sve do pred početak Prvog svjetskog rata godine 1913. u kojem ugljen preko 90 godina čini dominantan svjetski energent;

3) razdoblje dvaju svjetskih ratova u kojem se nafta pojavljuje kao obećavajući energent budućnosti. Vrijeme je to visokih stopa rasta potrošnje naftnih derivata nakon Drugog svjetskog rata koje traje sve do prve nafte krize godine 1973;

4) vrijeme "otriježnjena" i shvaćanja ranjivosti svjetskog gospodarstva zbog značajne ovisnosti o nafti te prihvaćanja strategije diversifikacije energenata i razvoja nuklearne energije, brige za okoliš i rasta važnosti obnovljivih izvora energije.

2.1.1. Poljoprivredna Europa i počeci industrijalizacije

Od početka nove ere, ali i znatno prije, pa sve do početka novoga doba, koje počinje industrijskom revolucijom i otkrićem Novoga svijeta³, nije se dogodilo ništa značajnije s obzirom na korištenje energije, njene oblike i finalnu potrošnju. Glavni izvor energije je drvo, a glavni oblik energije toplina. U transportu se prije svega koristi energija vjetra za plovidbu morima, a ljudski i

² Svjetski naftni šokovi 1973. i 1979. godine.

³ Sjeverna Amerika, ali i otkrića novih pomorskih putova i širenje trgovine.

animalni mišići glavni su izvori mehaničke energije budući je ljudski rad glavni faktor proizvodnje. Također je značajna snaga vode i njena upotreba u mlinovima na vodu. U Europi je sve do kraja 19. stoljeća apsolutno dominirala poljoprivredna djelatnost, pa tako i poljoprivredno stanovništvo. Udio radne snage u poljoprivrednom sektoru u 17. i 18. stoljeću iznosio je između 80 i 90 posto, da bi krajem 19. stoljeća pao na 50 posto.⁴ U gospodarskom smislu, od propasti Rimskog carstva sve do oko 1500. godine nije bilo rasta BDP-a po stanovniku. Dominantan je udio poljoprivrede u strukturi bruto domaćeg proizvoda, a izumi s primjenama izvan poljoprivrede vrlo su malo doprinijeli rastu proizvodnje i ukupnog bruto domaćeg proizvoda, čija je stopa rasta iznosila oko 0,1 posto, dok je istovremeni proporcionalni rast stanovništva vodio konstantnom dohotku po stanovniku. Konstantna ili čak i smanjena poljoprivredna proizvodnja, maksimalna proizvodnja s obzirom na feudalna gospodarstva i povećani broj epidemioloških bolesti doveli su do feudalnih kriza krajem 15. i početkom 16. stoljeća.⁵ Sljedećih 200 godina, od oko godine 1500. do godine 1700, rast dohotka po stanovniku je i dalje bio mali te je iznosio oko 0,1 posto godišnje da bi od 1700. do 1820. narastao na samo 0,2 posto.⁶ U 18. stoljeću gospodarski razvoj počinje se više temeljiti na industriji, a sve manje na poljoprivrednoj proizvodnji. Tako je Engleska u tom razdoblju istovremeni lider u industrijskoj, ali i poljoprivrednoj proizvodnji. Do 1900. godine samo 10 posto engleskog stanovništva zaposleno je u poljoprivrednoj proizvodnji.⁷

U 16. stoljeću engleska se prerađivačka industrija (manufaktura) počela sve više oslanjati na ugljen kao glavno energetske gorivo, ali i sirovinu u izradi stakla, vrenju piva, bojanju, izradi opeke i crijepa, kovanju i metalurgiji, a krajem 16. i tijekom 17. stoljeća povećana je upotreba energije kod proizvodnje oružja (topovi) i prerade čelika. Ovaj prijelaz na fosilno gorivo daleko prije nego u drugim europskim zemljama jedan je znanstvenik nazvao "prvom industrijskom revolucijom"⁸. Već Adam Smith⁹ uočava tendenciju britanske prerađivačke djelatnosti da se koncentrira blizu nalazišta ugljena što je za posljedice imalo niže troškove proizvodnje. Porastom potražnje za ugljenom raste i trgovina tim strateškim energetske resursom. Međutim ponuda više nije u stanju zadovoljiti sve potrebe te se javlja potreba za novim rudnicima. Zbog narušene ravnoteže na tržištu ponude i potražnje, cijene ugljena rastu te se javljaju prapočeci energetske šokova.

Godišnje procjene stopa rasta BDP-a i stanovništva za Europu za razdoblje od 1700. do 1760. godine moguće su jedino za tada najrazvijenije zemlje, a to su Velika Britanija i Francuska.¹⁰ Francuska je bila najveća europska zemlja po broju stanovnika i obradivoj zemlji, s dominantnom poljoprivred-

⁴ Cameron, R., Neal, L., (2003)

⁵ Wallerstein, I., (1974)

⁶ Blanchard, O., (2003)

⁷ Wallerstein, I., (1974)

⁸ Nef, J. U., (1932)

⁹ U *Bogatstvu naroda*, knjiga V, poglavlje 2. članak 4,

¹⁰ Na osnovu tih dviju zemalja radile su se procjene i za baltičke zemlje, Španjolsku, Portugal i one države koje će kasnije činiti Njemačku i Italiju.

nom proizvodnjom.¹¹ Koristila se energija čovjeka, životinja, vode i vjetra. Velika Britanija je također bila dominantno poljoprivredna zemlja, ali s rastućom trgovinom i početkom razvoja industrijskog sektora (manufakture) te je od Nizozemske počela preuzimati vodeću gospodarsku i političku ulogu. Zbog sve većih potreba za energijom, a u nedostatku drveta, razvijalo se tržište ugljena na relaciji Newcastle-London. Industrija je bila mala i sastojala se od industrije pamuka i tekstila, metalne industrije i gradnje brodova te staklarstva, prerade šećera i druge manje značajne industrije, odnosno manufakture. Dominantno gorivo još je uvijek bilo drvo, i to za preradu željeza, a transport se oslanjao na snagu čovjeka potpomognutu snagom vode i životinja. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1700. do 1760. prikazana je u Tablici 2.1.

Tablica 2.1. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1700. do 1760. godine

Zemlja	Godišnja stopa rasta BDP-a	Godišnja stopa rasta stanovništva
Francuska	0,36%	0,30%
Velika Britanija	0,58%	0,30%

Izvor: Maddison, A., (2001)

Stope rasta stanovništva bile su slične i u ostalim europskim zemljama. Krajem 17. stoljeća Engleska je po produktivnosti u poljoprivredi bila daleko ispred zemalja kontinentalne Europe, sa "samo" 60 posto stanovništva angažiranih primarno u proizvodnji hrane. Početkom 19. stoljeća taj je udio smanjen na 36 posto, sredinom 19. stoljeća iznosio je 22 posto, a manje od 10 posto početkom 20. stoljeća.¹²

Razdoblje od 1760. do 1820. je vrijeme Američkog rata za neovisnost, Francuske revolucije i Napoleonovih ratova koji završavaju 1815. godine. Godišnje stope rasta BDP-a i stanovništva prikazane su u Tablici 2.2.

Tablica 2.2. Godišnje stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1760. do 1820. godine

Zemlja	Godišnja stopa rasta BDP-a	Godišnja stopa rasta stanovništva
Francuska	0,74%	0,32%
Velika Britanija	1,53%	1,05%

Izvor: Maddison, A., (2001)

¹¹ Ne uzimajući u obzir Rusiju.

¹² Cameron, R., Neal, L., (2003)

Stanovništvo u Francuskoj raste po stopi od 0,32 posto godišnje, a slična je stopa i u drugim europskim zemljama, osim u Velikoj Britaniji gdje je rast stanovništva znatno veći. Istovremeno BDP u Francuskoj raste dvostruko više nego u razdoblju od 1700. do 1760. U Britaniji je stopa značajno viša od prijašnjeg promatranog razdoblja. Jedna od pretpostavi je da je ovolika razlika u gospodarskom razvoju rezultat većih investicija Velike Britanije u energetske tehnologije i u gradnju mreže plovnih kanala za brži i jeftiniji transport, ponajprije ugljena, što je rezultiralo nižim cijenama energije u proizvodnim procesima. Gradnjom plovnih kanala krajnje cijene ugljena su se prepolovile zbog znatno nižih troškova transporta, a glavna pokretačka snaga je bila radna stoka. Kako je broj kanala rastao, tako su cijene i dalje padale, a brzina transporta ugljena je bila mnogostruko puta viša od prijašnjih.¹³ Do 1880. u Engleskoj južno od Yorka bilo je oko 10.000 kilometara iskopanih kanala. Ljudska ili životinjska snaga zamjenjuju se mehaničkom snagom novih strojeva i pretvaranjem jednog oblika energije u drugi. Kada je u pitanju upotreba energije u tehničkim i industrijskim procesima u ranom razdoblju industrijalizacije, dolazi do supstitucije drveta drvenim ugljenom kao (pogonskim) gorivom te uvođenja (prve pojave) parnog stroja u rudnicima, manufakturi i transportu. Upotreba ugljena i koksa u metalurgiji i sličnim procesima značajno je smanjila troškove finalne proizvodnje željeza i povećala njegovu upotrebu. U 1750-tim i 1760-tim dolazi do značajne gradnje cestovne mreže čija duljina raste s 8800 kilometara godine 1750. na 39.000 kilometara godine 1770, da bi godine 1836. duljina cestovnih prometnica u Velikoj Britaniji iznosila oko 57.000 kilometara.¹⁴ Nakon tog razdoblja raste važnost željezničkog prometa, a kanali postaju neefikasan način transporta roba.

Industrijalizaciju, odnosno početak razvitka moderne industrije Velike Britanije u 18. stoljeću, karakteriziraju široka upotreba mehaničkih strojeva, upotreba novih oblika mehaničke snage (energije), posebno fosilnih goriva, te široka upotreba sirovina u proizvodnim procesima koje je nužno preraditi u konačnoj upotrebi (čelična ruda – čelik).¹⁵

2.1.1.1. Tehnička otkrića i njihova važnost

Potrošnja energije u velikoj je mjeri povezana sa stanjem tehnologije povijesnih razdoblja. Sve do oko 1700. godine nije bilo značajnijih tehničkih otkrića koja bi povećala potrošnju energije i proširila njenu primjenu. Dosta važnih otkrića, ne samo za potrošnju energije nego i za cjelokupan ljudski razvoj, dogodilo se u 18. stoljeću. Među najvažnija početna otkrića spada prvi parni stroj, čija je efikasnost¹⁶, odnosno iskorištenost potrošene energije, bila

¹³ Ti isti kanali će poslije biti korišteni za transport ugljena parobrodima.

¹⁴ Cameron, R., Neal, L., (2003)

¹⁵ Cameron, R., Neal, L., (2003)

¹⁶ Paru je prvi put u rudnicima upotrijebilo Thomas Savery, vojni inženjer koji je godine 1698. patentirao parnu pumpu koja je iz rudnika izvlačila vodu jer su poplave u rudnicima predstavljale problem. No ta je pumpa često znala eksplodirati. Nju je kasnije prodavač čelika Thomas Newcomen poboljšao i napravio atmosfersku pumpu, ali je ona trošila puno goriva. James Watt iz Glasgova je godine 1768-9. na temelju Newcomenove pumpe razvio parni stroj (stroj s pose-

samo pet posto, a stroj je imao samo 15 konjskih snaga. Tehnološki razvoj znatno je napredovao, a postojeća tehnologija povećavala je svoju efikasnost. Primjena parnog stroja se vrlo brzo proširila u proizvodnim procesima, a posebice u transportu ugljena od rudnika do industrijskih postrojenja. Tako je do 1850. Francuska imala preko 5000 parnih motora koji su se koristili u industrijskoj proizvodnji, Njemačka 2000, Belgija 2000 te Austrijsko Carstvo 1200. Pretpostavlja se da je Velika Britanija imala koliko i cijela kontinentalna Europa zajedno. SAD su 1838. godine imale oko 2000 stacionarnih parnih motora.¹⁷ Abraham Darby je 1709. otkrio novi, efikasniji i kvalitetniji postupak prerade željeza upotrebom koksa. Međutim proći će još gotovo 80 godina da bi se stari način obrade željeza zamijenio novim i značajno povećala kvaliteta i efikasnost proizvodnje željeza. Nakon njih slijede i ostala značajnija tehnička otkrića novih i povećanja efikasnosti postojećih tehnologija, koja će u budućnosti značajnije povećati važnost energije i njene šire upotrebe u proizvodnji te će postati jedan od temelja daljnjeg gospodarskog razvoja. Važan datum za daljnje povećanje potrošnje i važnosti energije je i godina 1813. kada je George Stephenson konstruirao parnu lokomotivu koja će uskoro postati temeljem razvoja željezničkog prometa u Europi, a relacija Liverpool–Manchester prva svjetska komercijalna željeznička pruga. Robert Fulton smatra se konstruktorom prvog parobroda Clermont u Americi godine 1807. 13 godina kasnije parobrod Savannah prvi je preplovio Atlantik. Industrija ugljena, čiji je rast bio stimuliran manjkom drveta kao alternativnog goriva, značajno je porasla izumom parnog stroja i njegovom primjenom u prometu.

U drugoj polovici 19. stoljeća došlo je do značajnog poboljšanja parnog stroja zahvaljujući znanstvenim dostignućima u termodinamici. Britanac Charles A. Parson 1884. izumio je parnu turbinu koja je dalje povećala upotrebu energije. Radovima Amerikanca Benjamina Franklina, Talijana Luigia Galvanija i Alessandra Volte, Humphrya Davya, Michaela Faradaya te Francuza Andrea Amperea, kao i ostalih značajnih svjetskih znanstvenika i izumitelja, došlo je do prekretnice u razvoju i potrošnji sekundarnih oblika energije te izuma električne energije. U razdoblju 1820-tih i 1830-tih u Francuskoj se proizvodi električna energija pogonom vode s Alpa i upotrebom dinama za proizvodnju električne energije. Pojava električne energije i njena široka primjena ostvarila je pretpostavke korjenitih promjena u strukturi proizvodnje i nacionalnih dohodaka u desetljećima koji slijede. Pojava hidroelektrana za proizvodnju električne energije znatno će utjecati na razvoj zemalja koje nisu imale dovoljno vlastitih izvora ugljena. Od 1840. električna energija je u upotrebi u telegrafiji i novim industrijskim pogonima, a 1850-tih počinje njena upotreba za rasvjetu korištenjem sijalica¹⁸. Samo 20 godina kasnije njihova primjena postaje vrlo široka.

bnim kondenzatorom) koji će biti začetnik veće upotrebe fosilnih goriva za mehanički pogon strojeva, a koji će se godine 1776. početi proizvoditi za komercijalnu upotrebu.

¹⁷ Cameron, R., Neal, L., (2003)

¹⁸ Sijalicu su izumili Englez Joseph Swan i Amerikanac Thomas Edison.

Godine 1900. Nijemci Nikolas Otto, Karl Benz i Gottfried Daimler izumom motora s unutarnjim sagorijevanjem iz temelja mijenjaju pogled na transport, a nafta dobiva na važnosti kao gorivo za pogon u prometu.

Efikasnost upotrebe ugljena pojavom novih tehnologija vrlo se dobro može sagledati kroz činjenicu da je potrošnja ugljena po 1000 bruto tona-milja u željezničkom prometu između 1917. i 1937. godine smanjena za oko 35 posto. Za proizvodnju jednog kWh električne energije u istom je razdoblju bilo potrebno 60 posto manje ugljena. Smanjenje potrošnje ugljena po kWh proizvedene električne energije 60-tih je godina 20. stoljeća iznosilo čak 77 posto manje u odnosu na 1917. godinu.

2.1.2. Razdoblje pune industrijalizacije i ugljena kao glavnog energenta

Nakon 1815. godine, poraza Napoleona i završetka Bečkog kongresa, britanska je nadmoć na svjetskim morima bila neupitna. Razbolje do 1850. u Europi i Sjevernoj Americi je vrijeme bez ratova. Vodeni transport i jeftin ugljen su bili temelj rastućeg prometa i razvitka industrije. Godišnje stope rasta BDP-a i stanovništva prikazane su u Tablici 2.3.

Tablica 2.3. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1820. do 1913. godine

Zemlja	Godišnja stopa rasta BDP-a	Godišnja stopa rasta stanovništva
Belgija	2,74%	0,37%
Francuska	1,69%	0,23%
Njemačka	2,00%	0,51%
Velika Britanija	2,40%	0,48%
SAD	4,59%	1,48%

Izvor: Maddison, A., (2001)

Njemačka stopa rasta bila je viša od francuske zbog ekspanzije poljoprivredne proizvodnje. Belgija i Velika Britanija gospodarski su rast temeljile na jeftinijem ugljenu budući da su imale znatno više vlastitih ugljenokopa od Francuske. Istovremeno je trošak transporta u Francuskoj, unatoč odličnim cestovnim prometnicama, u ranim godinama 19. stoljeća bio osam do 10 puta veći u odnosu na cijenu proizvodnje (kopanja) ugljena.¹⁹ Može se izvesti zaključak da je jeftina energija jedan od značajnijih faktora viših stopa rasta u tom razdoblju. Rast BDP-a u SAD-u je bio daleko najveći zbog rastućeg broja doseljenika i naglog povećanja poljoprivredne proizvodnje na novim teritorijima. Početkom 19. stoljeća upotreba pare u transportu još uvijek nije bila u širokoj primjeni. Do 1840. značajan broj parnih strojeva stavljen je u pogon na postojećim plovnim kanalima u Engleskoj, a parobrodi su počeli voziti na

¹⁹ Cluver, F. H., Cooper, C. J., Kotze, D. J., (2004)

prekooceanskim linijama. Zbog velike potrošnje ugljena za pogon, transport se primarno odnosio na transport putnika. Međutim pojavom Stephensonovog parnog stroja u željeznici 1825.²⁰ godine situacija će se iz temelja promijeniti, a cijene transporta ugljena će se i dalje snižavati budući da je transport željeznicom postao znatno jeftiniji od transporta plovnim kanalima. No proći će punih 20 godina do potpune primjene željeznice u komercijalne svrhe, ponajprije u Velikoj Britaniji, a ubrzo i u ostalim zemljama Europe i u Sjevernoj Americi. Rastao je i pomorski promet budući da su britanski brodovi prevozili čelik, ugljen i izvozu robu tekstilne industrije. Sve do 1873. godine engleska je industrijska proizvodnja bila vodeća u svijetu, a jedan od stupova gospodarske dominacije bila je i geopolitička dominacija nad glavnim svjetskih sirovinama, prije svega ugljenom i metalima. Početkom gospodarske krize u Engleskoj 1873. godine²¹ smanjen je izvoz željeza, čelika, ugljena i drugih proizvoda. Istovremeno u Europi je rasla gospodarska snaga Njemačke čija se proizvodnja povećala pet puta od 1850. do pred početak Prvog svjetskog rata, a plaće su se u industrijskoj proizvodnji od 1871. do 1913. udvostručile. Zamjena jedara parnim pogonom omogućila je povećanje svjetske trgovačke flote kao i povećanje njene učinkovitosti. Dok je brodu na ugljen bilo potrebno četiri do devet sati da postigne punu brzinu, brodu na naftu trebalo je samo 30 minuta. Radijus kretanja broda na naftni pogon bio je do četiri puta veći od radijusa kretanja broda na ugljen jednake nosivosti.²² U 1880-tim i 1890-tim Velika Britanija je proizvodila čak 80 posto ukupne proizvodnje svjetskih brodova. S druge strane raste njemačka flota koja je godine 1891. imala tri parobroda s preko 7000 tona nosivosti, a 1914. pod njemačkom je zastavom plovilo pet parobroda čija je nosivost bila iznad 20.000 tona, devet nosivosti između 15.000 i 20.000 tona i 66 nosivosti između 7000 i 10.000 tona. Godine 1890. Njemačka je proizvela 88 milijuna tona ugljena, a Britanija dvostruko više, 182 milijuna tona. Do 1910. godine njemačka je proizvodnja narasla na čak 219 milijuna tona, a britanska na 264 milijuna tona. Procjene su da je prosječna stopa rasta bruto nacionalnog proizvoda u 19. stoljeću u Europi bila između 1,5 i 2 posto, odnosno za razdoblje od 1871. do 1914, za koje postoje točniji podaci, stopa je iznosila 1,6 posto. Istovremeno je stopa rasta u Velikoj Britaniji iznosila 2,1 posto, a u Njemačkoj 2,8 posto. Najvišu stopu rasta od 9,7 posto u njemačkoj industriji u razdoblju od 1870. do 1913. imala je industrija plina, vode i električne energije.²³ Tijekom 19. stoljeća Velika Britanija i Njemačka bile su dvije najvažnije industrijske zemlje u Europi. Do početka 19. stoljeća Velika Britanija je bila dominantan proizvođač čelika, a time i glavni potrošač ugljena i koksa za tu svrhu. Kasnije se proizvodnja širi na Belgiju, Francusku, Njemačku i druge europske

²⁰ Prva probna željeznička veza između Stocktona i Darlingtona.

²¹ 1873. godine u Engleskoj je počela duboka gospodarska kriza koja je trajala sve do 1896. godine. Početak krize predstavljala je financijska kriza u engleskom bankarskom svijetu što je dovelo do pada cijena za 50 posto i do opće nezaposlenosti.

²² Mohr, A., (1926)

²³ Milward, A. S., Saul, S. B., (1977)

zemlje. U SAD-u značajnija prerada čelika počinje nakon Građanskog rata.²⁴ Ukupna proizvodnja čelika 1865. godine iznosila je pola milijuna tona, a nakon velikih inovacija u tehničkoj proizvodnji pred početak Prvog svjetskog rata²⁵ 50 milijuna tona, što je imalo značajan utjecaj na razvoj ostalih industrija, prije svega industrije ugljena i onih industrija koji koriste čelik kao jednu od sirovina. Godišnje stope rasta BDP-a i stanovništva u razvijenim zemljama Europe i Sjeverne Amerike od 1850. do 1913. godine prikazane su u Tablici 2.4.

Tablica 2.4. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1850. do 1913. godine

Zemlja	Godišnja stopa rasta BDP-a	Godišnja stopa rasta stanovništva
Austrija	2,05%	0,85%
Belgija	2,18%	0,90%
Francuska	1,46%	0,19%
Italija	1,37%	0,65%
Njemačka	2,56%	1,16%
Velika Britanija	2,02%	0,81%
SAD	4,13%	2,30%

Izvor: Maddison, A., (2001)

Francuska i Italija imale su najmanje godišnje stope rasta BDP-a, Velika Britanija je počela usporavati i ulaziti u gospodarsku krizu, dok je SAD imao daleko najvišu godišnju stopu rasta, kako BDP-a tako i stanovništva. Rast u zemljama bogatim ugljenom, Njemačkoj i Belgiji, bio je iznad dva posto.

Velika Britanija je 1815. godine bila vodeća svjetska gospodarska velesila s oko 1/4 ukupne svjetske industrijske proizvodnje.²⁶ Nakon 1870. godine udio Velike Britanije u svjetskoj proizvodnji i trgovini počinje opadati kako se industrijaliziraju ostale zemlje, posebice SAD i Njemačka, a situacija se još značajnije promijenila pred početak Prvog svjetskog rata. Belgija je također bila značajna industrijska zemlja s obzirom na velike rudnike ugljena koji su bili osnova industrijalizacije ne samo Belgije nego i ostalih zemalja Europe. Razvoj Francuske bio je nešto sporiji budući su stope rasta bile manje nego u Velikoj Britaniji i, posebice, u Njemačkoj. SAD je 1790. godine imao četiri milijuna, 1870. godine 40 milijuna, a 1915. godine 100 milijuna stanovnika.²⁷ Istovremeno je prema nekim procjenama prosječni dohodak po stanovniku barem udvostručen od usvajanja Ustava SAD-a do početka Gra-

²⁴ 1865. godine

²⁵ 1913. godine

²⁶ Ovdje se misli na moderne tržišno orijentirane ekonomije toga vremena, što znači da se ne uzimaju u obzir tradicionalne ekonomije s pretežito kućanskom proizvodnjom koje su bile dominantne u Kini i Indiji.

²⁷ Cameron, R., Neal, L., (2003)

đanskog rata 1861. godine. Do 1890. Amerika je postala vodeća svjetska industrijska sila.

U desetljećima prije 1914. ugljen je bio glavni energent u snislu goriva za svjetsku industriju i transport. Već krajem 19. i početkom 20. stoljeća počinje se eksploatirati nafta. Nafta je drugi glavni izvor energije koji se pojavio u drugoj polovici 19. stoljeća. Iako je i prije bila poznata i korištena u slučajnim pronalascima, njena komercijalna proizvodnja počinje 1859. godine u Pennsylvaniji u SAD-u. Prvotno se koristila kao petrolej za rasvjetu. Također se koristila i za grijanje u kućanstvima kao konkurent tradicionalnim izvorima energije, ugljenu i drvetu.

Kada je u pitanju električna energija, početkom 19. stoljeća njena se upotreba smatrala egzotičnom pojavom. U drugoj polovici 19. stoljeća postojanje električne energije u kućanstvu predstavljalo je velik luksuz. Međutim njena upotreba se naglo širila te će se već u nekoliko sljedećih desetljeća pretvoriti iz luksuznog u neophodno dobro/uslugu. Pokazalo se međutim da je potražnja za električnom energijom i njena raznolika upotreba značajno varirala od zemlje do zemlje.²⁸ Pojavom telegrafa (Samuel F. B. Morse, 1838) i telefona (Alexander Graham Bell, 1876) u 19. stoljeću te radija (1919) u 20. stoljeću polako počinje njihova primjena. Naglo povećanje potrošnje i proizvodnje električne energije započinje 1880-tih godina i širom upotrebom električne energije te njenim pretvaranjem u rasvjetu za komercijalne i privatne potrebe i industrijsku proizvodnju²⁹. Korištenje električne energije započelo je u velikim gradskim središtima i zatim se, znatno sporije, širilo u ruralna područja.³⁰ Početkom 20. stoljeća manje od pet posto električne energije koristilo se u kućanstvima, a gotovo 80 posto u manufakturnoj proizvodnji, dok se ostatak koristio u komercijalne svrhe.³¹ Uvođenje električne energije u industrijsku proizvodnju dovelo je do većih mogućnosti odabira lokacija proizvodnih kapaciteta, poboljšanja osvijetljenja pogona i ventilacije, boljih uvjeta rada (bolja čistoća postrojenja), veće preciznosti u proizvodnji i ostalog, što je sve doprinijelo povećanju proizvodnje za 20 do 30 posto³².

²⁸ 1931. godine manje od 30 posto britanskih kućanstva imalo je električnu energiju. Istovremeno, 90 posto švedskih kućanstva imalo je priključak električne energije.

²⁹ Osvjetljavanje trgovina, javnih zgrada, spomenika, željeznica, domova, aerodroma, stadiona i drugih objekata umjesto plinom (sijalice su bile sigurnije i čišće od plinskih svjetiljki), koji se do tada koristio, te upotreba u tvornicama u proizvodnim procesima.

³⁰ Širenje srednje klase kao i povećanje broja gradova utjecalo je na povećanje potražnje za električnom energijom. Godine 1800. u Europi i SAD-u 90 posto stanovništva bilo je poljoprivredno. Osvjetljavanje gradova javnom rasvjetom počelo je u Europi i SAD-u 1870-tih godina. Zagreb je prvu javnu električnu rasvjetu dobio 1907. godine.

³¹ Na primjeru najrazvijenijih zemlja svijeta u to vrijeme: Engleske, Njemačke, Francuske i SAD-a.

³² Ford je proizvodnju automobila povećao preko 2000 posto upotrebom pokretne trake i primjenom električne energije u proizvodnji. Uvođenjem pokretne trake 1912. broj proizvedenih automobila skočio je s manje od jednog automobila po radniku prije 1912. godine na 12 automobila po radniku, a širokom primjenom električne energije u proizvodnom procesu na 20 automobila 1914. godine

2.1.2.1. Gospodarski razvoj i promet

Prometnice su svakako odigrale veliku važnost u gospodarskom razvoju, pa tako i u potrošnji energije. Što je prometna infrastruktura bila razvijenija, to je cijena energenata padala, prije svega ugljena, što je doprinosilo sve većoj potrošnji energije. Druga polovica 19. stoljeća je bila vrlo značajna za gradnju željezničkih pruga i za željeznički promet uopće. Ukupna duljina željeznica povećala se za preko 80 puta u razdoblju od 75 godina, s oko 8300 na oko 695.000 kilometara. Željeznice su ponudile jeftiniji, brži i sigurniji način transporta energetskih sirovina, prije svega ugljena, što je utjecalo na značajno smanjenje njegovih cijena. Također se dobar dio energije trošio i na izgradnju željeznica pri proizvodnji željeza i čelika.

U Tablici 2.5. prikazana je duljina željezničkih pruga za određene godine. Vidljivo je da je ona rasla po vrlo visokim stopama u svim promatranim zemljama. Godine 1840. željeznica je bila tek u začetku, da bi nakon 30 godina izgrađenost porasla za približno 21 puta, a od 1870. do 1914. za oko črtiri puta. Izgradnja je svakako ovisila o veličini zemlje i njenom obliku, pa ne čudi da su SAD i Rusija prednjačili u širenju željezničkih mreža.

Krajem 1840. duljina željezničkih pruga u SAD-u bila je veća od ukupne duljine željezničkih pruga u Europi. Kada je u pitanju jugoistočna Europa, 1870. godine je na tom prostoru bilo izgrađeno samo 500 kilometara željezničkih pruga, većinom u Bugarskoj i Rumunjskoj. Do 1885. izgrađenost raste na 2000 km, 1900. godine na 6000 km, a 1912. godine na 8000 km. Daleko manje nego u ostalim analiziranim zemljama. Hrvatska je u okviru Austro-Ugarske imala slabije razvijenu željezničku mrežu. Razvijenija je bila na području Austrije, Mađarske i Češke gdje je postojala industrijska proizvodnja, za razliku od ostalih dijelova Monarhije. Prometna politika Monarhije, prije svega Mađarske, usporavala je razvoj i integraciju hrvatskih zemalja. Hrvatska je, osim što je potpuno podređena mađarskim planovima o gradnji zvjezdaste mreže željezničkih pruga sa središtem u Budimpešti koji sprečavaju unutarnju integraciju hrvatskog prostora, žrtva i tarifne politike³³ željeznica koje skuplje naplaćuju kraće dionice preko Hrvatske nego duže dionice koje prolaze kroz Budimpeštu. Tako Slavonija ostaje u izolaciji, odsječena od tržišta, a u Hrvatskoj se sprečava razvoj industrije. Osim toga željeznice, uz potporu ugarske vlade, u Hrvatskoj provode mađarizaciju inzistirajući da se na željeznicama koristi mađarski kao službeni jezik.³⁴ Dalmacija ostaje prometno izolirana, a izravna željeznička veza s Hrvatskom za vrijeme Austro-Ugarske nije uopće uspostavljena.

³³ Šidak-Gross-Karaman-Šepić, (1968)

³⁴ Na željeznicama u Hrvatskoj Mađari čine 73 posto viših činovnika i 40 posto ostalih službenika (radnika).

Tablica 2.5. Duljina željezničkih pruga u km

Zemlje	1840.	1870.	1914.
Austro-Ugarska	144	6.112	22.981 ^a
Belgija	334	2.897	4.676 ^a
Danska	0	770	3.951
Finska	0	483	3.683
Francuska	410	15.544	37.400
Njemačka	469	18.876	61.749
Italija	20	6.429	19.125
Nizozemska	17	1.419	3.339
Norveška	0	359	3.165
Rusija	27	10.731	62.300
Španjolska	0	5.295	15.256
Švedska	0	1.727	14.360
Velika Britanija	2.390	21.558 ^b	32.623
SAD	4.510	84.675	410.475

^a 1913.^b 1872.

Izvor: Mitchell, B. R., (1975)

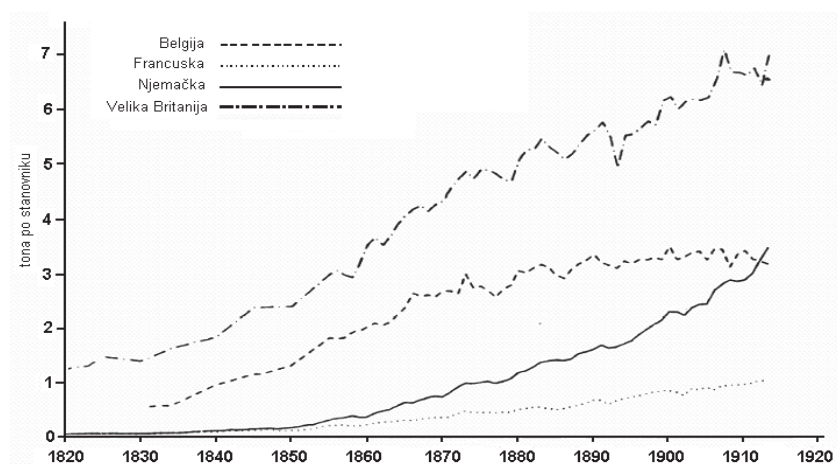
2.1.2.2. Proizvodnja i potrošnja ugljena od 1820. do 1913.

Ugljen se kao energent koristio stoljećima. U Kini se počeo upotrebljavati između 1500. i 1000. godine stare ere. Njegova upotreba je sve više rasla kroz stoljeća. Marko Polo izvještavao je o njegovoj širokoj primjeni u 13. stoljeću. U staroj Grčkoj ugljen se nije značajnije iskorištavao kao energetsko gorivo³⁵ dok ga se u Rimskom Carstvu na svim prostorima koristilo kao ogrjev³⁶. U 12. i 13. stoljeću ugljen se počinje značajnije koristiti na području Belgije i Njemačke. U 13. stoljeću London je uvezio veće količine ugljena da bi u 1600-tima ugljen bio glavno gorivo u gradu. Rast broja stanovništva u Londonu s 50.000 godine 1500. na 500.000 godine 1700. povećao je i potrošnju ugljena s 10.000 na 500.000 tona u istom vremenskom razdoblju. Proizvodnja ugljena u Britaniji 1700. godine iznosila je tri milijuna tona, godine 1800. 15 milijuna tona, a 1830. 30 milijuna tona. Međutim sve do početaka industrijske revolucije, njegova upotreba je bila vrlo ograničena i u lokalnim okvirima. Proizvodnja i potrošnja ugljena počinju polagano rasti u 17. i 18. stoljeću da bi početkom industrijske revolucije potražnja naglo porasla.³⁷ Rana industrijalizacija započela je u drugoj polovici 18. stoljeća u Velikoj Britaniji i Belgiji. U drugoj polovici 19. stoljeća nastavila se u Švicarskoj, Nizo-

³⁵ Problem je bio njegov transport iz rudnika do krajnjih potrošača i skladištenje.³⁶ Posebice na prostorima Velike Britanije, Nizozemske, Francuske i središnje Europe.³⁷ Doba ugljena (Coal Age) je razdoblje kada je ugljen bio dominantno gorivo, od kraja 18. do sredine 20. stoljeća.

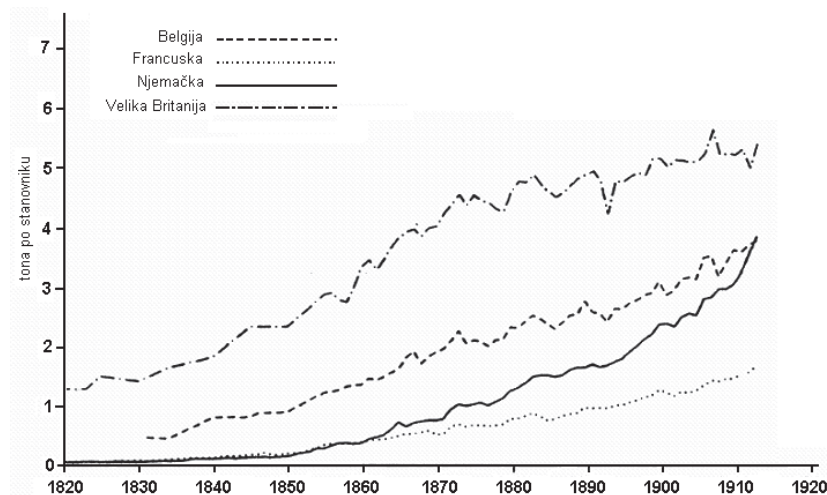
zemskoj, Skandinaviji i Austro-Ugarskoj, zatim u Italiji, Španjolskoj i Portugalu te Ruskom Carstvu, a kasnije i u zemljama Balkana i urušavajućem Osmanskom Carstvu. Od početka industrijske revolucije ugljen je postao najvažniji svjetski energent i bio jedna od osnova industrijalizacije Europe 19. stoljeća. Njegova potrošnja je bila indikator razvijenosti gospodarstva. Pojedine države imale su značajne vlastite resurse, prije svega Velika Britanija i Belgija, ali i Njemačka, dok su druge oskudijevale tim energentom, prvenstveno Francuska koja je imala najmanje vlastitih ugljenokopa. Proizvodnja po stanovniku u najrazvijenijim europskim zemljama prikazana je na Grafu 2.1.

Graf 2.1. Proizvodnja ugljena po stanovniku



Izvor: Cameron, R., (1985)

Godine 1870. Britanija je dosegla vrhunac proizvodnje sirovog željeza i ugljena i njen je udio bio oko polovice ukupne svjetske proizvodnje te je proizvodila dva puta više ugljena po stanovniku od Belgije i oko osam puta više od Njemačke, svojih vodećih gospodarskih rivala. Ugljen je godine 1870. činio tri posto ukupnog britanskog izvoza, a 1913. godine čak 10 posto čemu je doprinijela brza industrijalizacija ostalih europskih zemalja koje su oskudijevale sa zalihama ugljena kao osnove za daljnji gospodarski razvoj. Potrošnja ugljena po stanovniku u Belgiji, Francuskoj, Velikoj Britaniji i Njemačkoj prikazana je na Grafu 2.2.

Graf 2.2. Potrošnja ugljena po stanovniku

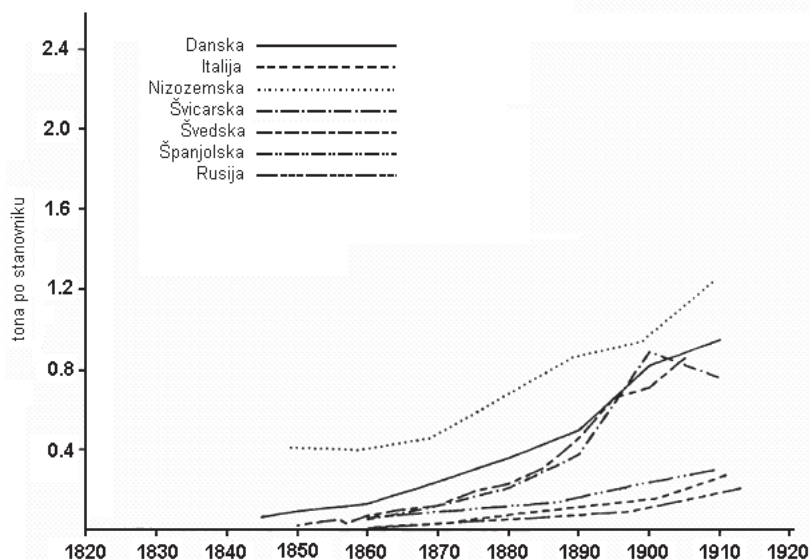
Izvor: Cameron, R., (1985)

Kada se usporede Graf 2.1, koji prikazuje proizvodnju ugljena, i Graf 2.2, koji prikazuje potrošnju ugljena, za iste zemlje u istom vremenskom razdoblju, može se zaključiti da su Velika Britanija i, znatno manje, Belgija bile glavni izvoznici ugljena za ostale europske zemlje. Francuska je bila vodeći uvoznik ugljena u Europi, a Njemačka je pokrivala potrošnju vlastitom proizvodnjom. Potrošnja ugljena u Velikoj Britaniji nakon 1870. i početka gospodarske krize je počela stagnirati dok je istovremeno u Njemačkoj potrošnja po stanovniku naglo počela rasti. Situacija u Francuskoj, koja je imala znatno manje zaliha ugljena od ostalih zemalja, bila je drugačija. Proizvodnja je bila ispod jedne tone, a potrošnja do 1,5 tone po stanovniku. Stope rasta potrošnje ugljena bile su znatno manje nego u Njemačkoj koja je imala najviše stope rasta i proizvodnje i potrošnje nakon 1870. Belgija je do 1870. imala više, a nakon te godine znatno manje stope rasta potrošnje ugljena po stanovniku.

Potrošnja ugljena u zemljama koje su znatno kasnije krenule s industrijalizacijom bila je pet do 10 puta manja nego u tada razvijenijim europskim zemljama. Potrošnja za navedene zemlje prikazana je na Grafu 2.3.

Jedan od razloga manjoj potrošnji ugljena leži u činjenici da su te zemlje imale manje svojih vlastitih nalazišta, ali značajniji je razlog taj da je poljoprivreda još uvijek bila dominantna proizvodnja. Najbolji primjer dominantne poljoprivredne proizvodnje i vrlo kasne industrijalizacije je Rusija³⁸ koja je, iako je imala velike rezerve ugljena, proizvodila oko 0,2 tone po stanovniku te je bila među najnerazvijenijim europskim zemljama s visokim stopama rasta stanovništva.

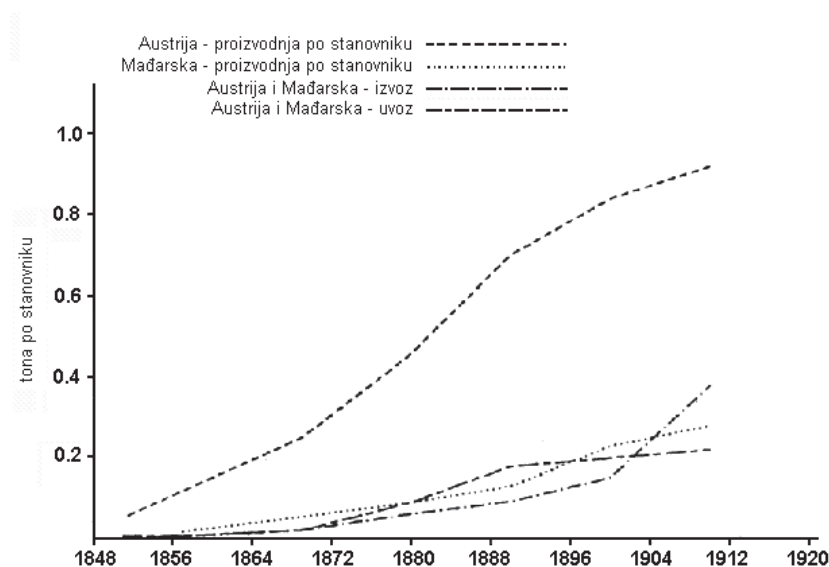
³⁸ Rusija je jedna od zemalja koja je najkasnije ukinula kmetstvo.

Graf 2.3. Potrošnja ugljena po stanovniku za zemlje koje su se kasnije industrijalizirale


Izvor: Mitchell, B. R., (1975)

Ostale zemlje koje su se kasnije industrijalizirale trošile su više ugljena po stanovniku, ali su znatno zaostajale za Velikom Britanijom, Belgijom i Njemačkom. Daleko najveću potrošnju imala je Nizozemska gdje se potrošnja utrostručila u promatranom razdoblju, s oko 0,4 tone po stanovniku 1850. godine na 1,2 tone po stanovniku 1910. Danska, Švedska i Švicarska su tek početkom 20. stoljeća trošile blizu jedne tone po stanovniku, a Italija i Španjolska čak 60 posto manje. Analizirane zemlje su tek nakon 1860. počele značajnije trošiti ugljen, a tek nakon 1890. stope rasta potrošnje ugljena po stanovniku su znatno više te je potrošnja udvostručena u nepunih 10 godina, do 1900.

S obzirom da je Hrvatska u promatranom razdoblju bila dio Austro-Ugarske, zanimljivo je analizirati potonje dvije zemlje u periodu od 1820. do 1913. kada je u pitanju proizvodnja i potrošnja ugljena po stanovniku. Kao što je prikazano na Grafu 2.4, Austrija je proizvodila četiri do pet puta više ugljena od Mađarske.

Graf 2.4. Proizvodnja ugljena, uvoz i izvoz Austrije i Mađarske

Izvor: Mitchell, B. R., (1975)

Proizvodnja je s 0,1 tonu po stanovniku oko 1850. godine porasla na skoro jednu tonu po stanovniku prije početka Prvog svjetskog rata. Više su stope rasta proizvodnje po stanovniku nakon 1870. pa sve do 1890, kada padaju. Istovremeno je uvoz ugljena u Austro-Ugarsku do kraja 19. stoljeća bio veći od izvoza. Početkom 20. stoljeća situacija se počela mijenjati u korist izvoza, vrlo visokim stopama rasta izvoza. Kada se gleda struktura industrijske proizvodnje Austrije po pokrajinama unutar Austro-Ugarske prije Prvog svjetskog rata i raspada Monarhije, Bohemija i Moravska³⁹ činile su oko 56 posto "austrijske" industrijske proizvodnje, današnja Austrija oko 30 posto, Galicija i Bukovina⁴⁰ 9 posto te hrvatska Dalmacija manje od 5 posto.⁴¹

Može se zaključiti da je važnost ugljena kao energenta rasla kako je rasla potražnja za mehaničkom energijom i ugljenom kao gorivom u metalurškoj industriji. Zemlje koje su imale veće količine vlastitih izvora ugljena, odnosno ugljenokopa, imale su predispozicije za brži gospodarski i industrijski razvoj, za razliku od onih zemalja koje su tim prirodnim energetske resursom oskudijevale. Međutim bilo je i zemalja koje su bile bogate ugljenom kao prirodnim resursom, a u industrijalizaciju su krenule među zadnjima, kao što je Rusija.

³⁹ Danas pokrajine u okviru Češke.

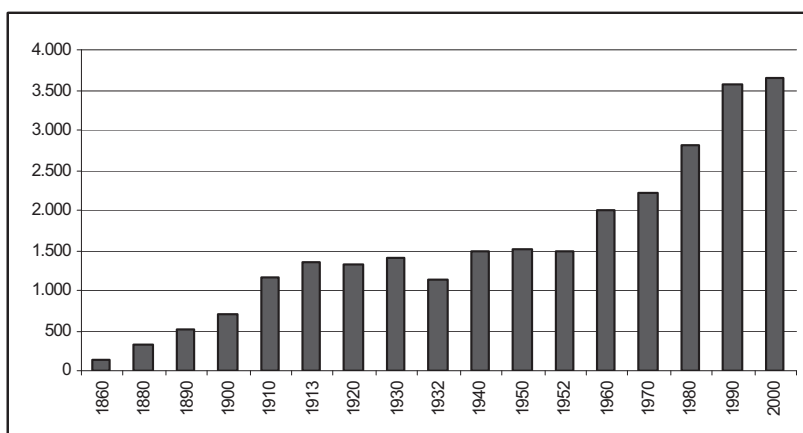
⁴⁰ Danas su te pokrajine dijelovi triju država: Ukrajine, Poljske i Rumunjske.

⁴¹ Galicija, Bukovina i Dalmacija zajedno su imale oko 40 posto stanovništva austrijskog dijela Austro-Ugarske Monarhije.

Ugljen je bio dominantan energent tijekom cijelog 19. i u prvoj polovini 20. stoljeća. Predstavljao je glavni izvor energije. U drugoj polovini 20. stoljeća relativni udio ugljena u ukupnoj strukturi potrošene energije počinje padati dok apsolutna potrošnja nastavlja i dalje rasti.

Rast godišnje proizvodnje ugljena u svijetu krajem 19. i u 20. stoljeću prikazan je na Grafu 2.5.

Graf 2.5. Proizvodnja ugljena u svijetu u mil. tona od 1860. do 2000.



Izvor: IEA

2.1.2.3. Rast broja stanovništva i potrošnja energije

Broj stanovništva je nakon početka industrijskog razvoja počeo rasti po višim godišnjim stopama, a rastom stanovništva rasla je i ukupna potrošnja energije. U Tablici 2.6. prikazan je rast broja stanovništva po kontinentima, ali i važnijim svjetskim zemljama. Broj svjetskog stanovništva u razdoblju od 1800. do 1950. povećao se za oko 2,6 puta dok je istovremeno broj europskog stanovništva porastao za oko tri puta, odnosno rastao je brže od svjetskog prosjeka.

Stope rasta broja stanovništva su od 1800. do 1850. bile brže u Europi, prije svega u Velikoj Britaniji, Njemačkoj i Rusiji, za razliku od Azije. Kada je u pitanju Sjeverna Amerika, posebice SAD, broj se njezinog stanovništva povećavao daleko najbrže zbog velikog doseljavanja Europljana, ali i ostalih svjetskih naroda.

U skladu s rastom broja stanovništva, rasla je i ukupna potrošnja energije, ali po različitim stopama. Potrošnja energije po stanovniku nije nužno rasla. Ukupna potrošnja energije za najrazvijenije europske zemlje, Veliku Britaniju, Njemačku, Francusku i Belgiju, te SAD prikazana je u Tablici 2.7.

Tablica 2.6. Rast broja stanovništva (u milijunima)

Zemlja	1800.	1850.	1900.	1950.
Europa	187,0	266,0	401,0	559,0
Ujedinjeno Kraljevstvo	16,1	27,5	41,8	50,6
Velika Britanija	10,7	20,9	37,1	
Irska	5,2	6,5	4,5	
Njemačka	24,6	35,9	56,4	69,0 ^b
Francuska	27,3	35,8	39,0	41,9
Rusija	37,0	60,2	111,0	193,0 ^c
Španjolska	10,5	na	16,6	28,3
Italija	18,1	24,3	32,5	46,3
Švedska	2,3	3,5	5,1	7,0
Belgija	na	4,3	6,7	8,6
Nizozemska	na	3,1	5,1	10,0
Sjeverna Amerika	16,0	39,0	106,0	217,0
SAD	5,3	23,2	76,0	151,7
Južna Amerika	9,0	20,0	38,0	111,0
Azija	602,0	749,0	937,0	1302,0
Afrika	90,0	95,0	120,0	198,0
Oceanija	2,0	2,0	6,0	13,0
SVIJET UKUPNO	906	1171	1608	2400

^a popisi, 1801, 1851, 1901.^b Zapadna Njemačka^c 1946.

Izvor: Woytinsky, W. S., (1953); Mitchell, B. R., Deane, P., (1962)

Sve do 1870. godine Velika Britanija je prednjačila u gospodarskom razvoju i u potrošnji energije, nakon čega SAD postaje vodeća gospodarska sila i najveći potrošač energije u svijetu. Kad se pogleda relativni udio potrošene energije u odnosu na tada vodeći SAD, može se vidjeti da jedino raste relativni udio Njemačke (kolona b), a svih ostalih promatranih zemalja, pada. Uzimajući u obzir rast stanovništva i rast potrošnje energije, u Tablici 2.8. dan je prikaz primarne potrošnje energije po stanovniku za SAD i Veliku Britaniju.

Iz tablice se vidi da je potrošnja energije po stanovniku u SAD-u rasla znatno brže nego u Velikoj Britaniji, posebice nakon krize godine 1870. Najveći rast potrošnje energije po stanovniku u SAD-u je ostvaren u razdoblju od 1950. do 1973, kada je potrošnja skočila za oko 44 posto.

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Tablica 2.7. Potrošnja energije za proizvodnju i osobnu upotrebu od 1775. do 1913. godine

Zemlje	SAD		Velika Britanija		Njemačka		Francuska		Belgija	
	God.	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(b)
1775.	-	-	3.51	100	0.07	1.96	0.14	2.92	0.08	2.28
1800.	-	-	7.75	100	0.28	3.61	0.55	7.10	0.29	3.74
1810.	-	-	10.1	100	0.49	4.85	0.88	8.71	0.47	4.65
1820.	8.9	73.3	12.2	100	0.75	6.10	1.45	11.9	0.77	6.31
1830.	11.2	71.8	15.6	100	1.04	6.67	2.03	13.0	1.25	8.01
1840.	15.8	69.3	22.8	100	2.45	10.7	3.38	13.8	2.22	9.74
1850.	25.0	76.3	32.8	100	4.54	13.8	5.62	17.1	2.69	8.20
1860.	41.1	79.2	51.9	100	11.1	21.4	10.6	20.4	4.38	8.43
1870.	52.9	75.5	70.6	100	22.9	32.4	14.1	19.9	7.11	10.1
1880.	98.8	100	91.9	93.0	40.1	40.6	20.9	21.2	8.69	6.54
1890.	151	100	109	71.9	64.1	42.4	26.7	17.7	11.4	7.55
1900.	215	100	130	60.5	106	49.2	32.8	15.3	14.1	6.55
1905.	262	100	135	51.7	122	46.6	35.3	13.5	15.3	5.84
1910.	322	100	145	45.0	153	47.5	41.5	12.9	18.3	5.68
1913.	394	100	154	39.2	184	46.7	46.9	11.9	17.5	4.44

Kolona (a) pokazuje potrošnju energije za proizvodnju i osobne potrebe u milijunima tona ekvivalentne nafte.

Kolona (b) pokazuje relativnu potrošnju energije određene zemlje u odnosu na zemlju koja troši najviše energije. Od 1775. do 1879. godine najviše energije trošila je Velika Britanija, a nakon toga SAD.

Izvor: Van Rossem, J. P., (1984)

Tablica 2.8. Primarna potrošnja energije po stanovniku za SAD i Veliku Britaniju od 1820. do 1998. godine (tona ekvivalentne nafte)

Godina	SAD	Velika Britanija
1820.	2,49*	0,61
1870.	2,45	2,21
1913.	4,47	3,24
1950.	5,68	3,14
1973.	8,19	3,93
1998.	8,15	3,89

* 1850. godina

Izvor: Maddison, A., (2003)

Ukupna ponuda primarne energije, njeni izvori, rast stanovništva i potrošnja energije po stanovniku u svijetu prikazani su u Tablici 2.9.

Kada se gledaju izvori potrošene energije, struktura izvora značajno se promijenila. Najveći porast svjetske ponude primarne energije, ukupno i po glavi stanovnika, dogodio se između 1950. i 1973. Godine 1870. biomasa je predstavljala preko 65 posto svjetske ponude energije, a ugljen ostalih 35 posto. Već 1913. izvori energije su zamijenili mjesta i ta se razlika povećavala sve više i više kako su se pojavljivali novi moderniji izvori energije.

Tablica 2.9. Svjetska ponuda primarne energije od 1820. do 1998. godine (milijuni tona ekvivalentne nafte)

Godina	Moderni izvori energije*	Biomasa**	Ukupno	Stanovništvo	Po glavi stanovnika
1820.	12,9	208,2	221,1	1.041,1	0,21
1870.	134,5	254,0	388,5	1.270,0	0,31
1913.	735,2	358,2	1.093,4	1.791,0	0,61
1950.	1.624,7	504,9	2.129,6	2.524,5	0,84
1973.	5.368,8	673,8	6.042,6	3.913,5	1,54
1998.	8.427,7	1.062,4	9.490,1	5.907,7	1,61

* Ugljen, nafta, prirodni plin, voda, atomska energija

** Drvo

Izvor: Maddison, A., (2003)

2.1.3. Razdoblje dvaju svjetskih ratova i jeftine nafte

Razdoblje od početka Prvog do kraja Drugog svjetskog rata bilo je jedno od najnemirnijih razdoblja ljudske povijesti. Veliki materijalni i ljudski gubici odredili su znatno sporiji gospodarski razvoj što se najbolje vidi po godišnjim stopama rasta BDP-a i stanovništva u Tablici 2.10.

Stope su značajno niže nego u razdoblju prije rata, ali opet značajno više nego u razdoblju dominantne poljoprivredne proizvodnje i ljudskog rada kao glavnog faktora proizvodnje. Vidi se da su sve zemlje imale stope rasta ispod 1,5 posto godišnje, izuzev SAD-a koji nije bio pogođen materijalnim razaranja- njima dvaju svjetskih ratova.

Za se 20. stoljeće može reći da je stoljeće nafte. Moderna povijest nafte počinje u drugoj polovici 19. stoljeća i doživljava vrhunac u drugoj polovici 20. stoljeća. Godine 1882. crni teški mulj koji danas zovemo naftom nije imao nikakve tržišne vrijednosti, osim kao gorivo za nove mineralne uljne svijeće. To se gorivo tada zvalo "kamenno ulje" jer je curilo iz stijena u nekim naftnim područjima.⁴² Godine 1870. John D. Rockefeller osniva tvrtku Stan-

⁴² Baku u Rusiji, Titusvill u Pensilvaniji u SAD-u.

dard Oil Co., radi pokrivanja tržišta uljnih svijeća u SAD-u, a od iste godine ruski parobrodi na Kaspijskom jezeru počeli su koristiti teško naftno gorivo⁴³.

Tablica 2.10. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1913. do 1950. godine

Zemlja	Godišnja stopa rasta BDP-a	Godišnja stopa rasta stanovništva
Austrija	0,25%	0,07%
Belgija	1,02%	0,35%
Francuska	1,02%	0,14%
Italija	1,44%	0,74%
Njemačka	1,30%	-
Velika Britanija	1,30%	0,28%
SAD	2,80%	1,23%

Izvor: Maddison, A., (2001)

Početak 20. stoljeća na Srednjem istoku komercijalno su otkrivane rezerve nafte tako da je već 1902. godine bilo poznato da današnji Irak i Kuvajt, tada u okviru oslabljenog Osmanskog Carstva, imaju naftna bogatstva, ali se o njihovoj količini i dostupnosti nagađalo. S obzirom da je to bio većinom kolonijalni teritorij ili teritorij s vrlo slabom stvarnom suverenom državom, gotovo da nije bilo poreza⁴⁴ ili troškova koncesija na crpljenu naftu. Godine 1912. SAD je proizvodio više od 63 posto svjetske nafte, Baku u Rusiji 19 posto, a Meksiko pet posto. Iste je godine Velika Britanija putem britanskih tvrtki kontrolirala 12 posto svjetske proizvodnje nafte da bi već 1925. kontrolirala većinu budućih svjetskih zaliha nafte.⁴⁵ Britanska kompanija Anglo-Persian Exploration Co. još nije proizvodila veće količine nafte, ali je od početka 1913. i tajnog kupovanja većinskog paketa dionica poduzeća Anglo-Persian Oil (danas British Petroleum) nafta postala središtem britanskih strateških interesa.⁴⁶

Borba za kontrolom svjetskih energetske resursa, prije svega nafte, postala je jedna od bitnih strateških odrednica gospodarskog razvoja europskih zemalja, prije svega Engleske i Njemačke.⁴⁷ Energenti će biti jedan od uzroka

⁴³ Rusi su ga zvali mazut te se taj naziv zadržao do današnjih dana i u Hrvatskoj.

⁴⁴ Naknada za koncesiju.

⁴⁵ Engdahl, F. W., (2004)

⁴⁶ Hanigen, F. C., (1934)

⁴⁷ "Ako je Engleska mogla ne samo osigurati svoje izravne potrebe nafte za prijevoz i energetske tehnologije budućnosti, nego i osporiti svojim suparnicima pristup zalihama nafte u svijetu, što je možda bilo od veće važnosti, onda je mogla i zadržati vodeću ulogu u sljedećem desetljeću. Ukratko, kad se već engleska stagnirajuća industrija nije mogla natjecati s njemačkim Daimlerovim motorima, onda će Engleska kontrolirati sirovinu bez koje Daimlerovi motori ne mogu raditi. Što je sve ta engleska politika značila za tijek svjetske povijesti, tek će postati jasno." (Engdahl, F. W., 2004, str. 64)

početka Prvog svjetskog rata 1914. godine, a energija će, prvenstveno nafta, postati jedno od oružja.

Nakon pojave motora s unutarnjim sagorijevanjem⁴⁸ te njegove primjene u prometu, poljoprivredi i industriji, potrošnja nafte sve brže raste. Osim u prometu koristi se, u kombinaciji s ugljenom i snagom vode, u proizvodnji električne energije, a kasnije i za grijanje. Oko 1880. počela je tek nešto veća proizvodnja električne energije. Godine 1950. njena je proizvodnja iznosila oko 1 trilijun kilovat sati, a krajem 20. stoljeća oko 13,5 trilijuna kilovat sati, što daje prosječnu godišnju stopu rasta od 5,8 posto.

Pojavom traktora i njihovom sve većom primjenom u poljoprivrednoj proizvodnji u prvoj polovici 19. stoljeća, poljoprivreda polako prestaje biti radno intenzivna djelatnost. Nafta počinje zauzimati značajan udio u energetskim gorivima, ali je ugljen još uvijek dominantan, posebice u manje razvijenim zemljama. Godine 1928. ugljen je u svjetskoj energetskoj proizvodnji činio udio od 75 posto, nafta 17 posto, a vodne snage osam posto. Oko godine 1950. ugljen još uvijek ima udio oko 50 posto proizvodnje ukupne energije, a nafta i prirodni plin zauzimaju oko 30 posto te njihov udio do kraja stoljeća sve više raste.⁴⁹ Ugljen u tom razdoblju većinom troše zemlje u razvoju, a razvijene zemlje troše naftu i prirodni plin.

Nakon 1945. godine veliki su naftaši⁵⁰ preuzeli odlučujuću kontrolu na poslijeratnom europskom naftnom tržištu. Nakon rata značajno se smanjila ovisnost europskih zemalja o ugljenu kao glavnom izvoru energije što je vodilo njegovim nižim cijenama te pozitivno utjecalo na sigurnost opskrbe energijom. S druge strane Europa je između 1945. i 1948. dijelom i putem sredstava Marshallova plana⁵¹ 1947. i 1948. godine, kupovala naftu od američkih kompanija po cijenama koje su u tom razdoblju porasle oko 50 posto (s 1,5 na 2,22 USD po barelu), dok je cijena proizvodnje nafte na Srednjem istoku ostala ista. Nakon 1950. godine sedam kompanija⁵² (pet američkih i dvije britanske – Anglo-Persian i Shell) držale su velika i profitabilna nalazišta nafte na Srednjem istoku, Aziji, Latinskoj i Srednjoj Americi, a njihovi su profiti bili visoki s obzirom da su koncesijske naknade za crpljene nafte bile vrlo niske⁵³.

Cijene nafte na Srednjem istoku⁵⁴ su od 1950. do 1960. iznosile 10 USD po barelu (po vrijednosti dolara iz godine 1994), a od 1961. do prvog naftnog šoka 1973. godine cijena je pala na 8,2 USD po barelu (po vrijednosti dolara iz godine 1994). U tekućim dolarima cijena je od godine 1961. do 1970. iz-

⁴⁸ 1885. godine njemački inženjer Gottlieb Daimler izumio je prvi u svijetu motor na naftni pogon za pokretanje cestovnog vozila.

⁴⁹ Cameron, R., Neal, L., (2003)

⁵⁰ Pet vodećih američkih naftnih kompanija – Standard Oil (Exxon) iz New Yorka, Socony-Vacuum Oil (Mobil), Standard Oil iz Kalifornije (Chevron), Texaco i Gulf Oil.

⁵¹ Plan je djelovao četiri godine počevši u srpnju 1947. U tom razdoblju oko 13 milijardi USD ekonomske i tehničke pomoći poslano je europskim zemljama koje su postale članice OECD-a. Tih 13 milijardi USD bilo je oko pet posto američkog BDP-a iz 1948. koji je iznosio 258 milijardi USD.

⁵² Često su ih nazivali Sedam sestara.

⁵³ U Iranu tek nakon Drugog svjetskog rata oko osam posto od iznosa ukupnoga profita.

⁵⁴ Light Arabian – Ras Tanura

nosila 1,8 USD po barelu. Istovremeno je prosječan trošak proizvodnje nafte na Bliskom istoku iznosio oko 17 posto prodajne cijene, udio koncesijskih naknada iznosio je oko 50 posto prodajne cijene, a udio profita naftnih kompanija u krajnjoj prodajnoj cijeni bio je oko 33 posto, dvostruko više od troškova proizvodnje. Krajnji potrošači su bili ohrabrivani da prijeđu s ugljena, dotad još uvijek dominantnog svjetskog energenta, na naftu, novi, jeftin i efikasniji energent. Maksimalna proizvodnja u SAD-u bio je 1970. godine, kada je proizvodnja počela padati. SAD je 1960-tih uvezio samo sedam posto svojih energetske potrebe dok je istovremeno došlo do značajnog pada potrošnje ugljena. Slična je situacija bila u ostalim industrijskim zemljama.

Nafta je svojom sve širom upotrebom u 20. stoljeću dobila, osim energetske, i političku važnost budući da većina svjetske proizvodnje dolazi iz malog broja geografskih područja, odnosno nije ravnomjerno rasprostranjena. Europa, iako bogata ugljenom kao energetske resursom, spada među one kontinente gdje ima znatno manje naftnih izvora nego u nekim drugim krajevima svijeta. S druge strane Rusija, SAD i Kina imaju značajnije energetske izvore kako ugljena, tako i nafte. Godine 1950. više od 60 posto kumulativne svjetske proizvodnje od početka komercijalne primjene naftnih derivata odvijalo se u SAD-u te je iste godine SAD proizvodio više od 50 posto svjetskog BDP-a. Međutim kako je potrošnja naftnih derivata nakon toga vremena rasla, SAD, iako i dalje glavni proizvođač, postaje uvoznik nafte. Proizvodnja nafte u zemljama Bliskog istoga koje okružuju Perzijski zaljev raste da bi krajem 20. stoljeća postale glavni svjetski proizvođači sirove nafte.

Godišnje stope rasta BDP-a razvijenih zemalja su se u razdoblju do 1950. do 1973. više nego udvostručile, što je prikazano u Tablici 2.11.

Razdoblje nakon Drugog svjetskog rata pa do prvog naftnog šoka razdoblje je najviših stopa rasta BDP-a u svjetskom gospodarstvu, viših od onih prije rata, ali i od onih nakon naftnih šokova. Međutim, Japan ali i gotovo sve razvijene Zapadne zemlje, postali su gospodarski ovisni o arapskoj nafti s Bliskog istoka te su i najmanji poremećaji na naftnom tržištu mogli uzrokovati nestabilnosti na svjetskom i domaćem gospodarstvu.

Tablica 2.11. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1950. do 1973. godine

Zemlja	Godišnja stopa rasta BDP-a	Godišnja stopa rasta stanovništva
Austrija	5,40%	0,35%
Belgija	4,11%	0,53%
Francuska	5,12%	0,95%
Italija	5,49%	0,95%
Njemačka	6,30%	0,95%
Velika Britanija	2,97%	0,46%
SAD	3,72%	1,39%

Izvor: Maddison, A., (2001)

Potrošnja se energije u svijetu od 1949. do 1972. godine utrostručila, dok se istovremeno potrošnja nafte povećala oko 5,5 puta. U SAD-u je u navedenom razdoblju potrošnja nafte povećana tri puta, s 5,8 milijuna barela na 16,4 milijuna barela nafte po danu. Istovremeno je potrošnja u Europi povećana 15 puta, s 970 tisuća barela na 14,1 milijun barela dnevno, dok je najveće povećanje ostvario Japan s 32 tisuće barela na 4,4 milijuna barela dnevno, odnosno 137 puta. Glavni pokretači visoke potrošnje nafte bili su visoka stopa ekonomskog rasta, u razdoblju od završetka Drugog svjetskog rata do 1973. godine, i niska cijena nafte i naftnih derivata na svjetskom tržištu. Energetska intenzivnost zemalja je rasla. Zemlje koje su proizvodile naftu⁵⁵ povećavale su proizvodnju i ostvarivale sve veće nafte prihode.⁵⁶ Saudijska Arabija je 1970. u svjetskom izvozu nafte sudjelovala s udjelom od 16 posto, a 1973. godine s 25 posto.

Konstruiranjem atomske bombe i primjene nuklearne energije u vojne svrhe⁵⁷ otvorila se mogućnost njene šire primjene u civilne svrhe, odnosno za izgradnju nuklearnih reaktora i proizvodnju električne energije. 50-ih godina 20. stoljeća po prvi se puta počelo razmišljati o primjeni nuklearne energije u civilne svrhe, posebice nakon što je SAD izgubio monopol nad atomskom energijom⁵⁸, odnosno kada su i druge zemlje mogle konstruirati atomsku bombu i koristiti nuklearnu energiju za proizvodnju električne energije. Prva nuklearna elektrana izgrađena je u SAD-u 1968. godine.⁵⁹ I Hrvatska je u svojim energetske strategijama krajem 60-tih planirala nuklearnu elektranu koju je kasnije i izgradila zajedno sa Slovenijom na njenom teritoriju.

2.1.4. Razdoblje skupe nafte i naftnih kriza

Visoka potrošnja nafte u svijetu ostavljala je veliku mogućnost energetske "ranjivosti" zemalja uvoznica, prije svega razvijenih Zapadnih zemalja i Japana, te korištenja nafte kao "oružja". To se i dogodilo u sedamdesetima kada je došlo do naglog narušavanja ravnoteže na naftnom tržištu. U razdoblju od 1974. do 1979. godine dogodila su se dva važna događaja koja su za posljedice imala suočavanje svijeta s razdobljem skupe nafte i naftnom krizom.⁶⁰

Prvi pokušaj korištenja nafte kao sredstva pritiska u postizanju određenih političkih ciljeva dogodio se 1967. godine kada su nakon Šestodnevnog rata⁶¹ Saudijska Arabija, Kuvajt, Irak, Libija i Alžir smanjili isporuke nafte SAD-u i Velikoj Britaniji. Saudijska Arabija je smanjila proizvodnju nafte za 60 posto,

⁵⁵ Saudijska Arabija, Kuvajt, Alžir, Libija, Irak, Iran,...

⁵⁶ Prihodi od nafte 70-ih godina 20. stoljeća činili su 85-90 posto BDP-a.

⁵⁷ Projekt Manhattan u SAD-u za vrijeme Drugog svjetskog rata.

⁵⁸ Sovjetski Savez je 1949. godine proizveo vlastitu nuklearnu bombu.

⁵⁹ Zvala se Oyster Creek, bila je veličine 300 MW, a izgradio ju je General Electric u New Jerseyju.

⁶⁰ Nafta kriza se može definirati kao ona kriza u kojoj cijene nafte ratu toliko da uzrokuju svjetsku recesiju, odnosno smanjene stope rasta svjetskog bruto domaćeg proizvoda za dva do tri posto u odnosu na projiciranu stopu rasta svjetskog BDP-a.

⁶¹ Napad Izraela 6.6.1967. na arapska područja i okupacija palestinskog teritorija uključujući i istočni Jeruzalem.

odnosno zemlje Bliskog istoka smanjile su proizvodnju za 6 milijuna barela nafte dnevno. Istovremeno je došlo i do civilnog rata u Nigeriji što je također smanjilo dnevnu ponudu nafte za dodatnih 0,5 milijuna barela. Međutim, pokazalo se da embargo nije uspio i da nije došlo do značajnijih poremećaja na tržištu nafte u roku mjesec dana. Do kraja godine embargo je potpuno propao i tržište se stabiliziralo. Nakon ove krize svjetska gospodarstva su postala svjesna ovisnosti o nafti s Bliskog istoga i iz Sjeverne Afrike, no potrošnja nafte u razvijenim zemljama, ali i zemljama u razvoju nastavila je dalje rasti. 1970. godine SAD je proizvodio maksimalnih 10 milijuna barela nafte dnevno što je predstavljalo najveću proizvodnju do tada, ali i nakon te godine.

Pokazalo se da je proizvodnja počela opadati, a potrošnja je nastavila rasti, tako da je 1973. godine SAD morao uvoziti šest milijuna barela dnevno da bi zadovoljio potrebe tržišta.⁶² SAD je od zemlje koja je velikim dijelom zadovoljavala svoje energetske potrebe postala zemlja koja je počela sve više ovisiti o nafti s Bliskog istoka, od glavnog izvoznika pretvorila se u glavnog uvoznika nafte te izgubila kontrolu nad globalnim naftnim tržištem, dok su s druge strane jačale zemlje izvoznice nafte kao i njihov sve veći utjecaj na gospodarstvo SAD-a. Između 1960. i 1970. godine potražnja Zapadnih zemalja za naftom porasla je za 21 milijun barela nafte dnevno, dok je istovremeno proizvodnja na Bliskom istoku i Sjevernoj Africi porasla za "samo" 13 milijuna barela dnevno. To je značilo da je 2/3 porasta svjetske potražnje za naftom zadovoljeno porastom proizvodnje na Bliskom istoku. Svjetska gospodarstva, ponajprije Zapadne zemlje, svoj su ekonomski napredak temeljila na jeftinom energentu, što dugoročno nije bilo održivo. Potražnja za naftom više nije mogla rasti po prethodnim stopama s obzirom na stope rasta ponude nafte. Razlika između stopa rasta potražnje i stopa rasta ponude bila je sve veća te je na pomolu bila prva nafta kriza. Pričuvni kapaciteti sveli su se tek na 500 tisuća barela dnevno, odnosno na jedan posto svjetske potrošnje nafte te je i najmanja kriza mogla znatno utjecati na naftno tržište. Zemlje izvoznice nafte su se organizirale i 1960. godine formirale naftni kartel OPEC⁶³ koji će moći znatnije utjecati na cijenu nafte.

Prvi povod rastu cijena nafte dogodio se zbog izbijanja rata na Bliskom istoku, odnosno napada Egipta i Sirije na Izrael 6. listopada 1973.⁶⁴ i izraelske okupacije sirijske Golanske visoravni i egipatskog Sinajskog poluotoka. Posljedica je bila arapski naftni embargo⁶⁵ sve dok se Izrael ne povuče s okupiranih teritorija iz rata iz 1967. godine, a kao posljedica se javio rast tekućih cijena nafte s 4,10 USD po barelu 1973. godine na 11,11 USD po barelu

⁶² Uvoz je 1967. u SAD-u činio 19 posto, a 1973. godine 36 posto ukupne potrošnje nafte, odnosno 1970. godine SAD uvozi 3,2 milijuna barela dnevno, 1972. godine 4,5 milijuna barela dnevno, a 1973. godine 6,2 milijuna barela dnevno.

⁶³ Organization for Petroleum Exporting Countries – zemlje osnivači: Iran, Kuvajt, Saudijska Arabija, Venezuela i Irak.

⁶⁴ Taj je rat poznat pod nazivom Yomkipurski rat.

⁶⁵ Predvodnik embarga bila je Saudijska Arabija koja je predstavljala najvećeg izvoznika na Bliskom istoku. Cilj embarga primarno je bilo pokazati moć arapskih zemalja i prisiliti Izrael na povlačenje s arapskih teritorija. Arapske su zemlje embargo počele smanjenjem proizvodnje za pet posto te po pet posto u svakom sljedećem mjesecu sve do zadovoljenja njihovih uvjeta.

1974. godine. Ekstra profite od naftnog šoka⁶⁶ naftne su kompanije investirale u do tada nerentabilne naftne poslove u Sjevernom moru što je, uz više cijene nafte, osiguralo profitabilnost tih polja i povećalo sigurnost opskrbe iz više svjetskih naftnih izvora. Naftni embargo završio je 1974. godine.

Od 1949. do kraja 1970. tekuća cijena sirove nafte sa Srednjeg istoka kretala se u prosjeku oko 1,9 USD po barelu. Zatim se popela na 4,11 USD početkom 1973, da bi početkom 1974. cijena nafte dosegla razinu od 11,11 USD po barelu. Posljedice naftnog šoka po svjetska gospodarstva bile su recesija, rast nezaposlenosti i opće razine cijena.

Padom iranskog šaha⁶⁷ i dolaskom na vlast Homeinija⁶⁸ i njegove islamske revolucije 1979. godine, došlo je do drugog naftnog šoka. Smanjenjem proizvodnje u Iranu, drugom svjetskom izvozniku nafte⁶⁹, ali i Saudijskoj Arabiji⁷⁰, došlo je do neravnoteže na energetsom tržištu. Iako su ostale zemlje OPEC-a povećale proizvodnju i dalje je nedostajalo 2 milijuna barela dnevno, što je činilo oko tri posto svjetske potrošnje nafte.⁷¹ Stvaranju svjetskog naftnog šoka doprinijele su neobično male zalihe nafte velikih multinacionalnih kompanija⁷² koje su požurile povećati svoje zalihe što je utjecalo na dodatnu povećanu potražnju za naftom od 3 milijuna barela dnevno. Ukupno je na tržištu nedostajalo pet milijuna barela dnevno, što je činilo oko osam posto globalne potražnje za naftom.

Cijena sirove nafte 1977. iznosila je oko 13 USD (tekuće cijene) po barelu da bi sljedeće godine, u svibnju 1978, skočila na 34 dolara. Krizom talača⁷³ u Teheranu 1979. godine cijene su se još više povećale te su iznosile 40 USD po barelu. Dolar je počeo padati u odnosu na gotovo sve svjetske valute, posebice u odnosu na njemačku marku, prema kojoj je deprecirao u jednom trenutku i preko 40 posto.

Naftni šokovi utjecali su na porast kamatnih stopa od 20 posto i stagnaciju u gospodarskom razvoju većine svjetskih zemalja te pojavu visoke inflacije u 1980-tima. Cijena nafte je zatim značajno pala, što se naziva još i "obrnuti naftni šok", te je 1986. godine bila ispod 10 USD po barelu u tekućim cijenama, kao posljedica povećane ponude nafte na svjetskom tržištu od strane Saudijske Arabije. Nakon toga se cijena nafte stabilizirala između 14 i 16 USD po barelu.

⁶⁶ Prihodi od prodaje nafte zemalja izvoznica nafte su 1972. godine iznosili 23 milijarde USD, a 1977. godine 140 milijardi USD.

⁶⁷ Reza Pahlavi

⁶⁸ Ayatollah Ruhollah Khomeini, islamski klerik

⁶⁹ Iran je 1978. proizvodio 5,7 milijuna barela na dan od čega je izvezio oko 4,5 milijuna barela da bi se u studenom 1978. godine proizvodnja smanjila na samo 700 tisuća barela dnevno.

⁷⁰ Saudijska Arabija je proizvodila 8,5 milijuna barela dnevno.

⁷¹ Svijet je prije krize u Iranu imao potrošnju od 63 milijuna barela dnevno, a nakon nje nedostajalo je pet milijuna barela dnevno.

⁷² Sedam sestara

⁷³ U američkoj ambasadi u Teheranu 90 je osoba, od čega 63 Amerikanca, postalo taocima, što je dovelo do političke krize između SAD-a i Irana.

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

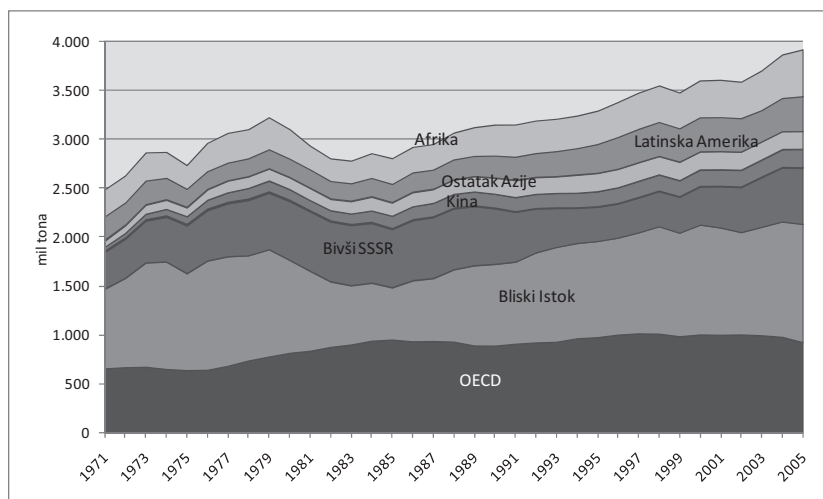
U razdoblju u kojem su arapske zemlje smanjivale proizvodnju, Rusija, odnosno zemlje bivšeg SSSR-a, je povećavala proizvodnju i izvoz Zapadnim zemljama. Kretanje proizvodnje nafte po regijama prikazano je na Grafu 2.6.

U energetskej svjetskoj politici rezultat naftnih šokova je pojava nuklearne energije i smanjivanje rizika o energetskej ovisnosti o nafti. Nuklearna energija bila je i tehnološko poboljšanje u odnosu na naftu, kao što je nafta bila poboljšanje u odnosu na ugljen, s važnom razlikom da je bila vrlo visokog rizika s obzirom na moguće posljedice kvara na elektrani i nuklearne katalizme za cijeli svijet.

Protivljenje građana "sigurnosno" upitnom izvoru energije znatno se smanjilo pojavom naftnih šokova, a atomski su reaktori u svijetu nicali jedan za drugim. S obzirom da je tada nuklearna energija postala konkurentna ostalim izvorima energije, većina Zapadnih zemalja odlučila se na diverzificiranje izvora opskrbe.⁷⁴ Do 1981. godine izgrađeno je 57 nuklearnih reaktora.

Treći naftni šok⁷⁵ odnosi se na razdoblje američke intervencije u Iraku 2000. godine. Uvod ratu su bili teroristički napadi na SAD 11. rujna 2001. godine te američka intervencija u Afganistanu. Međunarodna koalijska fronta se nakon Afganistana okrenula i na Irak što je izazvalo poremećaje na svjetskom naftnom tržištu. Cijene su skočile s 20 USD po barelu 2001. na 70 USD po barelu sredinom 2006, da bi početkom 2007. godine cijena pala na oko 55 USD po barelu.

Graf 2.6. Proizvodnja sirove nafte po regijama i zemljama u svijetu



Izvor: OECD Factbook 2007: Economic, Environmental and Social Statistics – ISBN 92-64-02946-X – © OECD 2007

⁷⁴ Među Zapadnim zemljama s brojem reaktora na broj stanovnika prednjačila je Francuska.

⁷⁵ Treći naftni šok još uvijek nije dovoljno istražen u stručnoj i znanstvenoj literaturi, a nije još sigurno niti je li dostigao vrhunac krize, odnosno je li se tržište dugoročnije stabiliziralo.

Teorijska raščlamba kauzalnosti energije i rasta BDP-a

Utjecaj rasta cijena nafte na smanjenje rasta BDP-a SAD-a najbolje se može vidjeti u Tablici 2.12. gdje je dan prikaz smanjenja proizvodnje nafte i pojave cjenovnih naftnih šokova.

Tablica 2.12. Utjecaj naftnih šokova na smanjenje realne stope BDP-a SAD-a

Godina	Događaj	Smanjenje proizvodnje	Smanjenje realne stope rasta BDP-a
1956.	Sueska kriza	10,1%	-2,5%
1973.	Arapsko-izraelski rat	7,8%	-3,2%
1978.	Iranska revolucija	8,9%	-0,6%
1980.	Iransko-irački rat	7,2%	-0,5%
1990.	Rat u Perzijskom zaljevu	8,8%	-0,1%

Izvor: Hamilton, J., (2003), Barsky, R., Killian, L., (2003)

Tablica 2.13. Kretanje stanovništva, stanja tehnologije i energije s obzirom na povijesno-gospodarska razdoblja

Razdoblje	Stanovništvo	Tehnologija	Energija
1820-1913.	Balansiran, ali spor rast	Parni stroj i željeznice	Tradicionalni izvori energije uz dominaciju ugljena
1913-1950.	Vrlo spor rast zbog Drugog svjetskog rata	Automobili u Sjevernoj Americi i sve raširenija upotreba električne energije	Apsolutna dominacija ugljena, rast potrošnje nafte i pojava prirodnog plina
1950-1973.	Nagli rast u razvijenim zemljama (baby boom)	Automobili u ostalim razvijenim zemljama, zračni promet	Rast potrošnje nafte uz relativnu dominaciju potrošnje ugljena
1973-2003.	Nagli rast u zemljama u razvoju	Plastika, IT, elektrifikacija u zemljama u razvoju, raširena upotreba automobila	Cijene nafte utjecale na diferzifikaciju energetske izvora
2003 -	Usporavanje rasta stanovništva, urbanizacija	IT, bio/mikro/nano tehnologije	Polagana tranzicija nekonvencionalnim izvorima energija

Izvor: World Energy Council, (2003) *Drivers of the Energy Scene, A Report of the World Energy Council*, December, London, United Kingdom

Kao što se može vidjeti, pojava naftnih šokova uzrokovanih određenim događajem koji je bio uzrok smanjenja proizvodnje nafte dovela je do smanjenja realne stope rasta BDP-a u Sjedinjenim Američkim Državama. Vidi se

da je utjecaj smanjene proizvodnje i rasta cijena nafte na smanjenje realne stope BDP-a sve manji i manji. Razlog tome leži u činjenici da radnici više nemaju onu pregovaračku moć koju su imali 70-ih godina koja im je pomogla u zahtjevu i ostvarivanju većih realnih nadnica. Također, tada je većina zemlja svoje nadnice indeksirala na inflaciju što je utjecalo na njihov rast. Danas su indeksacije nadnica znatno smanjene, a pregovaračka moć radnika je manja nego 70-ih godina 20. stoljeća. Zbog navedenog nema potrebe za značajnijom upotrebom restriktivne monetarne politike (Blanchard, O., 2008).

S obzirom na već definirana vremenska razdoblja u prethodnim poglavljima i kretanje različitih varijabli, u Tablici 2.13. je dan sumarni prikaz.

2.2. Energija kao limitirajući resurs rasta i razvoja gospodarstva

Nakon naftnih šokova 70-ih godina 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća postavlja se pitanje oskudnosti energetske, prije svega naftne, resursa i utjecaja na budući globalni gospodarski razvoj. Da bi se nafta uopće proizvela potrebno ju je najprije otkriti. Ako su otkrivene rezerve kroz godine veće od proizvodnje, odnosno potrošnje, nafte to stvara optimistički pogled na energetske perspektive. Međutim što kada otkrivene rezerve počnu biti manje od ukupne svjetske potrošnje nafte? Taj trenutak nas vodi spoznaji da je energija limitirajući resurs rasta i razvoja gospodarstva.

Mnogi su znanstvenici pokušali dati odgovor na pitanje kada će biti vrhunac proizvodnje nafte. Među njima najpoznatiji je King Hubbert i njegov poznati Hubbertov vrhunac, nakon kojega slijede doprinosi i drugih stručnjaka.

2.2.1. Hubbertov vrhunac

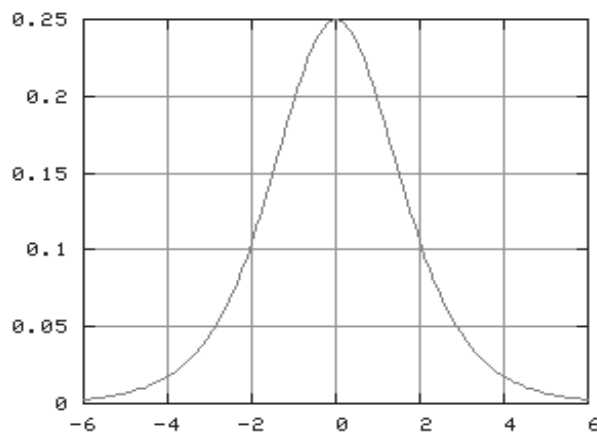
Energija kao jedan od inputa u proizvodnoj funkciji predstavlja neobnovljivi prirodni resurs. Kao najčešći primjer u svjetskoj se literaturi uzima u nafta. Stav stručnjaka i znanstvenika o vremenskom horizontu crpljenja nafte je vrlo raznolik, ali u se u osnovi dijele na one koji misle da je proizvodnja nafte prošla ili će vrlo brzo doseći svoj vrhunac, i one koji misle da taj trenutak tek ima doći, ali u daljnjoj budućnosti i da nema mjesta za paniku. Oni koji smatraju da će taj trenutak doći vrlo skoro u svojoj argumentaciji spominju vrlo poznat pojam Hubbertovog vrhunca.

Teorija je dobila naziv prema američkom geofizičaru Marionu Kingu Hubbertu koji je izradio model poznatih rezervi nafte i u znanstvenom radu kojeg je 1956. godine izložio pred Američkim institutom za naftu (American Petroleum Institute) te ustvrdio da će se vrhunac proizvodnje nafte iz konvencionalnih izvora u kontinentalnom dijelu SAD-a dogoditi između 1965. i 1970. godine, a svjetski vrhunac u roku od "otprilike pola stoljeća" nakon objave rada. Hubbertova teorija vrhunca tvrdi da za svako geografsko područje, od pojedinog naftnog polja pa do planeta u cjelini, količina proizvedene nafte teži tome da slijedi zvonoliku krivulju. Pri početku krivulje (prije vrhunca), proizvodnja raste zbog ulaganja u infrastrukturu. Na kasnijem dijelu krivulje

(nakon vrhunca), proizvodnja opada zbog iscrpljivanja izvora. "Peak Oil" kao vlastita imenica, poznata i pod nazivom Hubbertov vrhunac, odnosi se na zaseban povijesni događaj: vrhunac proizvodnje nafte cijeloga svijeta. Nakon Peak Oila, prema Hubbertovoj teoriji vrhunca, proizvodnje nafte na Zemlji ući će u fazu trajnog opadanja.

Hubbert je za SAD pogodio vrhunac proizvodnje, a to je bila 1970. godina kada su dnevno proizvodile maksimalnih 10 milijuna barela dnevno. Nakon te godine proizvodnja je počela padati. Derivacija logističke krivulje⁷⁶ je zvonolikog oblika i vrlo je slična normalnoj (Gausovoj) krivulji. Graf 2.7. predstavlja ilustrativni i grafički model kojim se pokušava na jednostavan način opisati kompleksna energetska i ekonomska, kako trenutna tako i buduća, događanja.

Graf 2.7. Grafička ilustracija Hubbertovog vrhunca



$$P = 2Pm / \{1 + \cosh[b(t - tm)]\} \quad (2.1)$$

gdje je P godišnja proizvodnja nafte, a Pm je maksimum proizvodnje u vremenu m , \cosh je kosinus hiperbolni koji je jednak $\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$. Apscisa na grafu predstavlja vrijeme t , a ordinata fizički obujam proizvodnje x . Hubbertov vrhunac je predstavljen s 0. Povećana potražnja za sirovom naftom uzrokuje povećanje proizvodnih kapaciteta, odnosno povećanu proizvodnju nafte. S obzirom na konstantnost naftnih resursa i neobnovljivost nafte, u određenom vremenskom trenutku dolazi do opadanja proizvodnje što vodi potpunom iscrpljivanju izvora. U međuvremenu drugi oblici energije supstituiraju naftu kao dominantni energent.⁷⁷

⁷⁶ Logističku funkciju je uveo 1864. godine belgijski matematičar Verhulst kao zakonitost za rast stanovništva.

⁷⁷ Iako još uvijek ne postoji suglasje koji je to energent.

S obzirom na kretanja cijena nafte početkom 21. stoljeća, svjetski energetski stručnjaci sve češće kao predmet razmatranja uzimaju u obzir svjetski Hubbertov vrhunac proizvodnje nafte. Provedena su i brojna recentna svjetska istraživanja, prije svega u SAD-u, u kojima se došlo do zaključaka da će se takav svjetski vrhunac dogoditi poslije 2030. godine, uzevši u obzir postojeće stanje tehnologije i neophodne investicije u proizvodna postrojenja. Međutim određeni broj znanstvenika smatra da su to preoptimistične prognoze i da će se svjetski Hubbertov vrhunac dogoditi uskoro. Oni⁷⁸ svoje tvrdnje argumentiraju činjenicom da su oni prirodni resursi sirove nafte koji su mogli biti pronađeni već pronađeni i da više nema novih zaliha, s obzirom na fiksnost resursa i njihovu neobnovljivost. Drugi⁷⁹ smatraju da je broj novih otkrića dosegno vrhunac već 60-tih godina 20. stoljeća te da je 80-tih godina potrošnja nafte u jednoj godini premašila novootkrivene rezerve sirove nafte. Svoje tvrdnje potkrepljuju činjenicom da do sada više nije bilo, niti će biti, otkriveno novih polja kao što je Ghawara⁸⁰ koja ima kapacitete proizvodnje od pet milijuna barela⁸¹ dnevno.

S druge strane se nalaze znanstvenici koji optimistički gledaju na rezerve nafte s obzirom na rast potrošnje naftnih derivata. Jedan od njih je i Peter Odell koji svoj optimizam temelji na činjenici da je od 1971. godine preko 1500 milijardi barela sirove nafte pridodano poznatim svjetskim naftnim rezervama dok je istovremeno od 1971. do 2005. u svijetu potrošeno 800 milijardi barela nafte.

Svjetske se rezerve nafte svakodnevno revidiraju u skladu s novim pronalascima, trenutnom cijenom nafte na svjetskom tržištu koja pomiče točku otkrića i isplativosti proizvodnje sirove nafte⁸² te tehnološkim napretkom.

S obzirom na rast cijena nafte, ali i poboljšanje tehnologije proizvodnje sirove nafte, optimisti smatraju da novija istraživanja potiskuju Hubbertov vrhunac na budućnost.⁸³ U prilog ovoj tezi nabrajaju i druge argumente kao što su:

- Hubbert u svojim istraživanjima i proračunima nikako nije mogao predvidjeti stanje tehnologije za 50 godina niti rast cijene nafte na svjetskim tržištima;
- Otvaranjem Rusije i ulaskom stranog kapitala u energetski sektor znatno su povećana istraživanja i otkrivene nove rezerve sirove nafte i prirodnog plina;

⁷⁸ Campbel, C., Laherre, J., (1998)

⁷⁹ Meyer, J., Oil Depletion Analysis Centre, London.

⁸⁰ Najveće naftno polje na svijetu od 50-tih godina 20. stoljeća, a nalazi se u Saudijskoj Arabiji.

⁸¹ 1 barel = 159 litara = 0,159 m³

⁸² Oko 2/3 poznatih rezervi je do prije koju godinu smatrano neekonomičnim s obzirom na tadašnju cijenu nafte i stanje tehnologije. S porastom cijene nafte na svjetskim tržištima udio neekonomičnosti rezervi se znatno smanjuje što utječe na povećanje proizvodnje, ali po višim cijenama koje s višom cijenom nafte daju ekonomsku isplativost.

⁸³ U zadnje vrijeme se kao primjer navode britanska naftna polja u Sjevernom moru za koja se smatralo da su oko 1990. godine imala vrhunac proizvodnje, a po novijim revidiranim podacima se smatra da ga još nisu dosegli.

- Indija i Kina ulažu sve veća sredstva u istraživanja u svojim državama što je vrlo važno s obzirom na njihovu rastuću potrošnju;
- Politička nestabilnost na Bliskom istoku nije dopustila maksimalno istraživanje potencijala i proširenje postojećih kapaciteta⁸⁴;
- Tehnološki napredak kod efikasnosti naftnih platformi⁸⁵;

Prije 25 godina svaka šesta bušotina je bila pozitivna, a danas su dva od tri bušenja isplativa⁸⁶, dok se daljnjim razvojem geologije i seizmologije očekuje efikasnost bušenja od 100 posto.

Svi prethodno navedeni argumenti potkrepljuju tvrdnju Petera Odella koji u svojoj knjizi⁸⁷ vrhunac proizvodnje očekuje tek nakon 2050. godine.

2.2.2. Energija i tehnologija

Tehnologija također predstavlja jednu od determinanti zbog koje je u proteklih 50-tak godina došlo do smanjenja udjela energije u odnosu na dohodak. Ako se tehnologija (A) poboljšava tijekom vremena i ako se povećava energetska efikasnost novijih tehnologija, tada je potrebno sve manje energije da se proizvede ista količina dobara i usluga.

Indikator povezanosti promjene u potrošnji energije i promjene u stanju tehnologije koristi se da bi se pokazala važnost tehnologije u smanjenju udjela energije u strukturi BDP-a (Stern, 1999).

Proizvodna funkcija definirana je sljedećim izrazom:

$$Q = f(A_1 X_1, \dots, A_n X_n, A_E E) \quad (2.2.)$$

gdje se svaki od inputa X množi s vlastitim faktorom tehnologije A na način da se sirovina pomoću tehnologije pretvara u finalni proizvod. A_E predstavlja indeks promjene u potrošnji energije nasuprot promjeni u stanju tehnologije, uz napomenu da su svi ostali inputi i njihovi odnosi konstantni.

Procjene kretanja trenda indeksa ovise o smjeru kretanja promjena u različitim sektorima gospodarstva.

Jorgensen i Wilcoxon (Jorgensen, D.W., Wilcoxon, P.J., 1993) su procijenili da energetska efikasnost pada. Berndt i dr. (1993) su analizom utvrdili da je u proizvodnoj industriji SAD-a između 1965. i 1987. godine indeks promjene u potrošnji energije i promjene u stanju tehnologije narastao između 1,75 posto i 13,09 posto godišnje, ovisno o polaznim pretpostavkama. Judson i dr. (Judson, R. A. et al., 1999) su procijenili da potrošnja energije u SAD-u raste u kućanstvima i ostalim sektorima, a pada ili je konstantna u industriji i građevini, čiji relativni udjeli u sektorskoj vrijednosti proizvodnje u kreiranju BDP-a padaju. Nove tehnologije i širenje njihove primjene javljaju se u ku-

⁸⁴ Prvenstveno se misli na dugogodišnji rat Iraka i Irana kao i postojeću 10-godišnju nestabilnost u Iraku.

⁸⁵ Nafta se u Meksičkom zaljevu crpi s dubine i preko 3000 metara zahvaljujući elektroničkim senzorima, robotici i satelitskom snimanju.

⁸⁶ The Economist: Why the world not running out?, 30th april, 2005, p. 49.

⁸⁷ Odell, P., (2004)

ćanstvima dok se tehnologije koje smanjuju potrošnju energije javljaju u industriji (Stern, D. I., 2002).

Khazzoom-Brookes hipoteza (Brookes, L., 1990, Khazzoom, D.J., 1980) ili "odskočni efekt"⁸⁸ pak govori da inovacije s energetske uštedama mogu utjecati na povećanje ukupne potrošnje energije ako se uštedeni novac od smanjene potrošnje energije potroši na ona dobra i usluge koja u svojoj proizvodnji zahtijevaju novu energiju. Krajnji efekt je veća potrošnja energije.

Također, s novom tehnologijom koja zahtijeva manje energije u proizvodnji određenog dobra ili pružanju određene usluge, cijena tog dobra ili usluge bit će manja što će pak voditi povećanoj potražnji za tim dobrom ili uslugom, te indirektno i povećanju potražnje za energijom (Binswanger, M., 2001).

Niža cijena energije, zbog primjene nove tehnologije u njenoj proizvodnji, rezultira efektom dohotka što povećava potražnju za dobrima i uslugama u gospodarstvu, te indirektno i potražnju za novom energijom zbog proizvodnje više dobara i usluga (Lovins, A. B., 1988).

Drugi znanstvenici (Jones, I. C., 2002) smatraju da se smanjivanjem potrošnje energije kao rezultatom primjene novih tehnologija i povećanom energetske efikasnošću ukupna potražnja za energijom relativno smanjuje, a ne povećava, a to rezultira smanjenjem udjela energije u BDP-u.

2.2.3. Promjene u strukturi energetskih inputa

Promjena u strukturi potrošnje energije također je jedan od faktora koji može utjecati na smanjenje udjela energije u BDP-u. Kvaliteta energije pokazuje koliko je jedinica primarne energije potrošeno za npr. proizvodnju jedne jedinice topline, sekundarnog oblika energije, odnosno kolika je relativna ekonomska korisnost transformacije jedne jedinice energije (plin ili ugljen) u drugi oblik energije (toplina), uzimajući u obzir gubitke pri transformaciji. Jedan od načina mjerenja kvalitete energije je dodatni proizvod dobiven upotrebom dodatne jedinice goriva koji pokazuje koliko je dodatno povećanje količine dobara i usluga proizvedenih koristeći dodatnu jedinicu energije.

Neki energenti mogu biti korišteni za velik broj aktivnosti, a drugi ne. Na primjer ugljen ne može biti korišten kao energent za pokretanje kućanskih aparata. To može činiti samo električna energija.

Kvaliteta energije nije fiksna tijekom vremena, odnosno dolazi do njene promjene. Kao najkvalitetniji oblik energije najčešće se uzima električna energija. Zatim slijede prirodni plin, nafta, ugljen te na kraju drvo i biogoriva. Kao jedan od argumenata najčešće se uzima cijena navedenih oblika energije po jedinici energije koja bi trebala biti proporcionalna njihovom graničnom proizvodu.

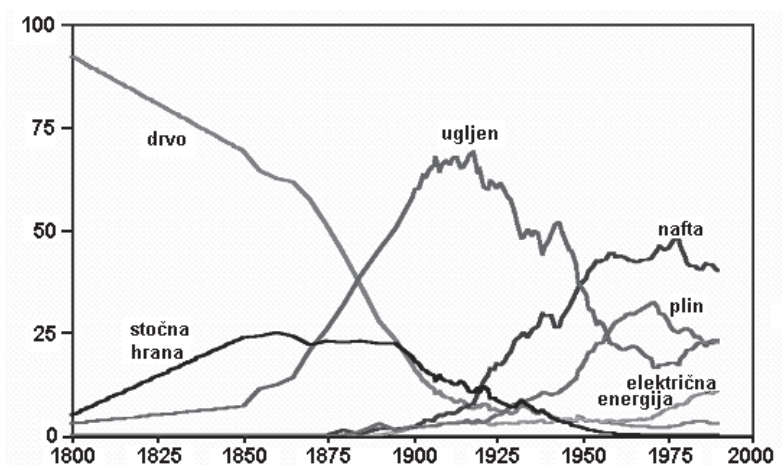
Na kvalitetu pojedinog oblika energije utječu različiti faktori, prije svega cijena konverzije iz jednog oblika u drugi, a zatim i svi ostali: dostupnost na tržištu, energetska gustoća, mogućnost skladištenja, sigurnost upotrebe, fleksibilnost primjene, ekološki aspekt upotrebe, proizvodnja korisnog rada i dr.

⁸⁸ "Rebound effect"

Također kod upotrebe različitih oblika energije uzima se u obzir koliko je potrebno rada, kapitala i materijala (sirovina) da bi se proizvela jedna jedinica dobra ili usluge.

Schurr i Netschert (1960) su među prvima prepoznali ekonomsku važnost kvalitete energije dokazujući da je značajna promjena u strukturi potrošene energije, što se može vidjeti na Grafu 2.8, utjecala na smanjenje potrošnje energije koja je potrebna da bi se proizvela jedinica BDP-a.

Graf 2.8. Struktura potrošnje energije u SAD-u



Izvor: Schurr, S., Netschert, B., (1960)

Kaufmann (Kaufmann, R. K., 2004) je u svojim istraživanjima pokazao da je promjena u strukturi potrošnje energije, posebice s ugljena na naftu, smanjila potrošnju energije po jedinici BDP-a, dokazujući to analizom vremenske serije za SAD od 1929. do 1999. godine.

2.2.4. Promjene u strukturi BDP-a

Tijekom povijesti struktura BDP-a većine svjetskih zemalja značajno se promijenila. Zemlje su se ponajprije transformirale od poljoprivredno-orijentiranih gospodarstava u industrijska gospodarstva s naglaskom na tešku industriju, energetski vrlo intenzivnu. Zadnja faza transformacije odnosi se na prijelaz u gospodarstva u kojima u strukturi dohotka dominiraju usluge. Navedena tvrdnja u literaturi se vrlo često argumentira činjenicom da su u prijašnjim razvojnim fazama gospodarstva trošila znatno više energije za proizvodnju jedinice BDP-a, za razliku od danas kada gospodarstva troše manje. Današnji sektor usluga također troši značajan dio ukupne energije, a sektor prometa je među najvažnijima za funkcioniranje svakog gospodarstva. Potrebno je još jednom spomenuti činjenicu da potrošnja energije raste brže u sektoru kućanstava, a stagnira ili opada u industrijskom sektoru (Judson, R. A. et al., 1999).

Međutim većina zemalja u razvoju i dalje znatno zaostaje za promjenama koje se dešavaju u strukturi BDP-a razvijenih zemalja. Većina tih zemalja i dalje troši dosta energije za proizvodnju jedinice BDP-a s energetske intenzivnim gospodarstvom.

2.3. Modeliranje funkcije ponude i potražnje za energijom i model ravnoteže na energetske tržištu

Nepostojanje ravnoteže na energetske tržištu narušava ravnotežu na tržištu roba i usluga i financijskom tržištu. Da bi se postigla energetska ravnoteža potrebno je definirati funkcije ponude i potražnje za energijom. Agregatnu potražnju za energijom definiramo na temelju parcijalnih potražnji za energijom:

$$AD_e = PD_{e1} + PD_{e2} + PD_{e3} + \dots + PD_{en}, \quad (2.3.)$$

gdje je AD_e agregatna potražnja za energijom, PD_e parcijalna potražnja za energijom sektora 1 do n .

Specifičnost modeliranja funkcije ponude i potražnje za energijom i uspostavljanja ravnoteže na energetske tržištu ogleda se u činjenici da se neki oblici sekundarne energije⁸⁹ ne mogu skladištiti, odnosno da se istovremeno mora ponuditi onoliko energije kolika je u tom trenutku potražnja za energijom na energetske tržištu, što može značajno varirati ovisno o godišnjem dobu ili dobu dana⁹⁰. Zbog svega navedenog u energetske sektoru je vrlo važno dugoročno planiranje energetske ponude, odnosno potražnje. Planiranja se definiraju kroz energetske strategije i planove bazirajući se na scenarijima potražnje za energijom. Kod planiranja imamo tri karakteristična razdoblja: kratkoročno razdoblje koje uzima u obzir vremenski horizont do pet godina, srednjoročno razdoblje koje se odnosi na vrijeme od pet do 10 godina i dugoročno planiranje preko 10 godina.

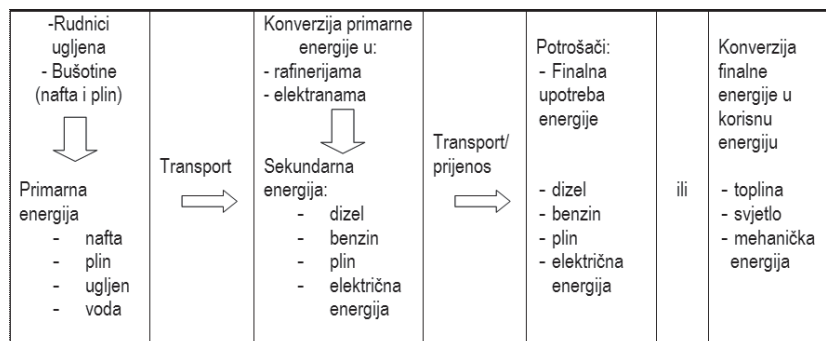
Nakon što se definiraju scenariji potražnje za energijom, definiraju se i kapaciteti ponude energije. Planiranje u energetske sektoru važno je zbog dinamike izgradnje proizvodnih energetske kapaciteta. Rok izgradnje se može kretati od minimalno jedne do tri godine, pa sve do 10 godina ako se radi o velikim i kompleksnim sustavima za proizvodnu električne energije ili naftnih derivata. U slučaju manjka izgrađenih kapaciteta, odnosno lošeg planiranja, istovremeno može doći do energetske i gospodarske krize u zemlji. Zbog uravnoteženja ponude i potražnje, energetske sustavi su u kratkom roku dinamični dok su s druge strane vrlo statični zbog dugoročnog planiranja.

Na Slici 2.1. prikazan je energetske "lanac" koji pokazuje sve elemente ponude energije od proizvodnje do prijenosa/transporta te potražnje, odnosno potrošnje energije od strane krajnjih potrošača.

⁸⁹ Primarno se misli na električnu energiju.

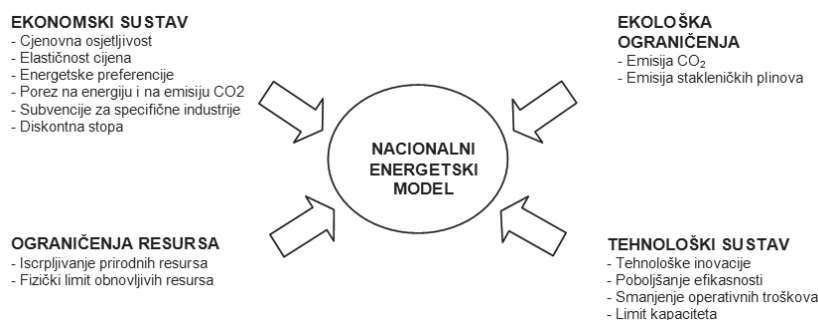
⁹⁰ Potražnja energije veća je zimi nego ljeti, odnosno u kasnim popodnevnim satima nego u noćnim.

Slika 2.1. Energetski lanac



Svaka država specifična je u modeliranju vlastitog energetskog modela ponude i potražnje budući da ne postoje dvije zemlje s istim energetskim potrebama. Više je važnih čimbenika koji utječu na nacionalne energetske modele ponude i potražnje, kao što je prikazano na Slici 2.2.

Slika 2.2. Nacionalni model energetske potrošnje



Izvor: Nakata, T., (2004)

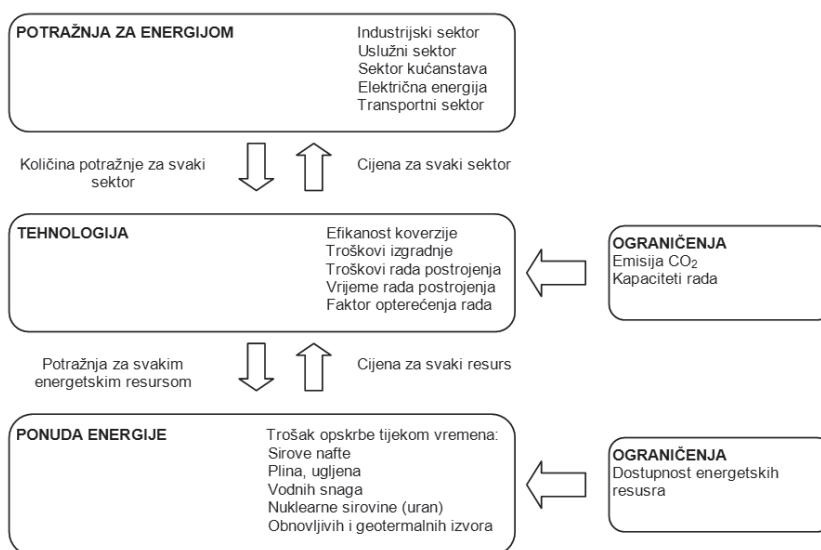
Gornja slika prikazuje četiri bitna elementa svakog nacionalnog energetskog modela. Prije svega potražnja se energije primarno temelji na gospodarskom sustavu pojedine zemlje sa svim njegovim specifičnostima. Zatim su vrlo važni energetske izvori, odnosno ograničenja u količini dostupnih vlastitih energetskih izvora. Tehnološki sustav koji treba energiju u svojim proizvodnim procesima utječe na efikasnost iskorištene energije. Na kraju, ali ne i manje važna, dolaze ekološka ograničenja koja također znatno utječu na definiranje nacionalnog energetskog modela.

Energetski model se sastoji s jedne strane od potražnje za energijom, a s druge od ponude energije da bi se zadovoljila potražnja. Energetsku potražnju stvaraju krajnji korisnici: kućanstva, usluge, industrija, transport, ali i oni energetske subjekti koji jedan oblik energije transformiraju u drugi, kao što u

termoelektrane koje ugljen, plin ili mazut energetskim transformacijama pretvaraju u električnu energiju.

Na Slici 2.3. prikazana je interakcija ponude i potražnje za energijom uz posredničku ulogu tehnologije za proizvodnju energije.

Slika 2.3. Model ponude i potražnje za energijom



Izvor: Nakata, T., (2004)

Tehnologija za proizvodnju energije determinirana je efikasnošću konverzije jednog oblika energije u drugi, troškovima izgradnje, troškovima proizvodnje, životnim vijekom energetskog postrojenja te radom elektrane i njenim opterećenjem. Ograničavajući čimbenik je emisija CO₂ i postojeći kapaciteti proizvodnje.

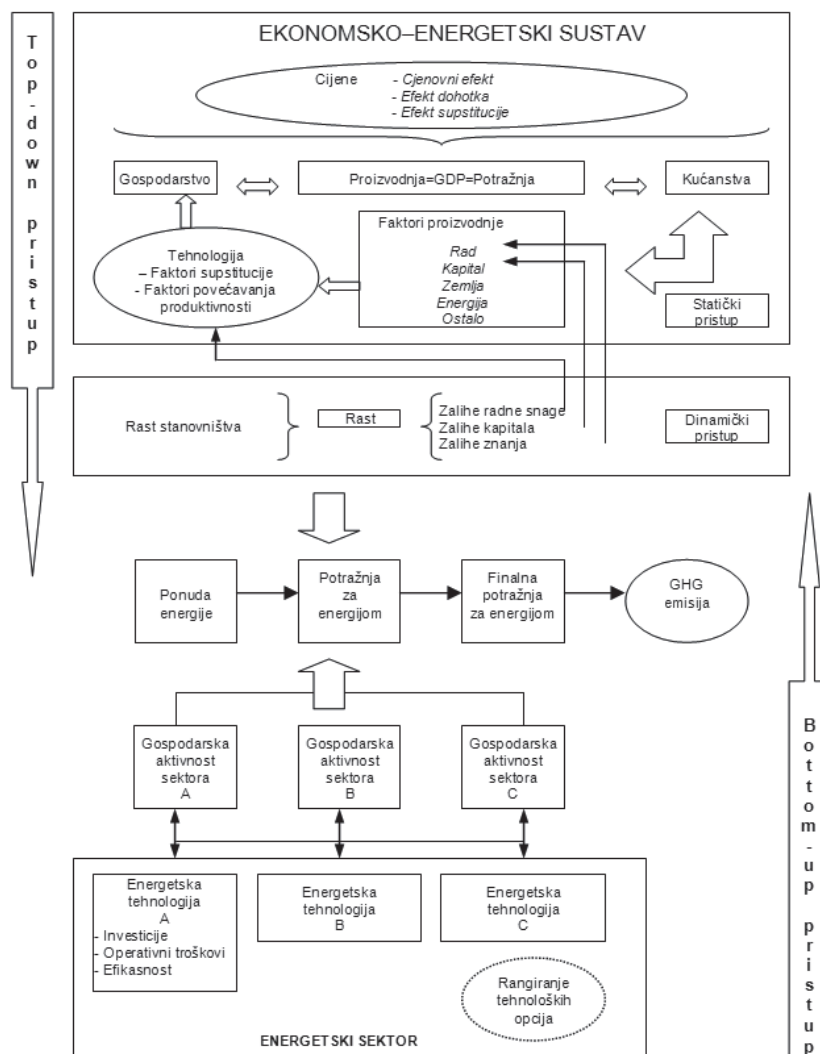
Na funkciju ponude energije utječe struktura energetskih izvora: nafte, plina, ugljena, vode, nuklearnih, geotermalnih te obnovljivih izvora kao što su Sunce, vjetar i drugi, te njihova cijena.

Glavni ograničavajući čimbenik kod energetskih izvora je njihova količina i dostupnost.

2.3.1. Postojeći modeli ponude i potražnje za energijom

Tijekom 70-tih godina 20. stoljeća i naftnih kriza pojavili su se prvi modeli koji su analizirali odnos između energije i gospodarskog razvoja. Analize su pokazale da kod definiranja funkcija ponude i potražnje za energijom postoje dva osnovna općenita modela: bottom-up i top-down, kako je prikazano na Slici 2.4.

Slika 2.4. Shematski dijagram modela od vrha prema dolje i modela od dna prema vrhu



Model top-down (ekonomski model) – model od vrha prema dolje – uzima u obzir opću perspektivu ekonomske veze između funkcije ponude i potražnje za energijom i cjelokupnog gospodarstva analizirajući širu ekonomsko/energetsku podlogu kod definiranja krivulje ponude i potražnje. Ovaj model daje opću ravnotežu i veći naglasak stavlja na ekonomske varijable, prije svega BDP.

Model bottom-up (tehnički/inženjerski model) – model od dna prema vrhu – polazi od tehničkih pretpostavki različitih tehnologija proizvodnje energije samo u energetske sektoru s ciljem definiranja optimalnog načina proizvodnje energije uz najmanji trošak proizvodnje. Ovaj model traži parcijalnu ravnotežu i veći naglasak stavlja na tehnički aspekt modeliranja, odnosno na tehnologiju proizvodnje energije.

Najčešće se pristupa po tehničkom modelu, modelu od dna prema vrhu, te se dobiveni rezultati kao input koriste u ekonomskom modelu, modelu od vrha prela dolje.

Svi ostali modeli baziraju se na jednom od spomenuta dva kod kojih je potrebno definirati sljedeće varijable:

- Dugoročnu potražnju – kolika je trenutna, a kolika dugoročna⁹¹ potražnja za energijom s obzirom na gospodarski razvoj države u sljedećih 20 do 30 godina?
- Kratkoročnu ponudu – kolika je ponuda energije u postojećem trenutku da zadovolji definiranu potražnju za energijom?
- Kapital, rad, materijal... – koja sredstva su potrebna za izgradnju dodatnih energetske kapaciteta da bi se zadovoljila planirana energetska potražnja?
- Alternativu – koje su alternative i njihov utjecaj?

Prva varijabla se mora bazirati na detaljnoj analizi gospodarskog razvoja i njegovoj strukturi. Kako bi se zadovoljili postavljeni ciljevi, potrebno je osigurati dovoljne količine energije da se ne bi dogodilo da je nedostatak energije prepreka definiranim stopama rasta BDP-a u kratkom i dugom roku. Druga varijabla mora identificirati potencijalne izvore energije. Ovdje su u analizu uključene vlastite energetske rezerve, mogućnosti uvoza energije i energetske tehnologije. Treća varijabla je često i najvažnija u energetske planiranju. Kod nje je moguće ponuditi više različitih načina rješavanja s obzirom na niz mogućih kombinacija kako tehničkih, tako i financijskih varijabli. Zadnja varijabla daje odgovor o mogućim alternativama, ekonomskim, tehničkim, financijskim, ali i ekološkim.

Kod definiranja funkcija ponude i potražnje koriste se razni energetske modeli koji se redovito razvijaju u svjetskim energetske agencijama kao što su Međunarodna agencija za atomsku energiju u Beču (IAEA) i Međunarodna energetske agencija (IEA) u Parizu. Postoji vrlo visoka suradnja između navedenih institucija i svih država svijeta u implementaciji modela i njihovog daljnjeg usavršavanja s obzirom na nova saznanja i istraživanja.

Među najpoznatije energetske modele koje je razvila IAEA koji projiciraju potražnju i ponudu za energijom spadaju MAED – Model for Analysis of Energy Demand, WASP – Wien Automatic System Planning, ENPEP – Energy and Power Evaluation Program, MESSAGE – Model for Energy Supply Systems and their General Environmental impacts, FINPLAN – Model for Financial Analysis of Electric Sector Expansion Plans, SIMFACTS – Simplified Approach for Estimating Impacts of Electricity Generation,

⁹¹ Kod dugoročne potražnje misli se na razdoblje od 20 do 30 godina.

MARKAL – Market Allocation – A linked model for energy-economy analysis.⁹²

U SAD-u se još koristi model NEMS⁹³ razvijen od strane EIA (Energy Information Administration) za potrebe američke Vlade i Kongresa.

Svi modeli funkcioniraju na način da optimiziraju varijable modela upotrebljavajući u svojim proračunima "najbolja" tehnološka rješenja uz istovremeno najmanje granične troškove proizvodnje energije. Rezultat modela su optimalne cijene energije za krajnje korisnike uz projiciranu dinamiku uključivanja pojedinih energetske postrojenja (npr. elektrana) u rad da bi se zadovoljila definirana potražnja za energijom. Najčešće se analize rade s više vrsta scenarija, analiza osjetljivosti, pa tako često postoje nuklearni scenariji – krivulja ponude energije se velikim dijelom bazira na nuklearnim postrojenjima; ekološki scenariji – krivulja ponude energije se velikim dijelom bazira na obnovljivim izvorima energije; fosilni scenariji – krivulja ponude energije se bazira velikim dijelom na fosilnim izvorima energije kao što su ugljen, nafta i plin; i mješoviti scenariji – krivulja ponude energije se bazira na kombinaciji različitih izvora energije preferirajući sigurnost opskrbe energijom.

Svaki od scenarija proračunava se na bazi realne potražnje za energijom uz dva podscenarija: jedan s višom, a drugi s nižom potražnjom za energijom.

Modeli nisu isključivi, nego mogu biti i komplementarni. Jedan model može dati rezultate koji mogu poslužiti kao inputi za drugi model.

2.3.2. Energetsko planiranje kao pretpostavka ravnotežnog energetskog modela

Energetsko planiranje je dio cjelokupnog gospodarskog planiranja koje treba riješiti specifične energetske probleme, dovesti do specifičnih akcija te pripremiti informacije koje su potrebne donositelju odluka. Temeljni ciljevi energetskog planiranja su razvoj odgovarajuće gospodarske politike koja utječe na energetske sustav, slanje signala određenim granama industrije i institucijama za usmjerenje prema određenim razvojnim opcijama i priprema investicijskih programa. Energetsko planiranje je dio gospodarskog planiranja, a sve zajedno je dio šireg društvenog planiranja.

Četiri su osnovne varijable koje treba odrediti kod procesa planiranja.⁹⁴ To su kapacitet – koje kapacitete izgraditi i staviti u pogon da bi se osigurala zadovoljavajuća razina sigurnosti opskrbe energijom; tehnologija – kako odrediti najbolju kombinaciju različitih tehnologija kombinirajući sadašnja, ali i buduća tehnička dostignuća; lokacija – gdje izgraditi nova energetska postrojenja; i vrijeme izgradnje – kada je potrebno nova postrojenja staviti u pogon?

Kod odgovora na svako od postavljenih pitanja potrebno je imati na umu načelo minimalnog troška pri zadovoljenju potražnje za energijom. Dobro planiranje ima za cilj optimalnu izgradnju energetskih kapaciteta. Pri tome je

⁹² Model koji povezuje bottom-up i top-down model.

⁹³ National Energy Modeling System

⁹⁴ Albouy, Y. et al. (1975)

potrebno izbjegavati dvije moguće krajnosti koje utječu na cijeli sustav, a to su izgradnja previše ili s druge strane premalo energetske kapaciteta. Prvi slučaj utječe na povećani jedinični trošak energije za krajnje potrošače, a drugi na sigurnost sustava, odnosno na česte nestanke energije zbog preopterećenosti sustava.

2.3.3. Funkcija potražnje za energijom

Potražnja za energijom ima izvedeni karakter funkcije energetske potražnje. Energiju, u kombinaciji s kapitalom i radom, uz danu tehnologiju transformiramo u određeni proizvod, uslugu ili drugi oblik energije.

Kod definiranja potražnje za energijom potrebno je⁹⁵ odrediti postojeću nacionalnu strukturu finalne potrošnje energije po sektorima, identificirati socijalne, ekonomske i tehničke čimbenike koji utječu na potražnju za energijom svakog sektora pojedinačno, specificirati funkcionalnu vezu između potražnje za energijom i faktora koji utječu na tu potražnju za svaki sektor, definirati scenarije gospodarskog, socijalnog i tehničkog razvoja nacionalnog gospodarstva te vrednovati potražnju za energijom u skladu sa svakim od definiranih scenarija ukupnog gospodarskog razvoja.

Nacionalni modeli potražnje za energijom uzimaju u obzir strukturne promjene u nacionalnim ekonomijama koje imaju utjecaja na potražnju za energijom u srednjem i dugom roku detaljno analizirajući socijalne, gospodarske i tehničke sustave pojedinačno. Ovakav pristup posebice uzima u obzir promjene socijalnih potreba pojedinaca uključujući potrebe za grijanjem, tehničkom opremom, transportnim sredstvima i ostalim, a sve prema geografskom području u kojem pojedinci žive (gradovi, ruralna područja). Zatim se analizira nacionalna industrijska politika uzimajući u obzir dinamiku razvoja pojedinih industrijskih grana. Promet se, kao veliki potrošač energije, analizira po vrstama prometa i oblicima finalne potrošnje energije. Uzima se u obzir i tehnološki napredak u svim sektorima koji utječe na energetske efikasnost i smanjenu potražnju za energijom. Sektori u nacionalnim gospodarstvima koji se najčešće analiziraju kod definiranja potražnje za energijom su: kućanstva, usluge, industrija, transport, poljoprivreda i graditeljstvo. Poljoprivreda i graditeljstvo se često ne definiraju kao posebni sektori, nego se analiziraju u sklopu nekog od ostalih sektora. Potražnja za energijom u sektoru poljoprivrede je najmanja i bez velikih promjena u dužem razdoblju te se, zajedno s građevinarstvom, uzima kao podsektor industrijskog sektora. Modeli koji se danas koriste najčešće definiraju potražnju na temelju prva četiri navedena sektora nacionalnih gospodarstava.⁹⁶

Kod utvrđivanja potražnje za energijom zasebno se analiziraju trendovi kretanja svakog od finalnog oblika energije: električna energija, ugljen, plin, nafta, Sunčeva energija, energija vjetra, biomasa, kao i drugi oblici energije.

⁹⁵ Technical reports series No. 241., *Expansion planning for electrical generating system, A Guidebook*, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1984., p. 411.

⁹⁶ Jedan od najkorištenijih modela je i MAED – The Model of Analysis of the Energy Demand.

Važan čimbenik potražnje za energijom je i definiranje elastičnosti potražnje za određenim energentom s obzirom na cijenu samog energenta kao i moguću supstituciju jednog oblika energije drugim.

2.3.3.1. Funkcija potražnje sektora kućanstava za energijom

Glavne varijable (Leach, G., Gowen, M., 1987) koje utječe na potražnju za energijom sektora kućanstava su demografski čimbenici (ukupan broj stanovnika, njegova starosna struktura, geografski razmještaj), mjesto stanovanja stanovništva (radi li se o velikim gradovima s velikom gustoćom naseljenosti ili stanovništvo živi u manjim gradovima ili pak u ruralnim sredinama), kvaliteta i starost građevine (stare ili nove zgrade ili kuće, sa slabom ili dobrom energetsom izolacijom), vrsta stambenog objekta i njegova veličina (stanovi, sobe ili kuće), ukupan prihod kućanstva i prihod po članu kućanstva, stanje tehnologije i efikasnost korištenja energije u kućanstvima, geografski čimbenici gdje je važna temperatura zraka jer utječe na potražnju za energijom za grijanje ili hlađenje, kulturološki faktori (način cjelokupnog življenja pojedinaca, što svakako utječe na potrošnju energije – broj obroka, gledanje TV-a, obitavanje u zatvorenom prostoru, duljina ostajanja na poslu...), cijena energije i mogućnost njene supstitucije drugim energentima.

Sektor kućanstava u strukturi ukupne potražnje za energijom cijelog gospodarstva najčešće ima najveći udio. Pet varijabli dominira u oblikovanju funkcije potražnje za energijom kućanstava: grijanje, priprema tople vode, kuhanje, hlađenje i rasvjeta.

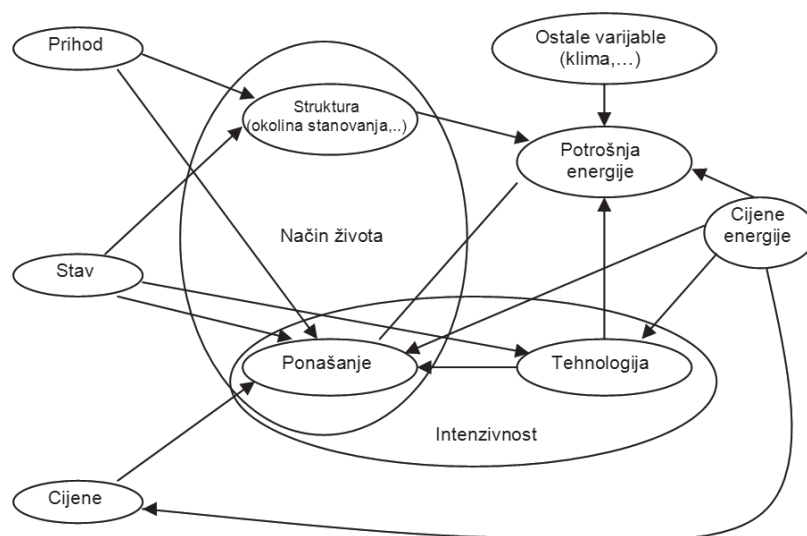
Grijanje i priprema tople vode analiziraju se prema geografskom području, odnosno radi li se o gradovima ili selima. Varijabla koja je vrlo važna za potrošnju energije, posebice za grijanje, je način gradnje – je li riječ o tradicionalnoj izgradnji s velikom potrošnjom energije za grijanje po metru kvadratnom ili se radi o novim građevinama u kojima su kod gradnje primijenjeni visoki energetske standardi s malom potrošnjom energije za grijanje po metru kvadratnom. Također se u obzir uzima troši li se energija za grijanje stana, sobe ili cijele kuće, s obzirom na veličinu grijanog prostora. Grijanje u strukturi potrošnje energije u kućanstvima zauzima najveći udio, priprema tople vode i kuhanje su na konstantnoj razini dok raste udio potrošnje energije za hlađenje (klime) i novu tehničku opremu u kući (više televizora i LCD-a, videa i DVD-a, glazbenih linija,...).

Sektor kućanstava troši sljedeće oblike energije:

- za grijanje i pripremu tople vode – biomasa (drvo), fosilna goriva (ugljen, nafta, plin), električna energija, Sunčeva energija (solarne ploče na krovovima kuća), toplinska energija (urbane sredine gdje postoji centralizirani toplinske sustavi);
- za kuhanje – biomasa (drvo), fosilna goriva i električna energija;
- za klimatizaciju i hlađenje u stambenim prostorima – električna energija, a sve širu upotrebu u praktičnoj primjeni ima i prirodni plin;
- za tehniku i tehničke aparate u zgradama ili za pokretanje liftova – električna energija.

Na potražnju za energijom sektora kućanstava, kako je prikazano, utječe niz čimbenika. Međutim sami faktori interaktivno djeluju jedan na drugog, što pokazuje svu kompleksnost odnosa u modelima potražnje za energijom. Interakcija svih varijabli je prikazana na Slici 2.5.

Slika 2.5. Interakcija individualnog ponašanja i vanjskih čimbenika na potrošnju energije



Izvor: Haas, R., (1997)

Slika prikazuje kompleksan odnos niza varijabli koje su bitne u determiniranju finalne potražnje za energijom svih kućanstava jedne države. Ovdje je posebno potrebno istaknuti važnost nacionalne energetske politike koju se ne smije zanemariti i koja značajno utječe kako na cijene energije, tako i na samu tehnologiju, a na taj način i na finalnu potrošnju energiju.

2.3.3.2. Funkcija potražnje sektora usluga za energijom

Glavni čimbenici potražnje za energijom u sektoru usluga su gospodarska razvijenost zemlje, viši stupanj razvoja nacionalne ekonomije, veći udio sektora usluga u BDP-u te veća potražnja za energijom, kvaliteta i starost objekta (stariji ili noviji objekt sa slabijom ili kvalitetnom izolacijom), klimatski uvjeti (geografski položaj zemlje uvelike definira funkciju potražnje za energijom, zemlje sa hladnijom klimom i dužim zimama troše više energije) i stanje tehnološke razvijenosti i energetske efikasnosti opreme u uslužnom sektoru.

Kod analize navedenih čimbenika uzima se u obzir postojeće stanje, ali i projekcije stopa rasta i promjene određenih parametara u budućnosti i ovisnosti od analiziranog scenarija (više ili niže stope rasta uslužnoga sektora,

značajniji prodor novih tehnologija, poboljšanje kvalitete izgradnje objekata primjenom novih propisa i načina gradnje...).

Sektor usluga je rastući sektor po potražnji za energijom posebice u razvijenim zemljama svijeta. Kod usluga, energija se upotrebljava za tri osnovne namjene:

Prva je grijanje prostora gdje su u širokoj primjeni gotovo sve vrste energenata (fosilna goriva, električna energija, toplinska energija iz centraliziranih toplinskih sustava u urbanim područjima, solarna energija i drugi oblici), s izuzetkom drveta i sličnih oblika koji se koriste za grijanje jedino u nerazvijenim zemljama svijeta s niskim stupnjem gospodarskog razvoja i nedostatkom vlastitih energetske resursa;

Druga namjena korištenja energije je u klimatizaciji prostora, odnosno njegovom hlađenju, gdje se koristi prije svega električna energija, ali se polako pojavljuje i prirodni plin kao drugi alternativni energent koji je još uvijek cjenovno nekonkurentan;

Treća namjena je za ostale potrebe, prije svega svjetlosnu energiju i za stavljanje u rad strojeva i aparata koji se pogone na električnu energiju (strojevi za rad, kompjutori, rasvjeta...). Tu također spada i korištenje električne energije za pokretanje liftova te ostale namjene.

2.3.3.3. Funkcija potražnje sektora industrije za energijom

Glavni čimbenici potražnje za energijom u industrijskom sektoru su postojeća struktura industrijskog sektora, njegova razina razvijenosti te stope rasta svih industrijskih grana, odnosno cijelog sektora u dugoročnom razdoblju, stanje tehnološke razvijenosti i energetske intenzivnost u proizvodni industrijskih proizvoda, koji pokazuju koliko je potrebno potrošiti energije na 1000 jedinica BDP-a industrijskog sektora, odnosno svake industrijske grane.

Sektor industrije spada u sektore koji ovise o energetske intenzivnosti. To je sektor koji troši sve manje energije u razvijenim zemljama, a sve više u zemljama u razvoju. Razlozi leže u činjenicama da se energetske intenzivne industrije sele u zemlje u razvoju što povećava njihovu potražnju za energijom, a istovremeno razvijenije zemlje koriste energetske efikasniju tehnologiju koja zahtijeva manje energije po jedinici proizvedenog proizvoda.

Industrijski sektor se dijeli na svoje podsektore te se za svaki od njih pravi posebna strukturalna analiza udjela pojedinih industrijskih grana. Najčešće se industrijski sektor dijeli na poljoprivredu, građevinarstvo, rudarstvo i proizvodnu industriju koja se dijeli na četiri podskupine: teška industrija (čelik, kemijska...), industrija trajnih dobara (strojevi i oprema), prehrambena i tekstilna industrija (hrana, tekstil...) i ostala industrija. Za svaku od industrijskih grana se određuje trenutna razina gospodarske aktivnosti kao i projekcije aktivnosti u budućnosti. Pretpostavka je da svaka od grana i podgrana industrije ima različite stope rasta/pada u dugoročnom razdoblju.

U industriji se koriste svi izvori energije bilo u primarnim ili sekundarnim energetske oblicima, od ugljena u industriji čelika do električne energije za stvaranje mehaničke energije i pokretanje strojeva. Vrlo je velika razlika u

potrošnji energije od energetski intenzivnih industrija, kao što su željezare, do radno intenzivnih industrijskih grana, kao što je tekstilna industrija.

2.3.3.4. Funkcija potražnje sektora transporta za energijom

Potražnja za finalnom energijom u sektoru transporta određena je funkcijom potražnje za energijom svakog od transportnih modula (automobili, vlakovi, avioni ...), specifičnom energetskom potrošnjom svakog od transportnih modula, vršnim potrošnjama svakog modula, cijenom energije i dohotkom.

Čimbenici koji utječu na potražnju svakog modula su broj stanovnika i njegova geografska rasprostranjenost, potražnja za putničkim gradskim i međugradskim transportom i potražnja za robnim gradskim i međugradskim transportom.

Rast dohotka, kao i rast stanovništva, dvije su najvažnije varijable koje utječu na mobilnost ljudi, odnosno putnika. Stanovnici zemalja s nižim dohotkom većinom koriste željeznički i autobusni transport za svoja putovanja.⁹⁷ Individualni promet brzim sredstvima čini manje od 10 posto ukupnih putničkih kilometara i dostupan je samo malom broju ukupnog stanovništva. U razvijenim zemljama situacija je obrnuta. Visoka je potražnja za osobnim automobilima te raste udio avionskog prometa i brzih transportnih sredstava.

Često se potražnja za energijom u transportu može opisati pomoću "pristupa dva koraka"⁹⁸. Prvi u kojem se definiraju potrebe za transportom i njegovom strukturom i drugi u kojem se zatim rade projekcije energetske potražnje s obzirom na cijene energije, poboljšanu energetske efikasnost, rast broja automobila i drugo. Potražnja za transportom u budućnosti definira se na osnovi trendova te se analiziraju različiti scenariji rasta potražnje u prometu uzevši u obzir i nova tehnološka dostignuća u proizvodnji prijevoznih sredstava. Važno je analizirati postojeću strukturu prometa kao i aplicirati moguće promjene ako dođe do porasta željezničkog transporta roba, a smanji se potražnja za kamionskim transportom i slične kombinacije gdje postoji supstitivnost pojedinih modula transporta. U strukturi prometne potražnje za energentima dominirajuća varijabla je nafta/naftni derivati koji se koriste ili se mogu koristiti u svim vidovima transporta od osobnih automobila, kamiona i aviona do brodova. Tipovi i moduli u transportnom sektoru prikazani su u Tablici 2.14.

Drugi, daleko manje važan, oblik energije u prometu je električna energija koja se koristi u javnom gradskom prometu i željezničkom prometu te prometu osobnih automobila u gradskom prometu.

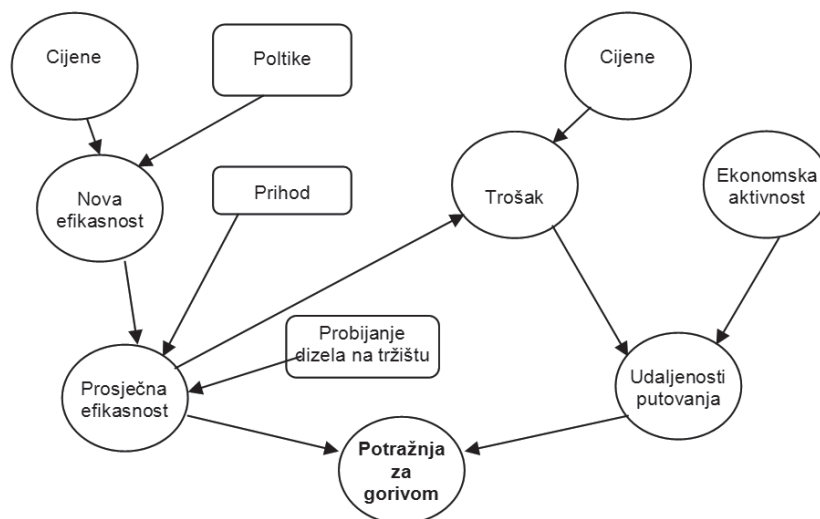
⁹⁷ Primjer stanovnika južne Azije.

⁹⁸ Wohlgemuth, N., (1997)

Tablica 2.14. Tipovi i moduli u transportnom sektoru⁹⁹

Putnički transport	Gradski	Automobili Javni transport
	Međugradski	Automobili Vlakovi Autobusi Zrakoplovi
Teretni transport	Lokalni	Kamioni
	Međugradski i međudržavni	Kamioni Vlakovi Brodovi Cijevni transport
Kontinentalni transport		Zrakoplovi
		Brodovi

Na Slici 2.6. prikazana je interakcija i međusveza pojedinih čimbenika koji utječu na potražnju za energijom u prometu.

Slika 2.6. Struktura transportnog IEA¹⁰⁰ modela

Izvor: Wohlgemuth, N., (1997)

⁹⁹ Technical reports series No. 241, *Expansion planning for electrical generating system, A Guidebook*, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1984, p. 421

¹⁰⁰ International Energy Agency – Međunarodna energetska agencija

Dvije najvažnije varijable potražnje za prometom svakako su:

- duljina putovanja ljudi/transporta roba, i
- prosječna efikasnost potrošnje energije u transportnim sredstvima,
- dok na njih utječe niz drugih faktora, kao što je i prikazano na gornjoj slici.

2.3.3.5. Tehnološki napredak i dugoročna potražnja za energijom

Tehnološki napredak predstavlja važan čimbenik u modeliranju dugoročne krivulje potražnje za energijom, ali i ponude energije pojedine zemlje, te na taj način utječe na ukupnu svjetsku potražnju i ponudu za energijom. Tehnološki napredak i inovacije u gospodarskom razvoju imaju različite implikacije na potražnju za energijom kroz nove tehnologije za proizvodnju energije, nove tehnologije kod potrošača koje štede energiju, odnosno imaju isti učinak uz manje utrošene energije, nove tehnologije u proizvodnim procesima koje smanjuju količinu potrebnih inputa te na taj način direktno utječu na potražnju za energijom i nove tehnologije kod potrošača koje mijenjaju potrošačeve navike te indirektno utječu na potražnju energije u proizvodnji.

Mnogi energetsko-ekonomski modeli stavljaju različit naglasak na procjene tehnoloških promjena, ali svi uzimaju u obzir tehnologiju kao važan dio modeliranja potražnje i ponude energije. Sam tehnološki napredak se u modelima najčešće uzima kao egzogeno dana varijabla, temeljena na objektivnoj, ali i subjektivnoj percepciji budućih događanja u tehnološkom sektoru. Dosadašnji empirijski modeli pokazali su da je tehnološki napredak vrlo teško modelirati kao endogenu varijablu u energetskim modelima.

2.3.4. Funkcija ponude za energijom

Varijable koje utječu na ponudu energije su cijena energije, dostupnost energije, energetske preferencije između tradicionalnih energenata te tradicionalnih i modernih energenata, mogućnost supstitucije jednog energenata drugim, komplementarnost jednog energenta s drugim i lokacija, ako se radi o ruralnim područjima tada se preferira jedan oblik energenta, a ako se radi o urbanim područjima drugi tip energenta.

Funkcija ponude za energijom formulira se u skladu s funkcijom energetske potražnje. Kao što je u prethodnim poglavljima rečeno, ponuda i potražnja su dio energetskog planiranja. Nakon što se dugoročno definira agregatna funkcija potražnje za energijom na nacionalnoj razini, pristupa se definiranju funkcije agregatne ponude energije. Za ponudu energije mogu se brinuti energetske subjekti koji su pretežno u privatnom vlasništvu ili vlada i njena ministarstva ako je energetski sektor u većinskom državnom vlasništvu. U većini zemalja prevladava mješovito državno i privatno vlasništvo nad energetskim sektorom, pa se na taj način u energetsko planiranje uključuju svi. Tri glavna cilja kod energetskog planiranja, odnosno definiranja ponude energije, a u skladu s očekivanom energetskom potražnjom su:

Priprema investicijskih programa koji će zatvoriti financijsku konstrukciju izgradnje energetskih postrojenja kao što su termo ili hidro elektrane, pri-

jenosna i distribucijska mreža kod ponude električne energije, plinovodi, naftovodi, rafinerije i drugi objekti. Priprema investicijskih programa predstavlja najvažniji čimbenik energetske planiranja. Problem zbog nedostataka investicijskih sredstava najčešće se javlja u onim državama u kojima vlada ima u svom vlasništvu velik udio energetske planiranja. U tom je slučaju vlada ta koja mora donijeti energetske planove i osigurati investicijska sredstva. Tu se uvijek javlja dilema koliko, gdje i kada investirati. Kada je u pitanju privatni energetski sektor, u njemu je daleko manje dilema i problema u osiguravanju investicijskih sredstava.

Razvoj adekvatne državne politike koja će imati utjecaja na razvoj cjelokupnog energetske sektora. Ovdje se misli na donošenje kvalitetnog zakonskog okvira koji će definirati poslovanje energetskih subjekata, principa regulacije, energetske cjenovne politike, propisivanje poreznih poticaja kao i ostale mjere koje će utjecati na razvoj energetske sektora.

Davanje signala cijelom gospodarstvu, posebice industriji, ali i ostalim institucijama, u kojem smjeru se planira razvoj energetske sektora i njegovih sustava u budućnosti. Važnost trećeg cilja ogleda se u činjenici da se energetski sektor razvija dugoročno i da ima implikacije na ostale subjekte koji su posredno ili neposredno povezani s njim te bi se i oni trebali prilagoditi dugoročnom razvoju samog energetske sektora.

Ostali ciljevi koje je potrebno uzeti u obzir kod energetske planiranja su:

- Razvijati energetski sustav ponude energije krajnjim potrošačima po najnižim cijenama;
- Osigurati maksimalno pouzdanu i sigurnu opskrbu energijom;
- Razvijati energetski sustav koji će diversificirati energetske opskrbu (različiti izvori energije) i smanjiti ovisnost o samo jednom energentu;
- Maksimalno koristiti vlastite energetske izvore¹⁰¹;
- Maksimalno koristiti obnovljive izvore energije;
- Osigurati dovoljno energije za optimalan gospodarski razvoj;
- Minimizirati ekološka zagađenja prirode.

Sve navedene ciljeve nije lako uskladiti jer su ponekad i kontradiktorni tako da na primjer obnovljivi izvor nije i najjeftiniji izvor energije i slično. Također je važno energetske ciljeve i energetske politiku¹⁰² uklopiti u cjelokupnu nacionalnu gospodarsku politiku.

Planiranje energetske ponude obično se definira u vremenskom rasponu od 20 do 30 godina budući da je za izgradnju nekih energetskih postrojenja kao što su nuklearne elektrane ili velike termoelektrane na ugljen, te na taj način i zadovoljenja energetske potražnje, potrebno i do 10 godina. Također je potrebno različito planirati dugoročnu ponudu energije na godišnjoj, dnevnoj i satnoj razini.

¹⁰¹ Ovdje se primarno misli na elektroenergetski sektor i proizvodnju električne energije.

¹⁰² Često se navedeno naziva i Nacionalna strategija energetske razvoja.

2.3.4.1. Izbor tehnologije za proizvodnju energije

Tehnologija je vrlo važan čimbenik ponude energije. Svaka energetska tehnologija ima svoje vlastite karakteristike i propisan način primjene. Poredbena analiza je vrlo bitna kod definiranja modela ponude energije i izgradnje energetskih kapaciteta.

Tehnologije se mogu podijeliti u tri osnovne vrste: tehnologija fosilnih goriva, tehnologija obnovljivih izvora i na kraju tehnologija elektroenergetskih sustava.

Za tehnologiju je također vrlo bitno odrediti energetske parametre koji definiraju energetske inpute i outpute, zatim termodinamičku efikasnost (sadašnja i buduća poboljšanja), ograničavajuće čimbenike (maksimalne i minimalne proizvodne kapacitete, pouzdanost...) te dostupnost tehnologije na tržištu i njene postojeće rezultate. Zatim su vrlo bitni ekonomski pokazatelji koji definiraju troškove kapitala, operativne troškove bez troškova goriva, jediničnu cijenu proizvedene energije i financijske podatke. Od ostalih pokazatelja potrebno je znati ekološke parametre, potrebna znanja za rad s tehnologijom i moguće barijere za njenu implementaciju.

2.3.4.2. Energetski izvori

Za svaki od izvora potrebno je utvrditi dostupnost, količinu i cijenu. Važno je definirati načine dobave primarnih izvora energije kako vlastitih, tako i uvoznih, odnosno bolje modelirati optimalnu multimodlanu strukturu transporta energije koja će obuhvatiti cjevovode, pomorski/riječni transport, željeznički i cestovni transport. Kod energetskih izvora potrebno je, osim trenutne procjene cijena i količina, uzeti u obzir i dugoročne prognoze dostupnosti primarnog energenta i samu sigurnost opskrbe.¹⁰³

2.3.5. Model ravnoteže na energetskom tržištu

Pojednostavljeno bi se moglo reći da se ravnoteža na energetskom tržištu uspostavlja u presjecištu krivulja potražnje za energijom i ponude energije. Takva situacija je najčešće u slučaju "tradicionalnih" ili "klasičnih" tržišta roba i usluga. U slučaju negativnog viška potražnje cijene padaju do ravnotežne razine, odnosno kada postoji višak potražnje, cijene rastu do ravnotežne razine. Uzimaju se u obzir samo cijena i količina. Graf 2.9. prikazuje konvergenciju cijena i količina za određenu robu dok se ne postigne ravnoteža.

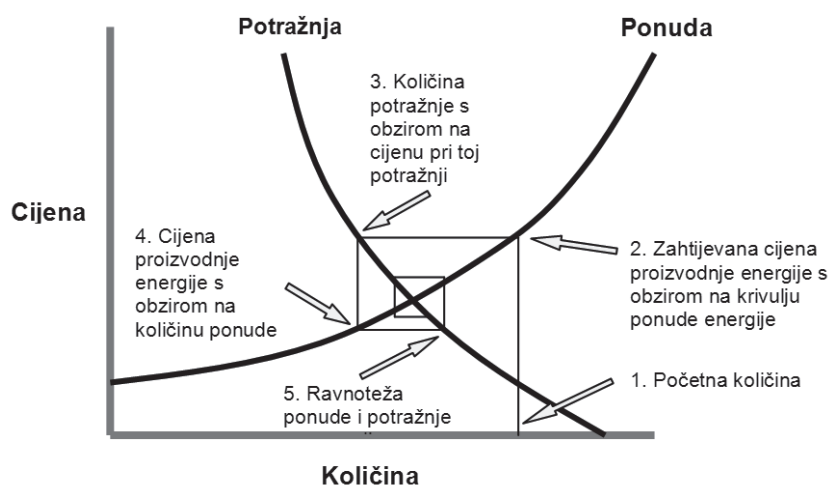
Međutim postoje velike specifičnosti kada se na energiju gleda kao na samo jednu od bezbroj roba i usluga na svjetskom tržištu. Specifičnosti kod ponude i potražnje za energijom se prije svega ogledaju u sljedećem:

- Energija, odnosno neki njeni oblici (električna, toplinska energija) se ne mogu skladištiti;
- Istovremeno mora biti zadovoljen uvjet da je proizvodnja i opskrba energijom jednaka potrošnji energije (električna energija, prirodni

¹⁰³ Sigurnost opskrbe se primarno odnosi na ratom ugrožena ili politički nestabilna područja.

- plin, toplinska energija), u protivnom se energetska sustav "ruši"¹⁰⁴ i potrošači ostaju bez energije;
- Energija se neposredno nakon proizvodnje transportnim sustavima ili prijenosnom i distribucijskom mrežom dostavlja krajnjim potrošačima često na velike udaljenosti;
- Izgradnja energetskih kapaciteta traje minimalno tri godine, a za neka postrojenja i do osam godina;
- Značajne rezerve energetskih kapaciteta su vrlo bitne u ponudi energije;
- Važnost sigurnosti opskrbe i diversifikacija izvora energije veća je od važnosti sigurnosti opskrbe ostalim robama i uslugama;
- Implikacije nestanka energije znatno su veće od nestanka većine drugih roba i usluga na tržištu za funkcioniranje gospodarstva kako nacionalnog, tako i svjetskog;
- Dugoročno planiranje je vrlo bitan element ponude i potražnje za energijom.

Graf 2.9. Proces konvergencije na krivuljama ponude i potražnje za energijom



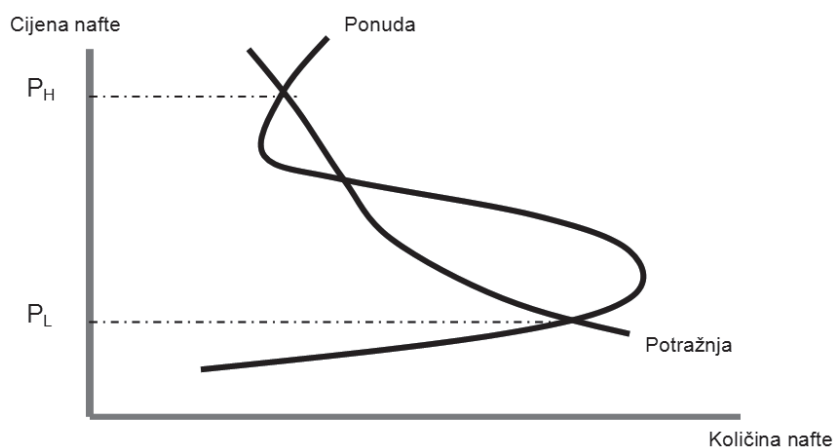
Kod određenih energenata krivulja ponude i potražnje može imati specifičan oblik, kao što je to prikazano na sljedećoj slici gdje postoji višestruka ravnoteža na tržištu nafte i naftnih derivata.

Kao što se vidi, krivulje se sijeku tri puta i svaki put se uspostavlja nova ravnoteža na naftnom tržištu. Uz danu visoku neelastičnost potražnje, krivulja potražnje pokazuje da kako cijena pada, potražnja za naftom raste. Među-

¹⁰⁴Pojam "ruši" koristi se kada dođe do iznenadnog gubitka energije kod krajnjih kupaca.

tim krivulja ponude ima S-oblik. Krivulja se nakon ravnoteže u točki P_L vraća unazad što pokazuje da kako se ponuda smanjuje, cijena na tržištu raste i uspostavlja se nova ravnoteža P_H . Ovo je primjer kod energenata gdje najčešće nije moguća supstitucija drugim energentom, kao što je slučaj kod potražnje za naftom i naftnim derivatima za cestovni, zračni, pomorski i riječni prijevoz i transport. Pojavom novih oblika goriva u budućnosti i mogućnošću supstitucije naftnih derivata drugim energentima krivulja ponude energenata imat će oblik kao na Grafu 2.9. koji prikazuje proces konvergencije na krivuljama ponude i potražnje za energijom.

Graf 2.10. Višestruka ravnoteža na naftnom tržištu

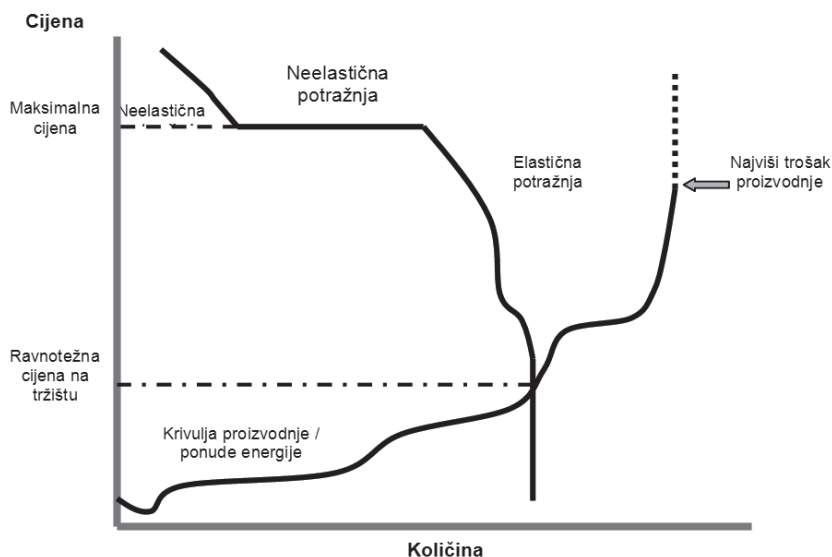


Izvor: Cremer et al., (1997)

Primjer modela ponude i potražnje na tržištu nafte i naftnih derivata pokazuje cjenovnu neelastičnost potražnje.

2.3.5.1. Negativni višak potražnje

Kod dobrog planiranja energetskeg sustava javlja se situacija da su proizvodni kapaciteti energetskeg sektora dovoljni da bi zadovoljili potražnju za energijom na tržištu te da postoje još i određene rezerve sustava koje garantiraju sigurnost i pouzdanost opskrbe energijom. Graf 2.11. prikazuje određivanje cijene energije na energetskeg tržištu kada su proizvodni kapaciteti dovoljni za zadovoljenje energetske potražnje. Cijena je određena sjecištem krivulje ponude energije (krivulja koja pokazuje količinu energije koju je proizvodnja spremna ponuditi na tržištu po određenoj cijeni) i krivulje potražnje za energijom. U ovom slučaju krivulja ponude energije ujedno je i krivulja proizvodnje energije, što je i slučaj kada se energija ne može skladištiti. Krivulja potražnje ima segmente gdje potražnja reagira na promjenu cijene i gdje to nije slučaj.

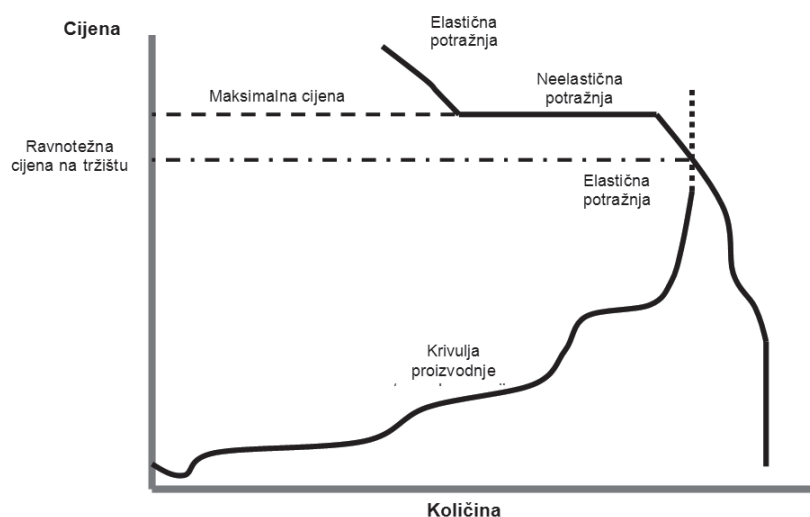
Graf 2.11. Određivanje cijene energije kada je ponuda energije veća od potražnje

Graf 2.11. prikazuje tri moguća ograničenja koja se mogu javiti na tržištu ponude i potražnje za energijom. Prvo ograničenje je konkurencija među proizvođačima energije. Cijena proizvodnje energije je vrlo blizu graničnog troška proizvodnje energije, što najčešće predstavlja sam trošak goriva. Drugo ograničenje je mogućnost potrošača sa fleksibilne krivulje potražnje da smanje potrošnju kao odgovor na visoke cijene energije na spot tržištu. To je na slici predstavljeno padajućom krivuljom potražnje. Treće ograničenje je kod onih potrošača energije koji svojom neelastičnom potražnjom ne mogu reagirati na visoku cijenu energije zbog svoje krivulje potrošnje i načina proizvodnje.

2.3.5.2. Model ravnoteže s viškom potražnje

Kada kod planiranja ponude i potražnje za energijom dođe do krivih procjena, javlja se situacija gdje proizvodnja nije dovoljna da zadovolji sve potrebe za energijom na tržištu. To je najčešće slučaj kod lošeg planiranja energetske potražnje. Slika 2.12. prikazuje određivanje cijene energije na tržištu kada su proizvodni kapaciteti nedovoljni za zadovoljenje energetske potražnje. Cijena je određena sjecištem krivulje ponude energije (krivulja koja pokazuje količinu energije koju je proizvodnja spremna ponuditi na tržištu po određenoj cijeni) i krivulje potražnje za energijom.

Graf 2.12. Određivanje cijene energije kada je potražnja za energijom veća od ponude



Slika 2.12, za razliku od Slike 2.11, pokazuje da je cijena energije određena na znatno višoj razini s obzirom na nedostatak proizvodnih kapaciteta. Može se zaključiti, iako ne mora biti samo jedan od razloga, da je trenutno u svijetu slična situacija jer se pojavila povećana potražnja za naftom i naftnim derivatima dok istovremeno proizvodni kapaciteti ne mogu zadovoljiti tu potražnju. U ovom slučaju cijena energije je daleko viša od granične cijene proizvodnje i nalazi se na granici gdje potrošači ne reaguju na promjenu cijene.

2.4. Utjecaj cjenovnih energetske šokova na makroekonomsku ravnotežu

Važnost energije očituje se u utjecaju cijena energenata na makroekonomsku ravnotežu. Cjenovni energetske šokovi su u proteklim desetljećima imali značajan utjecaj na kretanje makroekonomskih varijabli, prije svega BDP-a i inflacije.

Za analizu makroekonomske ravnoteže koriste se modeli u kojima se analiziraju tijekovi ekspanzije i kontrakcije različitih ekonomskih procesa koji pokazuju glavne fluktuacije u agregatnoj gospodarskoj aktivnosti. Ti tijekovi se nazivaju poslovni ciklusi. Variraju u trajanju i intenzitetu odražavajući promjene u gospodarskom i političkom sustavu i vanjskim poremećajima. U vanjske poremećaje spadaju i svjetski cjenovni energetske šokovi kao što je rast cijena nafte 70-ih godina 20. stoljeća, ali i početkom 21. stoljeća¹⁰⁵ do te

¹⁰⁵ Poznatih još i pod nazivom naftni šokovi.

razine da je došlo do svjetske recesije, odnosno do smanjenja realne svjetske stope rasta BDP-a ispod projicirane stope za dva do tri posto. Hamilton (Hamilton, J., 1983) je u svojim istraživanjima za SAD zaključio da su gotovo sve (9 od 10) poslijeratnih recesija slijedile nakon rasta cijena nafte pri čemu nije dokazao da su druge ekonomske varijable utjecale na recesiju.

Rast cijena nafte utječe na gospodarsku aktivnost kroz utjecaj na ponudu i potražnju (prva runda efekata) i inflaciju preko zahtijeva za povećanjem plaća (druga runda efekata).

Što su veća povećanja cijena energenta i što je održivost cijena na toj razini vremenski dulja, veće su i makroekonomske implikacije na gospodarsku aktivnost.

Rast cijena nafte prvo rezultira preraspodjelom realnog dohotka od zemalja uvoznica prema zemljama izvoznicima nafte, a potom vodi do inflacije i povećanja troškova proizvodnje. Potražnja opada, investicije u zemljama uvoznicama se smanjuju. Prihodi od prikupljenih poreza padaju, proračunski deficit se povećava, kao i razina kamatnih stopa. Kao jedan od učinaka javlja se i efekt ekonomske nesigurnosti (Hamilton, J., 2000). Kućanstvima i poduzećima teško je pretpostaviti radi li se o porastu cijena koji će se zadržati samo privremeno ili dulje vrijeme, te na temelju toga procijeniti troškove u kratkom ili dugom roku. Smanjeno povjerenje može dovesti do daljnjeg smanjenja agregatne potražnje (na primjer kroz odgodu poslovnih investicija).

Veličina utjecaja povećanja cijena nafte na gospodarstvo ovisi o udjelu troškova energenata u BDP-u, stupnju ovisnosti zemlje o uvoznim energentima, sposobnosti smanjenja ili odustajanja od potrošnje određenih energenata.

Zbog protivljenja radnika smanjenju realnih plaća, povećanje cijena energenta dovodi do zahtijeva za rastom nominalnih plaća. U kratkom roku pritisak na plaće zajedno sa smanjenom potražnjom vodi većoj nezaposlenosti. Ovi učinci su veći kad je povećanje cijena neočekivano i jače. Kada se dogodi povećanje cijena energenata nakon dužeg razdoblja cjenovne stabilnosti, tada ono ima veći učinak nego kad bi povećanje uslijedilo nakon prethodnog smanjenja. Povećanje cijena energenata mijenja stanje vanjskotrgovinske bilance zemalja i utječe na promjenu tečaja.

Efekti povećanja cijena energenata s vremenom postaju manje intenzivni, tj. korelacija između cijena energenata i rasta BDP-a slabi. Razlozi leže u tehnološkim inovacijama, razvoju alternativnih izvora energije, sektorske i strukturalne promjene tržišta energenata. Karakteristika tih efekata je asimetričnost. Taj se fenomen može pripisati troškovima prilagođavanja koji su povezani sa sektorskom realokacijom. U skladu s tzv. hipotezom disperzije, povećanje cijena energenata vodi realokaciji resursa od energetski intenzivnih prema energetski štednim sektorima. Rigidnost nominalnih nadnica također utječe na asimetričnost tih efekata. Kada cijene energenata rastu, zaposlenici će nastojati kompenzirati gubitak kupovne moći pregovaranjima o plaći. No povećanje realne kupovne snage uzrokovane nižim cijenama energenata ne dovodi do smanjenja nominalnih plaća zbog postojanja dugoročnih ugovora o radu ali i dugoročnih ugovora o isporukama dobara i usluga.¹⁰⁶ Povećanje ci-

¹⁰⁶ U literaturi se spominje i kao posljedica "ljepljivih" nadnica ("sticky" wages).

jena energenata izaziva smanjenje potražnje, dok smanjenje cijena energenata ne izaziva povećanje potražnje (IEA, 2004).

Povećanje cijena nafte dovodi do povećanja opće razine cijena i za danu nominalnu ponudu novca smanjuje se realna ponuda novca. U kratkom roku dolazi do porasta kamatne stope. Kada potrošači procijene da je cjenovni šok nafte privremen (kratkoročni efekti su veći od dugoročnih), potrošači odgovaraju smanjivanjem potrošnje, a to opet dovodi do povećanja kamatne stope. Monetarne vlasti¹⁰⁷ mogu izbjeći ovakvo povećanje kamatne stope povećanjem ponude novca. No to nije realno očekivati kada je šok rasta cijena nafte privremen. Ponašanje monetarne vlasti je najvažnije glede efekta na makroekonomsku ravnotežu. Monetarne vlasti moraju sagledati sve moguće probleme u primjeni monetarne politike kada dođe do rasta cijena nafte. Prvi je brzina monetarnih promjena (rast ponude novca) kao reakcija na rast cijena nafte, drugi je postojanje određenog stupnja novčane iluzije¹⁰⁸ i treći je tržišna nesavršenost.

Utjecaj energetske šokove i reakcije monetarne vlasti na makroekonomsku ravnotežu prikazan je u sljedećim poglavljima pomoću DAD-SAS modela.

2.4.1. Kanali distribucije porasta cijena nafte

Brown i Yucel (Brown, S. P. A., Yucel, M. K., 2001) ukazuju da postoji pet različitih kanala kroz koje djeluje inverzan odnos između kretanja cijena nafte i ukupne gospodarske aktivnosti. Prvi kanal je ujedno i glavni kanal djelovanja inverznog odnosa između kretanja cijena nafte i gospodarske aktivnosti. Temelji se na efektu ponude pri čemu rast cijena nafte, pored rasta troškova proizvodnje, utječe na manju raspoloživost faktora proizvodnje. Osim toga porast relativne cijene energenata dovodi do zahtijeva za rastom marži. Drugi kanal odnosi se na transfer dohotka od potrošača nafte prema proizvođačima nafte. Potražnja opada jer je sklonost potrošnji onih kojima se dohodak smanjuje (potrošači energije) veća nego onima kojima se dohodak povećava (proizvođači nafte). To će utjecati na pad potražnje. Treći kanal odnosi se na promjenu razine cijena i inflacije. Veličina tog utjecaja ovisi o intenzitetu monetarnog popuštanja o tome u kojoj mjeri potrošači žele poništiti opadanje njihovog realnog dohotka kroz rast nominalnih plaća. U takvom slučaju će proizvođači zahtijevati veće profitne marže, a takav proces može dovesti do stvaranja poznate spirale plaće-cijene. Četvrti kanal ogleda se preko utjecaja na financijska tržišta. Stvarne i očekivane anticipirane promjene gospodarske aktivnosti, inflacije i monetarne politike utječu na cijenu obveznica i devizni tečaj. Peti kanal očituje se kroz poticaje proizvođača nafte na povećanje proizvodnje i investicija (zbog promjene relativnih cijena) i kroz poticaje potrošačima nafte za efikasnijom potrošnjom.

¹⁰⁷ Centralna banka

¹⁰⁸ Nesposobnost razlikovanja monetarnih i realnih veličina. Npr. ako se ljudi osjećaju bogatiji (i zato povećavaju svoju potrošnju) kad im novčana primanja porastu u istom iznosu kao i cijene.

2.4.2. DAD-SAS model

Teorijska analiza prethodno opisanih procesa odvija se kroz makroekonomske modele za analizu poslovnih ciklusa. Model agregatne potražnje (AD) i agregatne ponude (AS), AD-AS model, važan je makroekonomski alat analize poslovnih ciklusa. To je model koji prikazuje AD i AS relacije na grafu s dvije varijable: razinom cijena (P) na ordinati i razinom agregatnog dohotka (Y) na apscisi. Model predstavlja samo linearne aproksimacije AS i AD krivulja oko trenutne razine cijena. Nedostatak modela je da je statičan i da u svoju analizu ne uključuje dinamiku, a zbog toga je i manje točan i precizan u analizama naftnih šokova.

Model koji u poslovne cikluse uvodi dinamiku i bolje objašnjava fluktaciju dohotka oko njegove potencijalne razine kroz vrijeme je dinamički model, tzv. DAD-SAS model (Gärtner, M., 2003). Kada se gospodarstvo nalazi u točki ravnoteže, DAD krivuljom (engl. dynamic aggregate demand) prikazuje se agregatna potražnja za dobrima determinirana istovremenom ravnotežom na tržištu dobara, tržištu novca i deviznom tržištu.

SAS krivulja (engl. surprise aggregate supply) opisuje tržište faktora i definira agregatni dohodak koji su poduzeća voljna proizvesti uz različite stope inflacije. SAS krivulja ujedno predstavlja i dugoročni proizvodni potencijal gospodarstva, a koji je predstavljen tzv. EAS krivuljom (engl. equilibrium aggregate supply). Tada više ne dolazi do promjene realne nadnice, a zaposlenost je na maksimumu svog potencijala određenog strukturom tržišta rada. U tom slučaju su usklađena očekivanja zaposlenih, preko očekivanja sindikata, i poslodavaca. Dugoročna DAD krivulja, predstavljena EAD krivuljom (engl. equilibrium aggregate demand), ovisna je o tečajnom režimu za kojeg se pojedino gospodarstvo opredijelilo. U situaciji fiksnih deviznih tečajeva EAD krivulja pozicionirana je u skladu s takvom stopom inflacije koja je jednaka inflaciji zemlje uz koju se valuta vezuje dok je u slučaju tržišnog određivanja tečaja EAD krivulja na razini inflacije koja je vezana uz stopu rasta nominalne ponude novca. Unutar DAD-SAS modela kratkoročni odmaci od dugoročne točke ravnoteže, koja je određena sjecištem EAD i EAS krivulja, posljedica su kretanja poslovnih ciklusa. Do odmaka dolazi zbog odstupanja trenutne razine agregatnog dohotka od potencijalne razine. Istovremeno stopa inflacije odstupa od očekivane vrijednosti stope inflacije. Efekti takvih odmaka kao i vremensko trajanje prilagodbe ovise o pretpostavkama (Lim, S., 2001) formiranja očekivanja, fleksibilnosti nadnica i plaća, asimetriji¹⁰⁹ i institucijama. Brzina prilagodbe nadalje utječe na političke odluke vezane uz prikladnost ekonomskih politika usmjerenih na upravljanje agregatnom potražnjom kako bi se postigao željeni efekt na stopu ekonomskog rasta budući da u ovisnosti od varijacija u istoj, učinci kratkog i dugog roka dobivaju veće ili manje pondere. Tako su na primjer, prema pristupu neoklasične ekonomske teorije, kamatna stopa i cijene fleksibilni dok su nominalne nadnice dane u kratkom roku. To uzrokuje privremen porast nezaposlenosti u odnosu na

¹⁰⁹ Porast cijena nafte utječe više na pad gospodarske aktivnosti nego smanjenje cijene nafte na rast gospodarske aktivnosti.

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

nezaposlenost definiranu i ograničenu dugoročnim mogućnostima gospodarstva, tzv. NAIRU stopu nezaposlenosti (engl. Non-Accelerating Inflation Rate of Unemployment). Gospodarstvo se nakon određenog vremena, ovisno o načinu na koji su formirana očekivanja, ponovno vraća u ravnotežu, odnosno agregatni dohodak dostiže svoj dugoročni proizvodni potencijal. DAD-SAS model je dinamiziran neovisno od vanjskih šokova budući da se DAD krivulja pomiče tijekom vremena uslijed promjena agregatnog dohotka koje proizlaze iz razine agregatnog dohotka prethodnih razdoblja, dok se SAS krivulja pomiče kroz vrijeme uslijed prilagodbe inflatornih očekivanja.

3. MEĐUOVISNOST ENERGETSKE POTROŠNJE I KRETANJA BDP-a

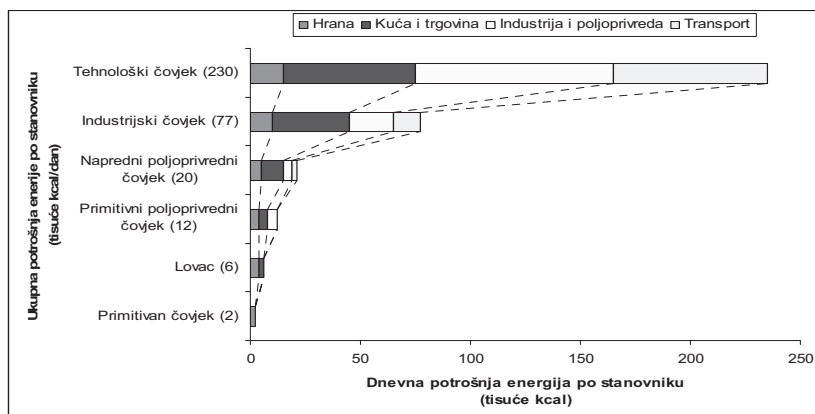
3.1. Energetska potražnja i ekonomska aktivnost

Energija kao jedan od proizvodnih faktora služi kao input za proizvodnju drugih proizvoda i usluga. Zbog te je činjenice međuovisnost energetskog sektora kao važnog dijela infrastrukturnih djelatnosti i drugih sektora u gospodarstvu vrlo velika.

3.1.1. Veza potrošnje energije i razvoja civilizacije

Cjelokupni razvoj pojedinog društva nije moguć bez korištenja i potrošnje različitih vidova energije. Ona je kroz povijest omogućila velike transformacije društava iz agrarnih gospodarstava, preko industrijske revolucije do informatičke ere. Na Grafu 3.1. prikazana je potrošnja energije po čovjeku tijekom razvoja civilizacije.

Graf 3.1. Faze razvoja civilizacije i potrošnja energije



Izvor: Cook, E., (1976)

Pregled dnevne potrošnje energije po čovjeku Cook (1976) je prikazan kroz šest faza razvoja ljudske povijesti:

1. Primitivan čovjek (istočna Afrika prije otprilike milijun godina), koji još nije poznao vatru, a jedinu energiju koju je trebao bila je energija hrane koju je jeo, trošio je oko 2000 kcal dnevno;
2. Lovac (Europa prije otprilike 100.000 godina), koji je imao više hrane i koji je koristio drvo za grijanje i kuhanje, trošio je oko 6000 kcal za svoje dnevne potrebe;
3. Primitivan poljoprivrednik (prije otprilike 7000 godina), koji je uzgajao žitarice i koristio energiju životinja, trošio je 12.000 kcal dnevno;
4. Primitivan poljoprivrednik (prije otprilike 3400 godina u sjevernim dijelovima Europe), koji je koristio drvo, ali i ugljen za grijanje, te energiju vode i vjetra, upotrebljavao životinje za transport, za svoje je dnevne potrebe koristio 20.000 kcal;
5. Industrijski čovjek (u Engleskoj 1875. godine) imao je parne strojeve, a trošio je 77.000 kcal dnevno;
6. Tehnološki čovjek, koristeći sva tehnološka dostignuća današnjice (u SAD-u 1970. godine), konzumirao je 230 tisuća kcal dnevno.

Dnevna potrošnja energije po čovjeku se u promatranom razdoblju povećala 115 puta, a u manje od zadnjih 100 godina za oko tri puta. Rast potrošnje energije svakako je bio rezultat razvoja ljudske civilizacije i sve veće ekonomske aktivnosti.

Danas čovjek u razvijenoj zemlji (u SAD-u) troši neznano više, svega dva posto, u odnosu na 1970. godinu (prema podacima OECD-a). Tako malom porastu doprinijelo je povećanje energetske učinkovitosti. Struktura potrošnje se mijenja. Smanjuje se udio potrošnje u industriji i poljoprivredi, a povećava u prometu i uslugama.

3.1.2. Osnovne varijable energetske potražnje

Potražnja za energijom rezultat je djelovanja više različitih varijabli koje na energetska potražnja djeluju direktno ili indirektno.

Varijable koje utječu na ukupnu potražnju za energijom u kratkom roku su cijena energije definirana na energetskom tržištu¹ i BDP po stanovniku koji je definiran temeljem BDP-a koji pokazuje koliko treba energije da bi se zadovoljile potrebe rastuće ekonomske aktivnosti gospodarstva i stanovništva te je indikator povećane potražnje za energijom s obzirom na rastući broj stanovnika,

Varijable koje utječu na ukupnu potražnju za energijom u dugom roku su energetska efikasnost, koja pokazuje koliko je manja stopa potražnje za energijom zbog efikasnije tehnologije, politika zaštite okoliša, porezna politika, politika potpora i subvencija i ostalo.

Cijene energije svakako su jedna od najvažnijih determinanti potražnje za energijom. U kratkom roku mogu znatno utjecati na potražnju. Ovdje je bitno o kojem obliku energije se radi i postoji li njegov energetski supstitut. Osjet-

¹ Bilo ponudom i potražnjom ili špekulacijama na financijskim tržištima koja su danas sve značajnija.

ljivost na promjenu cijene je veća u kratkom roku, a manja u srednjem kada je jedan energent moguće supstituirati drugim što ukazuje na elastičnost potražnje. To je najčešće slučaj kod loživog ulja i prirodnoga plina. Međutim u slučaju električne energije i nepostojanja adekvatnog supstituta dolazi do neelastičnosti potražnje.

Veza između potražnje za energijom i stope rasta BDP-a ovisi od regije do regije, odnosno od zemlje do zemlje. Veza primarno determinira razina gospodarskog razvoja. U razvijenim industrijskim zemljama veza između potražnje za energijom i stope rasta BDP-a je jača, ali s tendencijom slabljenja u zadnjih 20 godina. Stopa rasta BDP-a je viša od stope rasta potražnje za energijom zbog energetske efikasnosti i smanjenja energetske intenzivnosti.² U zemljama u razvoju veza potražnje za energijom i stope rasta u prošlosti je bila manje korelirana. Stopa potražnje za energijom ima tendenciju dostizanja stope ekonomske ekspanzije i pojačavanja veze između energetske potražnje i ekonomske aktivnosti. Razlog navedenom leži u činjenici da veza energije i BDP-a može biti neizravna i izravna. Neizravna veza se javlja kod ekonomske aktivnosti gdje energija ima obilježje inputa, odnosno intermedijarnog dobra koje preko rasta različitih industrija utječe na rast, ali i izravno kao sektor. Energija je i finalni proizvod, output, kada se isporučuje kućanstvu i ulazi u strukturu osobne potrošnje C. Tada kao dio agregatne potražnje utječe na kretanje BDP-a. Kod razvijenih zemalja slabe neizravne veze, a jačaju izravne dok kod zemalja u razvoju jačaju neizravne veze, a potrošnja energije u kućanstvima još ne raste po visokim stopama. Razina gospodarske razvijenosti i standard življenja pojedinaca u određenoj zemlji ima snažan utjecaj na vezu između gospodarskog rasta i potražnje za energijom. Razvijene zemlje imaju relativno visoku potrošnju energije po stanovniku koja je konstantna ili se mijenja vrlo malo. Stope promjene, rasta, su vrlo male i rezultat su povećanja zaposlenosti u gospodarstvu ili rasta broja stanovništva. U zemljama s višim BDP-om po stanovniku sve je šira upotreba novih tehnologija, bilo u kućanstvima ili u transportu. Mijenjanje zastarjele tehnologije novom i modernijom utječe na povećanje energetske efikasnosti s jedne strane, ali i slabljenje veze između potražnje za energijom i ekonomske aktivnosti. Stope rasta BDP-a su više od stopa rasta potražnje za energijom. U zemljama u razvoju dohodak po stanovniku niži je od dohotka razvijenih zemalja. Višim stopama ekonomskog rasta i povećanjem ekonomske aktivnosti gospodarstva dolazi do veće potražnje za energijom. Zemlje u razvoju imaju višu ili jednaku stopu potražnje za energijom i gospodarskog rasta.

Između zemalja se javlja znatna razlika potražnje za energijom s obzirom na politiku koju provodi vlada te zemlje.

Energetska efikasnost je vrlo značajna za potrošnju energije u srednjem i dugom roku. Njome se pokazuje koliko je manja stopa potražnje za energijom zbog napretka tehnologije. Njena važnost se očituje u energetske intenzivnosti gdje se pokazuje koliko je potrebno manje energije zbog primjene nove tehnologije za proizvodnju iste ili više količine BDP-a. Energetska efikasnost se javlja nakon naftnih šokova 70-tih godina, i to ponajprije u razvi-

² Smanjenje količine potrebne energije za proizvodnju 1000 jedinica BDP-a.

jenim zemljama OECD-a, a nakon 30 godina počinje se značajnije primjenjivati i u zemljama u razvoju. Tako je primjerice Danska, koja je značajno utjecala na smanjenje jedinične potrošnje energije, svoj BDP u razdoblju od 35 godina udvostručila, a potrošnja energije je ostala na istoj razini, sve zahvaljujući energetske efikasnosti. Efikasnost se provodi u svim sektorima gospodarstva, od industrije, usluga i prometa do gradnje zgrada i kuća.

Politika zaštite okoliša javlja se krajem 70-tih godina 20. stoljeća Konvencijom o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka i Prvom svjetskom konferencijom o klimi. Problem se javio jer se gospodarski subjekti koriste javnim dobrom, a ne plaćaju ga i ne vide razloge zbog kojih i dalje ne bi stvarali negativne eksternalije s obzirom da zbog toga nemaju financijskih posljedica. Analize ukazuju na značajan doprinos emisije štetnih plinova, prije svega sagorijevanjem energije, na uništavanje ozona, povećanje prosječnih temperatura atmosfere, češću pojavu klimatskih ekstrema i ostalih poremećaja u okolišu. Zbog navedenog se, prije svega u zemljama EU-a, u zadnjih 20 godina politikom zaštite okoliša značajnije utječe na smanjivanje utjecaja energetske sektora na globalno zatopljenje. Mjere ove politike su dugoročne i daju rezultate u razdoblju od 30 do 50 godina. Ovdje se javlja problem oprečnih stavova razvijenih zemalja i zemalja u razvoju koje predvodi Kina. Zemlje u razvoju smatraju da su za sadašnje zagađenje krive razvijene zemlje budući da su svoj razvoj u prošlosti bazirale na tehnologijama koje su zagađivale okoliš. Tu je i SAD koji kao najveći svjetski potrošač energije doprinosi zagađivanju okoliša, a istovremeno ne provodi aktivnu politiku zaštite okoliša. Zemlje EU-a zaštitu okoliša baziraju na institucionalnom okviru koji će usmjeriti gospodarske subjekte na korištenje čistih tehnologija i zbrinjavanje otpada. Posljedica svega je da se kompromisi teško postižu i da još uvijek nema značajnijih pomaka.

Poreznom politikom se također može utjecati na smanjenje potrošnje energije ili barem na manje stope rasta, što se vidi iz razlika u poreznim politikama EU-a i SAD-a. SAD u cijeni naftnih derivata ima uračunat samo porez na promet dok zemlje EU-a imaju i dodatne namete kao što su trošarine. Cijene su dvostruko više u zemljama EU-a nego u SAD-u. Poreznom politikom utječe se na racionalnije korištenje energije.

Politika potpora i subvencija se najčešće primjenjuje kod obnovljivih izvora energije kao što je energija vjetra ili Sunca. Korištenje tih oblika energije potiče se da bi se smanjila ovisnost o nafti i plinu te na taj način ujedno smanjilo i zagađenje. Zemlje EU-a su među vodećima u svijetu po promoviranju i poticanju obnovljivih izvora različitim ekonomskim, ali i zakonodavnim poticajima.

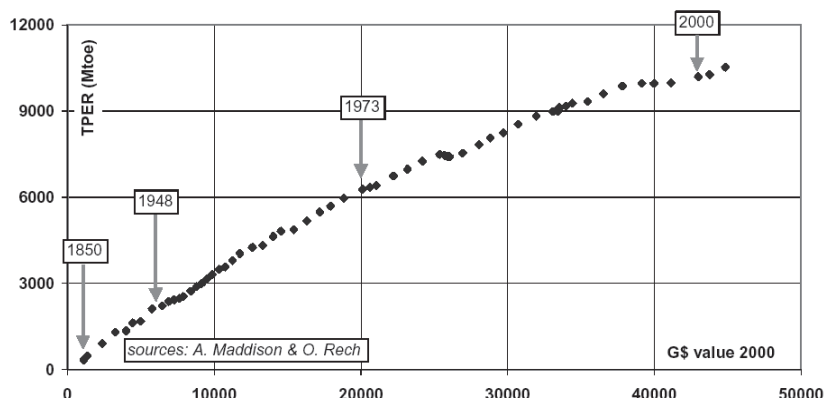
Među ostale varijable koje utječu na ukupnu potražnju za energijom u dugom roku spadaju sve one koje prethodno nisu nabrojene, a koje ipak u znatno manjoj mjeri doprinose potražnji za energijom.

3.1.3. Potražnja za energijom i BDP

Potražnja za energijom i kretanje bruto domaćeg proizvoda usko su povezani. Kraft i Kraft (1978) su među prvima potvrdili da postoji povezanost između

potražnje za energijom i razine gospodarske razvijenosti određene zemlje. Na Grafu 3.2. prikazano je kretanje potrošnje energije i BDP-a za cijeli svijet u razdoblju od 1860. do 2002. godine.

Graf 3.2. Veza potrošnje energije (Mtoe, na ordinati) i BDP (PPP, \$2000, na apscisi) u razdoblju od 150 godina (1860. do 2002) za cijeli svijet



Izvor: Drivers of the Energy Scene, A Report of the World Energy Council, London, 2003. (Maddison, A., *The World Economy: A Millennial Perspective*, OECD, 2001; Rech, O., French Institute of Petroleum)

U razdoblju od 1850. do 1948. godine javlja se problem nekvalitetnih povijesnih podataka za cijeli svijet tako da je na grafu to razdoblje prikazano manjim brojem godina za potrošnju energije i razinu BDP-a. Za razdoblje nakon 1948. pa sve do 2002. godine postoje podaci za svaku godinu. Odnos potražnje za energijom i BDP-a je gotovo linearan s blagim padom, posebice nakon drugog naftnog šoka 1978. godine. Međutim iza ukupne svjetske potražnje za energijom i razine ekonomske aktivnosti kriju se velike razlike između razvijenih industrijskih zemlja i zemalja u razvoju. Tako danas industrijske zemlje imaju najveći udio u potrošnji energije u svijetu. SAD npr. sa svega pet posto svjetskog stanovništva troši oko 25 posto ukupne svjetske energije dok istovremeno Kina, koja ima četiri puta više stanovnika od SAD-a, odnosno 20 posto ukupnog svjetskog stanovništva, troši osam posto ukupno proizvedene svjetske energije. Stopa rasta potražnje za energijom u razvijenim se zemljama smanjuje kao rezultat smanjenih stopa rasta stanovništva i prije svega povećane energetske efikasnosti primjenom novih tehnologija od strane krajnjih korisnika, dok sama potražnja za energijom u apsolutnom iznosu i dalje raste. Za razliku od razvijenih zemalja, zemlje u razvoju u Africi, na Bliskom istoku, u Srednjoj i Južnoj Americi imaju veće stope rasta potražnje za energijom iz dva osnovna razloga. Prvi je znatno veća stopa rasta broja stanovništva danas, ali i u budućnosti, za razliku od razvijenih zemalja kao što je prikazano u Tablici 3.1.

Tablica 3.1. Projicirane stope rasta broja stanovništva svijeta po regijama od 2001. do 2025. godine

Regija	Prosječna godišnja stopa rasta (%)
Sjeverna Amerika	0,9
Zapadna Europa	-0,1
Istočna Europa/bivše zemlje Sovjetskog Saveza	-0,2
Zemlje u razvoju u Aziji	1,1
Bliski istok	2,0
Afrika	2,3
Srednja i Južna Amerika	1,2
Ukupno svijet	1,1

Izvor: United Nations (2001), *World Population Prospects: The 2000 Revision*, Volume 1, Comprehensive Tables, United Nations, New York

Većina razvijenih Zapadnih zemalja i Japan već su suočene s negativnim stopama rasta stanovništva tako da u njima neće porasti potražnja zbog povećanja broja stanovništva. Zemlje u razvoju, posebice one iz Azije, u koje su uključene Kina i Indija, ali i zemlje Bliskog istoka, Afrike, Srednje i Južne Amerike, imat će po projekcijama Ujedinjenih naroda prosječan rast stanovništva preko dva posto godišnje. S obzirom na taj rast, bit će povećana potražnja za energijom da bi se zadovoljile potrebe stanovništva. Posebno će se povećati potražnja za električnom energijom s obzirom na sve veću upotrebu osnovnih pomagala u svakodnevnom životu, električnih aparata kao što su hladnjaci, strojevi za pranje rublja i posuđa, pećnica, sušilica, osobnih računala i drugih aparata u zapadnim zemljama. Drugi razlog povećane potražnje leži u činjenici da će povećanjem BDP-a doći do razvoja prometne infrastrukture, intenzivnije gradnje cesta i željeznica, odnosno do povećane potražnje za transportom roba i ljudi. Zemlje u razvoju imaju manje od 100 automobila na 1000 stanovnika što je jedan od pokazatelja razvijenosti cestovnog prometnog sustava. Za poredbenu analizu u Tablici 3.2. prikazan je broj automobila na 1000 stanovnika za zemlje EU 25, Norvešku, Švicarsku i Hrvatsku za 1990. i 2004. godinu.

Najveći rast broj automobila na 1000 stanovnika imale su zemlje srednje i istočne Europe i slabije razvijene zemlje EU-a, kao što su Portugal i Grčka. Hrvatska je imala rast od oko 50% kada se analizira porast broja automobila 2004. u odnosu na 1990. godinu. Razvijene zemlje EU-a imale su rast između devet posto, Švedska, i 30 posto, Austrija. Kina, kao najmnogoljudnija zemlja svijeta, je 2004. godine³ imala između 30 i 40 motornih vozila na 1000 stanovnika, za razliku od SAD-a koji je istovremeno imao oko 800 motornih vozila na 1000 stanovnika.

³ The University of Michigan Transportation Research Institute procjenjuje da u Kini ima 33 vozila na 1000 stanovnika dok IBM Business Consulting procjenjuje da ima 44 vozila na 1000 stanovnika.

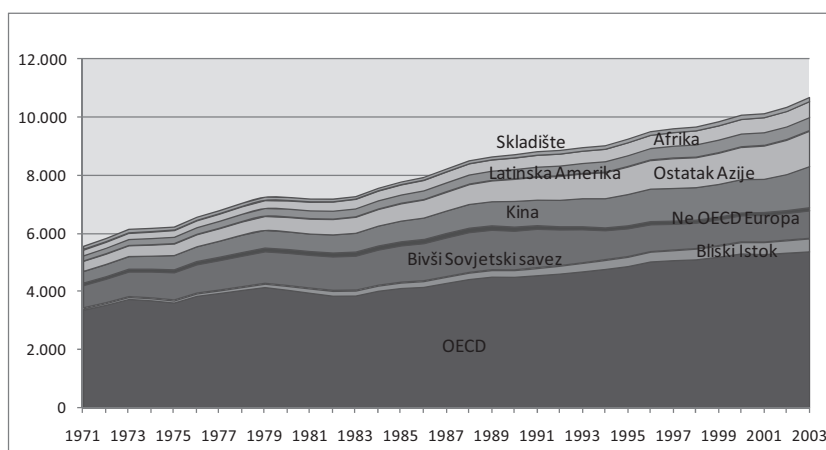
Tablica 3.2. Broj automobila na 1000 stanovnika

Zemlja	Broj automobila na 1000 stanovnika		2004/1990.
	1990.	2004.	%
EU 25	355	472	33%
Belgija	387	467	21%
Češka	234	373	59%
Danska	309	354	15%
Njemačka	445	546	23%
Estonija	154	350	127%
Grčka	170	348	105%
Španjolska	309	454	47%
Francuska	414	491	19%
Irska	226	385	70%
Italija	483	581	20%
Cipar	304	448	47%
Latvija	106	297	180%
Litva	133	384	189%
Luksemburg	477	659	38%
Mađarska	187	280	50%
Malta	298	525	76%
Nizozemska	367	429	17%
Austrija	388	501	29%
Poljska	138	314	128%
Portugal	258	572	122%
Slovenija	289	456	58%
Slovačka	166	222	34%
Finska	388	448	15%
Švedska	419	456	9%
V. Britanija	369	463	25%
Norveška	380	429	13%
Švicarska	442	514	16%
Hrvatska	259	391	51%

Izvor: Eurostat, DZS

Povećana potražnja za prometom utjecat će na povećanje potražnje za naftom i naftnim derivatima što će dodatno povećati pritisak na svjetsku potražnju za naftom. Na Grafu 3.3. prikazana je potrošnja energije u razdoblju od 1971. do 2003. godine po regijama svijeta.

Graf 3.3. Potrošnja energije u svijetu po regijama u Mtoe⁴



Izvor: *OECD Factbook 2006* – ISBN 92-64-03561-3 – © OECD 2006.

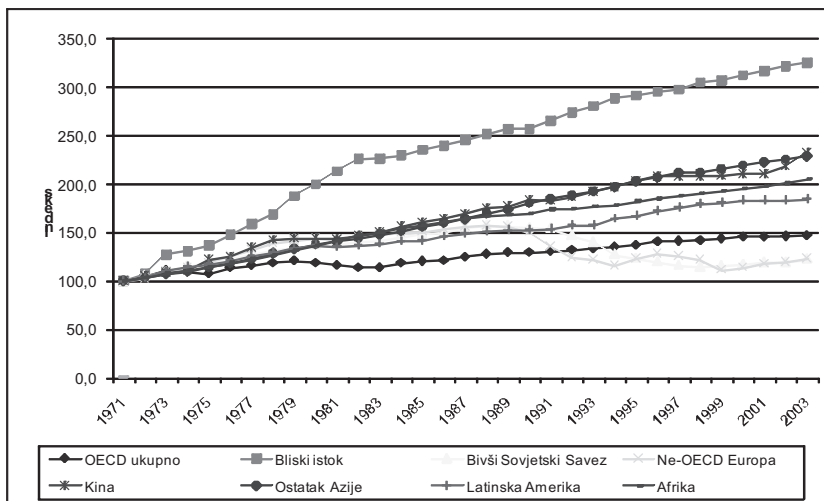
Vidi se da se potrošnja energije u razdoblju od 33 godine povećala preko 90 posto, s 5700 milijuna tona ekvivalentne nafte (Mtoe) na 10.700 milijuna tona ekvivalentne nafte. Najveći udio u potrošnji energije imaju najrazvijenije zemlje, zemlje OECD-a, koje su 1971. imale udjel od gotovo 61 posto, odnosno trošile su oko 3400 Mtoe, a na kraju 2003. godine on se smanjio na oko 50 posto, s potrošnjom od 5400 Mtoe.

Na Grafu 3.4. prikazan je rast potrošnje energije po regijama s obzirom na 1971. godinu koja je predstavljena indeksom 100. Podjela regija napravljena je prema OECD-ovoj metodologiji vođenja energetske statističke podataka za cijeli svijet.

Najveći postotni rast potrošnje energije imale su zemlje Bliskog istoka što ne iznenađuje s obzirom da te zemlje imaju najveće svjetske rezerve nafte i plina, a istovremeno su i njihovi najveći proizvođači. Potrošnja energije je u 30-godišnjem razdoblju porasla gotovo devet puta, s oko 52 Mtoe na oko 446 Mtoe. Nakon njih visoki rast su imale zemlje Azije, uključujući i Kinu. Rast potrošnje kretao se vrlo ujednačeno iz godine u godinu tako da je ukupna potrošnja 2003. porasla oko 3,6 puta u odnosu na 1971. Zemlje OECD-a su povećale potrošnju za oko 60 posto, s oko 3400 Mtoe na 5400 Mtoe.

⁴ Milijunima tona ekvivalente nafte (Million tonnes of oil equivalent)

Graf 3.4. Rast potrošnje energije u svijetu po regijama (1971=100)



Izvor: *OECD Factbook 2006* – ISBN 92-64-03561-3 – © OECD 2006.

Najmanji rast potrošnje energije su imale zemlje Europe koje nisu članice OECD-a i zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza. Potrošnja je porasla samo za 20 posto. Razlog primarno leži u činjenici da su te zemlje bile energetske vrlo intenzivne do 1990. godine te je prelaskom s planskog na tržišno gospodarstvo došlo do značajnijeg smanjenja gospodarske aktivnosti i pada prosječnih stopa rasta BDP-a što je prikazano u Tablici 3.3.

Stope rasta po regijama prikazane su za tri razdoblja. Od 1960. do prvog naftnog šoka 1974. stope rasta BDP-a bile su najviše. Zatim su počele padati da bi u zadnjih 14 godina, od 1988. do 2002, bile najmanje. Negativnu stopu rasta imale su zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza dok su stopu manju od jedan posto imale zemlje u tranziciji. Najviše stope rasta u zadnjem analiziranom razdoblju imale su zemlje u razvoju iz Azije, prije svega Kina s najvišom prosječnom stopom rasta BDP-a od 6,3 posto u 14 godina. Stopa rasta BDP-a u svijetu se prepolovila od 1960. godine i iznosila je prosječno 2,5 posto. Problem je što različite analize imaju različita razdoblja, pa su konzistentne usporedbe nemoguće budući da različite baze daju različite kasnije stope, a različita vremenska razdoblja imaju različite trendove.

S obzirom da je rast BDP-a kroz povećanje gospodarske aktivnosti jedan od glavnih pokretača povećane potrošnje energije, rast BDP-a i rast potrošnje energije analiziraju se zajedno.

Tablica 3.3. Stope rasta BDP-a po regijama u razdoblju od 1960. do 2002. godine

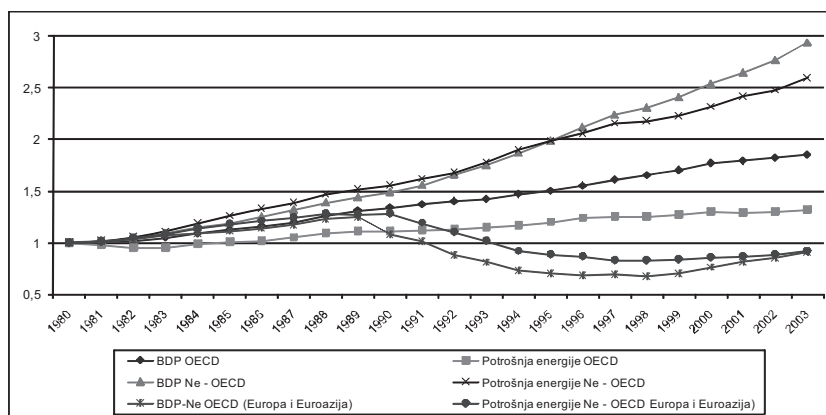
Regija/zemlje	Prosječna stopa rasta BDP-a		
	60-74	74-88	88-02
Kanada i SAD	4.1	3.2	2.7
Zapadna Europa – EU 15	4.6	2.3	2.1
Razvijene zemlje Azije (Japan)	8.0	3.8	1.8
Ukupno razvijene zemlje	4.8	2.9	2.3
Latinska Amerika	6.0	3.0	2.5
Afrika / Bliski istok	6.1	1.7	2.4
Zemlje u razvoju u Aziji	4.7	5.8	5.1
Ukupno zemlje u razvoju	5.6	3.5	3.6
Istočna Europa i zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza	5.4	3.1	-2.5
Kina	3.3	6.0	6.3
Tranzicijske zemlje/zemlje Srednje Europe	5.0	3.7	0.8
Svijet	5.0	3.2	2.5

Izvor: Drivers of the Energy Scene, A Report of the World Energy Council, London, 2003.

Analiza kretanja BDP-a i potrošnje energije u svijetu prikazana je na Grafu 3.5. On prikazuje razliku kretanja stopa BDP-a i potrošnje energije u razvijenim zemljama (OECD) i zemljama u razvoju (ostale zemlje svijeta, izuzev zemalja Europe i Euroazije koje su zasebno prikazane u Grafu 3.4. zbog određenih specifičnosti) te pokazuje gdje je BDP rastao brže od potrošnje energije, odnosno u kojim je zemljama rastao sporije.

Graf 3.5. prikazuje da je rast BDP-a i potrošnje energije rastao donekle ujednačeno do 1990. godine. U tom trenutku se događa prekretnica i dolazi do značajnijih odstupanja. Tako zemlje koje nisu članice OECD-a imaju više stope rasta BDP-a, ali i potrošnje energije. Kod zemalja članica OECD-a stopa rasta BDP-a je znatno viša od stopa rasta potrošnje energije. S druge strane zemlje Europe i Euroazije koje nisu članice OECD-a imale su smanjenje stopa rasta BDP-a i potrošnje energije u razdoblju do 1990. do 1999. Nakon tog razdoblja dolazi do viših stopa rasta BDP-a i potrošnje energije. Zemlje OECD-a, kao najrazvijenije zemlje svijeta, imaju najveću razliku u stopama rasta BDP-a i stopama rasta potrošnje energije što je rezultat smanjenja energetske intenzivnosti i primjene efikasnijih tehnologija s manjom potrošnjom energije uz ostvarivanje jednakog ili još i većeg učinka.

Graf 3.5. Kretanje stopa BDP-a i potrošnje energije (1980=100)



Izvor: OECD Factbook 2006 – ISBN 92-64-03561-3 – © OECD 2006.

3.1.4. Analiza korelacije potražnje za energijom i BDP-a

Analizom veze između potražnje za ukupnom energijom i BDP-a dani su rezultati empirijskih analiza pomoću koeficijenta korelacije za određene zemlje/regije, i to:

- Kina – kao najbrže rastuće gospodarstvo u svijetu koje se 2006. godine pozicioniralo na četvrtom mjestu svjetskih ekonomija;
- Azija bez Kine – ostale zemlje Azije također se brzo razvijaju, prije svega Indija kao zemlja u razvoju;
- Zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza – zemlje koje su imale najviši pad potražnje za energijom kao rezultat pada gospodarske aktivnosti;
- Zemlje Europe koje nisu članice OECD-a – zemlje koje su također prošle kroz tranzicijsko razdoblje i transformaciju gospodarstva.

Analiza je napravljena za razdoblje od 1971. do 2002. godine na temelju podataka Međunarodne agencije za energiju, izuzev nekoliko godina za koje nije bilo dostupnih podataka. Potražnja za energijom definirana je kao ponuda svih oblika energije (Total Primary Energy Supply – TPES) po stanovniku u jednoj godini u milijunima tona ekvivalentne nafte (Milion tons of oil equivalent – Mtoe). BDP po stanovniku za analizirane regije je izražen u američkim dolarima prema vrijednosti iz 1995. godine.

Korelacija potražnje za ukupnom energijom i BDP-om po stanovniku dala je sljedeće rezultate za:

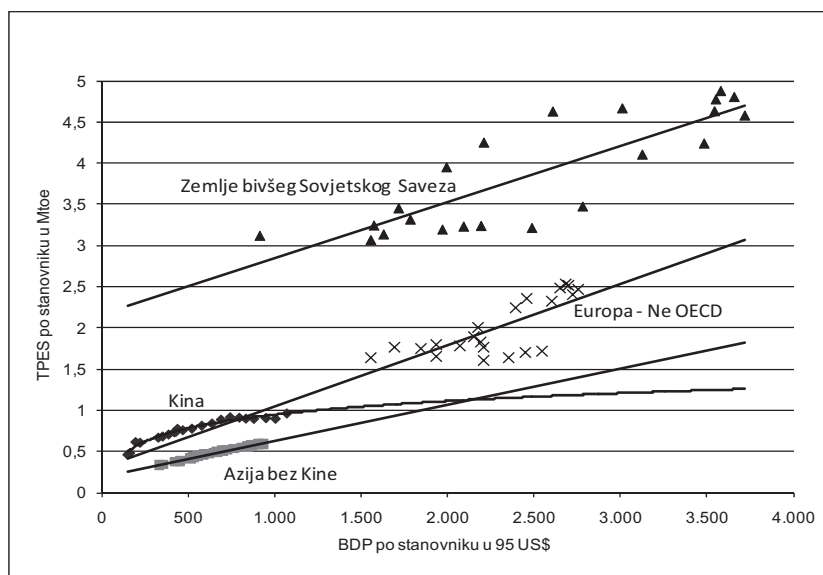
- Zemlje Europe koje nisu članice OECD-a – regresijska jednadžba je $y=0,0007x+0,3007$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,5668$. Veza između analizirane dvije varijable definirana je koeficijentom korelacije, standardiziranom mjerom jakosti statističke veze između pojava, koji ukazuje na slabiju vezu između ukupne potrošnje energije i BDP-a;

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

- Zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza – regresijska jednadžba je $y=0,0007x+2,1593$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,7145$. Koeficijent korelacije ukazuje na jaču vezu između ukupne potrošnje energije i BDP-a, za razliku od zemalja Europe koje nisu članice OECD-a;
- Aziju bez Kine – regresijska jednadžba je $y=0,0004x+0,1962$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,9947$. Veza između navedenih dviju varijabli u zemljama Azije je značajna;
- Kinu – regresijska jednadžba je $y=0,2374\ln(x)-0,6932$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,9672$ – regresijska jednadžba je prikazan pomoću prirodnog logaritma. Kao i kod ostalih zemalja Azije, koeficijent korelacije je visok.

Na Grafu 3.6. dan je prikaz veze između ukupne potrošnje energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku za navedene regije.

Graf 3.6. Korelacija potražnje za ukupnom energijom i BDP-a

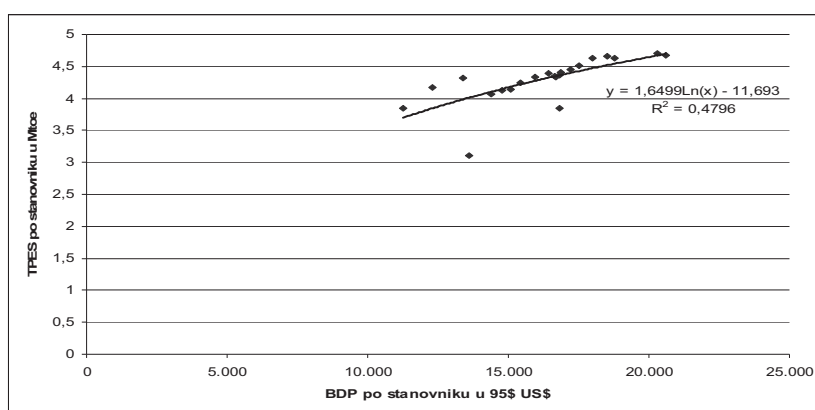


Izvor: Izračun autora na temelju podataka International Energy Agency, *Energy Balances of Non-OECD Countries*, Pariz, izdanja: 2000, 2002, 2004.

Ista analiza povezanosti potražnje za ukupnom energijom i BDP-a napravljena je za razvijene zemlje svijeta, zemlje OECD-a, a rezultati analize su prikazani na Grafu 3.7. Razdoblje analize je također razdoblje od 1971. do 2002. godine na temelju podataka Međunarodne agencije za energiju, izuzev nekoliko godina za koje nije bilo dostupnih podataka. Zemlje OECD-a su prikazane na zasebnom grafu zbog znatno višeg BDP-a po stanovniku u odnosu na zemlje u razvoju te kvalitetnije preglednosti dobivenih rezultata na grafu.

Korelacija potražnje za ukupnom energijom i BDP-om po stanovniku za zemlje OECD-a je dala sljedeće rezultate: regresijska jednadžba je prikazana pomoću prirodnog logaritma i glasi $y=1,6499\ln(x)-11,693$. Koeficijent korelacije R^2 iznosi 0,4796 i pokazuje slabiju vezu između analizirane dvije varijable što ukazuje na brži rast BDP-a po stanovniku od rasta ukupne potrošnje energije po stanovniku.

Graf 3.7. Korelacija potražnje za ukupnom energijom i BDP-a za zemlje OECD-a



Izvor: Izračun autora na temelju podataka International Energy Agency, *Energy Balances of OECD*, Pariz, izdanja: 2000, 2002, 2004.

Potražnja po stanovniku je porasla oko 20 posto dok je BDP po stanovniku u dolarima prema vrijednosti iz 1995. godine porastao za oko 85 posto.

Ukupna potražnja za energijom uključuje potrošnju energije u prometu, kućanstvima, industriji i ostalim sektorima svakog gospodarstva. Potrošnja nafte i naftnih derivata u prometu značajno dominira u ukupnoj potrošnji energije te se stoga u analizama kao veza s BDP-om češće koristi električna energija, koja ima veće implikacije na razinu razvijenosti pojedinog gospodarstva, nego ukupna energija. Kod nerazvijenih zemalja dominiraju klasična goriva. Na Grafu 3.7. smo vidjeli da je koeficijent korelacije ukupne potražnje za energijom i BDP-a po stanovniku manji dok je za neke druge zemlje u razvoju koeficijent korelacije vrlo visok. Zbog toga je provedena druga analiza, a rezultati povezanosti potrošnje električne energije po stanovniku u MWh i BDP-a po stanovniku u američkim dolarima prema vrijednosti iz 1995. godine prikazani su na Grafu 3.8.

Analizirane regije su Kina, Azija bez Kine, zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza i zemlje Europe koje nisu članice OECD-a.

Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku pokazala je sljedeće rezultate za:

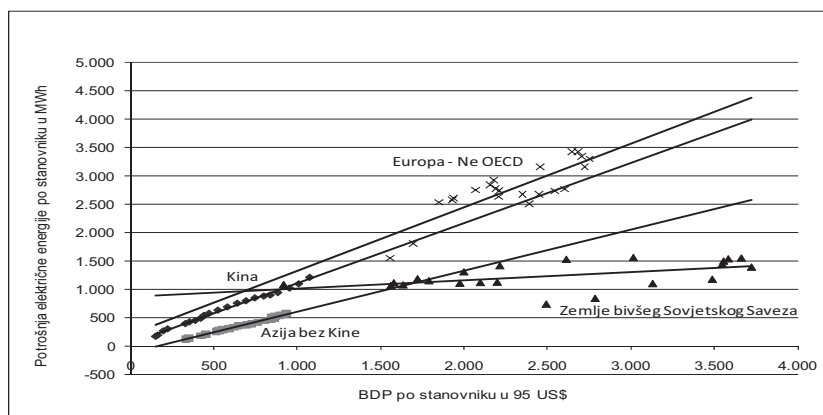
- Zemlje Europe koje nisu članice OECD-a – regresijska jednadžba glasi $y=1,1228x+193,76$, a koeficijent korelacije: $R^2=0,7187$;

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

- Zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza – regresijska jednadžba je $y=0,1423x+866,31$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,2711$. Koeficijent korelacije ukazuje na znatno slabiju vezu između ukupne potrošnje energije i BDP-a, za razliku od zemalja Europe koje nisu članice OECD-a;
- Aziju bez Kine – regresijska jednadžba je $y=0,7249x-128,77$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,9938$. Veza između navedenih dviju varijabli u zemljama Azije je značajna;
- Kinu – regresijska jednadžba je $y=1,061x+37,913$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,9932$. Kao i kod ostalih zemalja Azije koeficijent korelacije je visok.

Na Grafu 3.8. prikazan je dijagram rasipanja s regresijskim pravcem za navedene analize po regijama.

Graf 3.8. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku



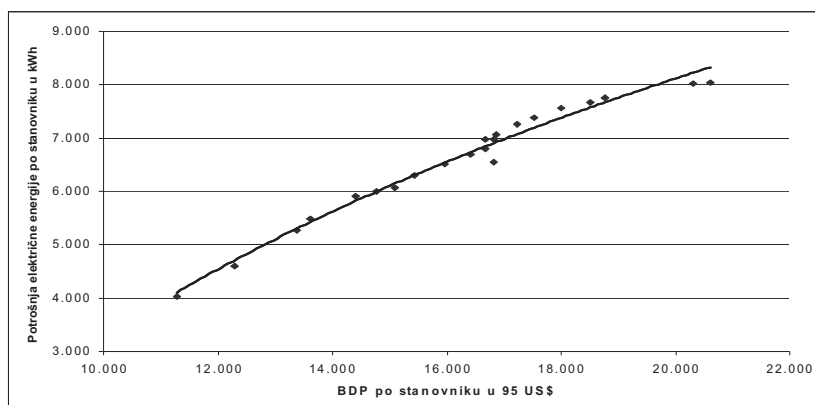
Izvor: Izračun autora na temelju podataka International Energy Agency, *Energy Balances of OECD*, Pariz, izdanja 2000, 2002, 2004.

I dijagram rasipanja ukazuje na slabu vezu kod veze potrošnje električne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku za zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza, jaču vezu za zemlje Europe koje nisu članice OECD-a i najjaču za Aziju bez Kine i samu Kinu.

Također su na Grafu 3.9. prikazani rezultati veze potrošnje električne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku za zemlje OECD-a, iz istoga razloga kao i kod analize ukupne energije. Regresijska jednadžba je prikazana logaritamskom funkcijom (prirodnog logaritma) koja glasi $y=7002,1\ln(x)-61227$, a koeficijent korelacije iznosi $R^2=0,981$ koji ukazuje na jaču vezu potrošnje električne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku za razliku od veze ukupne potrošnje energije i BDP-a po stanovniku.

Na sljedećem grafu je prikazan dijagram rasipanja i regresijski pravac za prethodnu analizu.

Graf 3.9. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku za zemlje OECD-a



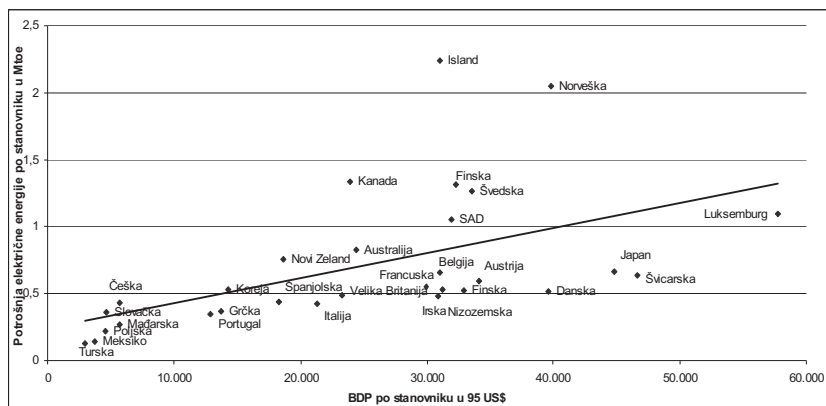
Izvor: Izračun autora na temelju podataka International Energy Agency, *Energy Balances of OECD*, Pariz, izdanja: 2000, 2002, 2004.

S obzirom da su u prethodnim analizama prikazane regije, a ne zemlje, izuzev Kine, u analizama se ne daju detaljniji pregledi po zemljama. Zbog toga je na sljedeća dva grafa pomoću dijagrama raspršenosti prikazana veza između potrošnje električne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku. Na Grafu 3.10. dan je pregled samo po zemljama OECD-a, ukupno 30 zemalja, za 2002. godinu.

Na Grafu 3.10. vidi se da zemlje s višom razinom BDP-a po stanovniku, izraženog u američkim dolarima prema vrijednosti iz 1995. godine, troše više električne energije po stanovniku. Osim razine BDP-a, i klima također ima velik utjecaj na potrošnju električne energije. Tako zemlje koje se nalaze sjevernije, bliže Sjevernom polu, kao što su Kanada, Island, Norveška, Finska i Švedska, troše značajno više energije po stanovniku od zemalja koje imaju sličan BDP po stanovniku. Zemlje OECD-a koje imaju nanižu razinu BDP-a po stanovniku, kao što su Turska i Meksiko, troše i po nekoliko puta manje električne energije po stanovniku za razliku od ostalih zemalja OECD-a.

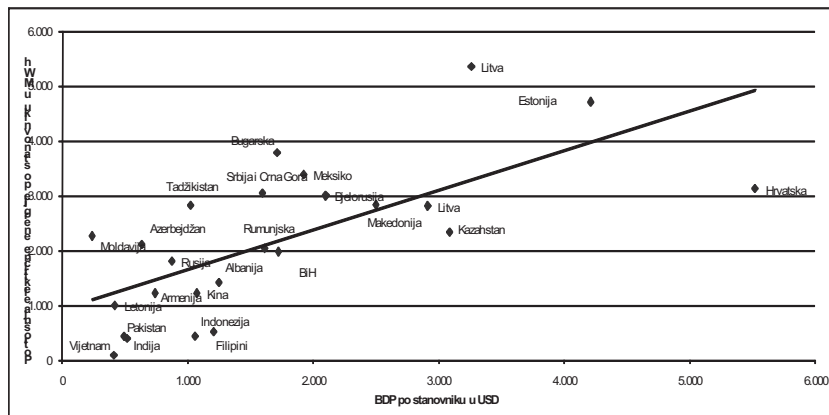
Ista analiza je provedena i za većinu zemalja Azije, Srednje i Istočne Europe i zemlje bivšeg Sovjetskog Saveza, a rezultati su prikazani na Grafu 3.11. Analizirana godina je 2002.

Graf 3.10. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku za zemlje OECD-a za 2002. godinu



Izvor: Izračun autora na temelju podataka International Energy Agency, *Energy Balances of OECD*, Pariz, 2004.

Graf 3.11. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku za neke bivše zemlje Sovjetskog Saveza, zemlje Europe koje nisu članice OECD-a i zemlje Azije za 2002. godinu



Izvor: Izračun autora na temelju podataka International Energy Agency, *Energy Balances of OECD*, Pariz, 2004.

Dijagram raspršenosti pokazuje znatna odstupanja između analiziranih zemalja. Hrvatska ima najvišu razinu BDP-a po stanovniku, oko 5,5 tisuća USD prema vrijednosti dolara iz 1995. godine dok istovremeno potrošnja električne energije po stanovniku iznosi oko 3000 MWh. S obzirom na odnose kod zemalja OECD-a, Hrvatska se nalazi u poziciji slabije razvijenih istočnoeuropskih zemalja, kao što su Poljska, Mađarska, Češka i Slovačka. Kako

se može vidjeti na prethodnom grafu, Litva troši najviše električne energije po stanovniku, preko 5000 MWh. Među zemljama s niskom razinom BDP-a po stanovniku i potrošnjom električne energije nalaze se zemlje Azije, Vijetnam, Indija i Pakistan. S druge strane Moldavija ima niži BDP po stanovniku od Pakistana, ali troši znatno više električne energije koju po niskim cijenama kupuje od Rusije.

Sve provedene empirijske analize, bilo da se radi po ukupnoj potrošnji energije ili potrošnji električne energije, pokazale su veliku povezanost energije i razine ekonomske aktivnosti. Ako je zemlja razvijenija, ukupna potrošnja energije raste, ali pada potrošnja energije po jedinici BDP-a. Također koeficijent korelacije je viši kod potrošnje električne energije.

3.1.5. Potrošnja energije i HDI⁵

U literaturi se često (Reddy, 2002, UN, 2001) za utvrđivanje povezanosti razine razvoja i potrošnje energije po stanovniku umjesto BDP-a po stanovniku koristi Indeks ljudskog razvoja, odnosno HDI. HDI pokazuje ne samo gospodarsku razvijenost neke zemlje već i njen socijalni razvoj i kvalitetu života njezinih stanovnika. HDI se izračunava na temelju pokazatelja dugovječnosti⁶, znanja⁷ i razine standarda života⁸. Maksimalna vrijednost mu je 1 (idealna razina blagostanja i kvalitete života), a minimalna 0 (minimalna razina). U Tablici 3.4. prikazana je razina HDI-a za neke zemlje objavljen 2001. godine u UN-ovom izvješću.

Tablica 3.4. HDI za neke zemlje

Zemlja	Očekivano trajanje života nakon rođenja (godine)	Stopa pismenosti odraslih	BDP po stanovniku (USD)	HDI	HDI rang
Rusija	66,1	99,5	7.473	0,775	55
Brazil	67,5	84,9	7.037	0,75	69
Kina	70,2	83,5	3.617	0,718	87
Maroko	67,2	48,0	3.419	0,596	112
Indija	62,9	56,5	2.248	0,571	115

Izvor: United Nations Development Program (2001), *Human Development Report*, United Nations Development Program, New York

⁵ Human Development Index – Indeks ljudskog razvoja razvijen 2001. godine od strane UN-a.

⁶ Dugovječnost se mjeri očekivanim trajanjem života.

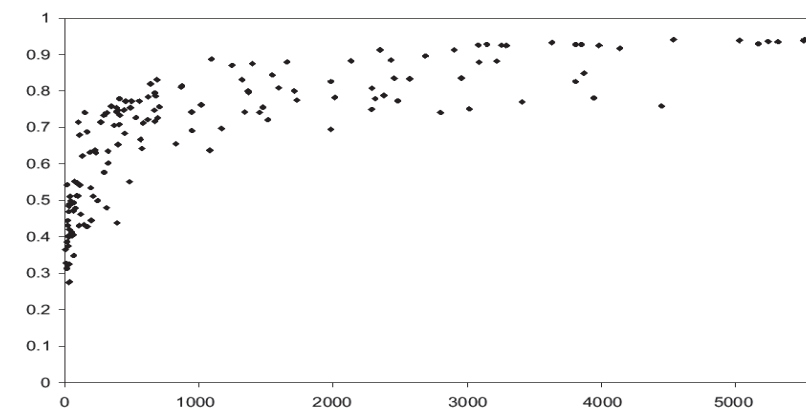
⁷ Znanje se mjeri kombinacijom pismenosti odraslih osoba (2/3 indeksa) i prosječnim godinama školovanja (1/3 indeksa).

⁸ Standard života se mjeri paritetom kupovne moći temeljen na realnom BDP-u po stanovniku korigiranom za troškove života.

Iz tablice se vidi da se ispred Rusije nalaze 54 zemlje koje imaju viši indeks ljudskog razvoja, dok se Indija nalazi 60 mjesta iza nje. Rusija i Brazil imaju sličan BDP po stanovniku, ali veća pismenost odraslih osoba u Rusiji (99,5 posto) u odnosu na Brazil (84,9 posto) utječe na razliku od 14 mjesta u UN-ovu rangiranju prema HDI-u. Slična situacija je s Kinom i Marokom koji imaju sličnu razinu BDP-a po stanovniku, ali je očekivano trajanje života u Kini duže za tri godine, a odnos pismenosti odraslih je za oko 70 posto viši u Kini što utječe na razliku u rangiranju od 25 mjesta.

Koristeći HDI i potrošnju energije Najam, A. (2003) je na Grafu 3.12. prikazao povezanost navedenih dviju varijabli. Analizirane su sve svjetske države.

Graf 3.12. Odnos između potrošnje energije (kilogrami ekvivalente nafte po stanovniku, 1997) i HDI (2000)



Kgoe⁹ po stanovniku

Izvor: Najam, A., Cleveland, C.J., (2003)

Na dijagramu rasipanja zemlje u razvoju troše do 1000 kilograma ekvivalentne nafte po stanovniku, a HDI se nalazi ispod 0,8. Istovremeno razvijene zemlje imaju HDI između 0,8 i 1, a troše po nekoliko puta više energije po stanovniku u odnosu na zemlje u razvoju. Zemlje s najvišim Indeksom ljudskog razvoja su Kanada, Francuska, Norveška, SAD, Finska, Island, Japan, Novi Zeland i Švedska. Istovremeno to su zemlje koje troše i najviše energije po stanovniku i one se nalaze na vrhu gornjeg grafa na desnoj strani. Te zemlje imaju vrlo visoku potrošnju električne energije po stanovniku. S druge strane zemlje s niskim HDI-om imaju visok udio tradicijskih goriva kako je prikazano u Tablici 3.5.

⁹ Kilograma ekvivalentne nafte – Kgoe = kilograms of oil equivalent

Tablica 3.5. Udio tradicionalnih goriva¹⁰ u zemljama sa najnižim HDI-om

HDI	Zemlja	1973.	1985.
0.340	Uganda	83%	92%
0.334	Malavi	87%	94%
0.295	Gvineja Bissau	72%	67%
0.277	Gvineja	69%	72%
0.241	Burundi	97%	95%
0.236	Mali	90%	88%
0.219	Burkina Faso	96%	92%

Izvor: World Resources Institute (for traditional fuels); *Human Development Report 1998*.

Zemlje s najnižim HDI-om su afričke zemlje poput Ugande, Malavja, Gvineje Bisao, Gvineje, Burundija, Malija, Burkine Faso i Ugande koje istovremeno troše ispod 100 kg ekvivalentne nafte po stanovniku, a na Grafu 3.12. se nalaze na lijevoj strani u donjem dijelu grafa. Nerazvijene zemlje imaju vrlo visok udio tradicionalnih goriva. U strukturi potrošnje energije dominiraju drvo i ugljen, a njihov udio se u analiziranim godinama gotovo nije značajnije promijenio. Navedeno ukazuje na nisku tehnološku razinu proizvodnje što ima za posljedicu, uz niz drugih faktora koji doprinose siromaštvu, nisku razinu BDP-a iz čega slijedi i niska razina HDI-a. Kod tih zemalja javlja se i problem kvalitete mjerenja potrošnje energije zbog loše razvijenih statističkih ureda s lošom opremom koji taj posao ne mogu dovoljno kvalitetno odraditi. Veliki dio podataka bazira se na procjenama međunarodnih organizacija koje se nalaze u tim zemljama, a ne na vlastitoj statistici.

3.2. Matematičko modeliranje i ekonometrijsko testiranje modela energetske potrošnje

U posljednjih 20-ak godina veze između energije i gospodarstva su se značajno promijenile. Liberalizacija tržišta energijom i globalizacija utjecali su na ubrzanje razvoja proizvodnje i transformacije prije svega nafte, plina i električne energije, ali i ostalih energenata. U ekonomskoj teoriji dominiraju nova važna pitanja kombinirajući makroekonomske odnose, investicijsku politiku, ekonomsku politiku, ali i industrijsku organizaciju i ekonomsku regulaciju. Neizostavan aspekt je i ekološka politika zbog sve većeg problema zaštite okoliša i smanjenja emisije štetnih plinova te supstitucija jednog energenta drugim, ekološki prihvatljivijim, s manjim eksternim disekonomijama¹¹. Sve ove nagle i dramatične promjene zahtijevale su primjenu novih metoda i modela u empirijskom analiziranju veza između razvoja gospodarstva i potrošnje energije, odnosno u interakciji energije i okoliša, energije i poljoprivrede, energije i prometa itd. Za analizu i objašnjenje promjena korišteni su

¹⁰ Drvo i ugljen kao primarni oblici energije.

¹¹ Eksternalijama

svi ekonometrijski alati koji su također razvijeni i poboljšani u zadnjih 20-ak godina. Kao dobra pretpostavka za ekstenzivno korištenje ekonometrijskih metoda poslužila je, povijesno gledajući, uvijek vrlo dobro razvijena baza energetske podataka. Razvoju kvalitetnijih kvantitativnih, a zatim i analiza promjena veza između energije i gospodarstva značajno je doprinijelo ubrzanje razvijanja novih tehnologija, prije svega na polju informacijskih i komunikacijskih znanosti. Istraživački rad na nestacionarnim vremenskim serijama, unit root testovima i kointegraciji omogućili su ponovno analiziranje vremenskih serija. Autoregresivna uvjetna heteroskedotičnost¹² (Engle, R. F., 1982) je ponudila nove mogućnosti analiziranja volatilnosti¹³.

Nobelove nagrade dodijeljene Danielu McFaddenu i Jamesu Heckmanu 2000. godine i Robertu Engleu i Clivu Grangeru 2003. godine dokaz su sve veće važnosti ekonometrije u modernoj ekonomskoj analizi. Međusobna povezanost ekonomije, energetike kroz ekonomiku energetike i ekonometrije neophodna je u razumijevanju dinamičkih promjena procesa globalizacije i sve veće ekološke osviještenosti čovječanstva. Spoznaja da svijet preko 80 posto energetske potreba podmiruje iz fosilnih izvora¹⁴, koji su po svojoj prirodi neobnovljivi i iscrpivi, stavlja sve vidove znanosti, pa tako i ekonomsku, pred velike izazove.

Potrošnja i proizvodnja energije primarno je povezana s promjenama ekonomskih varijabli u gospodarstvu. Zbog te se veze rade empirijske analize kojima se pokušava utvrditi njena priroda, a za kvantitativnu analizu povezanosti ekonomskih i energetske pojava koriste se dvije vrste matematičkih modela. To su ekonometrijski modeli i input-output modeli:

Ekonometrija, kao znanost u kojoj se oruđa ekonomske teorije, matematike i statističkog zaključivanja upotrebljavaju za analizu ekonomskih fenomena (Goldberger, S. A., 1964), vrlo je važna za istraživanja povezanosti ekonomskih i energetske varijabli. Korištenjem matematičkih formulacija, gospodarskog i energetske sustava, koji se nazivaju i ekonometrijski modeli, testiraju se međusobne ovisnosti na temelju empirijskih podataka. Ekonometrijski modeli su dinamički modeli i prikazuju promjene ekonomskih varijabli u vremenu s obzirom da su podacima pojedine varijable dane kao vremenske serije. S druge strane ti ekonometrijski modeli se mogu također koristiti pri analizama u određenom trenutku uzimajući u analizi više zemalja (cross-sectional data);

Druga vrsta matematičkih modela koji se koriste u ekonomici energetike su međusektorske analize gospodarstva za koje se koriste input-output analize¹⁵, a utemeljitelj moderne teorijske postavke input-output tablica smatra se Wassily Leontief (Leontief, W., 1951) koji je na američkom gospodarstvu u razdoblju od 1919. do 1939. godine pokazao utjecaj kompleksnih kvantitativnih posrednih i neposrednih veza i utjecaj autonomne promjene u jednom sektoru na sve ostale sektore u gospodarstvu. Input-output tablice odražavaju

¹² ARCH

¹³ Nestalnost

¹⁴ Nafta 37, ugljen 23 i prirodni plin 21 posto u 2006. godini.

¹⁵ I-O tablice

gospodarsku strukturu nacionalnog gospodarstva u određenom trenutku. Najčešće se koriste u razvijenim zemljama svijeta jer što je neko gospodarstvo razvijenije, veći je stupanj međuovisnosti pojedinih sektora na koje se ono u input-output analizi raščlanjuje. Vrlo se često javlja problem nepostojanja takvih tablica u većini zemalja u razvoju zbog toga što ih nadležna tijela za njihovu izradu, prije svega statistički zavodi, ne izrađuju ili su posljednje tablice davno izrađene pa nisu relevantne za današnje analize, kao što je to slučaj s Hrvatskom¹⁶.

U literaturi postoje dva oprečna stava o ulozi energije u rastu dohotka. Jedan je da je ona primarni izvor vrijednosti jer bez nje ostali faktori koji sudjeluju u proizvodnji, kao što su kapital i rad, ne mogu funkcionirati. S obzirom na argumente smatra se da je energija limitirajući resurs rasta i razvoja gospodarstva. Drugi stav je da je energija neutralna i taj je stav u literaturi poznat kao neutralna hipoteza¹⁷. Glavni argument za taj stav vide u činjenici da je udio troška energije vrlo mali u odnosu na BDP te zbog toga nema značajnijeg utjecaja na rast. Utjecaj energije na rast dohotka ovisi o dva bitna čimbenika¹⁸, i to: kakva je struktura BDP-a (jer ako prevladavaju usluge ili raste njihov udio tada je utjecaj energije na rast manji jer je uslužno društvo manje energetski intenzivno) te u kojoj se fazi rasta nalazi gospodarstvo (jer više stope rasta ukazuju najčešće na zemlje u razvoju koje se nalaze u fazi industrijalizacije te imaju višu potražnju za energijom).

U proteklih 30-ak godina, odnosno od kraja 70-ih godina, provedena su brojna istraživanja koja su analizirala odnose između energetske i ekonomskih varijabli pokušavajući formulirati ekonometrijske modele energetske potrošnje u određenom gospodarstvu kojima se pokušava potvrditi ili opovrgnuti dva oprečna stava o ulozi energije u gospodarskom rastu. U modelima se koriste različite energetske i ekonomske varijable.

3.2.1. Osnovni model

Osnovna analiza odnosa između potrošnje energije i rasta dohotka može se vidjeti iz neoklasične funkcije agregatne proizvodnje gdje se kapital, rad i energija promatraju kao odvojeni inputi u proizvodnji:

$$Y_t = f(K_t, L_t, E_t), \quad (3.1)$$

gdje je Y realni BDP ili agregirani dohodak, K zalihe kapitala, L razina zaposlenosti, E ukupna potrošnja energije, t vrijeme.

Deriviranjem prethodne jednadžbe dobivamo sljedeći matematički izraz:

$$dY_t = Y_K dK_t + Y_L dL_t + Y_E dE_t, \quad (3.2)$$

gdje je Y_i parcijalna derivacija od Y .

Dijeljenjem jednadžbe s Y_t uz reorganiziranje krajnjeg oblika jednadžbe dobiva se sljedeća jednadžba rasta:

¹⁶ Zadnje input-output tablice za Hrvatsku izrađene su 1986. godine.

¹⁷ Neutrality hypothesis

¹⁸ Solow, R., (1978), Brendt, E., (1980), Denison, E., (1985), Cheng, B.S., (1995)

$$\dot{Y}_t = a\dot{K}_t + b\dot{L}_t + c\dot{E}_t. \quad (3.3.)$$

Konstantni parametri a , b i c su elastičnost dohotka u odnosu na promjene kapitala, rada i energije, a točka na vrhu svake varijable označava varijablu u formi rasta dohotka, količine kapitala, zaposlenosti i potrošnje energije.

Odnos između dohotka s jedne strane i kapitala, rada i energije kao inputa s druge strane, kako je definirano prethodnim jednadžbama, pokazuje da njihovi dugoročni odnosi mogu biti povezani. Uvođenjem kratkoročne dinamike u model na strani inputa analiza jednadžbi ukazuje da kretanje kapitala, rada i energije u prošlosti može poslužiti kao jedan od elemenata za procjene kretanja dohotka u budućnosti uz pretpostavku *Ceteris paribus*¹⁹.

Kod jednostavnijih modela, kod kojih se analizira veza dohotka i energije, analizira se samo funkcija proizvodnje s jednim proizvodnim inputom, i to potrošnjom energije. Tri osnovna oblika funkcije koja se analiziraju su:

Linearni model:

$$Y = \alpha + \beta X, \quad (3.4.)$$

Model s prirodnim logaritmom (eksponencijalni model):

$$Y = e^{\alpha + \beta X}, \quad (3.5.)$$

Dvostruki logaritam (polinomi n stupnjeva):

$$Y = AX^\beta. \quad (3.6.)$$

3.2.2. Prošireni modeli

Osnovni neoklasični model se u kompleksnijim analizama proširuje s nizom drugih varijabli, energetske i ekonomske, tako da poprima prošireni oblik:

$$Y_{it} = f(K_t, L_t, E_t, E_{ij}, E_{ik}, P_{ij}, P_t, G_{re}, M_t, n_t), \quad (3.7.)$$

gdje je Y_{it} BDP ili BNP, E_{ij} potrošnja energije energenta j (nafta plin, električna energija, ugljen...), E_{ik} potrošnja energije po sektorima gospodarstva k (industrija, usluge kućanstva poljoprivreda...), P_{ij} realna cijena pojedinog energenta j ²⁰, P_t realna cijena nafte (na svjetskom ili domicilnom energetskeg tržištu), G_{re} realni troškovi države, M_t varijabla za monetarnu politiku²¹, n ostale varijable.

3.2.3. Energetske varijable u modelima

Pri analizi energetske potrošnje u pojedinim gospodarstvima koriste se različite energetske varijable, kao što je ukupna potrošnja energije, svi oblici finalne potrošnje energije izražene kroz jedinstvenu energetskeg mjernu jedinicu, potrošnja različitih finalnih oblika energije, kao što su električna energija,

¹⁹ Sve ostale varijable su nepromijenjene.

²⁰ U nedostatku cijena energije koristi se i CPI (Consumer price index).

²¹ Realni tečaj, nominalna ponuda novca – M1...

Međuovisnost energetske potrošnje i kretanja BDP-a

prirodni plin, nafta, ugljen i drugi oblici, izražena kroz različite energetske mjerne jedinice²², potrošnja energije po sektorima u gospodarstvu, kao što je promet, industrija, poljoprivreda, usluge... i potrošnja energije u kućanstvima, bilo ukupna ili potrošnja nekog od finalnih oblika energije, kao što je toplinska energija.

Svaka od varijabli prikazuje se i u odnosu na broj stanovnika analizirane zemlje da bi se isključio utjecaj promjene broja stanovnika na potražnju za energijom.

Analizirajući potrošnju energije uočava se problem agregiranog prikazivanja energije s obzirom na različite izvore energije kao i različite sektore finalne potrošnje.

Tokove energije čine proizvodnja primarne energije iz obnovljivih i neobnovljivih (fosilnih ili fisisjkih) izvora, zatim njena transformacija u sekundarni, odnosno derivatni oblik i na kraju njena potrošnja bilo kao inputa u proizvodnji dobara ili usluga ili kao finalni oblik potrošnje energije. Kod proizvodnje i potrošnje energije koriste se različite mjerne jedinice (jedinica mase ili volumena za goriva, kWh za električnu energiju, džul ili kalorije za toplinu...). U Tablici 3.6. prikazan je odnos među mjernim jedinicama.

Tablica 3.6. Odnosi među jedinicama

	kcal	kJ	kWh	kgoe	kgce
1 kcal =	1	4,1868	$1,163 \times 10^{-3}$	1×10^{-4}	$1,4286 \times 10^{-4}$
1 kJ =	0,2388	1	$2,7778 \times 10^{-4}$	$2,3885 \times 10^{-5}$	$3,4121 \times 10^{-5}$
1 kWh =	859,845	3 600	1	$85,9845 \times 10^{-3}$	0,1228
1 kgoe =	10.000	41.868	11,63	1	1,4286
1 kgce =	7.000	29.307,6	8,141	0,7	1

Izvor: *Energija u Hrvatskoj, 2005, Godišnji energetski pregled*, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, Zagreb, 2006.

U tablici su prikazane mjerne jedinice po ISO (International Organization for Standardization) standardu. Ima zemalja koje nemaju iste standarde izražavanja jedinica energije. Takav slučaj je Velika Britanija koja ne koristi metrički sustav, pa tako za energiju najčešće koristi jedinicu Btu (British thermal unit): $1 \text{ Btu} = 1055,06 \text{ J}$.

Česta energetska jedinica u svjetskim energetske statističkim publikacijama je i tona ekvivalentne nafte (toe – tonne of oil equivalent): $1 \text{ toe} = 10 \text{ Gcal}$.

²² Tako se električna energija izražava u kWh (kilowathour).

3.2.4. Ekonomske varijable u modelima

3.2.4.1. Dohodak

Najvažnija ekonomska varijabla koja se koristi u matematičkim modelima svakako je dohodak koji ostvaruje određeno nacionalno gospodarstvo.

U modelima se koristi bruto domaći dohodak (BDP). Ovisno od istraživanja, koriste se nominalni BDP kod panel analiza ili realni BDP i BDP temeljem pariteta kupovne moći (PPP) kod analiza vremenskih serija. BDP se koristi bilo kao ukupni BDP ili BDP po stanovniku, ovisno o tome analizira li se ukupna potrošnja energije (pojednog energenta) ili potrošnja energije (pojednog energenta) po stanovniku. Spominje se i bruto nacionalni dohodak (BNP), također mjera nacionalnog dohotka, koji se znatno rjeđe koristi u analizama budući se u ekonomskim i energetske publikacijama ne objavljuje za sve zemlje svijeta.²³

Uvrštavanjem BDP-a u model dobiva se mogućnost izračuna dohodovne elastičnosti potražnje koja pokazuje jačinu reakcije potražnje za energijom u odnosu na promjene dohotka. Koeficijent dohodovne elastičnosti potražnje pokazuje za koliko posto će se promijeniti potražnja za energijom ako se dohodak promjeni za jedan posto. Dohodovno je relativno neelastična potražnja za energijom s obzirom na njenu nužnost za odvijanje svakodnevnog života građana i funkcioniranje proizvodnih procesa. Definiranje dohodovne elastičnosti potražnje za energijom jedan je od bitnih elementa energetske i ekonomske politike nacionalnog gospodarstva.

3.2.4.2. Cijene energije

U ekonometrijskim modelima cijena energije uzima se kao varijabla bilo u funkciji proizvodnje, kao cijena jednog od inputa proizvodnje, bilo u funkciji potražnje za energijom, kao cijena potrošnog dobra.

Cijena energije u modelima se najčešće uzima kao egzogeno dana varijabla iako ovisi o nekim drugim varijablama, kao što je npr. potražnja za električnom energijom, gdje imamo različite oblike tarifa, progresivne ili regresivne. Umjesto prosječnih cijena, teoretski je točnije cijene utvrđivati metodom graničnih troškova. Ta se metoda preporučivala kao najprikladnija za poduzeća u javnom vlasništvu. S obzirom da u poduzećima s opadajućim prosječnim troškovima zbog velikog ekonomskog obujma, što je čest slučaj kod energetske poduzeća, tako određene cijene izazivaju gubitke, moraju im se davati subvencije. U praksi se to vrlo rijetko čini zbog navedenog problema. Međutim stalni pokušaji države da cijene što više približi graničnom trošku, a istovremeno ostvari dovoljno prihoda za pokriće troškova, doveli su određivanja načela dvodijelnih tarifa. To je sustav cijena prema kojem korisnici usluge plaćaju fiksni iznos da bi pristupili njenom korištenju, a poslije plaćaju varijabilni iznos za svaku jedinicu usluge kojom se koriste. Cijene se

²³ BDP je novija mjera. UN je do 1980-tih više koristio BNP, a u 1950-tim i ranije koristio se nacionalni dohodak. Nacionalni dohodak se definira kao BDP minus amortizacija.

znaju promatrati i kao lagirane (pomaknute) varijable s obzirom na potrošenu količinu energije.

Prema Ramseyjevom pravilu za određivanje cijena u reguliranim djelatnostima, cijene treba odrediti nešto iznad graničnih troškova kako bi poduzeće poslovalo pozitivno, ali s malim profitom. Te cijene prema Ramseyju trebaju biti najviše udaljene od graničnih troškova za one proizvode koji imaju najmanju elastičnost potražnje, što je svakako slučaj s energijom i njenim oblicima.

Metodološki problem koji se javlja kod cijena (Bacon, R. W., 1991) je asimetrija efekta cijena u slučaju pada ili rasta cijena. U stvarnosti se događa imperfektna reverzibilnost reakcije potrošača ili proizvođača u promjenama cijena, posebice kod varijacije cijena nafte i naftnih derivata. Potrošači/proizvođači će reagirati na promjenu cijena s obzirom na dohodovnu elastičnost i postojanje ili nepostojanje efekta povećanja potrošnje energije ako cijene padnu, a da istovremeno ukupni trošak energije bude veći. Ova pojava se u literaturi (Musters, A. P. A., 1995, Alexander, M., 1997, Herring, H., 1998) naziva rebound effect²⁴ kao što je već prije spomenuto. Javlja se kada dolazi do porasta potrošnje kao rezultat mjera za povećanje efikasnosti i smanjenja troškova energije za potrošača. To se može vidjeti na primjeru smanjenja gubitka topline za 50 posto u slučaju grijanja stanova i kuća. Najčešće smanjenje potrošnje energije nije 50 posto zbog toga što su kućanstva kod kojih se provodi program uštede energije za grijanje kućanstava odlučila povećati unutrašnju temperaturu prostorija iz razloga što su im smanjeni troškovi grijanja. Kao krajnji rezultat javlja se da se dio troškova koji su služili za grijanje sada upotrebljava za veći komfor kućanstava. Razlika koja se javlja između potencijalnih 50 posto uštede energije i stvarne uštede zbog povećanja komfora naziva se rebound efekt.²⁵

Dohodovna i cjenovna elastičnost ima značajan utjecaj na potrošnju energije. Dohodovna elastičnost potražnje za energijom promatra se kao postotna promjena u potražnji za energijom ako se dohodak promijeni za 1 posto, a sve ostalo ostane konstantno:

$$\varepsilon_y = \frac{\% \Delta e}{\% \Delta y} = \frac{de}{dy} * \frac{y}{e}, \quad (3.8.)$$

gdje je e potražnja za energijom, y – dohodak.

Cjenovna elastičnost potražnje za energijom definira se kao postotna promjena potražnje za energijom ako se cijena energije promjeni za 1 posto, a sve ostalo ostane konstantno:

$$\varepsilon_p = \frac{\% \Delta e}{\% \Delta p} = \frac{de}{dp} * \frac{p}{e}, \quad (3.9.)$$

gdje je p cijena energije.

²⁴ Još se naziva i Takeback Effect ili Offsetting Behavior.

²⁵ Ovo bi se na hrvatski jezik moglo prevesti kao efekt odraza ili odskoka, ili odskočni efekt.

Cjenovna elastičnost, kratkoročna i dugoročna, je vrlo važan pokazatelj te se vrlo često analizira u ekonometrijskim modelima.

3.2.4.3. Cjenovna i dohodovna elastičnost

Provode se različite analize utjecaja cijena energije i dohotka na potrošnju energije. Novije istraživanje za SAD napravili su Hughes, Knittel i Sperling (Hughes, E. J., Knittel, R. C., Sperling, D., 2007) i u njemu su analizirali kratkoročnu dohodovnu i cjenovnu elastičnost za dva vrlo slična vremenska razdoblja. Prvo je vrijeme naftnih šokova 70-tih godina, odnosno razdoblje od 1975. do 1980. godine, a drugo je razdoblje od 2001. do 2006. godine, odnosno najnoviji naftni šok. Kratkoročna cjenovna elastičnost se za razdoblje od 2001. do 2006. kretala u rasponu od -0,034 do -0,077. S druge strane kratkoročna je cjenovna elastičnost u razdoblju od 1975. do 1980. bila između -0,21 do -0,34. Procijenjena kratkoročna dohodovna elastičnost kretala se u rasponu od 0,21 do 0,75 i nije bila signifikantno različita za oba analizirana razdoblja. Zaključili su da je kratkoročna cjenovna elastičnost potražnje za benzinom signifikantno manje neelastična danas u odnosu na razdoblje prije nekoliko desetljeća, odnosno da vozači automobila u SAD-u danas manje reagiraju na povećane cijene benzina nego prije. S rastom standarda postali su ovisniji o automobilima dok su istovremeno automobili postali efikasniji. Istraživanje na podacima iz SAD-a, ali i drugih razvijenih zemalja, proveo je Espey (Espey, M., 1998) i definirao srednju kratkoročnu cjenovnu elastičnost -0,23 i srednju kratkoročnu dohodovnu elastičnost 0,39.

Dahl i Sterner (Dahl, C., Sterner, T., 1991) su u svojim istraživanjima odredili prosječnu kratkoročnu cjenovnu elastičnost potražnje za benzinom na -0,26, a prosječnu kratkoročnu dohodovnu elastičnost potražnje za benzinom na 0,48. Također su definirali i prosječnu dugoročnu cjenovnu elastičnost potražnje za benzinom na -0,86, a prosječnu kratkoročnu dohodovnu elastičnost potražnje za benzinom na 1,21. Dahl (Dahl, C., 1995) je utvrdila promjenu kratkoročne i dugoročne dohodovne i cjenovne elastičnosti. Tako se kratkoročna dohodovna elastičnost smanjila s 0,48 na 0,19, a dugoročna s 1,21 na 0,78. Kratkoročna cjenovna elastičnost se smanjila s -0,26 na -0,13, a dugoročna s -0,86 na -0,65.

Liu (Liu, G., 2004) u svojem istraživanju zemalja članica OECD-a po različitim energentima dolazi do zaključka da je potrošnja električne energije najmanje elastična na promjene cijene i dohotka, kako u kratkom tako i dugom roku.

I druga istraživanja u većoj ili manjoj mjeri potvrđuju prethodne nalaze s obzirom na primijenjeni model u istraživanju.

3.2.4.4. Ostale ekonomske varijable

Osim dohotka i cijena, u modelima se nalaze i druge varijable, ali su znatno manje zastupljene. Među njih svakako spadaju:

- Rad – analizira se stanje na tržištu rada, odnosno kretanje zaposlenosti s obzirom na kretanje energetskih varijabli, rast ili pad cijena

- energenata, ili povećanje ili smanjivanje potrošnje ukupne energije ili pojedinih oblika energije;
- Kapital – analizira se kretanje kapitala s obzirom na promjene energetske varijabli budući da rast udjela kapitala ima za posljedicu rast tehnološke opremljenosti što s jedne strane vodi većoj proizvodnji i većoj potrošnji energije, a s druge većoj energetskej efikasnosti i manjoj potrošnji energije;
 - Ostale varijable – rijetki autori u svojim istraživanjima analiziraju povezanost drugih ekonomskih varijabli kao što su realni troškovi države (G_{re}), varijabla za monetarnu politiku²⁶ (M_t) ili neka druga.

3.2.5. Ekonometrijski modeli

3.2.5.1. Grangerov test kauzalnosti

Kao jedan od klasičnih primjera primjene ekonometrijskih modela u energetskom sektoru je procjenjivanje odnosa između dviju osnovnih varijabli, potražnje za energijom i gospodarskog rasta mjerenoj bruto domaćim proizvodima (Bohi, D. R., Zimmerman, M., 1984; Dahl, C., 1994). Tako je sve do 1990-tih prevladavalo mišljenje da gospodarski rast uzrokuje povećanje potražnje za energijom, a temelj za tu tvrdnju bio je u elastičnosti potrošnje energije s obzirom na promjenu dohotka stanovništva, tako da pad ili rast dohotka izaziva pad ili rast potrošnje energije. Prvi koji su počeli istraživati vezu između dohotka i potrošnje energije analizirajući smjer veze između navedenih dviju varijabli bili su Engle i Granger (Engle, R. F., Granger, C. W. J., 1987, 1991). Mnogi su autori kasnije u svojim istraživanjima dokazali da uzročna relacija (odnos) ne mora samo ići od gospodarskog rasta ka porastu potrošnje energije nego i da porast potrošnje energije može voditi ka gospodarskom rastu. S druge strane neki su autori u svojim studijama dokazali da uzročna veza između navedenih dviju varijabli može biti obostrana, odnosno da je smjer utjecaja jedne na drugu varijablu obostran tako da istovremeno gospodarski rast utječe na potrošnju energije, ali i potrošnja energije na gospodarski rast. Pozitivan utjecaj potrošnje energije na gospodarski rast ogleda se u pozitivnim eksternalijama koje energija, prije svega električna, ima na gospodarstvo tako da je povećana potrošnja električne energije povezana s pozitivnim utjecajem na zdravlje (npr. kroz povećani broj korištenja hladnjaka) i obrazovanje (radio, televizija...) stanovništva što doprinosi gospodarskom rastu i porastu razine razvijenosti.

Pionirski rad na tu temu napisali su Kraft i Kraft (Kraft, J., Kraft, A., 1978). Oni su analizirali slučaj SAD-a u razdoblju od 1947. do 1974. godine i došli su do zaključka da postoji jednosmjerna veza, i to od BNP-a, bruto nacionalnog proizvoda, prema potrošnji energije, odnosno da rast bruto nacionalnog proizvoda utječe na povećanje potrošnje energije. Erol i Yu (Erol, U., Yu, E. S. H., 1987) proveli su analizu na šest razvijenih industrijskih zemlja i

²⁶ Realni tečaj, nominalna ponuda novca – $M1$...

na temelju provedenih testova zaključili da ne postoji uzročna veza između potrošnje energije i BDP-a te između potrošnje energije i promjene zaposlenosti. Yu i ostali (Yu, E. S. H. et al, 1988), analizirajući slučaj SAD-a, u svojem istraživanju nisu pronašli vezu između potrošnje energije i zaposlenosti te potrošnje energije i BNP-a. Oni su primjenom Simsovog testa došli do zaključka da potrošnja energije negativno utječe na zaposlenost. Yu i Choi (Yu, E. S. H., Choi, J., 1985) su na primjeru Filipina našli da povećanje potrošnje energije uzrokuje rast BNP-a, a na primjeru Južne Koreje analiza je pokazala da rast BNP-a uzrokuje povećanje potrošnje energije. Cheng i Lai (Cheng, S., Lai, T. W., 1987) analizirali su Tajvan i na temelju istraživanja došli do rezultata koji potvrđuju da rast BDP-a uzrokuje povećanje potrošnje energije kao i da povećanje potrošnje energije utječe na povećanje zaposlenosti bez povratne veze.

U Tablici 3.7. prikazane su poredbene analize nekih empirijskih rezultata testa kauzalnosti (Grangrov test) objavljenih u različitoj stručnoj i znanstvenoj literaturi za različite zemlje ili skupine zemalja u svijetu.

Tablica 3.7. Poredbena analiza empirijskih rezultata testa kauzalnosti (Grangerov test)

Autori	Analizirane zemlje i razdoblje obuhvata podataka	Uzročna relacija
Yu and Choi (1985)	J. Koreja, Filipini (1954-76)	GDP → Energy
Masih and Masih (1996)	Malezija, Singapur, Filipini, Indija, Indonezija, Pakistan (1955-90)	Mješovita (Mixed)
Glasure and Lee (1997)	Južna Koreja, Singapur (1961-90)	Energy ↔ GDP
Masih and Masih (1998)	Šri Lanka, Tajland (1955-91)	Energy → GDP
Asafy-Adjaye (2000)	Indija, Indonezija, Turska (1973-95); Tajland, Filipini (1973-95)	Energy → GDP Energy ↔ GDP
Yang (2000)	Tajvan (1954-97)	Energy ↔ GDP
Soytas and Sari (2003)	Argentina, Južna Koreja, Turska, Indonezija, Poljska (1950-92)	Mješovita (Mixed)
Fetai et al. (2004)	Indija, Indonezija (1960-99), Tajland, Filipini (1960-99)	Energy → GDP Energy ↔ GDP
Jumbe (2004)	Malavi (1970-99)	GDP → Energy
Morimoto and Hope (2004)	Šri Lanka (1960-98)	Energy ↔ GDP
Oh and Lee (2004)	Južna Koreja (1970-99)	Energy ↔ GDP
Paul and Bhattacharya (2004)	Indija (1950-96)	Energy ↔ GDP

Autori	Analizirane zemlje i razdoblje obuhvata podataka	Uzročna relacija
Lee (2005)	18 zemalja (1975 – 2001)	Energy → GDP
Ambapour and Massamba (2005)	Kongo (1960-99)	GDP → Energy
Keppler (2006)	Kina (1971-2002)	Energy → GDP
	Indija (1971-2002)	GDP → Energy
Keppler (2007)	Argentina, Brazil, Čile, Kina, Egipat, Indija, Indonezija, Kenija, Južna Afrika, Tajland (1960/71-2002)	Mješovita (Mixed)

Izvor: Lee, C., (2005a); Keppler, J. H., (2007)

Istraživanja autora provedena su na različitim uzorcima zemalja. Prethodna tablica prikazuje da ne postoji jednoznačan zaključak o vezi energije i gospodarskog rasta. Energija može utjecati na gospodarski rast, ali i gospodarski rast može uzrokovati porast potrošnje energije. Postoji i obostran utjecaj, tako da su krajnji rezultati provedenih studija vrlo različiti. Također na primjeru Južne Koreje se može vidjeti da istraživanja provedena na različitim vremenskim odsječcima daju različite rezultate što ukazuje na promjene u odnosima dviju varijabli tijekom vremena.

Grangerova kauzalnost²⁷ (Granger, C. W. J., 1969) analizira u kojoj mjeri prošla promjena vrijednosti jedne varijable objašnjava kasniju varijaciju ostalih varijabli. Tako između varijabli y_t i x_t postoji Grangerova kauzalnost ako se s većom točnošću može predvidjeti varijabla x_t koristeći prošle vrijednosti varijable y_t u odnosu na slučaj kada se ne koriste prošle vrijednosti varijable y_t , uz pretpostavku da su ostale varijable ostale nepromijenjene. Grangerov test kauzalnosti uobičajeno analizira dvije varijable u paru na način da testira njihov međusobni utjecaj. Moguće su Sve permutacije navedenih dviju varijabli:

- Jednosmjerna Grangerova kauzalnost od varijable y_t ka varijabli x_t ;
- Jednosmjerna Grangerova kauzalnost od varijable x_t ka varijabli y_t ;
- Obostrana kauzalnost;
- Nepostojanje kauzalnosti.

U svim mogućim slučajevima analizirane serije podataka moraju biti stacionarne²⁸. U suprotnom slučaju, Grangerova kauzalnost na nestacionarnim vremenskim podacima može voditi lažnom kauzalnom odnosu (Cheng, B. S., 1996). Kako u ekonomskim, tako i u energetskekim vremenskim nizovima javlja se problem nestacionarnih vremenskih serija. Razlog najčešće leži u kon-

²⁷ Uzročnost

²⁸ Vremenski niz čije vrijednosti kolebaju na slučajan način oko određene konstante, odnosno vremenska serija čija je prosječna vrijednost, varijanica i autokovarianca konstantna tijekom vremena.

stantnim promjenama pravnih ili tehničkih propisa (zakona) koje uvode promjene²⁹ u ekonomske odnose što utječe na promjene vremenskih serija. Promjene propisa mogu utjecati i na stacionarne vremenske serije, ali u tom slučaju su odnosi između varijabli prije, ali i nakon izmjena stabilni. Nestacionarne vremenske nizove nastoji se stacionarizirati određenim matematičkim postupcima, kao što je npr. diferenciranje varijabli.

Test Grangerove kauzalnosti analizira daje li neograničena jednadžba:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^T \alpha_{1i} y_{t-i} + \sum_{j=1}^T \alpha_{2j} x_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (3.10.)$$

gdje je $0 \leq i, j \leq T$ bolje rezultate nego ograničena jednadžba:

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^T \beta_{1i} y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (3.11.)$$

gdje je nul hipoteza

$$\sum_{j=1}^T \alpha_{2j} x_{t-j} = 0. \quad (3.12.)$$

Ako je hipoteza H_0 odbačena, gdje je $\alpha_{21} = \alpha_{22} = \dots = \alpha_{2T} = 0$, tada se može reći da varijabla x_t uzrokuje varijablu y_t prema Grangerovoj kauzalnosti. Odnosno tvrdnja da x ne uzrokuje y prema Grangeru se dobije ako tekuća vrijednost od x bolje objašnjava tekuće vrijednosti od y i prošle vrijednosti od y i x nego samo prošle vrijednosti od y (Kmenta, J., 1986). Grangerov test kauzalnosti pokazuje koja je varijabla zavisna, a koja nezavisna u jednadžbi te se zatim formulira dugoročna relacija između dviju varijabli, u ekonomici energetike najčešće između potrošnje energije i dohotka neke države izraženog kroz bruto domaći proizvod.

Da bi se dobili točni rezultati uz Grangeov je test potrebno provesti analizu stacionarnosti varijabli, a zatim test kointegracije između varijabli. Prema Grangeru (Granger, C. W. J., 1986), test je valjan ako varijable nisu kointegrirane. Drugi važan element analize je duljina pomaka (vremenski razmak, pomak, između varijable koju se analizira i varijable koja na nju utječe) varijable. Provedena istraživanja su pokazala da je rezultat Grangerova testa kauzalnost vrlo osjetljiv na duljinu lagirane varijable. Ako je pomak između varijabli premali u odnosu na stvarni pomak između analiziranih vrijednosti, tada bi nepostojanje pravog razmaka moglo utjecati na postojanje pristranosti u ocjenjivanju parametara. U slučaju da je pomak između stvarne i uzete varijable u jednadžbi prevelik, to bi moglo dovesti do toga da procjena bude nedjelotvorna dajući očekivane rezultate.

²⁹ Lomove

3.2.5.2. Kointegracija

Za dvije ili više varijabli može se reći da su kointegrirane kada imaju sličan trend kretanja, odnosno kada dugoročno imaju ravnotežan odnos. Tehnika kointegracije ima tri koraka:

Prvi korak zahtjeva određivanje poretka varijabli koje se analiziraju, odnosno analizu stupnja integracije varijabli u modelu. Standardni testovi o prisutnosti unit roota baziraju se na radovima Dickyja i Fullera (Dicky, D. A., Fuller, W. A., 1979, 1981) koji su napravili ADF test proširenjem Dickey–Fullerovog testa (Augmented Dickey Fuller test); Perrona (Perron, P., 1988); Philipsa i Perrona koju su napravili PP test koji se smatra boljim za agregirane podatke (Philips, P. C. B., Perron, P., 1988); Kwiatkowskog i ostalih (Kwiatkowski, D. et al., 1992) – KPSS test; i Perron (Perron, P., 1989) s PB testom koji se smatra boljim od ostalih testova kada postoje strukturni lomovi (prijelomi) u vremenskoj seriji podataka.

Kombinacijom gornjih testova moguća su četiri različita rezultata:

1. Odbacivanje s ADF i PP testovima i neodbacivanje s KPSS testom nudi čvrst dokaz stacionarnosti analiziranih podataka;
2. Neodbacivanje s ADF i PP testovima, a odbacivanje s KPSS testom nudi čvrstu indiciju I(1);
3. Neodbacivanje sa svim testovima ukazuje da podaci nisu dovoljno reprezentativni s dovoljno dugim serijama podataka;
4. Odbacivanje sa svim testovima ukazuje da serije podataka nisu ni I(1) ni I(0).

U literaturi se vrlo često koriste Dickey–Fuller (DF) test i Augmented Dickey Fuller (ADF) test (Dickey, D., Fuller, W., 1979) koji se temelje na hipotezi da: $H_0: X_t$ nije jednaka I(0) što je prikazano sljedećim jednadžbama:

$$(DF) \Delta X_t = a + bX_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3.13.)$$

gdje varijabla X_t označava neku od analiziranih varijabli, BDP, potrošnju energije (ukupnu ili po energentu). Sve su varijable realne i u logaritamskom obliku. Δ je diferencijalni operator, a i b su parametri koje treba procijeniti.

Kod ADF testa:

$$(ADF) \Delta X_t = a + bX_{t-1} + \sum_{i=1}^{\gamma} c \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3.14.)$$

a , b i c su parametri koje treba procijeniti, γ je element t .

Testovi se baziraju na nul hipotezi: $H_0: X_t$ nije jednaka I(0). Ako su izračunate vrijednosti DF i ADF statistika manji od njihovih kritičnih vrijednosti prema Fullerovim tablicama tada se odbacuje nul hipoteza (H_0) te se zaključuje da su serije analiziranih varijabli stacionarne ili integrirane.

Drugi korak je testiranje postojanja kointegracije između varijabli korištenjem:

- Engle i Grangerove tehnike (Engle, R.F. and Granger, C.W.J., 1987), ili

- Johansenovog pristupa maksimalne vjerojatnosti (Johansen maximum likelihood approach), (Johansen, S., 1988; Johansen, S., Juselius, K., 1990, 1992).

Pomoću OLS metode procjenjuje kointegracijska jednadžba:

$$Y_t = a_0 + a_1 X_{it} + Z_t, \quad (3.15.)$$

Varijable Y_t i X_t su dohodak i potrošnja energije. Z_t je rezidual koji se u trećem koraku testira na stacionarnost pomoću sjedećih jednadžbi:

$$(DF)\Delta Z_t = \alpha + \beta_0 Z_{t-1} + V_t, \quad (3.16.)$$

$$(ADF)\Delta Z_t = \alpha + \beta_0 Z_{t-1} + \sum_{i=1}^k \beta \Delta Z_{t-i} + V_t, \quad (3.17.)$$

Z_t je rezidual jednadžbe dobivene OLS metodom. Ako je β vrijednost negativna i ako je izračunata DF i ADF statistička vrijednost manja od vrijednosti iz Fullerove tablice tada se nul hipoteza o nestacionarnosti odbacuje. To znači da postoji dugoročan stabilan odnos između dviju varijabli te je kauzalnost između njih testirana modelom korelacijske greške (error correlation model). S druge strane ako je nul hipoteza o nestacionarnosti odbačena, a varijable nisu kointegrirane tada je standardni Grangerov test prikladan za analizu.

U trećem koraku koristi se VEC modeliranje (vector error-correction model) i testira se egzogenost varijabli.

3.2.5.3. Hsiao-Granger kauzalost

Suočivši se s problemom pomaka varijabli za analizu kointegracije, Hsiao (Hsiao, C., 1981) je razvio autoregresivnu metodu za izbor optimalnog pomaka (lega) za svaku varijablu u jednadžbi. Ta metoda, koja kombinira Grangerov test i FPE Akaike metodu (Akaike Final Prediction Error), (Akaike, H., 1969), definirana je kao (asymptotic) mean square prediction error.

Hsiaoova metoda ima dva koraka. U prvom koraku slijedi serija autoregresivnih regresija na zavisnu varijablu. U prvoj regresiji pomak zavisne varijable je za jedan. Sa svakom novom regresijom povećava se pomak zavisne varijable za jedan. Broj procijenjenih autoregresija M je prikazan sljedećom jednadžbom:

$$D(Y_t) = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta d(Y_{t-i}) + \varepsilon_{it}, \quad (3.18.)$$

Vrijednost i je od 1 do m , a izbor duljine pomaka ovisi o izboru uzorka. Bolje je izabrati što veći m s obzirom na dugoročnost iskorištavanja energetskog sektora (primjer hidroelektrana). Zatim se računa FPE za svaku regresiju pomoću formule:

$$FPE(m) = \frac{T+m+1}{T-m-1} EES(m) / T, \quad (3.19.)$$

gdje je T veličina uzorka a FPE i ESS su finalna predviđanja pogrešaka (final prediction error) i suma pojedinačnih kvadrata pogrešaka (the sum of squared errors respectively).

Optimalna duljina pomaka m je ona kod koje je izračunata vrijednost FPE -a najmanja.

U drugom koraku, kada je m određen, procjenjuje se regresija uključivanjem pomaka i druge varijable koja je dodana u jednadžbi na isti način kao i kod proračuna m .

$$d(Y_t) = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta d(Y_{t-i}) + \sum_{j=1}^n \gamma d(X_{t-i}) + \varepsilon_{2t}, \quad (3.20.)$$

Zatim se računa FPE za svaku regresiju:

$$FPE(m,n) = \frac{T+m+1}{T-m-1} ESS(m,n) / T, \quad (3.21.)$$

Optimalna duljina pomaka za varijablu X je onaj n pri kojem je izračunati FPE najmanji.

Testiranje kauzalnosti modela provodi se uspoređujući vrijednosti FPE -a sa (m,n) i bez varijable X (m) u jednadžbi. Ako je $FPE(m) < FPE(m,n)$, tada potrošnja energije ne uzrokuje Grangerovu kauzalnost GDP-a. Ako je $FPE(m) > FPE(m,n)$, tada potrošnja energije uzrokuje Grangerovu kauzalnost BDP-a. Testiranje kauzalnosti od GDP-a ka potrošnji energije se provodi na isti način samo je tada X zavisna varijabla, a Y nezavisna.

4. STRUKTURA POTROŠNJE ENERGIJE I STRUKTURA BDP-a

4.1. Energetska intenzivnost i energetska pokazatelji

Potrošnja energije ovisi o različitim socio-ekonomskim i ekološkim aspektima. U literaturi se kao glavne determinante potrošnje energije najčešće navode tri čimbenika: prvi je razina ukupne gospodarske aktivnosti, odnosno proizvodnje, drugi je struktura gospodarstva i treći je visina dohotka, BDP-a ili proizvodnje po jedinici utrošene energije.

Energetska efikasnost, koja pokazuje kako se efikasno koristiti energija s obzirom na dane okolnosti u gospodarstvu i uz dane cijene, postala je nakon 70-tih godina 20. stoljeća, a posebice u zadnja dva desetljeća, četvrti bitan determinirajući faktor potrošnje energije koji je doveo do promjena u potrošnji energije. Dosadašnja provedena istraživanja pokazuju da je energetska efikasnost vrlo bitna za razumijevanje u promjeni potrošnje energije u prošlosti, ali i procjenama trendova potražnje za energijom u budućnosti. Energetska intenzivnost i ostali energetska pokazatelji postali su glavni element u primjeni mjera energetske efikasnosti koje se primjenjuju u energetske i ekonomskoj politici da bi se smanjila potrošnja energije i da bi njena upotreba bila što racionalnija (Park, S., 1992, Farla, J. et al. 1996).

4.1.1. Energetska pokazatelji

Sami pokazatelji o potrošnji energije bez povezivanja s ekonomskim pokazateljima ne daju previše informacija onima koji provode ekonomsku politiku. Povezivanje mjera ekonomske i energetske politike služi u provedbi sveukupne gospodarske politike kako bi se energija koristila i trošila na energetska i ekonomski optimalan način. Odnos potrošnje energije i razine BDP-a vrlo često se koristi kao pokazatelj agregirane energetske efikasnosti nekog gospodarstva.

Pokazatelji energetske efikasnosti, koji analiziraju energetska efikasnost zemlje, su makro pokazatelji koji se odnose na cijelo gospodarstvo, glavne sektore gospodarstva, pojedine industrijske grane svakog sektora ili glavne kategorije potrošnje energije. Mikro razina pokazatelja odnosi se na analizu energetske efikasnosti pojedinih tvrtki i/ili kućanstava.

Pokazatelji energetske efikasnosti se izražavaju kao odnos dviju varijabli (potrošnja energije podijeljena s pokazateljem aktivnosti) ili kao količine (varijacije u potrošnji u odnosu na specifičnu objasnidbenu varijablu).

Pokazatelji se s obzirom na njihovu svrhu dijele na dvije kategorije:

- Deskriptivni pokazatelji – oni koji opisuju stanje energetske efikasnosti i njeno kretanje. Podudaraju se s ekonomskim i tehničko-ekonomskim odnosima koji su oblikovani da opišu neke aspekte efikasnosti, ali sami za sebe ne daju nikakvo objašnjenje. Moguće je kombinirati nekoliko deskriptivnih pokazatelja za opisivanje trenda kretanja energetske efikasnosti. U ovu kategoriju pokazatelja spadaju energetska intenzivnost, jedinična potrošnja i specifična potrošnja;
- Objasnidbeni pokazatelji – pokazatelji koji objašnjavaju varijable koje opisuju stanje energetske efikasnosti i njeno kretanje te ulogu energetske efikasnosti u kretanju potrošnje energije. Objasnidbeni pokazatelji su primarno definirani da bi objasnili razloge u varijacijama deskriptivnih pokazatelja (kao to je poboljšanje ili pogoršanje energetske efikasnosti za analiziranu zemlju). Oni su vrlo korisni za objašnjavanje razlika među zemljama (kao što su klimatski faktori, veličina stanova...). Direktno su izvedeni iz ekonomskih pokazatelja ili su računati kao novi pokazatelji (u slučaju strukturnih efekata u industriji te tehničko-ekonomskih efekata). Odnose se na dvije osnovne efikasnosti:
 - Ekonomska efikasnost – veća proizvodnja vodi višoj razini blagostanja uz istu ili smanjenu razinu potrošnje energije (i smanjenje emisije stakleničkih plinova – CO₂);
 - Tehničko-ekonomska efikasnost – smanjenje specifične potrošnje energije zbog poboljšanja stanja tehnologije, promjena u ponašanju i boljeg upravljanja potrošnjom (DSM)¹ što se može vidjeti iz kretanja ekonomskih ili tehničko-ekonomskih pokazatelja.

Ekonomske odnose se koriste uvijek kada se energetska efikasnost mjeri na visokoj razini agregacije (cijelo gospodarstvo ili jedan od njegovih sektora) – kada se energetska efikasnost u gospodarskoj aktivnosti ne može prikazati pomoću tehničkih ili fizičkih pokazatelja. Ovi ekonomski odnosi prikazuju se kroz energetska intenzivnost koja je omjer primarne ili finalne potrošnje energije i pokazatelja ekonomske aktivnosti mjerene monetarnim jedinicama.

Tehničko-ekonomski odnosi se računaju na disagregiranoj razini (podsektori i grane, krajnji potrošači energije) stavljajući u odnos energetska potrošnja s pokazateljem aktivnosti, mjenim u fizičkim jedinicama (tone cementa, broj pkm) ili jedinicama potrošnje (vozilo, stan...). Ovi se tehničko-ekonomski odnosi nazivaju prosječna potrošnja energije po jedinici outputa. Tehničko-ekonomski efekti objašnjavaju promjene energetske potrošnje u promatranom razdoblju kao rezultat promjene aktivnosti (kvantitativni efekt) i promjene jedinične potrošnje (efekt jedinične potrošnje²). Efekt jedinične potrošnje mjeri utjecaj promjena u jedinici za potrošnju. Računa se množe-

¹ Ovo se često u literaturi naziva Demand Side Management.

² Unit consumption effect

njem razine aktivnosti u godini (broj automobila, stanova, m², industrijske proizvodnje...) s promjenama jedinične potrošnje između godine t i referentne godine. Cilj joj je procjena postignute uštede energije. U nekim se sektorima efekt jedinične potrošnje dalje dezagregira da bi se dobili i ostali efekti povezani s uštedama energije (promjene u strukturi proizvodnje, promjene u strukturi stanova...).

4.1.1.1. Energetska intenzivnost i ostali ekonomsko-energetski pokazatelji

Energetska intenzivnost predstavlja jedan od najvažnijih energetskih pokazatelja. Njegova osnovna definicija predstavljena je sljedećom jednadžbom:

$$EI = \frac{P_e}{Y}, \quad (4.1.)$$

gdje je EI energetska intenzivnost, P_e potrošnja energije u energetskim jedinicama, Y dohodak zemlje u monetarnim jedinicama.

Energetska intenzivnost je primarno vezana za odnos potrošnje energije i BDP-a (ili nekog drugog ekonomskog pokazatelja). Kada se analizira njegovo kretanje kroz vrijeme ili se poredbeno analizira s pokazateljima drugih zemalja, vrlo je koristan za nositelje energetske i ekonomske politike u poboljšanju energetske efikasnosti nacionalnog gospodarstva.

Razina energetske intenzivnosti i njen trend kretanja u većini zemalja svijeta ovisi o sljedećim faktorima: klimatskim razlikama, udaljenostima između većih gradskih središta, razlikama u strukturi industrijske proizvodnje – rastuća važnost uloge visoke tehnologije i njenog napretka – manja potrošnja energije rezultat je nove tehnologije u većini industrijskih grana, dostupnosti energije i energetskih resursa po niskim cijenama kao što je primjer hidroenergija, socio-ekonomskim okolnostima, razini proizvodnje, strukturi gospodarstva, strukturi potrošnje energije, dohotku po jedinici potrošene energije i supstituciji između energije i ostalih inputa kao što su kapital i rad u proizvodnoj funkciji.

Energetska intenzivnost se pokazala kao kvalitetan i raširen pokazatelj zbog jednostavnosti načina računanja, jednostavnosti interpretacije dobivenih rezultata i davanja prvih indicija u svezi događanja s tehničkom efikasnošću korištenja energije.

U ranijim fazama razvoja gospodarstva su se kretala od poljoprivrednih društava prema društvima s teškom industrijom dok u kasnijim fazama razvoja dolazi do pomaka od industrija s intenzivnim korištenjem, prije svega energetskih, resursa prema sektoru usluga i lakšoj prerađivačkoj industriji. Različite industrije imaju različitu energetsku intenzivnost te je stoga često dokazivano kako u ranim fazama gospodarskog razvoja potrošnja energije po jedinici dohotka raste, a u kasnijim fazama razvoja potrošnja energije po jedinici dohotka pada (Panayotou, T., 1993). Promjene u strukturi BDP-a koje su se dogodile u proteklim desetljećima vode značajnije manjoj potrošnji energije po jedinici BDP-a, odnosno padu energetske intenzivnosti (Cleveland, C. J. et al., 1984).

Judson i ostali (Judson, R. A. et al., 1999) su u svom istraživanju došli do zaključka da energetska intenzivnost kućanstava tijekom vremena raste, s obzirom na veću upotrebu kućanskih aparata i povećanje prijevoza stanovništva, uz pretpostavku ceteris paribus, dok se energetska intenzivnost proizvodnog sektora tijekom vremena smanjila.

Klimatske promjene u svijetu i njihove posljedice na stanovništvo i gospodarski razvoj dovele su do rasta važnosti energetske intenzivnosti kao pokazatelja. Energetska intenzivnost i varijable koje na nju utječu, strukturne i gospodarske promjene, postale su važan element u definiranoj strategiji za smanjenje emisije stakleničkih plinova, prije svega CO₂, u različitim sektorima gospodarstva.

Energetska efikasnost značajno je utjecala na pad razine energetske intenzivnosti tijekom protekla dva desetljeća, a temelj je njezinog smanjivanja i u budućnosti.

Mjerenje potrošnje energije s obzirom na iskazivanje u različitim mjernim jedinicama ovisi o ciljevima koji se određenom analizom žele postići ili mjerama koje se žele postići. Potrošnja energije može se iskazati kroz više tipova potrošene energije, i to: potrošnja energije kod krajnjih potrošača, korisna energija, finalna potrošnja energije, kupljena energija, koja se najlakše može mjeriti i koja se najčešće iskazuje u dostupnim javnim publikacijama, neto dostupna energija i potražnja za primarnom energijom da bi se osigurala opskrba finalnom potrošnjom energijom svakog sektora (Phylipsen, G. J. M. et al, 1996).

Stavljanjem u odnos nekog od navedenih oblika potrošene energije i demografsko-ekonomske varijable dobivamo najvažnije makro energetske-ekonomske pokazatelje koji se koriste u raznim analizama:

- TPES/GDP (milijuni tona ekvivalentne nafte/bruto domaći proizvod, Mtoe/USD) – energetska intenzivnost ukupne primarne opskrbe energijom pokazuje koliki je utrošak primarne (finalne) energije po 1000 jedinica BDP-a. Ovaj pokazatelj prikazuje energetske intenzivnost ukupne potrošnje primarne energije;
- TPES/stanovništvo (Mtoe po stanovniku) – ukupna primarna opskrba energijom po stanovniku;
- Potrošnja nafte/stanovništvo (Mtoe po stanovniku) – potrošnja nafte po stanovniku;
- Potrošnja električne energije/stanovništvo (kWh po stanovniku) – potrošnja električne energije o stanovniku;
- Potrošnja električne energije/GDP (kWh / BDP) – neto ili bruto potrošnja električne energije, isključujući gubitke u prijenosu i distribuciji u slučaju neto potrošnje, po 1000 jedinica BDP-a. Ovaj pokazatelj prikazuje energetske intenzivnost potrošnje električne energije.

Pokazatelji u kojima se analizira neka varijabla po stanovniku imaju bitno značenje onda kada zemlje koje se uspoređuju imaju usporedive demografske trendove.

U analizama se koriste i sami energetske pokazatelji bez stavljanja u relaciju s ekonomsko-demografskim varijablama da bi se dobila fizička energetska intenzivnost u gospodarstvu:

- Utrošena ukupna energija/fizički output (TJ, teradžul, po toni) – ukupno utrošena energija (koja može bruto ili neto) po jedinici fizičkog outputa, najčešće po toni finalnog proizvoda;
- Potrošnja nafte/fizički output (Mtoe po toni ili km) – potrošnja nafte po toni finalnog proizvoda ili po količini prijeđenih kilometara kada se analizira sektor prometa;
- Potrošnja električne energije/fizički output (kWh po toni) – potrošnja električne energije po toni finalnog proizvoda.

Važnost energetskih pokazatelja još je više porasla nakon 1997. godine i donošenja Protokola u Kyotu kojim se pokušala regulirati emisija stakleničkih plinova. Konferencija u Kyotu je najpoznatija, ali su održane i druge konferencije: 1972. u Stockholmu u Švedskoj, 1992. u Rio de Janeiru u Brazilu, 2002. u Johannesburgu u Južnoj Africi i zadnja 2007. godine na Baliu u Indoneziji. Sve konferencije nisu dale očekivane rezultate. Glavni razlog leži u odnosima razvijenih i nerazvijenih. Model rasta i razvoja primijenjen u razvijenim zemljama predviđa stalni razvoj, porast potrošnje, zaposlenosti, dohotka, općeg blagostanja i konačno BDP-a. U razvijenim zemljama taj je model bio vrlo uspješan. Iako takav sustav zahtjeva velike količine energije čijom se proizvodnjom i potrošnjom zagađuje sustav u kojem se živi, ipak je u tim zemljama životni vijek produžen s 45 godina (koliko je iznosio početkom 20. stoljeća) na 75-80 godina koliko iznosi danas. Stoga je velik broj zemalja, među kojima i Kina, odlučio odabrati i imitirati upravo taj model. Tako kinesko gospodarstvo već preko jednog desetljeća raste prosječno po stopi od 10 posto i nema naznaka da će se u dogledno vrijeme taj rast usporiti. Drugi razlog je što i same razvijene zemlje ne žele poštivati zaključke pojedinih sporazuma, prije svega onog u Kyotu, kojim se traži da se smanje emisije CO₂ kako bi se smanjio efekt staklenika i globalnog zatopljenja. Glavni protivnici su mu SAD i Australija koji se boje gubitka radnih mjesta i negativnih posljedica po stope rasta BDP-a. Protokol iz Kyota je do sada ratificiralo 166 zemalja kontrolirajući tako 55 posto ukupne emisije plinova koji uzrokuju "efekt staklenika". EU, kao jedna od najjačih zagovornika Protokola, proizvodi oko 22 posto ukupne količine štetnih plinova na globalnoj razini.

Zbog svega navedenog, energetske efikasno gospodarstvo predstavlja jedan od temelja za održivi razvoj tog istog gospodarstva, a cijene energije i promjene u strukturi proizvodnje glavni su pokretači efikasnije i racionalnije upotrebe energije.

Problemi koji se najčešće javljaju kod poredbene analize energetskih i ekonomskih podataka koji se koriste za izračun energetske intenzivnosti i ostalih energetskih pokazatelja su:

- Podaci dostupni u objavljenim publikacijama vrlo često nisu homogeni s obzirom na samu definiciju podatka i mjeru njegova izražavanja;

- Izračunati odnosi i pokazatelji koji se koriste za procjenjivanje energetske efikasnosti su različiti od zemlje do zemlje;
- Interpretacija sličnih odnosa znatno se razlikuje među autorima i među zemlja.

Tako se i definicije i interpretacije pojmova kao što su efikasnost, ušteda i racionalna upotreba razlikuju od zemlje do zemlje.

4.1.2. Energetska i ekonomska efikasnost

4.1.2.1. Energetska efikasnost

Energetska efikasnost se kao pojam vrlo često miješa s pojmom uzdržavanja od trošenja energije ili njenog manjeg korištenja. Uzdržavanje jednostavno znači manja upotreba i manja potrošnja energije na način da se uređaji i naprave pokretani energijom manje upotrebljavaju dok je efikasnost povezana s dostizanjem jednake kvalitete i razine u proizvodnji nekog proizvoda ili usluge (kao što je slučaj s grijanjem, hlađenjem, rasvjetom ili npr. gledanjem televizije ili korištenjem računala) uz manju količinu utrošene energije. Energetska efikasnost se može definirati i kao sposobnost tehničkog uređaja, stroja ili tvornice da što manjim utroškom energije proizvodi fizičke jedinice proizvoda. Ona je veća što se istim utroškom energije postiže veći učinak ili isti učinak s što manjim utroškom.

Promatrajući smjer kretanja energetske intenzivnosti i energetske efikasnosti dolazi se do zaključka da su navedene dvije varijable obrnuto proporcionalne. Kako raste energetska efikasnost, tako se najčešće smanjuje energetska intenzivnost, odnosno potrebno je manje energije za proizvodnju jedinice BDP-a, i obrnuto, kada dolazi do rasta potrošnje energije i povećanja energetske intenzivnosti. Najčešće je uzrok tome smanjenje energetske efikasnosti u gospodarstvu što vodi povećanju potrošnje energije za proizvodnju jedne jedinice BDP-a.

Često se u literaturi upotrebljava pojam jaza energetske efikasnosti³ koji definira razliku između sadašnje razine potražnje za energijom i one potražnje koja bi se javila uz upotrebu energetski najefikasnije tehnologije, posebice kod potrošnje električne energije, a kao posljedica investiranja u energetsku efikasnost.

Kod investiranja u energetska efikasnost javlja se više različitih potencijala koje je bitno pravilno definirati kao što su maksimalni tehnički potencijal, ekonomski potencijal, realno mogući potencijal i prirodno ostvariv potencijal.

Povećanje energetske efikasnosti ima posljedice na rješavanje mnogih ekonomskih, socijalnih i ekoloških problema kao što su:

- Ušteda novca – investiranjem u one tehnologije koje postižu isti ili bolji učinak uz istu ili manju potrošnju energije;
- Smanjivanje energetske ovisnosti zemlje – posebice o uvozu sirove nafte i ostalih fosilnih energenata;

³ Energy efficiency gap

- Ublažavanje efekta zagađenja okoliša i globalnog zatopljivanja;
- Kretanje gospodarstva prema održivom razvoju.

Energetska efikasnost se javlja i na strani potražnje za energijom, ali i na strani ponude energije. Postojanje tržišnih barijera (Hirst, E., Brown, M., 1990) sprečavalo je punu implementaciju mjera energetske efikasnosti iako su bile ekonomski opravdane i poticajne. Tijekom vremena mnoge inicijative, pokrenute od strane vladinih tijela, implementirane su s ciljem mijenjanja navika potrošača povećavajući energetske efikasnosti. Ove inicijative su provedene pod nazivom Upravljanje potrošnjom (Demand side management, DSM) u energetici. Glavni cilj primjene DSM-a je efikasnija upotreba energije na strani potražnje energije. Probitak zbog primjene raznih programa i mehanizma DSM-a istovremeno ostvaruju i potrošači i proizvođači energetske opreme dok su na gubitku dobavljači primarne energije i energetske tvrtke koje proizvode transformiranu energiju te proizvođači energetske neefikasne opreme zbog manje prodaje.

S obzirom na povećanje energetske efikasnosti na strani potražnje i povećane konkurencije na tržištu ponude, dolazi do uvođenja efikasnosti i na strani ponude energije. Proizvođači primarne i finalne energije uvode povećanu efikasnost i u svoje poslovanje, primarno orijentirani povećanju tržišnog udjela, prihoda i dobiti. Uvođenjem novih tehnologija u proizvodnju, transport i distribuciju smanjuju se tehnički gubici i povećava efikasnost transformacije jednog oblika energije u drugi (npr. prirodnoga plina ili ugljena u elektranama u električnu energiju ili sirove nafte u rafinerijama u naftne derivate).

4.1.2.2. Ekonomska efikasnost

Teoretska osnova za analizu ekonomske efikasnosti je koncept Pareto efikasnosti⁴. Dva osnovna neoklasična teorema ekonomije blagostanja su da je svaka ravnoteža gospodarstva sa savršenom konkurentnošću Pareto optimalna te da je moguća Pareto efikasna alokacija resursa dopuštajući slobodno djelovanje mehanizmima savršenog tržišta s obzirom na početnu alokaciju resursa. U praksi se ekonomska efikasnost definira na način da obuhvaća tri varijable (Luxton, J., 1991a):

- Cjenovnu ili alokacijsku efikasnost koja zahtijeva da je cijena jednaka graničnom trošku proizvodnje dobara ili usluge;
- Tehničku ili proizvodnu efikasnost koja zahtijeva minimalizaciju troškova proizvodnje;
- Dinamičku efikasnost koja zahtijeva optimizaciju investicijskih odluka.

Pod pretpostavkama savršenog tržišta, sve tri efikasnosti se podudaraju jedna s drugom, ali i s Pareto efikasnošću. Argument leži u činjenici da tržišno okruženje stvara pritisak na tvrtke da pružaju bolje usluge svojim potrošačima uz povećanje interne efikasnosti kroz smanjivanje troškova, što rezultira

⁴ Pareto optimum je onaj optimum koji se javlja u društvu kada je alokacija resursa takva da niti jedan pojedinac ne može povećati svoju korist bez pogoršavanja stanja drugog pojedinca.

nižim prosječnim cijenama. Izloženost tvrtki konkurenciji na tržištu također rezultira boljim investicijskim odlukama.

Ekonomski efikasna upotreba energije je ona upotreba energije koja, u kombinaciji s ostalim inputima, rezultira najmanjim troškom proizvodnje i optimalnom alokacijom resursa pretpostavljajući cjenovnu efikasnost svih inputa. Ekonomski gledano efikasna upotreba energije može rezultirati čak i povećanjem potrošnje energije ako promjene relativnih cijena energije i ostalih proizvodnih faktora utječu na promjene u strukturi proizvodnih inputa (IEA, 1991).

4.1.2.3. Energetska efikasnost industrije

Glavne determinante energetske efikasnosti industrije su:

- Procjena strukturnih utjecaja – analiza važnosti strukturnih efekata te fokus na energetske intenzivne industrije;
- Utjecaj recikliranja materijala na energetske efikasnosti – utjecaj recikliranja energetske intenzivnih materijala na energetske intenzivnosti;
- Inputi i struktura proizvodnje – promjena u strukturi inputa s obzirom na promjenu strukture proizvodnje;
- Promjene vremena i razlike u klimi – u nekim energetske neintenzivnim sektorima važna je potrošnja energije za grijanje prostora.

Energetska efikasnost industrije mjeri se analizom kretanja energetske intenzivnosti energetske industrije koja je predstavljena sljedećom jednačinom:

$$EI_{ind} = \frac{P_{eind}}{Y_{ind}}, \quad (4.2.)$$

gdje je EI_{ind} energetska intenzivnost industrije, P_{eind} potrošnja energije, Y_{ind} output industrijskog sektora.

Kod detaljne analize energetske efikasnosti industrijskog sektora on se dijeli na dvije razine. U prvoj se definiraju grane industrijske proizvodnje u industriji, a zatim se svaka industrijska grana dijeli na nekoliko podgrana.

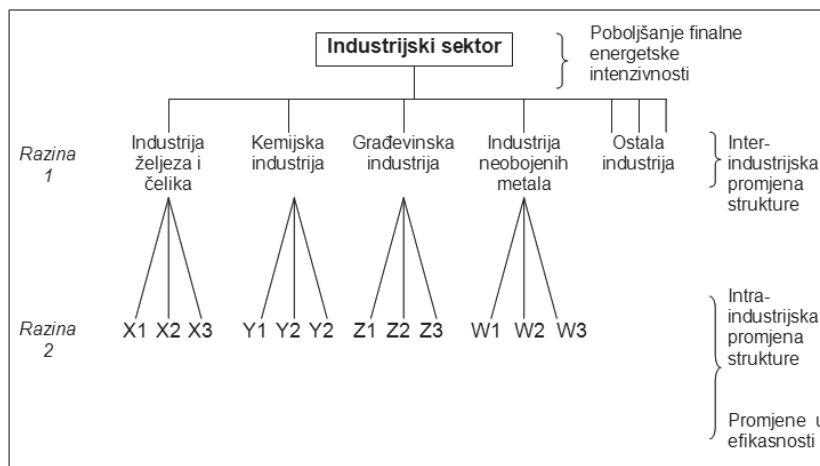
Dvije glavne analize energetske efikasnosti u industrijskom sektoru se odvijaju na:

- Razini 1 – inter-industrijska struktura i njena promjena;
- Razini 2 – intra-industrijska struktura i njena promjena,

Na razini jedan je agregatni prikaz energetske intenzivnosti/efikasnosti svakog sektora pojedinačno, a na razini dva je disagregirani prikaz energetske intenzivnosti/efikasnosti svake grane pojedinog sektora.

Slika 4.1. prikazuje strukturnu analizu energetske efikasnosti cijelog industrijskog sektora i pojedinih podsektora i grana u sektoru.

Slika 4.1. Analiza energetske efikasnosti industrijskog sektora



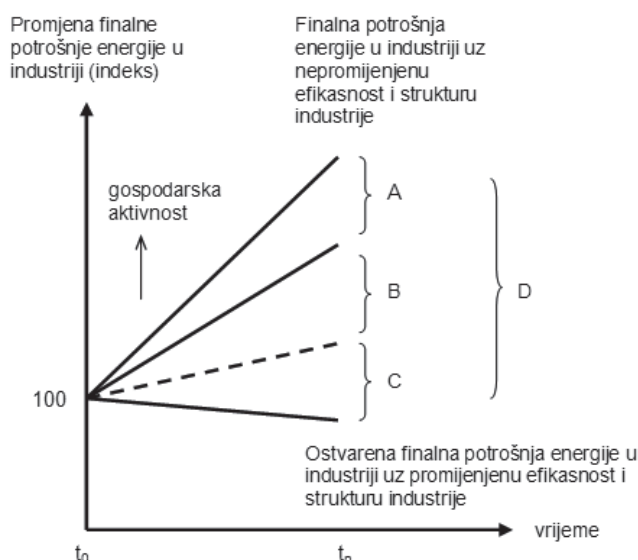
Energetski intenzivne industrije vrlo su bitne za analizu energetske efikasnosti industrija stakla, papira i celuloze, aluminija, cementa. Zbog toga analiza potrošnje energije u tim, ali i ostalim, industrijskim granama i veza s finalnom proizvodnjom same grane ima veliku važnost kako za sadašnju, tako i za buduću energetske efikasnosti. Poboljšanje tehničke efikasnosti industrije znatno utječe na smanjenje potrošnje energije.

Veza između finalne potrošnje energije i energetske efikasnosti u industrijskom sektoru tijekom vremena t je prikazana na Grafu 4.1. Vrijeme t_0 je početna godina analize s prikazom te godine indeksom 100. Godina t_n je završna godina analize. Ostvarena finalna potrošnja energije ovisi o promjeni efikasnosti i strukturi industrijske proizvodnje.

Tehničko-ekonomski efekti u promjeni strukture finalne potrošnje prikazani su kroz definiranje tri faktora:

- Inter-industrijska promjena strukture – rast energetske intenzivnih grana (npr. industrije čelika i željeza, industrije nemetala) ispod/iznad prosječne stope rasta ukupne industrijske proizvodnje (A);
- Intra-industrijska promjena strukture – rast energetske intenzivne proizvodnje dijela jedne industrijske grane ispod/iznad prosječne stope rasta iste industrijske grane (B);
- Poboljšanje neto efikasnosti – uključujući promjene strukture goriva, supstituciju jednog oblika energenta drugim te uključivanje dodatne potražnje za energijom kao posljedice automatizacije, zaštite okoliša te recikliranja materijala i zagrijavanje (C).

Komponente koje utječu na promjenu finalne potrošnje energije (D) imaju kumulativan učinak: $A + B + C = D$.

Graf 4.1. Utjecaj tehničko-ekonomskih efekata u industriji na potražnju za energijom industrijskog sektora

Promjena u potrošnji energije industrijskog sektora nije povezana samo s poboljšanjem energetske efikasnosti u samoj proizvodnji nego ovisi i o drugim varijablama koje variraju od zemlje do zemlje zbog kojih industrija u jednoj zemlji troši više energije od iste industrije u nekoj drugoj. Ipak glavni je razlog promjena u potrošnji energije industrijskog sektora razlika u strukturi industrije.

Glavna svrha energetske indikatora u industriji je postići razumijevanje glavnih tehničko-ekonomskih faktora koji utječu na ukupnu finalnu potrošnju industrijskog sektora, ali i na potrošnju energije pojedinih podsektora i industrijskih grana. Analiza energetske indikatora daje kvantitativne i kvalitativne odgovore na pitanja o vezi potrošnje energije i politike energetske efikasnosti, politike zaštite okoliša, promjenama cijena energije, promjenama u vanjskotrgovinskoj razmjeni sirovinama i materijalom ili finalnih proizvoda.

Indikator energetske efikasnosti/intenzivnosti za osam najvažnijih grana prerađivačke industrije temelje se na odnosu ukupno utrošene energije u GJ⁵ i količine proizvodnje/prodaje finalnog proizvoda u tonama. Tako imamo pokazatelje potrošnje energije po proizvedenoj toni koksa, čelika, aluminija, papira, cementa, amonijaka i klora. Potrošnja energije se najčešće definira kao kupljena energija, finalna energija ili korisna energija.

Analizom energetske intenzivnosti u industrijskom sektoru nositelji razvoja uočavaju jaz koji se javlja između stvarno izmjerene energetske inten-

⁵ Gigadžul

zivnosti i najbolje energetske intenzivnosti u cijelom sektoru/industriji. To je ujedno i znak za usvajanje i primjenu novijih i boljih tehnologija ili čak i promjenu industrija na kojima se temelji razvoj.

Kod smanjivanja energetske intenzivnosti industrije moguća su dva moguća uzroka:

- Proizvođač je postao efikasniji u proizvodnji tako što treba manje energije za proizvodnju jedne tone proizvoda;
- Proizvođač je promijenio strukturu proizvodnje tako da je proizvodnju usmjerio prema onim proizvodima koji zahtijevaju manje energije i nalaze se u finalnoj fazi proizvodnje.

Kod ovakvih slučajeva u analizi je potrebno razdvojiti efekt smanjenja energetske intenzivnosti zbog promjene strukture proizvodnje od efekta smanjenja potrošnje energije zbog povećanja energetske efikasnosti u proizvodnom procesu.

4.1.2.4. Energetska efikasnost kućanstava

Kućanstva zauzimaju značajan udio u ukupnoj potrošnji energije neke države te je analiza energetske efikasnosti i s njom povezanih energetskih pokazatelja vrlo važna za smanjenje potrošnje energije i poboljšanje energetske efikasnosti.

Brojnim provedenim empirijskim analizama energetska efikasnost i razlike u potrošnji energije u kućanstvima među različitim zemljama determinirane su sljedećim varijablama:

- Demografski faktori – kao što je kretanje broja stanovništva (rast ili pad), kretanje broja kućanstava (povećava li se ili se smanjuje), životna dob stanara;
- Ekonomski faktori – u koje spadaju kretanje cijena svih oblika energije, ukupan trošak investicije u opremu za grijanje, kretanje raspoloživih prihoda po kućanstvu;
- Klima – koja se kvantificira kroz stupanj dane kao jedinstvenu mjeru za grijanje stambenih površina te primjena građevinskih standarda u gradnji stambenih jedinica;
- Osobni faktori – među najvažnijima su navike stanara i njihova razina obrazovanja i znanja;
- Stil života – u kojem se analizira vrijeme provedeno na poslu ili kod kuće kao i aktivnosti koje se odvijaju kod, ali i izvan, kuće;
- Kultura – koja znatno utječe na potrošnju energije za grijanje, kuhanje, pranje i udobnost življenja u stanu/kući;
- Struktura – odnosi se na dostupnost opreme za toplinske potrebe na tržištu, površnu stambenih jedinica i udio centralnog grijanja u ukupnoj strukturi opreme za grijanje;
- Tehnologija – efikasnost tehnologije u potrošnji energije da bi se pružila određena usluga;

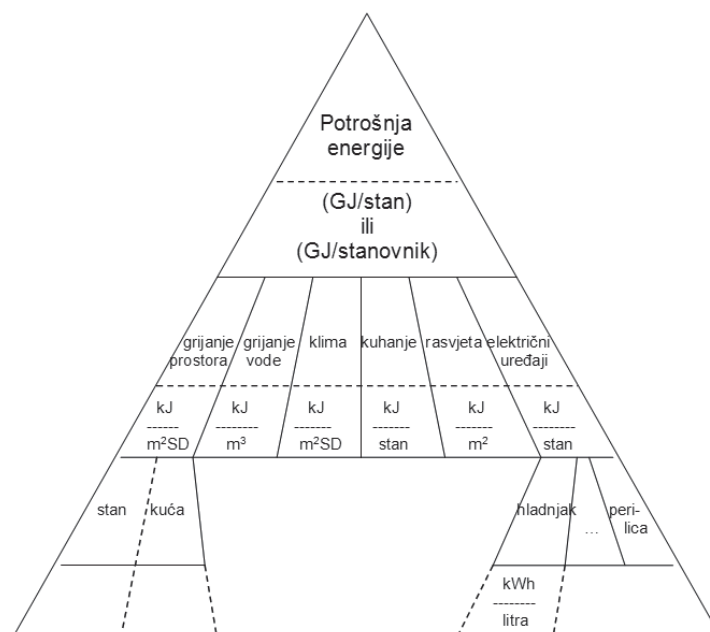
- Državne mjere – koje se najčešće očituju kroz primjenu poreznih propisa i efekte implementacije DSM programa⁶.

Kućanstva su vrlo jednostavna za analizu zato što zbog velikog broja potrošača sa sličnom opremom stvaraju veliku homogenu cjelinu sličnu industrijskom sektoru ili sektoru usluga. Zbog toga se energetska politika svojim mjerama vrlo često orijentira analiziranjem baš na taj sektor.

Razumijevanje varijabli koje utječu na promjenu strukture potrošnje kućanstava su ključni faktor za planiranje potrošnje energije u budućnosti. Analizom se pokušava razdvojiti faktore koje utječu na potrošnju energije na način da se odvoji utjecaj promjene potrošnje zbog promjene dohotka ili cijene energije od promjene potrošnje zbog promjene temperature ili primjene nove tehnologije za grijanje (npr. novi efikasniji sustav centralnog grijanja) stambenog prostora. Pokazateljima se pokušava dati veza između varijabli koje determiniraju potrošnju i same promjene u potrošnji nastale promjenom jedne od njenih determinanti.

Za kvalitetnu analizu potrošnje energije i energetske efikasnosti u kućanstvu se također upotrebljavaju različiti energetske pokazatelji. Na Slici 4.2. prikazana je piramida potrošnje energije i energetskih pokazatelja za kućanstva.

Slika 2.2. Piramida potrošnje energije i energetskih pokazatelja za kućanstva



Izvor: Haas, R., (1997)

⁶ Demand Side Management – program upravljanja potrošnjom energije.

Na vrhu piramide nalazi se agregirana potrošnja svih kućanstava s energetske pokazateljem potrošnja u gigadžulima po stanu (GJ/stan) kao najbolja mjera ukupne potrošnje. Kao agregirani pokazatelj može se koristiti i potrošnja energije po stanovniku (GJ/stanovniku).

Nakon primarne razine potrošnje prikazana je prva razina disagregirane potrošnje energije i njoj pripadajući energetske pokazatelji. Energija se u kućanstvima troši za grijanje prostora, grijanje vode, kuhanje, hlađenje, rasvjetu i električne uređaje. Kod grijanja prostora energetske pokazatelj je potrošnja energije u kilodžulima po stupanj danima (SD) po m² (kJ/SD/m²).

Druga razina disagregacije je potrošnja po krajnjem potrošaču. Tako recimo prosječna potrošnja električne energije po hladnjaku prikazuje se potrošnjom energije u kWh po litri (veličina hladnjaka se izražava u litrama).

Nakon detaljnog prikaza razina potrošnje energije, ukupna potrošnja energije za pojedinog finalnog potrošača dobiva se množenjem broja stanovnika koji koriste neko sredstvo (npr. perilicu suđa) sa stupnjem penetracije (perilica) na tržištu i potrošnjom energije jedne perilice.

4.1.2.5. Energetska efikasnost sektora usluga

Uslužni sektor zauzima najveći udio u strukturi BDP-a razvijenih zemalja i najbrže je rastući sektor zemalja u razvoju. To ga svakako svrstava na mjesto značajnog potrošača energije. Uslužni sektor treba velike količine resursa, pa tako i energije, za svoje funkcioniranje. Iako je konačni output uslužnog sektora često nematerijalan, sva infrastruktura korištena u proizvodnji usluga je materijalna, a energija se koristi kako za izgradnju cjelokupne infrastrukture tako i za njeno funkcioniranje. Zbog toga je analiza energetske efikasnosti uslužnog sektora i povezanih pokazatelja energetske intenzivnosti nužna za efikasnije funkcioniranje usluga povećanjem efikasnosti. Potrošnja energije uslužne djelatnosti determinirana je grijanjem i hlađenjem poslovnog prostora (klima uređaji), pokretanjem električnih uređaja i rasvjetom prostora.

Za analizu energetske efikasnosti koriste se pokazatelji na dvije razine:

1. Agregirana razina – gdje se kod energetske intenzivnosti cijelog sektora koriste dva pokazatelja:
 - Potrošnja energije po korištenom prostoru (GJ/m²);
 - Potrošnja energije po outputu (GJ / Y_{usl}).

U strukturi potrošnje energenata dominira električna energija, pa se intenzivnost često analizira kao potrošnja električne energije po korištenom prostoru (kWh/m²) ili kao potrošnja električne energije po outputu (kWh/Y_{usl}). Output se izražava u monetarnim jedinicama;
2. Disagregirana razina – gdje se analizira energetska intenzivnost uslužnog sektora po granama:
 - Potrošnja električne energije po zaposlenom (kWh/L_{usl});
 - Potrošnja energije po outputu jedne grane usluga (GJ/Y_{usl-grana});
 - Potrošnja električne energije po korištenom prostoru (GJ/ m²).

4.1.2.6. Energetska efikasnost prometa

Transportni sektor također troši puno energije i ostalih resursa za funkcioniranje i daljnji razvoj gospodarstva. Gospodarskim razvojem raste i broj automobila po čovjeku te njegova sve raširenija upotreba vodi rastu potrošnje energije, primarno nafte i naftnih derivata.

Glavne determinante energetske efikasnosti u prometu su specifična potrošnja automobila, karakteristike automobila, struktura automobila s obzirom na veličinu, struktura transporta, veličina zemlje, prometni uvjeti, strukturni efekti koji utječu na veličinu kamiona i promjene u strukturi proizvodnje na modalni transport.

Analizira se ukupna potrošnja domaćih vozila u domaćem prometu što je posebice važno u malim zemljama kao što je Hrvatska gdje se zbog turizma i tranzita povećava potrošnja energije u prometu. Analiza sa svim vozilima stvorila bi distorzije u prosječnoj potrošnji po vozilu u prometu i pokazateljima efikasnosti u prometnom sektoru.

Struktura teretnog transporta – analizira se utjecaj modalnog transporta na globalnu energetska efikasnost i potrošnju energije po vkm⁷ i tkm⁸. Pokazatelji reflektiraju promjene u prosječnoj promjeni popunjenosti kapaciteta.

U prometnom sektoru dominiraju sljedeće prometne grane u kojima je glavi pokretač potrošnja nafte i naftnih derivata: cestovni, željeznički, riječni, pomorski i zračni promet.

Za potrebe analiza često se posebno izdvaja:

- Gradski promet kojem se analiziraju dvije kategorije prometa: tračnički (tramvaji) i autobusni promet;
- Teretni promet u kojem se analiza transport roba;
- Putnički promet u kojem se analizira prijevoz putnika.

Najjednostavniji i najčešći mikro energetska pokazatelj u cestovnom prometnom sektoru definiran je sljedećom formulom:

$$PP_{vozila} = X(l/100km), \quad (4.3.)$$

gdje je PP_{vozila} prosječna potrošnja vozila u litrama (naftnih derivata) na 100 km, X potrošnja naftnih derivata u litrama.

Energetska efikasnost prometa se na agregatnoj razini analizira pomoću sljedećih makro pokazatelja energetske intenzivnosti:

- Finalna potrošnja energije u ukupnom prometu po ostvarenom oputu u prometu u monetarnim jedincima (toe^9/Yp_m);
- Finalna potrošnja energije u ukupnom prometu po ostvarenom fizičkom oputu u prometu (toe^{10}/Yp_f).

Cestovni i željeznički promet u ukupnoj potrošnji energije u prometu sudjeluju s preko 90 posto tako da se pokazatelji energetske intenzivnosti najčešće računaju za ta dva vida prometa a rjeđe za ostale.

⁷ Volume kilometer

⁸ Tonne kilometer

⁹ tona ekvivalentne nafte (ton oil equivalent)

¹⁰ tona ekvivalentne nafte (ton oil equivalent)

Kod disagregiranih razina prometa računaju se pokazatelji energetske intenzivnosti grane prometa za koju se analizira energetska efikasnost. Grana prometa se dijeli na putnički promet i transport roba. Pokazatelji se računaju na način da ukupna potrošnja energije dijeli s ostvarenim outputom (bilo u fizičkim ili monetarnim jedinicama – toe/tkm, toe/ $Y_{\text{grana prometa}}$, toe/putnik).

Za svaku granu prometa računa se i prosječna potrošnja energije na 100 prijedanih kilometara, bilo pojedinačno po vozilu ili za homogena vozila zajedno.

4.2. Empirijska analiza

4.2.1. Razlozi za analize

Još od prvog naftnog šoka energetska intenzivnost i njeno kretanje proučavali su se kroz analizu vremenskih serija energetske i ekonomske varijabli različitih zemalja. Važnost razumijevanja odnosa između energetske intenzivnosti i energetske efikasnosti je s vremenom sve više rasla i bilo je potrebno dati odgovore na otvorena pitanja. Rastom ekoloških ograničenja u gospodarskom razvoju i naglim skokom cijena energije početkom 21. stoljeća interes za dublju empirijsku analizu veze između cijena energije, energetske intenzivnosti i energetske efikasnosti ponovno je dobio na važnosti. U analitički pristup se uključuje i važnost napretka tehnologije i njen utjecaj na energetske efikasnosti te pojava efekta da povećanje energetske efikasnosti utječe na povećanje potrošnje energije. Ekonometrijsko testiranje pripomaže boljem razumijevanju uzročnih veza između spomenutih varijabli dajući odgovor na pitanja u kojoj mjeri je energetska intenzivnost odraz stupnja ovisnosti zemlje o energiji, bilo uvoznj ili proizvedenoj u zemlji. Na taj način se daju odgovori na pitanja o veličini energetske ranjivosti zemlje kroz nedostatak energije i gospodarske osjetljivosti kroz cjenovne šokove na energetske tržištima.

Prije drugog naftnog šoka¹¹ Zapadne zemlje su bile energetske intenzivnije¹² nego danas. Skok cijena nafte¹³ snažno je utjecao na gospodarski rast. Industrijski razvijene zemlje su početkom 21. stoljeća¹⁴ manje energetske intenzivne i znatno je teže odrediti utjecaj rasta cijena nafte i naftnih derivata na razvijene zemlje. Postojeći trendovi stopa gospodarskog rasta u SAD-u i Japanu nisu se promijenili niti su stope smanjene zbog rasta cijena nafte uzrokovanih iračkom krizom i intervencijom SAD-a. U EU-u je slična situacija iako su stope rasta manje nego u navedenim zemljama. Zbog problema s kvantificiranjem utjecaja cijena energije na energetske intenzivnosti i energetske efikasnosti, kao i utjecaja na gospodarski rast, u analize se moraju uvoditi novije i modernije istraživačke tehnike. Cilj empirijskih istraživanja je puno razumijevanje energetske-ekonomske odnosa u različitim zemljama i regijama.

¹¹ 1979-1980. godine.

¹² Primarno kroz veću potrošnju nafte i naftnih derivata.

¹³ Više od 80 USD po barelu nafte u vrijednosti dolara iz 2005 godine.

¹⁴ Analiza za 2005/6.

Empirijska analiza energetske potražnje otvara i važno pitanje supstitucije među energentima što je posljedica odluka na makro i mikro razini. Neki krajnji potrošači energije su u situaciji da stalnim poredbenim analizama cijena konkurentnih energenata (ugljen–nafta–prirodni plin) fleksibilno mijenjaju strukturu potrošnje energenata bilo zbog mogućnosti tehničke fleksibilnosti (korištenje više energenata istom tehnologijom) ili postojanjem diversificiranog portfolia proizvodnih kapaciteta (više različitih tehnologija za različite tipova energenata). Mogućnost supstitucije energenata stvara dodatni investicijski trošak s jedne strane, ali smanjuje troškove energije i rizik buduće energetske neizvjesnosti.

Na makro razini cijene energije su važan čimbenik koji utječe na investicije u energetska opremu te mogu promijeniti strukturu potrošnje energenata. Korištenjem poreza u strukturi cijene energenata država utječe na stvaranje bolje strukture potrošnje energenata s obzirom na same izvore energenata, bilo da se radi o domaćoj proizvodnji ili o uvozu.

4.2.2. Veza energetske intenzivnosti i dohotka

Tijekom gospodarskog razvoja jedne zemlje brojne su analize pokazale da energetska intenzivnost prvo raste, a zatim pada. Raste u razdoblju niže razine BDP-a po stanovniku, a pada u vremenu višeg BDP-a po stanovniku. Ekonometrijske analize zemalja diljem svijeta pokazale su da je dohodovna elastičnost potražnje za energijom viša u zemljama s nižim dohotkom.

Energija se s toga može analizirati i kao normalno i inferiorno dobro. Normalno dobro je kada potražnja za energijom, uz određene cijene, raste s porastom dohotka. U razvijenim zemljama i zemljama u razvoju ukupna potražnja za energijom raste kako raste dohodak. Međutim razlika se javlja kada se gleda rast potražnje za energijom po jedinici dohotka. Iznad određene razine, kao što je prikazano na sljedećoj slici, potražnja po jedinici dohotka počinje padati. U tom slučaju energija iz normalnog postaje inferiorno dobro. Analize u zemljama OECD-a ukazuju na znatna odstupanja u vremenu i BDP-u po stanovniku kada energija od normalnog dohotka postaje inferiorno dobro. Mjereno u BDP-u po tekućim cijenama u dolarima pomoću pariteta kupovne moći, energija je postala inferiorno dobro pri razini dohotka od šest do sedam tisuća USD (PPP) u Finskoj (1975), Francuskoj (1974), Italiji (1977) i Meksiku (1992). S druge strane u Austriji je to bilo pri razini od 14 tisuća USD 1985. godine, a u Nizozemskoj 1981. godine pri razni BDP-a po stanovniku od 11 tisuća USD (PPP).

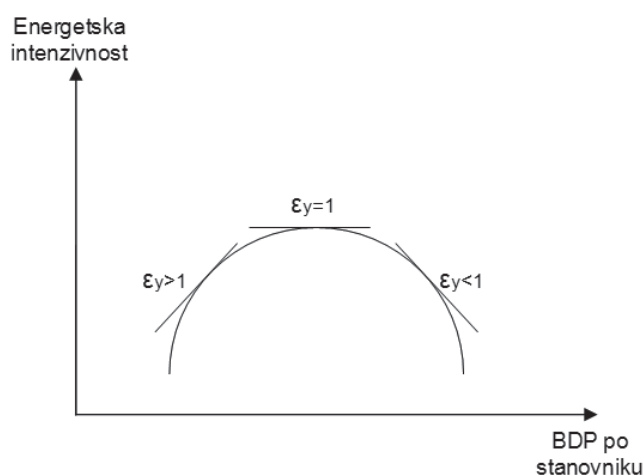
Kretanje energetske intenzivnosti tijekom vremena ima oblik obrnute U-krivulje kako raste dohodak po stanovniku (Medlock, K. A., Soligo, R., 2001). Na Grafu 4.2. prikazana je obrnuta U-krivulja s obzirom na energetska intenzivnost i BDP po stanovniku.

Na Grafu 4.2. se može vidjeti kretanje koeficijenta dohodovne elastičnosti potražnje. On pokazuje jačinu reakcije potražnje za energijom u odnosu na promjenu dohotka:

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta E}{E} : \frac{\Delta Y}{Y}, \quad (4.4.)$$

gdje je ε_y koeficijent dohodovne elastičnosti potražnje, E količina potražnje energije prije promjene dohotka, ΔE promjena u potražnji energije, Y dohodak prije promjene i ΔY promjena dohotka.

Graf 4.2. Odnos energetske intenzivnosti i dohotka



U ranim fazama razvoja svi sektori gospodarstva rastu po različitim stopama i u različito vrijeme te imaju sve više stope rasta potražnje za energijom. Industrijalizacija dovodi do maksimalnih stopa rasta potražnje za energijom dok u postindustrijskom društvu stopa rasta potražnje za energijom opada jer jedino uslužni sektor ima više stope rasta, a svi ostali manje u odnosu na razdoblje industrijalizacije. Razlike u energetske intenzivnosti između zemalja variraju ovisno o vremenskim fazama razvoja.

S obzirom na koeficijent dohodovne elastičnosti potražnje i energetske intenzivnosti tijekom porasta dohotka po stanovniku, tijekom vremena postoje tri moguća slučaja prikazana na gornjem grafu:

- $\varepsilon_y < 1$ – ako je dohodovna elastičnost potražnje za energijom manja od 1¹⁵, uz pretpostavku da je sve ostalo konstantno, energetska intenzivnost pada, a potražnja je dohodovno (relativno) neelastična;
- $\varepsilon_y > 1$ – ako je dohodovna elastičnost potražnje za energijom veća od 1¹⁶, uz pretpostavku da je sve ostalo konstantno, energetska in-

¹⁵ Ako je promjena dohotka od jedan posto uzrokovala promjenu potražnje za energijom manju od jedan posto.

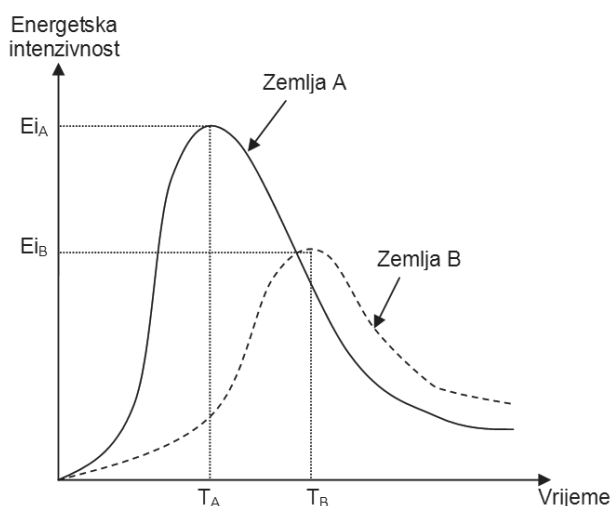
tenzivnost raste, a potražnja je dohodovno (relativno) elastična. Ovo ne znači da se smanjuje potražnja za energijom, već da rast potražnje raste sporije od rasta dohotka;

- $\varepsilon_y = 1$ – ako je dohodovna elastičnost potražnje za energijom jednaka 1¹⁷, uz pretpostavku da je sve ostalo konstantno, energetska intenzivnost se ne mijenja.

Objašnjavanje promjene u energetske intenzivnosti u odnosu na stupanj razvoja zemlje, ali na nešto drugačiji način služi i teorija dematerijalizacije (Bernardini, O., Galli, R., 1993). Ona počiva na dvije temeljne ideje. Prva je da intenzivnost korištenja energije i materijala inicijalno raste a zatim pada kako raste BDP u svim zemljama. Druga ideja je da što se zemlja kasnije razvija to će biti niža razina maksimalne intenzivnosti korištenja energije i materijala.

Koncept navedene dvije ideje je prikazan na Grafu 4.3. na primjeru dviju zemalja, A i B.

Graf 4.3. Koncept dematerijalizacije prikazan na zemljama A i B



Graf 4.3. prikazuje kretanje energetske intenzivnosti tijekom vremena za dvije zemlje uz pretpostavku da su BDP po stanovniku i vrijeme pozitivno korelirani. Zemlja A se brže razvijala od zemlje B. Uz pretpostavku ceteris paribus, zemlja A maksimalnu razinu energetske intenzivnosti (T_A , E_{iA}) dostiže prije zemlje B (T_B , E_{iB}). Zemlja B ima određen dobitak od proizvodnih procesa i tehnologije koju je prije nje razvila i koristila zemlja A što za pos-

¹⁶ Ako je promjena dohotka od jedan posto uzrokovala promjenu potražnje za energijom veću od jedan posto.

¹⁷ Ako je postotna promjena dohotka jednaka postotnoj promjeni potražnje za energijom.

ljudicu ima da je vrhunac energetske intenzivnosti u zemlji B niži od vrhunca energetske intenzivnosti zemlje A, odnosno:

$$E_{iA} > E_{iB} \text{ jer je } T_A < T_B.$$

Na temelju navedenog može se zaključiti da sadašnje zemlje u razvoju, ili bar velika većina njih, nikada neće doseći ostvarenu maksimalnu razinu energetske intenzivnost razvijenih zemalja zbog razvoja i napretka tehnologije.

4.2.3. Ekonomsko-energetski agregati u analizi energetske intenzivnosti

4.2.3.1. Cijene energije

Cijena energije jedna je od temeljnih varijabli analize energetske intenzivnost. Cijene energenata, primarno se misli na sirovu naftu, se od 90-tih godina prošloga stoljeća definiraju na spot-tržištima¹⁸ sirove nafte kao barometri kretanja cijena sirove nafte. Tri najvažnija spot-tržišta sirove nafte, definirana prema različitoj kvaliteti nafte, su u Londonu (za Brent naftu), New Yorku (WTI – West Texas Intermediate) i Singapuru (Dubai) i predstavljaju referentne cijene za naftna tržišta drugačije kvalitete nafte¹⁹ koja su indeksirana na njih. Cijene nafte se objavljuju u različitim publikacijama, a najpoznatije su PLATT'S Oilgram Journal iz New Yorka, Petroleum Argus i London Oil Report. Također postoje tržišta naftnih derivata koja su najčešće smještena blizu izvoznih rafinerija kao što su New York (Istočna obala²⁰), Sjeverozapadna Europa (Amsterdam–Rotterdam–Antwerpen), Mediteran (Genova–Lavera), Perzijski zaljev²¹, Jugoistočna Azija (Singapur) i Meksički zaljev²².

Cijene naftnih derivata i ugljena su strogo determinirane prirodnim sastavom i kvalitetom proizvoda dok su cijene prirodnoga plina, električne energije i topline najčešće određene sljedećim varijablama:

- Vrsta i tip potrošača (kućanstva ili industrija, količina potrošnje);
- Vrijeme trošenja energije (noć, dan, zima, ljeto);
- Geografski smještaj (toplije ili hladnije geografske regije).

Stavljanjem tih triju varijabli u povezani kontekst dobivaju se tarifni sustavi kao formalni dokumenti kojima se definira cijena energenata za krajnje kupce. Cijena finalne potrošnje energije uključuje pet komponenti: trošak proizvodnje, trošak transporta, trošak transformacije, tržištu maržu i poreze.

Kod mjerenja cijena koriste se tri metode. Prva metoda definira referentnu cijenu između više različitih proizvoda za potrošnju²³. Druga metoda cijenu

¹⁸ Spot-tržišta su tržišta gdje se sklapaju kupoprodajni ugovori s trenutačnom isprukom.

¹⁹ Sirova nafta razlikuje se jedna od druge s obzirom na energetska vrijednost.

²⁰ East Coast

²¹ The Persian Gulf

²² The Gulf of Mexico

²³ Metoda koju koristi IEA (International Energy Agency) u svojim publikacijama za određivanje cijena ugljena.

determinira na temelju prosječnih ponderiranih cijena²⁴. Treća metoda računa prosječnu jediničnu cijenu temeljenu na odnosu između prihoda dobavljača energije i prodanih količina²⁵.

S obzirom na razlike u korištenim metodama, javljaju se i razlike među cijenama energije u njihovim nacionalnim publikacijama ili publikacijama međunarodnih organizacija.

U ekonometrijskim modelima cijena energije se kao varijabla koristi u proizvodnoj funkciji, kao cijena proizvodnog inputa, i u funkciji potražnje, kao cijena potrošačkog dobra. Cijene se u modelima često uzimaju kao egzogene varijable volumena potrošnje energije osim u modelima ponude i potražnje i modelima koji determiniraju samu cijenu energije. U modelima potražnje javlja se problem s egzogenošću cijene jer je sama cijena determinanta potražnjom za energijom²⁶. Čest metodološki problem (Bacon, R. W., 1991) kod cijena energije je efekt asimetrije cijena u slučaju rasta ili pada cijena. Promjenom cijena, posebice nafte i naftnih derivata, kod reakcije proizvođača i potrošača na promjenu cijena postoji nesavršena reverzibilnost. Gatey i Huntington (Gatey, D., Huntington, H. G., 2002) su pokazali da je najbolji način za uključivanje efekta asimetrije cijena u modele da se cijena raščlani na komponente:

- Maksimalna povijesna cijena tijekom intervala $[0,t]$ – $P_{\max,t}$;
- Kumulativne serije smanjenja cijena – $P_{\text{cut},t}$;
- Kumulativne serije povećanja cijena, $P_{\text{rec},t}$,

tako da:

$$P_t = P_{\max,t} + P_{\text{cut},t} + P_{\text{rec},t}, \quad (4.5.)$$

gdje su:

- pozitivne i neopadajuće serije:

$$P_{\max,t} \equiv \max(P_0, \dots, P_t), \quad (4.6.)$$

- nepozitivne i nerastuće serije:

$$P_{\text{cut},t} \equiv \sum_{i=0}^t \min \left[0, (P_{\max,i-1} - P_{i-1}) - (P_{\max,i} - P_i) \right], \quad (4.7.)$$

- nenegativne i neopadajuće serije:

$$P_{\text{rec},t} \equiv \sum_{i=0}^t \max \left[0, (P_{\max,i-1} - P_{i-1}) - (P_{\max,i} - P_i) \right], \quad (4.8.)$$

²⁴ Metoda koju koristi Eurostat (Statistički ured EU-a).

²⁵ Metoda koju koristi IEA za cijene prirodnoga plina i električne energije za industrijske potrošače i kućanstva.

²⁶ U slučaju električne energije česte su degresivne i progresivne tarife.

4.2.3.2. Agregatni prikaz energetske varijabli

U empirijskim analizama koriste se različite kategorije energetske podataka. Definicije korištenih podataka, načini i uvjeti njihova mjerenja te metode izračuna temelj su za analize. Energetska statistika vrlo je važan izvor energetske podataka koji daje pregled tijeka energije od proizvodnje primarne energije, njene transformacije u sekundarno gorivo do finalne potrošnje energije po potrošačima i sektorima. Energetski tijek se statistički evidentira na svakom koraku kretanja energije, jednom u njenom transportu i dvaput u transformacijskom procesu, prvi put na ulazu i drugi put na izlazu iz procesa transformacije energije. Podaci o finalnoj potrošnji energije evidentiraju se kroz prodaju energije preko distributera energije ili kroz bilancu tranzitnih količina.

U sintetiziranim tablicama energetske podaci su prikazani kroz:

- Ukupnu energetske bilancu ili energetski tijek – gdje su prikazani svi energetske izvori, bilanca dobave, inputi za transformaciju, gubici u distribuciji, potrošnja energetske sektora i finalna potrošnja energije;
- Sektorske bilance – prikaz podataka za svaki sektor potrošnje, vrlo često se prikazuje struktura potrošnje po kategoriji potrošača;
- Regionalne bilance – regionalni prikaz energetske podataka.

Podaci se prikazuju u jedinicama mase ili volumena za goriva, za električnu energiju u kWh (i drugim većim ili manjim jedinicama) i za toplinsku energiju u džulima ili kalorijama (i drugim većim ili manjim jedinicama). Ostale jedinice se konverzijskim faktorima pretvaraju u te osnovne mjerne jedinice.

Prikaz agregatnih energetske varijabli se može promatrati kroz energetske i ekonomski pristup.

4.2.3.3. Energetske pristup

Prikaz različitih energetske varijabli koje predstavljaju input i output na agregatnoj razini predstavlja temelj za kvalitetnu energetske-ekonomsku analizu.

Najjednostavniji način agregiranog prikaza različitih oblika energije je pomoću termalnog ekvivalenta²⁷:

$$E_t = \sum_{i=1}^N E_{it} , \quad (4.9.)$$

gdje je E termalni ekvivalent goriva i (od N vrsta) u vremenu t . Prednost korištenja termalnog ekvivalenta je u lakoj upotrebi mjernih jedinica i njihovih energetske konverzijske faktora i jednostavno mjerenje. Usprkos činjenici da je ova metoda raširena u upotrebi, njen je glavni nedostatak zanemarivanje kvalitete među energentima (gorivima). Kvaliteta energije se definira kao relativna ekonomska korisnost po ekvivalentnoj jedinici topline različitih gori-

²⁷ Vrijednost jednog energenta izrađena energetske vrijednošću drugog energenta ili jednim zajedničkom univerzalnom energetske vrijednošću.

va i električne energije. S obzirom na promjenu strukture potrošnje primarnih energenata tijekom povijesti za pretpostaviti je da i kvaliteta energije ima važnu ulogu u gospodarskom razvoju. Kvaliteta električne energije pokazala se determinirajućom varijablom produktivnosti kapitala i rada te potrošnje energije po jedinici BDP-a.

Kvaliteta energije razlikuje se od kvalitete resursa. Tako se npr. nafta i ugljen smatraju visokokvalitetnim izvorima energije jer stvaraju relativno visok energetske višak s obzirom na energiju potrošenu za proizvodnju goriva. S druge strane električna energija iz solarnih²⁸ izvora može se smatrati izvorom niske energetske kvalitete zbog niskog energetskog povratka na investiciju (EROI²⁹).

EROI se računa pomoću formule:

$$EROI_t = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{i,t} E_{i,t}^o}{\sum_{i=1}^n \lambda_{i,t} E_{i,t}^c}, \quad (4.10.)$$

gdje je $\lambda_{i,t}$ faktor kvalitete goriva i u vremenu t , E^o termalni ekvivalent energetskih outputa, E^c termalni ekvivalent energetskih inputa.

Međutim ako se analizira korisni ekonomski rad koji proizvede električna energija iz solarnih ćelija u odnosu na jedinicu topline nafte ili ugljena, kvaliteta energija se može promijeniti.

Za izračun agregiranog prikaza energije koristi se sljedeća formula:

$$E_t^* = \sum_{i=1}^N \lambda_{ii} E_{ii}, \quad (4.11.)$$

gdje λ predstavlja faktor kvalitete koji se razlikuje od goriva do goriva u vremenu t , ali se razlikuje i tijekom vremena za jedno gorivo. Agregirani prikaz energije najčešće se prikazuje pomoću agregiranog indeksa:

$$f(E_t) = \sum_{i=1}^N \lambda_{ii} g(E_{ii}), \quad (4.12.)$$

gdje su $f(E_t)$ i $g(E_{ii})$ funkcije, λ_{ii} ponder kvalitete svakog goriva, E_i energent i , N broj energenata, E_t agregatni energetski indeks u vremenu t .

4.2.3.4. Ekonomski pristup

S ekonomskog gledišta, vrijednost toplinskog ekvivalenta nekog goriva determinirana je njegovom cijenom. Tržišna cijena se na energetskom tržištu određuje varijablama ponude i potražnje. Prema neoklasičnoj teoriji cijena po ekvivalentu topline goriva mora biti jednaka njegovoj graničnoj vrijednosti te stoga predstavlja njegovu ekonomsku korisnost. S teoretskog aspekta, za potrošača je tržišna cijena rezultat utjecaja velikog broja varijabli koje determi-

²⁸ Sunčeva energija.

²⁹ Energy Return on Investmet

niraju ekonomsku korisnost goriva. Zbog velikog broja karakteristika koje se razlikuju s obzirom na vrstu goriva, različita goriva i električna energija nisu savršeni supstituti ni u proizvodnji niti u potrošnji energije (Berndt, E., 1990).

Ako je granični proizvod³⁰ povezan sa cijenom, kvaliteta energije se može mjeriti korištenjem cijene goriva s obzirom na ponder njegovog toplinskog ekvivalenta (λ). Najjednostavniji način njegova definiranja je:

$$\lambda_{it} = \frac{P_{it}}{P_{1t}}, \quad (4.13.)$$

gdje je P_{it} cijena goriva po toplinskoj vrijednosti. Cijena svakog goriva se relativno mjeri u odnosu na gorivo tipa 1 (gorivo s kojim se ostala goriva analiziraju). Kod ovakvog načina definiranja indeksa pretpostavka je da su goriva savršeni supstituti, što u praksi nisu. Zbog toga se koristi poseban Divisia indeks E^* :

$$\ln E_t^* - \ln E_{t-1}^* = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{P_{it}E_{it}}{2 \sum_{i=1}^n P_{it}E_{it}} + \frac{P_{i,t-1}E_{i,t-1}}{2 \sum_{i=1}^n P_{i,t-1}E_{i,t-1}} \right) \times (\ln E_{it} - \ln E_{i,t-1}) \right], \quad (4.14.)$$

gdje je P cijena goriva, n goriva, E količina finalne potrošnje energije izražena kroz termalnu jedincu svakog potrošenog goriva.

Upotreba cijena goriva u agregatnom prikazu energije ima određene nedostatke. Prvi je pretpostavka u izračunu indeksa da elastičnost supstitucije među gorivima nije funkcija korištenja količina ostalih inputa u proizvodnji, što u nekim slučajevima nije realno. Druga je pretpostavka da je mogućnost supstitucije među gorivima i outputom jednaka, što ne mora biti slučaj. Treći limit u korištenju cijena u izračunu indeksa je da općenito ne postoje cijene za gubitke jer je nemoguće konstruirati ekonomski indeks tijeka gubitaka.

4.2.4. Utjecaj tehnologije na energetska intenzivnost

Veza tehnologije i potrošnje energije je vrlo značajna. Gotovo sva današnja tehnologija pokreće se pomoću raznih oblika energije. Tehnologija se sve više razvija, a njena primjena je sve raširenija. Pojavom nove i bolje tehnologije ona se sve više širi na tržištu. Graf 4.4. prikazuje S oblik krivulje postupnog širenja primjene tehnologije na tržištu. Kako vrijeme odmiče tako je nova tehnologija sve raširenija na tržištu. Nakon određenog vremena naglo se povećava njeno prihvaćanje i zatim slijedi zasićenje tržišta.

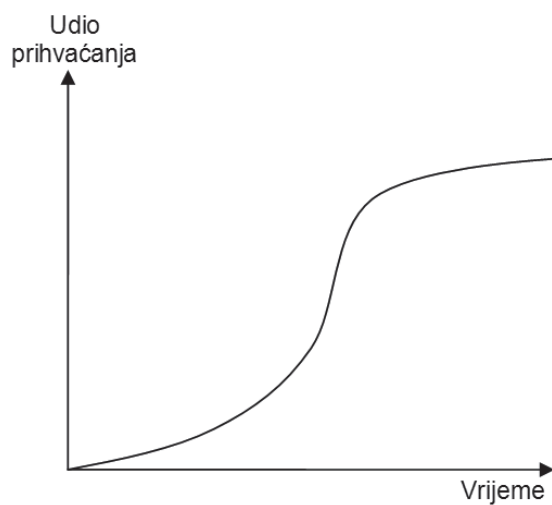
Povećanje primjene vodi manjoj potrošnji energije za istu razinu BDP-a što je prikazano na Grafu 4.5.

Prikazane su dvije krivulje intenzivnosti E_{i1} i E_{i2} . E_{i1} je krivulja energetske intenzivnosti uz različite kombinacije potrošnje energije i BDP-a prije te-

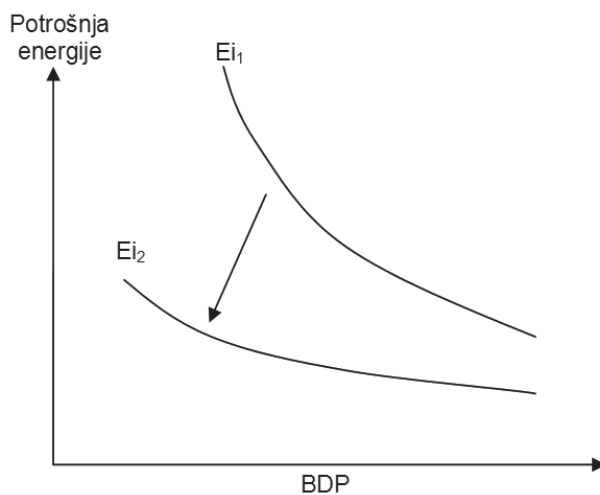
³⁰ Odnos promjene ukupnog proizvoda i promjene bilo kojeg varijabilnog proizvodnog faktora kad se ostali proizvodni faktori ne mijenjaju.

hnološkog napretka, a Ei_2 krivulja energetske intenzivnosti uz različite kombinacije potrošnje energije i BDP-a nakon tehnološkog napretka. Na grafu je prikazano kako razvoj novih tehnoloških postignuća vodi smanjenju energetske intenzivnosti.

Graf 4.4. S oblik krivulje postupnog širenja primjene tehnologije



Graf 4.5. Utjecaj inovacija na energetske intenzivnosti



4.2.5. Utjecaj kvalitete energije na energetska intenzivnost

Promjena strukture potrošnje energije ima značajan utjecaj na energetska intenzivnost u gospodarstvu. Smanjenje intenzivnosti od 50-tih godina 20. stoljeća neki ekonomisti vide i kao rezultat promjene kvalitete energije čemu se ne pridaje dovoljan značaj. Efekti promjene kvalitete energije³¹ na energetska intenzivnost mogu se procijeniti pomoću sljedeće formule:

$$\frac{E}{GDP} = \alpha + \beta_1 \ln\left(\frac{NG}{E}\right) + \beta_2 \ln\left(\frac{N}{E}\right) + \beta_3 \ln\left(\frac{PEE}{E}\right) + \beta_4 \left(\frac{PCE}{BDP}\right) + \beta_5 (SP) + \beta_6 \ln(P) + \varepsilon \quad (4.15.)$$

gdje je E ukupna potrošnja primarne energije mjerena u jedinicama topline, BDP realni bruto domaći proizvod, PCE realni izdaci kućanstava za energiju, NG prirodni plin, N nafta, PEE primarna električna energija dobivena i hidroelektrana, nuklearnih elektrana, sunčeve energije ili geotermalnih izvora, SP struktura proizvodnje koja mjeri udio energetska intenzivnih i energetska neintenzivnih sektora u GDP, P realna cijena energije, a $\beta_1 - \beta_6$ koeficijenti regresije.

Za pretpostaviti je da su koeficijenti $\beta_1 - \beta_3$ negativni budući da prirodni plin, nafta i primarna električna energija imaju veći korisni rad (i zbog toga stvaraju veći ekonomski output) po jedinici topline od ugljena.

Formulom se pokazuje da ostvarena gospodarska aktivnost po jedinici topline opada kako raste potreba za gorivom veće kvalitete što vodi smanjenju energetska intenzivnosti gospodarstva uz pretpostavku ceteris paribus.

Analize utjecaja promjene strukture potrošnje energenata na energetska intenzivnost provedene su za Francusku, Njemačku, Japan, Veliku Britaniju i SAD³² (Kaumann, R. K., 1992; Hall, R. E., Jones, I. C., 1999). Sve varijable su imale značaj u skladu s ekonomskom teorijom i bile su statistički signifikantne. Regresijska analiza je pokazala da promjena u strukturi potrošnje energije, od ugljena prema nafti i električnoj energiji, ima utjecaj na kretanje energetska intenzivnosti (G/BDP) u analiziranom razdoblju za svaku zemlju. Sve zemlje imaju trend rasta u kretanju udjela primarne električne energije u ukupnoj primarnoj energiji, osim Japana gdje se udio primarne električne energije u ukupnoj primarnoj energiji smanjuje do 1970-ih, a nakon toga raste.

Analiza je pokazala važnost kvalitete energije u agregatnoj analizi. U budućnosti se očekuju manje stope smanjenja energetska intenzivnosti zbog smanjenja mogućnosti supstitucije jednog energenta i sve veće kvalitete energije u finalnoj potrošnji. Najčešće se navode tri faktora koji mogu ograničiti buduću supstituciju energenta. Prvi je ograničenje u procesu supstituci-

³¹ Također analizira i efekte promjena cijena energije te promjene u strukturi proizvodnje i potrošnje.

³² Vrijeme analize za Francusku, Njemačku, Japan i Veliku Britaniju je od 1950/1955. do 1990. godine, a za SAD od 1929. do 1985. godine.

je. Kvaliteta energije se ne može dugoročno znatno poboljšavati bez otkrića novih fizikalnih principa. Drugi limitirajući faktor je taj da različiti energetske izvori nisu savršeni supstituti³³. Treći je faktor ograničenost energetskih resursa što vodi smanjenju visokokvalitetnih energenata, kao što je nafta u odnosu na ugljen, u 21. stoljeću.

4.2.6. Metode dekompozicije energetske intenzivnosti

Kod pokušaja procjena poboljšanja efikasnosti pomoću pokazatelja energetske intenzivnosti potrebno je najprije izolirati efekte koje stvarno utječu na poboljšanje efikasnosti na način da se neutraliziraju ostali efekti koji doprinose povećanju ili smanjenju intenzivnosti. Postoje mnogi faktori kod mjerenja intenzivnosti na makro razini, bilo da su ekonomske prirode (efekti aktivnosti, strukturni efekti, efekti supstitucije, cjenovni efekti...) ili se radi o klimatskim, tehničkim i energetskim faktorima. Neki od njih se mogu eliminirati kod uređivanja podataka potrošnje energije na godišnjoj razini. Jedan od čestih slučajeva je eliminiranje klimatskih utjecaja korištenjem referentnih temperatura kod definiranja godišnje potrošnje energije korištenjem sljedećih formula:

$$OFP_E = FP_{En} (1 - K) + FP_{En} K (SD / SD_n), \quad (4.16.)$$

$$FP_{En} = FP_E \left[1 / (1 - K (1 - SD / SD_n)) \right], \quad (4.17.)$$

gdje je OFP_E ostvarena finalna potrošnja energije, FP_{En} normalizirana finalna potrošnja energije definirana referentnom godišnjom klimom, K udjel energije potrošene za grijanje ili hlađenje prostora u ukupnoj potrošnji energije FP_{En} , SD stvarni stupanj dani u analiziranoj godini – predstavljaju sumu razlika između ostvarene dnevne temperature i fiksne temperature od 18° C, SD_n stupanj dani u normalnoj godini.

Kod kvantificiranja utjecaja pojedinih efekata na energetske intenzivnosti najlakše je matematički definirati utjecaj strukturnih efekata povezanih s različitim gospodarskim aktivnostima unutar pojedinih sektora gospodarstva³⁴.

Dekompozicija intenzivnosti u svom standardnom obliku provodi se pomoću metoda koje se nazivaju Indeksi dekompozicijske analize (Indeks of Decomposition Analysis – IDA). Nakon 1990-te dolazi do značajnijeg istraživanja i primjene različitih metodologija u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju.³⁵

Energetska intenzivnost je definirana na sljedeći način:

Potrošnja energije u vremenu t , Ep_t , je:

³³ Primjer je pokretanje aviona električnom energijom umjesto kerozinom.

³⁴ Tako se npr. intenzivnost može smanjiti zbog uvođenja nove tehnologije koja zahtijeva korištenje manjeg poslovnog prostora što za posljedicu ima manju potrošnju energije za grijanje.

³⁵ Liu, G. et al., (1992), Boyd, G. A., Roop, J. M., (2004), Ang, B. W., (2005)

$$Ep_t = \sum_{i=1}^n Ep_{it} , \quad (4.18.)$$

a ukupna proizvodnja / dohodak u vremenu t , Y_t :

$$Y_t = \sum_{i=1}^n Y_{it} , \quad (4.19.)$$

Energetska intenzivnost u vremenu t , EI_t , definirana je kao:

$$EI_t = \frac{Ep_t}{Y_t} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_{it}}{Y_t} \frac{Ep_{it}}{Y_{it}} , \quad (4.20.)$$

gdje je i broj sektora u gospodarstvu.

Uz pretpostavku da je:

$$S_{it} = \frac{Y_{it}}{Y_t} , \quad (4.21.)$$

$$EI_{it} = \frac{Ep_{it}}{Y_{it}} , \quad (4.22.)$$

gdje je S_{it} udio sektora i u ukupnoj proizvodnji, a EI_{it} energetska intenzivnost sektora i tada je:

$$EI_t = \sum_{i=1}^n S_{it} \times EI_{it} , \quad (4.23.)$$

Dekompozicijske metode u analizi intenzivnosti koriste dva sintetička indeksa, I_{str} (strukture) i I_{int} (intenzivnosti) koji se dobiju množenjem niza faktora u aritmetičkoj progresiji³⁶.

Indeksi su određeni odnosom intenzivnosti I_T i I_0 , gdje su T i 0 oznake vremena tako da: $I_T/I_0 = I_{str}(S_0, S_T, I_0, I_T) \cdot I_{int}(S_0, S_T, I_0, I_T)$, gdje S_0, S_T, I_0, I_T predstavljaju vektore količine $S_{i0}, S_{iT}, I_{i0}, I_{iT}$.

Strukturni efekt I_{str} se računa kao promjena agregatne energetske intenzivnosti I_T/I_0 koja će se ostvariti ako se intenzivnost svakog sektora (industrije) ne mijenja tijekom analiziranog razdoblja (E_{i0}/Y_{i0}) iako se struktura proizvodnje (Y_{iT}/Y_T) promijenila tijekom vremena. Izračun strukturnih efekata pomoću indeksa razvijenih u protekla tri desetljeća je prikazan u Tablici 4.1.

Efekt intenzivnosti I_{int} se računa kao promjena agregatne energetske intenzivnosti I_T/I_0 koja se ostvarila ako se struktura proizvodnje ne mijenja tijekom analiziranog razdoblja te je ostala ista kao na početku analiziranog razdoblja (Y_{i0}/Y_0) dok se intenzivnost svakog sektora (industrije) promijenila tijekom vremena (E_{iT}/Y_{iT}). Izračun efekta intenzivnosti pomoću indeksa prikazan je u Tablici 4.2.

³⁶ Faktorijela

Tablica 4.1. Dekompozicija promjena energetske intenzivnosti – Strukturni efekt

Indeks:	Formula:
Laspeyre	$I_{str}^L = \sum_i S_{iT} \cdot I_{i0} / \sum_i S_{i0} \cdot I_{i0}$
Paasch	$I_{str}^P = \sum_i S_{iT} \cdot I_{iT} / \sum_i S_{i0} \cdot I_{iT}$
Fisher	$I_{str}^F = (I_{str}^L \cdot I_{str}^P)^{1/2}$
Tönqvist ili AMD ³⁷	$I_{str}^{AMD} = \exp \left[\sum_i \frac{(w_{iT} + w_{i0})}{2} \ln(S_{iT} / S_{i0}) \right]$ $w_{iT} = E_{iT} / E_t$
LMD ³⁸	$I_{str}^{LMD} = \exp \left[\sum_{t=1}^{t=T} \sum_i w_{it}^* \ln(S_{it} / S_{it-1}) \right]$ $w_{it}^* = (w_{it} - w_{it-1}) / \ln(w_{it} / w_{it-1})$

Izvor: Ang, B. W., (2005)

Tablica 4.2. Dekompozicija promjena energetske intenzivnosti –Efekt intenzivnosti

Indeks:	Formula:
Laspeyre	$I_{int}^L = \sum_i S_{i0} \cdot I_{iT} / \sum_i S_{i0} \cdot I_{i0}$
Paasch	$I_{int}^P = \sum_i S_{iT} \cdot I_{iT} / \sum_i S_{iT} \cdot I_{i0}$
Fisher	$I_{int}^F = (I_{int}^L \cdot I_{int}^P)^{1/2}$
Tönqvist ili AMD ³⁹	$I_{int}^{AMD} = \exp \left[\sum_i \frac{(w_{iT} + w_{i0})}{2} \ln(I_{iT} / I_{i0}) \right]$ $w_{iT} = E_{iT} / E_t$

³⁷ Arithmetic Mean Divisia

³⁸ Chained LOG Mean Divisia

³⁹ Arithmetic Mean Divisia

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Indeks:	Formula:
LMD ⁴⁰	$I_{\text{int}}^{\text{LMD}} = \exp \left[\sum_{t=1}^{t=T} \sum_i w_{it}^* \ln(I_{it} / I_{it-1}) \right]$ $w_{it}^* = (w_{it} - w_{it-1}) / \ln(w_{it} / w_{it-1})$

Izvor: Ang, B. W., (2005)

Iako se indeksi koriste u praksi, imaju dva nedostatka. Prvi je da se mogu primijeniti jedino na industrijski sektor na način da se dekompoziciji potrošnje energije svakog od podsektora industrije pridoda dekompozicija dodane vrijednosti ili proizvodnje. Drugi je nedostatak kvalitetnijih/preciznih statističkih podataka ukupne potrošnje energetski intenzivnih grana unutar pojedinog podsektora.

Zbog tih nedostataka često se u analizama koriste i ODEX – pokazatelji (Bosseboeuf, D. et al, 2005; World Energy Council, 2004):

Efekt jedinične potrošnje,⁴¹ EFCU_t je:

$$EFCU_t = A_t (UC_t - UC_0), \quad (4.24.)$$

gdje je A_t proizvodnja pojedinih podsektora unutar industrije, UC_t jedinična potrošnja u godini t, UC_0 jedinična potrošnja u baznoj godini.

Indeks energetske efikasnosti I definiran je formulom:

$$I_t = E_t / (E_t - EFCU_t) \times 100, \quad (4.25.)$$

gdje je E_t godišnja potrošnja energije.

Ponderirani indeks definiran je sljedećom jednadžbom:

$$I_{t-1} / I_t = \sum_i EC_{i,t} * (UC_{i,t} / UC_{i,t-1}), \quad (4.26.)$$

gdje je $EC_{i,t}$ dio pojedinog podsektora i u ukupnoj proizvodnji.

4.3. Međunarodna poredbena analiza

Kod uobičajenih analiza energetsko-ekonomskih varijabli i izvedenih pokazatelja u stručnoj literaturi⁴² se primjenjuje sljedeća geopolitička podjela svijeta:

- OECD⁴³ zemlje – razvijenije zemlje svijeta koje se najčešće dijele na:
 - zemlje Sjeverne Amerike (SAD, Kanada i manje razvijeni Meksiko);
 - zemlje Pacifika (Australija, Japan, Južna Koreja i Novi Zeland);

⁴⁰ Chained LOG Mean Divisia

⁴¹ The unit consumption effect

⁴² Publikacije IEA – International Energy Agency

⁴³ Organisation for Economic Co-operation and Development

- zemlje Europe (Austrija, Belgija, Češka, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Mađarska, Island, Irska, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Norveška, Poljska, Portugal, Slovačka, Španjolska, Švedska, Švicarska, Turska i Ujedinjeno Kraljevstvo),
- Latinska Amerika (zemlje Srednje i Južne Amerike bez Meksika),
- Ostala Azija (zemlje Azije bez Kine, Japana i Koreje),
- Afrika (sve zemlje),
- Kina,
- Bliski istok (Bahrein, Iran, Irak, Izrael, Jordan, Kuvajt, Libanon, Oman, Katar, Saudijska Arabija, Sirija, Ujedinjeni Arapski Emirati i Jemen),
- Bivši SSSR (Armenija, Azerbajdžan, Bjelorusija, Estonija, Gruzija, Kazahstan, Kirgistan, Latvija, Litva, Moldavija, Rusija, Tadžikistan, Turkmenistan, Ukrajina i Uzbekistan),
- Zemlje Europe koje nisu članice OECD-a (Albanija, Bosna i Hercegovina, Bugarska, Hrvatska, Cipar, Gibraltar, FYROM, Malta, Rumunjska, Srbija, Crna Gora i Slovenija),
- Svijet ukupno.

Poredbena analiza je ponajprije usmjerena na zemlje OECD-a, kao najrazvijenije zemlje svijeta i najveće potrošače energije, i na Hrvatsku i zemlje u njenom bližem okruženju.

4.3.1. Potrošnja energije

Potrošnja energije, ekonomska aktivnost i demografski pokazatelji temelj su poredbene analize energetske intenzivnosti i ostalih energetskih pokazatelja. Svjetska potrošnja primarne energije se u razdoblju od 1973. do 2005. godine udvostručila. Porasla je s oko 6500 Mtoe⁴⁴ na oko 11.500 Mtoe. Prosječna godišnja stopa rasta potrošnje energije je iznosila 2,1 posto dok je svjetsko stanovništvo raslo po stopi od 1,6 posto, a BDP 3,4 posto godišnje u istom promatranom razdoblju. Porast i promjenu potrošnje ostvarile su sve analizirane regije, a promijenila se i struktura, što se može vidjeti u Tablici 4.3. i Tablici 4.4.

Zemlje OECD-a, koje čine 23 posto svjetskog stanovništva, trošile su oko 60 posto svjetske energije na stvaranje oko 84 posto svjetskog BDP-a u stalnim cijenama ili 66 posto svjetskog BDP-a u stalnim cijenama pomoću PPP-a 1973. godine. U razdoblju od 1973. do 2005. godine njihov udio u stanovništvu se smanjio na 18 posto, potrošnja energije na 50 posto, a BDP na 78, odnosno 56 posto.

Nakon zemalja OECD-a najznačajniji potrošači energije su Kina i ostala Azija s udjelom od 27 posto u strukturi ukupno utrošene energije. Razlog tako naglom rastu potražnje za energijom leži u činjenici da je većina azijskih

⁴⁴ Milijuna tona ekvivalentne nafte

zemalja, na čelu s Kinom, ostvarivala visoke stope gospodarskog rasta⁴⁵. Udio u svjetskom stanovništvu im je ostao na razini od oko 50 posto dok je istovremeno udio BDP-a porastao s tri posto po realnom deviznom tečaju, odnosno 10 posto po PPP, na 11, odnosno 28 posto.

Tablica 4.3. Struktura ukupne potrošnje primane energije, stanovništva i BDP-a po regijama u svijetu za 1973. i 2005. godinu

Regije	1973.				2005.			
	st.	TPES	BDP realni	BDP PPP	st.	TPES	BDP realni	BDP PPP
OECD ukupno	23%	62%	84%	66%	18%	50%	78%	56%
Bliski istok	2%	1%	2%	3%	3%	4%	2%	2%
Bivši SSSR	6%	14%	3%	10%	4%	9%	1%	4%
Ne-OECD Europa	1%	2%	0%	1%	1%	1%	0%	1%
Kina	23%	7%	1%	3%	20%	15%	6%	15%
Ostala Azija	28%	6%	2%	7%	32%	12%	5%	13%
Latin. Amerika	6%	4%	5%	7%	7%	4%	4%	6%
Afrika	10%	4%	2%	4%	14%	5%	2%	4%

Izvor: Izračun autora na temelju podataka OECD-a

Udio ostalih regija u strukturi potrošnje se nije značajnije promijenio, osim u slučaju bivšeg SSSR-a gdje je udio pao s 14 posto na devet posto. Pad udjela potrošnje uzrokovan je padom gospodarske aktivnosti tih zemalja i pada udjela BDP-a u svjetskom BDP-u.

U Tablici 4.4. prikazana je promjena stanovništva, potrošnje energije i BDP-a u analiziranom razdoblju.

Najviši porast potrošnje energije u odnosu na promjenu broja stanovnika imala je Kina ako zanemarimo mali udio zemalja Europe koje nisu članice OECD-a. Također rast BDP-a u Kini je bio oko 1400% posto, ovisno o metodi mjerenja BDP-a. I ostala Azija je imala rast potrošnje energije od 271 posto u odnosu na promjenu stanovništva od 88 posto. BDP je rastao preko 500 posto. U zemljama OECD-a stanovništvo je poraslo za 30 posto, potrošnja energije 47 posto, a BDP oko 230 posto. Najniži rast BDP-a ostvarile su zemlje bivšeg SSSR-a.

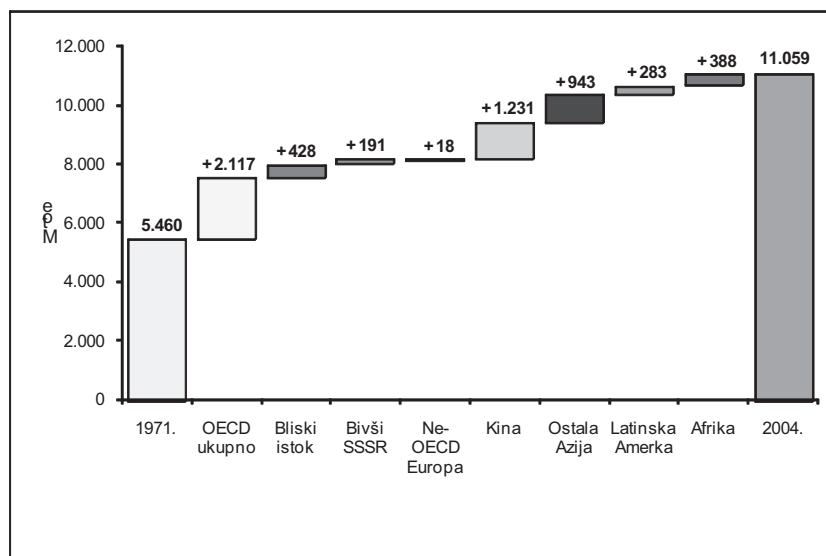
Ukupan porast potrošnje primarne energije u svijetu po regijama u razdoblju od 1971. do 2004. godine prikazan je na Grafu 4.6.

⁴⁵ Indija također spada među zemlje s višim stopama gospodarskog rasta i značajnom potrošnjom energije, ali je njena potrošnja energije po stanovniku 2005. godine bila oko 2,3 puta manja od kineske. Također prosječan rast potrošnje energije u zadnjih nekoliko godina u Kini je oko 10 posto dok u Indiji iznosi oko tri posto.

Tablica 4.4. Promjena potrošnje primane energije, stanovništva i BDP-a po regijama u svijetu za 1973. i 2005. godinu

Regije	Promjena broja stanovnika	Promjena potrošnje energije	Promjena BDP-a (stalne cijene) 2005/1973.	
	2005/1973	2005/1973	Realni tečaj	PPP
OECD ukupno	30%	47%	234%	235%
Bliski istok	158%	656%	246%	242%
Bivši SSSR	14%	13%	114%	111%
Ne-OECD Europa	1%	11%	213%	214%
Kina	48%	303%	1378%	1517%
Ostala Azija	88%	272%	562%	530%
Latinska Amerika	81%	123%	235%	242%
Afrika	128%	183%	252%	251%

Izvor: Izračun autora na temelju podataka OECD-a

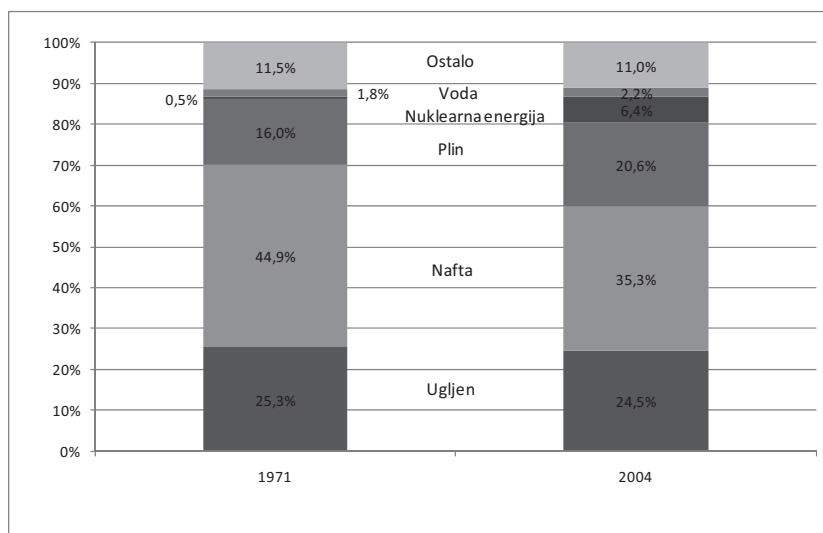
Graf 4.6. Porast ukupne potrošnje primarne energije u svijetu po regijama u razdoblju od 1971. do 2004. godine

Izvor: Izračun autora

Porastom potrošnje energije promijenila se i struktura njene proizvodnje kao što je prikazano na Grafu 4.7. U strukturi proizvodnje energije povećao

se udio energije proizvedene iz plina i nuklearnog goriva, a smanjio se udio energije proizvedene iz nafte.

Graf 4.7. Struktura ukupne proizvodnje energije 1971. i 2004. godine po energentu



Izvor: www.oecd.org

4.3.2. Analiza energetske intenzivnosti

Energetska intenzivnost je analizirana na tri načina. U prvom je prikazana potrošnja energije kroz TPES⁴⁶ (ukupna potrošnja primarne energije) u odnosu na BDP. Zatim je analizirana potrošnja električne energije u kWh po jedinici BDP-a. Treći način prikazuje potrošnju nafte u Mtoe po ostvarenom BDP-u.

BDP je računat na bazi na vrijednosti USD iz 2000. godine korištenjem pariteta kupovne moći (PPP) i BDP-a u stalnim cijenama korištenjem realnog deviznog tečaja. Poredbena analiza rađena je temeljem indeksa tako što su pokazatelji zemlja/regija analizirani u odnosu na pokazatelje baznih zemalja/regija koje su prikazane indeksom 100. Podaci su iz 2004. ili 2005. godine, ovisno o dostupnim podacima.

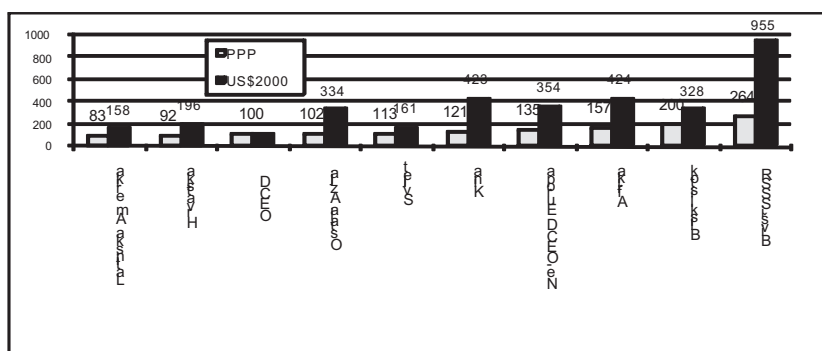
4.3.2.1. Ukupna potrošnja primarne energije po jedinici BDP-a

Analiza osnovnog pokazatelja energetske intenzivnosti prikazana je po osnovnim političko-ekonomskim podjelama u svijetu za 2004. godinu. U analizu je uvrštena i Hrvatska kao posebna cjelina bez obzira što spada u grupaciju zemalja koje nisu članice OECD-a. Zemlje OECD-a, kao najrazvijenije

⁴⁶ Total Primary Energy Supply

zemlje svijeta, prikazane su indeksom 100 i u odnosu na njih su prikazane sve ostale regije i Hrvatska. Poredbena analiza je pokazala velike različitosti ovisno o korištenoj metodi mjerenja BDP-a. Korištenje pariteta kupovne moći u izračunu indeksa TPES/BDP pokazuje manje razlike među analiziranim regijama. S druge strane kad se u analizi uzima BDP u stalnim cijenama iz 2000. godine, razlike se znatno povećavaju, i po nekoliko puta. S obzirom na navedeno na grafovima se prikazuje poredbena analiza dvaju načina izračuna indeksa TPES/BDP budući se i u publikacijama OECD-a koriste oba načina izračuna energetske intenzivnosti.

Graf 4.8. Indeks TPES/BDP-a (OECD=100)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Na Grafu 4.8. se vidi da korištenjem BDP-a pomoću pariteta kupovne moći Hrvatska troši samo osam posto manje energije za stvaranje 1000 USD, što ukazuje da Hrvatska s manje energije proizvede istu količinu BDP-a. Grupacija zemalja u koju po podjelama spada i Hrvatska, zemlje koje nisu članice OECD-a, troše 35 posto više energije za proizvodnju BDP-a. Ista situacija je i sa zemljama Latinske Amerike koje istom metodom koriste čak 17 posto manje energije u odnosu na zemlje OECD-a. Sve druge regije/zemlje su energetske intenzivnije, odnosno treba im više energije za proizvodnju 1000 USD BDP-a. Energetske najintenzivnije su zemlje bivšeg SSSR-a koje ostvaruju potrošnju veću 2,64 puta. Svijet troši samo 13 posto više.

S druge strane kad se koristi BDP u stalnim cijenama, indeks se značajno mijenja i u tom slučaju zemlje OECD-a imaju najmanju potrošnju primarne energije po 1000 jedinica BDP-a. U tom slučaju Hrvatska troši gotovo dvostruko više energije za istu količinu BDP-a, kao i zemlje OECD-a, dok Latinska Amerika troši oko 60 posto više. Energetske najintenzivnije su opet zemlje bivšeg SSSR-a koje imaju indeks veći oko 9,5 puta, što pokazuje da im je potrebno 9,5 puta više energije za proizvodnju 1000 USD BDP-a. U ovoj analizi svjetska energetska intenzivnost je za 60 posto lošija nego ona zemalja članica OECD-a.

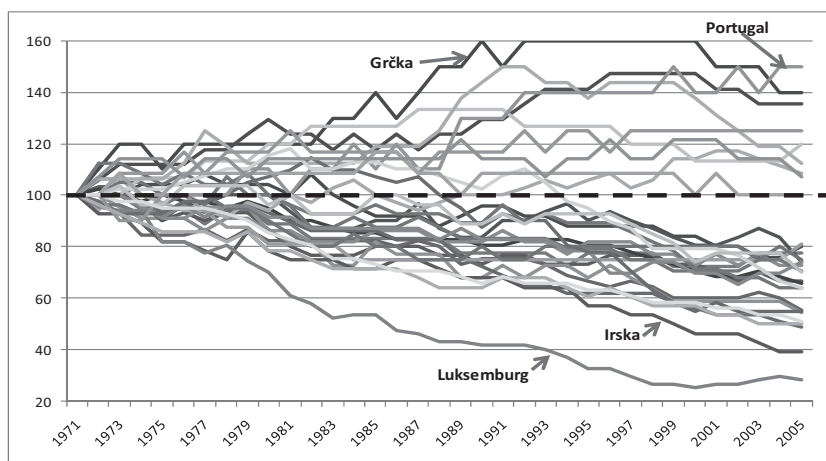
S obzirom na navedene razlike u indeksima TPES/BDP nameće se zaključak, a vezano uz razinu gospodarske razvijenosti pojedinih regija/zemalja,

da su kod korištenja pariteta kupovne moći pri izračunu BDP-a razlike u indeksima možda nerealne i da takva analiza ne daje stvarnu sliku stanja među zemljama. S druge strane korištenjem BDP-a u stalnim cijenama pomoću realnog deviznog tečaja, razlike se povećavaju i preko tri puta, što s druge strane ukazuje možda na preveliku razliku u indeksima energetske intenzivnosti posebice stoga što ovaj način izračuna BDP-a ne uzima u obzir razlike u cijenama među zemljama.

S obzirom da ni jedna niti druga metoda nisu idealne mjere energetske intenzivnosti, za pretpostaviti je da se stvarna i realna energetska intenzivnost nalazi unutar granica navedenih metoda.

S druge strane u analizama zemalja OECD-a, gdje većinom spadaju razvijene zemlje svijeta, koristi se samo metoda u kojoj je BDP izračunat temeljem stalnih cijena i PPP-a. Dinamička analiza trendova energetske intenzivnosti zemalja OECD-a prikazana je na Grafu 4.9.

Graf 4.9. Indeks TPES/BDP (PPP) po zemljama OECD-a (1971=100)



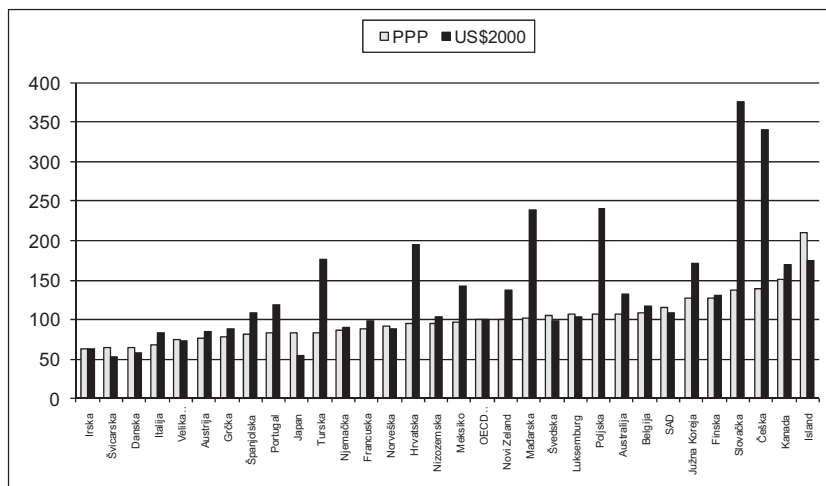
Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Analizirano razdoblje je od 1971. do 2005. godine, a bazna godina je 1971. Grafom 4.9. pokazuje se trend kretanja energetske intenzivnosti. Kao što se može vidjeti većina zemalja je smanjila energetska intenzivnost i povećala energetska efikasnost i/ili promijenila strukturu BDP-a. Od ukupno 30 zemalja OECD-a, njih osam je 2005. godine trošilo više energije za proizvodnju 1000 USD BDP-a u odnosu na 1971. godinu. Dva ekstremna primjera su Portugal i Irska. Portugal je u analiziranom razdoblju povećao intenzivnost 70 posto dok ju je Irska smanjila za 61 posto, a Luksemburg za 72 posto.

Na Grafu 4.10. prikazana je analiza energetske intenzivnosti zemalja OECD-a u odnosu na prosjek OECD-a, prikazan indeksom 100, za 2005. ugodnu. Radi poredbene analize sa zemljama OECD-a, na graf je dodana i

Hrvatska. Korištena su oba načina izračuna indeksa intenzivnosti, s BDP-om u stalnim cijenama i realnim deviznim tečajem ili paritetom kupovne moći.

Graf 4.10. Indeks TPES/BDP-a za 2005. godinu (OECD=100, BDP računat u vrijednosti USD iz 2000. sa i bez PPP-a⁴⁷)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Analize pokazuju da se najveće razlike u proračunima, ovisno o metodi izračuna BDP-a, javljaju kod slabije razvijenih članica OECD-a kao što su srednjoeuropske zemlje Poljska, Češa, Mađarska i Slovačka te kandidat za članstvo u EU-u Turska. U istoj situaciji se nalazi i Hrvatska. Razlike su u od dva do tri puta većoj energetske intenzivnosti u odnosu na prosjek OECD-a. Kod razvijenih zemalja članica OECD-a tako velikih razlika gotovo da i nema. Irska i Švicarska (0,12 toe na 1000 USD) spadaju u energetske najmanje intenzivna gospodarstva koja vrlo efikasno koriste energiju za stvaranje 1000 USD BDP-a. Energetski intenzivnije zemlje su Kanada i Island (oko 0,34 toe na 1000 USD) kad se analiza bazira na paritetu kupovne moći. S obzirom na klimatske uvjete u tim zemljama, podaci ne iznenađuju. No kada se BDP računa u vrijednosti USD iz 2000. godine temeljem realnog deviznog tečaja tada četiri tranzicijske zemlje spadaju u energetske najintenzivnije. Slovačka tada troši oko 0,74 toe, Češka oko 0,7 toe, Poljska i Mađarska oko 0,7 toe za proizvodnju 1000 USD BDP-a.

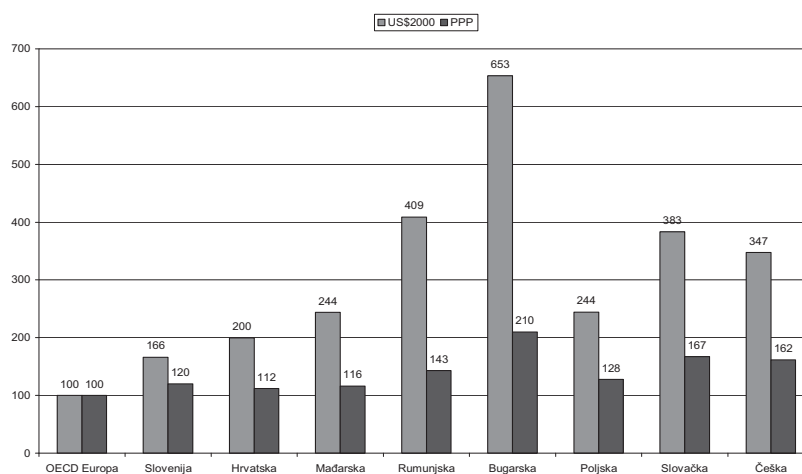
Kao i kod analize po regijama, javlja se problem realne i objektivne interpretacije u tako velikim razlikama u energetske intenzivnosti ovisno o korištenoj metodi izračuna BDP-a. Može se zaključiti da se korištenjem pariteta kupovne moći razlike u energetske intenzivnosti smanjuju što može voditi krivim zaključcima te se javlja objektivni problem realnosti takvih podataka. Problem korištenja pariteta kupovne moći može se najbolje vidjeti na primje-

⁴⁷ PPP – Purchasing Power Parities – paritet kupovne moći

ru Hrvatske. BDP Hrvatske po paritetu kupovne moći je oko 50 posto manji od prosjeka EU 25 dok su cijene prehrambenih proizvoda manje samo oko 10 posto. Tu se javlja problem cijena, njihovih visina i košarice dobara s obzirom na različite zemlje. S druge strane druga metoda, koja vodi objektivnim razlikama u energetske intenzivnosti zemalja, ne uzima u obzir razlike u cijenama kod izračuna BDP-a pa su razlike prevelike. Metoda gdje se koristi BDP u stalnim cijenama i realni devizni tečaj je objektivnija, ali ne i potpuno točna. Za pretpostaviti je da se između navedenih dviju krajnosti nalazi stvarna razlika u energetske intenzivnosti te da je bliža razini korištenoj po zadnjoj metodi.

Sljedeća analiza napravljena je temeljem usporedbe Hrvatske s zemljama članicama OECD-a iz Europe, susjednom Slovenijom i Mađarskom te zemljama Srednje i Istočne Europe, Poljskom, Češkom, Slovačkom, Rumunjskom i Bugarskom. OECD Europa je na Grafu 4.11. prikazana indeksom 100, a sve ostale zemlje imaju indeks manji ili veći od nje. Indeks je opet računat na temelju dviju metoda izračuna BDP-a.

Graf 4.11. Indeks TPES/BDP za 2005. godinu (OECD Europa=100)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Po metodi PPP Hrvatska ima 12 posto višu energetske intenzivnost od zemalja OECD-a Europa. U 2005. godini količina utrošene energije iznosila je 189 kg ekvivalentne nafte, odnosno 0,189 toe.

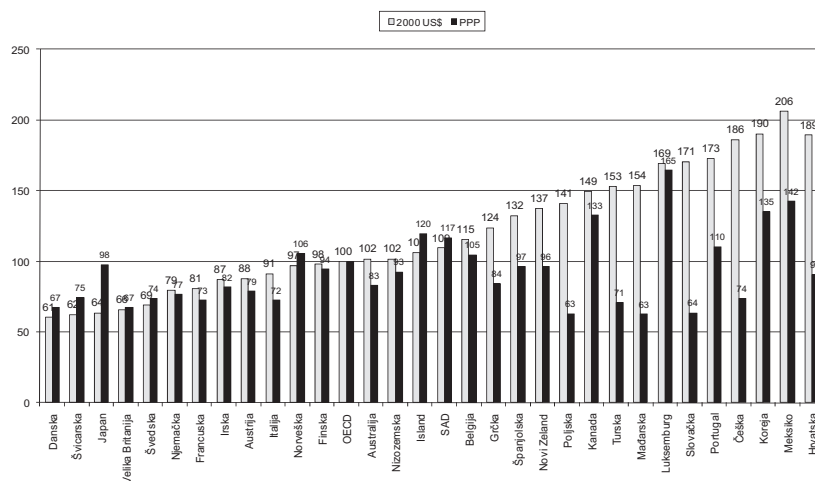
Od analiziranih zemalja energetske najintenzivnija je Bugarska, neovisno o metodi izračuna BDP-a, koja troši preko 100 posto više energije u stvaranju BDP-a u odnosu na OECD Europu, odnosno 6,5 puta više kada se intenzivnost računa temeljem BDP-a u stalnim cijenama pomoću realnog deviznog tečaja. Sve istočnoeuropske zemlje su energetske intenzivnije od Hrvatske. Također dinamičke analize pokazuju da postoji konvergencija novih članica

EU-a prosječnoj energetskej intenzivnosti starih članica EU-a, posebice u zadnjih 15 godina. Razlika je 1991. iznosila oko pet puta, a 2005. oko tri puta.

4.3.2.2. Potrošnja nafte i BDP

Kod analize energetske intenzivnosti koristi se i intenzivnost po važnijim energentima. Jedan od njih je i potrošnja nafte za stvaranje 1000 jedinica BDP-a. Ovaj pokazatelj analizira efikasnost korištenja nafte za stvaranje BDP-a. Na Grafu 4.12. prikazana je analiza indeksa potrošnje nafte i BDP-a za zemlje članice OECD-a koji je prikazan indeksom 100. Korišteni su podaci za 2005. godinu. BDP je računat u vrijednosti USD iz 2000. godine korištenjem realnog deviznog tečaja i pariteta kupovne moći.

Graf 4.12. Indeks potrošnja nafte/BDP-a za 2005. godinu (OECD=100)



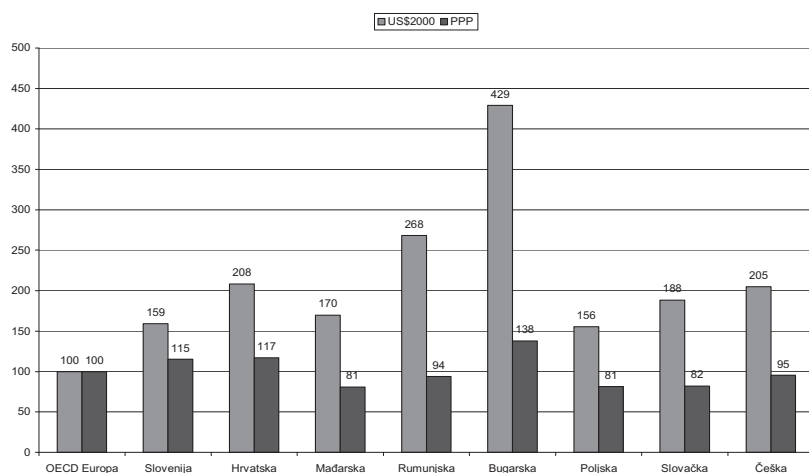
Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Razlike među zemljama, ali i metodama, su značajne. Prosječna potrošnja zemalja članica OECD-a za stvaranje 1000 USD BDP-a iznosila je 2005. godine 0,0792 tona ekvivalentne nafte. Danska troši 40 posto manje nafte od prosjeka OECD-a dok je naftno najintenzivniji Meksiko koji troši duplo više nafte od prosjeka OECD-a, odnosno 3,4 puta više od Danske. Analiza pokazuje da najčešće razvijenije zemlje članice OECD-a troše znatno manje nafte za stvaranje 1000 USD BDP-a u odnosu na manje razvijene zemlje iste ekonomske organizacije. S druge strane kada se analiza radi temeljem stalnih cijena i realnog deviznog tečaja, mijenja se i razlika kod naftno najintenzivnijih zemalja. Meksiko i dalje troši najviše nafte za 1000 USD dok su mu se približile Slovačka, Češka, ali i Hrvatska koja je dodana radi poredbene analize. Hrvatska troši oko 10 posto manje nafte od zemalja članica OECD-a za proizvodnju 1000 USD kad se BDP mjeri paritetom kupovne moći. S druge strane kad se BDP računa u stalnim cijenama pomoću realnog deviznog tečaja,

Hrvatska troši oko 90 posto više nafte od zemalja članica OECD-a te spada u zemlje s visokom naftnom intenzivnosti, zajedno s Južnom Korejom, Meksikom i Češkom.

Analiza potrošnje nafte i BDP-a za 2005. godinu za Hrvatsku, OECD Europu te susjedne zemlje i zemlje Srednje i Istočne Europe prikazana je na Grafu 4.13. OECD Europa je prikazana indeksom 100.

Graf 4.13. Indeks potrošnja nafte/BDP za 2005. godinu (OECD=100)

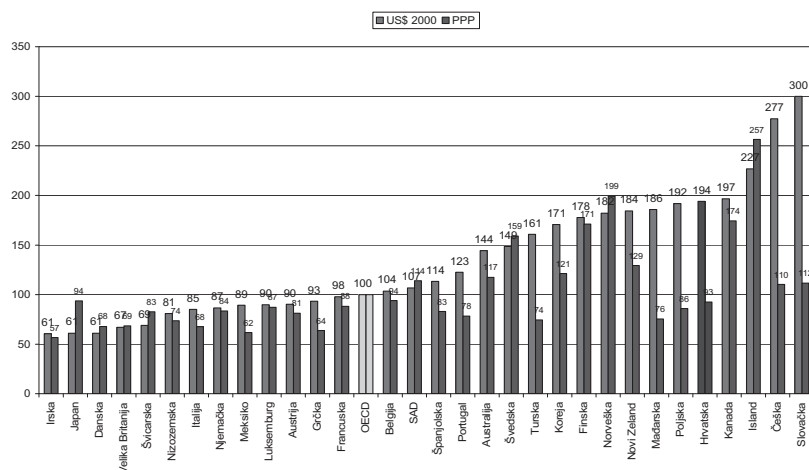


Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Analiza indeksa baziranog na BDP-u u stalnim cijenama i realnom deviznom tečaju pokazuje da je Hrvatska naftno intenzivna zemlja s potrošnjom od 0,17 toe te da jedino Rumunjska i Bugarska troše više nafte u stvaranju 1000 USD BDP-a. Naftna intenzivnost je dvostruko veća od OECD Europe. S druge strane nafta intenzivnost temeljena na BDP-u računatom na paritetu kupovne moći je samo 17 posto veća od OECD Europe, što je na razini Slovenije koja je dva posto manja od Hrvatske. Bugarska je i temeljem ove metode naftno najintenzivnija zemlja.

4.3.2.3. Potrošnja električne energije i BDP

Intenzivnost ukupne potrošnje električne energije važan je energetska pokazatelj koji pokazuje koliko neka država troši električne energije za stvaranje 1000 USD BDP-a. Na Grafu 4.14. prikazan je odnos potrošnje električne energije i BDP-a za 2005. godinu pomoću indeksa računatog na dva načina s obzirom na metodu izračuna BDP-a. Prosječna razina za zemlje članice OECD-a prikazana je indeksom 100. Ovaj pokazatelj je vrlo kvalitativan i prihvaćen u svim analizama zbog važnosti električne energije za gospodarski razvoj i sveukupnu proizvodnju i njenu sveprisutnost u svakodnevnom životu.

Graf 4.14. Indeks potrošnje električne energije/BDP-a za 2005. godinu (OECD=100)

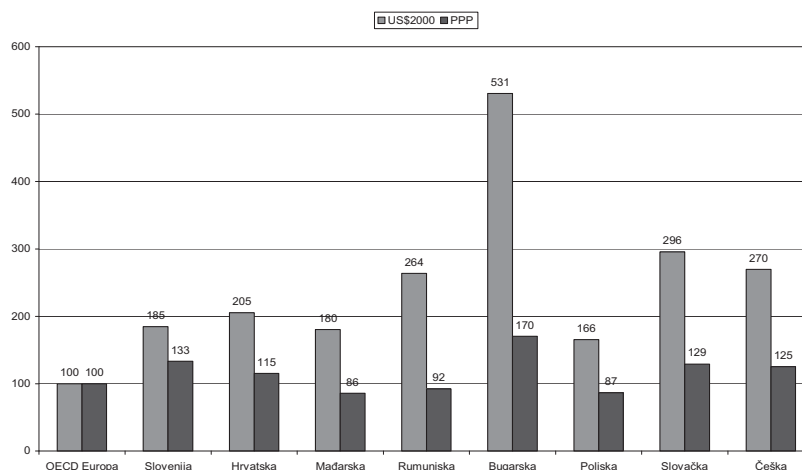
Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Irska i Japan troše oko 210 kWh za proizvodnju 1000 USD BDP-a u vrijednosti dolara iz 2000. godine putem PPP-a, što je 40 posto manje od prosjeka svih zemalja članica OECD-a. S druge strane Slovačka i Češka troše oko 1000 kWh, što je gotovo tri puta više od prosjeka OECD-a, dok Slovačka troši pet puta više električne energije za stvaranje 1000 USD BDP-a u odnosu na Irsku. Na grafu je prikazana i intenzivnost Hrvatske. Ona je 7 posto manja u odnosu na prosjek OECD-a. Kada se BDP računa u stalnim cijenama pomoću realnog deviznog tečaja, intenzivnost je veća 95 posto od prosječne intenzivnosti zemalja članica OECD-a. Najintenzivnije zemlje su tada Slovačka, Češka, Hrvatska, Mađarska i Poljska, kao slabije razvijene zemlje, te Kanda i Island kao razvijene zemlje koje troše više energije zbog klime i geografskog položaja.

Analiza intenzivnosti ukupne potrošnje električne energije za Hrvatsku, OECD Europu, susjedne zemlje i zemlje Srednje i Istočne Europe je prikazana na Grafu 4.15.

Ako intenzivnost računamo s BDP-om računatim pomoću pariteta kupovne moći, Hrvatska ima 15 posto veću intenzivnost. U 2005. godini Hrvatska je potrošila 338 kWh na 1000 USD BDP-a.

Korištenjem BDP-a sa stalnim cijenama i realnim deviznim tečajem, intenzivnost potrošnje električne energije Hrvatske dvostruko je veća od one koju ima OECD-a Europa. Kao i u prethodnim analizama, najintenzivnija zemlja je Bugarska, bez obzira na koji način računali BDP. Ona troši 1,7 odnosno 5,3 puta više električne energije za proizvodnju 1000 USD.

Graf 4.15. Indeks potrošnje električne energije/BDP za 2005. godinu (OECD=100)


Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Zatim slijede Slovačka i Češka. Kod Rumunjske je vrlo velika razlika ovisno o metodi izračuna BDP-a. U jednom slučaju, kod PPP-a, ima 10 posto manju intenzivnost dok u drugom slučaju ima 2,6 puta veću intenzivnost.

Kod potrošnje električne energije najizraženiji je rebound efekt koji ukazuje da povećanje efikasnosti u potrošnji električne energije ne mora nužno voditi manjoj potrošnji, odnosno da može doći i do njenog povećanja većom upotrebom efikasnijih aparata i strojeva.

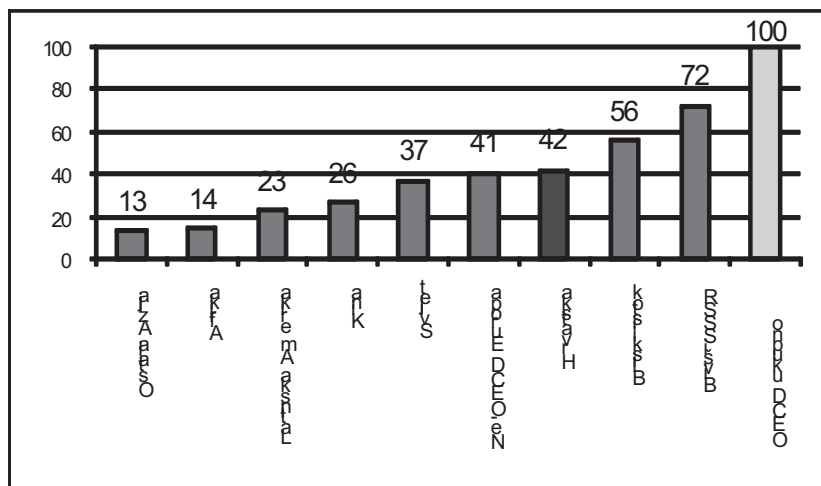
4.3.3. Analiza potrošnje energije po stanovniku

U energetske se analizama vrlo često u odnos stavljaju potrošnja energije i broj stanovnika da bi se isključio utjecaj razlike u broju stanovnika po zemljama i regijama. Tako se promatra potrošnja ukupne primarne energije (TPES), potrošnja nafte i potrošnja električne energije.

4.3.3.1. TPES po stanovniku

Ukupni pokazatelj potrošnje po stanovniku daje brz uvid u razinu razvijenosti zemlje. Što je veća razina potrošnje, zemlja je razvijenija, za razliku od energetske intenzivnosti gdje je intenzivnost rasla kako je zemlja išla od nerazvijenosti prema srednjoj razvijenosti (industrijalizacija), a padala kada se zemlja kretala od srednje prema visokoj razvijenosti (postindustrijsko društvo).

Na Grafu 4.16. prikazani su indeksi odnosa TPES-a i broja stanovnika za 2005. godinu za sve regije/kontinente svijeta, gdje su zemlje OECD-a, kao najrazvijenije zemlje, prikazane indeksom 100. Hrvatska je posebno izdvojena i prikazana radi poredbene analize.

Graf 4.16. Indeks TPES po stanovniku (OECD=100)

Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Zemlje OECD-a troše najviše energije po stanovniku, prosječno oko 4,7 toe. Zemlje ostale Azije troše 0,6 toe po stanovniku, što je oko osam puta manje od razvijenih zemalja članica OECD-a. Zemlje bivšeg SSSR-a i Bliskog istoka imaju relativno visoku potrošnju primarne energije u odnosu na ostale regije u svijetu. Zemlje bivšeg SSSR-a troše 3,43 toe po stanovniku⁴⁸. Kina troši 1,25 toe po stanovniku, što je dvostruko više nego 1971. godine. Kod zemalja članica OECD-a također se po različitim stopama povećavala potrošnja energije po stanovniku. Na Grafu 4.17. dan je prikaz trenda promjena potrošnje primarne energije po stanovniku u razdoblju od 1971. do 2005. godine za sve zemlje članice OECD-a. Godina 1971. je prikazana kao bazna godina analize. Grafom se želi pokazati trend kretanja potrošnje po stanovniku za sve zemlje članice OECD-a.

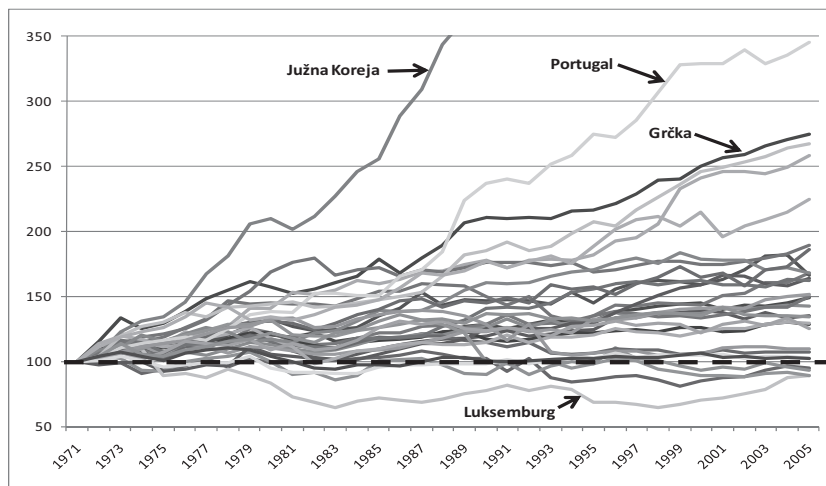
Najveći porast od čak osam puta⁴⁹ imala je Južna Koreja. Potrošnju su više nego duplo povećale Grčka, Portugal, Španjolska i Turska, odnosno najviši rast potrošnje imale su one zemlje koje su imale nisku početnu razinu potrošnje po stanovniku. Godine 1971. Južna Koreja je imala samo desetinu prosječne potrošnje zemalja članica OECD-a, a Španjolska 30 posto da bi 2005. godine Južna Koreja imala jednaku potrošnju po stanovniku kao i prosječno sve zemlje članice OECD-a, a Španjolska se nalazila na razini od oko 70 posto. Turska je imala najmanji porast potrošnje, tako je 1971. godine bila na razini Južne Koreje, da bi 2005. godine trošila samo 25 posto prosječne potrošnje zemalja članica OECD-a. S druge strane neke zemlje su smanjile potroš-

⁴⁸ Među bivšim zemljama SSSR-a najveću potrošnju ima Rusija sa 4,5 toe po stanovniku.

⁴⁹ Krivulja naglo raste, pa nije cijela niti prikazana na grafu s obzirom na znatno manji rast ostalih zemalja.

nju u promatranom razdoblju. Luksemburg i Poljska za 11, Danska za 7 i Češka za 5 posto.

Graf 4.17. Indeks TPES po stanovniku za zemlje članice OECD-a (1971=100)

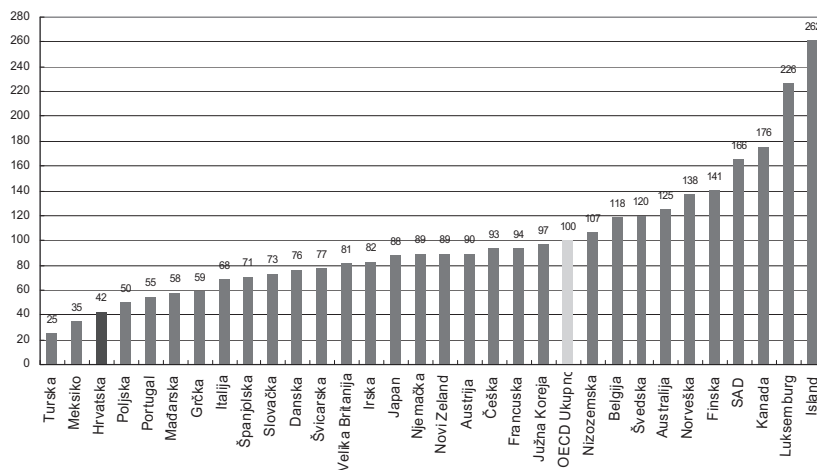


Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Statična analiza primarne potrošnje po stanovniku za 2005. godinu prikazana je na Grafu 4.18. Zemlje članice OECD-a su prikazane s indeksom 100. Osim zemalja članica OECD-a na grafu je prikazan i indeks potrošnje energije po stanovniku za Hrvatsku. Razlike među zemljama su znatne. Najmanje energije po stanovniku troše manje razvijene zemlje kao što su Turska, Meksiko i Poljska. Među njima se nalazi i Hrvatska, a od nje manje energije po stanovniku troše samo Turska i Meksiko. Turska troši samo 1,2 toe po stanovniku, Meksiko 1,65 toe, a Hrvatska 2 toe. Najveću potrošnju imaju zemlje s malim brojem stanovnika kao što su Island, 12,4 toe po stanovniku, i Luksemburg, 10 toe po stanovniku. Island troši puno energije zbog klimatskih uvjeta i niske cijene energije iz ekološki vrlo prihvatljivih geotermalnih izvora. Luksemburg ima visoku potrošnju po stanovniku zbog niskih poreza na naftne derivate i velike potražnje potrošača iz susjednih zemalja, kao što su Belgija, Francuska i Njemačka. Zemlje članice OECD-a prosječno troše oko 4,7 toe po stanovniku.

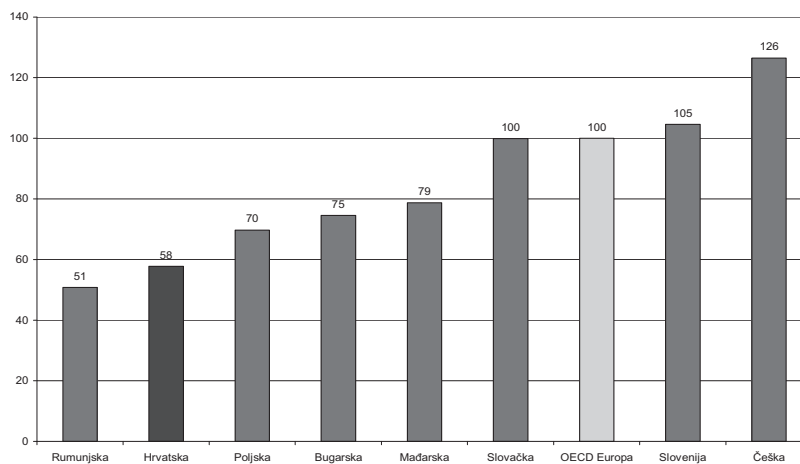
Na Grafu 4.19. Hrvatska je analizirana u odnosu na susjedne zemlje i zemlje Srednje i Istočne Europe te s grupacijom zemalja koje čine OECD Europu. Od svih analiziranih zemalja samo Rumunjska troši manje energije od Hrvatske. Ona troši 51 posto potrošnje zemalja OECD-a Europe, a Hrvatska 58 posto.

Graf 4.18. Indeks TPES po stanovniku za 2005. godinu (OECD=100)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Graf 4.19. Indeks TPES po stanovniku za 2005. godinu (OECD Europa=100)



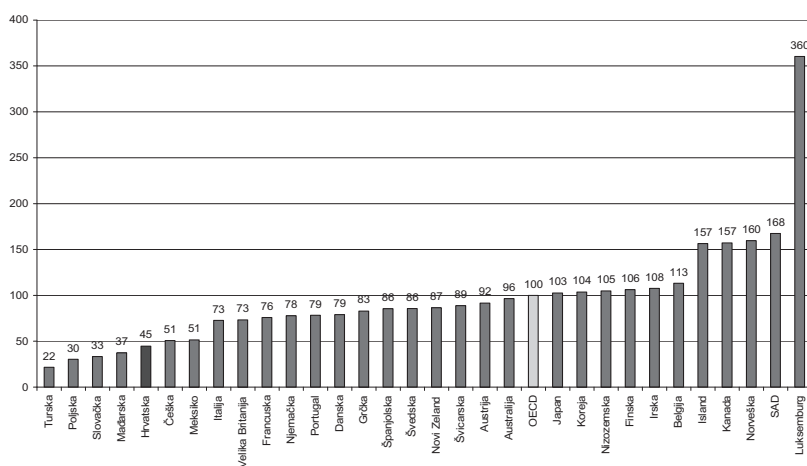
Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Poljska, Bugarska i Mađarska također troše manje energije po stanovniku. Slovačka i Slovenija su na istoj ili sličnoj razini dok jedino Češka značajnije odstupa po potrošnji po stanovniku. Ona troši 26 posto više energije s obzirom na prosjek potrošnje po stanovniku zemalja članica OECD-a.

4.3.3.2. Potrošnja nafte po stanovniku

U daljnjoj se analizi koristi i potrošnja pojedinih energenata po stanovniku. Prvi od njih je svakako i najznačajniji s obzirom na visoki rast cijena, a to je nafta. Na Grafu 4.20. je prikazan indeks potrošnje nafte po stanovniku gdje je prosječna potrošnja OECD-a prikazana indeksom 100. Na grafu je prikazana i Hrvatska. Ona troši 55 posto manje od prosječne potrošnje zemalja OECD Europa. Manju potrošnju od Hrvatske imaju samo četiri zemlje – Turska, Poljska, Slovačka i Mađarska.

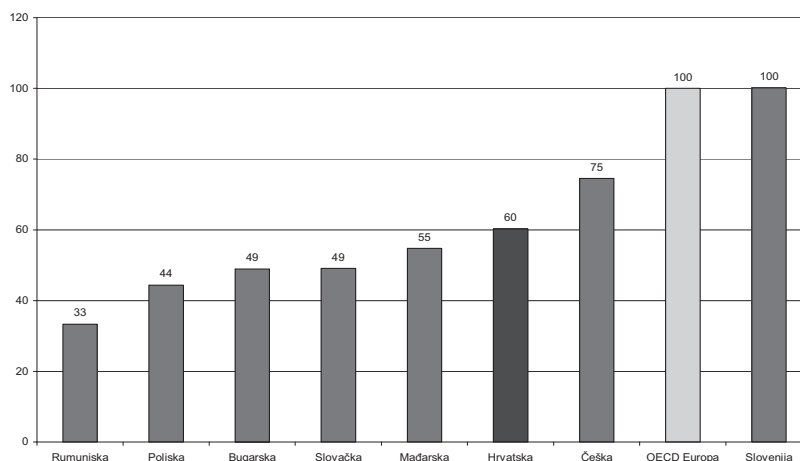
Graf 4.20. Indeks potrošnje nafte po stanovniku za 2005. godinu (OECD=100)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Najsjevernije zemlje, kao i zemlje sa značajnijim izvorima nafte, imaju i najveću potrošnju. Tako Kanada, SAD i Norveška troše preko 3 toe po stanovniku. S druge strane su Turska, Poljska, Slovačka i Mađarska koje troše tri puta manje. Zemlje OECD-a prosječno troše 1,9 toe po stanovniku. Luksemburg zbog prije navedenih razloga ima daleko najveću potrošnju. Kod ovog pokazatelja ne može se jednoznačno zaključiti da razvijenije i bogatije zemlje troše manje ili više nafte po stanovniku. Hrvatska troši manje od 1 tone ekvivalentne nafte po stanovniku. Zemlje Srednje i Istočne Europe su energetski manje ovisne o nafti u odnosu na razvijene zemlje Zapadne Europe. Više se oslanjaju na ugljen kao primarni energent. Također potrošnja nafte je značajno pala u tranzicijskom razdoblju prelaskom iz centralno-planske ekonomije na tržišno orijentirano gospodarstvo.

Na Grafu 4.21. prikazan je indeks potrošnje nafte po stanovniku za Hrvatsku i zemlje Srednje i Istočne Europe. Uspoređivane su s potrošnjom europskih zemalja članica OECD-a koje su prikazane indeksom 100.

Graf 4.21. Indeks potrošnje nafte po stanovniku za 2005. godinu (RH=100)

Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Potrošnja nafte po stanovniku u Hrvatskoj je 40 posto niža od potrošnje OECD Europe ili Slovenije. Najmanju potrošnju ima Rumunjska s indeksom 33, što pokazuje da je potrošnja manja čak 67 posto. I ostale zemlje, Poljska, Bugarska, Slovačka i Mađarska, imaju značajno manju potrošnju nafte po stanovniku, prosječno oko 50 posto od OECD-e Europe. Glavni razlog velikim razlikama prije svega leži u činjenici da je broj automobila na 1000 stanovnika značajno različit među zemljama. Tako Rumunjska ima 133 automobila na 1000 stanovnika, Bugarska 233, a Mađarska 236. Hrvatska ima 256 dok Slovenija ima 418 automobila na 1000 stanovnika⁵⁰. Jedan manji dio veće potrošnje nafte po stanovniku u RH u odnosu na druge zemlje Srednje i Istočne Europe svakako se odnosi na potrošnju turista u ljetnim mjesecima. U proteklom razdoblju potrošnja nafte je rasla po stopi od 3,7 posto.

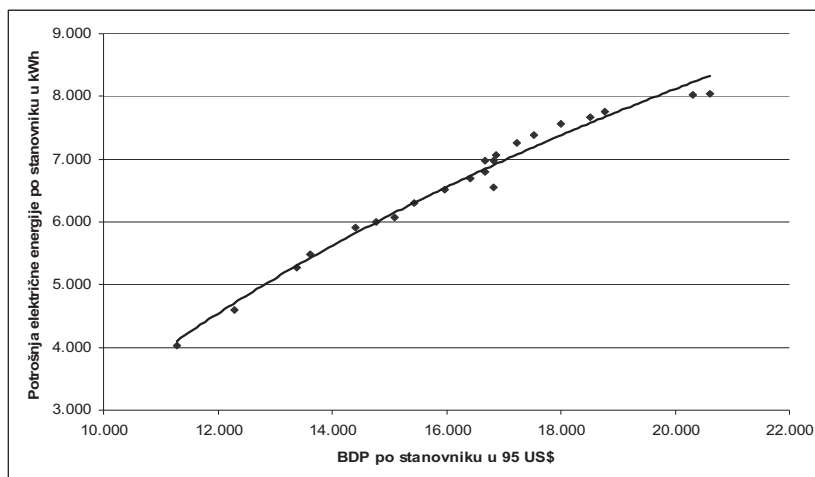
4.3.3.3. Potrošnja električne energije po stanovniku

Zadnji analizirani makro energetska pokazatelj je potrošnja električne energije po stanovniku. S obzirom na razne oblike primjene električne energije nje-na potrošnja je u kontinuiranom porastu. Razvojem tehnologije i rastom dohotka građana raste i potražnja za novim tehnološkim postignućima što povećava potrošnju električne energije. Električna potrošnja po stanovniku spada u kvalitativne pokazatelje i obično pokazuje da zemlja s visokom potrošnjom električne energije ima i visok dohodak po stanovniku.

Na Grafu 4.22. prikazana je veza između navedenih dviju varijabli na primjeru OECD-a. Koeficijent korelacije pokazuje visoku povezanost potrošnje električne energije u kWh po stanovniku i BDP-a po stanovniku.

⁵⁰ Tomljanović P., *Leksikon država svijeta*, Extrade d.o.o., Rijeka, 2005, <http://www.liderpress.hr>

Graf 4.22. Veza potrošnje električne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku na primjeru OECD-a



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

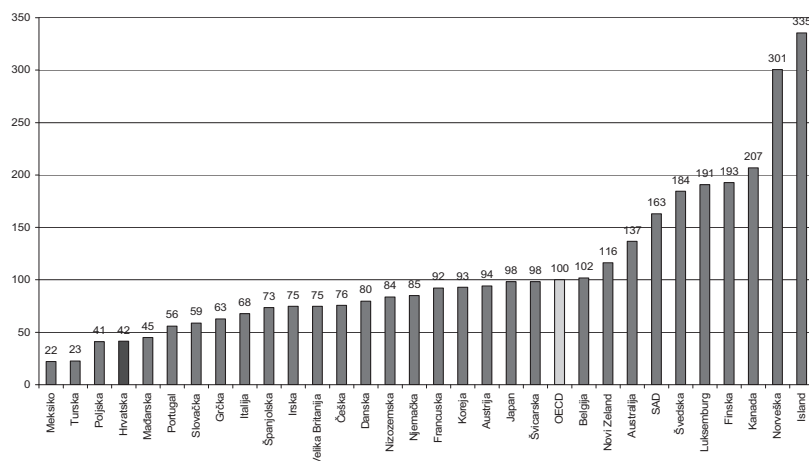
Regresija je prikazana sljedećom jednačbom: $y=7.002,1\ln(x) - 61.227$. Jednačba je prikazana pomoću prirodnog logaritma varijable x . Koeficijent korelacije iznosi 0,981.

Godine 1971. OECD je, uz prosječnu visinu BDP-a po stanovniku od 11.000 USD, u stalnim cijenama iz 1995. godine trošio oko 4000 kWh električne energije. Na kraju analiziranog razdoblja BDP je porastao na oko 22.000 USD, a potrošnja na 8000 kWh po stanovniku. Također se primjećuje i trend usporavanja rasta potrošnje električne energije, odnosno stope rasta BDP-a su više od stope rasta potrošnje električne energije.

Na Grafu 4.23. prikazana je analiza potrošnje električne energije po stanovniku za zemlje OECD-a i za Hrvatsku za 2005. godinu. Prosječna potrošnja OECD-a je prikazana indeksom 100.

Zemlje bliže Sjevernom polu, kao što su Island, Norveška, Kanada i Finska, zbog klimatskih uvjeta imaju najveću potrošnju po stanovniku. Island troši oko 28.000 kWh, a druga Norveška oko 25.000 kWh po stanovniku. Zemlje OECD-a prosječno troše oko 8400 kWh po stanovniku. Zemlje kao što su Meksiko, Turska, Poljska i Mađarska spadaju u zemlje s najmanjom potrošnjom električne energije. Tako Meksiko troši samo 1850 kWh po stanovniku, oko 7,3 puta manje od SAD i četiri puta manje od prosječne potrošnje zemalja OECD-a. Među zemljama s malom potrošnjom električne energije po stanovniku nalazi se i Hrvatska s potrošnjom od oko 3500 kWh po stanovniku, što je gotovo 60 posto manje od prosječne potrošnje zemalja OECD-a.

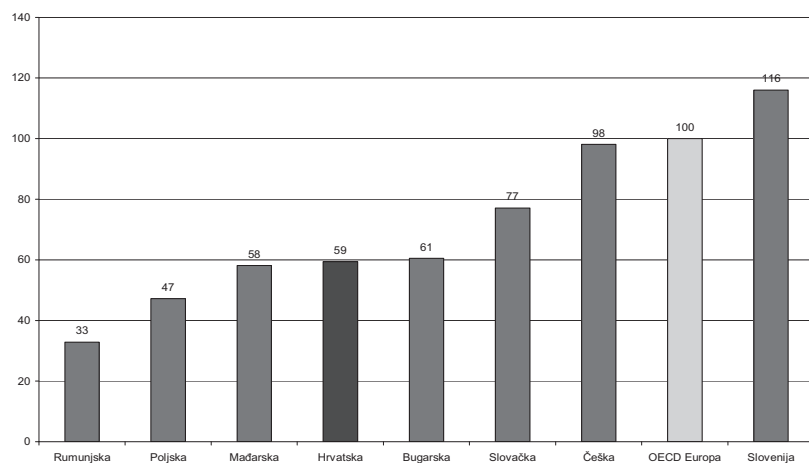
Graf 4.23. Indeks potrošnje električne energije po stanovniku za 2005. godinu (OECD=100)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

Analiza, koja uključuje Hrvatsku, zemalja Srednje i Istočne Europe i zemalja članica OECD-a iz Europe, prikazana je na Grafu 4.24, gdje je potrošnja električne energije po stanovniku za OECD Europu prikazana indeksom 100.

Graf 4.24. Indeks potrošnje električne energije po stanovniku za 2005. godinu (RH=100)



Izvor: Izračun autora (prema podacima OECD-a)

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Najmanju potrošnju električne energije po stanovniku imaju Rumunjska, koja troši 67 posto manje električne energije po stanovniku u odnosu na OECD Europu, te Poljska i neznatno Mađarska. Potrošnja u Bugarskoj je gotovo na razini Hrvatske dok Slovačka, a posebice Češka i još više Slovenija, troše znatno više električne energije po stanovniku. Tako Slovenija ostvaruje gotovo dvostruko veću potrošnju električne energije od Hrvatske, oko 7000 kWh po stanovniku, te oko 10 posto više od prosječne potrošnje zemalja OECD-a Europe. Trend potrošnje je rastući tako da je potrošnja električne energije zadnjih godina rasla po stopi između četiri i pet posto.

5. ČIMBENICI EKONOMSKE ANALIZE HRVATSKOG ENERGETSKOG SEKTORA

5.1. Energetski sustavi i njihova ekonomska obilježja

Relevantna ekonomska raščlamba energetskog sektora obuhvaća ponudu/proizvodnju, potražnju/potrošnju uz specifične oblike tržišnog posredovanja i brojne posebnosti hrvatskog energetskog tržišta. Tržište nafte i naftnih derivata je potpuno otvoreno i na njemu vladaju konkurentski odnosi. Kod tržišta električne i toplinske energije te prirodnog plina zbog ograničenja prirodnih monopola javlja se regulacija i postupna liberalizacija tržišta.

5.1.1. Specifična obilježja energetskog tržišta

Funkcioniranje tržišta energenata razlikuje se od funkcioniranja ostalih tržišta jer u njemu vladaju određene specifičnosti, a to su: tržište energenata odvija se preko umrežene infrastrukture, odnosno preko transportnih, prijenosnih i distribucijskih mreža koje su prirodni monopoli, vrlo često postoji pojava monopsona, tržište je regulirano i često ne postoje supstituti.

Prirodni monopoli predstavljaju poduzeća čiji prosječni troškovi po jedinici proizvodnje jako padaju zajedno s povećanjem količine njihove proizvodnje. Drugim riječima u nekim poduzećima djeluje ekonomija obujma, odnosno dugoročna krivulja prosječnih troškova može opadati u dovoljno velikom rasponu proizvoda dok ne ostane samo jedno poduzeće koje opskrbljuje cijelo tržište (Salvatore, D., 1994.). Kao najčešći primjeri u literaturi se navode javne usluge, kao što su poduzeća za opskrbu električnom energijom, plinom, vodom i sl. Kada bi postojalo npr. više linija za distribuciju i opskrbu električnom energijom, jedinični troškovi bi znatno rasli. Zbog navedenog država uvodi regulaciju kod prirodnih monopola čime dozvoljava samo jednom poduzeću poslovanje na tržištu, ali mu regulira cijenu i kvalitetu usluge kako bi imalo normalnu stopu povrata na investicije u skladu s rizikom djelatnosti, odnosno da je cijena usluge jednaka dugoročnom prosječnom trošku proizvodnje poduzeća.

Prema ekonomskoj teoriji, regulacija je rezultat akcije interesnih grupa i rezultira zakonima i mjerama za potporu gospodarstvu i zaštitu potrošača, radnika i okoliša (Stigler, G., 1971, Posner, R., 1974). Država regulacijom pokušava prevladati tržišne nedostatke kako bi osigurala da ekonomski sustav djeluje na način sukladan javnom interesu.

Regulacija može voditi i neefikasnostima s obzirom da javne službe imaju vrlo malo poticaja za snižavanje troškova budući da im je zagarantirana normalna stopa povrata na investicije, što može voditi neutemeljenom povećavanju troškova poslovanja. Također problem nastaje ako su cijene prenisko određene jer će tada javne službe premalo investirati u osnovna sredstva (postrojenje i opremu), što će utjecati na kvalitetu usluge. Preinvestiranje ili podinvestiranje u postrojenja i opremu koje je rezultat krivo određenih cijena javnih dobara poznato je kao Averch-Johnsonov ili A-J efekt koji može prouzročiti velike neefikasnosti (Averch, H., Johnson, S., 1962). A-J efekt je tendencija tvrtki za angažiranje prekomjerne količine kapitala s ciljem povećanja profita. On se javlja kad su tvrtke regulirane od strane regulatornih tijela¹ koja im odobravaju određenu stopu povrata na angažirani kapital u njihovom poslovanju.² Viša regulatorna osnovica kapitala uz definiranu stopu povrata na kapital vodi većim profitima tvrtki kao što se vidi iz sljedeće formule:

$$PnK = RO \times spk, \quad (5.1.)$$

gdje je PnK povrat na uloženi kapital, RO regulatorna osnovica (kapital), spk – stopa povrata na kapital.

Tvrtke zbog toga imaju za cilj povećati količinu kapitala što ima za posljednicu preinvestiranje i neefikasnu upotrebu kapitala. Zbog preinvestiranja se javljaju ekstraprofiti tvrtki i više cijene reguliranih usluga koje se na kraju prevladavaju na krajnje potrošače.

Čest slučaj kod javnih usluga je i pojava monopsona. Kod monopsona na tržištu postoji samo jedan kupac koji se naziva i kupac-monopolist. Takav se slučaj često dešava na tržištu prirodnim plinom kada elektroenergetska poduzeća za proizvodnju električne energije ili petrokemijska poduzeća predstavljaju daleko najvećeg potrošača na tržištu plina te na taj način mogu znatno utjecati na tržište djelujući na potražnju.

Sljedeća specifičnost je supstitucija energenata. Supstituti su oni energenti koji su konkurent jedan drugom, npr. prirodni plin se može supstituirati lož uljem i obrnuto. Efekt supstitucije je tendencija potrošača da troše više nekog dobra nakon što mu je opala relativna cijena, a manje nakon što mu se poveća relativna cijena. Efekt supstitucije zbog promjene cijene vodi do opadajuće krivulje potražnje (ako se poveća cijena nafte, porast će potrošnja prirodnog plina) (Samuelson, N., 1992, 55).

Drugi efekt, koji se javlja i kod ostalih tržišta, ali je vrlo bitan i za energetsko tržište, je efekt dohotka. Efekt dohotka predstavlja utjecaj promjene cijene na potrošačev realni dohodak³. Kada cijena raste, a novčani dohodak je fiksni, realni dohodak potrošača se snižava i on će vjerojatno kupovati manje svih dobara (uključujući i dobro čija je cijena porasla). Potrebno je također

¹ Regulatorne agencije

² Regulacija se najčešće javlja kod prirodnih monopola kao što su transport i distribucija prirodnog plina, prijenos i distribucija električne i/ili toplinske energije, ali i drugih neenergetskih usluga kao što su telekomunikacije, vodovodne mreže i slično.

³ Povećanje cijene benzina utječe na smanjenje realnog dohotka potrošača.

napomenuti da će efekt dohotka normalno pojačati efekt supstitucije i učiniti krivulju potražnje još izraženije opadajućom.

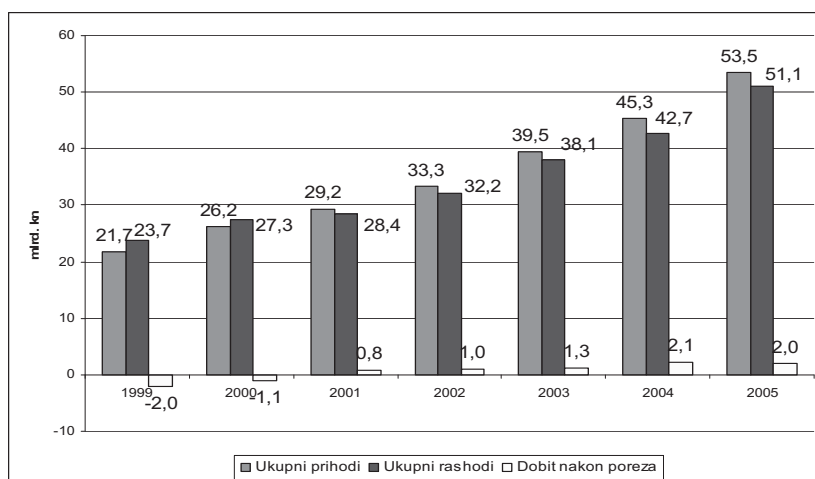
Kod analize utjecaja cijena energenata na određeno gospodarstvo potrebno je posebno analizirati navedene specifičnosti energetskeg tržišta.

5.1.2. Analiza poslovanja energetskeg sektora

Na temelju podataka Financijske agencije⁴ za razdoblje od 1999. do 2005. godine na sljedećim su grafikonima prikazani osnovni financijski pokazatelji poslovanja za cijeli energetski sektor, ali i za najvažnije djelatnosti unutar energetskeg sektora u skladu sa statističkom podjelom djelatnosti. U ovom je razdoblju došlo do rasta cijena nafte na svjetskim tržištima, a 2001. godine se u Hrvatskoj uvelo tržišno određivanje cijena naftnih derivata.

Na Grafu 5.1. prikazani su ukupni prihodi, ukupni rashodi i dobit nakon poreza za razdoblje od 1999. do 2005. godine za cijeli energetski sektor.

Graf 5.1. Konsolidirani ukupni financijski rezultati energetskeg sektora

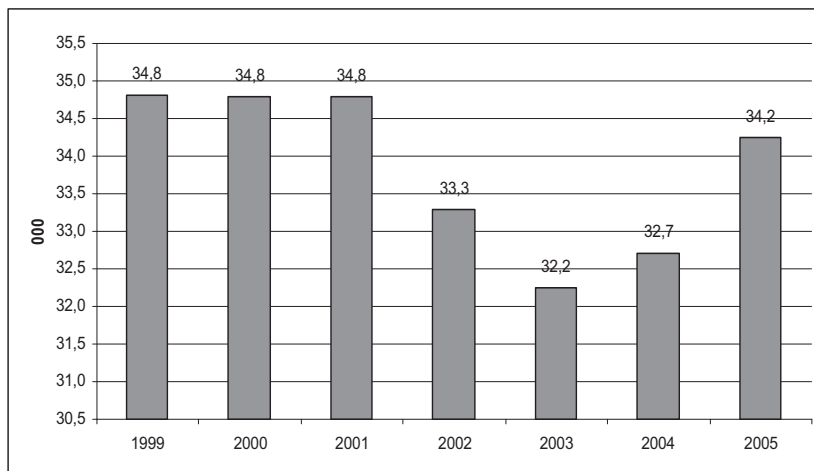


Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

Prihodi su u razdoblju od sedam godina porasli oko 2,5 puta. Istovremeno su rashodi porasli za 2,15 puta. Neto dobit je 1999. godine bila negativna i iznosila je dvije milijarde kuna. Godine 2005. također je iznosila dvije milijarde kuna, ali je bila pozitivna. Rast prihoda je bio viši od rasta rashoda. Dobit počinje biti pozitivna 2001. godine od kada se cijene naftnih derivata određuju putem cjenovne formule, što znači da kada cijene nafte na svjetskom tržištu rastu, automatizmom rastu i na hrvatskom. Broj zaposlenih prikazan je na Grafu 5.2.

⁴ FINA

Graf 5.2. Broj zaposlenih u energetsom sektoru

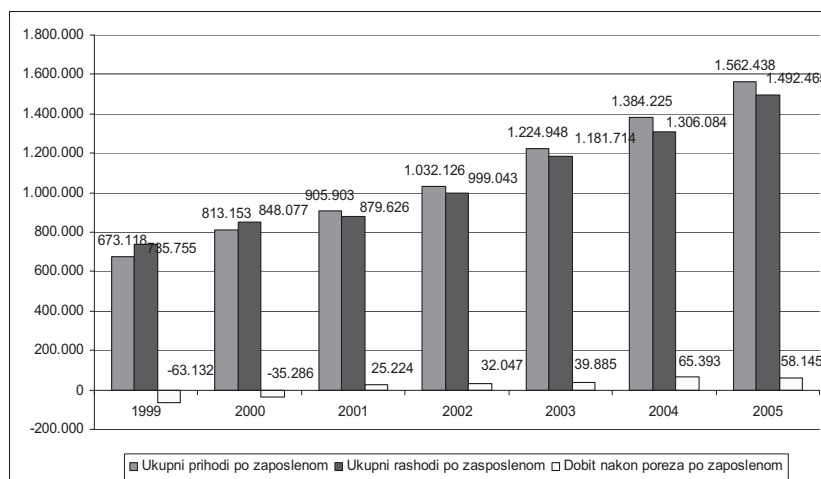


Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

U energetsom je sektoru 1999. godine radilo oko 34,8 tisuća radnika da bi 2005. godine broj zaposlenih bio 34,2 tisuće. Međutim značajnije promjene su se dogodile u razdoblju 2002. do 2004. kada je došlo do smanjenja broja zaposlenih. Taj je trend 2004. godine promijenjen i nastavio je rasti.

Na Grafu 5.3. prikazano je kretanje ukupnih prihoda i rashoda i neto dobiti po zaposlenom redniku.

Graf 5.3. Ukupni prihodi, rashodi i dobit nakon poreza po zaposlenom radniku u energetsom sektoru kunama

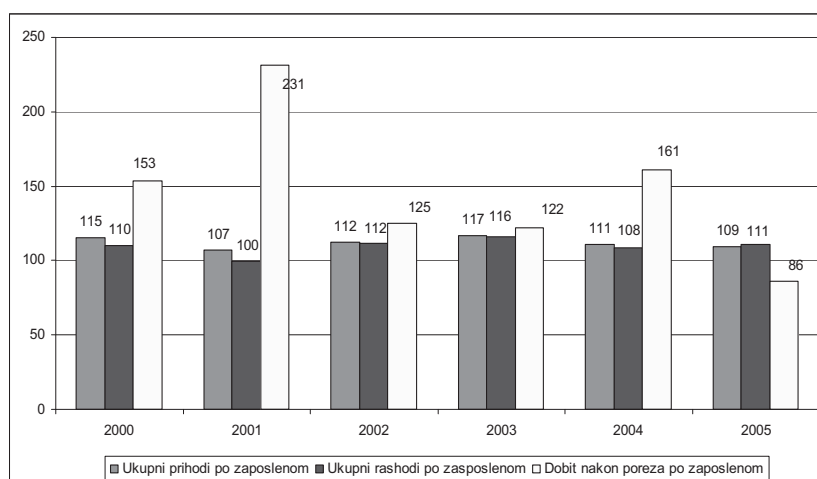


Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

Ukupni prihodi i rashodi po zaposlenom rastu u analiziranom razdoblju. Prihod po zaposlenom je 1999. godine iznosio oko 673 tisuće kuna, a 2005. godine 1,562 milijuna kuna. Rashodi po zaposlenom su u istom razdoblju iznosili 735 tisuća kuna, odnosno 1,492 milijuna kuna. Dobit po zaposlenom od 2001. do 2004. godine raste s oko 25 tisuća kuna na oko 65 tisuća kuna. Godine 2005. godine dobit po zaposlenom pada.

Za potrebe točnije analize prethodno analizirane varijable po zaposlenom korigirane su za inflaciju u navedenom razdoblju da bi se dobio deflacionirani rast proizvodnosti. Promjene rasta u odnosu na prethodnu godinu prikazane su pomoću indeksa. Rezultati su prikazani na Grafu 5.4.

Graf 5.4. Deflacionirani rast ukupnih prihoda, rashoda i dobiti nakon poreza po zaposlenom radniku u energetskeg sektoru



Izvor: izračun autora na temelju podataka FINA-e

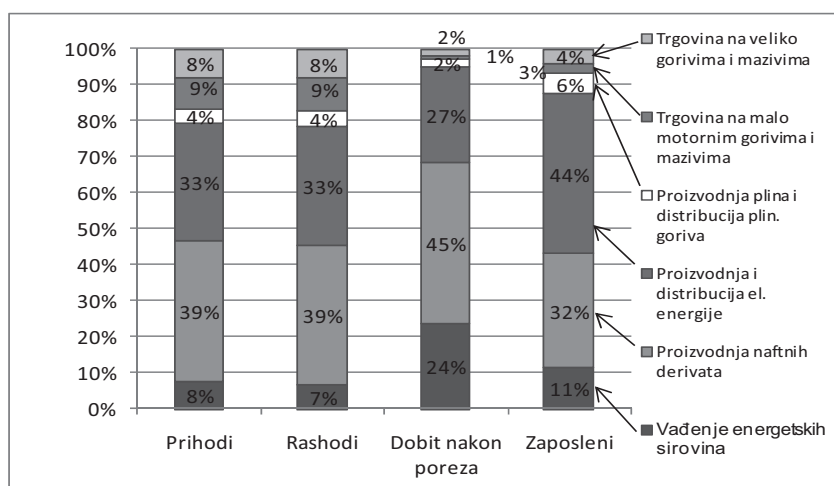
Rast prihoda i rashoda po zaposlenom je ujednačen kroz godine i nema većih odstupanja. Dobit nakon poreza po zaposlenom raste po višim stopama posebice 2000, 2001. i 2004. godine. Dobit po zaposlenom 2005. godine pala je za 14 posto u odnosu na 2004. kada je rast rashoda po zaposlenom bio veći od rasta prihoda po zaposlenom.

Najvažnije djelatnosti unutar energetskeg sektora u skladu sa statističkom podjelom djelatnosti su vađenje energetskeg sirovina, proizvodnja naftnih derivata, proizvodnja i distribucija električne energije, proizvodnja plina i distribucija plinovitih goriva, trgovina na malo motornim gorivima i mazivima te trgovina na veliko gorivima i mazivima.

Ekonomski manje značajne djelatnosti su proizvodnja proizvoda koksne peći, proizvodnja nuklearnih goriva i posredovanje u trgovini gorivima, rudama i metalima. U strukturi prihoda energetskeg sektora te tri djelatnosti sudjeluju s oko 160 milijuna kuna i sa stotinjak zaposlenih.

Na Grafu 5.5. prikazani su relativni udjeli najvažnijih djelatnosti unutar energetskog sektora za 2005. godinu po sljedećim ekonomskim kategorijama: prihodima, rashodima, dobiti nakon poreza i broju zaposlenih.

Graf 5.5. Relativni udjeli pojedinih djelatnosti unutar energetskog sektora za 2005. godinu

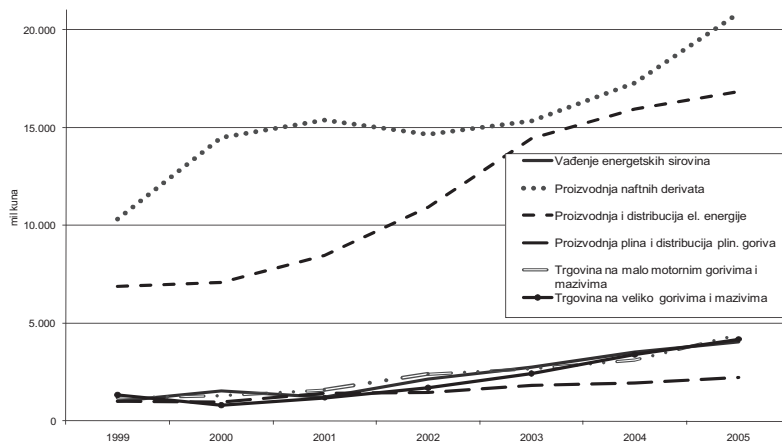


Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

Struktura prihoda i rashoda je gotovo identična s istim ili vrlo sličnim relativnim udjelima. U strukturi ukupne dobiti nakon poreza dominira dobit od proizvodnje naftnih derivata dok je najveći broj zaposlenih u proizvodnji i distribuciji električne energije. S obzirom na sve četiri analizirane ekonomske varijable najuspješnija djelatnost je vađenje energetskih sirovina koja ostvaruje najveću dobit s obzirom na broj zaposlenih te ostvarene prihode i rashode. Proizvodnja i distribucija električne energije i proizvodnja naftnih derivata su dominantne energetske djelatnosti koje u ukupnim prihodima i rashodima i dobiti nakon poreza cijelog energetskog sektora sudjeluju s preko 72 posto, a u broju zaposlenih sa 76 posto. Velika razlika tih dviju djelatnosti je da cijenu električne energije, pa tako na indirektan način i prihode djelatnosti proizvodnje i distribucije električne energije, određuje Vlada dok se kod djelatnosti proizvodnje naftnih derivata cijene odražuju na tržištu. Razlikuju se i po tome što proizvodnja i distribucija električne energije ima relativno veći broj zaposlenih, ali manju dobit u odnosu na proizvodnju naftnih derivata. Ukupan broj poslovnih subjekata koji sudjeluju u energetskom sektoru je preko 300, od kojih više od 2/3 participira u trgovini na malo i veliko gorivima i mazivima.

Na Grafu 5.6. prikazano je kretanje prihoda pojedinih djelatnosti unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine.

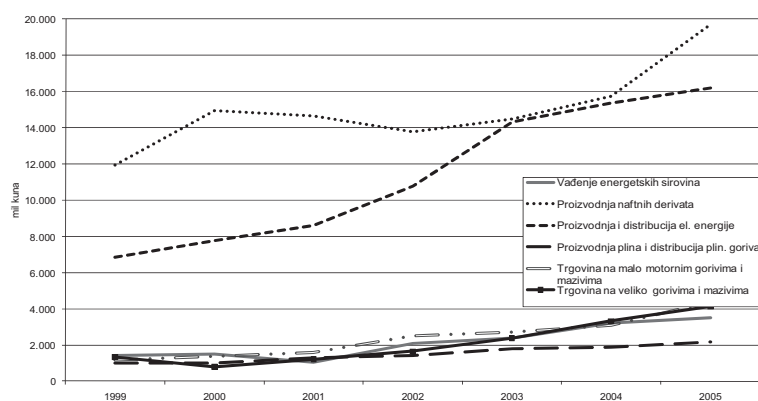
Graf 5.6. Prihodi pojedinih djelatnosti unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

Sve djelatnosti ostvaruju rast prihoda. Najviši rast je ostvarila djelatnost vadenja energetskih sirovina, preko 4 puta. Zatim slijede djelatnosti trgovine na malo motornim gorivima i mazivima, oko 3,75 puta, i trgovina na veliko gorivima i mazivima, oko 3,15 puta. Najmanji rast su imale proizvodnja i distribucija električne energije, 2,45 puta, proizvodnja plina i distribucija plinskih goriva, oko 2,15 puta, i na kraju proizvodnja naftnih derivata, oko dva puta. Promjena ukupnih rashoda po godinama je prikazana na Grafu 5.7.

Graf 5.7. Rashodi pojedinih djelatnosti unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine



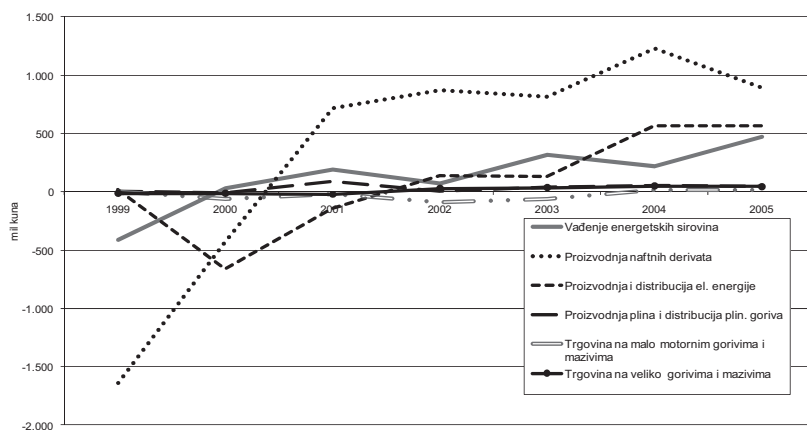
Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Rashodi vađenja energetske sirovine rasli su oko 2,5 puta dok su prihodi rasli preko četiri puta. Rashodi djelatnosti trgovine na malo motornim gorivima i mazivima rasli su oko 3,74 puta, a trgovine na veliko gorivima i mazivima oko 3,11 puta. Rast rashoda proizvodnje i distribucije električne energije iznosio je oko 2,4 puta, proizvodnje plina i distribucije plinskih goriva oko 2,12 puta, a proizvodnje naftnih derivata oko 1,65 puta. Analize ukazuju na odstupanja rasta prihoda i rashoda u dvije djelatnosti, vađenju energetske sirovine i proizvodnji naftnih derivata, gdje su ukupni prihodi rasli znatno više od ukupnih rashoda.

Kretanje neto dobiti nakon poreza pojedinih djelatnosti unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine je prikazano na Grafu 5.8.

Graf 5.8. Neto dobit nakon poreza pojedinih djelatnosti unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine

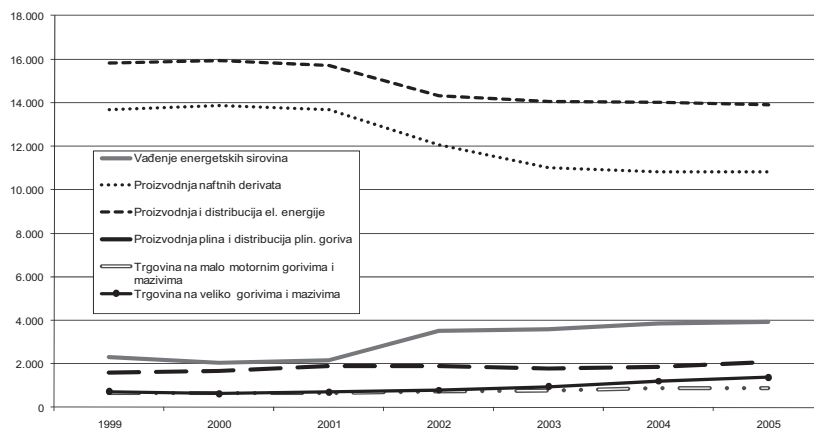


Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

Za gotovo sve djelatnosti karakteristično je da su bile u gubicima u početnim godinama analiziranog razdoblja. Proizvodnja naftnih derivata je 2001. godine počela ostvarivati dobit, a 2002. godine i proizvodnja i distribucija električne energije. Te dvije djelatnosti su imale i najviši rast do 2005. godine.

Broj zaposlenih po pojedinim djelatnostima unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine je prikazan na Grafu 5.9.

Graf 5.9. Broj zaposlenih po pojedinim djelatnostima unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine



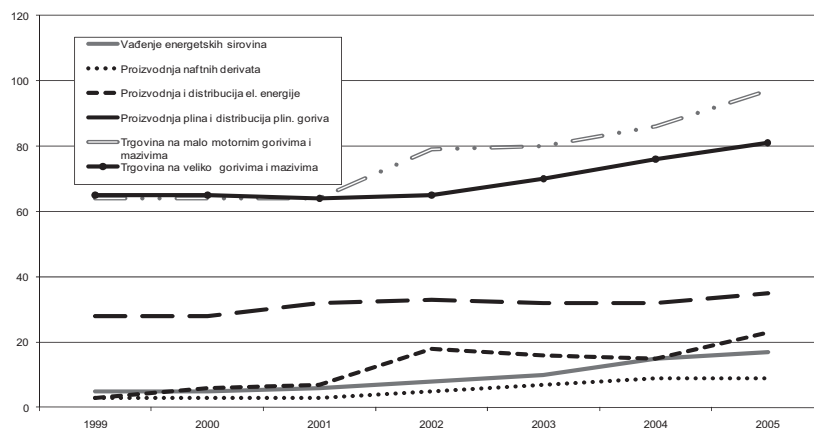
Izvor: izračun autora na temelju podataka FINA-e

Najveći broj zaposlenih radi u djelatnostima proizvodnje naftnih derivata te proizvodnji i distribuciji električne energije, oko 75 posto. U tim je djelatnostima bio i najznačajniji pad zaposlenih od 1999. godine, oko 4,8 tisuća. Sve su ostale djelatnosti povećale broj zaposlenih za oko tri tisuće radnika. Najveći rast je ostvaren u trgovini na veliko gorivima i mazivima, oko 90 posto, i vađenju energetske sirovine, oko 70 posto.

Na Grafu 5.10. prikazana je analiza kretanja broja poduzeća unutar pojedine djelatnosti u razdoblju od 1999. do 2005. godine. Trgovina na veliko gorivima i mazivima te trgovina na malo motornim gorivima i mazivima imala je najveći broj novih poduzeća kao što se može i vidjeti na Grafu 5.10.

Broj poduzeća u proizvodnji plina i distribuciji plina nije se značajnije mijenjao, porastao je s 28 na 35. U proizvodnji i distribuciji električne energije broj poduzeća je narastao s tri, koliko ih je bilo 1999. godine, na 23 godine 2005. U trgovini na malo motornim gorivima i mazivima broj poduzetnika je rastao sa 64 na 97, a u trgovini na veliko gorivima i mazivima sa 65 na 81. Kod vađenja energetske sirovine i proizvodnje naftnih derivata broj poduzetnika je rastao s pet na 17, odnosno s tri na devet.

Analiza cijelog energetskog sektora, kao i najvažnijih djelatnosti unutar njega, ukazuje na visok rast prihoda i rashoda od 1999. godine. Dobit se javlja od 2001. za proizvodnju naftnih derivata, odnosno od 2002. za proizvodnju i distribuciju električne energije. Broj radnika u navedene dvije djelatnosti se smanjuje, a raste u ostalim djelatnostima. Dolazi i do značajnijeg povećanja broja poduzetnika, posebice u djelatnostima trgovine na veliko i malo motornim gorivima i mazivima.

Graf 5.10. Broj poduzeća po pojedinim djelatnostima unutar energetskog sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine


Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

5.1.2.1. Elektroenergetski sustav

U elektroenergetskom sustavu jedna je tvrtka dominantna. To je Hrvatska elektroprivreda (HEP). Od ukupno 23 registrirane tvrtke u elektroenergetskom sustavu, u vlasništvu HEP-a se nalazi njih sedam i u njima se ostvaruje oko 60 posto prihoda cijelog elektroenergetskog sustava. Većina ostalih energetskih subjekata, njih 13, se registriralo⁵ za poslove trgovanja, posredovanja i zastupanja na tržištu energije.

HEP grupa je energetska tvrtka u potpunom državnom vlasništvu koja se više od jednog stoljeća bavi proizvodnjom, prijenosom i distribucijom električne energije, a u posljednjih nekoliko desetljeća i opskrbom kupaca ogrjevnom toplinom i prirodnim plinom. Na kraju 2005. godine HEP je opskrbljivao električnom energijom kupce na ukupno 2,2 milijuna mjernih mjesta, od čega 1,99 milijuna pripada kupcima kategorije kućanstva, a ostalo se odnosi na kupce u industriji.

Na Slici 5.1. je prikazan elektroenergetski sustav Hrvatske s konekcijama na susjedne zemlje.

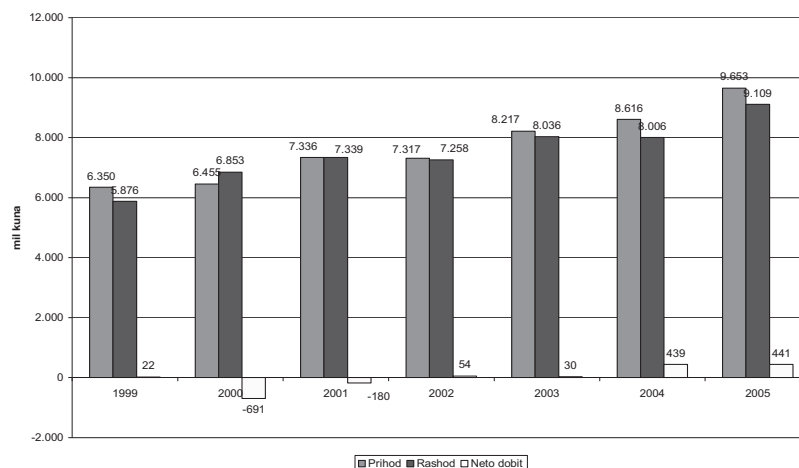
⁵ Dozvole za obavljanje energetskih djelatnosti propisanih Zakonom o regulaciji izdaje Hrvatska energetska regulatorna agencija.

Slika 5.1. Elektroenergetski sustav Hrvatske



Izvor: www.hep.hr (Godišnje izvješće za 2005. godinu)

Unutar HEP grupe nalazi se više ovisnih trgovačkih društava koja se bave različitim elektroenergetskim djelatnostima: proizvodnjom, prijenosom, distribucijom, opskrbom električnom energijom, vođenjem elektroenergetskog sustava i organiziranja tržišta električne energije te trgovanjem, posredovanjem i zastupanjem na tržištu energijom. Kretanje ukupnih prihoda, rashoda i neto dobit nakon poreza HEP grupe u razdoblju od 1999. do 2005. godine prikazano je na Grafu 5.11. Sve do 2002. rashodi su gotovo jednaki ili veći od prihoda što je imalo za posljedicu da je HEP ostvarivao negativan financijski rezultat. Nakon promjene tarifne politike u 2002. i rasta cijena električne energije, ostvarena je pozitivna neto dobit u razdoblju do 2005. godine.

Graf 5.11. Ukupni prihodi i rashodi od poslovnih aktivnosti i neto dobit nakon poreza HEP grupe u razdoblju od 1999. do 2005. godine


Izvor: Izračun autora na temelju Godišnjih izvješća HEP-a za 2005, 2002. i 2000. godinu

U promatranom vremenskom razdoblju prihodi su porasli za 52 posto, a rashodi za 55 posto. Iako od 2002. godine ostvaruje određenu dobit, trend bržeg rasta rashoda od prihoda ukazuje na pogoršanje poslovne pozicije HEP-a. Istovremeno je prihod djelatnosti proizvodnje i distribucije električne energije porastao za 2,45 puta. Konsolidirani poslovni prihod krajem 2005. godine iznosio je oko 9,7 milijardi kuna dok je ukupna imovina dosegla visinu od oko 28 milijardi kuna.

Osnovne djelatnosti ostvarivanja prihoda HEP grupe su prihodi od prodaje električne energije, toplinske energije i prirodnog plina te ostali prihodi kao što je prikazano na Grafu 5.12.

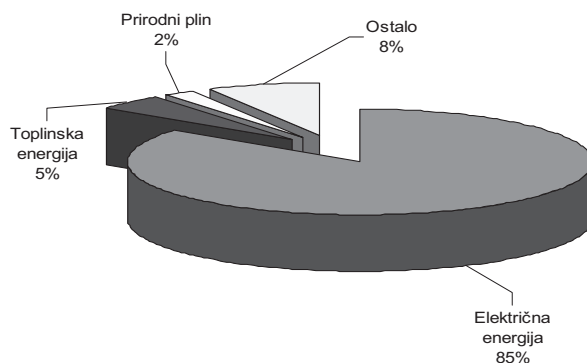
Prihodi od prodaje električne energije iznose oko 8,75 milijardi kuna i čine 85 posto ukupno ostvarenih prihoda 2005. godine. Ostalih 15 posto prihoda odnosi se na prihode od toplinske energije (pet posto), prirodnog plina (dva posto) i ostalih prihoda (osam posto). Od ukupnih prihoda 89 posto je ostvareno prodajom na domaćem tržištu, tarifnim i povlaštenim kupcima⁶, a 11 posto od izvoza električne energije.

U strukturi rashoda dominiraju nabava električne energije⁷ (20,1 posto), energetsko gorivo (16,1 posto), troškovi osoblja (16,4 posto), amortizacija (18,9 posto) i ostali troškovi poslovanja (28,5 posto).

⁶ Razlika između tarifnih i povlaštenih kupaca je ta što povlaštene prema zakonskim propisima mogu birati svog opskrbljivača električne energije dok je za tarifne kupce zakonom definiran HEP.

⁷ Uvoz električne energije

Graf 5.12. Struktura prihoda HEP grupe za 2005. godinu po djelatnostima



Izvor: www.hep.hr (Godišnje izvješće za 2005. godinu)

Nabava električne energije i energetsko gorivo značajno utječu na financijski rezultat HEP-a. Nabava električne energije ovisi o hidrologiji pojedine godine i količini proizvedene energije iz hidroelektrana. S druge strane to utječe i na veličinu troškova za energetsko gorivo. Manja proizvodnja u hidroelektranama utječe na veću proizvodnju u termoelektranama i veću nabavu električne energije. Veća proizvodnja u termoelektranama utječe na veću potražnju za gorivima, loživim uljem, prirodnim plinom ili ugljenom. Kretanje cijene tih energenata utječe na visinu rashoda. Tako su cijene loživog ulja 2005. u odnosu na prethodnu godinu bile više 34,5 posto, prirodnoga plina 13,5 posto i ugljena 18,8 posto.

U HEP-u je krajem 2005. godine bilo zaposleno oko 14,8 tisuća radnika, od čega 67 posto radi u distribuciji električne energije organiziranoj kroz 22 distribucijska područja. U proizvodnji je zaposleno oko 24 posto radnika, a u prijenosu oko osam posto. Manje od jedan posto zaposleno je u ostalim djelatnostima HEP-a.

5.1.2.2. Naftni sustav

U naftnom sustavu Hrvatske dominantna tvrtka je INA u mješovitom vlasništvu države, fondova i privatnih investitora. U zadnjih 10 godina javljaju se i drugi energetski subjekti, prije svega trgovci na veliko i malo naftnim derivatima. Do kraja 2005. godine izdano je 16 dozvola za obavljanje trgovine na veliko naftnim derivatima i 14 dozvola za skladištenje nafte i naftnih derivata. Jedina tvrtka za proizvodnju naftnih derivata je bila INA.

Važna tvrtka je i JANAF, Jadranski naftovod, kao jedini cjevovodni transporter nafte u Hrvatskoj i regiji. Od strateškog je značaja za cjelokupni energetski sektor s obzirom na planirane nove naftne koridore u budućnosti.

5.1.2.3. INA – Industrija nafte

INA se primarno bavi istraživanjem i proizvodnjom nafte i plina, te preradom nafte i distribucijom plina, nafte i naftnih derivata. S obzirom na opseg djelatnosti kojima se INA bavi udio prihoda INA-e u ukupnim prihodima djelatnosti vađenja energetske sirovine, proizvodnji naftnih derivata, proizvodnji plina i distribuciji plinovitih goriva te trgovini na malo i veliko gorivima i mazivima iznosi oko 60 posto.⁸

Krajem 2007. godine u vlasničkoj strukturi INA-e Vlada RH⁹ je imala 44,85 posto dionica, MOL 25 posto plus jednu dionicu, Fond Hrvatskih branitelja¹⁰ 7 posto, privatni i institucionalni investitori¹¹ 21,11 posto te Zagrebačka banka d.d./Citibank N,A, (skrbnik/depozitor za GDR) 2,04 posto.

Na Grafu 5.13. prikazano je kretanje ukupnih prihoda, rashoda i neto dobiti INA-e za razdoblje od 1999. do 2005. godine. U tom razdoblju su se dogodile tri važne stvari za buduće poslovanje INA-e. Uvedeno je tržišno određivanje cijena naftnih derivata u Hrvatskoj, provedena je privatizacija INA-e u kojoj je kao strateški partner odabran Mađarski MOL, a treća je da su nakon 11. rujna 2001. i napada na Svjetski trgovinski centar te američke intervencije u Afganistanu i Iraku cijene nafte na svjetskom tržištu počele rasti.

Prihodi od poslovnih aktivnosti su od 1999. najprije rasli, potom 2002. pali da bi zatim nastavili rasti sve do 2005. godine. Pad 2002. godine uvjetovan je smanjenom prodajom na domaćem, ali i inozemnom tržištu što je rezultiralo manjim prihodima. Godine 2001. iz INA-e je izdvojen transporter plina Plinacro koji je formiran kao posebna tvrtka u 100-postotnom vlasništvu RH. U svim promatranim godinama, izuzev 1999, rashodi od poslovnih aktivnosti bili su manji od prihoda, što je utjecalo na pozitivan financijski rezultat. Od 2002. godine dobit nakon poreza se kreće od 885 milijuna kuna 2005. godine do 1,366 milijarde 2004. godine. Ukupna imovine INA-e d.d. krajem 2005. godine iznosila je oko 20 milijardi kuna.

U strukturi prihoda, koji su 2005. godine iznosili oko 21 milijardu kuna, dominiraju prihodi od naftnih derivata koji su iznosili oko 70 posto (sedam posto loživo ulje, 23 posto motorni benzin, 37 posto dizel, dva posto nafta). Ostalih 30 posto se odnosi na prirodni plin (15 posto), UNP¹² (pet posto) i ostalo (11 posto). Na domaćem tržištu ostvareno je 65 posto prihoda, a ostalo na inozemnom (14 posto na području bivše SFRJ, 12 posto u EU-u i devet posto u ostatku svijeta). U strukturi izvoza 91 posto se odnosi na izvoz naftnih derivata, a devet posto na izvoz sirove nafte.

⁸ Podaci se odnose na 2005. godinu.

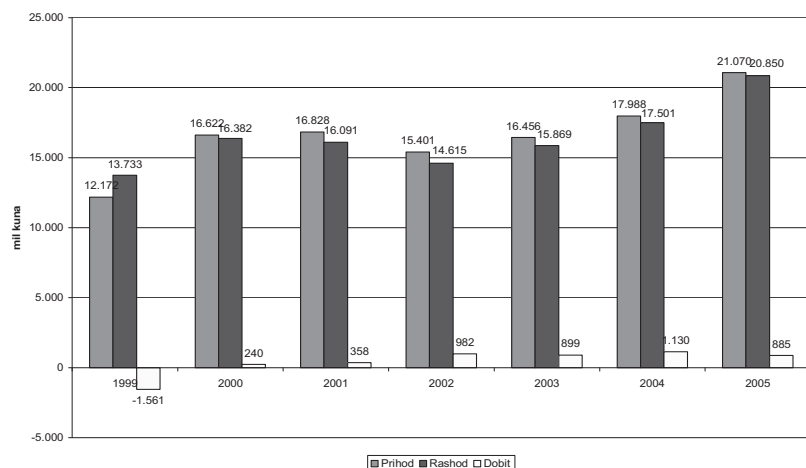
⁹ Dana 03.12.2007. izvršena je preknjižba 66.754 dopunske dionice INA-R-A s računa Vlade RH na račune investitora koji su na to stekli pravo temeljem Odluke Vlade RH od 14.09.2006. te izmjenama i dopunama te Odluke od 13.10.2006 i 10.11.2006. (objavljeno u NN 104/06, 113/06, 122/06 i 129/06).

¹⁰ Puni naziv je Fond hrvatskih branitelja iz Domovinskog rata i članova njihovih obitelji.

¹¹ Uključuje 628.695 dionica prodanih temeljem Odluke Vlade Republike Hrvatske o načinu prodaje, cijeni, posebnim pogodnostima, vremenu prodaje i uvjetima prodaje dionica INA – Industrija nafte d.d. zaposlenicima i ranije zaposlenima (NN 77/07, 94/07 i 103/07).

¹² Ukapljeni naftni plin

Graf 5.13. Ukupni prihodi i rashodi od poslovnih aktivnosti i neto dobit INA-e za razdoblje od 1999. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora na temelju Godišnjeg izvješća INA-e za 2005, 2002. i 2000. godinu

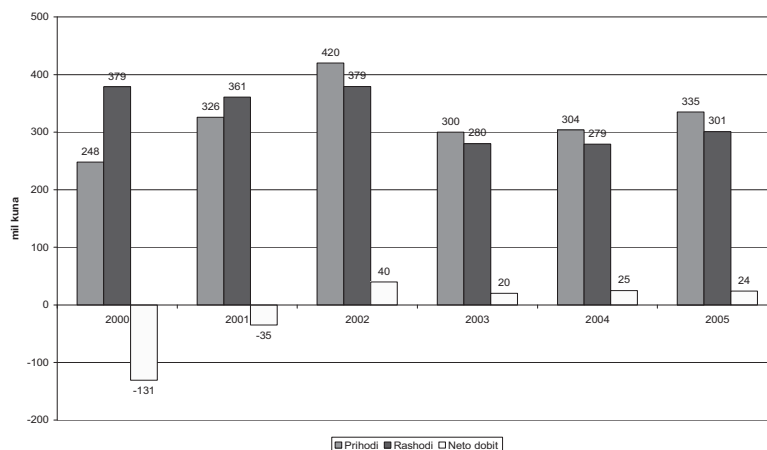
Ukupan prihod po osnovi prodaje osnovnih proizvoda iznosio je 6,1 milijardu kuna. Od prodaje plina ostvaren je prihod od oko 3 milijarde kuna prodajom 2,7 mlrd. m³ prirodnoga plina. Proizvodnja domaćeg plina je 2006. godine iznosila 64 posto, a ostalih 36 posto se uvozi iz Rusije. Prihod od prodaje plina je ostvaren prodajom 49,5 posto plina distributerima, HEP-u 22 posto, Petrokemiji 20 posto, industriji 12 posto i ostalim kupcima oko 1 posto. Ostali prihod je ostvaren prodajom nafte (35 posto) kondenzata (9 posto) i ostalih proizvoda (oko 8 posto). Od prodaje naftnih derivata 62 posto prihoda je ostvareno od prodaje u Hrvatskoj, a ostalo se odnosi na prihod od izvoza. Najveći dio prihoda od izvoza odnosi se na izvoz u susjedne zemlje, pri svega u BiH (13 posto).

Trgovina na malo se odvijala putem benzinskih postaja. Od ukupno 731 benzinske krajem 2005. godine u vlasništvu INA-e se nalazilo 418 dok se 313 postaja nalazilo u vlasništvu ostalih energetskih subjekata koji se bave djelatnosti trgovinom naftnih derivata (Tifon, OMV, Petrol...). Ukupan broj benzinskih postaja je u zadnjih 10 godina porastao za oko 40 posto, pri čemu je broj INA-inih postaja porastao za 11 posto, a broj ostalih postaja u vlasništvu drugih tvrtki za čak 2,2 puta, što pokazuje smanjivanje tržišnog udjela INA-e u maloprodaji naftnih derivata.

5.1.2.4. JANAF – Jadranski naftovod

Jadranski naftovod, JANAF d.d., upravlja naftovodnim sustavom koji je projektiran i građen u razdoblju od 1974. do 1979. godine. Uz transport nafte, bavi se prekrcajem te skladištenjem nafte i naftnih derivata. Dužina naftovo-da je oko 760 km, a centralni terminal je u Omišlju na otoku Krku.

Graf 5.14. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit JANAF-a za razdoblje od 2000. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora na temelju Godišnjih izvješća JANAF-a za razdoblje od 2000. do 2005. godine

5.1.2.5. Plinski sustav

U plinskom sustavu najvažniji energetski subjekti su: proizvođač i uvoznik prirodnoga plina INA¹³, nacionalni transporter Plinacro i distributeri plina, njih 36. INA, u kojoj je dominantan dio proizvodnje, prerade i trgovine naftom i naftnim derivatima, je analizirana u prethodnom poglavlju. U vlasništvu INA-e nalazi se i jedino podzemno skladište prirodnog plina, Okoli, kapaciteta oko 550 milijuna m³, što je vrlo važno za stabilnost plinskog sustava u zimskim mjesecima kada je potrošnja najveća.

5.1.2.6. Plinacro

Plinacro je jedini transporter plina u Hrvatskoj i u 100-postotnom je vlasništvu države. Nastao je izdvajanjem iz INA-e 2001. godine kao dio politike privatizacije, liberalizacije i regulacije plinskog sektora. Duljina plinske transportne mreže zadnjih se godina značajno povećala budući je u tijeku plinifikacija dijelova Hrvatske u kojima još nema plinske mreže. Krajem 2006. godine duljina transportnih (magistralnih, regionalnih, spojnih i međunarodnih) plinovoda iznosila je preko 2000 km, a planira se izgraditi još oko 500 km.

Na Slici 5.3. prikazan je magistralni sustav plinovoda, postojećih i planiranih.

¹³ Za sada samo INA, a u skorije vrijeme, kad se u potpunosti otvori plinsko tržište, i drugi trgovci/proizvođači plina.

Slika 5.3. Transportni sustav plinovoda – postojeći i planirani plinovodi



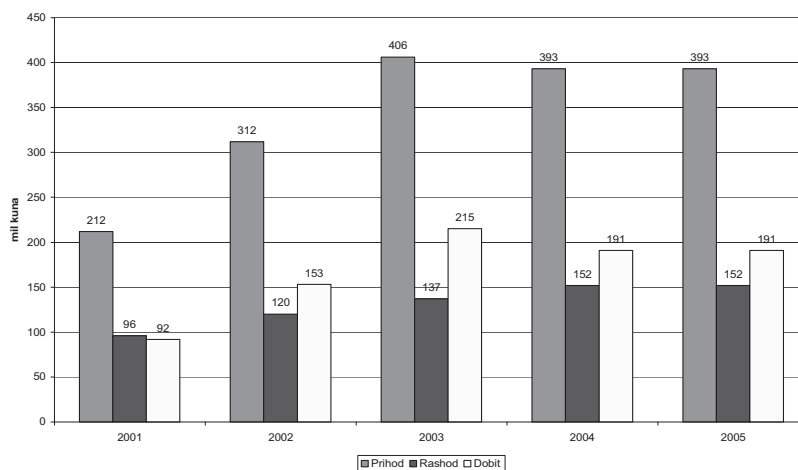
Izvor: Godišnje izvješće Plinacroa za 2005. godinu

Kretanje ukupnih prihoda i rashoda kao i neto dobit za razdoblje od osnivanja i izdvajanja Plinacroa iz INA-e 2001. godine do 2005. godine prikazano je na Grafu 5.15.

Prihodi su porasli 2002. godine kad je donesena odluka o plinifikaciji Hrvatske. Budući da se plinifikacija odlučila financirati dijelom iz dobiti Plinacroa, a dijelom iz kreditnog zaduženja kod EIB-a¹⁴, neto dobit raste s 92 milijuna kuna 2001. godine na 215 milijuna kuna 2003. godini i zadržava se na razini od 190 milijuna kuna 2004. i 2005. godine.

¹⁴ Europske investicijske banke

Graf 5.15. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit Plinacroa za razdoblje od 2001. do 2005. godine



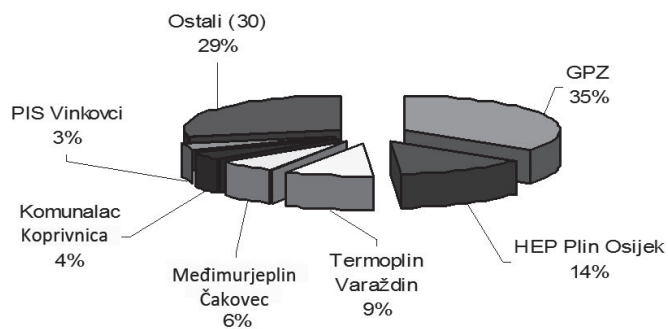
Izvor: Izračun autora na temelju Godišnjeg izvješća INA-e za razdoblje od 2001. do 2005. godine

Vrijednost imovine 2005. godine iznosila je oko dvije milijarde kuna, a već 2006. godine se povećala za dodanih 500 milijuna kuna. Zaposleno je oko 500 radnika.

5.1.2.7. Distributeri plina

Djelatnost distribucije plina u Hrvatskoj obavlja 36 distributera koji su u privatnom vlasništvu ili u vlasništvu jedinca lokalne uprave i samouprave. Ukupan broj potrošača na distribucijskom sustavu plinovoda je preko 500 tisuća. Struktura potrošnje po distributerima je prikazana na Grafu 5.16.

Graf 5.16. Struktura potrošnje plina po distributerima

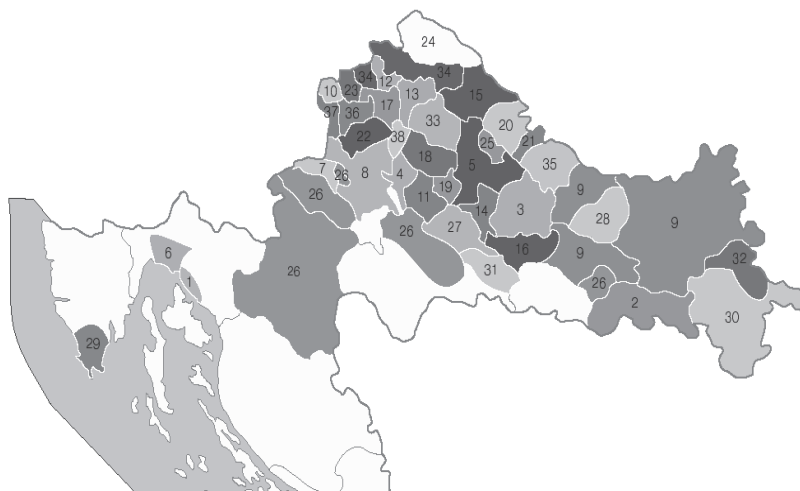


Izvor: www.hsup.hr

Gradska plinara Zagreb je najveća po potrošnji i s oko 35 posto sudjeluje u ukupnoj potrošnji svih distributera koja iznosi oko 1,23 milijardi m³ plina. Prvih šest distributera troši preko 70 posto prirodnoga plina. Ostalih 30 manjih distributera troši oko 29 posto ukupne potrošnje plina u distribuciji, odnosno prosječno svaki po jedan posto ukupne potrošnje.

Ukupni prihodi svih distributera od prodaje i distribucije plina iznose oko 2,15 milijarde kuna s blizu 1,5 tisuće zaposlenih. S obzirom da se distributeri bave i nekim drugim komunalnim i tržišnim djelatnostima prihodi im rastu od 10 do 30 posto, ovisno o distributeru. Njihova geografska rasprostranjenost u 2005. godini prikazana je na Slici 5.4.

Slika 5.4. Geografska podjela distribucijskih područja po distributerima plina



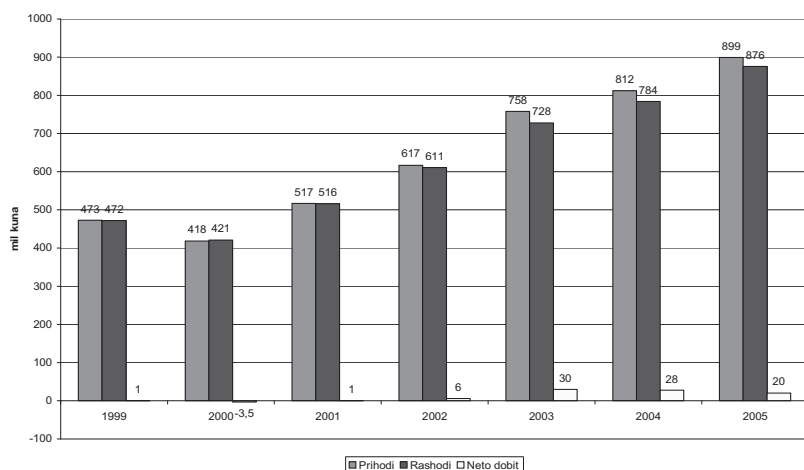
Izvor: www.hera.hr (Godišnje izvješće za 2006. godinu)

Distributeri prirodnog plina se nalaze u kontinentalnom dijelu Hrvatske. U ostalim dijelovima Hrvatske još nema distributera prirodnog plina. Najprije će se javiti u Rijeci i Puli gdje se distribuira gradski i miješani plin. Duljina distribucijske plinske mreže 2005. godine iznosila je preko 16 tisuća kilometara, što je povećanje od oko 2,2 puta u odnosu na 1995. godinu kada je iznosila oko 7,2 tisuće kilometara.

S obzirom na veličinu Gradske plinare Zagreb, u ukupnoj potrošnji na Grafu 5.17. prikazano je kretanje ukupnih prihoda i rashoda te neto dobiti GPZ-a za razdoblje od 1999. do 2005. godine. Bitno je napomenuti da su u ukupne prihode uključene i djelatnosti koje nisu vezane za distribuciju plina, već za izgradnju plinovoda ili neke druge komunalne djelatnosti. Udio tih prihoda u strukturi ukupnih prihoda iznosi od 10 do 15 posto. Također su i na strani rashoda uključeni pripadajući troškovi neenergetskih djelatnosti. S obzirom na donesene zakonske i podzakonske propise, od 2006. godine svi dis-

tributeri moraju imati odvojeno računovodstvo za energetske i neenergetske djelatnosti.

Graf 5.17. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit GPZ-a za razdoblje od 1999. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora na temelju Godišnjeg izvješća GPZ-a za razdoblje od 1999. do 2005 godine

Veći rast prihoda i rashoda od 2002. godine primarno je posljedica rasta cijene plina koji INA prodaje distributerima, pa tako i GPZ-u, za sedam posto. Također prihodi rastu i zbog sve većeg broja potrošača priključenih na distribucijsku mrežu GPZ-a. S druge strane s obzirom na ostvarene prihode dobit se javlja tek od 2003. godine i kreće se na razini od 20 do 30 milijuna kuna. Vrijednost angažirane imovine iznosi oko milijardu kuna. U GPZ-u je zaposleno oko 550 radnika.

5.1.2.8. Toplinski sustav

Opskrba toplinskom energijom iz centraliziranih toplinskih sustava (CTS) postoji u svim većim gradovima u Hrvatskoj. Toplinska energija proizvodi se u kogeneracijskim postrojenjima za veće dijelove grada i/ili u kotlovnica za pojedina gradska područja/naselja. CTS s kogeneracijskim postrojenjima postoji samo u Zagrebu, Osijeku i Sisku. Toplinarstvo na području Zagrebačke županije, Grada Zagreba i Osijeka pokriva oko 80 posto ukupnog broja svih potrošača i blizu 90 posto ukupne potrošnje energije, a organizacijski ga pokriva HEP-Toplinarstvo d.o.o. u vlasništvu HEP-a d.d. koji je ujedno u 100-postotnom vlasništvu RH. U Tablici 5.1. prikazan je broj potrošača, broj kućanstava i udio daljinski grijanih kućanstava u pojedinim gradovima u Hrvatskoj.

Tablica 5.1. Udio kućanstava spojenih na CTS u Hrvatskoj (podaci za 2005. godinu)

Područje	Broj potrošača	Broj kućanstava	Daljinski grijana kućanstva
Zagreb	82,419	275,464	30%
Osijek	10,050	41,835	24%
Zaprešić	2,356	7,273	32%
Samobor	1,410	11,081	13%
Velika Gorica	5,749	19,845	29%
Sisak	2,986	18,671	16%
Karlovac	7,800	21,365	37%
Rijeka	9,707	53,406	18%
Slavonski Brod	3,612	20,556	18%
Varaždin	2,923	16,733	17%
Vinkovci	1,640	12,073	14%
Vukovar	2,530	11,925	21%
Virovitica	430	7,743	6%
RH ukupno	133,612	1,477,377	9%

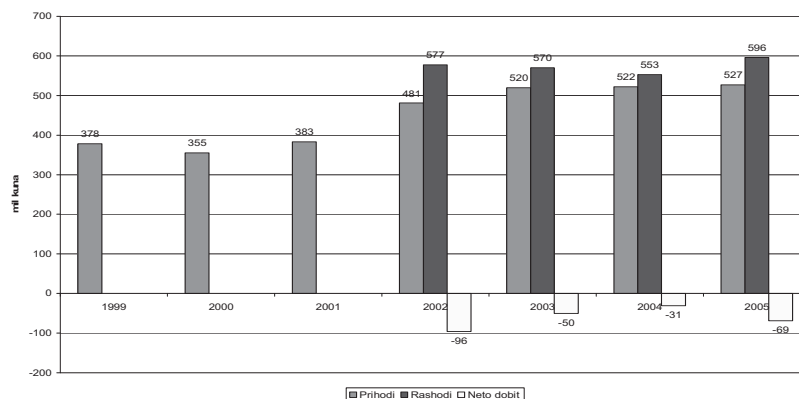
Izvor: *Energija u Hrvatskoj 2005, godišnji energetski pregled*, Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva

S obzirom da je HEP-Toplinarstvo glavni energetski subjekt u toplinarstvu na Grafu 5.18. prikazano je kretanje prihoda i rashoda te neto dobiti u razdoblju od 1999. do 2005. godine.

HEP od 2002. godine vodi strukturu prihoda i rashoda po pojedinim djelatnostima. Podaci od 1999. do 2001. godine su prikazani u konsolidiranom izvješću HEP-a na razini strukture prihoda, ali bez strukture rashoda i neto dobiti po djelatnostima. Od 2002. godine se osim konsolidiranog izvješća vode i izvješća po djelatnostima tako da postoje podaci o prihodima, rashodima i neto dobiti. U svim godinama za koje su zajedno prikazani rashodi i prihodi, HEP-Toplinarstvo ostvaruje negativan financijski rezultat. Godine 2003. je iznosio oko 100 milijuna kuna, a 2005. oko 70 milijun kuna. Navedeno ukazuje na nepovoljan položaj sektora toplinarstva u Hrvatskoj.

Vrijednost imovine HEP Toplinarstva 2005. godine iznosila je oko 800 milijuna kuna, a bilo je zaposleno oko 400 radnika.

Graf 5.18. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit HEP-Toplinarstva za razdoblje od 1999. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora na temelju Godišnjeg izvješća HEP-a za razdoblje od 1999. do 2005. godine

5.2. Statička i dinamička analiza energetske potrošnje i njene strukture

Statička i dinamička analiza ukupne potrošnje energije po energentima i sektorima u gospodarstvu bazirana je na dva analizirana vremenska razdoblja:

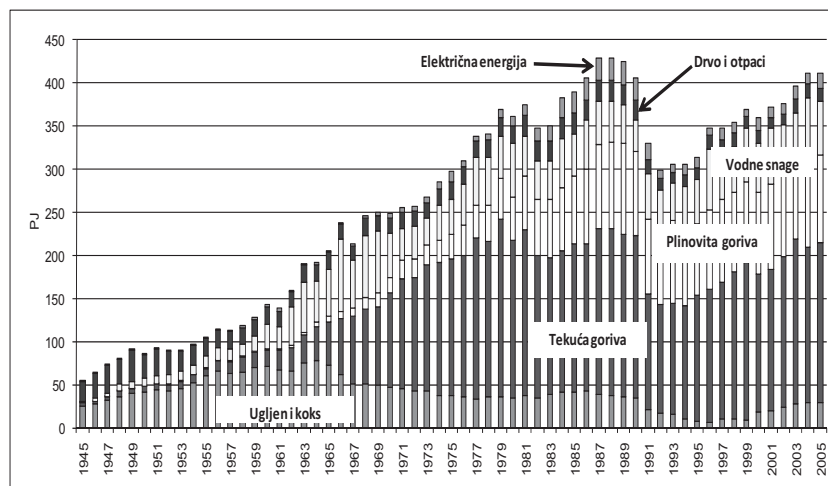
- Razdoblje od 1945. do 2005. godine – zbog nedostatka razrađenih struktura podataka ove vremenske serije se odnose samo na ukupnu potrošnju energije po energentu i po najvažnijim sektorima u gospodarstvu (promet, industrija, opća potrošnja);
- Razdoblje od 1988. do 2005. godine – strukturna analiza podataka. Ovo razdoblje pokazuje potrošnju energije prije rata, u prijeratnoj 1988. godini, u godini maksimalne potrošnje za hrvatsko gospodarstvo pa do 2005. godine.

5.2.1. Potrošnja energije

Potrošnja energije predstavlja agregirani prikaz potrošnje svih oblika energije izražen kroz zajedničku energetska jedinicu. Kretanje ukupne potrošnje energije i njene strukture po energentima u razdoblju od 61 godinu, odnosno od 1945. do 2005. godine prikazano je na Grafu 5.19.

Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj je u razdoblju od 1945. do 2005. porasla za skoro osam puta, s oko 54 na 411 PJ¹⁵. Maksimalna potrošnja je bio 1987. i 1988. godine kada se trošilo oko 429 PJ energije. Pad potrošnje počinje 1989., dvije godine prije Domovinskog rata, a nastavlja sa ratnim zbivanjima. Prosječna stopa rasta u 61 godinu je iznosila oko 3,5 posto godišnje.

¹⁵ Petadžul

Graf 5.19. Ukupna potrošnje energije po energentima u razdoblju od 1945. do 2005. godine


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

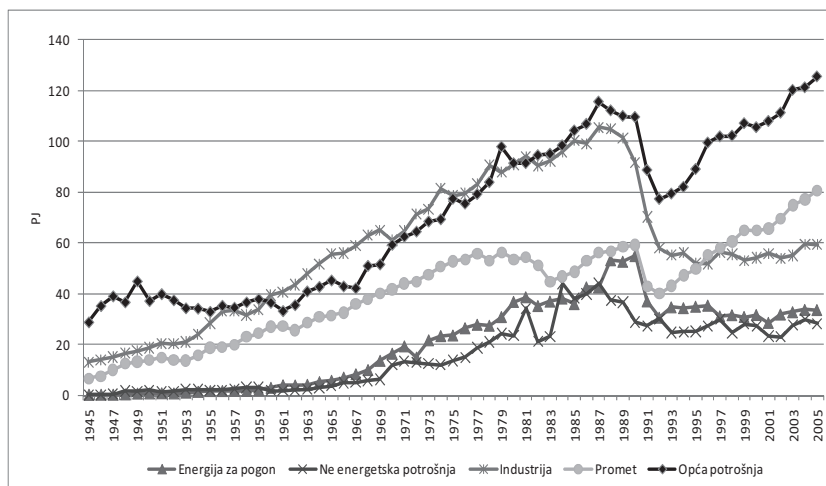
Osim velike promjene u ukupnoj potrošnji, došlo je i do značajnih promjena u njejoj strukturi s obzirom na oblik energenta. Do sredine 60-tih dominira ugljen i koks. Šezdesetih godina značajni udio u potrošnji imaju i vodne snage, a raste udio tekućih goriva koji je danas i najznačajniji. Udio tekućih goriva 2005. godine u ukupnoj potrošnji iznosio je oko 45 posto. Plinovita goriva značajnije rastu 70-tih godina 20. stoljeća, a njihov udio 2005. iznosi oko 25 posto ukupne potrošnje energije u Hrvatskoj. Važan udio čine i vodne snage čiji se apsolutni iznos nije značajnije promijenio još od kraja 60-ih.

Osim ukupne potrošnje energije analizirana je potrošnja energije po sektorima (industrija, promet i opća potrošnja), energija za pogon (energija za energetska postrojenja) i energija za ne-energetsku potrošnju (energija koja se koristi kao sirovina¹⁶ u tehnološkim procesima) što je prikazano na Grafu 5.20.

S obzirom da u RH nije bilo većih postrojenja za transformaciju jednog oblika energije u drugi potrošnja energije za pogon se značajnije javlja sredinom 60-tih godina 20. stoljeća. Gotovo identična situacija je i s ne-energetskom potrošnjom energije koja se u strukturi javlja pojavom petrokemijske industrije početkom 60-tih. U 2005. godini potrošnja energije za pogon je iznosila oko 34 PJ, a ne-energetska potrošnja 28 PJ. Kao i kod ostalih sektora potrošnje značajniji pad potrošnje dogodio se početkom 90-tih zbog ratnih zbivanja.

¹⁶ Primjer ne-energetske potrošnje je proizvodnja umjetnih gnojiva gdje se kao sirovina koristi plin.

Graf 5.20. Kretanje potrošnje energije po sektorima od 1945. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Sektor prometa je imao najdinamičniji rast potrošnje energije, oko 12,4 puta. U 1945. godini potrošnja je iznosila 6,5 PJ, a 2005. godine 80,7 PJ. Treći značajan sektor energetske potrošnje je industrija. Godine 1945. potrošnja je iznosila oko 14 PJ i blago je rasla do početka 50-tih. Zatim raste po višim stopama sve do kraja 80-tih kada je dosegla vrhunac od oko 105 PJ u 1987. godini. Nakon toga potrošnja u 1988. i 1989. godini počinje padati da bi već 1990. godine bila manja za 15% u odnosu na 1987. godinu. Rat i tranzicija značajno ubrzavaju smanjenje potrošnje. U razdoblju od 10 godina, od 1993. do 2003. godine, nema značajnije promjene potrošnje. Godine 2004. raste za oko 10 posto u odnosu na prethodnu godinu i na razini od oko 60 PJ zadržava se i 2005. godine.

Opća potrošnja¹⁷, u koju spadaju kućanstva, usluge i ostali podsektori, je 1945. godine trošila gotovo polovinu ukupno raspoložive energije. Rast potrošnje u analiziranom razdoblju je iznosio oko 4,4 puta, odnosno povećao se s 28,73 PJ na 125,5 PJ. Udio kućanstava u općoj potrošnji 1945. godine iznosio je oko 98 posto, a 2005. godine 64 posto. Značajno je rastao udio usluga tako da je iznosio oko 23 posto ukupne opće potrošnje.

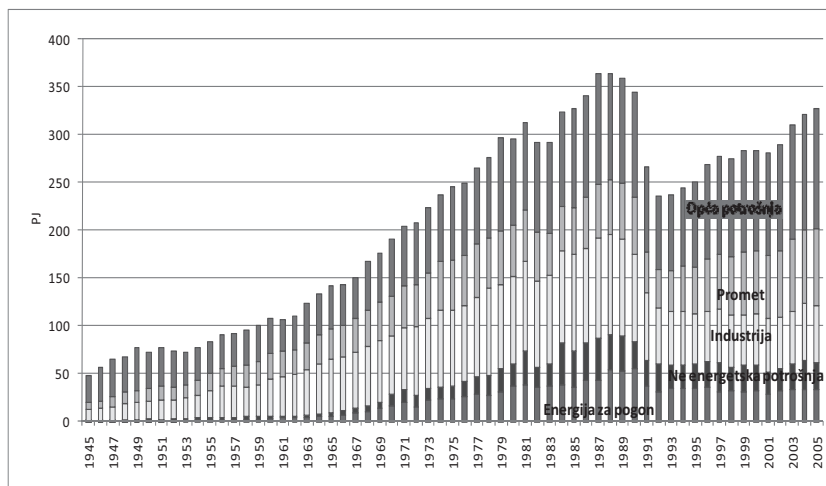
Da bi se uočili razmjeri strukturnih promjena, na Grafu 5.21. je prikazana struktura ukupne potrošnje energije po analiziranim sektorima.

Ukupna potrošnja raste s 50 PJ 1945. godine na oko 100 PJ krajem 50-tih godina. Zatim nastavlja brže rasti tako da u sljedećih 15 godina raste s oko 100 PJ na gotovo 250 PJ. Krajem 70-ih i početkom 80-ih godina potrošnja stagnira na oko 300 PJ i zatim u sljedećih nekoliko godina opet značajnije

¹⁷ U opću potrošnju spadaju kućanstva, usluge, poljoprivreda, građevinarstvo i kategorija ostali.

raste tako da 1988. godine iznosi 365 PJ, što je ujedno i kumulativna maksimalna potrošnja energije u analiziranim sektorima.

Graf 5.21. Struktura ukupne potrošnje energije po sektorima od 1945. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

5.2.1.1. Potrošnja energije po energentu i po sektorima

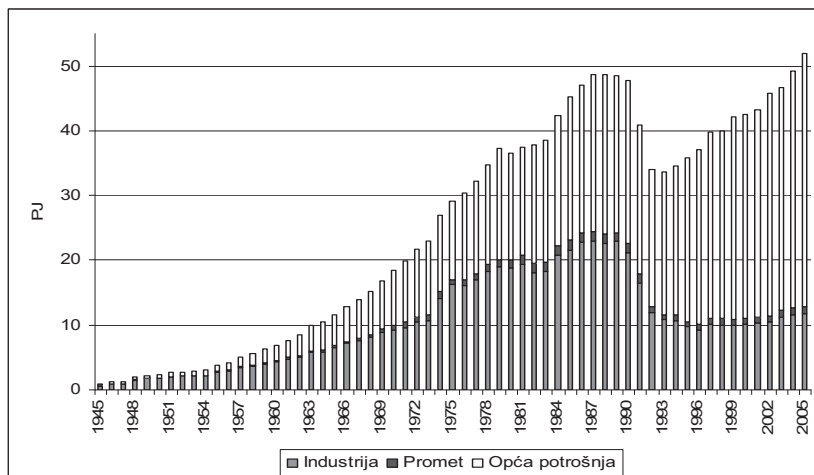
Potrošnja energije je analizirana po sektorima – industrija, promet i opća potrošnja, i po tipu goriva – električna energija, tekuća goriva, plinovita goriva, ugljen i koks te toplinska energija. Analiza pokazuje potrošnju pojedinog energenta u tri najvažnija sektora i najveća potrošača energije te prikazuje dinamičko kretanje potrošnje i promjenu strukture potrošnje kroz razdoblje od 61 godine.

Potrošnja električne energije 1945. godine bila je gotovo zanemariva, manja od 1 PJ, od čega se 66 posto trošilo u industriji, oko dva posto u prometu, a ostalo u općoj potrošnji. Nakon 61 godinu potrošnja električne energije je porasla na oko 52 PJ. Udio industrije je iznosio oko 22 posto, udio prometa se nije promijenio, a 76 posto potrošnje električne energije se ostvarivalo u općoj potrošnji. Kućanstva su trošila oko 60 posto opće potrošnje, odnosno oko 23 PJ.

Nakon 1991. godine i početka rata, potrošnja električne energije u industriji se gotovo prepolovila i nije se značajnije povećala do 2005. godine. Istovremeno je potrošnja u općoj potrošnji počela značajno rasti, prvenstveno zbog rasta potrošnje kućanstava.

Na Grafu 5.22. je prikazana potrošnja električne energije u industriji, prometu i općoj potrošnji u razdoblju od 1945. do 2005. godine.

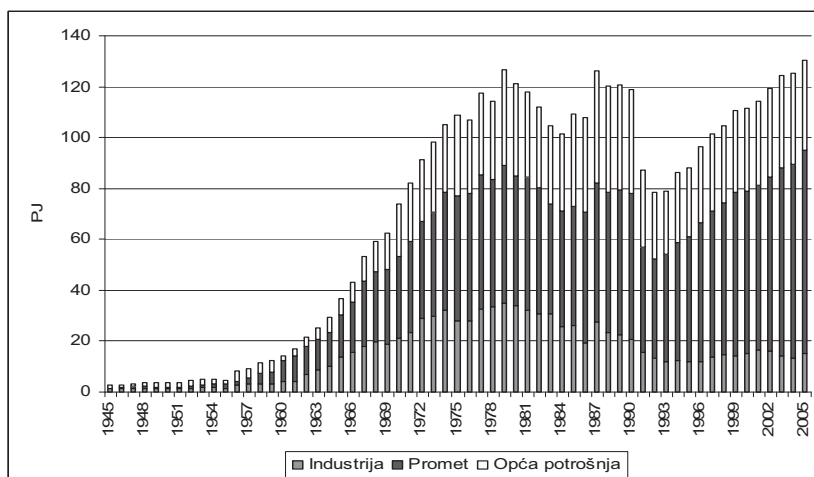
Graf 5.22. Potrošnja električne energije po sektorima



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta*; *Energija u RH, razna godišta*; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Struktura potrošnja tekućih goriva po sektorima je prikazana na Grafu 5.23.

Graf 5.23. Potrošnja tekućih goriva po sektorima



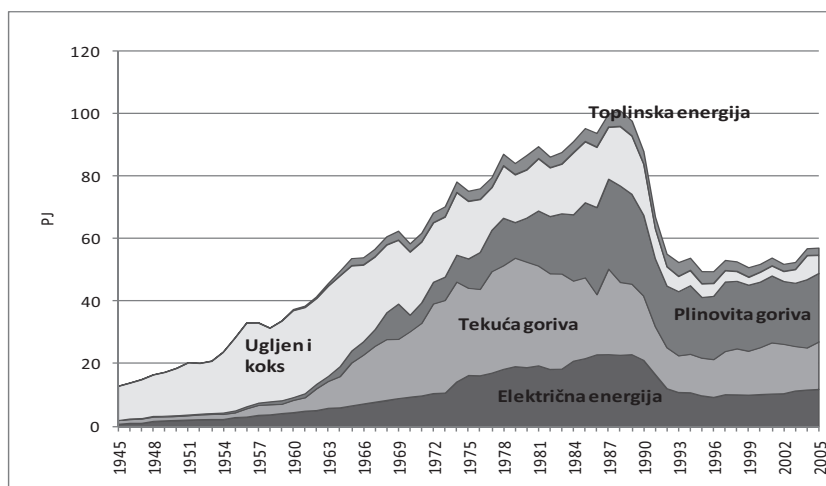
Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta*; *Energija u RH, razna godišta*; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Potrošnja tekućih goriva se značajnije javlja krajem 50-ih i početkom 60-ih godina 20. stoljeća. U početku najveći rast se ostvaruje u prometu, a zatim

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

slijedi rast potrošnje u industriji i općoj potrošnji. Potrošnja tekućih goriva je 1945. godine iznosila oko 3 PJ, a 2005. godine oko 130 PJ, odnosno oko 46 puta više. Vrhunac potrošnje u industriji je bilo 70-ih godina. Posljedice prvog naftnog šoka se osjećaju 1975. i 1976. godine kada je potrošnja tekućih goriva u industriji smanjena za oko 10 posto u odnosu na potrošnju iz 1974. godine. Godine 1977. potrošnja se vraća na onu iz 1974. godine i blago raste sve do 1979. godine kada je potrošnja maksimalna. 80-ih godina potrošnja opada s oko 34 PJ 1980. godine na oko 21 PJ 1990. godine. Rat dodatno smanjenje potrošnju početkom devedesetih godina a najniža je 1993. godine kada iznosi oko 12 PJ. Do kraja 2005. godine porasla je na oko 15 PJ. Promjene u strukturi potrošnje energije u industriji su prikazane na Grafu 5.24.

Graf 5.24. Potrošnja energije u industriji po gorivima



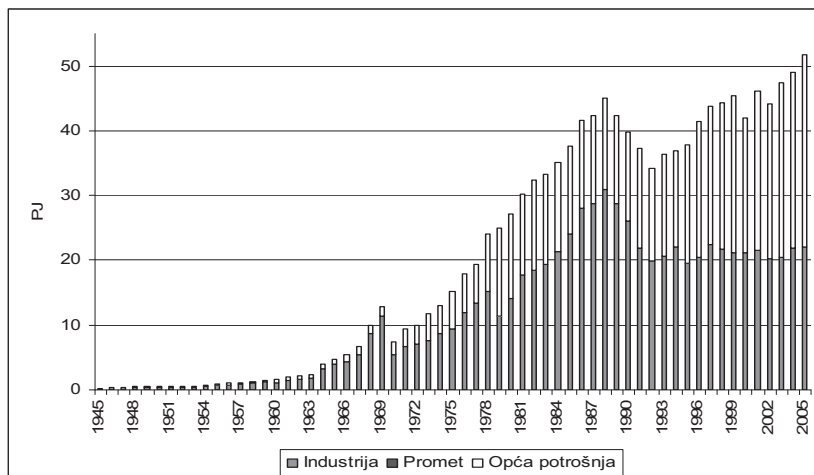
Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Dominantan energent do početka 60-tih godina je ugljen. Tada počinje rasti potrošnja tekućih goriva koji 70-ih godina dominiraju. Također od sredine 70-ih raste potrošnja električne energije supstituirajući jedan dio potrošnje tekućih goriva. Početkom 80-ih dodatno se smanjuje potrošnja tekućih goriva, a raste potrošnja plinovitih s paralelnim rastom potrošnje električne energije. Potrošnja ugljena nije se značajnije mijenjala od početka 70-ih.

U prometu, izuzev par ratnih godina, potrošnja je rasla, tako da je 1997. godine potrošnja bila na razini 1990. godine kada je iznosila oko 57 PJ. Opća potrošnja je 2005. godine trošila oko 35 PJ, od čega se na kućanstva odnosilo oko 40 posto, a na usluge 18 posto. Ostalo se odnosilo na potrošnju u poljoprivredi, građevinarstvu i ostalim podsektorima opće potrošnje.

Treća skupina energenata su plinovita goriva. Njihova potrošnja od 1945. do 2005. godine prikazana je na Grafu 5.25.

Graf 5.25. Potrošnja plinovitih goriva po sektorima



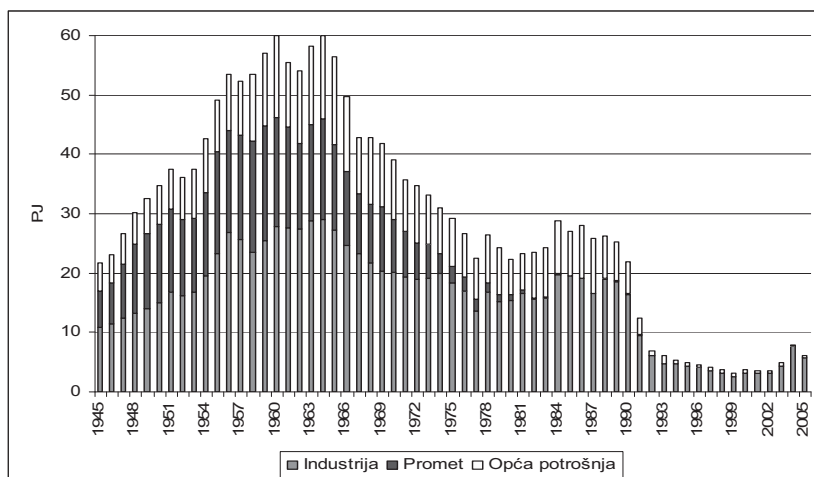
Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Plinovita goriva troše samo dva sektora, industrija i opća potrošnja. U 1945. godini potrošnja je iznosila 0,18 PJ, a 2005. godine 51,73 PJ. U strukturi potrošnje 43 posto se odnosi na industriju, a 57 posto na opću potrošnju. Nakon pada 1991. godine potrošnja u industriji se nije značajnije promijenila. Od opće potrošnje koja je 2005. godine iznosila oko 30 PJ 80 posto se odnosi na potrošnju plinovitih goriva u kućanstvima, a 18 posto na potrošnju u uslugama. Potrošnja ostalih podsektora čini oko dva posto.

Ugljen i koks su bili dominantni energenti sredinom 20. stoljeća. Maksimalna potrošnja je bila 60-tih godina nakon čega dolazi do značajnog smanjenja potrošnje. Potrošnja i struktura za razdoblje od 61. godinu prikazani su na Grafu 5.26.

Nakon Drugog svjetskog rata potrošnja ugljena i koksa iznosila je oko 22 PJ od čega se 50 posto odnosilo na potrošnju u industriji. Potrošnja je rasla do 1964. godine nakon čega se počinje kontinuirano smanjivati. 80-ih je potrošnja oscilirala između 25 i 30 PJ, a nakon početka rata 90-ih godina potrošnja pada na oko 4 do 6 PJ i na tome se zadržava do 2005. godine. Dominantan udio potrošnje se ostvarivao u industriji. U prometu je potrošnja gotovo nestala u 80-ima dok se potrošnja u općoj potrošnji ostvarivala sve do 1991. Nakon toga se 95 ukupne potrošnje ugljena i koksa ostvaruje u industriji, a ostatak u općoj potrošnji.

Graf 5.26. Potrošnja ugljena i koksa po sektorima

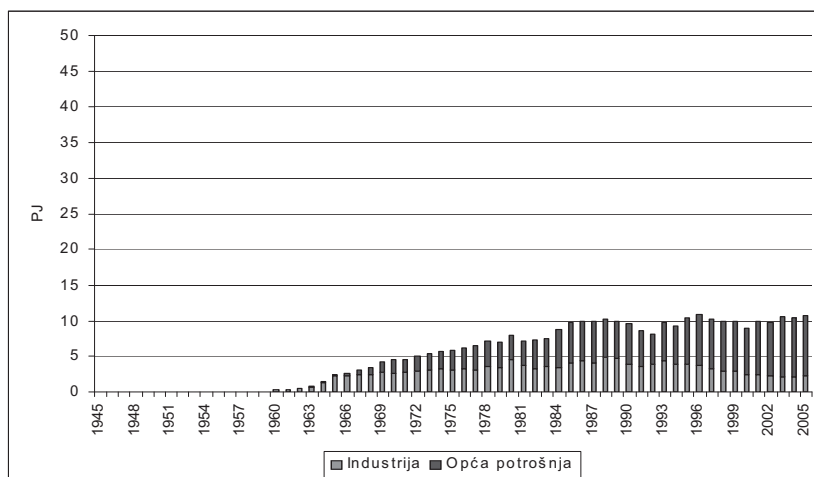


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Toplinska energija je najnoviji oblik energije koji se javilo početkom 60-tih godina 20. stoljeća. Troši se u industriji i općoj potrošnji, a njen udio u ukupnoj strukturi potrošnje energije je najmanji i iznosi manje od 5 posto.

Dinamika i struktura potrošnje toplinske energije u razdoblju od 1945. do 2005. godine prikazane su na Grafu 5.27.

Graf 5.27. Potrošnja toplinske energije po sektorima



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

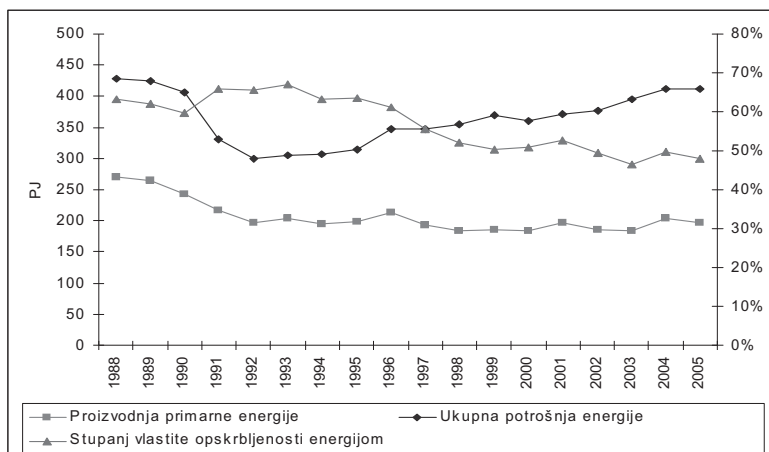
Visoke stope rasta potrošnje toplinske energije dovele su do činjenice da se i za vrijeme rata 90-tih godina potrošnja nije značajnije promijenila, nego se samo promijenila njena struktura. Krajem 80-ih godina 20. stoljeća potrošnja je pala s oko 10 PJ na oko 8 PJ 1992. godine da bi 1995. iznosila oko 10,5 PJ. 60-ih godina dominantan je bio udio industrije da bi udio opće potrošnje sve više rastao. 80-ih je udio industrije i opće potrošnje iznosio svaki po 50 posto da bi nakon 2000. godine udio opće potrošnje iznosio čak 80 posto. U strukturi opće potrošnje dominiraju kućanstva čiji je udio 2005. iznosio oko 80 posto. Ostalih 20 posto se odnosi na potrošnju uslužnog sektora.

5.2.2. Proizvodnja energije i vlastita opskrbljenost energijom

Analizom potrošnje i proizvodnje energije moguće je među ostalim utvrditi stupanj energetske samodovoljnosti¹⁸ kao značajan čimbenik funkcioniranja i konkurentnosti nacionalnog gospodarstva. Važnost ovog pokazatelja očituje se u činjenici da viši stupanj (uvozne) energetske zavisnosti utječe na koeficijent osjetljivosti¹⁹, odnosno da je gospodarstvo izloženiije negativnim aspektima rasta cijena energenata na rast bruto domaćeg proizvoda.

Na Grafu 5.28. prikazana je analiza kretanja proizvodnje i potrošnje energije u Hrvatskoj za razdoblje od 1988. do 2005. godine.

Graf 5.28. Proizvodnja i potrošnja energije i vlastita opskrbljenost



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

¹⁸ U *Energiji u Hrvatskoj* se navedeni pojam definira kao vlastita opskrbljenost primarnom energijom.

¹⁹ Koeficijent osjetljivosti predstavlja kvantitativni izraz međuovisnosti ekonomskih varijabli. Ako neka ekonomska varijabla Y (BDP) ovisi o ekonomskoj varijabli X (cijena energije), tada je Y funkcija od X i pi. Najčešća mjera osjetljivosti je koeficijent elastičnosti koji postavlja u odnos relativne promjene varijabli.

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Proizvodnja primarne energije se 2005. godine smanjila u odnosu na 1988. godinu. Pala je s 271 PJ na 197 PJ. Potrošnja energije je imala dva trenda. Prvo se smanjivala do 1992. godine da bi zatim nastavila rasti. Potrošnja u 2005. godini je bila gotovo jednaka potrošnji u 1988. godini. Odnos navedenih dviju varijabli daje stupanj energetske samodovoljnosti. On se u Hrvatskoj kontinuirao smanjuje. Pred rat je iznosio oko 63 posto, nakon rata je zbog veće stope pada potrošnje od proizvodnje iznosio oko 66 posto da bi se nakon toga nastavio smanjivati i 2005. godine iznosio 48 posto.

S obzirom na trend smanjenja rezervi nafte i kondenzata, za oko 66 posto u razdoblju od 1990. do 2005. godine, kao i prirodnog plina, za oko 33 posto u istom vremenskom razdoblju, te uz pretpostavku da neće biti značajnih otkrića nafte i plina, za očekivati je da će stupanj energetske samodovoljnosti i dalje smanjivati.

U Tablici 5.2. prikazane su zalihe nafte i plina INA-e koje se nalaze u Hrvatskoj, ali i u inozemstvu, na poljima gdje je INA dobila koncesiju. Zalihe se dijele na dokazane, dokazane i vjerojatne, te dokazane, vjerojatne i moguće.

Tablica 5.2. INA-ine zalihe nafte i plina u Hrvatskoj i inozemstvu

Zalihe nafte i plina u RH na dan 31.12.2005.	Jedinica	Dokazane	Dokazane + vjerojatne	Dokazane + vjerojatne + moguće
Nafta	10 ³ m ³	7.079	12.998	16.336
Kondenzat	10 ³ m ³	2.940	2.984	2.984
Ukupno (nafta i kondenzat)	10 ³ m ³	10.019	15.982	19.320
Plin	10 ³ m ³	29.789	34.482	34.782
OE ²⁰	10 ³ m ³	39.807	50.464	54.102
Zalihe nafte i plina u inozemstvu na dan 31.12.2005.	Jedinica	Dokazane	Dokazane + vjerojatne	Dokazane + vjerojatne + moguće
Nafta	10 ³ m ³	1.070	2.065	2.065
Plin	10 ³ m ³		10.374	10.374
Kondenzat	10 ³ m ³		1.319	1.319
OE	10 ³ m ³	1.070	13.758	13.758
Ukupne zalihe nafte i plina na dan 31.12.2005.	Jedinica	Dokazane	Dokazane + vjerojatne	Dokazane + vjerojatne + moguće
Nafta	10 ³ m ³	8.149	15.064	18.401
Plin	10 ³ m ³	29.789	44.856	45.156
Kondenzat	10 ³ m ³	2.940	4.303	4.303
OE	10 ³ m ³	40.877	64.222	67.860

Izvor: Godišnje izvješće INE-e d.d. za 2005. godinu, str.31

²⁰ OE – oil equivalent (ekvivalentne nafte)

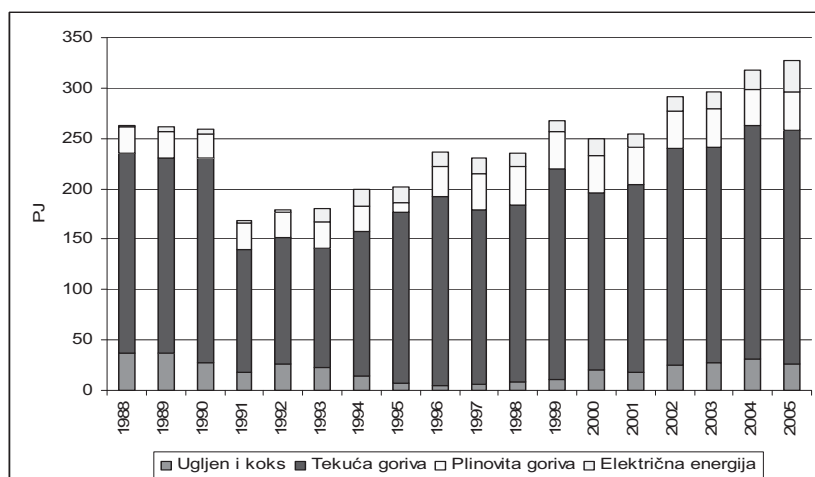
S obzirom na razlike u količinama između pojedinih vrsta zaliha može se zaključiti da je područje u Hrvatskoj dobro istraženo u proteklih 50 godina i da je vjerojatno i moguće za očekivati da većih otkrića neće biti. To vodi već prethodno spomenutom zaključku da će se stupanj energetske samodovoljnosti i dalje smanjivati.

5.2.3. Struktura uvoza i izvoza energije

Razliku između proizvodnje i potrošnje energije gospodarstvo nadoknađuje uvozom energije iz zemalja koje imaju višak energetske sirovine. Zemlja istovremeno može i uvoziti i izvoziti energiju. Razlika se javlja s obzirom na trenutne potrebe za energijom u toku jedne godine.

Kretanje i struktura uvoza energije u razdoblju od 1988. do 2005. godine prikazana je na Grafu 5.29.

Graf 5.29. Uvoz energije i njegova struktura



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

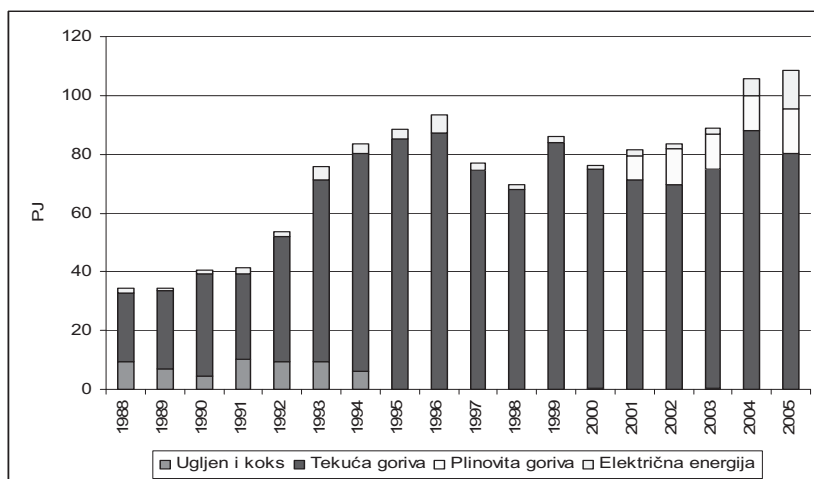
Uvoz energije od 1988. do 1990. godine bio je konstantan i kretao se na razini od oko 260 PJ. Ratom je došlo do smanjenja potrošnje energije i manje potrebe za uvozom tako da je 1991. godine uvoz iznosio oko 170 PJ. Nakon toga nastavlja rasti da bi 2005. godine ukupan uvoz iznosio 327 PJ, od čega se 71 posto odnosi na tekuća goriva. Također, s obzirom na to da u Hrvatskoj postoji više trgovaca naftnim derivatima, javlja se uvoz naftnih derivata koji čini oko 13 posto od 327 PJ, onih energetske subjekta koji derivate ne kupuju od rafinerija u Hrvatskoj, nego iz okolnih zemalja (Austrija, Italija...). Udio uvoza ugljena i koksa, električne energije i plinovitih goriva je ujednačen i kreće se između osam i 12 posto po energentu. S obzirom na rast uvoza po prosječnoj stopi od 4,5 posto od 1991. godine za očekivati je povećanje

uvoza u budućnosti kako zbog rasta potrošnje tako i zbog smanjivanja vlastitih izvora.

Izvoz energije se može javiti istovremeno kada i njen uvoz. Tako u jednom trenutku u godini postoji višak električne energije, pa se ona izvozi, a u drugom trenutku manjak, pa se uvozi. Kod tekućih goriva javlja se razlika između uvoza sirove nafte i naftnih derivata, ali i izvoza naftnih derivata od strane njegovih proizvođača u Hrvatskoj. Izvoz energije je značajnije porastao nakon osamostaljivanja Hrvatske s obzirom da su susjedne zemlje, nekada republike bivše Jugoslavije, uvozile energiju. Do 1994. izvezio se ugljen i koks, ali je dominirao izvoz tekućih goriva čije se udio u ukupnom izvozu energije kretao između 70 i 85 posto. Vrlo mali udio činila je električna energija. Nakon 1994. izvoze se samo naftni derivati i električna energija, a od 2001. godine se počeo izvoziti i prirodni plin (plinovita goriva). Iako je istovremeno uvoz plina u ukupnim potrebama RH činio oko 40 posto, prirodni plin proizveden u Sjevernom Jadranu podavan je Italiji jer nije bilo spojnog plinovoda u Hrvatsku. Porastao je i izvoz električne energije koji pokazuje sve veće trgovanje i liberalizaciju elektroenergetskog tržišta. U 2005. godini ukupan izvoz je iznosio oko 110 PJ, od čega se oko 80 posto odnosilo na tekuća goriva.

Izvoz energije i njegova struktura za isto analizirano razdoblje prikazani su na Grafu 5.30.

Graf 5.30. Izvoz energije i njegova struktura



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Kada bi se u izvoz energije uključila i dobava nafte u bivše republike SFRJ-a, izvoz energije od 1988. do 1991. godine povećao bi se na oko 150 PJ. 90-ih godina uvoz je oscilirao oko 80 PJ da bi u nakon 2000. godine počeo kontinuirano rasti te je 2005. godine iznosio oko 110 PJ, od čega se 80

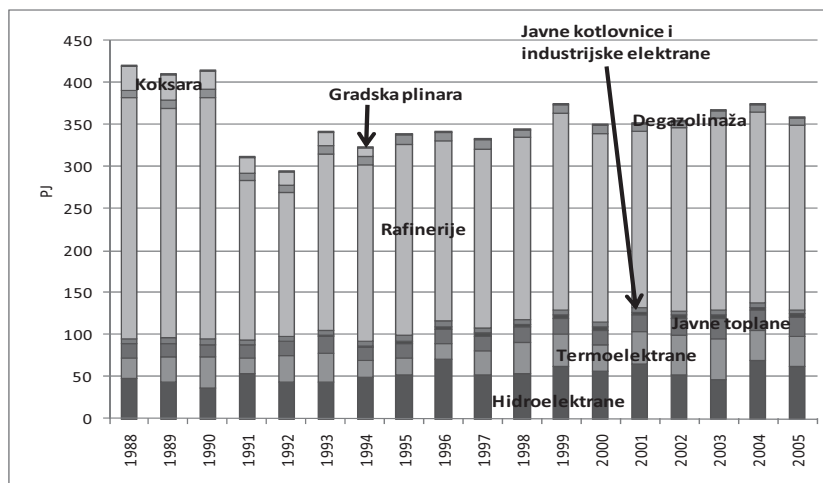
posto odnosi na tekuća goriva. Zbog rada plinskih polja u sjevernom Jadranu i nepostojanja veze plinovoda s Hrvatskom, od 2001. godine raste i izvoz plinovitih goriva. Zadnje dvije godine analize raste i izvoz električne energije. Pitanje ekološke rente kod izvoza energije riješeno je na način da proizvođači energije plaćaju definiranu naknadu Fondu za energetske učinkovitost po toni emisije propisanih stakleničkih plinova.

5.2.4. Energija za energetske transformacije

Primarna energija se u energetskeg postrojenjima transformira u sekundarne oblike energije koji su tek tada spremni za finalnu potrošnju kod krajnjih potrošača. Najvažnija energetskeg postrojenja su termoelektrane, hidroelektrane, rafinerije nafte, javne toplane i kotlovnice. Manje značajne su industrijske elektrane, degazolinaža, koksara i gradska plinara.

Na Grafu 5.31. je prikazana struktura ukupne energije za energetske transformacije s obzirom na pogon u kojem se energetske transformira.

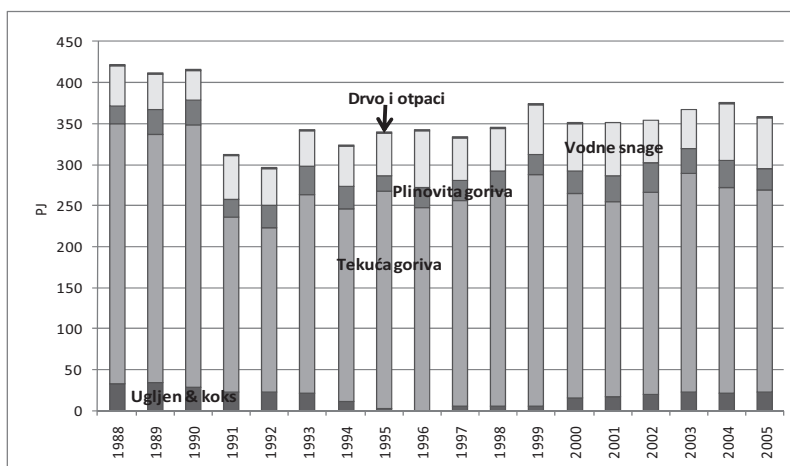
Graf 5.31. Struktura transformirane energije po postrojenjima



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

U strukturi transformirane energije dominiraju rafinerije s udjelom od oko 60 posto. Zatim slijede hidroelektrane čiji udio se u analiziranom razdoblju kretao od 15 do 20 posto. Zatim slijede termoelektrane dok je udio ostalih postrojenja znatno manji.

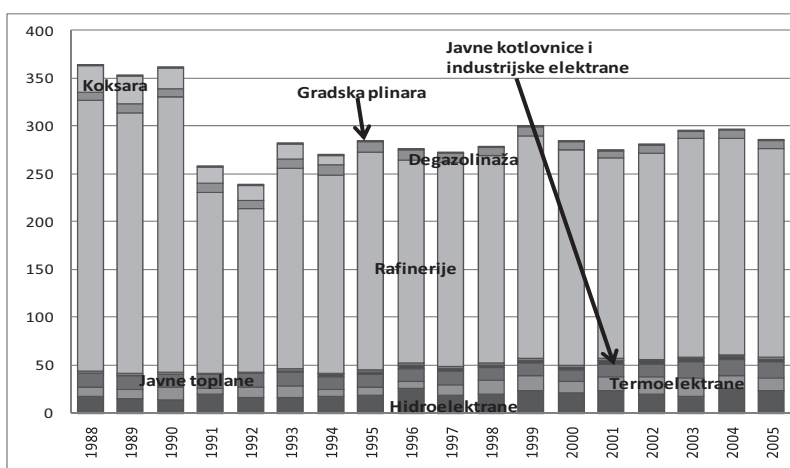
Na Grafu 5.32. dan je prikaz ukupne strukture energenta za energetske transformacije.

Graf 5.32. Struktura po energentima


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Udio tekućih goriva u ukupnoj strukturi kreće se oko 70 posto. Zatim slijede vodne snage pa plinovita goriva i ugljen i koks.

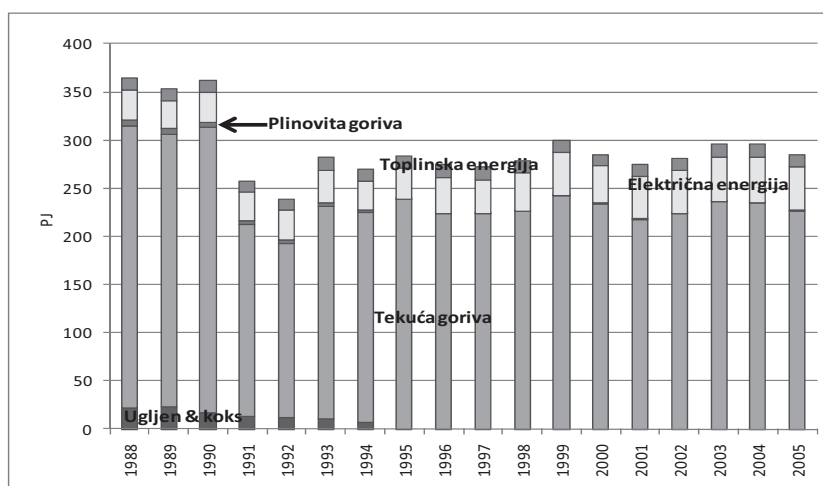
Transformacijom se jedan dio energije gubi zbog tehničkih gubitaka u transformacijskom procesu, pa se dobije konačna energija za finalne potrošače. Na Grafu 5.33. je prikazana struktura transformirane energije po postrojenjima za transformaciju.

Graf 5.33. Proizvodnja transformiranih oblika energije u postrojenjima


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

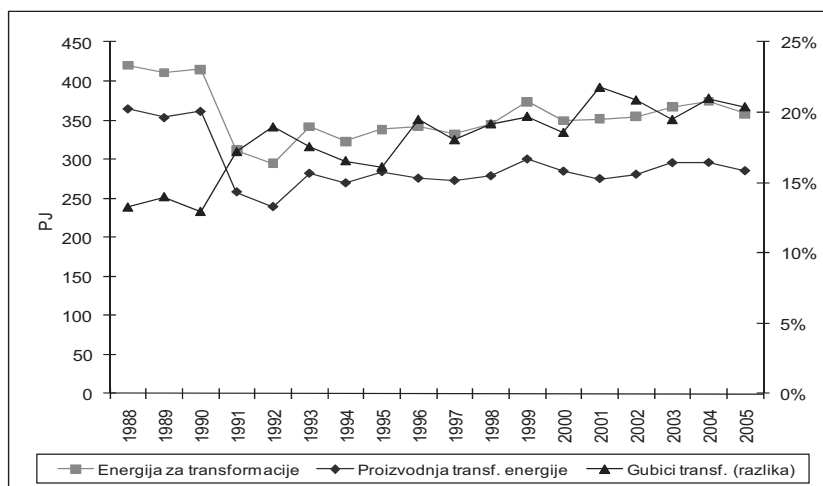
Kao što se moglo i očekivati, dominira energija proizvedena iz rafinerija, s udjelom između 70 i 80 posto u razdoblju od 1988. do 2005. godine. Zatim slijede hidroelektrane s udjelom od oko osam posto. Značajniji udio imaju i termoelektrane i javne toplane. S obzirom na energetske transformacijske procese od ukupne energije za transformaciju, s obzirom na pojedini energent, dobije se njegova količina koja je spremna za transport i distribuciju do krajnjih potrošača. Razlika se javlja zbog energetske gubitke u proizvodnom procesu i potrošnje energije u energetske postrojenjima. Na Grafu 5.34. prikazana je proizvodnja transformiranih oblika energije po pojedinim energentima.

Graf 5.34. Proizvodnja transformiranih oblika energije po energentima



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

U strukturi proizvedenih transformiranih oblika energije dominiraju tekuća goriva s udjelom od oko 80 posto. Nakon 1994. godine ugljen i koks se više ne transformiraju u energetske postrojenjima. Udio električne energije od početka 90-tih godina 20. stoljeća ima udio od oko 15 posto. Udio toplinske energije je oko četiri posto dok se ostalo odnosi na plinovita goriva. Razlika između energije za energetske transformacije i proizvodnje transformiranih oblika energije prikazana je kroz gubitke transformacije na Grafu 5.35.

Graf 5.35. Energija za energetske transformacije i gubici


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoske Požar)

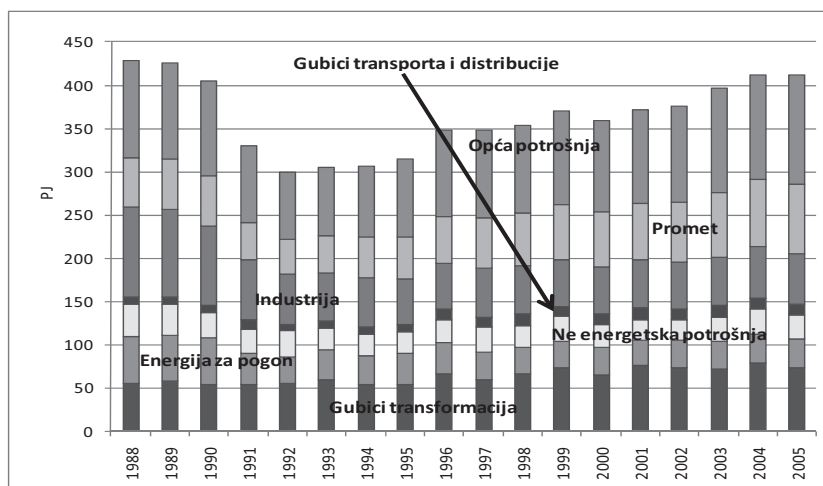
Analiza pokazuje da su gubici znatno porasli nakon 1990. godine. Do tada su bili na razini od oko 13 do 14 posto. Nakon rata i pada proizvodnje transformiranih oblika energije gubici transformacije rastu za oko 50 posto, a 2005. godine iznosili su 20 posto. Trend gubitaka je rastući. U strukturi gubitaka dominiraju proizvodni gubici u hidroelektranama koji su se u strukturi ukupnih gubitaka kretali između 40 i 60 posto. U 2005. godini su iznosili oko 54 posto. Zatim slijede gubici u termoelektranama koji su se kretali od 20 do 40 posto ukupnih gubitaka, a 2005. godine iznosili su 30 posto. Gubici u rafinerijama su gotovo zanemarivi, manji su od 0,5 posto.

5.2.5. Struktura utrošene energije

Struktura ukupno utrošene energije analizirana je za razdoblje od 1988. do 2005. godine. Na Grafu 5.36. je prikazana struktura bilance potrošnje energije u Hrvatskoj koja se sastoji od:

- Potrošnje energije u prometu, industriji i općoj potrošnji;
- Gubitaka u transportu i distribuciji koji nastaju kao posljedica opskrbe energijom krajnjih potrošača, od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje;
- Ne-energetske potrošnje energije koja se javlja kada se energija troši kao sirovina u kemijsko-tehnološkim procesima;
- Energije za pogon energetskih postrojenja;
- Gubitaka u energetskim transformacijama.

Graf 5.36. Struktura ukupno utrošene energije



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

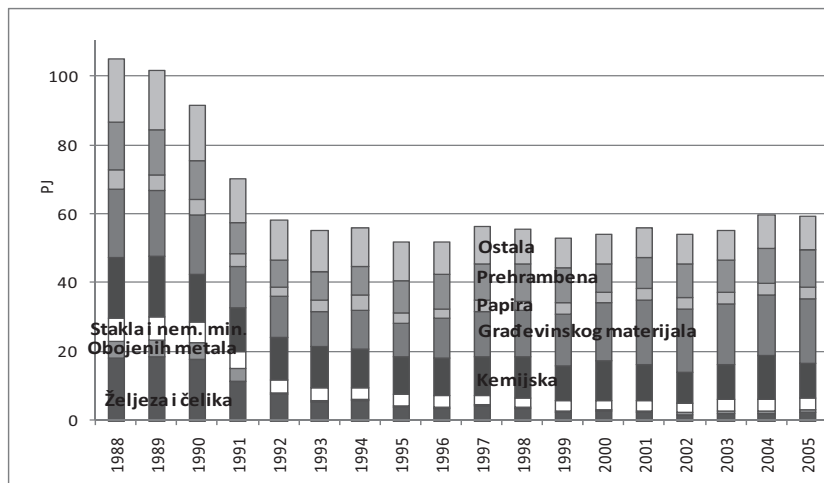
Oko 70 posto ukupne utrošene energije potroše finalni potrošači, 20 posto energije se gubi u gubicima transformacije ili gubicima transporta i distribucije, a oko 10 posto se odnosi na ne-energetsku potrošnju energije. Dio gubitaka je tehničke prirode i njih se može smanjiti samo primjenom boljih i efikasnijih tehnologija. Jedan se dio gubitaka, primarno u distribuciji električne energije, klasificira kao komercijalni gubici i posljedica su njene krađe. No energetske subjekti sve gubitke u svojim publikacijama tretiraju kao tehničke gubitke i kao takve ih iskazuju.

Potrošnja energije od 1988. do 2005. i njena struktura u industrijskom sektoru prikazani su na Grafu 5.37.

Potrošnja energije u industriji preplovila se u poslijeratnim godinama u odnosu na razdoblje prije 1991. godine. Potrošnja u industriji željeza i čelika smanjila se gotovo 8 puta dok je potrošnja energije u industriji obojenih metala gotovo nestala. Najvažnije industrijske grane²¹ nakon 1991. godine troše preko 80 posto ukupne potrošnje energije cijelog industrijskog sektora. Unutar njih raste potrošnja industrije građevinskog materijala čija je razina iznad prijeratne. Ostale grane imaju kontinuiranu potrošnju bez značajnijih oscilacija i većeg rasta potrošnje. Udio plinovitih goriva je 2005. godine iznosio oko 37 posto, tekućih goriva oko 26 posto, a električne energije oko 20 posto. Ova tri oblika energije dominiraju s udjelom od preko 83 posto.

²¹ Industrija željeza i čelika, obojenih metala, stakla i nemetalnih minerala, kemijska, građevinskog materijala, papira i prehrambena.

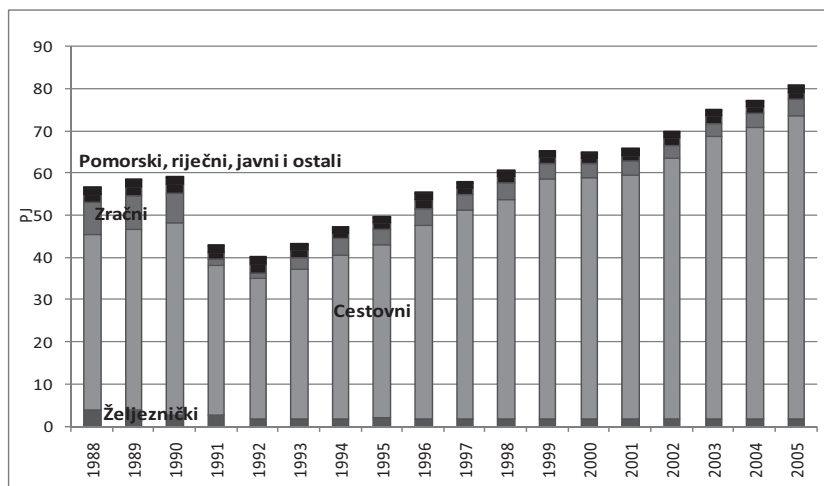
Graf 5.37. Struktura potrošnje energije u industriji



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta*; *Energija u RH, razna godišta*; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Dugi značajan sektor potrošnje energije je promet. On se nakon rata najbrže oporavio i već 1998. godine dosegao prijeratnu razinu potrošnje energije. Na Grafu 5.38. je prikazana struktura potrošnje energije po pojedinim vidovima prometa.

Graf 5.38. Struktura potrošnje energije u prometu



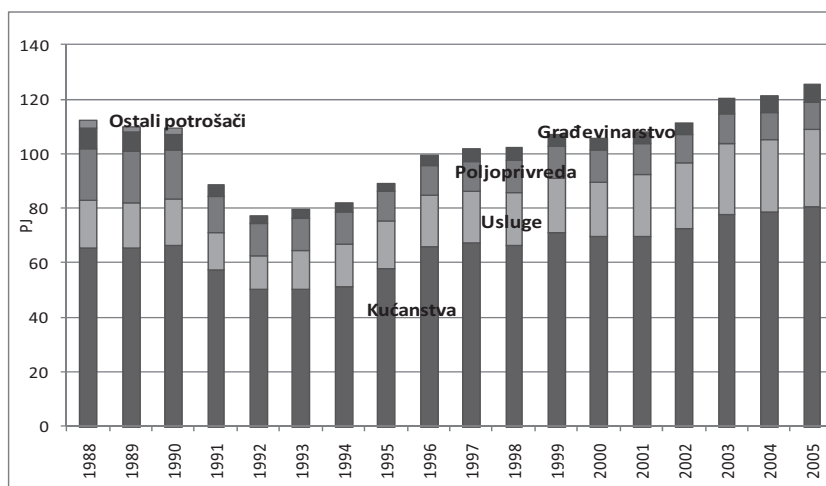
Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta*; *Energija u RH, razna godišta*; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Potrošnja je 2005. godine bila oko 42 posto veća u odnosu na 1988. godinu. U strukturi potrošnje cijelog prometa dominira potrošnja u cestovnom prometu čiji je udio oko 90 posto, a u analiziranih 14 godina potrošnja mu je porasla preko 70 posto. Ostali vidovi prometa imaju sličnu potrošnju koja se nije značajnije promijenila od 1991. godine. Tekuća goriva u strukturi potrošenih oblika energije imaju udio preko 95 posto.

Treći značajan sektor potrošnje energije je opća potrošnja u koju spadaju kućanstva, usluge, poljoprivreda i građevinarstvo.²² Ona u ukupnoj strukturi potrošnje industrije prometa i opće potrošnje u 2005. godini ima udio od gotovo 50 posto. Udio prometa je 30 posto, a industrije oko 20 posto. Istovremeno, promet ima najbržu dinamiku rasta u analiziranom razdoblju.

Na Grafu 5.39. prikazana je struktura potrošnje energije po pojedinim podsektorima opće potrošnje u razdoblju od 14 godina, odnosno od 1988. do 2005. godine.

Graf 5.39. Struktura potrošnje energije u općoj potrošnji



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi, razna godišta; Energija u RH, razna godišta; Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

Analiza pokazuje da je potrošnja energije u općoj potrošnji 2002. godine bila oko 111 PJ što je gotovo na razini 1988. godine, godine maksimalne potrošnje energije prije rata. U 2005. ukupna potrošnja je bila 12 posto veća nego u baznoj godini analize. Najbrže raste potrošnja uslužnog sektora, za 64 posto, i sektora kućanstava, za 23 posto. Ostala dva sektora još uvijek nisu dosegla razinu potrošnje iz 1988. godine tako da poljoprivreda ima indeks 53, a građevinarstvo gotovo 90.

²² Do 1990. godine u metodologiji analize opće potrošnje je postojala i skupina ostali.

5.3. Struktura proizvodnih kapaciteta energetskog sektora i njihova troškovna učinkovitost

Kada se govori o strukturi proizvodnih kapaciteta obično se podrazumijevaju kapaciteti za proizvodnju primarnog i sekundarnog oblika energije. Primarni kapaciteti se koriste kod crpljenja sirove nafte i prirodnog plina ili kod vađenja ugljena. Sekundarni kapaciteti se koriste kod prerade primarnih u sekundarne energente. Tu se prije svega misli na rafinerijska postrojenja u proizvodnji nafte i naftnih derivata ili na termoelektrane i hidroelektrane u proizvodnji električne ili toplinske energije (samo termoelektrane). U Hrvatskoj je dominantna proizvodnja sirove nafte i prirodnog plina, kada su u pitanju primarni energenti, te proizvodnja naftnih derivata, električne i toplinske energije, kada su u pitanju sekundarni oblici energije. Troškovna učinkovitost, odnosno neučinkovitost, većine proizvodnih kapaciteta ogleda se u tehnološkoj zastarjelosti kapaciteta (rafinerije nafte i elektrane), velikim prijenosnim i distributivnim gubicima (elektroenergetski sustav), velikom broju zaposlenih i niskoj produktivnosti po radniku. Problem kod kvantitativne analize leži u činjenici da su jedini dostupni podaci godišnja izvješća koja su agregirano prikazana za različite djelatnosti (nafta i plin) ili da je način prikazivanja RDG-a po djelatnostima agregiran pa se ne može napraviti sveobuhvatna i temeljita analiza. Troškovna učinkovitost kod proizvodnje nafte i plina se ogleda u kumulativno utrošenim sredstvima u odnosu na kumulativno otkrivene rezerve nafte ili plina. Problem je što INA d.d. kao jedini energetski subjekt koji proizvodi naftu i plin ne objavljuje odvojeno podatke za naftu i plin. Zbog navedenog se u stručnoj literaturi kao mjera troškovne učinkovitosti najčešće analiziraju gubici u energetskom sustavu, i to u prijenosnoj i distribucijskoj mreži.

U nastavku su opisani elektroenergetski, naftni, plinski i toplinski proizvodni kapaciteti.

5.3.1. Elektroenergetski proizvodni kapaciteti

Proizvodni kapaciteti elektroenergetskog sustava Hrvatske se sastoje od:

- 16 pogona hidroelektrana (HE) s 25 HE-a, od kojih je 15 akumulacijskih s raspoloživom snagom od 1687 MW i 10 protočnih s raspoloživom snagom 369,26 MW. Ukupno raspoloživa snaga svih HE iznosi 2056,06 MW. Najveća je akumulacijska HE Zakućac čija raspoloživa snaga iznosi 486 MW, odnosno oko 24 posto kapaciteta svih HE-a;
- Sedam pogona termoelektrana (TE) s 9 TE-a koje se razlikuju po tipu goriva koje koriste. Jedna TE je samo na ugljen, jedna samo na loživo ulje, a jedna samo na prirodni plin. Ostale imaju mogućnost kombiniranja između prirodnog plina i loživog ulja ili ekstra lakog loživog ulja²³. Ukupna raspoloživa snaga na pragu elektrane iznosi 1397 MW. Dvije TE, jedna u Rijeci, a druga u Sisku, čine 50 posto

²³ ELLU

ukupne snage svih TE-a u Hrvatskoj. Četiri TE su smještene u Zagrebu, a dvije u Osijeku;

- TE Plomin je termoelektrana u suvlasništvu HEP-a d.d. i njemačkog energetskeg koncerna RWE Power u omjeru 50:50 posto. Njeno pogonsko gorivo je kameni ugljen, smještena je u Istri i ima raspoloživu snagu na pragu elektrane 192 MW;
- NE Krško je nuklearna elektrana koja se nalazi u Sloveniji i koja je 50 posto u vlasništvu HEP-a d.d., odnosno Hrvatske, a 50 posto slovenskog partnera ELES GEN d.o.o. Hrvatski udio u NE čini 338MW.

Ukupno raspoloživa snaga elektrana na teritoriju Hrvatske iznosi 3645,26 MW (s TE Plomin), odnosno 3983,26 MW (uključivši i 50 posto NE Krško²⁴). U ovu snagu nisu uračunati proizvodni kapaciteti na teritoriju drugih država iz kojih elektroenergetski sustav RH ima pravo isporuke električne energije temeljem zakupa snage i energije ili udjela u vlasništvu.²⁵ Tako Hrvatska u BiH u TE Gacko, koja raspolaže instaliranom snagom od 300 MW, ima pravo na 1/3 snage i energije u razdoblju od 25 godina. U Srbiji ima pravo zakupa snage i energije u TE Obrenovac čija instalirana snaga ima 305 MW.

Ukupna struktura proizvodnih kapaciteta elektroenergetskog sustava prikazana je na Grafu 5.40. Hidroelektrane u ukupnim proizvodnim kapacitetima sudjeluju s oko 52 posto, termoelektrane s 35 posto, a NE Krško i TE Plomin s osam i pet posto.

Industrijske i ostale elektrane obuhvaćaju elektrane u sklopu industrijskih postrojenja te ostale elektrane u privatnom vlasništvu priključene ili bez priključka na prijenosnu/distribucijsku mrežu. Ove elektrane nisu u sastavu HEP-a d.d., ali imaju ugovor o plasmanu i prodaji električne energije u elektroenergetski sustav. Ukupno instalirana snaga tih elektrana iznosi oko 230 MW što je oko 6% ukupnih kapaciteta u vlasništvu (suvlasništvu) HEP-a d.d.

Raspoloživost elektroenergetskih kapaciteta ne znači da će se svi kapaciteti i koristiti. Tako postoji razlika između strukture kapaciteta i strukture ukupno proizvedene električne energije. S obzirom na raspoložive kapacitete u HE, TE i NE Krško, ali i stanju hidrologije²⁶ u 2006. HEP je proizveo ukupno 14.151 GWh²⁷ električne energije, od čega je u HE ostvareno 43 posto proizvodnje, u TE 38 posto i u NE Krško 19 posto. Ukupna proizvodnja i dobava (uvoz) za domaće kupce iznosila je 17.178 GWh. Domaćim kupcima prodano je 14.923 GWh električne energije – tarifnim 13.976 GWh (94 posto), a povlaštenima 947 GWh (šest posto). U odnosu na 2000. proizvodnja električne energije je porasla za oko 16 posto dok je istovremeno potrošnja porasla za oko 17 posto.

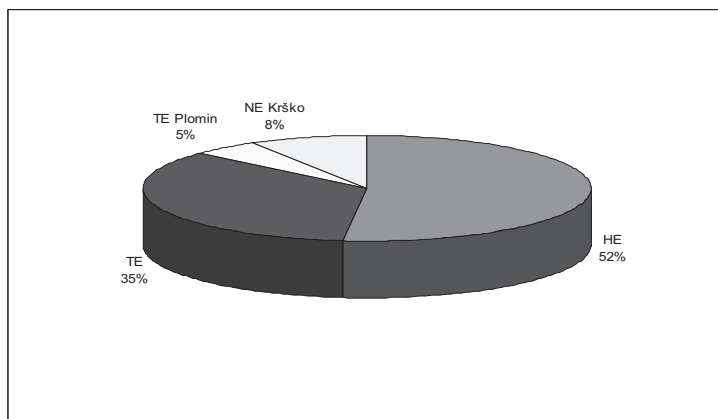
²⁴ Provodnja 50% NE Krško 2005. godini iznosila je oko 10 PJ.

²⁵ Hrvatska je ovo prava stekla temeljem kredita za izgradnju termoelektrana Gacko i Obrenovac u vremenu bivše države, ali s obzirom da još uvijek postoje otvorena pitanja vezana uz trajanje ugovora, uložena sredstva i način utvrđivanja cijene isporuke električne energije, električna energija se ne isporučuje u RH.

²⁶ Broj kišnih dana u godini i njihov utjecaj na stanje akumulacijskih jezera i rijeka.

²⁷ Proizvodnja električne energije HEP-a 2005. godine iznosila je 51 PJ.

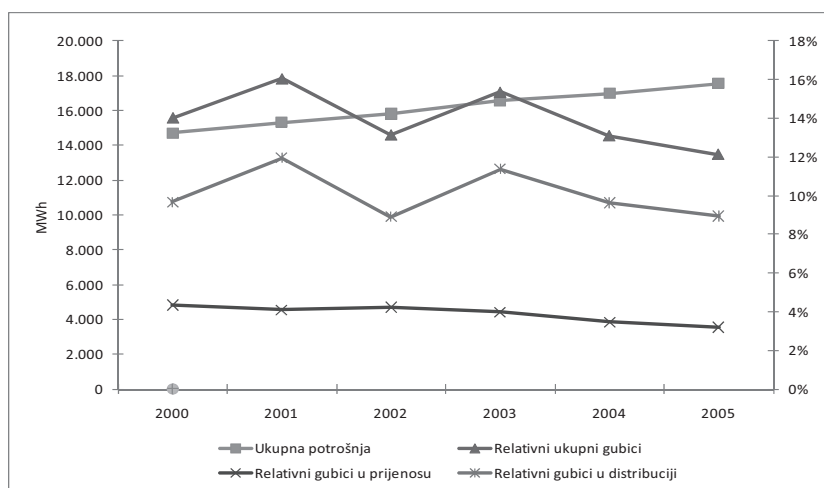
Graf 5.40. Raspoloživa snaga proizvodnih kapaciteta za potrebe RH unutar HEP grupe



Izvor: Godišnje izvješće HEP-a d.d. za 2006. godinu

Vrlo važan element za analizu troškovne učinkovitosti je razlika ukupne potrošnje i neto potrošnje koja pokazuje gubitke u distribuciji i prijenosu odnosno ukupne gubitke. Na Grafu 5.41. prikazano je kretanje ukupne potrošnje i ukupnih i relativnih gubitaka u prijenosu i distribuciji. Gubici su prikazani skupno i odvojeno da bi se vidio udio svakog, ali da bi se pokazalo da postoje određeni problemi u definiranju i iskazivanju gubitaka u Hrvatskoj koji nisu primjereno analitički tretirani.

Graf 5.41. Ukupna potrošnja, gubici i relativni gubici



Izvor: Obrada autora na temelju podataka iz *Energija u Hrvatskoj 2005, Godišnji energetski pregled, 2006, str. 159*

Analiza pokazuje pozitivne trendove u elektroenergetskom sustavu kada su u pitanju gubici u prijenosu i distribuciji. Iako potrošnja raste po stopi od tri do prt posto godišnje, relativni udio gubitaka ima blagu tendenciju pada. U 2005. godini ukupni gubici su iznosili 12 posto dok su 2001. godine bili 16 posto. U strukturi gubitaka dominiraju gubici u distribuciji koji su tri puta veći od gubitka u prijenosnoj mreži. No udio gubitaka u bruto potrošnji je i dalje velik s obzirom na razvijene zemlje EU-a. Problem je krađa električne energije iz mreže što je već prije analizirano. U Hrvatskoj taj problem nije zanemariv, no nemoguće ga je kvalitativno i kvantitativno analizirati jer HEP nigdje ne objavljuje navedene krađe nego ih u svojim godišnjim publikacijama prikazuje kao gubitke na distribucijskoj mreži. To i čini distribucijske gubitke toliko visokima u odnosu na prijenosne. Pad udjela prijenosnih gubitaka povezan je i s intenzivnošću korištenja prijenosne mreže.

5.3.2. Naftni proizvodni kapaciteti

U Hrvatskoj se nafta proizvodi iz 771 proizvodne bušotine koje se nalaze na 36 naftnih polja. U 2006. godini u Hrvatskoj je proizvedeno oko 620 tisuća tona nafte i oko 300 tisuća tona plinskog kondenzata.²⁸ Procjene su da će Hrvatska, s obzirom na bilančne rezerve, oko devet mlrd. m³ krajem 2005. godine, razinu godišnje proizvodnje sirove nafte i pretpostavku da neće biti značajnijih otkrića, iscrpiti domaće rezerve za oko 10-15 godina. Jedini proizvođač nafte i naftnih kondenzata je INA d.d. koja putem koncesijskih ugovora i plaćanja određene koncesijske naknade državi crpi naftu iz domaćih naftnih polja koja se nalaze na sličnim lokacijama kao i plinska polja, u kontinentalnom dijelu Hrvatske dok ih na sjevernom Jadranu nema. Koncesijska područja su definirana na Slici 5.5.

Sirova nafta se prerađuje u dvije rafinerije nafte koje se nalaze u Rijeci²⁹ i Sisku. Ukupan kapacitet prerade je devet milijuna tona godišnje, od čega se 55 posto preradbenih kapaciteta nalazi u Rijeci, a 45 posto u Sisku. Osim dvije velike rafinerije za preradu sirove nafte, postoje i dvije manje, Maziva Rijeka³⁰ i Maziva Zagreb, koje se bave proizvodnjom motornih ulja i drugih maziva. Kretanje proizvodnje i prerade sirove nafte u razdoblju od 2000. do 2006. godine prikazano je na Grafu 5.42.

Proizvodnja sirove nafte u Hrvatskoj kontinuirano se smanjuje. Od 2000. godine smanjila se 25 posto, a u odnosu na razdoblje prije rata proizvodnja je smanjena gotovo tri puta. Od ukupno raspoloživih preradbenih kapaciteta koristi se samo 55 posto.

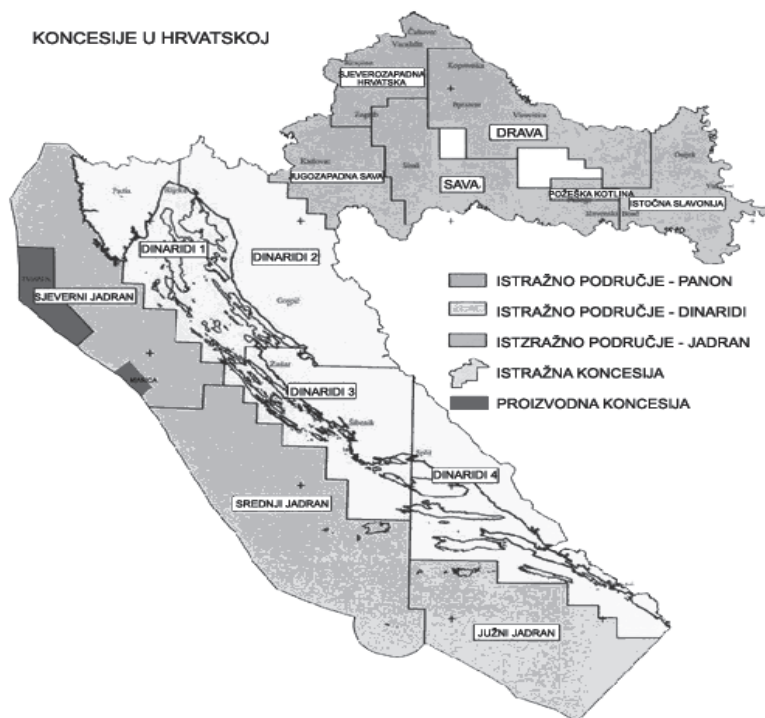
Struktura rafinerijske prerade prikazana je na Grafu 5.43. U strukturi dominira proizvodnja motornog benzina te plinskih i loživih ulja s preko 80 posto udjela.

²⁸ Ukupno oko 0,92 mlrd. m³ nafte i naftnih kondenzata.

²⁹ Smještena je na djelu Rijeke koji se zove Urinj zbog čega se naziva i Rafinerija Urinj.

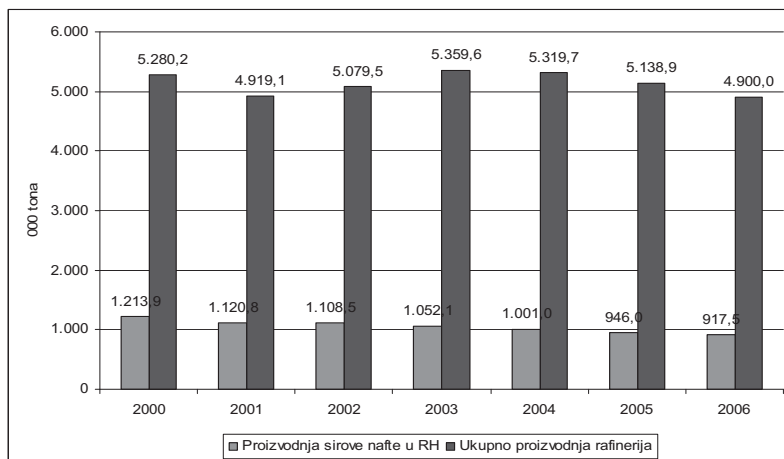
³⁰ Smještena je na dijelu Rijeke koji se naziva Mlaka.

Slika 5.5. Koncesije u Hrvatskoj



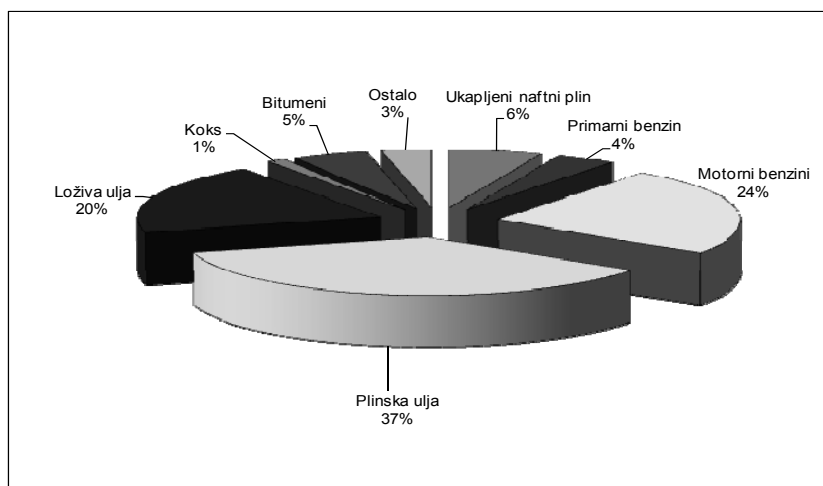
Izvor: <http://www.ina.hr/default.aspx?id=432>

Graf 5.42. Proizvodnja sirove nafte i rafinerijska prerada u RH



Izvor: *Energija u Hrvatskoj 2005.*, Godišnje izvješće INA-e za 2006. godinu

Graf 5.43. Struktura rafinerijske prerade u RH



Izvor: Godišnje izvješće INA-e za 2006. godinu

Rafinerijska proizvodnja kreće se na razini od oko pet milijuna tona. Od toga se izveze oko 1,85 milijuna tona. INA je gotovo jedini izvoznik naftnih derivata. Ostatak derivata se potroši na domaćem tržištu, uz uvoz dodatnih oko 1,5 milijuna tona naftnih derivata. Uvoznik je INA, ali i ostali trgovci na veliko i malo kao što su OMV, Tifon, Petrol i drugi. U razdoblju od sedam godina proizvodnja se smanjila sedam posto, a u odnosu na razdoblje prije rata proizvodnja naftnih derivata je manja čak 30 posto. Kada se analizira struktura prerade u rafinerijama u 2006. godini, Rafinerija nafte Rijeka preradila je 2,698 milijuna tona uvozne nafte. Rafinerija nafte Sisak preradila je 836 tisuća tona domaće nafte i 1,101 milijuna tona uvozne nafte. Rafinerija u Rijeci radi s 54 posto kapaciteta, a rafinerija u Sisku s oko 49 posto kapaciteta. Udio domaće nafte u ukupnoj preradi iznosio je samo 17 posto i taj postotak će se nastaviti smanjivati i u budućnosti. Gubici u proizvodnji rafinerijskih proizvoda u razdoblju od 2000. do 2006. godine manji su od jedan posto, a kretali su se na razini od 0,7 do 0,9 posto. Zbog velike razlike u stvarnim i iskorištenim proizvodnim kapacitetima javlja se problem velikih fiksnih troškova u odnosu na varijabilne što vodi troškovnoj neučinkovitosti. Drugi veliki problem koji se javlja kod naftnih proizvodnih kapaciteta je zastarjela tehnologija proizvodnje naftnih derivata. Zbog navedenog, INA, kao jedini proizvođač sirove nafte i naftnih derivata, ima problema s kvalitetom proizvoda što vodi do gubitka tržišnog udjela ne samo u Hrvatskoj nego i u regiji. Najveći je problem s rafinerijom Sisak koja u svojim proizvodima ima veliku količinu sumpora te ne zadovoljava europske standarde kvalitete naftnih derivata. Rafinerija Rijeka je tijekom 2006. godine završila revitalizaciju postrojenja čiji je cilj postizanje standarda kvalitete Euro V, što znači ne samo dodatnu konkurentsku prednost nego i korištenje tehnologije koja manje zagađuje

okoliš. Kompletan projekt modernizacije rafinerija koštat će oko 1,1 milijardu USD.

5.3.3. Plinski proizvodni kapaciteti

Prirodni plin se u Hrvatskoj proizvodi oko 50 godina, a njegov jedini proizvođač je INA d.d. Nastao je kao nusprodukt proizvodnje sirove nafte 50-tih i 60-tih godina 20. stoljeća u panonskom dijelu Hrvatske. Danas se plin crpi iz 20 plinskih polja na kopnu, što čini 65 posto ukupne proizvodnje plina. Najveća panonska plinska polja su Molve I, II i III koja se nalaze na ležištima Molva i Kalinovac. Ukupno instalirani proizvodni kapaciteti Molva su 9 milijuna m³ prirodnoga plina dnevno, od čega se na Molve I odnosi jedan posto, na Molve II 33 posto i na Molve III 56 posto instaliranih kapaciteta. Drugi važan izvor proizvodnje prirodnoga plina u Hrvatskoj nalazi se na sjevernom Jadranu gdje se prirodni plin počeo crpiti 1999, i to na plinskom polju Ivana. U početnom razdoblju plin se crpio s polja Ivana dok se danas plin proizvodi s polja Ida, Ika i Anamaria te Marica i Katarina. Krajem 2006. godine proizvodni se sustav na Jadranu sastojao od 13 platformi i 30 bušotina. Proizvodnja iz sjevernog Jadrana čini oko 35 posto ukupne proizvodnje prirodnoga plina u Hrvatskoj³¹. Proizvodnja plina na moru u 2006. doseže 4,3 milijuna m³ na dan. Ukupne se rezerve plina u Jadranu procjenjuju na 20 milijardi m³, a očekivano trajanje proizvodnje je više od 20 godina. Geografski položaj polja u panonskim području i na sjevernom Jadranu prikazan je na Slici 5.6.

Važan dio proizvodnog procesa je i podzemno skladište prirodnoga plina Okoli koje se nalazi između Kutine i Ivanić Grada. Radni obujam skladišta iznosi 550 milijuna m³. Plin se utiskuje po ljeti kada je potrošnja plina manja, a istiskuje po zimi kada je vrhunac potrošnje plina zbog toplinskih potreba. Maksimalni kapacitet crpljenja iznosi pet milijuna m³ dnevno dok maksimalni kapacitet utiskivanja iznosi 3,8 milijuna m³ dnevno. Bez skladišta, plinski proizvodni sustav ne bi mogao normalno funkcionirati jer se plinska polja ne mogu zatvoriti po ljeti i otvoriti po zimi zbog tehnologije proizvodnje prirodnoga plina.

U Hrvatskoj je 2006. godine proizvedeno ukupno 2,03 milijarde m³ prirodnog plina, kao što je prikazano na Grafu 5.44, što je 23 posto više od proizvodnje iz 2000. godine. Većina plinskih polja u kontinentalnom dijelu smanjuje proizvodnju, a proizvodnja plina iz polja u sjevernom Jadranu raste. Procijenjene rezerve krajem 2005. godine iznosile su oko 30 milijardi m³.

Troškovnu efikasnost proizvodnje prirodnog plina je vrlo teško utvrditi iz razloga što INA ne vodi odvojeno računovodstvo za proizvodnju nafte i proizvodnju prirodnog plina. S obzirom da je većina plinskih polja u kontinentalnom dijelu, za pretpostaviti je da su sva plinska polja amortizirana i da je jedini stvarni trošak operativni trošak proizvodnje prirodnoga plina, za kojeg se procjenjuje da iznosi oko pet USc po m³ dok svjetska tržišna cijena varira između 20 i 30 USc po m³. Iz navedenog bi se dalo zaključiti da INA ostva-

³¹ Plin se u sjevernom Jadranu proizvodi u suradnji s talijanskim proizvođačem prirodnoga plina ENI-jem a proizvedene količine se dijele u omjeru 50:50 posto.

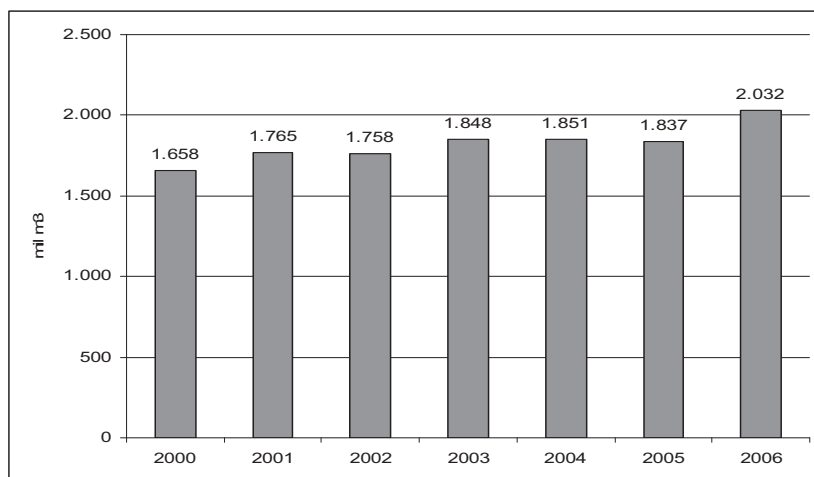
ruje značajne profite od prodaje plina. Međutim problem leži u činjenici da INA uvozi plin iz Rusije i na hrvatskom tržištu ga prodaje niže od kupovne cijene što utječe na profitabilnost plinskog poslovanja. Niti za troškove proizvodnje plina iz sjevernog Jadrana ne postoje publicirani podaci. Zbog svega navedenog nemoguće je analizirati troškovnu efikasnost proizvodnje prirodnog plina.

Slika 5.6. Plinska polja u RH



Izvor: Plinsko gospodarstvo Hrvatske 2006, Hrvatska stručna udruga za plin, 2007.

Graf 5.44. Proizvodnja prirodnog plina u RH od 2000. do 2006. godine

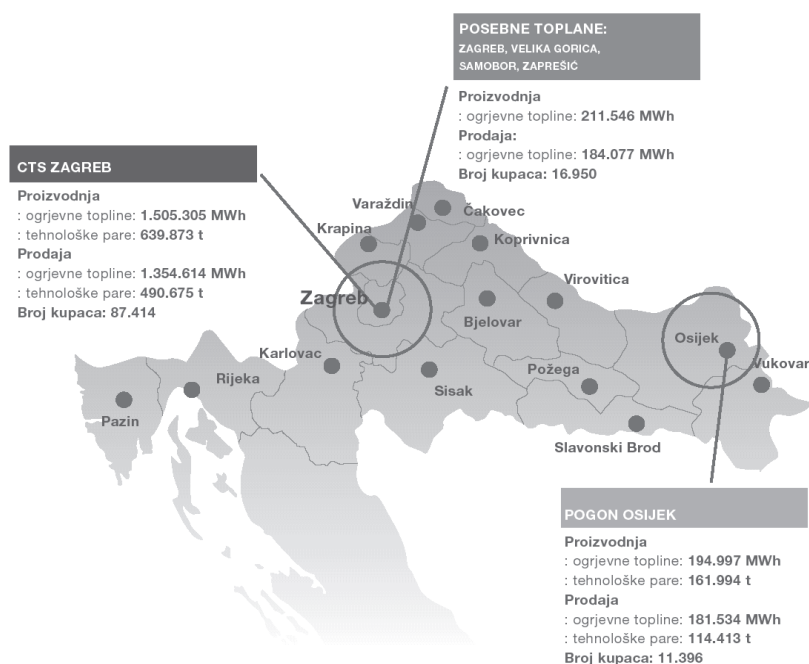


Izvor: Godišnje izvješće INA-e za 2006. godinu

5.3.4. Toplinski proizvodni kapaciteti

Toplinska energija, koja može biti tehnološka para (za industrijske procese) ili ogrjevna toplina (za grijanje), u Hrvatskoj se proizvodi na dva načina: u kogeneracijskim elektranama za veće gradove (Zagreb, Osijek, Sisak, Velika Gorica) preko centraliziranih toplinskih sustava (CTS) ili u kotlovnica koje se nazivaju posebne toplane (PT) za pojedina naselja unutar gradova.

Slika 5.7. Podaci za HEP-Toplinarstvo 2006. godine



Izvor: HEP, godišnje izvješće za 2006. godinu

Proizvedena toplinska energija se vrelvodima/toplovodima distribuira do objekata u kojima se u toplinskim stanicama predaje potrošačima. Tamo gdje postoji CTS (Zagreb, Osijek i Sisak) može postojati i PT, odnosno jedan način proizvodnje toplinske energije ne isključuje drugi. Ukupno instalirana toplinska snaga iznosi oko 2,36 GWt. HEP-Toplinarstvo³² i Toplinarstvo Sisak dio su HEP grupe koji zajedno opskrbljuju više oko 80 posto potrošača koji se griju daljinski u Hrvatskoj. Na Slici 5.7. prikazani su osnovni podaci za HEP-Toplinarstvo u 2006. godini.

U Tablici 5.3. prikazani su osnovni podaci (broj potrošača, Instalirana snaga, godišnja isporuka topline i dr.) za važnije energetske subjekte u sektoru toplinarstva u Republici Hrvatskoj za 2005. godinu.

³² Dio HEP grupe je i Toplinarstvo Sisak koje proizvodi 3 posto proizvodnje HEP-Toplinarstva.

Tablica 5.3. Osnovni podaci o važnijim energetskeim subjektima u sektoru toplinarstva u Hrvatskoj za 2005. godinu

Tvrtka, grad	Instalirana snaga ³³	Ogrjevni kapacitet	Isporučeno godišnje ³⁴	Gorivo
	MWt	MWt	GWh	
HEP-Toplinarstvo	1,827.2	1,377.9	2,333.9	
Zagreb	1316.9	1062.3	1919.5	LUT, PP
Osijek	316.3	184.6	208.5	LUT, PP
PT (Zagreb, Samobor, Zaprešić, Velika Gorica)	194.0	131.0	205.8	PP, LUL, LUEL
Toplinarstvo Sisak d.o.o., Sisak	145.9	38.4	61.4	LUT, PP
Toplana, Karlovac	116.0	116.0	107.4	PP, LUS, LUEL
Energo, Rijeka	108.8	87.1	89.2	LUT, LUEL, MP
Toplina, Slavonski Brod	57.0	28.5	50.0	PP, LUT, LUS, LUEL
Termoplin, Varaždin	40.8	21.8	30.5	PP
Vinkovački vodovod i kanalizacija, Vinkovci	16.5	11.6	13.0	PP, LUT, LUS, LUEL
Tehno stan, Vukovar	35.4	16.5	11.1	PP, LUT, LUEL
Virkom, Virovitica	10.0	3.6	5.0	PP
Hrvatska	2,358	1,701	2,701	

Napomena za gorivo: PP – prirodni plin; MP – miješani plin; LUT – loživo ulje teško; LUS – loživo ulje srednje; LUL – loživo ulje lako; LUEL – loživo ulje ekstra lako.

Izvor: *Energija u Hrvatskoj*, 2005.

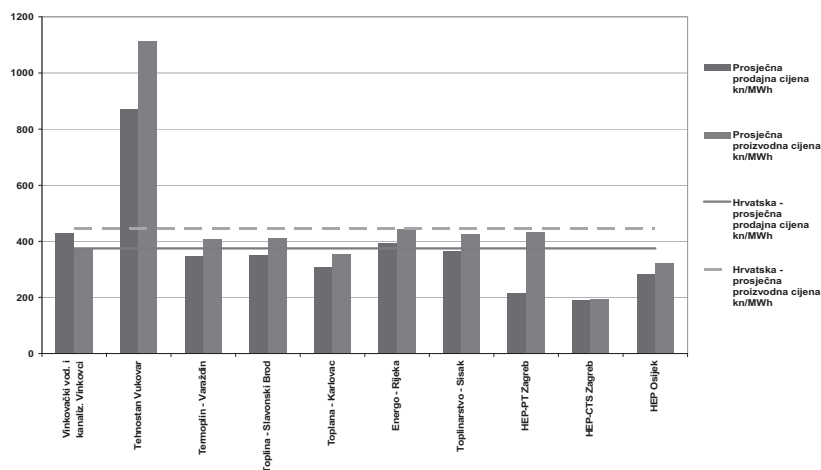
Na Grafu 5.45. prikazani su trošak proizvodnje i prodajna cijena toplinske energije u pojedinim CTS-ovima u Hrvatskoj za 2005. godinu.

Na grafu su prikazani trošak proizvodnje i prodajna cijena toplinske energije u pojedinim CTS-ovima u Hrvatskoj za 2005. godinu. Prosječna cijena dobivena je na osnovu podataka o ukupno isporučenoj toplinskoj energiji te prihodima od prodaje. Pri tome treba uzeti u obzir činjenicu da mnoge od navedenih tvrtki obavljaju i komunalne djelatnosti (npr. opskrba vodom, odvodnja, odvoz smeća, uređenje zelenih površina i dr.). Tvrtke nisu obavezne voditi odvojeno računovodstvo za pojedine djelatnosti te su prikazani podaci dobiveni na osnovu ukupnih prihoda (od svih djelatnosti). U tom smislu referentnim se mogu smatrati tvrtke koje obavljaju samo djelatnost proizvodnje, prijenosa i distribucije toplinske energije (npr. HEP CTS Zagreb, HEP Osijek). Kod većine tvrtki prodajna cijena niža je od troška proizvodnje te tvrtke godinama posluju s gubicima. Gubici su najčešće posljedica lokalno regulirane prodajne cijene toplinske energije te visoke cijene goriva.

³³ Snaga je brzina trošenja energije i u toplinarstvu se izražava u MWt.

³⁴ U toplinarstvu se potrošnja pare izražava u tonama pare, a ostala toplina u GWh. Preračunavanjem tona pare pomoću određenih tehničkih parametara dobiva se potrošnja pare u GWh da bi se mogla izračunati ukupna potrošnja topline.

Graf 5.45. Trošak proizvodnje i prodajna cijena toplinske energije u pojedinim centraliziranim toplinskim sustavima u Hrvatskoj u 2005. godini



Izvor: *Energija u Hrvatskoj, 2006.*

5.4. Cijene energenata i njihova struktura

Kod cijena energenata u Hrvatskoj dominantne su četiri skupine cijena čiji energenti u ukupnoj strukturi neposredne potrošnje (industrija, promet i opća potrošnja) sudjeluju s oko 90 posto: cijene električne energije, nafte i naftnih derivata, prirodnog plina i toplinske energije (para i vrela voda).

Tržište energije u Republici Hrvatskoj regulirano je Zakonom o energiji, Zakonom o tržištu plina, Zakonom o tržištu nafte i naftnih derivata, Zakonom o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom, Zakonom o tržištu električne energije i Zakonom o regulaciji energetske djelatnosti. Ti zakoni su podloga za donošenje podzakonskih akata, kao što su tarifni sustavi, kojima se definiraju cijene energije u Hrvatskoj.

Trenutno u Hrvatskoj postoji razlika između načina formiranja strukture energenata i njihove trenutne strukture. Glavni razlog leži u činjenici što su tarifni sustavi doneseni tijekom 2007. godine, ili su u procesu donošenja, dok je postojeća struktura formirana po prijašnjim zakonskim rješenjima. Razlog velike promjene zakona je usklađivanje s pravnom stečevinom EU-a u energetskom sektoru u procesu pridruživanja Hrvatske Europskoj Uniji. Proces tranzicije u energetskom sektoru traje od 2001. godine kada su doneseni prvi energetske zakoni. Promjenama se osigurava transparentna struktura cijene energije, liberalizacija energetskog tržišta i regulacija prirodnih monopola kao što je transport/prijenos i distribucija prirodnoga plina, električne i toplinske energije.

5.4.1. Način formiranja cijena energenta

Zakonima se utvrđuje i okvir za određivanje cijene pojedinih oblika energije i energetske usluga. Prema Zakonu o energiji cijene energije mogu biti regulirane i slobodne. Regulirana cijena odnosi se na regulirane djelatnosti i djelatnosti povezane s proizvodnjom i opskrbom tarifnih kupaca (tj. kupaca koji nemaju mogućnost slobodnog izbora opskrbljivača). Slobodne cijene energije odnose se na povlaštene kupce koji su slobodni u izboru opskrbljivača. Vremenom svi kupci stječu mogućnost slobodnog izbora opskrbljivača.

Regulirana cijena energije za tarifne kupce sadrži cijene prema tarifnim stavkama za energetske djelatnosti za koje se primjenjuje tarifni sustav, naknadu za poticanje proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, naknadu za obavljanje poslova regulacije energetske djelatnosti, naknadu za naslijeđene troškove, ako su ti troškovi odobreni za pojedinu vrstu energije, naknadu za obavljanje poslova organiziranja tržišta električne energije, samo za električnu energiju i ostale naknade, ako je to propisano posebnim zakonom.

Slobodna cijena energije sadrži dio cijene koji se slobodno ugovara, tarifne stavke za korištenje mreže/sustava, za one vrste energije za koje se koristi mreža/sustav, naknadu za poticanje proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, naknadu za obavljanje poslova regulacije energetske djelatnosti, naknadu za naslijeđene troškove, ako su ti troškovi odobreni za pojedinu vrstu energije, naknadu za obavljanje poslova organiziranja tržišta električne energije, samo za električnu energiju i ostale naknade, ako je to propisano posebnim zakonom.

Primjenom tarifnih sustava određuje se cijena: proizvodnje električne energije, s izuzetkom proizvodnje za povlaštene kupce, prijenosa električne energije, distribucije električne energije, opskrbe električne energije, s izuzetkom povlaštenih kupaca, distribucije plina, transporta prirodnog plina, skladištenje prirodnog plina, upravljanje terminalom za ukapljeni prirodni plin (UPP), opskrbe plinom tarifnih kupaca, proizvodnje toplinske energije, s izuzetkom povlaštenih kupaca, distribucije toplinske energije, opskrbe toplinske energije, s izuzetkom povlaštenih kupaca.

Tarifni sustavi temelje se na opravdanim troškovima poslovanja, održavanja, zamjene, izgradnje ili rekonstrukcije objekata i zaštite okoliša, uključujući razuman rok povrata sredstava od investicija u energetske objekte, uređaja i mreža, odnosno sustava, te moraju biti nepristrani i razvidni. Tarifni sustavi trebaju poticati mehanizme za poboljšanje energetske učinkovitosti i upravljanje potrošnjom, uključujući i povećano korištenje obnovljivih izvora energije.

Metodologiju, odnosno tarifne sustave bez visine tarifnih stavki donosi Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA). Nakon što pribavi mišljenje energetske djelatnosti za obavljanje čijih djelatnosti se primjenjuje tarifni sustav i nadležnog ministarstva (Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva), HERA donosi tarifne sustave (bez visine tarifnih stavki). Vlada Republike Hrvatske određuje visinu pojedinih tarifnih stavki u tarifnim sustavima na prijedlog Ministarstva. Prijedlog Ministarstvu za promjenu visine tarifnih

stavki u tarifnim sustavima može podnijeti energetska subjekt za obavljanje čijih djelatnosti se primjenjuje tarifni sustav ili HERA. Ministarstvo je dužno na prijedlog za promjenu visine tarifnih stavki koji je podnio energetska subjekt za obavljanje čijih djelatnosti se primjenjuje tarifni sustav pribaviti mišljenje HERA-e, a na prijedlog za promjenu visine tarifnih stavki koji je podnijela Agencija zatražiti mišljenje energetska subjekta za obavljanje čijih djelatnosti se primjenjuje tarifni sustav.

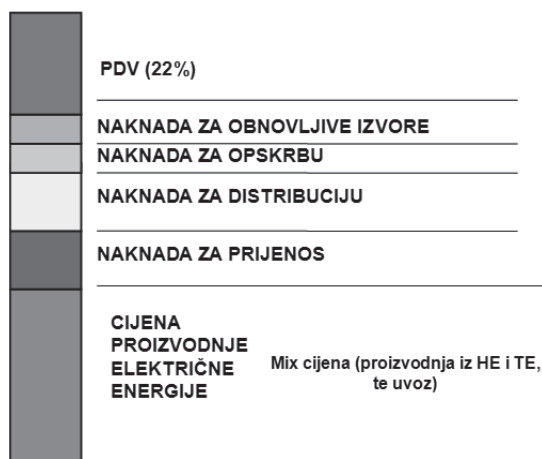
5.4.1.1. Način formiranja cijena električne energije

Kod formiranja cijene električne energije temeljni dokumenti su četiri tarifna sustava, Tarifni sustav za proizvodnju električne energije, s iznimkom za povlaštene kupce, bez visine tarifnih stavki, Tarifni sustav za prijenos električne energije, bez visine tarifnih stavki, Tarifni sustav za distribuciju električne energije, bez visine tarifnih stavki, Tarifni sustav za opskrbu električnom energijom, s iznimkom povlaštenih kupaca, bez visine tarifnih stavki i Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Navedenim Tarifnim sustavima definiraju se načini i kriteriji određivanja visine tarifnih stavki za navedene djelatnosti te po prvi put razdvajaju tarifni sustavi za pojedine elektroenergetske djelatnosti. Visine tarifnih stavki koje donosi Vlada bile su nepromijenjene tijekom 2006. godine. Prema Zakonu o energiji, cijena električne energije za istu kategoriju potrošnje tarifnih kupaca jednaka je na cijelom području Republike Hrvatske. Reforma tarifnih sustava bit će u potpunosti provedena kad Vlada RH odredi visinu tarifnih stavki za sve tarifne sustave.

S obzirom na donesene tarifne sustave, struktura prosječne prodajne cijene električne energije prikazana je na Slici 5.8.

Slika 5.8. Cjenovna struktura električne energije



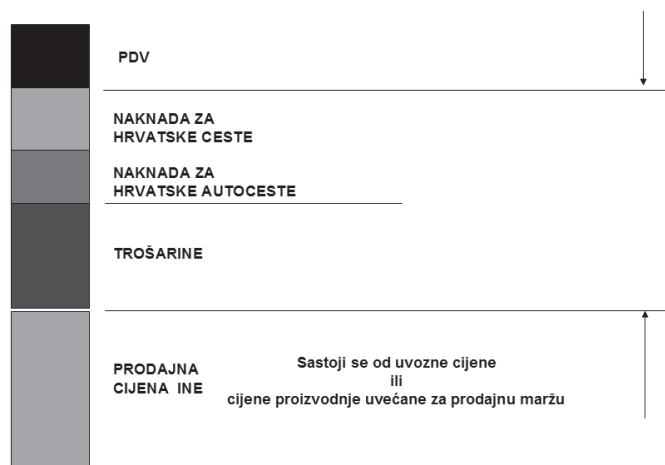
Prosječna prodajna cijena električne energije prema zakonskim rješenjima sastoji se iz pet elementa: cijene proizvodnje, četiri naknade i poreza. S obzirom da još uvijek nije zaživjela potpuna implementacija i primjena donesenih tarifnih sustava, Hrvatska elektroprivreda još uvijek ne objavljuje navedenu cjenovnu strukturu u svojim publikacijama. S obzirom na provedeno računovodstveno odvajanje energetskeg djelatnosti 2006. i donesene tarifne sustave u 2007. godini, njihova puna primjena se očekuje u 2008. godini. Navedeno će biti preduvjet za cjeloviti prikaz strukture cijene električne energije.

5.4.1.2. Način formiranja cijena nafte i naftnih derivata

Cijene naftnih derivata u RH određuju se temeljem pravilnika koji donosi MINGORP – Pravilnik o utvrđivanju cijena naftnih derivata (NN 3/07). Ovim Pravilnikom utvrđuje se najviša razina cijena naftnih derivata za pravne i fizičke osobe koje se bave proizvodnjom i/ili uvozom naftnih derivata i/ili trgovinom na malo naftnim derivatima. Pravilnik se, između ostalog, odnosi i na određivanje cijene plinskog ulja, tj. ekstra lakog loživog ulja. Prodajna cijena proizvoda sastoji se od osnove za obračun prodajnih cijena, ovih troškova kod proizvoda čija se prodajna cijena utvrđuje na paritetu fco benzinska postaja i troškova prometa na veliko i malo (marža).

Osnova za obračun prodajne cijene ovisi o prosječnoj cijeni naftnih derivata – prosjek objavljenih kotacija u Platt's European Marketscanu, na paritetu CIF Mediteran Basis Genova/Lavera, u obračunskom razdoblju, o prosječnom prodajnom tečaju za devize u kn/USD prema podacima Hrvatske narodne banke (HNB) u obračunskom razdoblju i o iznosu na ime troškova primarnog skladištenja i manipulacije. Cjenovna struktura nafte i naftnih derivata prikazana je na Slici 5.9. Potrebno je napomenuti da se navedena struktura odnosi na sve naftne derivate iako su iznosi za neke od njih nula.

Slika 5.9. Cjenovna struktura naftnih derivata



Prodajna cijena naftnih derivata sastoji se od pet komponenti. Na prodajnu cijenu proizvođača, koja se sastoji od uvozne cijene ili cijene proizvodnje u naftnim rafinerijama uvećane za prodajnu maržu, dodaju se trošarine, zatim slijede naknade za Hrvatske autoceste i Hrvatske ceste i na kraju se dodaje porez na dodanu vrijednost. Trošarine su fiksne i različite su od derivata do derivata.

Prodajna cijena INA-e sastoji se od osnove za obračun prodajnih cijena, ovisnih troškova kod proizvoda čija se prodajna cijena utvrđuje na paritetu fco benzinska postaja i troškova prometa na veliko i malo (marža – M). Osnova za obračun prodajne cijene INA-e (ali i ostalih prodavača naftnih derivata) izražene u kn/t formira se po formuli:

$$OB = X1 \times X2 \times X3 \times X4 \times X5, \quad (5.2.)$$

gdje je *OB* osnova za obračun, *X1* prosječna srednja cijena naftnih derivata – prosjek objavljenih kotacija u Platts European Marketscanu, na paritetu CIF Mediteran Basis Genova/Lavera, *X2* prosječni prodajni tečaj za devize u kn/USD – Hrvatska narodna banka Zagreb (HNB), *X3* iznos carine u kn/t prema propisanoj carinskoj stopi na uvoznju cijenu pojedinog derivata, *X4* iznos na ime troškova primarnog skladištenja i manipulacije koji iznosi 68,17 kn/t za motorne benzine, odnosno 56,00 kn/t za dizelska goriva i loživo ulje, *X4* se mijenja pri povećanju/snižanju cijena na malo većem od ± 4% (indeks cijena na malo Državnog zavoda za statistiku), *X5* iznos na ime priznavanja troškova nabave (trošak kapitala) i troškova skladištenja obveznih zaliha nafte i naftnih derivata koji iznosi 79,60 kn/t za motorne benzine, dizelska goriva i lož ulje, iznos *X5* određuje nadležno Ministarstvo.

Prodajne cijene naftnih derivata mijenjaju se jednom u dva tjedna. Kada u obračunskom razdoblju dođe do povećanja ili smanjenja osnove za obračun bilo kojeg naftnog derivata za više od ± 4% u odnosu na postojeću cijenu, izvršit će se korekcija prodajnih cijena pojedinih naftnih derivata.

5.4.1.3. Način formiranja cijena prirodnog plina

Prodajna cijena plina za krajnje potrošače definira se temeljem Odluke o cijeni za dobavu plina dobavljaču plina za opskrbljivače tarifnih kupaca, Tarifnog sustava za opskrbu prirodnim plinom, s iznimkom povlaštenih kupaca, bez visine tarifnih stavki, Tarifnog sustava za distribuciju prirodnog plina, bez visine tarifnih stavki i Tarifnog sustava za transport prirodnog plina, bez visine tarifnih stavki.

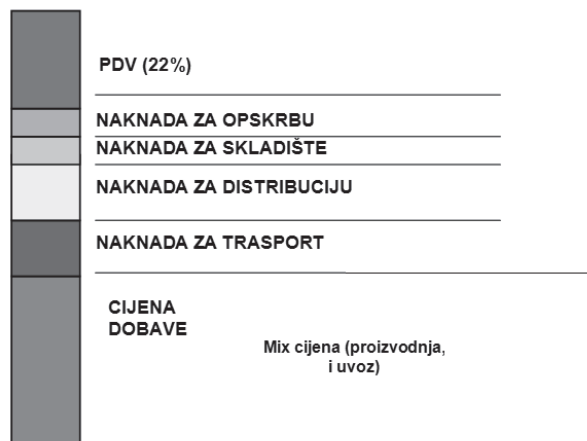
Na osnovu tih dokumenata formira se struktura cijene prirodnoga plina kao što je prikazana na Slici 5.10.

U plinskom sektoru Hrvatske postoji više skupina potrošača. Za tarifne kupce, u koje spadaju distributivna poduzeća i direktni industrijski potrošači, cijena se formira temeljem tarifnih sustava dok povlašteni kupci plina ugovaraju način formiranja cijene plina s dobavljačem.

Cijena prirodnog plina za distributivna poduzeća, koja se odnosi na kućanstva i gospodarstvo na razini distribucije, sastoji se od pet komponenti. Cijena se počinje formirati od cijene dobave plina, koja je rezultat ponderira-

nih cijena i količina iz domaće proizvodnje i uvoza. Cijena dobave se temeljom Odluke o cijeni za dobavu plina dobavljaču plina za opskrbljivače tarifnih kupaca. Cijena dobave je jednaka za sve distribucije.

Slika 5.10. Cjenovna struktura prirodnoga plina



Sljedeći element je tarifa za transport plina dobivene pomoću Tarifnog sustava za transport prirodnog plina bez visine tarifnih stavki (NN, broj 32/06, 3/07). Cijena transporta ovisi o krivulji opterećenja transportnog sustava te se ona razlikuje od distribucije do distribucije. Treći element je distributivna tarifa koja se računa temeljem Tarifnog sustava za distribuciju prirodnog plina, bez visine tarifnih stavki. U Hrvatskoj postoji 38 poduzeća za distribuciju plina koja imaju različite distributivne marže što utječe i na visinu prodajne cijene. Peti element je naknada za opskrbu koja se dobije temeljem Tarifnog sustava za opskrbu prirodnim plinom, s iznimkom povlaštenih kupaca, bez visine tarifnih stavki. Ona još nije definirana, kao ni naknada za skladište. Te će se naknade formirati u narednom razdoblju. Na sve navedene elemente se obračunava PDV.

Cijena plina za direktne industrijske potrošače nema u sebi distributivnu tarifu budući da su ti potrošači direktno spojeni na transportni sustav te nema potrebe za korištenjem sustava distribucije. Te su cijene znatno manje nego za potrošače na razini distribucije te se može dogoditi da cijena plina za npr. slične dvije ciglane varira i do 40 posto. Transportna tarifa je također niža nego za distributivna poduzeća budući imaju povoljnije karakteristike potrošnje, što je definirano Tarifnim sustavom za transport plina za dobavljače plina i povlaštene kupce plina.

Cijena plina za velike potrošače, koji su ujedno i povlašteni potrošači prema Zakonu o energiji i Zakonu o tržištu plina, cijena plina se ugovara i niža je nego za prethodne dvije kategorije potrošača. U povlaštene potrošače

prirodnog plina spadaju prije svega Hrvatska elektroprivreda i Petrokemija Kutina.

Pojedini elementi u strukturi cijene mijenjaju se neovisno jedan od drugoga. Cijena dobave mijenja se maksimalno četiri puta godišnje, cijena transporta i distribucije se određuje na godišnjoj razini.

Primjenom svih zakonom predviđenih tarifnih sustava bit će u potpunosti definirana cjenovna struktura prirodnoga plina za sve potrošače. Nakon toga će svaki kupac moći birati svog opskrbljivača plinom na liberaliziranom plinskom tržištu u Hrvatskoj.

5.4.1.4. Način formiranja cijena toplinske energije

Tijekom 2006. godine Vlada RH donijela je Opće uvjete za opskrbu toplinskom energijom (NN 129/06), a HERA je donijela Tarifni sustav za usluge energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, bez visine tarifnih stavki (NN, 57/06) kao i Izmjene i dopune Tarifnog sustava za usluge energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, bez visine tarifnih stavki (NN, 116/06). Visinu tarifnih stavki određuje Vlada RH.

Tarifni sustav za usluge energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom definira strukturu cijene toplinske energije na tri komponente – cijene proizvodnje, naknade za distribuciju i opskrbu toplinskom energijom. Na sva tri elementa obračunava se PDV. Primjena Tarifnog sustava za usluge energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom očekuje se u 2008. godini. Za sada se cijena prikazuje kao jedinstvena prodajna cijena.

5.4.2. Struktura cijena energenta

5.4.2.1. Struktura cijene električne energije

Cijena je dobivena primjenom Tarifnog sustava za usluge elektroenergetskih djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge, prihoda od naplate prodane električne energije i količine naplaćene električne energije. Navedene cijene je najbolje promatrati na godišnjoj razini, budući da same tarifne stavke i tarifni modeli ne govore puno o cijeni električne energije u Hrvatskoj. Cijene su izražene u kn/kWh i strukturirane su po naponskim razinama. Što je niža naponska razina, to je viša prosječna prodajna cijena električne energije budući npr. kućanstva i malo gospodarstvo koriste i distribucijsku mrežu dok veliki industrijski potrošači koriste samo prijenosnu mrežu.

U Tablici 5.4. prikazana je struktura prosječne prodajne cijene električne energije za Hrvatsku u 2006. godini.

Cijena na visokom naponu (110 Kv) iznosi oko 31,12 lipa/kWh što je ujedno i prosječna ponderirana proizvodna cijena električne energije iz hrvatskih elektrana, uključujući termoelektre na ugljen, loživo ulje i prirodni plin i hidroelektrana, protočnih i akumulacijskih, te iz uvoza. Cijena za kućanstva iznosi oko 58 lipa/kWh. Razlika od oko 37 lipa/kWh otpada na troš-

kove prijenosa, distribucije i tehničke gubitke u elektroenergetskom sustavu. Prosječna prodajna cijena za usluge iznosi oko 59 lipa/kWh, a za javnu rasvjetu oko 49 lipa/kWh.

Tablica 5.4. Prosječna prodajna cijena električne energije u Hrvatskoj u 2006. godini u kn/kWh

Potrošači i naponske razine	kn/kWh
110 Kv	0,312
35 Kv	0,438
10 Kv	0,454
Kućanstva	0,580
Usluge	0,594
Javna rasvjeta	0,488
Prosječna prodajna cijena	0,543

Izvor: Hrvatska elektroprivreda d.d., Godišnje izvješće za 2006. godinu

Cijena za veće industrijske potrošače je niža ovisno na koju su naponsku razinu spojeni, količini i načinu potrošnje. Cijene za povlaštene kupce se ugovaraju i za njih vrijede popusti. Od 1. srpnja 2007. svi krajnji kupci električne energije u Republici Hrvatskoj plaćaju dodatnih 0,89 lp/kWh kao naknadu za poticanje proizvodnje iz obnovljivih izvora energije, što je rezultiralo porastom mjesečnog računa za električnu energiju prosječnog kućanstva u iznosu od oko 2,5 kn. Nakon primjene donesenih tarifnih sustava promijenit će se i struktura prosječne prodaje cijene.

5.4.2.2. Struktura cijene nafte i naftnih derivata

Struktura cijene naftnih derivata se sastoji od šest elemenata: prodajne cijene INA-e ili nekog drugog maloprodajnog trgovca (OMV, Tifon, Petrol...), trošarine, naknade za Hrvatske autoceste i naknade za Hrvatske ceste i na kraju PDV-a. Zbroj svih komponenti daje maloprodajnu cijenu naftnih derivata na naftnom tržištu Hrvatske. Struktura cijene naftnih derivata izvedena je na osnovi zakonskih i podzakonskih propisa, pravilnika i odluka Vlade RH i nadležnog Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva. Razlike u strukturi cijene naftnih derivata gotovo da i nema ili su vrlo male.

Na hrvatskom maloprodajnom tržištu naftnih derivata trenutno postoje tri vrste benzina i tri vrste dizela te loživo ulje. Uz jedinstvenu stopu poreza na dodanu vrijednost u maloprodajnu cijenu motornih benzina, dizel goriva, ulja za loženje te tekućeg naftnog plina uključene su i trošarine. U 2001. godini je u cijenu većine naftnih derivata uključena i naknada za Hrvatske autoceste i Hrvatske ceste, svaka po 0,6 kn/l. Na sve navedeno primjenjuje se jedinstvena stopa poreza na dodanu vrijednost od 22 posto uvedena 1998. godine.

U Tablici 5.5. prikazana je struktura cijene naftnih derivata.

Tablica 5.5. Cjenovna struktura naftnih derivata

Vrsta derivata	Prodajna cijena INA-e	Trošarina	Naknada za HAC	Naknada za HC	PDV	Malo-prodajna cijena INA-e
Super 95 – BMB 95	3,51	1,65	0,60	0,60	1,40	7,76
Eurosuper 95 – BMB EURO 95	3,65	1,65	0,60	0,60	1,43	7,93
Super plus 98 – BMB 98	3,71	1,65	0,60	0,60	1,44	8,00
Dizel – DG	3,80	1,00	0,60	0,60	1,32	7,32
Eurodizel – DG EURO	3,88	1,00	0,60	0,60	1,34	7,42
Dizel Plavi – DG PLAVI	3,52	0,00	0,00	0,00	0,78	4,30
Loživo ulje ekstra lako – LUEL	3,59	0,30	0,00	0,00	0,86	4,75

Izvor: Za maloprodajne cijene INA-e <http://www.ina.hr> (12.9.2007)

Cijene se kreću u rasponu od 8,00 kn/l motornog benzina Super plus 98 do 3,59 kn/l za ulje za loženje. Trošarine su najviše za motorni benzin i iznose 1,65 kn/l dok trošarina uopće nema na plavom dizelu, odnosno njihov je iznos nula. Trošarina je Uredbom Vlade RH 1. siječnja 2007. smanjena s 1,9 kn/l na 1,65 kn/l za motorne benzine zbog rasta cijena sirove nafte na svjetskom tržištu i utjecaja na cijene naftnih derivata u Hrvatskoj. Naknada za Hrvatske autoceste iznosi 0,60 kn/l, a toliko iznosi naknada i za Hrvatske ceste, što čini izdvajanja za gradnju autocesta u Hrvatskoj od 1,2 kn/l. Naknada je ista za sve naftne derivate osim za Plavi eurodizel i ulje za loženje ekstra lako gdje navedenih naknada nema, što, uz nulte ili niže trošarine na te naftne derivate, utječe na značajno nižu prodajnu cijenu na benzinskim pumpama. Može se primijetiti da u strukturi većine naftnih derivata prevladavaju trošarine i ostala davanja državi, a da manji dio otpada na prodajnu cijenu INA-e. Udio prodajne cijene se kreće od 50 posto za eurodizel do 82 posto za dizel plavi.

5.4.2.3. Struktura cijene prirodnog plina

Zbog nepotpune implementacije tarifnih sustava struktura cijene prirodnog plina još uvijek nije strukturirana u skladu sa zakonima. Budući u Hrvatskoj postoji 38 distribucija prirodnog plina, a gotovo isto toliko i cijena u Tablici 5.6. je prikazana struktura prodajne cijene za najveću distribuciju u Hrvatskoj, i to za Gradsku plinaru Zagreb koja čini oko 1/3 potrošnje u ukupnoj potrošnji svih distribucija.

Postoje dvije različite cijene, za kućanstva prodajna cijena iznosi 2,08 kn/m³, a za gospodarstvo 2,1361 kn/m³. Cijena dobave je jednaka za obje kategorije i iznosi 1,07 kn/m³, a primjenjuje se od 01.05.2004. godine, što čini između 50 i 52 posto u ukupnoj prodajnoj cijeni. Cijena transporta je također ista i iznosi 0,182 kn/m³ te čini oko devet posto u ukupnoj cijeni. U distribu-

ativnoj marži se nalazi dio koji otpada na distributivnu razliku i sredstva komunalne infrastrukture što ukupno čini 0,4808 lipa/m³ za kućanstva, a 0,5338 lipa/m³ za gospodarstvo. Važno je napomenuti da se PDV trenutno ne plaća na sredstva komunalne infrastrukture.

Tablica 5.6. Struktura cijene prirodnog plina u Zagrebu u 2006. godini

Struktura cijene	Kućanstva	%	Gospodarstvo	%
Cijena dobave	1,07	51	1,07	50
Cijena transporta	0,182	9	0,182	9
Distributivna marža	0,4808	24	0,5338	25
PDV	0,3408	16	0,3503	16
Prodana cijena	2,08	100	2,1361	100

Izvor: Gradska plinara Zagreb d.o.o.

Prosječna prodajna cijena plina na razini Hrvatske je 2005. godine iznosila oko 2,04 za kućanstva, 2,06 za industriju, odnosno 2,05 za sve potrošače

Struktura cijene prirodnog plina za direktne industrijske potrošače, potrošači spojeni na transportni sustav nacionalnog transportera koji ne plaćaju distributivnu razliku jer ne koriste distributivni sustav, prikazana je u Tablici 5.7.

Tablica 5.7. Struktura cijene prirodnog plina direktne potrošače

Struktura cijene	Gospodarstvo	%
Cijena dobave	1,07	74
Cijena transporta	0,122	8
PDV	0,262	18
Prodana cijena	1,4542	100

Izvor: INA d.d.

Cijena plina sastoji se samo od cijene dobave koja je jednaka kao i za distribucije plina i od prosječne cijene transporta plina, koja je za neke viša, a za neke niža od navedene, ali je svakako manja od 0,182 koliko iznosi u distribucijama. Prodajna cijena prirodnog plina iznosi oko 1,45 kn/m³ s PDV-om.

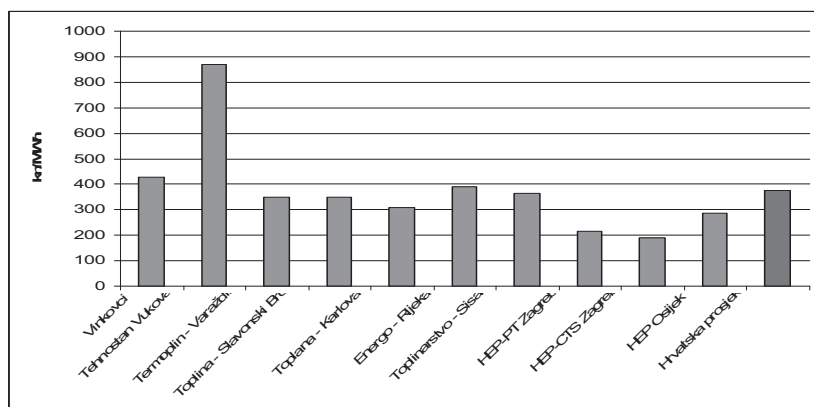
Struktura cijene plina za povlaštene kupce je niža od cijena za direktne industrijske potrošače i sastoji se od sličnih elementa cijene plina i cijene transporta. Međutim, budući da se ugovor između povlaštenog kupca i dobavljača nije javno dostupan, bilo je nemoguće doći do točnih cijena plina. Poznato je samo da cijena transporta iznosi oko 0,11 kn/m³.

5.4.2.4. Struktura cijene toplinske energije

Tarifni sustav za usluge energetskeg djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, bez visine tarifnih stavki (NN, 65/07 – proči-

šćeni tekst) donesen je 2007. godine. Njegova primjena se očekuje od 2008. godine tako da se cijena toplinske energije još uvijek izražava kao jedinstvena cijena. Na Grafu 5.46. prikazana je prodajna cijena toplinske energije, a 2005. godinu po pojedinim centraliziranim toplinskim sustavima.

Graf 5.46. Prodajna cijena toplinske energije u pojedinim centraliziranim toplinskim sustavima u Hrvatskoj u 2005. godini



Izvor: *Energija u RH 2005*, (2006), Godišnji energetski pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva

Prosječna cijena dobivena je na osnovu podataka o ukupno isporučenoj toplinskoj energiji te prihodima od prodaje. Pri tome treba uzeti u obzir činjenicu da mnoge od navedenih tvrtki obavljaju i komunalne djelatnosti (npr. opskrba vodom, odvodnja, odvoz smeća, uređenje zelenih površina i dr.). Tvrtke još ne vode odvojeno računovodstvo za pojedine djelatnosti te su prikazani podaci dobiveni na osnovu ukupnih prihoda (od svih djelatnosti). U tom smislu referentnim se mogu smatrati tvrtke koje obavljaju samo djelatnost proizvodnje, prijenosa i distribucije toplinske energije (npr. HEP CTS Zagreb, HEP Osijek).

Prosječna cijena toplinske energije se nije značajnije mijenjala već 5 godina.

5.5. Međunarodna poredbena analiza cijena energenata

Bitan element analize energetskog tržišta i njegovih ekonomskih obilježja čine dinamičke i statičke analize kretanja cijena energenata kako u Hrvatskoj, tako i u međunarodnom okruženju. Poredbena analiza služi za utvrđivanje stanja s obzirom na druge zemlje. Za Hrvatsku je svakako najvažnije stanje cijena energenata u zemljama EU-a jer to predstavlja pokazatelj kretanja cijena u budućnosti u Hrvatskoj s obzirom na liberalizaciju, regulaciju i privatizaciju na energetskom tržištu. U narednim poglavljima analizirano je kreta-

nje cijena najvažnijih energenata u zemljama EU-a i RH pomoću baznih indeksa gdje je 1995. godina definirana kao bazna godina i predstavljena indeksom 100.

5.5.1. Naftni derivati

Pregled kretanja indeksa maloprodajnih cijena motornog benzina s ključnim porezom i trošarinom za pojedine zemlje prikazan je u Tablici 5.8. Cijene su prikazane pomoću indeksa kako bi podaci iz više različitih izvora bili međusobno usporedivi.

Tablica 5.8. Indeksi cijena bezolovnog motornog benzina s 95 oktana (1995. = 100)

Zemlja/godina	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
Austrija	100	110	113	110	103	115	115	109	119	128	137
Belgija	100	110	118	114	107	123	129	121	126	144	157
Češka Republika	100	106	114	114	120	149	142	122	135	147	145
Danska	100	109	114	113	116	133	141	138	147	148	160
Finska	100	111	112	112	105	128	131	121	131	138	146
Francuska	100	106	111	111	105	123	118	113	124	127	137
Grčka	100	101	109	108	93	106	114	109	118	129	140
Hrvatska	100	102	105	102	106	152	166	168	170	183	195
Irska	100	100	117	111	105	119	139	117	126	143	153
Italija	100	109	121	117	111	127	132	126	136	148	155
Luksemburg	100	102	106	103	96	118	124	117	125	145	163
Mađarska	100	123	146	159	191	239	232	250	263	276	263
Nizozemska	100	104	108	111	108	121	131	126	133	143	155
Njemačka	100	103	106	100	98	118	120	122	137	142	151
Poljska	100	119	141	156	198	267	268	257	310	362	340
Portugal	100	100	103	103	102	102	116	109	121	137	146
Slovačka	100	107	113	110	133	172	163	150	172	194	191
Španjolska	100	106	108	105	99	116	122	119	129	139	149
Švedska	100	108	114	116	104	122	126	116	124	135	144
Ujed. Kraljevstvo	100	98	122	139	131	178	177	166	167	176	185
Brent nafta	100	123	111	78	101	166	152	138	168	215	178

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Uočljivo je da najveći porast u odnosu na baznu 1995. godinu imaju tranzicijske zemlje Poljska i Mađarska koje su početno imale najniže cijene energije. Tablica prikazuje i kretanje cijene brent nafte na svjetskom energetskeg tržištu koja je jedna od glavnih determinanti elementa cijene naftnih derivata. Cijene u RH su imale sličan trend, ali s višim stopama rasta nakon 2000. go-

dine i uvođenja tržišnih elemenata u formiranju cijene bezolovnog motornog benzina s 95 oktana. Drugi važan element u kreiranju prodajne cijene benzina su porezi i ostala davanja (trošarine i slični nameti). U Tablici 5.9. prikazan je sumarni udio poreza i ostalih davanja u maloprodajnoj cijeni bezolovnog motornog benzina s 95 oktana za početnu i završnu godinu analize.

Tablica 5.9. Sumarni udio poreza i ostalih davanja u maloprodajnoj cijeni bezolovnog motornog benzina s 95 oktana (u postocima)

Zemlja/godina	1995.	2005.
Austrija	66,5	60,4
Belgija	75,4	69,5
Češka Republika	58,3	57,3
Danska	76,3	67,1
Finska	79,6	72,5
Francuska	83,3	70,3
Grčka	73,7	51,2
Irska	71,0	63,3
Italija	76,8	66,3
Luksemburg	69,0	58,2
Mađarska	67,4	60,0
Nizozemska	77,7	69,9
Njemačka	78,6	70,9
Poljska	56,4	55,9
Portugal	73,3	66,7
Slovačka	58,5	57,1
Španjolska	70,3	57,2
Švedska	77,6	56,8
Ujedinjeno Kraljevstvo	75,6	74,8
Hrvatska	60,0	56,0

Izvor: Eurostat, IEA

Iz tablice je moguće uočiti da su najmanji udio poreza i ostalih davanja u cijeni goriva imale tranzicijske zemlje (Slovačka, Češka Republika, Poljska, Mađarska i Hrvatska) dok se na suprotnoj strani, s najvišim udjelom poreza i ostalih davanja, nalaze Ujedinjeno Kraljevstvo i Francuska.

Pregled indeksa maloprodajnih cijena dizelskog goriva s uključenim porezom, trošarinama i ostalim nametima je za pojedine zemlje prikazan u Tablici 5.10. I u ovom su slučaju prikazani indeksi cijena (1995=100) kako bi prikupljeni podaci iz više različitih izvora bili međusobno usporedivi. Za Republiku Hrvatsku prikaz se odnosi na najkvalitetnije dizelsko gorivo koje je bilo dostupno na tržištu u promatranom razdoblju (danas Eurodizel, a u prošlosti dizelsko gorivo D-2).

Tablica 5.10. Indeksi cijena dizelskog goriva (1995=100)

Zemlja/godina	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
Austrija	100	108	113	109	97	118	124	112	121	142	153
Belgija	100	105	112	102	96	119	119	117	120	149	161
Češka Republika	100	106	120	115	121	158	154	155	165	176	175
Danska	100	103	112	104	99	132	132	128	138	148	164
Finska	100	105	119	112	106	129	146	132	138	148	163
Francuska	100	109	120	115	108	137	137	127	139	161	174
Grčka	100	107	117	109	101	131	135	126	139	170	187
Hrvatska	100	105	109	103	108	141	153	158	160	177	205
Irska	100	104	121	112	103	117	143	113	120	142	157
Italija	100	111	125	117	110	134	144	134	143	159	177
Luksemburg	100	104	114	107	96	124	127	122	128	148	165
Mađarska	100	129	153	166	199	258	250	234	267	300	299
Nizozemska	100	108	115	109	104	128	135	126	131	152	167
Njemačka	100	107	112	100	93	128	140	137	152	170	179
Poljska	100	119	140	146	183	255	255	252	319	387	378
Portugal	100	101	110	106	103	103	121	121	131	164	175
Slovačka	100	109	122	118	143	187	179	161	193	224	222
Španjolska	100	108	115	107	103	123	143	133	143	162	177
Švedska	100	97	100	93	85	104	110	103	110	123	139
Ujedi. Kraljevstvo	100	99	123	139	132	183	187	176	169	180	193
Brent nafta	100	123	111	78	101	166	152	138	168	215	178

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Jednako kao i u prethodnom slučaju tj. kod cijene bezolovnog motornog benzina s 95 oktana, uočljivo je da najveći porast u odnosu na baznu 1995. godinu imaju tranzicijske zemlje Poljska i Mađarska. Hrvatska također spada u zemlje s višim stopama rasta dizelskog goriva s obzirom na administrativno određivanje cijena do 2000. godine. Udio ostalih davanja u maloprodajnoj cijeni dizelskog goriva prikazan je u Tablici 5.11. Iz nje se može vidjeti da su dizelska goriva manje porezno opterećenja od benzinskih goriva.

Tablica 5.11. Udio ostalih davanja u maloprodajnoj cijeni dizelskog goriva (u postocima)

Zemlja	1995.	2005.
Austrija	61,9	51,9
Belgija	69,0	59,6
Češka Republika	61,8	52,7
Danska	71,5	64,6
Finska	70,9	57,7
Francuska	74,5	60,4

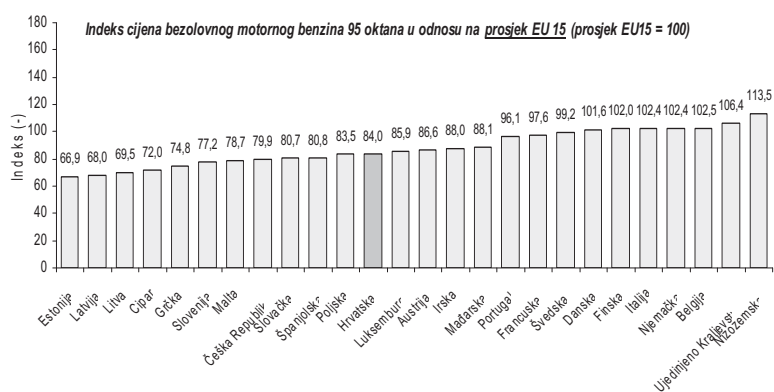
MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Zemlja	1995.	2005.
Austrija	61,9	51,9
Grčka	69,9	46,7
Irska	66,2	56,7
Italija	73,1	57,3
Luksemburg	65,3	46,5
Mađarska	64,5	58,7
Nizozemska	69,2	54,7
Njemačka	69,9	61,7
Poljska	44,5	49,7
Portugal	63,8	54,0
Slovačka	64,3	55,6
Španjolska	66,0	48,7
Švedska	58,6	62,4
Ujedinjeno Kraljevstvo	75,2	75,6
Hrvatska	47,0	45,0

Izvor: Eurostat, IEA

Na Grafu 5.47. prikazana je usporedba maloprodajnih cijena naftnih derivata (bezolovnog motornog benzina s 95 oktana i dizelskog motornog goriva, podatak za 2005.) u Republici Hrvatskoj i EU 15 (25) preko indeksa cijena.

Graf 5.47. Indeksi cijena bezolovnog motornog benzina 95 oktana u odnosu na prosjek EU 15 (prosjek EU 15=100) – podaci za 2005. godinu

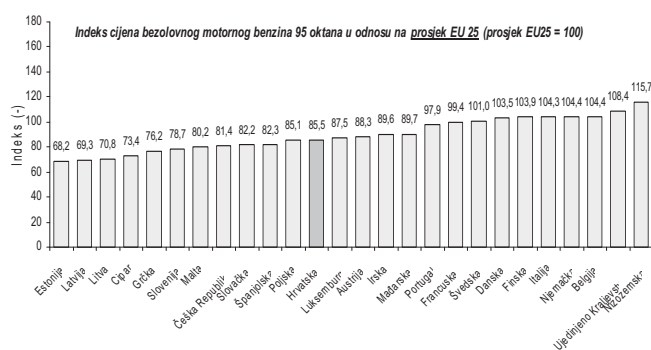


Izvor: European Commission – Directorate-General for Energy and Transport, EIHP

Uočljivo je da je Republika Hrvatska imala cijenu bezolovnog motornog benzina s 95 oktana nižu od prosjeka EU 15, jednako kao i sve nove članice EU-a (izuzev Mađarske).

Isti zaključak se može izvesti i kad promatramo indekse cijena u odnosu na prosjek EU 25 na Grafu 5.48.

Graf 5.48. Indeks cijena bezolovnog motornog benzina 95 oktana u odnosu na prosjek EU 25 (prosjek EU 25=100) – podaci za 2005. godinu

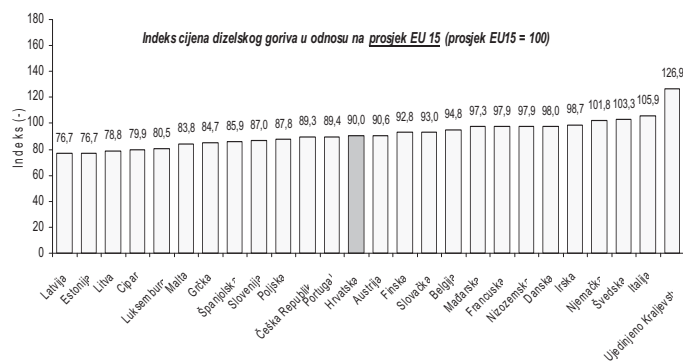


Izvor: European Commission – Directorate-General for Energy and Transport, EIHP

S druge strane kada se uzme u obzir da je BDP po stanovniku oko 50 posto od prosjeka EU 15, to je relativno gledajući cijena bezolovnog motornog benzina 95 oktana u Hrvatskoj dvostruko viša.

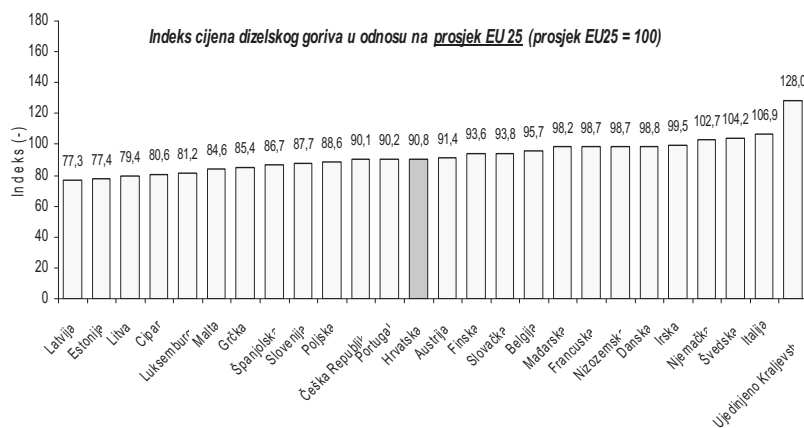
Analiza indeksa cijena dizelskog goriva prikazana na Grafu 5.49. pokazuje da je, od novih članica EU-a, Mađarska praktično dostigla prosjek EU 15, dok ostale nove članice, kao i Hrvatska, imaju cijenu ispod prosjeka EU 15. Isti zaključak se može izvesti i kad promatramo indekse cijena dizelskog goriva u odnosu na prosjek EU 25, što je prikazano na Grafu 5.50.

Graf 5.49. Indeksi cijena dizelskog goriva u odnosu na prosjek EU 15 (prosjek EU 15=100) – podaci za 2005. godinu



Izvor: European Commission – Directorate-General for Energy and Transport, EIHP

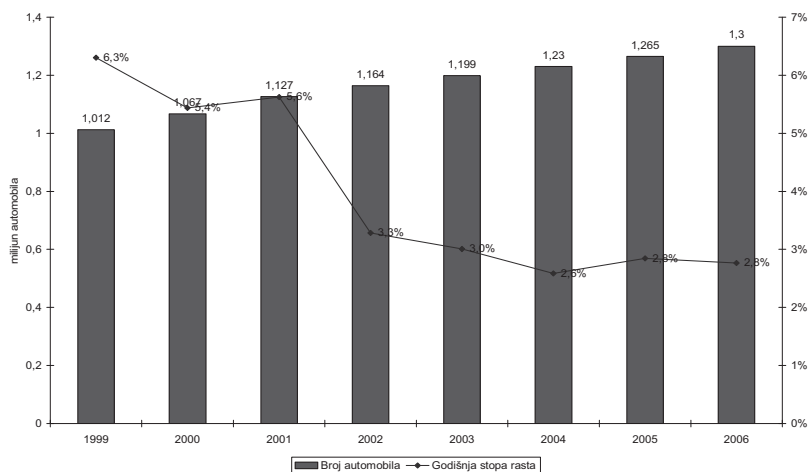
Graf 5.50. Indeksi cijena dizelskog goriva u odnosu na prosjek EU 25 (prosjek EU 25=100) – podaci za 2005. godinu



Izvor: European Commission – Directorate-General for Energy and Transport, EIHP

S obzirom na rast cijena naftnih derivata u EU-u i Hrvatskoj, na Grafu 5.51. prikazano je kretanje osobnih automobila kod fizičkih osoba u Hrvatskoj kao i godišnja stopa promjene broja automobila u razdoblju od 1999. do 2006. godine.

Graf 5.51. Broj osobnih automobila fizičkih osoba i godišnja stopa promjene u razdoblju 1999. do 2006. godine



Izvor: Izračun autora na temelju podataka iz *Statističkog ljetopisa* za 2007. godinu

Broj automobila fizičkih osoba porastao je s oko 953 tisuće 1999. godine na 1,4 milijuna 2006. godine, za gotovo 30 posto. Godišnja stopa rasta se nakon 2002. godine zadržala na razini od 3 posto. Navedeno ukazuje da iako su cijene naftnih derivata u RH porasle dvostruko od 1999. godine do 2005, broj osobnih automobila je nastavio rasti.

5.5.2. Prirodni plin

Drugi energent je prirodni plin. Pregled indeksa maloprodajnih cijena prirodnog plina s uključenim porezima za pojedine zemlje za kućanstva prikazan je u Tablici 5.12. Prikazani su indeksi cijena (1995=100) kako bi prikupljeni podaci iz više različitih izvora bili međusobno usporedivi.

Tablica 5.12. Indeksi cijena prirodnog plina za kućanstva (1995=100)

Zemlja	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
Austrija	100	105	115	114	115	115	155	155	163	178	176
Belgija	100	101	100	101	97	105	123	114	117	116	117
Danska	100	110	112	107	109	142	172	141	149	150	217
Francuska	100	104	103	110	103	98	117	125	124	123	128
Irska	100	98	107	101	96	96	96	96	97	106	117
Italija	100	108	116	114	115	121	140	132	139	130	137
Luksemburg	100	107	106	105	101	105	124	115	117	114	127
Nizozemska	100	101	111	114	116	118	137	152	177	180	234
Njemačka	100	95	98	95	94	99	121	122	124	125	139
Portugal								100	102	103	109
Španjolska	100	107	106	105	102	106	128	121	121	116	119
Švedska			100	98	94	100	117	125	129	137	141
Ujedinjeno Kraljevstvo	100	93	106	110	101	113	107	113	110	113	93
Češka	100	108	117	163	179	239	296	375	347	379	441
Mađarska	100	110	136	136	131	144	155	188	191	250	287
Poljska	100	125	132	140	165	183	192	243	233	210	259
Slovačka	100	102	106	104	116	187	205	198	239	590	760
Slovenija	100	96	96	117	105	121	184	169	172	168	211
Hrvatska	100	99	118	154	145	144	147	170	186	188	187
Prosjek nabavne cijene u okruženju		100	103	85	69	110	131	117	158	166	218

Napomena: Podaci za Portugal su bili dostupni od 2002., a za Švedsku 1997. te su to ujedno bile i bazne godine za te zemlje. Prosjek nabavne cijene u okruženju prikazuje rast cijena prirodnog plina na veleprodajnim tržištima.

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Najveći porast u odnosu na baznu 1995. godinu imaju, kao i kod kretanja cijena naftnih derivata, tranzicijske zemlje. Tako je Slovačka imala daleko najveći rast, indeks joj je 760, što je i logično s obzirom da su cijene prirodnog plina u Slovačkoj bile najniže u 1995. godini, oko 2,8 puta niže nego u

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Hrvatskoj. Visoke indekse imaju i ostale zemlje Srednje i Istočne Europe. Tako je indeks Češke 442, Mađarske 287 i Poljske 259. Pored toga, vidi se značajan porast cijene prirodnog plina upravo u tim zemljama tijekom 2004. godine kad su postale članicama Europske Unije. Indeksi cijena prirodnog plina u zapadnoeuropskim zemljama niži su s obzirom da su one već imale tržišne cijene pa rast cijena prirodnog plina uzrokovan rastom cijena nafte nije bio toliki kao kod srednjoeuropskih zemalja. Cijene u Hrvatskoj su u analiziranom razdoblju porasle 87 posto, što je manje nego u ostalim zemljama budući cijene prirodnoga plina u Hrvatskoj još uvijek administrativno uređuje Vlada. S druge strane udio domaćeg plina u strukturi potrošnje iznosi visokih 60 posto što je značajno utjecalo na položaj INA-e kao jedinog proizvođača prirodnoga plina u Hrvatskoj. Važan udio u prodajnoj cijeni prirodnoga plina imaju porezi i ostala davanja. S obzirom na udjele tih nameta u strukturi cijene naftnih derivata kod prirodnog plina su oni znatno manji. Udio poreza na dodanu vrijednost (odnosno poreza na promet) te udio ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za kućanstva (s konačnim sumarnim prikazom) prikazani su u Tablici 5.13.

Tablica 5.13. Sumarni udio poreza i ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za domaćinstva (u postocima)

Zemlja/godina	1995.	2005.
Austrija	20,0	33,12
Belgija	24,0	24,3
Danska	25,0	66,8
Francuska	16,6	17,5
Irska	12,5	13,5
Italija	18,5	25,0
Luksemburg	6,0	6,0
Nizozemska	23,2	36,4
Njemačka	20,1	25,0
Portugal		5,0
Španjolska	16,0	16,0
Švedska		48,0
Ujedinjeno Kraljevstvo	8,0	5,0
Češka	5,0	18,9
Mađarska	15,0	13,0
Poljska	12,0	18,0
Slovačka	6,0	18,8
Slovenija	5,0	23,4
Hrvatska	26,3	18,2

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj* 2006.

Iz tablice je moguće uočiti da je najmanji udio poreza i ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za kućanstva u Portugalu i Velikoj Britaniji. Razlog najvjerojatnije leži u činjenici da je Portugal počeo koristiti plin tek 2002. godine te je pretpostavka da država tim načinom potiče plinifikaciju zemlje, odnosno da cijena bude konkurentna drugim gorivima, budući da je i s razinom PDV-a od 5 posto cijena za kućanstva među najvišima u Europi. Interesantno je da najniže prosječne poreze imaju Ujedinjeno Kraljevstvo i Irska koje karakterizira odvojenost od Europe, odnosno otočne su zemlje. Niskim porezom potiče se veća potrošnja prirodnog plina budući da Ujedinjeno Kraljevstvo sve svoje potrebe za prirodnim plinom namiruje iz domaće proizvodnje. Slijedi ih niz tranzicijskih zemalja s relativno niskim udjelom poreza dok najveće poreze imaju Švedska i Danska. Između tranzicijskih zemalja, ako se promatra prosjek, Hrvatska spada u krug zemalja sa srednjim poreznim opterećenjem koje iznosi oko 18% u prodajnoj cijeni prirodnog plina za kućanstva.

Kretanje indeksa cijena prirodnog plina za industriju prikazano je u Tablici 5.14.

Tablica 5.14. Indeksi cijena prirodnog plina za industriju (1995.=100)

Zemlja	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.
Belgija	100	98	102	105	85	109	156	129	138	125	136
Češka	100	108	110	117	110	103	133	161	142	176	218
Danska	100	104	122	112	88	141	182	141	132	144	184
Njemačka	100	95	106	106	92	105	163	154	153	144	177
Španjolska	100	99	118	116	89	128	174	137	152	139	150
Francuska	100	103	109	113	102	130	177	148	165	154	194
Irska	100	92	120	93	97	113	146	153	156	171	227
Italija	100	109	133	128	107	128	195	175	156	172	188
Luksemburg	100	110	114	114	106	112	156	134	140	135	165
Mađarska	100	82	105	120	106	100	149	179	189	235	268
Nizozemska	100	101	112	113	99	128	169	154	164	155	156
Austrija	100	99	116	108	108	94	135	137	146	156	167
Poljska	100	110	115	117	114	144	191	209	190	177	229
Portugal							100	91	93	82	93
Slovenija	100	93	96	148	115	160	253	220	152	137	192
Slovačka	100	101	106	112	101	112	120	117	143	252	245
Finska	100	88	111	103	77	129	195	173	177	174	184
Švedska		100	113	119	92	129	222	193	205	161	179
Ujedinjeno Kraljevstvo	100	74	84	103	102	107	126	165	147	140	196
Hrvatska	100	99	127	202	184	183	187	215	235	237	236

Napomena: Podaci za Portugal su bili dostupni od 2002., a za Švedsku 1997. te su ujedno to bile i bazne godine za te zemlje

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Najveći porast cijene prirodnog plina u sektoru industrije u odnosu na bazu 1995. godinu ima Slovačka s indeksom 245 što je znatno manji rast u odnosu na kućanstva. Zatim slijedi Irska i ostale tranzicijske zemlje, Poljska, Češka, Mađarska. Među njima se nalazi i Hrvatska gdje je indeks rasta cijena prirodnog plina iznosio 236. Portugal je jedini imao pad cijena na svom tržištu za oko 7 posto.

Udio poreza na dodanu vrijednost (odnosno poreza na promet) te udio ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za industriju prikazani su u Tablici 5.15. za početnu i završnu godinu analize. Vezano uz ukupne poreze i ostala davanja koja se nalaze u cijeni prirodnog plina, u sektoru industrije najveći postotak je zabilježen u Danskoj i Austriji, oko 40 posto, dok u usporedbi s ostalim zemljama Republika Hrvatska spada u zemlje s nižim poreznim opterećenjima s obzirom da se na cijenu obračunava jedino PDV, a njegov udio u strukturi prodajne cijene iznosi oko 18 posto. Najmanje udjele poreza i ostalih davanja u cijeni plina imaju Portugal i Luksemburg.

Tablica 5.15. Sumarni udio poreza i ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za industriju

Zemlja/godina	1995.	2005.
Austrija	20,0	36,9
Belgija	20,0	22,3
Danska	25,1	41,6
Finska	30,1	23,4
Francuska	25,3	21,7
Irska	12,0	13,0
Italija	22,0	16,0
Luksemburg	6,0	5,6
Nizozemska	24,4	32,0
Njemačka	28,0	23,8
Portugal		5,0
Španjolska	16,0	13,79
Švedska		21,0
Ujedinjeno Kraljevstvo	17,8	18,6
Češka	5,0	16,0
Mađarska	12,0	16,0
Poljska	12,0	18,0
Slovačka	6,0	15,9
Slovenija	5,0	26,7
Hrvatska	0	18,2

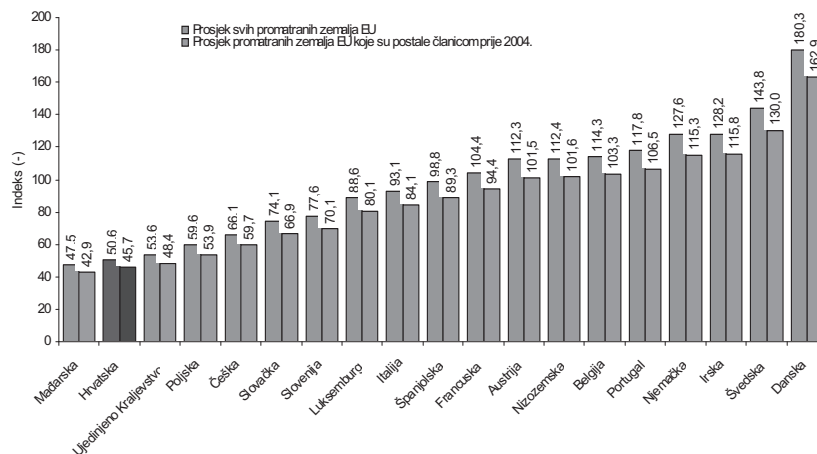
Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Na Grafovima 5.52. i 5.53. prikazana je usporedba cijena prirodnog plina za 2005. godinu između Republike Hrvatske i zemalja Europske Unije za koje su bili dostupni podaci i koje imaju iskazanu potrošnju prirodnog plina u industriji i kućanstvima.

Na Grafu 5.52. prikazana je usporedba indeksa cijena prirodnog plina za kućanstva. Usporedba je izrađena u odnosu na prosjek svih promatranih zemalja Europske Unije (njih 18) i u odnosu na prosjek promatranih zemalja Europske Unije koje su postale članicom prije 2004. godine (njih 13). Izračunati prosjek ne uključuje cijenu prirodnog plina u Hrvatskoj, već je samo provedena usporedba u odnosu na promatrane izračune.

Neovisno o tome koji se prosjek promatra, uočljivo je da je cijena prirodnog plina za kućanstva najniža upravo u tranzicijskim zemljama, uključujući i Hrvatsku, i kreće se u rasponu od 40 do 60 posto vrijednosti prosječne cijene zemalja Europske Unije. Navedeno može ukazivati kako je to sukladno razini BDP-a po stanovniku te je na taj način uzeta relativna cijena sukladna razini razvijenosti. Međutim tu se javlja problem što te zemlje ne nabavljaju plin od Rusije po cijenama koje su sukladne njihovoj razvijenosti, nego po istim tržišnim cijenama po kojima ga dobivaju i razvijene zemlje. Najviše cijene (30 do 80 posto više od prosjeka) imaju Danska i Švedska.

Graf 5.52. Indeksi cijena prirodnog plina za kućanstva u odnosu na prosjek zemalja EU-a (prosjek EU-a=100) – podaci za 2005. godinu



Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

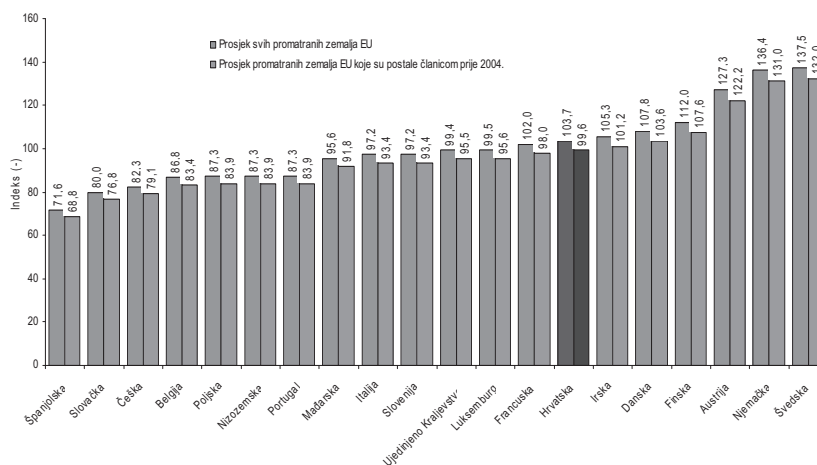
Na isti način kao i za sektor kućanstava, izrađena je usporedba indeksa cijena prirodnog plina za sektor industrije koja je prikazana na Grafu 5.53. Usporedba je provedena u odnosu na prosjek promatranih zemalja Europske Unije (njih 18) i u odnosu na prosjek promatranih zemalja Europske Unije koje su postale članicom prije 2004. godine (njih 13). U izračunati prosjek ni-

je uzeta cijena prirodnog plina Hrvatske, već je samo izrađena usporedba u odnosu na te izračune.

Za razliku od sektora kućanstava, bez obzira koji se prosjek promatra, može se uočiti da sektor industrije u Hrvatskoj ima cijenu koja je na razini promatranog europskog prosjeka, odnosno najviša u usporedbi s tranzicijskim zemljama. Cijenu i do 30 posto višu od promatranog europskog prosjeka imaju Austrija, Njemačka i Švedska, a na suprotnoj strani, s približno 30 posto nižom cijenom od prosjeka, nalazi se Španjolska.

Tranzicijske zemlje Slovačka, Češka i Poljska imaju 15 do 20 posto nižu cijenu od prosjeka, kojem se s druge strane približava Mađarska.

Graf 5.53. Indeksi cijena prirodnog plina za industriju u odnosu na prosjek zemalja EU-a (prosjek EU-a=100) – podaci za 2005. godinu



Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

5.5.3. Električna energija

Analiza kretanja cijena u elektroenergetskom sektoru napravljena je pomoću indeksa cijena. U Tablici 5.16. prikazano je kretanje indeksa cijena električne energije (bez poreza) za kućanstvo u razdoblju od 1995. do 2006. godine. Baza godina analize je 1995. gdje je indeks jednak 100. Prikazano je ukupno 17 zemalja za koje je bio raspoloživ odgovarajući niz podataka i Hrvatska. Od novih članica EU-a prikazane su Mađarska i Slovenija. Prikazani su indeksi cijena i za Norvešku koja nije članica EU-a, ali iskazuje podatke prema Eurostatu. Cijene su se kretale vrlo raznoliko.

Tablica 5.16. Kretanje indeksa cijena električne energije u odabranim zemljama za kategoriju kućanstvo u razdoblju od 1995. do 2006. godine (bez poreza i ostalih davanja)³⁵

indeks 1995. = 100	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006. ³⁶
EU15	100	98	98	98	96	98	97	99	100	100	102	106
Belgija	100	100	97	96	96	95	96	93	91	95	97	96
Danska	100	109	112	122	125	133	140	149	156	153	154	160
Njemačka	100	96	93	92	93	95	100	104	107	106	112	114
Grčka	100	94	96	97	96	87	87	90	94	96	98	99
Španjolska	100	103	99	94	92	89	86	86	87	88	90	94
Francuska	100	102	100	96	94	92	91	92	92	94	94	95
Irska	100	98	111	108	108	108	108	120	142	151	172	179
Italija	100	101	112	112	105	100	101	95	99	98	99	105
Luksemburg	100	102	100	99	101	99	110	114	118	121	131	142
Mađarska	100	82	111	122	129	137	139	159	161	175	187	197
Malta	100	98	101	121	118	126	127	130	135	131	150	187
Nizozemska	100	103	116	115	125	145	169	165	175	184	197	210
Portugal	100	100	102	99	96	95	95	97	100	102	105	107
Slovenija	100	104	109	129	133	112	113	116	113	114	117	118
Finska	100	110	110	108	103	102	101	109	116	126	123	126
V. Britanija	100	93	103	110	102	112	105	109	101	88	88	103
Norveška	100	99	123	137	115	114	128	144	235	152	174	169
Hrvatska	100	102	101	98	104	110	134	135	144	144	146	152

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

U tablici se vidi da se indeks cijena u pojedinim zemljama gotovo nije promijenio (Belgija, Grčka, Velika Britanija i neke druge) dok su neke zemlje imale vrlo visok rast cijena što se vidi po kretanju indeksa. Najviši porast indeksa cijene električne energije imala je Nizozemska koji je početkom 2006. godine iznosio 210. Manji rast su ostvarile Irska, indeks 179, Norveška, indeks 169, i Danska, indeks 160. Hrvatska je također imala rast za preko 50 posto. Neke zemlje, kao što su Španjolska i Francuska, imale su pad cijena za oko 5-6 posto. U Hrvatskoj su cijene električne energije porasle za 52 posto s obzirom na razinu iz 1995. godine. Najviši rast je ostvaren 2001. godine.

Povećanje cijena u Europi tijekom 2005. i 2006. godine objašnjava se dvama glavnim razlozima. Prvi je početak sustava trgovine emisijskim dozvolama. Elektroenergetske tvrtke u Zapadnim zemljama ispunile su dozvoljenu kvotu emisije štetnih plinova i na tržištu emisijskim dozvolama počele su kupovati dozvole za dodanu emisiju, odnosno za dodatnu proizvodnju u svojim proizvodnim pogonima koji ispuštaju štetne plinove. Trošak kupovine navedenih dozvola je utjecao na rast troškova proizvodnje električne energije.

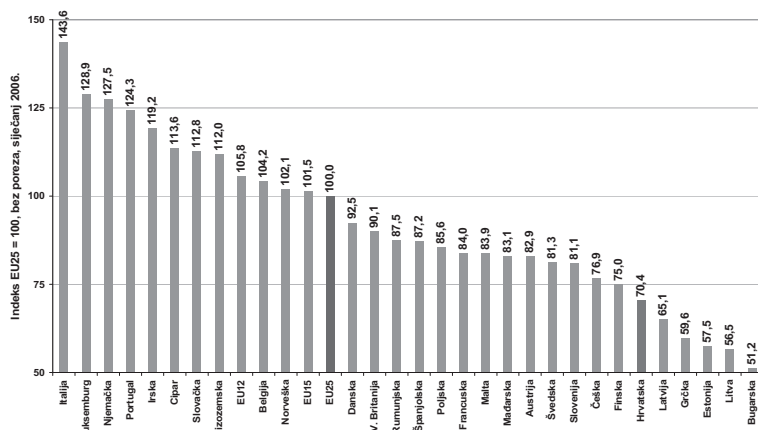
³⁵ Kategorija Dc (kućanstvo, 3500 kWh/god, noćna potrošnja 1300 kWh, priključna snaga 4-9 kW)

³⁶ Podaci za 2006. godinu se odnose na početak godine.

Drugi razlog je rast cijena energenata. Prije svega nafte, a potom i prirodnog plina koji je cjenovno vezan za kretanje cijene nafte, ali s pomakom od šest do devet mjeseci. S obzirom na rastuću potražnju Kine za energijom, u koju svakako spada i ugljen, i rasta cijena energenata, došlo je do i rasta cijena ugljena na svjetskom tržištu.

Budući da Tablicom 5.16. nisu obuhvaćene sve zemlje EU-a, kao ni zemlje kandidati (zbog ograničene raspoloživosti podataka za promatrano vremensko razdoblje), na Grafu 5.54. prikazana je usporedna razina cijena električne energije u svim zemljama za koje su podaci bili dostupni u odnosu na prosječnu cijenu u EU 25 (kućanstvo, cijene bez poreza i ostalih davanja) za 2006. godinu.

Graf 5.54. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima za kućanstva u odnosu na prosječnu cijenu EU25 početkom 2006. godine (cijene bez poreza i ostalih davanja)

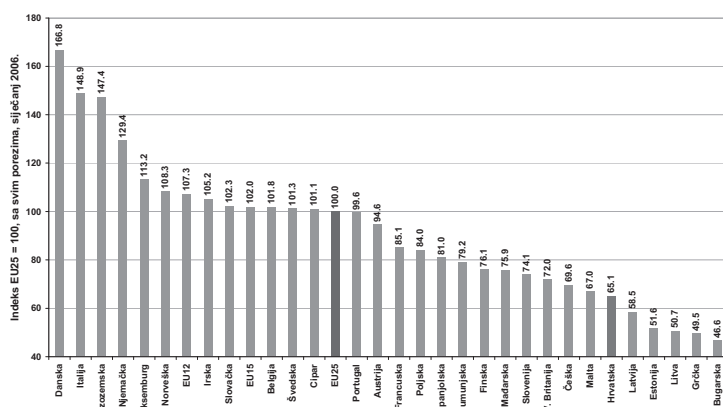


Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Cijene su u Hrvatskoj oko 30 posto niže u odnosu na prosjek zemlja EU 25. Gotovo ista situacija je i u usporedbi sa EU 15. Najviše cijene su u Italiji, oko 44 posto više od prosjeka EU 25. Najniže su istočnoeuropskim zemljama, Bugarskoj, Litvi, Estoniji i Latviji. Tu se nalaze Hrvatska i Grčka. S obzirom na proizvodnu cijenu električne energije i različitu poreznu politiku, na sljedećem grafu prikazan je odnos razine cijena električne energije u svim zemljama u odnosu na prosjek EU 25 za 2006. godinu (cijena sa svim porezima).

Najvišu cijenu električne energije plaćaju kućanstva u Danskoj (oko 67 posto više od prosjeka), Italiji (49 posto) i Nizozemskoj (47 posto), a najnižu u Bugarskoj (53 posto niže od prosjeka). Od novih članica EU-a jedino kućanstva u Slovačkoj plaćaju cijenu u razini prosjeka EU 25. Ostale nove članice plaćaju minimalno 15 posto nižu cijenu u odnosu na EU 25 prosjek (Poljska – 16 posto, Rumunjska – 20 posto itd.). Hrvatska ima oko 35 posto niže cijene električne energije od prosjeka zemalja EU 25.

Graf 5.55. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima za kućanstva u odnosu na prosječnu cijenu EU25 početkom 2006. godine (cijene sa svim porezima)



Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Navedeno je vrlo značajno stoga jer ako se uzme u obzir da je cijena električne energije niža 35 posto, a s obzirom da je BDP po stanovniku niži oko 50 posto, niža je i prosječna nadnica, oko 60 posto, te može zaključiti da je Hrvatska konkurentnija kada su u pitanju rad i energije.

Na konačnu razinu cijene koju plaća korisnik znatno utječe i porezna struktura te je u nastavku prikazana analiza poreznog opterećenja na električnu energiju u kategoriji kućanstvo za dvije odabrane godine – 1995. i 2005.

Tablica 5.17. Analiza porezne strukture cijene električne energije u kategoriji kućanstvo

Zemlje	2005.			1995.		
	Osnovna cijena	PDV	Ostali porezi	Osnovna cijena	PDV	Ostali porezi
Austrija	68,2	16,6	15,1			
Belgija	75,4	18,4	6,3	82,1	17	0,9
Cipar	85,2	12,8	2			
Češka	84	16	0			
Danska	40,7	20	39,3	41,1	20	38,8
Estonija	85	15	0			
Finska	74,9	18,1	7	82	18	0
Francuska	76,2	13,3	10,4	77,6	15,7	6,7
Grčka	92,6	7,4	0	84,7	15,3	0
Irska	83,4	11,9	4,7	89	11	0

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Zemlje	2005.			1995.		
	Osnovna cijena	PDV	Ostali porezi	Osnovna cijena	PDV	Ostali porezi
Italija	73,1	9,1	17,8	76,1	8,3	15,6
Latvija	84,8	15,2	0			
Litva	84,8	15,2	0			
Luksemburg	87,1	5,7	7,2	94,3	5,7	0
Mađarska	80	20	0	89,2	10,8	0
Malta	100	0	0	100	0	0
Nizozemska	56,4	14,7	28,9	85,2	14,8	0
Norveška	72,4	20	7,6	74,2	18,7	7,1
Njemačka	74,7	13,8	11,5	81,8	13	5,2
Poljska	75,7	17,9	6,4			
Portugal	95,1	4,7	0,2	95,1	4,8	0,2
Rumunjska	84,1	15,9	0			
Slovačka	83,9	16,1	0			
Slovenija	83,3	16,7	0	90,9	0	9,1
Španjolska	82	13,8	4,2	86,2	13,8	0
Švedska	60,6	20	19,5			
Velika Britanija	95,3	4,7	0	92,7	7,3	0
Prosjek EU15	75,8	12,6	11,6	81,4	12,3	6,2
Prosjek EU25	76,1	12,9	11			
Hrvatska	81,2	18	0	86,96	13,04	0

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Na razini EU-a (prosjek EU 15 i EU 25) može se reći da cijena bez poreza čini oko 76 posto ukupne cijene, oko 13 posto otpada na PDV i oko 11 posto na ostala porezna davanja (posebni porezi na energiju, zaštita okoliša i dr.). U većini novih članica EU-a struktura cijene sadrži osnovnu cijenu (cijena energije) i PDV, dok je udio ostalih poreza veoma nizak (izuzetak je Poljska). Zbog reforme poreznog sustava i prelaska na PDV za ove zemlje nisu raspoloživi svi podaci za 1995. Od starih članica EU-a treba izdvojiti Dansku koja ima najveće porezno opterećenje kod koje je udio osnovne cijene u ukupnoj cijeni svega 40 posto, udio PDV-a 20 posto i udio ostalih poreza 40 posto. Visoki udio ostalih poreza ima i Nizozemska, oko 30 posto. Malta, Grčka i Portugal slično kao i nove članice, imaju samo PDV ili veoma niski udio ostalih poreza u ukupnoj cijeni.

U sljedećoj tablici prikazano je kretanje indeksa cijene električne energije (bez poreza) za industriju u razdoblju od 1995. do 2006. godine. Prikazano je ukupno 19 zemalja za koje bio na raspolaganju odgovarajući niz podataka, a među njima je i Hrvatska. Za Nizozemsku i Austriju nije bio raspoloživ cijeli niz podataka. Od novih članica EU-a prikazane su Mađarska i Slovenija. Pri-

kazane su cijene i za Norvešku koja nije članica EU-a, ali iskazuje podatke prema Eurostatu.

Najveće povećanje cijena ostvareno je u Mađarskoj – 2,6 puta. Značajno su povećane cijene u Sloveniji (31 posto), Italiji (47 posto), Nizozemskoj (43 posto), Danskoj (67 posto), Irskoj (59 posto) i Norveškoj (49 posto). Niže cijene u odnosu na 1995. su samo u Austriji, oko 20 posto, Njemačkoj, oko 8 posto, i Hrvatskoj, oko 10 posto. Na razini EU 15 cijena je viša za 6 posto. U razdoblju od 1999. do 2002. cijene su bile za 10-13 posto niže u odnosu na 1995. godinu. Također se može zaključiti da je značajno povećanje cijena ostvareno upravo na početku 2006. godine. Hrvatska je u strukturi cijene 2005. godine imala udio poreznih davanja 19 posto. Godine 1995. u cijeni je bio obračunat porez u iznosu od 15 posto. Hrvatska nema nikakva dodatna davanja u cijeni električne energije osim PDV-a.

Tablica 5.18. Kretanje indeksa cijene električne energije u zemljama EU-a za industriju u razdoblju od 1995. do 2006. godine (bez poreza)³⁷

Bez poreza, indeks 1995.=100	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.	2005.	2006. ³⁸
EU15	100	96	94	92	88	87	89	86	90	88	94	106
Belgija	100	100	96	96	95	95	97	98	98	97	90	107
Danska	100	109	108	118	112	116	129	148	161	146	149	167
Njemačka	100	96	90	88	84	72	71	73	74	78	83	92
Grčka	100	101	102	104	103	101	101	104	108	111	114	118
Španjolska	100	103	96	85	85	87	75	71	72	74	94	99
Francuska	100	100	98	92	90	87	86	86	81	82	82	82
Irska	100	98	110	105	105	105	105	122	121	125	142	159
Italija	100	101	112	114	102	109	145	122	130	125	133	147
Luksemburg	100	98	96	95	96	93	83	84	88	90	98	110
Mađarska	100	117	157	172	174	175	179	204	208	225	241	259
Malta	100	98	101	111	108	115	116	119	108	105	120	121
Nizozemska	100	102	95	95	96	112	107				135	143
Austrija	100	101	95	94	95					69	77	81
Portugal	100	95	94	89	81	80	81	83	84	86	89	102
Slovenija	100	107	113	134	136	121	121	120	117	122	123	131
Finska	100	107	92	89	87	84	83	89	126	121	117	115
V. Britanija	100	90	100	103	102	110	109	101	89	79	94	132
Norveška	100	92	127	107	99	102	99	124	160	155	151	149
Hrvatska	100	98	99	100	98	95	88	85	85	95	87	90

Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

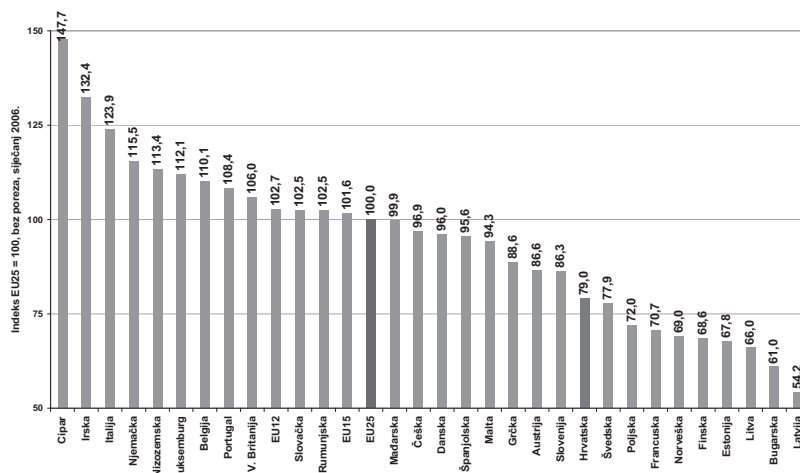
³⁷ Cijene električne energije, kategorija 1e (industrija, godišnja potrošnja 2000 MWh, maksimalno opterećenje 500 kW, trajanje maksimalnog opterećenja 4000 sati godišnje).

³⁸ Podaci za 2006. godinu se odnose na početak godine.

Na sljedećem grafu prikazana je razina cijena električne energije u svim zemljama u odnosu na prosjek EU 25 za 2006. godinu (cijena bez poreza i ostalih davanja). Prikazana je i cijena u Hrvatskoj.

Najviše su cijene na Cipru i Irskoj, a najniže u istočnoeuropskim i skandinavskim zemljama. U Hrvatskoj je cijena niža 21 posto u odnosu na prosjek cijena EU 25. Razlike među cijenama prije svega su rezultat strukture proizvodnih kapaciteta električne energije. Irska je tako 2005. godine preko 50 posto električne energije proizvela iz elektrana na plin i loživo ulje te stoga ima i višu cijenu električne energije. S druge strane Norveška gotovo svu električnu energiju proizvodi u hidroelektranama, Švedska u nuklearnim i hidroelektranama, a Finska u nuklearnim elektranama. Zbog toga imaju nižu cijenu od EU 25.

Graf 5.56. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima u odnosu na prosječnu cijenu EU 25 početkom 2006. godine (cijene bez poreza i ostalih davanja).



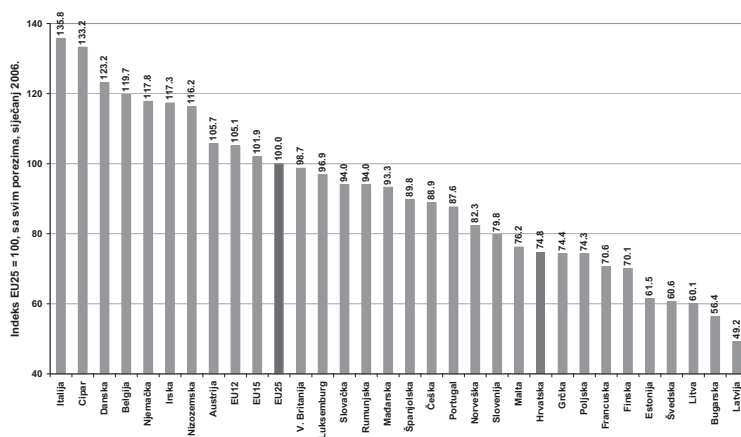
Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

U Francuskoj nuklearna energija u elektroenergetskim proizvodnim postrojenjima sudjeluje s preko 70 posto. I hidroelektrane i nuklearne elektrane imaju niže proizvodne troškove od termoelektrana, prije svega onih na plin ili loživo ulje. Niže cijene u istočnoeuropskim zemljama, među kojima se nalazi i Hrvatska, su prije svega rezultat kontrole cijena električne energije od strane vlada tih zemalja koje još uvijek kroz cijenu energije vode određeni vid socijalne politike. Tvrtke u tim zemljama, a među njima je svakako i HEP, nalaze se u financijskim poteškoćama zbog nedostatne visine cijene električne energije koja bi osigurala nesmetan razvoj elektroenergetskog sustava i izgradnju novih proizvodnih pogona kao i prijenosne i distribucijske mreže. S obzirom na proizvodnu cijenu električne energije i različitu poreznu politiku, na Grafu 5.57. prikazan je odnos razine cijena električne energije u svim zemljama u

odnosu na prosjek EU 25 za 2006. godinu (cijena sa svim porezima). Prikazana je i cijena u Hrvatskoj.

Raspon cijena je velik. Najveću cijenu industrijski kupci plaćaju u Italiji, 36 posto, i na Cipru, 33 posto, više od prosjeka EU 25, a najnižu u Latviji, 50 posto manje od prosjeka EU 25. Cijena za industrijske kupce u novim članicama EU-a (osim Cipra) i u zemljama kandidatima niža je od prosjeka EU 25. Hrvatski kupci plaćaju 25 posto nižu cijenu u odnosu na EU 25. Nižu cijenu od hrvatskih kupaca plaćaju kupci u Grčkoj, Poljskoj, Francuskoj, Finskoj, Estoniji, Švedskoj, Litvi, Bugarskoj i Latviji. Iz analize je vidljivo da na konačnu razinu cijene koju plaća korisnik znatno utječe i porezna struktura te je u nastavku prikazana analiza poreznog opterećenja na električnu energiju u kategoriji industrija za dvije odabrane godine, početnu i završnu godinu analize, 1995. i 2005. godinu.

Graf 5.57. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima u odnosu na prosječnu cijenu EU 25 početkom 2006. godine (cijene s porezima).



Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Na razini EU-a (prosjek EU1 5 i EU 25) može se reći da cijena bez poreza čini oko 76 posto ukupne cijene, oko 13 posto otpada na PDV i oko 11 posto na ostala porezna davanja (posebni porezi na energiju, zaštita okoliša i dr.). Ova struktura se poklapa sa strukturom cijene koju plaćaju kućanstva. U većini novih članica EU-a i kandidata za EU struktura cijene sadrži osnovnu cijenu (cijena energije) i PDV, dok je udio ostalih poreza veoma nizak (izuzeci su Poljska i Rumunjska). Zbog reforme poreznog sustava i prelaska na PDV za ove zemlje nisu raspoloživi svi podaci za 1995. i 2000. godinu. Od starih članica EU-a treba izdvojiti Dansku i Italiju kod kojih je udio osnovne cijene u ukupnoj cijeni najmanji od svih zemalja – oko 60 posto. Malta, Grčka i Portugal, slično kao i nove članice, imaju samo PDV ili veoma nizak udio ostalih poreza u ukupnoj cijeni.

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Tablica 5.19. Analiza porezne strukture cijene električne energije u industriji (potkategorija Ie)³⁹

Zemlje	2005.			1995.		
	Osnovna cijena	PDV	Ostali porezi	Osnovna cijena	PDV	Ostali porezi
Austrija	62,6	16,6	20,8	83		17
Belgija	74,1	17,3	8,6	83	17,1	0
Cipar	84,9	12,7	2,4			
Češka	84	16	0			
Danska	59,5	34,2	6,3	57,7	25,4	17
Estonija	84,7	15,3	0			
Finska	75,4	18	6,6	81	19,1	0
Francuska	77,1	16,4	6,5	86	14	0
Grčka	92,5	7,4	0,1	84	16,1	0
Irska	84,8	11,9	3,2	88,8	10,6	0,5
Italija	70,1	9,1	20,7	67,4	6,8	25,8
Latvija	85	15,3	0			
Litva	84,7	15,1	0,2			
Luksemburg	83,4	5,7	10,9	94	6	0
Mađarska	79,1	20	0,9	89,3	5,6	5,1
Malta	100	0	0	100	0	0
Nizozemska	75,3		24,7	85,2	12,7	2,1
Norveška	65	19,3	15,6	81,5	15,3	3,1
Njemačka	74,5	13,9	11,6	81,9	18	0,1
Poljska	74,6	18	7,3			
Portugal	95,2		4,8	95	5	0
Rumunjska	77,2	16	6,8			
Slovačka	84	15,7	0,3			
Slovenija	84	15,7	0	90,9	0	9,1
Španjolska	82,1		17,9	82	17,6	0
Švedska	98,7	0	1,3			
Velika Britanija	81,9	14,9	3,2	85	13,1	1,9
Prosjek EU15	76,1	13,1	10,8	80,7	15	4,2
Prosjek EU 25	76,5	13,3	10,2			
Hrvatska	81,2	18,8	0	0	0	0

 Izvor: Eurostat, IEA, *Energija u Hrvatskoj 2006.*

Hrvatska je u strukturi cijene 2005. godine imala udio poreznih davanja 19 posto, za razliku od 1995. godine kada je industrija bila oslobođena plaća-

³⁹ Cijene električne energije, kategorija Ie (industrija, godišnja potrošnja 2000 MWh, maksimalno opterećenje 500 kW, trajanje maksimalnog opterećenja 4000 sati godišnje).

nja poreza. Za razliku od većine drugih europskih zemalja Hrvatska nema nikakva dodatna davanja u cijeni električne energije osim PDV-a.

Zbog strukture i načina potrošnje uobičajeno je da kućanstva imaju višu cijenu električne energije u odnosu na industrijska postrojenja. Razlog prije svega leži u omjeru investicija u proizvodne kapacitete, prijenosnu i distribucijsku mrežu s jedne i ostvarenu potrošnju električne energije s druge strane. Važno je i da se kapaciteti grade da bi zadovoljili maksimalne potrošnje, a one su najveće u kućanstvima, odnosno kod njih je najveća razlika između minimalne i maksimalne potrošnje. Pod pretpostavkom da svaki potrošač snosi trošak, cijena električne energije u kućanstvima mora biti viša od cijene električne energije u industriji s obzirom na trošak koji nastaje kod jedne i druge kategorije potrošača. Drukčiji odnos cijena ukazuje na postojanje subvencioniranja između pojedinih kategorija potrošnje. Odnos cijene za kućanstva i industriju gotovo je nemoguće definirati i on je različit od zemlje do zemlje. Ovisi o broju potrošača, investicijama u elektroenergetski sustav, geografskoj rasprostranjenosti potrošača, geografskom položaju zemlje i nizu drugih determinanti koje utječu na odnos cijene za kućanstva i industriju. Regulatorna tijela pojedinih zemalja su zadužena da spriječe unakrsne subvencije od jedne kategorije potrošača prema drugima.

Ako se promatraju cijene bez poreza tada je početkom 2006. godine na razini EU 25 cijena za kućanstva viša u odnosu na cijenu za industriju za oko 43 posto. Najveća razlika u cijeni je u Norveškoj, oko 112 posto, tj. kućanstva plaćaju duplo višu cijenu u odnosu na industrijske kupce. S druge strane u Grčkoj kućanstva plaćaju manju cijenu u odnosu na industrijske kupce što ukazuje na subvencioniranje kućanstava od strane industrije. U Latviji i Poljskoj cijene su u kućanstvima 70 posto veće od cijene za industriju. Ostale tranzicijske zemlje nalaze se ispod prosjeka EU 25, uključujući i Hrvatsku gdje kućanstva plaćaju 27 posto višu cijenu u odnosu na industrijske kupce.

5.5.4. Toplinska energija

Zadnja analiza odnosi se na cijene toplinske energije. Toplinska energija je najmanje rašireni oblik energije. Raspon cijena vrlo je raznolik kako između zemalja, tako i unutar jedne zemlje. S obzirom na slab izvor podataka, u sljedećoj tablici su samo naznačeni okvirni rasponi cijena toplinske energije za zemlje za koji su bili dostupni podaci.

Za usporedbu, u sljedećoj tablici prikazane su cijene toplinske energije za pojedine europske zemlje u 2005. godini. Uobičajeno da se cijene prikazuju u nekom rasponu jer je teško uspoređivati dobivene iznose prosječnih cijena budući da se razlikuju zbog različitih goriva, tehnologije proizvodnje, klimatskih uvjeta i ostalog.

Cijena toplinske energije u Hrvatskoj bez poreza iznosi između 23 i 60 EUR/MWh. S obzirom na vrlo širok raspon cijena u Hrvatskoj i ostalim analiziranim zemljama, teško je točno utvrditi u kojoj je poziciji Hrvatska u odnosu na ostale zemlje. Najniži prag cijena imaju Bugarska, Mađarska, Latvija, Rumunjska i Hrvatska dok najvišu razinu cijena imaju Austrija, Češka Hrvatska. U zemljama Zapadne Europe cijene su na razini od oko 50 EUR/MWh.

Tablica 5.20. Cijene toplinske energije bez poreza iz centraliziranih toplinskih sustava i iznos poreza u pojedinim europskim zemljama (2005) i Republici Hrvatskoj (2006)

2005. ili 2006. godina	Cijena toplinske energije bez poreza EUR/MWh	Porez na toplinsku energiju
Austrija	38 – 69	20%
Bugarska	22	-
Češka	25-75	5% za toplinsku energiju (do 2008.) 22% za sve ostale oblike energije
Danska	51	25%
Estonija	30	5% na toplinsku energiju 18% za sve ostale oblike energije
Finska	42	22%
Mađarska	26-50	12%
Nizozemska	53	19%
Njemačka	55	16%
Norveška	51	-
Latvija	19 – 47	9% za kućanstva 18% za ostale oblike energije
Litva	32 – 45	9% za kućanstva 18% za ostale potrošače
Rumunjska	19	20%
Slovačka	48	20%
Švedska	39 – 44	-
Hrvatska	23 – 60	22%

Izvor: preuzeto iz Godišnjeg izvješća Hrvatske energetske regulatorne agencije za 2006. godinu, Euroheat&Power (2005)

6. EKONOMETRIJSKO MODELIRANJE MEĐUSVEZE POTROŠNJE ENERGIJE I MAKROEKONOMSKIH VARIJABLI U HRVATSKOM GOSPODARSTVU U RAZDOBLJU OD 1953. DO 2005.

6.1. Formulacija i testiranje ekonometrijskih modela

U ovom poglavlju se analizira međusobni utjecaj energetske potrošnje i gospodarskog rasta. Temeljem prethodno analiziranih kvantitativnih odnosa i prikupljene statističke dokumentacije, u ovom se poglavlju ekonometrijskom raščlambom propituju bitni odnosi kvalitete i dinamike gospodarskog rasta pod utjecajem energetske potrošnje. Kretanje navedenih varijabli u razdoblju od 1995. do 2005. godine i njihova kontradiktornost makroekonomskim teorijskim postavkama i načelima je bila povod za analizu varijabli od 1953. do 2005. godine da bi se dobila kvalitetna ekonometrijska analiza.

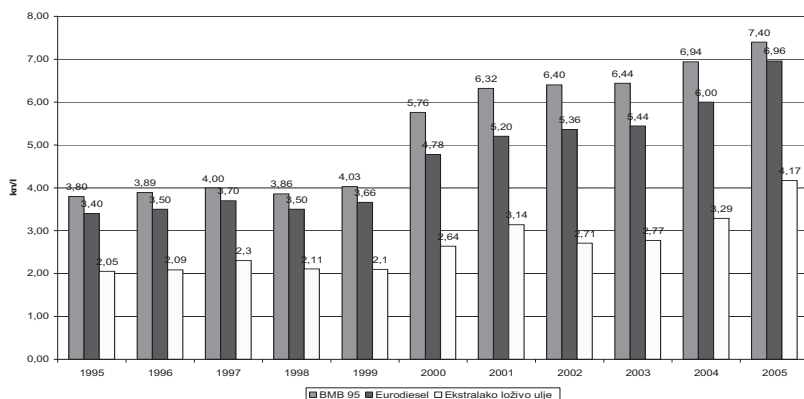
Na Grafu 6.1. prikazano je kretanje cijena eurodizela, ekstralakog loživog ulja i bezolovnog motornog benzina BMB 95 za razdoblje od 1995. do 2005.

Analiza razdoblja od 1995. do 2005. godine podijeljena je na dva dijela s obzirom na kretanje cijene naftnih derivata u RH. U razdoblju od 1995. do 1999. cijena motornog benzina BMB 95 porasla je s 3,80 kn/l na 4,03 kn/l¹, odnosno prosječna godišnja stopa rasta iznosila je oko 3,1 posto. U 2000. godini cijena je porasla za oko 43 posto i iznosila je 5,76 kn/l. U razdoblju od 2000. do 2005. godine cijena je porasla s 5,76 kn/l na 7,4 kn/l 2005. godine, odnosno prosječno gotovo 11 posto godišnje. Istovremeno je dizel² porastao s 3,4 kn/l 1995. godine na 3,66 kn/l 1999. godine, odnosno prosječno godišnje oko 1,9 posto. Najveći rast se dogodio 2000. u odnosu na 1999. godinu, oko 31 posto, s 3,66 kn/l na 4,78 kn/l. U razdoblju od 2000. do 2005. godine cijena dizela je rasla s 4,78 kn/l na 6,96 kn/l, odnosno prosječno godišnje oko 11 posto. Cijena loživog ulja se u prvom razdoblju gotovo nije promijenila budući je 1995. godine iznosila 2,05 kn/l, a 1999. godine 2,10 kn/l. Već 2000. godine narasla je na 2,64 kn/l, za 26 posto, a 2005. godine iznosila je 4,17 kn/l što je povećanje od gotovo 100 posto u odnosu na 1995. godinu. Cijene ostalih derivata su također stagnirale do 1999. godine da bi tada nastavile rasti po vrlo sličnim stopama.

¹ Godišnji prosjek – *Energija u RH 2005.*

² Eurodizel od 1998, a do tada dizel i dizel 2 – *Energija u RH 1995-1999. i 2005.*

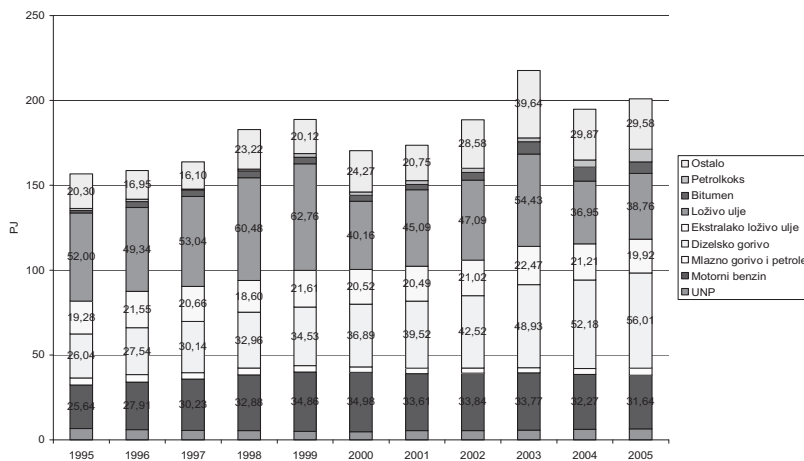
Graf 6.1. Kretanje cijena eurodizela i benzina BMB 95 u razdoblju od 1995 do 2005. godine³



Izvor: *Energija u Hrvatskoj, godišnji energetski pregled, 1995-1999, i 2006.*, Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva

Potrošnja svih naftnih derivata je prikazana na Grafu 6.2.

Graf 6.2. Struktura potrošnje naftnih derivata u RH od 1995. do 2005. godine



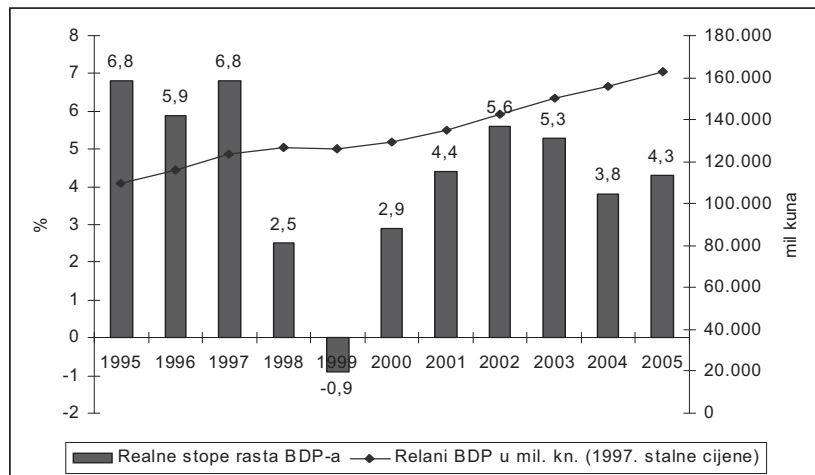
Izvor: Izračun autora na temelju podataka *Energija u Hrvatskoj, 1999, 2006.*

³ U analizama se misli na prosječne godišnje cijene naftnih derivata. Eurodizel je uveden 08.11.1998. godine. Podaci za 1996. i 1997. su, s obzirom na mijenjanje cijena tijekom godine, izračunati aritmetičkom sredinom.

U strukturi potrošnje naftnih derivata dominiraju loživa ulja, dizelska goriva i motorni benzin, ali se njihov udio postepeno smanjuje. Potrošnja derivata rasla je po prosječnoj godišnjoj stopi od 2,5 posto, motorni benzini 2,1 posto, a dizelska goriva po stopi od osam posto. Potrošnja motornih benzina rasla je do 2000. godine, kada je iznosila oko 35 PJ, i od tada se nastavila smanjivati do 2005. godine, kada je iznosila 31,64 PJ. S druge strane dizelsko gorivo raste cijelo vrijeme. Potrošnja ekstra lakog loživog ulja stagnira, a loživo ulja koje se koristi u industrijskim postrojenjima se smanjuje primarno zbog smanjene potrošnje loživog ulja u termoelektranama. Udio tekućih goriva u ukupnoj potrošnji energije se u analiziranom razdoblju nije značajnije promijenio i 2005. godine iznosio je oko 44 posto dok je 1995. godine iznosio oko 46 posto. U apsolutnim iznosima porastao je sa 146 PJ na 182 PJ, odnosno za oko 25 posto.

Stope rasta BDP-a su se u navedenom razdoblju kretale različito s obzirom na navedene trendove rasta cijena naftnih derivata. Na Grafu 6.3. prikazano je kretanje BDP-a u stalnim cijenama iz 1997. godine i realnih stopa rasta BDP-a.

Graf 6.3. Kretanje BDP-a i realnih stopa rasta BDP-a od 1995. do 2005. godine



Izvor: Statistički ljetopis 2006, 2002. (www.dzs.hr)

Realni BDP je u razdoblju od 1995. do 1999. godine rastao prosječno godišnje po stopi od 3,5 posto da bi u razdoblju od 2000. do 2005. godine prosječna godišnja stopa rasta BDP-a iznosila 4,7 posto.

Navedeno kretanje cijena naftnih derivata i realnih stopa BDP-a ukazuje na specifičnost tranzicijskog procesa u Republici Hrvatskoj i nepostojanja ograničenja rasta BDP-a uvjetovanog rastom cijena energije. Navedeno proizlazi iz činjenice da prosječna godišnja stopa rasta cijene naftnih derivata u RH u razdoblju od 1995. do 1999. iznosi prosječno godišnje između 2 do 3

posto dok istodobno realni BDP prosječno raste po stopi od 3,5 posto godišnje. S druge strane prosječna godišnja stopa rasta cijene naftnih derivata u RH u razdoblju od 2000. do 2005. iznosi visokih 11 posto godišnje dok istodobno realni BDP prosječno raste po stopi od 4,7 posto godišnje.

Veza između cijena energije i stopa rasta BDP-a slabija je u RH u odnosu na pokazatelje koji su rezultat istraživanja za određene razvijene zemlje OECD-a gdje je ta veza znatno jača što pokazuje određena odstupanja RH u odnosu na do sada poznate standardne teorije ekonomskog rasta i potrošnje energije koje se proučavaju u makroekonomskoj teoriji. Da bi se dobio odgovor na to kompleksno pitanje, provest će se analiza koja će pokazati uzrokuje li BDP potrošnju energije, odnosno tekućih goriva, ili je veza obrnuta pa potrošnja energije, odnosno tekućih goriva, uzrokuje BDP. Za takve ekonometrijske analize potrebne su duge vremenske serije ekonomskih i energetskih podataka na temelju kojih će se utvrditi priroda veze i njen smjer. Nakon što se utvrdi smjer odnosa dodat će se i varijabla cijene nafte. S obzirom da u RH ne postoje dovoljno duge vremenske serije cijene naftnih derivata u analizu je kao proxy⁴ varijabla uzeta realna cijena barela nafte na svjetskom naftnom tržištu. Vremenske serije potrošnje energije su konstruirane s obzirom na dostupne energetske bilance i statističke publikacije od 1945. godine. Vremenske serije BDP-a od 1945. godine za Hrvatsku su preuzete iz rada Družić i Tica (Družić, I., Tica, J., 2002) odnosno iz Statističkih ljetopisa.

Energija kao input za proizvodnju svakako utječe i na poslovanje gospodarskih subjekata. Kao jedna od stavki u strukturi troškova, njen rast ili pad determinira konačni profit subjekta. Analiza udjela troškova energije u prihodu po djelatnostima, prema NKD 2002, prikazana je u Tablici 6.1. Ukupno ostvareni prihod svih gospodarskih subjekata u Hrvatskoj je 2004. godine iznosio oko 484 milijardi kuna. Trošak energije je istovremeno iznosio oko 11 milijardi kuna.

Tablica 6.1. Udio troškova energije u odnosu na ukupan prihod za 2004. godinu po djelatnostima

Naziv djelatnosti	Ukupan prihod 2004.	Troškovi energije 2004.	Udio ener. u %
Poljoprivreda, lov, šumarstvo	12.096.288.038	346.239.603	2,86
Ribarstvo	827.601.094	22.021.067	2,66
Rudarstvo i vađenje	4.964.211.360	162.736.915	3,28
Prerađivačka industrija	127.516.421.356	3.839.772.738	3,01
Opskrba el. energijom, plin, voda	21.593.290.992	1.792.597.009	8,30
Građevinarstvo	40.977.428.083	927.358.103	2,26
Trgovina na veliko i malo	177.610.775.940	1.396.654.647	0,79
Hoteli i restorani	9.922.573.664	327.582.225	3,30

⁴ Zamjenska varijabla.

Naziv djelatnosti	Ukupan prihod 2004.	Troškovi energije 2004.	Udio ener. u %
Prijevoz, skladištenje, veze	40.938.808.980	1.681.825.634	4,11
Financijsko poslovanje	6.702.846.319	24.543.600	0,37
Poslovanje nekretninama	31.153.983.511	284.499.143	0,91
Javna uprava i obrana, obvezno soc. osiguranje	196.120.538	5.155.426	2,63
Obrazovanje	594.064.678	42.696.732	7,19
Zdravstvena zaštita i soc. skrb	1.409.047.243	20.914.029	1,48
Ostale društ.v. i osob. usluge djelatnika	7.574.892.151	156.600.769	2,07
Privatna kućanstva sa zaposlenim osobljem	215.750	5.815	2,70
Ukupno:	484.078.569.828	11.031.203.455	2,28

Izvor: Izračun autora na temelju podataka FINA-e

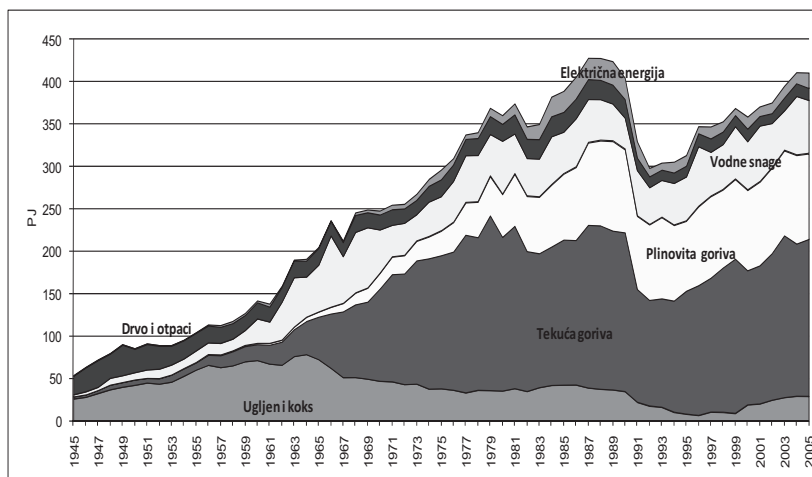
Udio ukupnih troškova energije u odnosu na ukupan prihod 2004. godine iznosio je svega 2,28 posto. Varira ovisno od djelatnosti. Najviši je u energetskim djelatnostima, kao što je opskrba električnom energijom, naftom i vodom, 8,3 posto, a najmanji u financijskom posredovanju, 0,37 posto. Direktni utjecaj troškova energije je relativno mali s obzirom na udio troškova energije u odnosu na prihod. Budući je energija input u gotovo svim djelatnostima, indirektni efekt je daleko veći, ali ga se zbog nepostojanja input-output tablica za Hrvatsku ne može odrediti niti približno procijeniti.

6.1.1. Ekonomske i energetske varijable u modelu

Ukupna potrošnja energije i kretanje gospodarske aktivnosti su povezane varijable. Ukupna potrošnja energije je rezultat kumulativne potrošnje pojedinih oblika primarne energije. U dužem vremenskom razdoblju događaju se značajnije promjene u strukturi potrošnje energije. Udio jednog energenta opada, a drugog raste.

Na Grafu 6.4. prikazana je ukupna potrošnja primarne energije po različitim oblicima energije (ugljen i koks, tekuća goriva, plinovita goriva, vodne snage, drvo i otpad te električna energija). Analizirano razdoblje potrošnje energije i njene strukture je od 1945. do 2005. godine.

Ukupna potrošnja primarne energije se od 1953. godine povećala oko 4,6 puta, a od 1945. godine povećanje je oko 7,7 puta. Od 1949. do 1953. godine nije bilo značajnije promjene potrošnje energije. Potrošnja energije je do 1990. godine rasla po prosječnoj godišnjoj stopi rasta od četiri posto. Kao što se vidi iz Grafa 6.4. 1991. i 1992. godine zbog napada na Hrvatsku i ratnih razaranja, ali i tranzicije hrvatskog gospodarstva, dolazi do značajnijeg pada potrošnje energije.

Graf 6.4. Ukupna potrošnja primarne energije po različitim oblicima energije


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar)

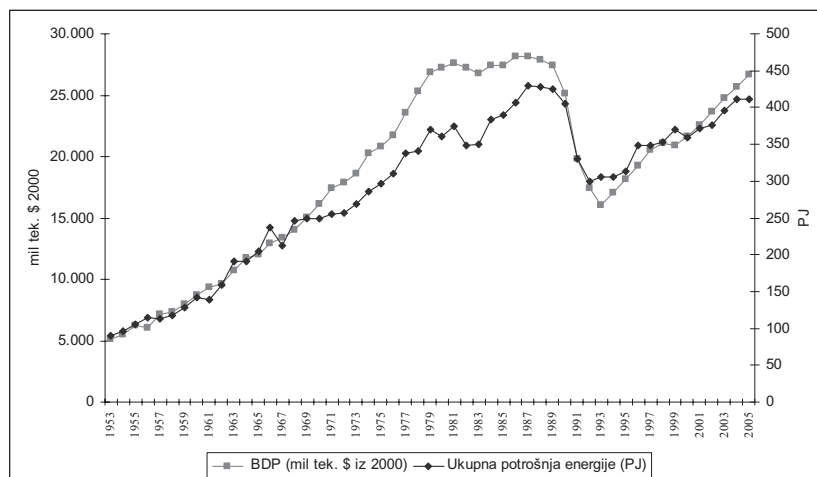
Nakon 1991. godine prosječna godišnja stopa rasta potrošnje primarne energije iznosi između 2 i 2,5 posto godišnje. Također struktura potrošnje energije se značajno promijenila. Do 1965. godine dominantni energenti su ugljen i koks. Nakon toga se javljaju vodne snage i tekuća goriva. Potrošnja vodnih snaga nema većih odstupanja tijekom vremena dok potrošnja tekućih goriva raste. Potrošnja plinovitih goriva značajnije raste 1980-tih i taj trend se nastavlja do današnjih dana. Potrošnja drva i otpadaka se smanjuje. Potrošnja električne energije pokazuje samo uvezenu električnu energiju gdje nakon 1991. godine nema većih oscilacija. Ostali analizirani oblici energije su inputi za energetske transformacije u električnu energiju.

Kretanje potrošnje energije i bruto domaćeg proizvoda za razdoblje od 1953. do 2005. godine prikazano je na Grafu 6.5.

Na lijevoj strani grafa prikazano je kretanje BDP-a u milijunima američkih dolara u stalnim cijenama iz 2000. godine. Na desnoj strani grafa prikazano je kretanje potrošnje primarne energije u PJ. BDP raste do 1980., do 1990. stagnira, a nakon toga pada primarno zbog ratnih zbivanja, ali i zbog urušavanja planskog gospodarstva. Vidi se da je za vrijeme druge nafte krize 1980. dolazi do pada potrošnje energije. Iste godine je smanjen i BDP. U vrijeme prvog naftnog šoka 1974. godine nema usporevanja rasta potrošnje energije, kao ni rasta BDP-a. BDP se od 1953. do 2005. godine povećao oko 5,2 puta, a potrošnja energije oko 4,6 puta. Da bi se isključio utjecaj kretanja stanovništva na navedene dvije varijable, u analizu je uvedena i varijabla stanovništvo. BDP i potrošnja energije su podijeljene s brojem stanovnika po godinama da bi se dobile varijable BDP-a po stanovniku i potrošnja energije po sta-

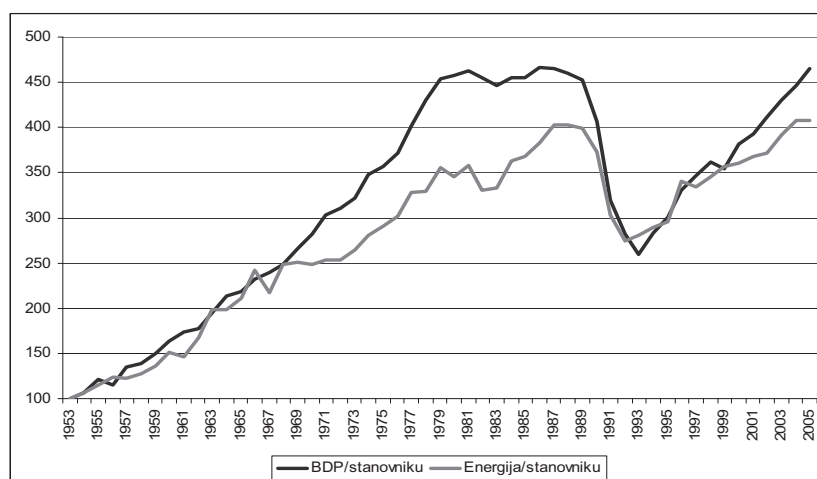
novniku. Na Grafu 6.6. prikazano je kretanje indeksa BDP-a po stanovniku i potrošnje energije po stanovniku. Godina 1953. prikazana je indeksom 100.

Graf 6.5. Kretanje BDP-a i potrošnje energije



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

Graf 6.6. Kretanje indeksa BDP-a po stanovniku i indeksa potrošnje energije po stanovniku (1953=100)

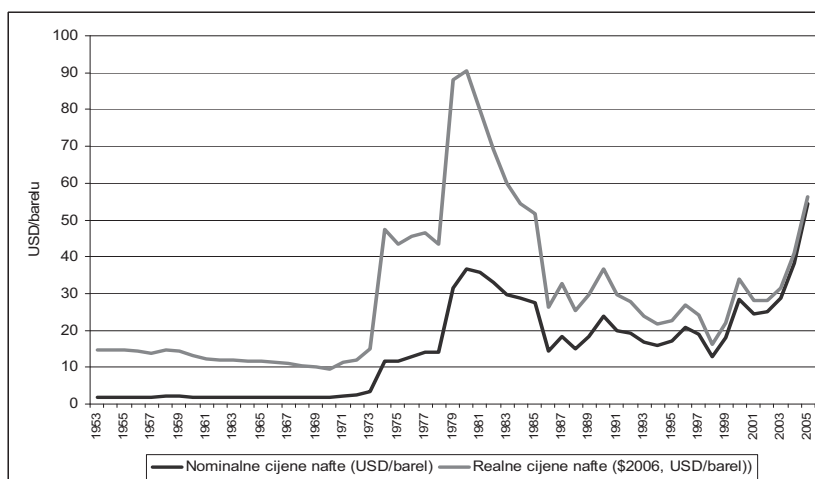


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

Do 1968. godine rast BDP-a i potrošnje energije po stanovniku rastao je po ujednačenim stopama. Krajem 60-ih i početkom 70-ih godina 20. stoljeća rast potrošnje energije po stanovniku usporava da bi nakon 1972. ponovno porasla sve do drugog naftnog šoka 1979. godine. Potrošnja po stanovniku je konstantna do 1983. godine kada se javlja nagli pad stope rasta. Zatim slijedi razdoblje rasta do 1989. godine. Istovremeno BDP po stanovniku raste do 1979. godine i nakon toga stagnira 10 godina, do 1989. godine. Slijedi nagli pad stopa 1991. i 1992. godine i zatim ujednačen rast do 1999. godine. Stope rasta potrošnje po stanovniku usporavaju za razliku od stopa rasta BDP-a po stanovniku koje se nastavljaju kretati na istoj razini, osim negativne stope rasta u 1999. godini.

Jedna od važnih determinanti koja utječe na potrošnju energije i BDP-a je cijena energije. Cijena koja na direktan ili indirektan način utječe na sve ostale cijene energije je cijena nafte. Na Grafu 6.7. prikazano je kretanje cijene nafte u USD po barelu⁵. Prikazano je kretanje nominalne cijene barela nafte i realne cijene barela nafte izražene u vrijednostima dolara iz 2006. godine. Razdoblje analize cijena nafte je od 1953. do 2005. godine.

Graf 6.7. Kretanje nominalne i realne cijene nafte po barelu⁶



Izvor: www.bp.com/statisticalreview (BP Statistical Review of World Energy, June, 2007)

Na grafu su uočljiva dva nafta šoka sedamdesetih godina. Nominalna cijena se do 1974. godine kretala na razini od 1 do 2 USD/barelu. Zatim slijedi prvi naftni šok i rast cijene na razinu od preko 10 USD/barelu. Blagi rast nominalnih cijena je nastavljen da bi 1979, odnosno 1980. godine došlo do drugog naftnog šoka kada je cijena porasla na razinu od 35 USD. Zatim slijedi pad sve do 1986. kada je barel nafte iznosio oko 15 USD. Do 1999. godine se

⁵ 1 barel=157 litara

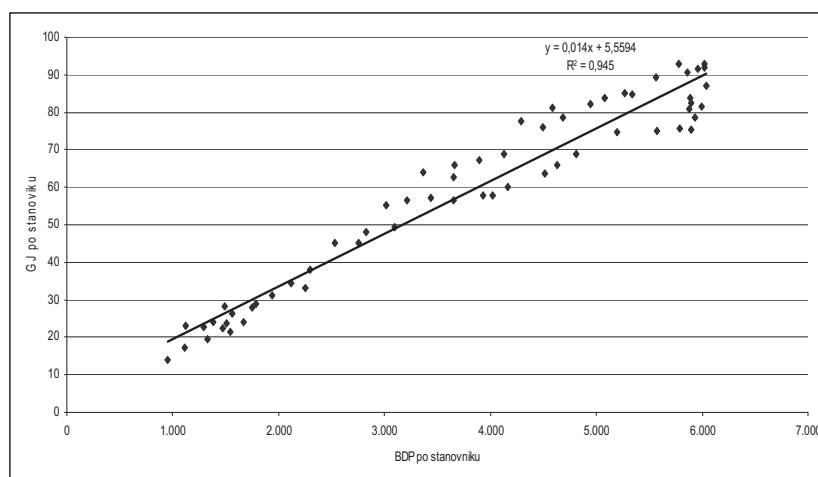
⁶ 1945-1983 Arabian Light posted at Ras Tanura; 1984-2006 Brent dated.

kretao u rasponu od 15 do 20 USD/barelu. Zatim slijedi rast cijena nafte i krajem 2005. godine cijena je iznosila oko 55 USD/barelu. Kretanje realnih cijena ima isti smjer kao i kretanje nominalnih. Tako je cijena nafte 1981. dosegla razinu od oko 90 USD/barelu u dolarima iz 2006. godine. Krajem 80-ih iznosila je oko 30 USD/barelu i nastavila je padati sve do 1998. godine kada je iznosila manje od 20 USD.

6.1.1.1. Trendovi i veze između varijabli

Da bi se dobila osnovna informacija o vezi između ekonomskih i energetske varijabli, korišten je dijagram rasipanja. On je pokazao osnovne trendove kretanja BDP-a po stanovniku u USD i potrošnje energije po stanovniku u GJ. Na Grafu 6.8. prikazan je dijagram rasipanja i trend kretanja za vezu između ukupne potrošnje energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku.

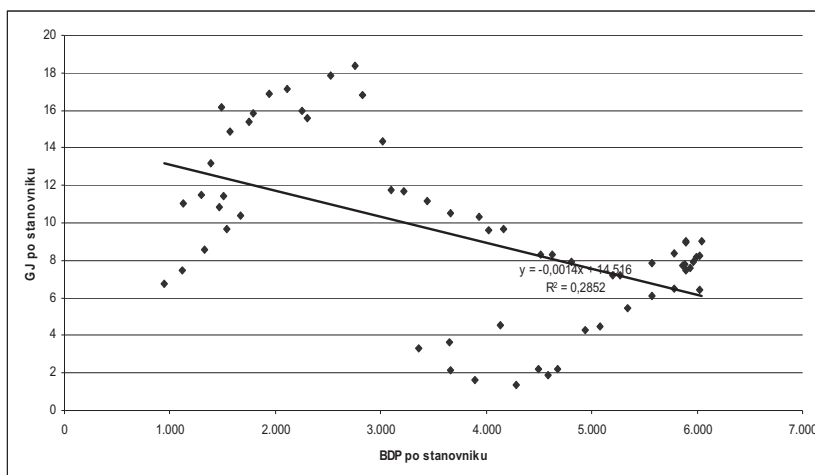
Graf 6.8. Veza potrošnje ukupne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

Na dijagramu rasipanja može se vidjeti da kako raste BDP po stanovniku, tako raste i potrošnja energije po stanovniku te da postoji visoka korelacija navedenih dviju varijabli. Otvoreno pitanje na koje ova jednostavna analiza nije dala odgovor je – utječe li rast BDP-a na rast energije ili rast energije utječe na rast BDP-a? Detaljnije analize bit će provedene u sljedećim poglavljima.

Osim agregirane veze energije i gospodarske aktivnosti napravljena je i analiza potrošnje pojedinih oblika energije i BDP-a. Na Grafu 6.9. prikazan je dijagram rasipanja za potrošnju ugljena i koksa po stanovniku i BDP-a po stanovniku.

Graf 6.9. Veza potrošnje ugljena i koksa po stanovniku i BDP-a po stanovniku


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

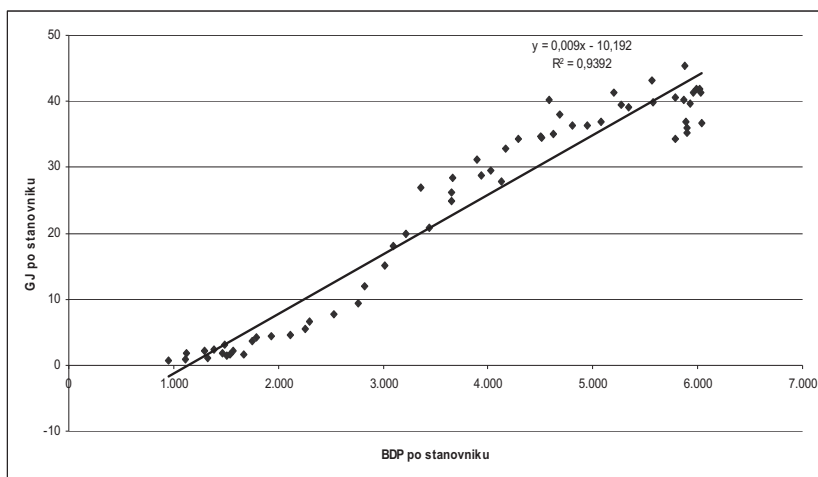
Analiza pokazuje da rastom BDP-a po stanovniku dolazi do opadanja potrošnje ugljena i koksa po stanovniku. Potrošnja je rasla do sredine 60-ih godina prošlog stoljeća kada dolazi do značajnog pada potrošnje ugljena i koksa po stanovniku. Ratnim zbivanjima i naglim padom industrijske proizvodnje početkom 90-tih godina potrošnja se smanjuje na oko 2 GJ po stanovniku da bi nakon rata počela polagano rasti i 2005. godine iznosila je oko 6,5 GJ po glavi stanovnika. Zadnjih par godina potrošnja stagnira na navedenoj razini.

Drugi analizirani energent su tekuća goriva. S obzirom na važnost nafte za gospodarski razvoj, zanimljivo je na jednostavnoj analizi vidjeti trend kretanja veze dviju varijabli. Na Grafu 6.10. prikazana je veza potrošnje tekućih goriva po stanovniku i BDP-a po stanovniku. Godine 1953. potrošnja tekućih goriva je bila zanemariva, na razini 1 GJ po stanovniku uz razinu BDP-a po stanovniku od 1000 do 1500 USD. Sredinom 60-tih godina počinje značajniji rast potrošnje tekućih goriva. Taj trend je nastavljen sve do 1989. godine kada dolazi do pada da bi se na istu razinu vratila 2005. godine.

Do sredine 60-tih godina potrošnja tekućih goriva je rasla sporije od rasta BDP-a po stanovniku, a zatim se trend mijenja i potrošnja tekućih goriva raste po višim stopama od BDP-a.

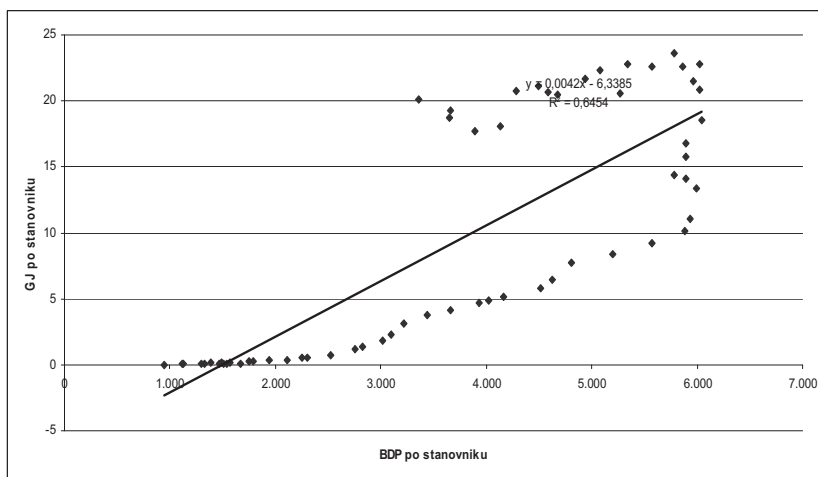
Analiza na Grafu 6.11. odnosi se na vezu potrošnje plinovitih goriva i BDP-a po stanovniku. Značajnija potrošnja plinovitih goriva počinje krajem 60-tih godina.

Graf 6.10. Veza potrošnje tekućih goriva po stanovniku i BDP-a po stanovniku



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

Graf 6.11. Veza potrošnje plinovitih goriva po stanovniku i BDP-a po stanovniku

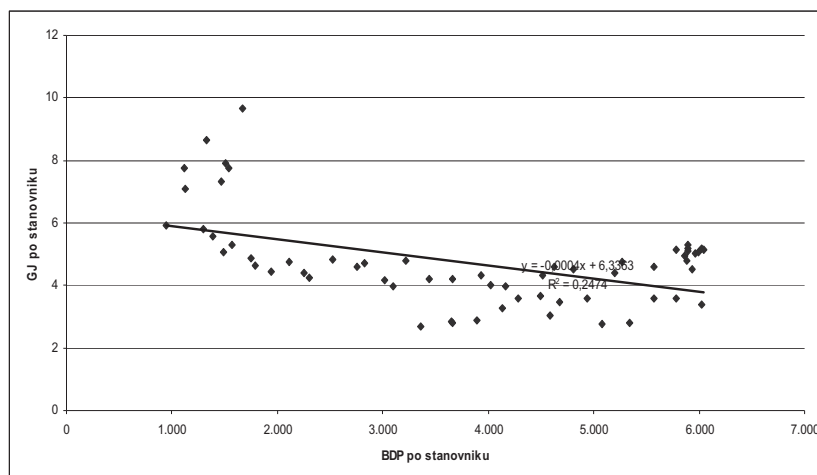


Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

Potrošnja plinovitih goriva po stanovniku 80-ih godina prošlog stoljeća raste iako BDP stagnira. Ratnim zbivanjima 90-tih godina potrošnja se kreće u rasponu od 18 do 21 GJ dok je prije rata bila oko 22 GJ. Istovremeno BDP po stanovniku se smanjio duplo.

Potrošnja drva i otpadaka i BDP-a po stanovniku i njihova korelacija je prikazana na Grafu 6.12.

Graf 6.12. Veza potrošnje drva i otpadaka po stanovniku i BDP-a po stanovniku



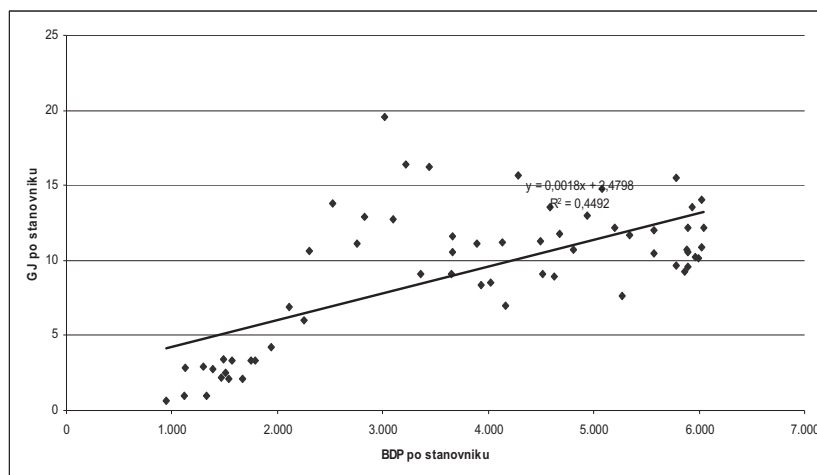
Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

Što je BDP po stanovniku veći, potrošnja drva je sve manja. 60-ih i 70-ih godina potrošnja drva po stanovniku se kreće u rasponu od 4 do 5 GJ po stanovniku. 80-ih godina raste za dodatni GJ da bi nakon rata potrošnja pala i zadnje tri godine se kreće oko 3,5 GJ. Brojna istraživanja su pokazala da kako raste životni standard, smanjuje se i potrošnja drva po stanovniku. Tako i između pojedinih regija jedne zemlje postoje značajne razlike upotrebe pojedinog energenta ovisno o razini BDP-a, ali i drugim uvjetima kao što su konkurencija energenata, klima i slično. U Hrvatskoj je najveći udio u strukturi potrošnje u primorskim županijama (Zadarska) a najmanji u Zagrebu.

Graf 6.13. se odnosi na vezu upotrebe vodnih snaga po stanovniku i BDP po stanovniku.

Veća upotreba vodnih snaga počinje 60-tih godina nakon izgradnje hidroenergetskih postrojenja i sve većeg iskorištavanja hidropotencijala u Hrvatskoj. Dijagram raspršenosti pokazuje da od 70-ih godina do današnjih dana potrošnja vodnih snaga po stanovniku varira od 10 do 15 GJ, ovisno o hidrološkim prilikama u pojedinoj godini. Navedeno ukazuje na činjenicu da u Hrvatskoj od tada nije bilo izgradnje hidroelektrane većih kapaciteta i da je Hrvatska dobrim dijelom iskoristila svoj vodni potencijal.

Graf 6.13. Veza upotrebe vodnih snaga po stanovniku i BDP-a po stanovniku



Izvor: Izračun autora (izvor: *Statistički ljetopisi*, razna godišta; *Energija u RH*, razna godišta; *Energetske bilance 1945-2005*, Energetski institut Hrvoje Požar; BDP po stanovniku za RH – Družić, I., Tica, J. (2002))

6.2. Grangerova kauzalnost

Engle i Granger su 1987. godine uveli novu metodu za analizu vremenskih serija. Pretpostavka za modeliranje vremenskih serija je ta da su one stacionarne. Vremenska serija je stacionarna ako je njezina aritmetička sredina neovisna o vremenu te se njezina varijanca ne mijenja sustavno kroz vrijeme. To implicira da je vrijednost varijance neki konačan broj. Zbog toga se vremenska serija vraća sredini serije i fluktuiraju oko nje unutar konstantnog raspona. U praksi to većinom nije slučaj. Vremenske serije se mogu na određene načine transformirati, ali rad s takvim serijama dovodi do slučajeva teže ili gotovo nemoguće interpretacije dobivenih rezultata.

Da bi se premostile takve (ne)prilike Engle i Granger su dokazali da ako je neovisna serija integrirana redom d , oznaka $I(d)$, i ako su rezidualni linearne regresije među tim varijablama integrirane istim redom, oznaka $I(d-b)$, tada se za serije kaže da su kointegrirane reda d,b , oznaka $CI(d,b)$.

Detekcija kointegracije odvija se na način da je prvo potrebno uočiti red integracije varijable x , odnosno varijable y . Ne-stacionarne serije su problematične kad imaju jedinične korijene (unit root), što je jednako da su integrirane redu jedan. Takve serije su serije slučajnog hoda (random walk) prema kojem je buduća vrijednost jednaka prošloj vrijednosti uvećanoj za pogrešku (pomak). Random walk serije je vrlo teško koristiti za predviđanja budućnos-

ti. Stoga ih je putem testova potrebno testirati za jedinične korijene i otkriti koliki bi mogao biti red integracije.

Kauzalnost u ekonometriji je malo različita od iste riječi u svakodnevnoj upotrebi. Ono se odnosi na mogućnost da jedna varijabla predviđa (i na taj način uzrokuje) ostale. Odnos među tim varijablama se može opisati VAR modelima. U tom slučaju moguće je da varijabla x_t utječe na y_t , zatim da y_t utječe na x_t , kao i da postoji međusobni utjecaj tih varijabli ili da su te varijable neovisne jedna o drugoj.

Grangerov test kauzalnosti na slučaju dviju varijabli svodi se na procjenu sljedećeg VAR modela:

$$y_t = a_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^m \gamma_j y_{t-j} + e_{1t}, \quad (6.1.)$$

$$x_t = a_2 + \sum_{i=1}^n \theta_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j y_{t-j} + e_{2t}, \quad (6.2.)$$

uz pretpostavku da su nekorelirane i čine bijeli šum⁷.

Sve varijable korištene u nalazama imaju jedinične korijene pri 5% razini signifikantnosti. Diferenciranjem je uklonjena nestacionarnost.

Hipoteze za Grangerov test kauzalnosti glase:

$$H_0 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, x_t \text{ ne utječe na } y_t, \quad (6.3.)$$

$$H_1 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i \neq 0, x_t \text{ utječe na } y_t. \quad (6.4.)$$

U sljedeća tri potpoglavlja proveden je Grangerov test kauzalnosti i to:

- BDP vs ukupna potrošnja energije;
- BDP vs potrošnja tekućih goriva;
- BDP vs potrošnja tekućih goriva vs realne cijene nafte na svjetskom tržištu.

Cilj ekonometrijskog testiranja je utvrditi zavisne i nezavisne varijable u modelu te signifikantnost pojedinih varijabli.

6.2.1. BDP vs ukupna potrošnja energije

Da bi se uvidjela veza energije i BDP-a proveden je prvi Grangerov test koji se odnosi na odnos ukupne potrošnje primarne energije i bruto domaćeg proizvoda. Analiza je rađena u programskom paketu Eviews 5.1. Analizirano vremensko razdoblje je od 1953. do 2005. godine. Varijable korištene u modelu su logaritmirane i definirane kao:

⁷ To je proces nezavisnih, jednako distribuiranih slučajnih varijabli s konstantnim očekivanjem, za koji se uobičajeno pretpostavlja da je jednak nuli i s konstantnom varijancom.

- $lguppe$ – logaritam ukupne potrošnje primarne energije;
- $lgbdp$ – logaritam bruto domaćeg proizvoda.

Logaritmiranjem se uvodi analiza pomoću postotnih promjena, odnosno pokazuje se utjecaj promjene jedne varijable na drugu varijablu u postocima.

Cilj ekonometrijskog testiranja je utvrditi koji od sljedećih odnosa vrijedi za navedene dvije varijable:

- Utječe li rast ukupne potrošnje primarne energije na rast BDP-a;
- Utječe li rast BDP-a na rast ukupne primarne potrošnje energije;
- Postoji li međusobni utjecaj rasta BDP-a i rasta ukupne potrošnje primarne energije;
- Odnosno je li rast varijabli neovisan jedan o drugoj.

Za analizu je prvo procijenjen VAR model, a zatim je proveden Grangerov test kauzalnosti.

Var model glasi:

$$\lg bdp_t = a_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i \lg uppe_{t-i} + \sum_{j=1}^m \gamma_j \lg bdp_{t-j} + e_{1t}, \quad (6.5.)$$

$$\lg uppe_t = a_2 + \sum_{i=1}^n \theta_i \lg uppe_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j \lg bdp_{t-j} + e_{2t}, \quad (6.6.)$$

Hipoteze za Grangerov test kauzalnosti glase:

$$\begin{aligned} H_0 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, \lg bdp_t \text{ ne utječe na } \lg uppe_t, \\ H_1 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i \neq 0, \lg bdp_t \text{ utječe na } \lg uppe_t \end{aligned}, \quad (6.7.)$$

Varijabla BDP je logaritmirana, a budući da je originalna serija BDP-a imala jedinične korijene $lgbdp$ je diferencirana i dobivena $lgbdpdif$. Također i varijabla ukupna potrošnja primarne energije je logaritmirana, $lguppe$, a budući je imala jedinične korijene je i diferencirana i dobivena je $lguppdif$.

Rezultati analize za unit root test (jedinični korijen) za $lguppe$ (LGUKUPNA_POTROŠNJA) su prikazani u Tablici 8.1. u Prilogu. Rezultati pokazuju da je p-vrijednost veća od pet posto što dovodi do zaključka da prihvaćamo nultu hipotezu o postojanju jediničnog korijena za varijablu $lguppe$ (LGUKUPNA_POTROŠNJA).

Da bi se uklonio jedinični korijen provodi se diferenciranje $lguppe$ kao što je prikazano u Tablici 8.2. u Prilogu. Diferencirana serija nema jedinični korijen. P-vrijednost je 0.000, što je manje od pet posto, što dovodi do odbacivanja nulte hipoteze o postojanju jediničnog korijena.

Također je provedena i analiza za unit root test (jedinični korijen) za $lgbdp$. S obzirom da je $lgbdp$ imao jedinični korijen, varijabla je i diferencirana i ponovljen je unit root test, a rezultati su prikazani u Tablici 8.3. u Pri-

logu. Analiza je pokazala da je p-vrijednost manja od 5 posto čime odbacujemo pretpostavku da serija ima jedinični korijen.

Sljedeći korak u definiranju veza između analiziranih varijabli je određivanje optimalne duljine pomaka. Testovi o adekvatnosti modela prikazani su u Tablici 8.4. u Prilogu. Vrijednost k je određena minimiziranjem informacijskih kriterija nastojeći istovremeno smanjiti autokorelaciju rezidualnih odstupanja. Na temelju provedenih testova o adekvatnosti modela s različitim vrijednostima pomaka, vrijednost k je dobivena s obzirom prema informacijskim kriterijima dobivenim u prethodnoj tabeli gdje se vidi da je prema četiri kriterija optimalna veličina pomaka 1 (prema SC-Schwartz i HQ-Hannan-Quinn kriteriju, AIC-Akakike i FPE – Final prediction error), dok je prema LR-sequential modified LR test statistic kriteriju optimalna veličina pomaka 9. U nastavku analize koristiti se optimalna veličina pomaka koja je odabrana prema većini informacijskih kriterija. U ovom slučaju koristi se pomak od 1.

U Tablici 6.2. prikazan je Grangerov test kauzalnosti, odnosno poredak varijabli u modelu.

Tablica 6.2. Grangrov test kauzalnosti za logaritam ukupne potrošnje primarne energije i BDP-a (poredak varijabli u modelu)

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 06/03/08 Time: 20:32			
Sample: 1953 2005			
Lags: 1			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
LGUKUPNA_POTROSNJADIF does not Granger Cause LGBDPDIF	51	2.97239	0.09092
LGBDPDIF does not Granger Cause LGUKUPNA_POTROSNJADIF		9.78514	0.00299

Prema Grangerovom testu kauzalnosti, uz uobičajenu razinu signifikantnosti od pet posto, odbacujemo pretpostavku da promjena BDP-a ne utječe na promjenu uppe.

Teorijski F omjer je 4,04, što je manje od 9.78, što dovodi do zaključka da odbacujemo hipotezu da promjena BDP-a ne uzrokuje promjenu uppe, a istovremeno prihvaća hipotezu da promjena uppe ne uzrokuje promjenu BDP-a.

VAR model u prvim diferencijama je ocijenjen, a rezultati ocjene su prikazani u Tablici 8.5. u Prilogu. Na osnovu dobivenih rezultata ocijenjena jednadžba utjecaja promjene BDP-a na promjenu uppe-a (prva jednadžba sistema) može se zapisati:

$$\Delta \lg uppe_t = 0,017403 - 0,166440 \Delta \lg uppe_{t-1} + 0,509019 \Delta \lg bdp_{t-1}, \quad (6.8.)$$

Teorijski t omjer za n-1 stupanj slobode i pet posto signifikantnost iznosi $t_{0.025}(50) = 2.009$. To dovodi do zaključka da varijable $lguppe(t-1)$ i konstanta nisu signifikantne u modelu, a da je varijabla $lgbdp(t-1)$ signifikantna.

Ekonomska interpretacija signifikantnih varijabli ocjenjene jednadžbe glasi: Promjena BDP-a od 1 posto u razdoblju t-1 utjecala bi na promjenu ukupne potrošnje primarne energije u godini t za 0,509 posto.

Važnost dobivenih rezultata ogleda se u činjenici da je BDP uzročnik promjene ukupne potrošnje primarne energije, a ne da je potrošnja primarne energije uzrok promjene BDP-a.

6.2.2. BDP vs potrošnja tekućih goriva

U ovom poglavlju analizira se odnos potrošnje tekućih goriva i BDP-a. Važnost potrošnje tekućih goriva u strukturi ukupne potrošnje ogleda se u činjenici da se 2005. godine oko 45% potrošnje primarne energije odnosilo na tekuća goriva, odnosno na naftu i naftne derivate. Također rast cijena nafte na svjetskom tržištu još više utječe na važnost tekućih goriva u funkcioniranju gospodarstva neke zemlje.

Analizirano vremensko razdoblje je od 1953. do 2005. godine. Varijable korištene u modelu su logaritmirane i definirane kao:

- $lguptg$ – logaritam ukupne potrošnje tekućih goriva;
- $lgbdp$ – logaritam bruto domaćeg proizvoda.

Cilj i ovog ekonometrijskog testiranja je utvrditi koji od sljedećih odnosa vrijedi za navedene dvije varijable:

- Utječe li rast ukupne potrošnje tekućih goriva na rast BDP-a;
- Utječe li rast BDP-a na rast ukupne potrošnje tekućih goriva;
- Postoji li međusobni utjecaj rasta BDP-a i rasta ukupne potrošnje tekućih goriva;
- Odnosno je li rast varijabli neovisan jedan o drugoj.

Za analizu je prvo procijenjen VAR Model a zatim je proveden Grangerov test kauzalnosti.

Var model glasi:

$$lgbdp_t = a_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i lguptg_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j lgbdp_{t-j} + e_{1t}, \quad (6.9.)$$

$$lguptg_t = a_2 + \sum_{i=1}^n \theta_i lguptg_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j lgbdp_{t-j} + e_{2t}, \quad (6.10)$$

Hipoteze za Grangerov test kauzalnosti glase:

$$\begin{aligned} H_0 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, lgbdp_t \text{ ne utječe na } lguptg_t, \\ H_1 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i \neq 0, lgbdp_t \text{ utječe na } lguptg_t, \end{aligned} \quad (6.11.)$$

U sljedećim tablicama prikazani su rezultati ekonometrijske analize za navedene testove.

Tekuća goriva su logaritmirana i dobivena je $lguptg$ ($lgtekuca_goriva$) koja je testirana na jedinični korijen. Rezultati analize za unit root test (jedinični korijen) za $lguptg$ ($LGTEKUCA_GORIVA$) su prikazani u Tablici 8.6. u Prilogu.

Rezultati pokazuju da p-vrijednost iznosi 0.03, odnosno tri posto, što je manje od pet posto pa odbacujemo pretpostavku da serija $lguptg$ ($lgtekuca_goriva$) ima jedinični korijen u korist alternativne hipoteze koja tvrdi suprotno.

S obzirom da je u prethodnoj analizi provedena analiza za unit root test (jedinični korijen) za $lgbdp$ ovdje su se samo koristili dobiveni rezultati iz tog testiranja koje je pokazalo da je $lgbdp$ imao jedinični korijen pa je varijabla diferencirana. Ponovljen je unit root test, a rezultati su pokazali da je p-vrijednost manja od pet posto čime je odbačena pretpostavka da serija ima jedinični korijen.

Prije procjene VAR modela potrebno je odrediti optimalnu duljinu pomaka (k) varijabli u modelu što je ujedno i sljedeći korak u analizi. Vrijednost pomaka je određena minimiziranjem informacijskih kriterija nastojeći istovremeno smanjiti autokorelaciju rezidualnih odstupanja. Testovi o adekvatnosti modela su prikazani u Tablici 8.7. u Prilogu.

Prema informacijskim kriterijima dobivenim u prethodnoj tabeli vidimo da je prema četiri kriterija optimalna veličina pomaka 1 (prema SC i HQ kriteriju, LR i FPE) dok je prema AIC kriteriju optimalna veličina pomaka 2. Dalje u analizi koristiti se optimalna veličina pomaka koja je odabrana prema većini informacijskih kriterija. U ovom slučaju koristiti se pomak od 1.

U nastavku analize je proveden Grangerov test kauzalnosti, odnosno poradak varijabli u modelu, a rezultati su prikazani u Tablici 6.3.

Tablica 6.3. Grangerov test kauzalnosti (poredak varijabli u modelu) za logaritam ukupne potrošnje tekućih goriva i BDP-a

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 06/03/08 Time: 19:47			
Sample: 1953 2005			
Lags: 1			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
LGTEKUCA_GORIVA does not Granger Cause LGBDPDIF	51	3.11867	0.08376
LGBDPDIF does not Granger Cause LGTEKUCA_GORIVA		8.42415	0.02558

Prema Grangerovom testu kauzalnosti uz uobičajenu razinu signifikantnosti od pet posto odbacujemo pretpostavku da promjena bdp ne utječe na

promjenu $uptg$, odnosno možemo tvrditi da promjena varijable BDP uzrokuje promjenu varijable tekuća goriva.

Teorijski F iznosi 4.03, što je manje od 8.42, a to dovodi do zaključka da odbacujemo hipotezu da promjena BDP-a ne uzrokuje promjenu $uptg$, a istovremeno prihvaćamo hipotezu da promjena $uptg$ ne uzrokuje promjenu BDP-a.

Napravljena je ocjena VAR modela, a rezultati su prikazani u Tablici 8.8. u Prilogu. Na osnovu dobivenih rezultata ocjenjena jednadžba utjecaja promjene BDP-a na promjenu $uptg$ -a (prva jednadžba sistema) može se zapisati:

$$\lg uptg_t = 0,200801 + 0,949636 \lg uptg_{t-1} + 0,612609 \Delta \lg bdp_{t-1}, \quad (6.12.)$$

Teorijski t omjer za n-1 stupanj slobode i pet posto signifikantnost iznosi $t_{0,025}(50) = 2.009$. To dovodi do zaključka da su sve varijable u modelu signifikantne.

Ekonomska interpretacija varijabli ocjenjene jednadžbe glasi:

- Promjena BDP-a od jedan posto u razdoblju t-1 utječe na promjenu ukupne potrošnje tekućih goriva u godini t za 0,612%, uz pretpostavku da se ostale varijable u modelu ne mijenjaju;
- Promjena ukupne potrošnje tekućih goriva od jedan posto u razdoblju t-1 utječe na promjenu ukupne potrošnje tekućih goriva u godini t za 0,949%, uz pretpostavku da se ostale varijable u modelu ne mijenjaju.

6.3. Ekonometrijsko modeliranje učinaka cjenovnih energetske šokova na hrvatsko gospodarstvo

Zadnja ekonometrijska analiza bazira se na rezultatima prethodnih dviju koje su pokazale, uz uobičajenu razinu signifikantnosti od pet posto, da promjena BDP-a utječe kako na promjenu ukupne potrošnje primane energije, tako i na ukupnu potrošnju tekućih goriva. Navedeno znači da je BDP nezavisna varijabla dok su obje energetske varijable zavisne varijable.

S obzirom na definirane veze BDP-a i potrošnje tekućih goriva moguće je ekonometrijsko modeliranje učinaka svjetskih cjenovnih energetske šokova na hrvatsko gospodarstvo.

Analizirano vremensko razdoblje je kao i u prethodne dvije analize od 1953. do 2005. godine. Varijable korištene u modelu su definirane kao:

- $lguptg$ – logaritam ukupne potrošnje tekućih goriva;
- $lgbdp$ – logaritam bruto domaćeg proizvoda;
- $lgren$ – logaritam realnih cijena nafte koje su definirane u američkim dolarima po barelu u cijenama iz 2006. godine.

Cilj ekonometrijskog testiranja je utvrditi utječu li cijene nafte na svjetskom tržištu na kretanje ukupne potrošnje tekućih goriva na hrvatskom energetske tržištu, odnosno utječu li na kretanje BDP-a.

Za analizu je prvo procijenjen VAR Model, a zatim je proveden Grangerov test kauzalnosti.

Var model glasi:

$$\lg bdp_t = a_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i \lg uptg_{t-i} + \sum_{j=1}^m \gamma_j \lg bdp_{t-j} + \sum_{k=1}^l \chi_k \lg rcn_{t-k} + e_{1t}, \quad (6.13.)$$

$$\lg uptg_t = a_2 + \sum_{i=1}^n \theta_i \lg uptg_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j \lg bdp_{t-j} + \sum_{k=1}^l \chi_k \lg rcn_{t-k} + e_{2t}, \quad (6.14.)$$

$$\lg rcn_t = a_3 + \sum_{k=1}^l \chi_k \lg rcn_{t-k} + \sum_{i=1}^n \theta_i \lg uptg_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j \lg bdp_{t-j} + e_{3t}, \quad (6.15.)$$

Hipoteze za Grangerov test kauzalnosti glase:

$$\begin{aligned} H_0 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i = 0, \lg rcn_t \text{ ne utječe na } \lg uptg_t, \\ H_1 \dots \sum_{i=1}^n \beta_i \neq 0, \lg rcn_t \text{ utječe na } \lg uptg_t, \end{aligned} \quad (6.16.)$$

U sljedećim tablicama su kao i u prethodnim poglavljima prikazani rezultati ekonometrijske analize za navedene testove.

Serije su logaritmirane. Logaritmirana BDP serija je bila nestacionarna, a diferenciranjem je uklonjena nestacionarnost i dobivena serija lgbdpdif.

Serija ukupna potrošnja tekućih goriva je logaritmirana i dobivena je lguptg. Budući je takva serija bila stacionarna nije ju bilo potrebno diferencirati.

Provedena je analiza za unit root test za logaritmirane realne cijene nafte. Rezultati su dani u Tablici 8.9. u Prilogu. Analiza je pokazala da lgrcn (lgrealne_cijene_nafte) sadrži jedinične korijene. P-vrijednost je 0.7474, odnosno 7,46 posto, što je veće od pet posto, pa ne možemo odbaciti pretpostavku o nepostojanju jediničnog korijena.

Diferenciranjem se uklanjaju jedinični korijeni. Diferenciranjem lgrcn dobivaju se lgrcn dif (lgrealne_cijene_naftedif), a rezultati ADF testa za jedinični korijen su dani u Tablici 8.10. u Prilogu. Analiza P-vrijednosti iznosi 1,2 posto i manja je od pet posto pa bi uz razinu signifikantnosti od pet posto mogli odbaciti pretpostavku o postojanju jediničnog korijena u korist alternativne hipoteze o nepostojanju jediničnog korijena prema ADF testu.

Zatim je određen optimalna duljina pomaka, a testovi o adekvatnosti modela su prikazani u Tablici 8.11. u Prilogu. Prema informacijskim kriterijima dobivenim u prethodnoj tabeli vidimo da je prema svim kriterijima optimalna veličina pomaka 4. U radu će se koristiti optimalna veličina pomaka koja je odabrana prema većini informacijskih kriterija. U ovom slučaju koristit ćemo pomak od 4.

U nastavku je proveden Grangerov test kauzalnosti, a rezultati su prikazani u Tablici 6.4.

Tablica 6.4. Grangerov test kauzalnosti (poredak varijabli u modelu)

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 06/03/08 Time: 21:03			
Sample: 1953 2005			
Lags: 4			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
LGTEKUCA_GORIVA does not Granger Cause LGBDPDIF	48	0.40094	0.80676
LGBDPDIF does not Granger Cause LGTEKUCA_GORIVA		6.36833	0.05159
LGREALNE_CIJENE_NAFTE does not Granger Cause LGBDPDIF	48	0.78801	0.54002
LGBDPDIF does not Granger Cause LGREALNE_CIJENE_NAFTE		0.17887	0.94797
LGREALNE_CIJENE_NAFTE does not Granger Cause LGTEKUCA_GORIVA	49	7.91914	0.03290
LGTEKUCA_GORIVA does not Granger Cause LGREALNE_CIJENE_NAFTE		1.20944	0.32190

Prema Grangerovom testu kauzalnosti uz razinu signifikantnosti od 5 posto odbacujemo pretpostavke:

- $lgbdp$ ne utječe na $lguptg$ ($lgtekuca_goriva$), i
- $lgrcn$ ($lg_realne_cijene_nafte$) ne utječe na $lguptg$ ($lgtekuca_goriva$).

U prvom slučaju radi se o graničnom slučaju jer je odabrana razina signifikantnosti 5 posto. Teorijski F iznosi 4,03, što je manje od 6.36, što vodi odbacivanju prve pretpostavke, a također i 4,03 je manje i od 7,91 što odbacuje i drugu pretpostavku.

Ocijenjen je i VAR model, a rezultati su prikazani u Tablici 8.12. u Prilogu

Na osnovu dobivenih rezultata ocijenjena je jednačba utjecaja promjene BDP-a i rcn (realnih cijena nafte) na promjenu $uptg$ -a (prva jednačba sistema) može se zapisati:

$$\begin{aligned}
 lg\,uptg_t &= 0,359014 + 0,801053\,lg\,uptg_{t-1} + 0,256357\,lg\,uptg_{t-2} \\
 &- 0,150516\,lg\,uptg_{t-3} + 0,068217\,lg\,uptg_{t-4} + 0,842288\,\Delta\,lg\,bdp_{t-1} \\
 &+ 0,061694\,\Delta\,lg\,bdp_{t-2} - 0,306151\,\Delta\,lg\,bdp_{t-3} + 0,078753\,\Delta\,lg\,bdp_{t-4}, \quad (6.17.) \\
 &- 0,158717\,lg\,rcn_{t-1} + 0,097050\,lg\,rcn_{t-2} + 0,078528\,lg\,rcn_{t-3} \\
 &- 0,089985\,lg\,rcn_{t-4}
 \end{aligned}$$

Teorijski t omjer za $n - 1$ stupanj slobode i 5 postotnu signifikantnost iznosi $t_{0,025}(50) = 2.009$. To dovodi do zaključka da su u modelu signifikantne samo varijable sa pomakom t-1, odnosno iz prethodne godine.

Ekonomska interpretacija signifikantnih varijabli ocjenjene jednadžbe glasi:

- Promjena BDP-a od 1 posto u razdoblju t-1 utječe na promjenu ukupne potrošnje tekućih goriva u godini t za 0,84 posto, uz pretpostavku da se ostale varijable u modelu ne mijenjaju;
- Promjena realnih cijena nafte za 1 posto u razdoblju t-1 utječe na promjenu ukupne potrošnje tekućih goriva u godini t-1 za -0,158 posto, uz pretpostavku da se ostale varijable u modelu ne mijenjaju;
- Promjena ukupne potrošnje tekućih goriva za 1% u razdoblju t-1 utječe na promjenu ukupne potrošnje tekućih goriva u godini t za 0,8 posto, uz pretpostavku da se ostale varijable u modelu ne mijenjaju.

Dobiveni rezultati u potpunosti pokazuju da u tranzicijskim uvjetima hrvatskog gospodarstva rast cijena energenata nije ograničavajući faktor rasta BDP-a. Dokazano je da rast realnih cijena nafte od 1 posto utječe na smanjenje potrošnje tekućih goriva za -0,15 posto. Također je dokazano da bruto domaći proizvod ne uzrokuje ukupnu potrošnju tekućih goriva, odnosno da je BDP nezavisna varijabla modela i da promjena ukupne potrošnje tekućih goriva zbog rasta realnih cijena nafte nema utjecaja na kretanje BDP-a.

S obzirom na provedene analize u sva tri poglavlja u kojima je provedeno ekonometrijsko testiranje može se zaključiti, s obzirom na rezultate ekonometrijske analize u razdoblju od 1953. do 2005. godine, da BDP i potrošnja energije imaju jednosmjernan odnos s obzirom da rast BDP-a utječe na rast potrošnje tekućih goriva i ukupne potrošnje primarne energije, ali ne i da rast potrošnje tekućih derivata i ukupne potrošnje primarne energije utječe na rast BDP-a, realne cijene nafte utječu negativno na ukupnu potrošnju tekućih goriva te da one ne utječu negativno na kretanje BDP-a.

Navedene rezultate treba uzeti s ograničenjem s obzirom da su vremenske serije BDP-a procijenjene⁸; da ne postoje cijene naftnih derivata za RH za razdoblje od barem 30 godina na osnovu kojih bi se mogli izračunati kvalitetniji pokazatelji; da su cijene energije u RH, a i u bivšoj državi, administrativno uređivane i da nije bilo tržišnog mehanizma sve do 2000. godine kada je uvedena cjenovna formula za naftne derivate; da Hrvatska ima određene rezerve nafte koje danas iznose oko 20 posto ukupne potrošnje u RH dok je u prošlosti udio bio veći; da je razdoblje tržišnog određivanja cijena od 2000. do 2005. godine prekratko da bi odražavalo stvarno stanje i da treba proći još vremena da bi se dobila kvalitetnija vremenska serija; da i danas, kad se cijene formalno određuju tržišno, Vlada RH i dalje preko određivanja cjenovne formule za kretanje naftnih derivata u RH ima mogućnost utjecanja na cijene; da se većina drugih cijena energenata, električne energije, toplinske energije i prirodnog plina, određuju administrativno bez obzira na postojeća zakonska rješenja.

Svakako da pri sagledavanju veze BDP-a i energije treba uzeti u obzir i promjenu u energetske intenzivnosti koja se analizira u sljedećem poglavlju.

⁸ Družić, I., Tica, J., (2002)

6.4. Učinak smanjenja energetske intenzivnosti na hrvatsko gospodarstvo

U ovom poglavlju analizirana je energetska intenzivnost hrvatskog gospodarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine. Navedeno vremensko razdoblje odabrano je s obzirom da je 1995. godine završilo oslobađanje Hrvatske, gospodarstvo se stabiliziralo i slijedio je gospodarski rast. Učinak smanjenja energetske intenzivnosti na hrvatsko gospodarstvo analiziran je kroz odnos potrošnje energije i ekonomske aktivnosti kroz bruto domaći proizvod.

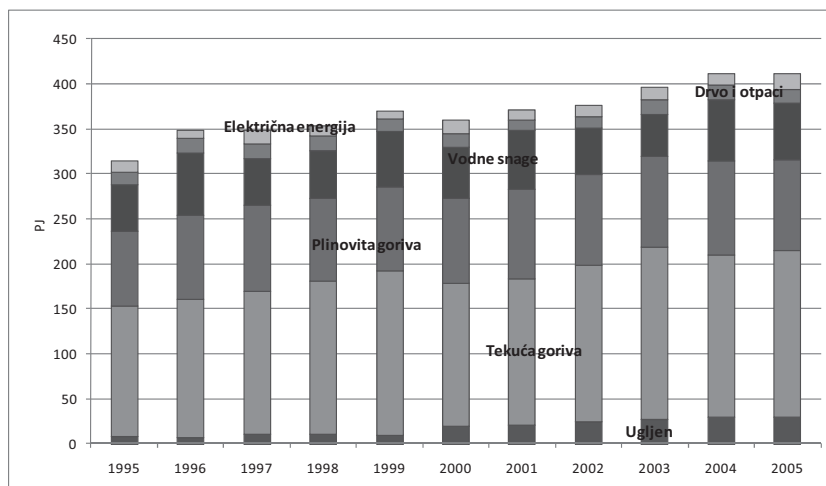
6.4.1. Potrošnja energije i ekonomska aktivnost

Ekonomska aktivnost hrvatskog gospodarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine analizirana je kroz kretanje realne stope rasta BDP-a i realnog kretanja BDP-a u stalnim cijenama iz 1997. godine. Prosječna stopa rasta u analiziranom razdoblju od 11 godina iznosila je 4,05 posto. Nakon viših stopa rasta 1998. godine, dolazi do usporavanja rasta, a 1999. godine i do negativnog rasta BDP-a od 0,9 posto. Nakon toga realna stopa kontinuirano raste do 2002. godine kada iznosi 5,6 posto. Zatim pada, da bi 2005. godine iznosila 4,3 posto. Gledano u stalnim cijenama iz 1997. godine BDP je 1995. godine iznosio oko 110 milijardi kuna, a 2005. godine oko 162 milijarde kuna, gotovo 50 posto više. S obzirom na kretanje broja stanovnika, BDP po stanovniku je porastao s 23,45 tisuća kuna po stanovniku na 35,66 tisuća kuna po stanovniku, što predstavlja porast oko 56 posto.

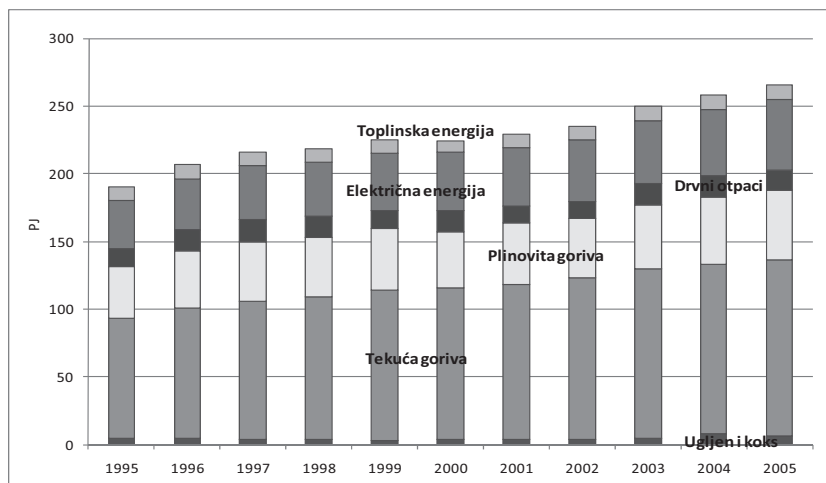
Potrošnja energije analizirana je kroz potrošnju dvaju oblika energije: primarne potrošnje energije i neposredne potrošnje energije (finalne potrošnje energije). Na Grafu 6.14. prikazano je kretanje potrošnje primarne energije u razdoblju od 1995. do 2005. godine i njena struktura s obzirom na potrošnju pojedinog energenta.

U analiziranom razdoblju ukupna potrošnja primarne energije porasla je s 314 PJ na oko 412 PJ, odnosno za oko 31 posto. Godišnja stopa rasta iznosila je prosječno oko 2,75 posto. Nakon porasta potrošnje primarne energije za oko 10 posto u 1996. godini, potrošnja se nije značajnije promijenila sve do 2001. godine. Zatim slijedi kontinuirani rast do 2005. godine i u tom razdoblju potrošnja je porasla za oko 15 posto. Potrošnja ugljena i koksa porasla je za oko 3,7 puta dok je drugi najveći porast ostvarila električna energija s oko 46 posto. Potrošnja tekućih goriva rasla je 28 posto, plinovitih goriva 22 posto, vodne snage 1 posto i drva i otpadaka 10 posto.

Kad se od primarne potrošnje energije odbije energija za pogon energetskih postrojenja, gubici transformacije, transporta i distribucije kao i neenergetska potrošnja dobije se neposredna potrošnja energije u industriji, prometu i općoj potrošnji. Opća potrošnja se odnosi na potrošnju kućanstva, uslužnog sektora, poljoprivrede i građevinarstva. Na Grafu 6.15. prikazana je neposredna potrošnja energije i njena struktura s obzirom na energent.

Graf 6.14. Primarna potrošnja energije s obzirom na strukturu energenta


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Graf 6.15. Struktura neposredne potrošnje energije po energentu


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

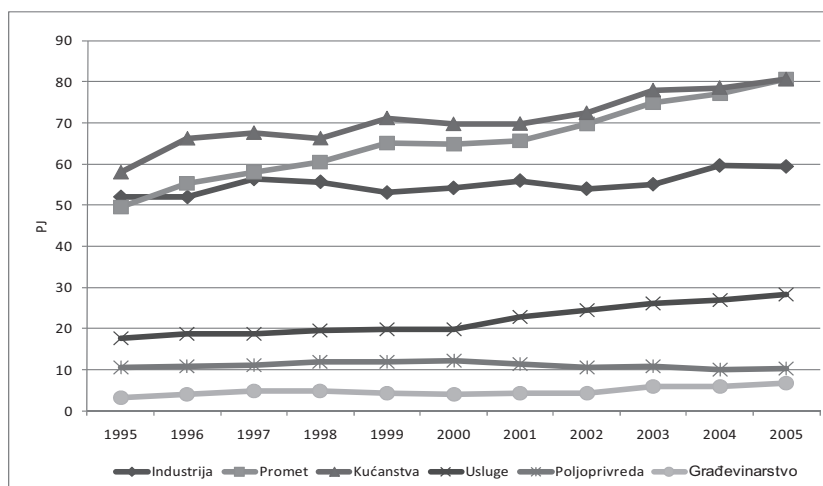
Neposredna potrošnja je u analiziranom razdoblju porasla za oko 40 posto, sa 191 PJ na 266 PJ. Najviši rast imale su potrošnja tekućih goriva, 47 posto, i potrošnja električne energije, 45 posto. Zatim slijede plinovita goriva s rastom od 37 posto, a najmanji rast su imali ugljen i koks 26 posto te drvo i otpaci oko 10 posto. Brži rast potrošnje imala su ona goriva koja su veće

energetske kvalitete kao što su električna energija, tekuća i plinovita goriva. Prosječna stopa rasta iznosila je tri posto godišnje.

Iz kretanja realne stope rasta BDP-a i potrošnje primarne i finalne energije može se zaključiti da je ekonomska aktivnost rasla po višim stopama u odnosu na rast potrošnje energije, bilo primarne ili finalne.

Disagregirana potrošnja energije pokazuje sektorsku potrošnju energije. Potrošnja energija se statistički analizira po sljedećim sektorima u gospodarstvu: industrija, promet, kućanstva, usluge, poljoprivreda i građevinarstvo. Preko 80 posto potrošnje energije se odvija u tri energetske intenzivna sektora, industriji, prometu i kućanstvima. Na Grafu 6.16. prikazana je potrošnja po svim sektorima u razdoblju od 1995. do 2005. godine.

Graf 6.16. Neposredna potrošnja energije po sektorima



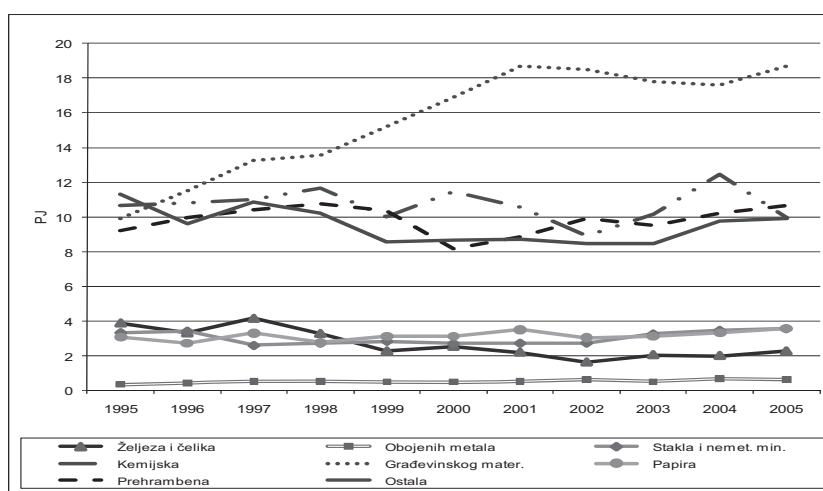
Izvor: izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Ukupan udio industrije, prometa i kućanstva je 1995. i 2005. godine iznosio oko 83 posto ukupne potrošnje energije. Dinamika rasta pokazuje da je najbrže rasla potrošnja energije u građevinarstvu. U 11 godina porasla je 120 posto, s tri na 6,5 PJ. Potrošnja prometa je porasla s oko 50 PJ na 81 PJ, a usluge su porasle s oko 18 PJ na 22 PJ. Povećanje za oba sektora iznosi oko 60 posto. Potrošnja u kućanstvima je porasla za oko 40 posto, s 58 PJ na 81 PJ. Najniži rast potrošnje od oko 14 posto imala je industrija, s 52 PJ na 59 PJ. Smanjenje potrošnje se dogodilo jedino u sektoru poljoprivrede gdje je potrošnja 2005. godine bila oko četiri posto manja u odnosu na 1995. godinu. Došlo je i do promjene u strukturi potrošnje finalne energije po sektorima. Dva sektora su smanjila svoj udio u ukupnoj potrošnji. Udio industrije smanjio se s 27 na 22 posto, a poljoprivrede sa šest na četiri posto. Udio kućanstva, 30 posto, i građevinarstva, tri posto, se nije mijenjao. Porastao je udio prometa s 26 na 30 posto i usluga s 9 na 11 posto.

U analizi potrošnje energije važna je analiza strukture potrošnje pojedinih sektora odnosno podsektora. Potrošnja u industriji se statistički analizira s obzirom na industriju željeza i čelika, industriju obojenih metala, industriju stakla i nemetalnih minerala, kemijsku industriju, industriju građevinskog materijala, industriju papira, prehrambenu industriju i ostalu industriju.

Energetski intenzivni sektori su: industrija građevinskog materijala, stakla i nemetalnih minerala, kemijska i prehrambena industrija. Potrošnja energije po pojedinim industrijskim granama je prikazana na Grafu 6.17.

Graf 6.17. Potrošnja energije po pojedinim industrijskim granama

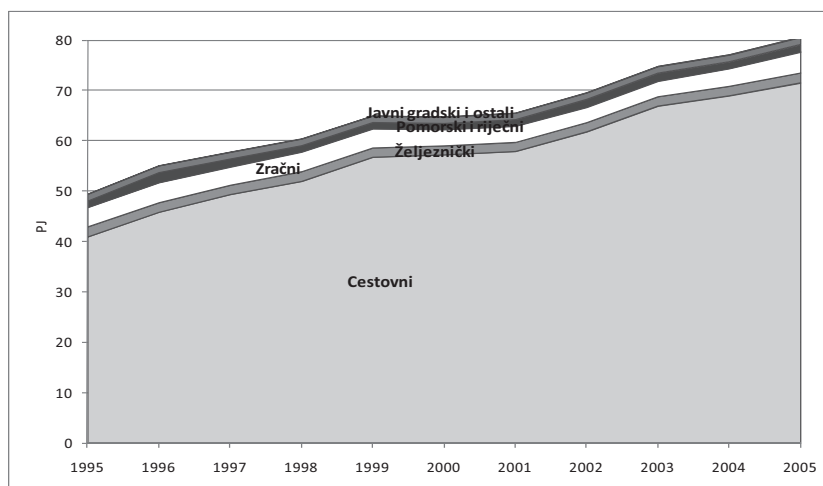


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Najviši rast potrošnje energije imala je industrija građevinskog materijala koja je u analiziranom razdoblju porasla za gotovo 90 posto. Potrošnja je imala rastuće stope do 2001. godine kada službeno završava obnova ratom razrušenih područja. Do 2005. godine potrošnja se kretala na razini od oko 18 PJ. Industrija obojenih metala je porasla za preko 70 posto, industrija papira i prehrambena industrija za oko 15 posto. Potrošnja energije u industriji željeza i čelika je smanjena za preko 40 posto. Promijenila se i struktura potrošnje po industrijskim granama. Porastao je udio industrije građevinskog materijala s 19 posto na 32 posto dok se udio svih ostalih industrija smanjio ili je ostao na isti. Nije se promijenio udio industrije obojenih metala, jedan posto, stakla i nemetalnih minerala, šest posto, te industrije papira, šest posto, i prehrambene industrije, 18 posto. Smanjio se udio industrije željeza i čelika s osam na četiri posto, kemijske industrije s 21 na 17 posto i ostale industrije s 22 na 17 posto.

Drugi energetski intenzivan sektor je promet. U sektoru prometa potrošnju energije ostvaruju: cestovni, željeznički, zračni, pomorski i riječni, javni gradski i ostali. Na Grafu 6.18. je prikazana potrošnja energije po pojedinim granama prometnim.

Graf 6.18. Potrošnja energije po pojedinim granama prometa



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Prosječna godišnja stopa rasta potrošnje energije u prometu iznosila je pet posto. Cestovni promet dominira u strukturi potrošnje energije. Udio mu se popeo s oko 82 posto 1995. godine na oko 89 posto 2005. godine. Potrošnja energije u prometu je porasla s 41 PJ na 71 PJ, odnosno za 75 posto. Potrošnja ostalih vidova prometa se nije značajnije promijenila u analiziranom razdoblju.

6.4.2. Energetska intenzivnost

Energetska intenzivnost se, zbog publikacije statističkih energetske i ekonomskih podataka, analizira u razdoblju od 1995. do 2005. godine na dvije glavne razine gospodarske aktivnosti:

Agregatna razina hrvatskog gospodarstva – gdje se analizira odnos ukupne potrošnje energije ili jednog njenog značajnijeg oblika (električna energija, tekuća goriva) i bruto domaćeg proizvoda u stalnim cijenama;

Sektorska razina nacionalnog gospodarstva – gdje se analizira odnos ukupne sektorske potrošnje energije ili jednog njenog oblika (električna energija, tekuća i plinovita goriva) i bruto dodana vrijednost ostvarena u istom sektoru u stalnim cijenama.

6.4.2.1. Agregirana energetska intenzivnost

Agregirana energetska intenzivnost pruža osnovnu informaciju o odnosu potrošnje energije i bruto domaćeg proizvoda. Kod energetske intenzivnosti najčešće se koriste dva opća pokazatelja za analizu ukupne energetske efikasnosti cijelog gospodarstva:

- Primarna energetska intenzivnost koja pokazuje odnos ukupno utrošene primarne energije i bruto domaćeg proizvoda, i

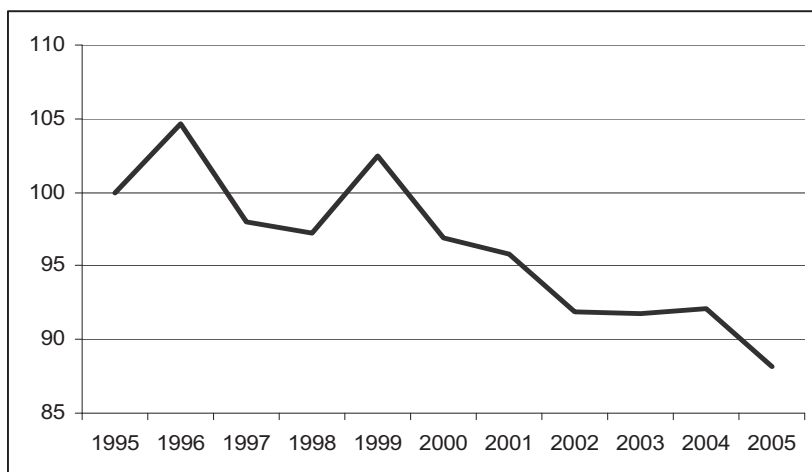
- Finalna energetska intenzivnost koja pokazuje odnos ukupno utrošene finalne energije i bruto domaćeg proizvoda.

Kod finalne energetske intenzivnosti ukupne potrošnje energije vrlo često se analizira i energetska intenzivnost ukupne potrošnje električne energije koja pokazuje odnos potrošnje električne energije i bruto domaćeg proizvoda. Razlog leži u činjenici da je električna energija prisutna u svim sektorima gospodarstva i uz tekuća i plinovita goriva čini osnovni oblik energije u strukturi potrošnje kod kućanstava.

Zbog rasta cijena naftnih derivata i njihova utjecaja na kretanje ekonomske aktivnosti na kraju ovog poglavlja je analizirana i energetska intenzivnost ukupne potrošnje tekućih goriva.

Na Grafu 6.19. je prikazano kretanje indeksa energetske intenzivnosti ukupno utrošene primarne energije gdje je 1995. godina prikazana indeksom 100.

Graf 6.19. Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupno utrošene primarne energije (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: www.dzs.hr, *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

U razdoblju od 1995. do 2005. godine energetska intenzivnost se smanjila za oko 12 posto što pokazuje da je hrvatskom gospodarstvu 2005. godine bilo potrebno 12 posto manje energije u odnosu na 1995. za proizvodnju 1000 kuna BDP-a. Istovremeno je indeks energetske efikasnosti u zemljama EU 25 smanjen za oko osam posto. Prethodni graf pokazuje da postoje dvije godine, 1996. i 1999, u kojima je indeks porastao iako je trend kretanja indeksa cijelog razdoblja bio padajući. Razlozi su sljedeći:

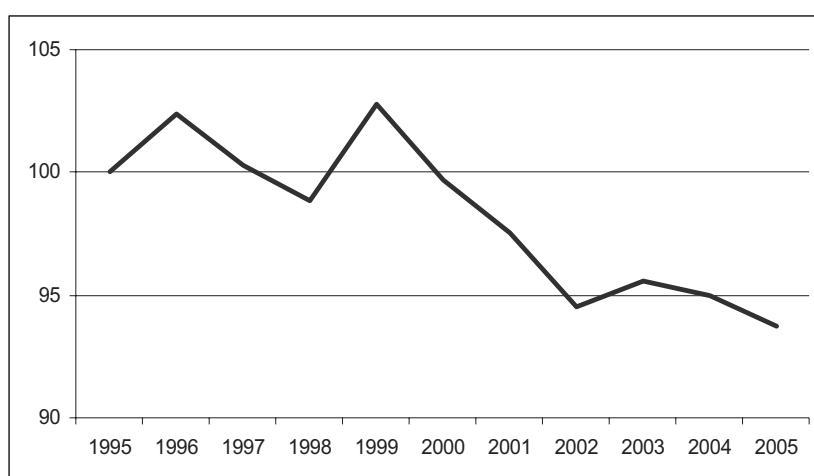
- 1996. godina je bila najhladnija godina u 11-godišnjem razdoblju, 13 posto hladnija od višegodišnjeg prosjeka za Hrvatsku, što je utjecalo na rast potrošnje energije za toplinske potrebe, primarno u kućanstvi-

ma, ali i uslugama i ostalim sektorima gospodarstva. Te godine je ostvaren najveći rast potrošnje primarne energije od 11 posto;

- 1999. godina je jedina godina u razdoblju do 1995. do 2005. kada je realna stopa rasta BDP-a u RH bila negativna i iznosila je – 0,9 posto.

Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupno utrošene finalne energije prikazana je na Grafu 6.20.

Graf 6.20. Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupno utrošene finalne energije (1995=100)

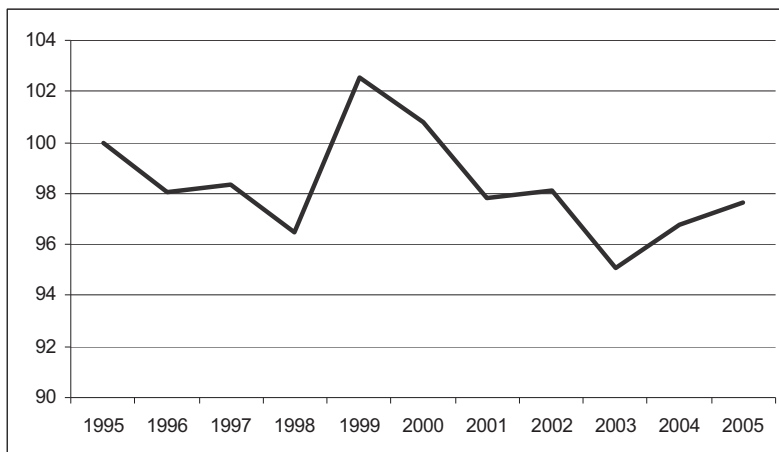


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: www.dzs.hr, *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Intenzivnost finalno utrošene primarne energije ukazuje na sporiji pad indeksa koji se smanjio gotovo dvostruko manje, za oko šest posto. Zbog prethodno navedenih razloga indeks je rastao 1996. i 1999. godine. Razlog dvostruko sporijem padu energetske intenzivnosti finalno utrošene energije je poboljšanje efikasnosti u proizvodnji toplinske i električne energije, zamjena termoelektrana s nižom efikasnošću onima s višom. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti ukupne potrošnje električne energije prikazano je na Grafu 6.21. On pokazuje trend prosječne bruto potrošnje električne energije za ostvarivanje 1000 kuna BDP-a.

U razdoblju od 1995. do 2005. godine energetska efikasnost cijelog gospodarstva, mjereno indeksom energetske efikasnosti potrošnje električne energije, poboljšala se za oko dva posto što je znatno manje u odnosu na povećanje energetske efikasnosti ukupne potrošnje primarne, ali i finalne energije. Razlog je što je potrošnja električne energije rasla prosječno po stopi od 3,8 posto, a BDP po stopi od 4,05 posto. Najbrže je rasla potrošnja električne energije kod opće potrošnje, kućanstva i usluge, po prosječnoj godišnjoj stopi od 4,5 posto. Rast u industriji je bio oko dva posto, gotovo upola manji od prosječne stope rasta.

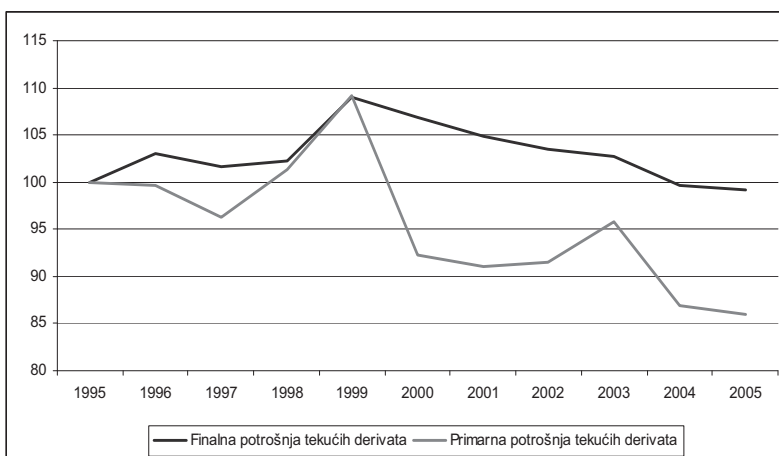
Graf 6.21. Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupne potrošnje električne energije (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: www.dzs.hr, *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Zbog rasta cijena tekućih derivata i njihovog utjecaja na gospodarstvo na Grafu 6.22. je analizirano kretanje indeksa energetske intenzivnosti finalne i primarne potrošnje tekućih derivata u razdoblju od 1995. do 2005. godine. Godina 1995. je predstavljena indeksom 100.

Graf 6.22. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti finalne i primarne potrošnje tekućih derivata u razdoblju od 1995. do 2005. godine (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007; *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*; Čavrak, V., Družić, I., Pripužić, D., (2005))

Analiza na grafu pokazuje veliku razliku između finalne i primarne intenzivnosti tekućih derivata. Godine 1999. su bili na istoj razini, oko 8 posto više u odnosu na 1995, da bi nakon toga počeli padati. Energetska intenzivnost finalne potrošnje tekućih derivata 2005. godine bila je na gotovo istoj razini kao i 1995, 1 posto manje. Istovremeno je primarna intenzivnost tekućih derivata pala 14 posto. Navedeno ukazuje da je efikasnost energetske transformacije tekućih derivata povećana. Primarna potrošnja tekućih derivata je rasla po stopi od 2,5 posto dok je finalna potrošnja tekućih derivata rasla po stopi od četiri posto godišnje. Najveći rast potrošnje tekućih goriva je ostvario prometni sektor, oko 63 posto, odnosno prosječno pet posto godišnje. Industrija i opća potrošnja između 1995. i 2005. godine imale su rast između 25 i 30 posto, odnosno prosječno godišnje oko 2,5 posto.

Analize su pokazale da je hrvatsko gospodarstvo u razdoblju od 1995. do 2005. godine ostvarilo značajno smanjenje potrošnje energije po 1000 kuna BDP-a u stalnim cijenama iz 1997. godine. Intenzivnost potrošnje primarne energije je dvostruko smanjena u odnosu na intenzivnost potrošnje finalne energije što ukazuje na povećanje efikasnosti pretvorbe primarne energije u finalni oblik u energetske postrojenjima i smanjenje energetske gubitaka u energetske pogonima.

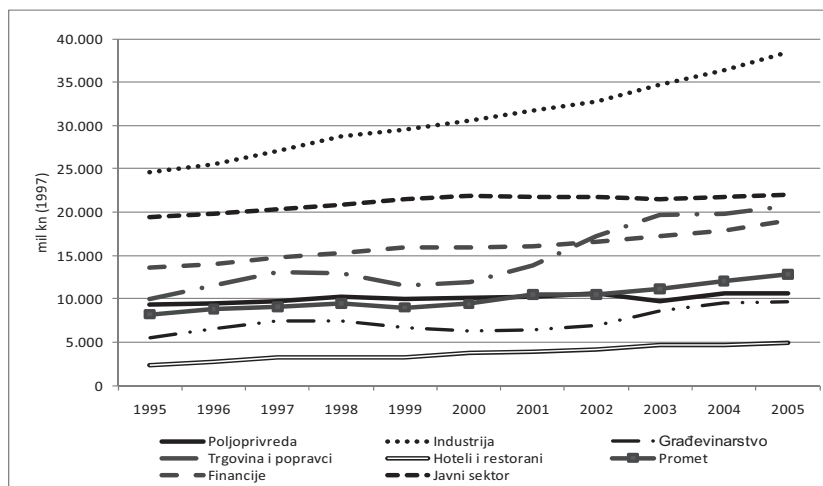
6.4.2.2. Sektorska energetska intenzivnost

Sektorska analiza energetske intenzivnosti pokazuje veze između potrošnje energije i bruto dodane vrijednosti po sektorima. Struktura bruto dodane vrijednosti prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti (NKD) iz 2002. godine je grupirana kako slijedi:

1. Poljoprivreda – A+B
2. Industrija – C+D+E
3. Građevinarstvo – F
4. Trgovina i popravci – G
5. Hoteli i restorani – H
6. Promet – I
7. Financije – J+K
8. Javni sektor – L+M+N+O+P

Navedeno grupiranje je bitno za analiziranje intenzivnosti zbog toga što se potrošnja energije i sektorski BDP statistički ne publiciraju prema istoj nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti, već se potrošnja energija objavljuje za sljedeće sektore: industrija, promet, poljoprivreda, kućanstva, građevinarstvo, usluge. Zbog navede statističke diskrepancije sektorsku energetske intenzivnost moguće je analizirati za sljedeće sektore: poljoprivredu, industriju, građevinarstvo i promet.

Kretanje BDP-a po sektorima u konstantnim cijenama iz 1997. u milijunima kuna u razdoblju do 1995. do 2005. godine prikazano je na Grafu 6.23.

Graf 6.23. BDP po sektorima u konstantnim cijenama iz 1997. u milijunima kuna


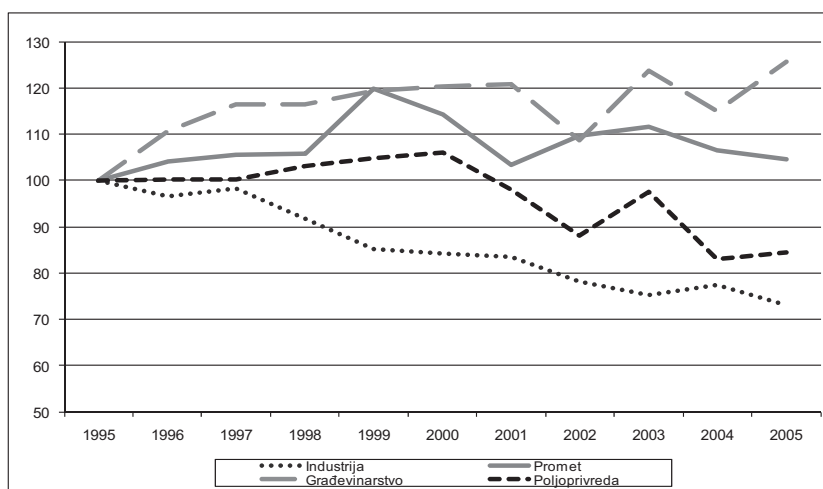
Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007. godine; *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*; Čavrak, V., Družić, I., Pripuzić, D., (2005))

Najznačajniji sektor je industrija. Njena bruto dodana vrijednost se povećala s oko 25 milijardi kuna 1995. godine na 38,5 milijardi kuna 2005. godine. BDV je mjerena u stalnim cijenama iz 1997. godine u kunama. Porast je iznosio oko 56 posto, odnosno prosječna stopa rasta godišnje je iznosila oko 4,5 posto. Istovremeno je potrošnja energije u analiziranom razdoblju ukupno porasla oko 14 posto, odnosno oko 1,5 posto godišnje. Drugi značaj sektor po potrošnji energije i za energetske intenzivnost je promet. Njegova vrijednost se povećala sa 8,2 milijarde kuna na 12,8 milijardi kuna, odnosno za 55 posto. Prosječna godišnja stopa rasta iznosila je također oko 4,5 posto. Porast potrošnje energije je u istom razdoblju iznosio oko 63 posto, odnosno oko pet posto godišnje. Najveći rast bruto dodane vrijednosti je imao sektor građevinarstva. Ostvario je rast preko 70 posto, s 5,5 milijardi kuna 1995. godine na oko 9,7 milijardi kuna 2005. godine. Rast potrošnje energije je istovremeno iznosio oko 120 posto, odnosno oko osam posto godišnje. Najmanji rast je ostvaren u sektoru poljoprivrede. Rastao je po prosječnoj godišnjoj stopi od samo jedan posto. BDV je 1995. godine iznosila 9,4 milijarde kuna, a 2005. godine 13,5 posto više, odnosno 10,6 milijardi kuna. Potrošnja energije u poljoprivredi je nakon 11 godina smanjena za četiri posto, odnosno oko 0,5 posto godišnje.

Od ostalih sektora, za koje nije moguće izračunati energetske intenzivnost zbog nedostatka podataka o potrošnji energije, najviši rast su ostvarili trgovina i popravci te hoteli i restorani, preko 100 posto. Trgovina je rasla s oko 10 milijardi na preko 20 milijardi kuna dok su hoteli i restorani imali rast s oko 2,3 milijarde na 4,9 milijardi 2005. godine. Sektor financija je rastao za 40 posto a javni sektor za oko 14 posto.

S obzirom na kretanje potrošnje energije i bruto dodane vrijednosti, na Grafu 6.24. prikazano je kretanje indeksa energetske intenzivnosti u razdoblju od 1995. do 2005. godine za industriju, promet, građevinarstvo i poljoprivredu. Godina 1995. je bazna godina i prikazana je indeksom 100.

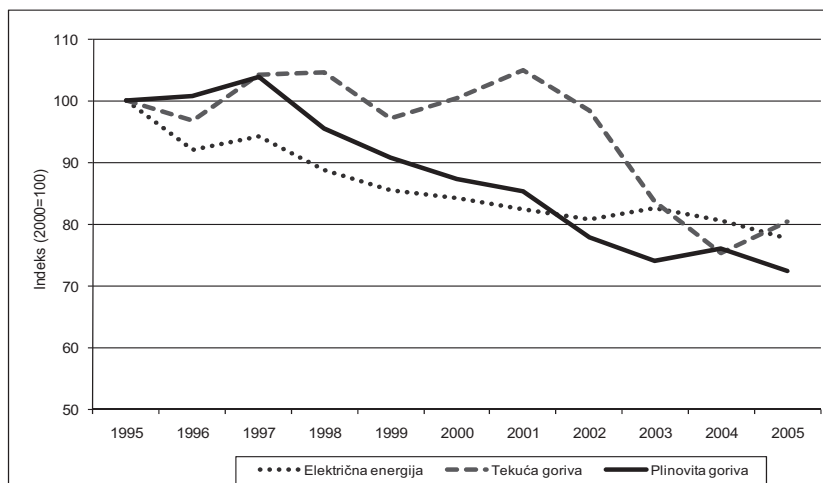
Graf 6.24. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti pojedinih sektora gospodarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007.; *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*; Čavrak, V., Družić, I., Pripužić, D., (2005))

Analiza pokazuje da su dva sektora ostvarila smanjenje energetske intenzivnosti, industrija i poljoprivreda, dok su dva sektora imala povećanje energetske intenzivnosti, promet i građevinarstvo. Indeks energetske intenzivnosti industrije se smanjio za čak 27 posto. Energetska intenzivnost u poljoprivredi je smanjena za preko 15 posto iako je indeks energetske intenzivnosti blago rastao do 2000. godine i zatim je naglo počeo padati. S druge strane sektor građevinarstva je trebao 25 posto više energije 2005. u odnosu na 1995. godinu da bi proizveo 1000 kuna bruto dodane vrijednosti. Sektor prometa je imao snažan rast energetske intenzivnosti do 1999. godine, oko 20 posto, da bi zatim indeks nastavio padati i 2005. godine je bio pet posto viši u odnosu na 1995. godinu.

Osim analize energetske intenzivnosti ukupne potrošnje energije često se analizira kretanje energetske intenzivnosti potrošnje najznačajnijih oblika energije, električne energije, tekućih goriva i plinovitih goriva, s obzirom na pojedini sektor. Na Grafu 6.25. prikazano je kretanje indeksa energetske intenzivnosti za industriju za prethodno navedene oblike energije.

Graf 6.25. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti pojedinih oblika energije u razdoblju od 1995. do 2005. godine u industriji (1995=100)


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007.; *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*; Čavrak, V., Družić, I., Pripuzić, D., (2005))

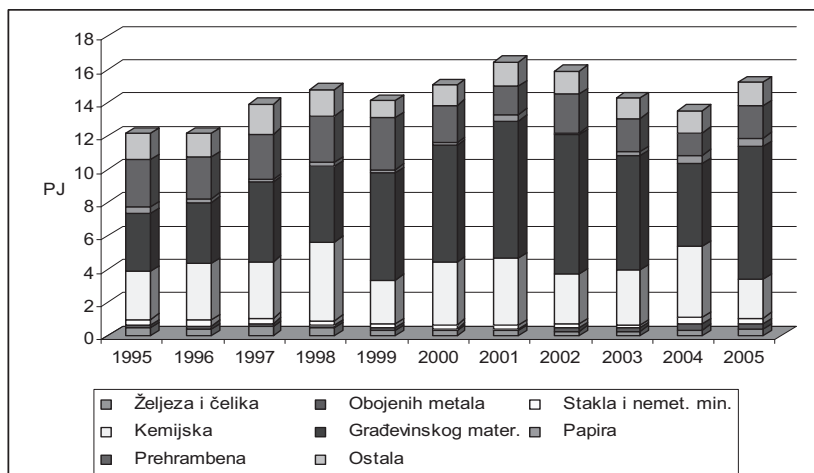
Potrošnja električne energije, tekućih i plinovitih goriva je 2005. godine činila oko 86 posto ukupno ostvarene potrošnje energije u industriji. Najveće smanjenje energetske intenzivnosti ostvareno je kod plinovitih goriva, oko 28 posto. Kod tekućih goriva i električne energije potrebno je oko 20 posto manje tih oblika energije za proizvodnju 1000 kuna bruto dodane vrijednosti. Intenzivnost tekućih goriva počela je padati tek nakon 2001. godine kada je uvedeno tržišno formiranje cijena naftnih derivata i kada su cijene nafte na svjetskom i hrvatskom tržištu počele rasti. Od 2001. do 2005. godine intenzivnost je smanjena za oko 30 posto. Intenzivnost plinovitih goriva je kontinuirano padala do 2002. godine da bi nakon toga stopa pada bila veća zbog primjene novih tarifnih sustava u plinskom sektoru⁹ i rasta cijena prirodnog plina u RH te godine.

Struktura potrošnje energije po industrijskim granama za najvažnije oblike energije u industriji prikazana je na Grafu 6.26, Grafu 6.27. i Grafu 6.28. Graf 6.26. prikazuje strukturu potrošnje tekućih goriva.

Najveća potrošnja tekućih goriva je u kemijskoj industriji i industriji građevinskog materijala. Zatim s manjom potrošnjom slijedi prehrambena industrija. Udio ostalih industrijskih grana je manji od 20 posto ukupne potrošnje.

⁹ Tarifni sustav za dobavu i Tarifni sustav za transport prirodnog plina, doneseni 2002. godine.

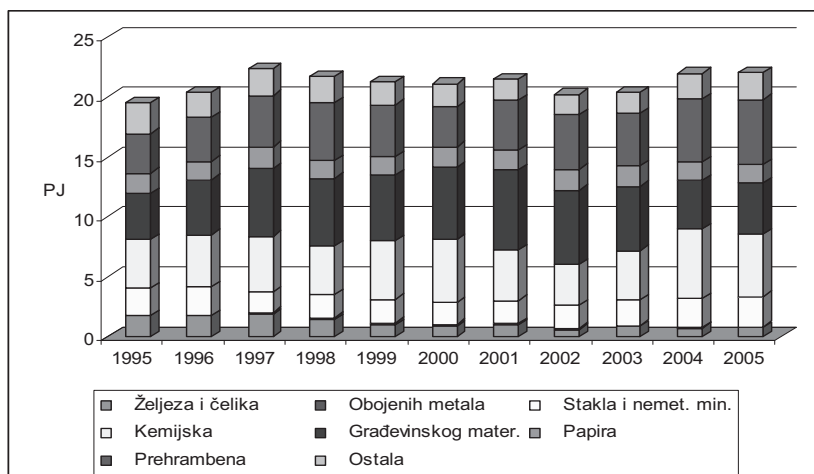
Graf 6.26. Struktura potrošnje tekućih goriva po industrijskim granama



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Na Grafu 6.27. prikazana je potrošnja plinovitih goriva po industrijskim granama u razdoblju od 1995. do 2005. godine.

Graf 6.27. Struktura potrošnje plinovitih goriva po industrijskim granama



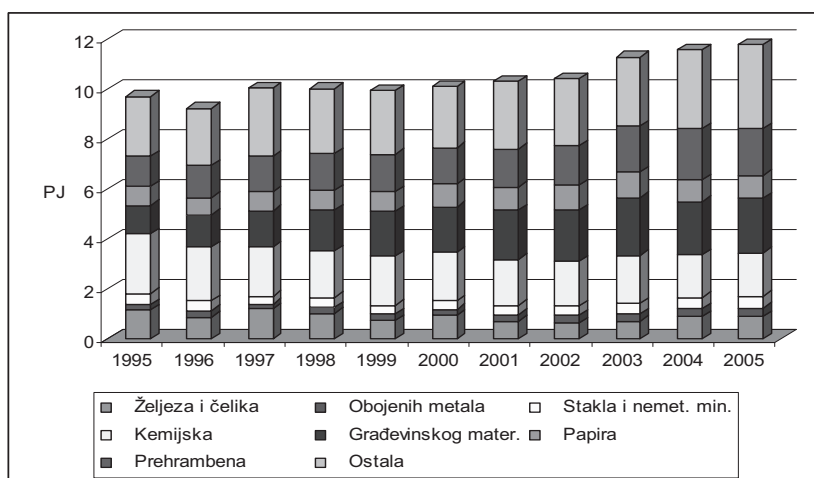
Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

Za razliku od strukture tekućih goriva, gdje su tri industrijske grane dominantne u potrošnji, kod plinovitih goriva, kao što se može uočiti iz prethodnog grafa, vidljiva je značajno veća prisutnost plinovitih goriva kod gotovo

svih grana industrije. Razlog leži u činjenici da je lako dostupan putem distribucijskih i transportnih plinovoda, ekološki prihvatljiv i cjenovno konkurentan ostalim energentima.

Zadnji važan oblik energije koji se koristi u industrijskim granama je električna energija čija je struktura potrošnje prikazana na Grafu 6.28.

Graf 6.28. Struktura potrošnje plinovitih goriva po industrijskim granama



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: *Energija u Hrvatskoj, 2000, 2006*)

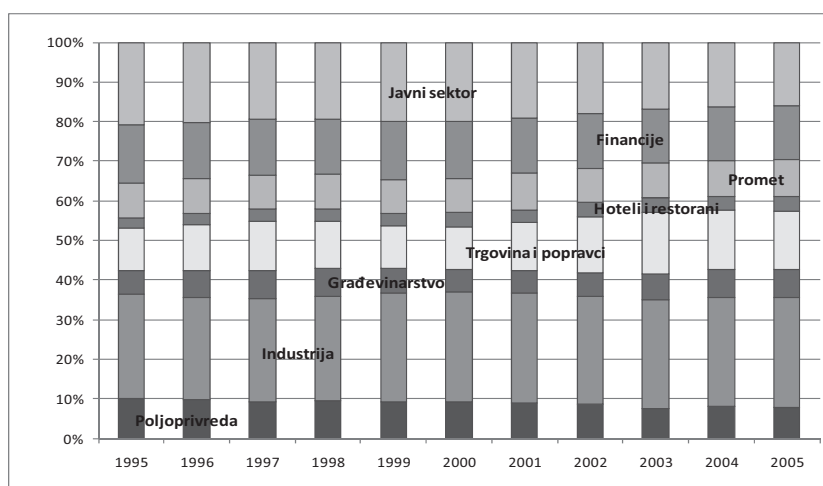
Potrošnja električne energije je značajno zastupljena u svim analiziranim industrijskim granama. Manja potrošnja se ostvaruje u industriji obojenih metala i industriji stakla i nemetalnih minerala. U sektoru građevinarstva udio tekućih goriva u strukturi potrošnje ukupne energije sektora građevinarstva sudjeluje s oko 90 posto tako da je utjecaj potrošnje ostalih goriva na energetska intenzivnost gotovo zanemariv. U prometnom sektoru udio tekućih goriva u strukturi potrošnje ukupne energije sektora prometa sudjeluje s oko 98 posto. Navedeno ukazuje na dominantan utjecaj tekućih goriva na ukupnu energetska intenzivnost prometnog sektora.¹⁰ Slična situacija je i u sektoru poljoprivrede. Tekuća goriva u strukturu ukupne potrošnje energije u poljoprivrednom sektoru sudjeluju s oko 90 posto što također ukazuje da je energetska intenzivnost ukupne potrošnje energije u poljoprivredi gotovo i energetska intenzivnost potrošnje tekućih goriva u poljoprivredi.

¹⁰ U strukturi ukupnog broja osobnih vozila udio benzinskih automobila se smanjio s 80,5 posto 1995. godine na oko 66 posto 2006. godine, dok je udio dizelskih automobila porastao s 17,5 na 31 posto, odnosno broj dizelskih automobila je porastao za 220 posto.

6.5. Učinak promjene strukture BDP-a na ukupnu i strukturnu potrošnju energije u RH

Energetska intenzivnost gospodarstva se ne mijenja samo zbog promjene potrošnje energije. Važan element koji utječe na ukupnu i strukturnu potrošnju energije je i promjena strukture bruto domaćeg proizvoda. Temeljem stalnih cijena u milijunima kuna iz 1997. godine izračunat je relativni udio bruto dodane vrijednosti svakog od sektora. Na Grafu 6.29. prikazana je struktura za razdoblje od 1995. do 2005. godine.

Graf 6.29. Relativna struktura bruto dodane vrijednosti po sektorima od 1995. do 2005. godine



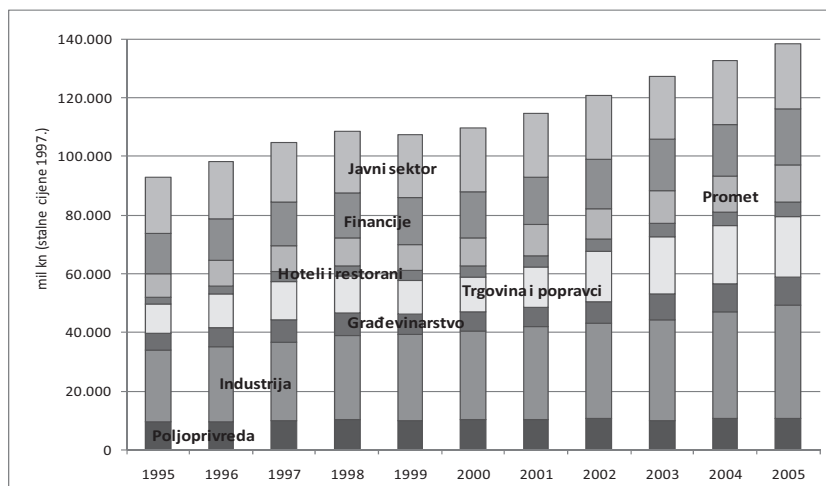
Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007; Čavrak, V., Družić, I., Pripužić, D., (2005))

Efekt promjene strukture BDP-a definiran je pomoću konstantne strukture BDP-a iz 2000. godine (bez promjene strukture kroz godine). S druge strane analizirana je stvarna energetska intenzivnost s obzirom na promjenu strukture BDP-a u svakoj godini. Na Grafu 6.30. je prikazano kretanje strukture bruto dodane vrijednosti po sektorima u stalnim cijenama iz 1997. godine.

Bruto dodana vrijednost je porasla za oko 48 posto, s oko 93 milijarde kuna na oko 138 milijardi kuna. Od analiziranih sektora, bruto dodana vrijednost u industriji porasla je za 56 posto, poljoprivredi 13 posto, građevinarstvu 75 posto i prometu 56 posto.

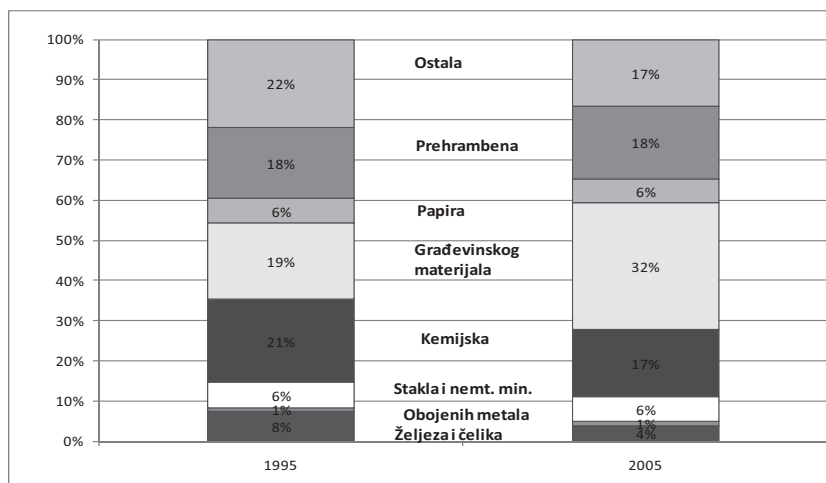
Događale su se i promjene potrošnje energije po pojedinim djelatnostima unutar pojedinih sektora. Na Grafu 6.31. je prikazan udio u ukupnoj potrošnji pojedine industrijske grane 1995. i 2005. godine.

Graf 6.30. Apsolutna struktura bruto dodane vrijednosti po sektorima od 1995. do 2005. godine



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007)

Graf 6.31. Struktura potrošnje energije po granama u industriji za 1995. i 2005. godinu

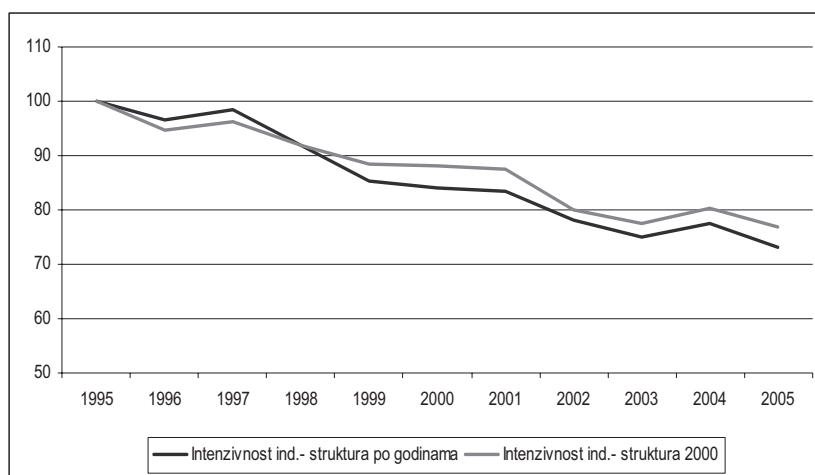


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007)

Značajnije je porastao udio industrije građevinskog materijala, s 19 na 32 posto. Veće smanjenje su imale kemijska i ostala industrija, s oko 22, odnosno 21, na 17 posto.

Na Grafovima 6.32, 6.33, 6.34, i 6.35. prikazana je poredbena analiza energetske intenzivnosti s konstantnom strukturom i stvarnom strukturom BDP-a za industriju, promet, građevinarstvo i poljoprivredu.

Graf 6.32. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti sektora industrije u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007.; *Energija u Hrvatskoj*, 2000, 2006; Čavrak, V., Družić, I., Pripužić, D., (2005))

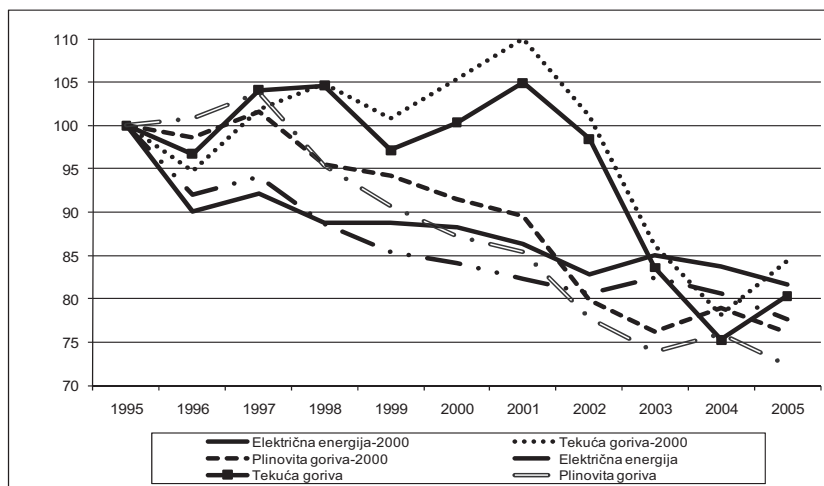
Analiza ukazuje na promjenu energetske intenzivnosti ukupne potrošnje energije. Analiza pokazuje utjecaj efekta promjene strukture BDP-a u Hrvatskoj na smanjenje indeksa energetske intenzivnosti u odnosu na promjenu energetske intenzivnosti zbog promjene potrošnje energije i njene strukture. Energetska intenzivnost je prosječno godišnje dodatno smanjena za 3 do 4 posto zbog promjene strukture BDP-a.

Na Grafu 6.33. prikazan je efekt promjene strukture BDP-a na energetske intenzivnosti s obzirom na tri najvažnija oblika energije koji se koriste u industrijskoj proizvodnji. To su električna energija, tekuća i plinovita goriva. Za svaki od energenta analizirano je kretanje indeksa energetske intenzivnosti sa i bez promjene strukture bruto dodane vrijednosti. Konstantna struktura BDP-a je bazirana na strukturi 2000. godine.

Za svaki analizirani energent postoji efekt promjene strukture BDP-a od 1998. godine. Dodatno smanjenje intenzivnosti kreće se između 2 i 5 posto.

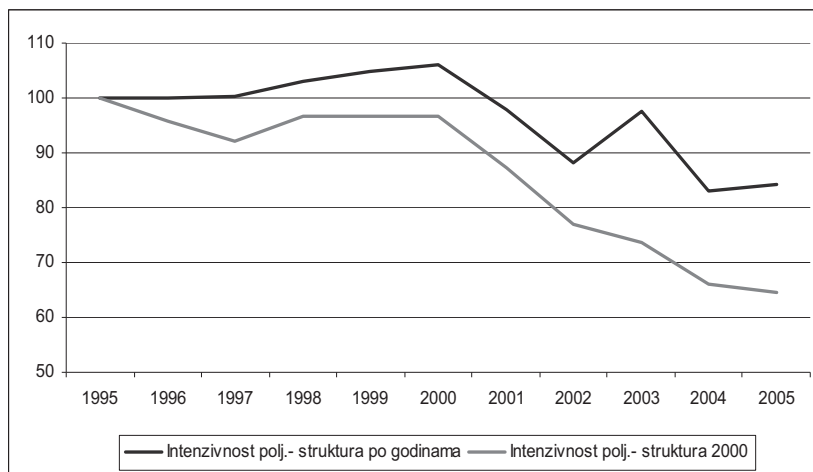
Na grafu 6.34. je prikazana poredbena analiza energetske intenzivnosti s konstantnom i stvarnom strukturom BDP-a za poljoprivredni sektor.

Graf 6.33. Poredbena analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti u industriji s obzirom na potrošnju pojedinih energenata (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007; *Energija u Hrvatskoj*, 2000, 2006; Čavrak, V., Družić, I., Pripuzić, D., (2005))

Graf 6.34. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti poljoprivrede u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100)

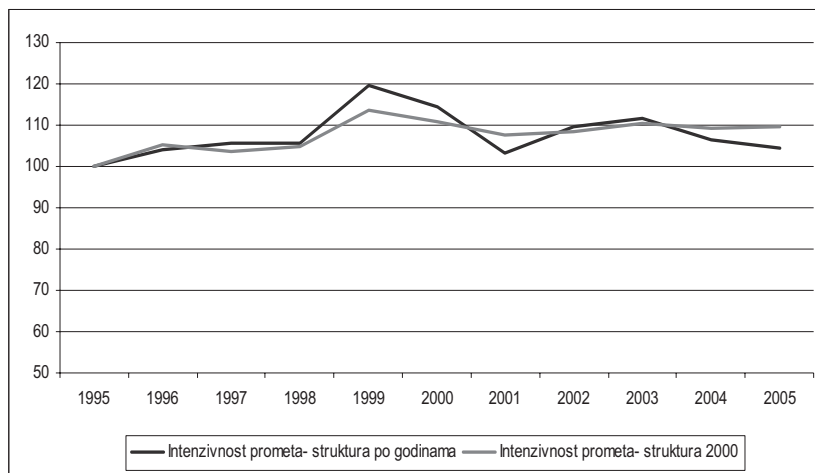


Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007; *Energija u Hrvatskoj*, 2000, 2006; Čavrak, V., Družić, I., Pripuzić, D., (2005))

Za razliku od industrije, poljoprivreda je pokazala suprotan trend. Promjena strukture BDP-a je utjecala na povećanje energetske intenzivnosti za dodanih 20 posto. Navedeno ukazuje da je promjena BDP-a doprinijela većoj potrošnji energije, a time i većoj energetske intenzivnosti.

Graf 6.35. se odnosi na analizu kretanja indeksa energetske intenzivnosti prometa u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a. Godina 1995. prikazana je indeksom 100.

Graf 6.35. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti prometa u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100)



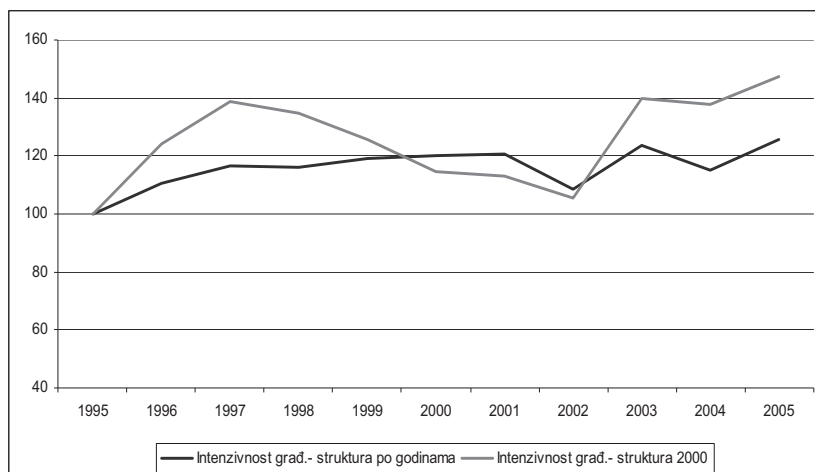
Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007; *Energija u Hrvatskoj*, 2000, 2006; Čavrak, V., Družić, I., Pripužić, D., (2005))

Graf pokazuje da promjena strukture BDP-a nije značajnije utjecala na energetske intenzivnosti prometa. Promet je energetski intenzivniji između pet posto (s promjenama strukture BDP-a) i 10 posto (s konstantnom strukturom BDP-a) u 2005. u odnosu na 1995. godinu.

Zadnja analiza za koju je moguće analizirati kretanje energetske intenzivnosti, s obzirom na postojanje ekonomskih i energetske podataka, je sektor građevinarstva. Na Grafu 6.36. je prikazana analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti sektora građevinarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a.

Efekt promjene strukture na intenzivnost nema kontinuirani trend kretanja tako da je iz analize teško definirati postoji li stvarni utjecaj promjene strukture na energetske intenzivnosti građevinarstva.

Graf 6.36. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti sektora građevinarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100)



Izvor: Izračun autora (izvor podataka: DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007. godine; *Energija u Hrvatskoj*, 2000, 2006; Čavrak, V., Družić, I., Pripuzić, D., (2005))

Analize pokazuju da je i promjena strukture BDP-a utjecala na smanjenje energetske intenzivnosti hrvatskog gospodarstva. Povećanje efikasnosti je najviše izraženo u sektoru industrije gdje je promjena strukture gospodarstva utjecala na smanjenje energetske intenzivnosti između 3 i 4 posto godišnje. U poljoprivredi je promjena strukture dovela do pogoršanja energetske intenzivnosti. Razlog leži u činjenici da je udio poljoprivrede u BDP-u pao s 10 posto 1995. godine na 7,8 posto 2005. godine. Promjena strukture BDP-a i smanjenje udjela poljoprivrede dovelo je do povećanja energetske intenzivnosti. Za promet i građevinarstvo se može zaključiti da promjena strukture nije utjecala na promjenu energetske intenzivnosti u tim sektorima.

6.6. Međusveza proizvodnosti rada i energetske intenzivnosti

U ovom poglavlju je analizirana veza proizvodnosti rada i energetske intenzivnosti. Proizvodnost rada podijeljena s jednim faktorom proizvodnje predstavlja parcijalnu proizvodnost jednog faktora proizvodnje. Ako proizvodnost rada (PR) analiziramo kroz odnos BDP i broj radnika (L) tada dobijemo da je:

$$PR = BDP / L, \quad (6.18.)$$

Proizvodnost rada se može povećati bilo povećanjem BDP-a ili smanjenjem radnika.

Analiza promjene proizvodnosti rada je napravljena za dvije godine, 1995. i 2005, i to za četiri sektora gospodarstva za koje postoje poredbene energetske i ekonomske varijable. BDP je mjereno u stalnim cijenama iz 1997. godine u kunama.

Analize podataka su pokazale sljedeće:

- BDP je u poljoprivredi porastao oko 11 posto 2005. u odnosu na 1995. godinu (s 9,36 milijardi kuna na 10,359 milijarde kuna) dok je istovremeno broj zaposlenih 2005. godine iznosio oko 60 posto broja zaposlenih 1995. godine, 46,1 tisuću 1995, a 26,7 tisuća 2005. godine. Proizvodnost je u poljoprivredi porasla za oko 90 posto i gotovo je u cijelosti rezultat smanjenja broja radnika;
- BDP u industriji se povećao za oko 45 posto u istom vremenskom razdoblju, s 24,6 milijarde kuna na 35,85 milijarde kuna, dok je broj zaposlenih 2005. godine iznosio oko 77 posto broja zaposlenih 1995. godine, 349 tisuća 1995, a 270,6 tisuća 2005. godine. U industriji je proizvodnost porasla za 88 posto i dijelom je rezultat smanjenja broja radnika, ali i povećanja BDP-a u industriji;
- U građevinarstvu je BDP porastao najviše u relativnom smislu, za 67 posto u odnosu na 1995. godinu, s 5,54 milijarde kuna na 9,25 milijarde kuna, a istovremeno je porastao broj zaposlenih, i to za 31 posto, s 59 tisuća na 77,3 tisuće. Proizvodnost građevinarstava je porasla oko 28 posto i rezultat je porasta BDP-a u građevinarstvu;
- Promet je imao rast BDP-a od 60 posto, s 8,1 milijarde kuna na 13,1 milijardu kuna, i smanjenje broja zaposlenih za oko 10 posto, s oko 84 tisuće na 76 tisuća. Proizvodnost je rasla oko 75 posto i većinom je rezultat rasta BDP-a u sektoru prometa, a manjim dijelom zbog smanjenja zaposlenih.

Veza između energetske intenzivnosti i proizvodnosti rada može biti:

- Energetska intenzivnost raste iako proizvodnost rada raste s obzirom da je rast BDP-a analiziranog sektora po zaposlenom manji od rasta potrošnje energije po zaposlenom. Ovaj slučaj je kod sektora građevinarstva;
- Energetska intenzivnost pada iako proizvodnost rada raste s obzirom da je rast BDP-a analiziranog sektora po zaposlenom veći od rasta potrošnje energije po zaposlenom. Ovaj slučaj je kod poljoprivrede i industrije;
- Energetska intenzivnost se ne mijenja iako proizvodnost rada raste s obzirom da je rast BDP-a analiziranog sektora po zaposlenom jednak rastu potrošnje energije po zaposlenom. Ovaj slučaj je kod prometnog sektora.

Iz navedenog se može zaključiti da je za energetska intenzivnost svakako važan odnos BDP-a po zaposlenom i potrošnje energije po zaposlenom, ali da rast proizvodnosti ne mora nužno voditi i smanjenju intenzivnosti i obrnuto.

7. ZAKLJUČAK

Teorijska istraživanja i empirijske analize provedene u knjizi pokazali su nedvojbenu povezanost ekonomskih i energetske varijabli. Postojanost interkonekcije potrošnje energije i stopa rasta BDP-a kroz nekoliko značajnijih povijesnih faza razvoja društva i civilizacije je neupitna. U svakoj fazi gospodarskog razvoja dominirao je jedan ili više energenata koji su direktno ili indirektno doprinijeli rastu gospodarstva. U ekonomskoj teoriji shvaća se važnost energije, posebice u vidu novih tehnologija, ali se smatra daleko manje važnom od glavnih proizvodnih faktora zemlje, rada i kapitala. Razdoblje kada se uloga energije u rastu više analizira, prvenstveno u financijskim krugovima kroz ekonometrijske modele, je prilikom usporevanja stopa rasta nakon naftnih šokova 1970-tih pa sve do današnjih dana.

Oskudnost energetske resursa, a kao najčešći primjer u svjetskoj literaturi se uzima u nafta, ukazuje na realne probleme u budućnosti i njihovu povezanost s razvojem novih tehnologija.

Veza između potražnje za energijom i stope rasta ovisi od regije do regije, odnosno od zemlje do zemlje. Veza primarno determinira razina gospodarskog razvoja. Zemlje su prošle ili prolaze kroz tri faze koje determiniraju odnos stopa rasta i stopa potražnje za energijom. U početnim fazama industrijalizacije stopa rasta potražnje za energijom je veća od stopa rasta BDP-a. U drugoj fazi gospodarskog razvoja i stabilizacije industrijske proizvodnje stope se ujednačavaju te je stopa potražnje za energijom gotovo na istoj razini kao stopa rasta BDP-a. U trećoj fazi, koju karakterizira jači razvoj uslužnog sektora i smanjivanje udjela industrije u strukturi BDP-a, stopa potražnje za energijom se dodano smanjuje i manja je od stope rasta BDP-a. Tako je u razvijenim zemljama veza između potražnje za energijom i stope rasta BDP-a jača, ali s tendencijom slabljenja u zadnjih 20 godina. Stopa rasta BDP-a je viša od stope rasta potražnje za energijom zbog energetske efikasnosti i smanjenja energetske intenzivnosti. U zemljama u razvoju veza potražnje za energijom i stope rasta u prošlosti je bila manje korelirana. Stopa potražnje za energijom ima tendenciju dostizanja stope ekonomske ekspanzije i pojačavanja veze između energetske potražnje i ekonomske aktivnosti. Razina gospodarske razvijenosti i standard življenja u određenoj zemlji ima snažan utjecaj na vezu između gospodarskog rasta i potražnje za energijom. Razvijene zemlje imaju relativno visoku potrošnju energije po stanovniku koja je konstantna ili se mijenja vrlo malo. Stope rasta su vrlo male i rezultat su povećanja zaposlenosti u gospodarstvu ili rasta stanovništva. U zemljama s višim BDP-om po stanovniku sve je šira upotreba novih tehnologija, bilo u kućanstvima ili u transportu. Mijenjanje zastarjele tehnologije novom i modernijom utječe na

povećanje energetske efikasnosti, ali i slabljenje veze između potražnje za energijom i ekonomske aktivnosti u zadnjih 20 godina.

Analiza kretanja energetske intenzivnosti za ukupnu potrošnju energije (TPES), potrošnju tekućih goriva i potrošnju električne energije u knjizi je analizirana temeljem BDP-a koji je računat na bazi vrijednosti USD iz 2000. godine korištenjem pariteta kupovne moći (PPP) i BDP-a u stalnim cijenama korištenjem realnog deviznog tečaja. S obzirom na razlike u BDP-u različita je i dobivena energetska intenzivnost. S obzirom da jedna i druga metoda nisu idealne mjere energetske intenzivnosti, za pretpostaviti je da se stvarna i realna energetska intenzivnost nalazi unutar granica navedenih metoda izračuna BDP-a.

Korištenjem BDP-a pomoću pariteta kupovne moći, Hrvatska troši osam posto manje energije za stvaranje 1000 USD u odnosu na zemlje OECD-a što ukazuje da Hrvatska s manje energije proizvede istu količinu BDP-a. Kada se koristi BDP u stalnim cijenama, energetska intenzivnost se značajno mijenja. U tom slučaju Hrvatska troši gotovo dvostruko više energije za istu količinu BDP-a od zemalja OECD.

Energetska intenzivnost potrošnje nafte pokazuje da Hrvatska troši oko 10 posto manje nafte od zemalja OECD-a za proizvodnju 1000 USD kada se BDP mjeri paritetom kupovne moći. S druge strane kada se BDP računa u stalnim cijenama pomoću realnog deviznog tečaja, Hrvatska troši oko 90 posto više nafte od zemalja OECD-a.

Energetska intenzivnost potrošnje električne energije zemalja OECD-a i Hrvatske pokazuje da Hrvatska treba sedam posto manje električne energije u odnosu na prosjek OECD-a. Kada se BDP računa u stalnim cijenama pomoću realnog deviznog tečaja intenzivnost je veća 95 posto od prosječne intenzivnosti zemalja OECD-a.

Ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj je u razdoblju od 1945. do 2005. godine porasla za gotovo osam puta. Maksimum potrošnje je bio 1987. i 1988. godine. Pad potrošnje počinje 1989. godine, dvije godine prije Domovinskog rata, a nastavlja s ratnim zbivanjima. Prosječna stopa rasta u 61 godini iznosila je oko 3,5 posto godišnje.

Osim velike promjene u ukupnoj potrošnji, došlo je i do značajnih promjena u njejoj strukturi s obzirom na oblik energenta. Promjene u ukupnoj potrošnji energije s obzirom na apsolutni i relativni udio pojedinog energenta događaju se postupno. Kroz povijest potrošnje energije u Hrvatskoj mijenjala se dominacija pojedinih energenata. Udio tekućih goriva je i dalje najznačajniji, još od 70-ih godina 20. stoljeća, i za sada još uvijek nema tendenciju smanjivanja udjela, bez obzira na visoke cijene naftnih derivata. Apsolutni udio vodnih snaga se nije značajnije promijenio još od sredine 60-ih kada je i napravljena glavna hidroenergetska potencijala u Hrvatskoj. Pad potrošnje početkom 90-tih brzo je nadoknađen u poratnim godinama tako da je danas gotovo na prijeratnoj razini, posebice kada je u pitanju električna energija čija je potrošnja 2005. najviša ostvarena do tada. Isti zaključak se može izvesti i za tekuća goriva gdje je visok rat ostvaren zahvaljujući prometnom sektoru.

Strukturne i dinamičke promjene potrošnje energije u Hrvatskoj su vrlo slične s promjenama u razvijenim zemljama kada su i one bile na tom stupnju razvoja uzimajući u obzir tehnološki napredak kako na stani potrošnje energije, tako i na strani njene proizvodnje.

Proizvodnja primarne energije se 2005. godine smanjila za 28 posto u odnosu na 1988. godinu. Potrošnja energije je imala dva trenda. Prvo se smanjivala do 1992. godine da bi zatim nastavila rasti. Potrošnja u 2005. godini bila je gotovo jednaka potrošnji u 1988. godini. Odnos navedenih dviju varijable daje pokazatelj vlastite opskrbljenosti energijom. On se u Hrvatskoj kontinuirao smanjuje. Pred rat je iznosio oko 63 posto, nakon rata je zbog veće stope pada potrošnje od proizvodnje iznosio oko 66 posto da bi se nakon toga nastavio smanjivati i 2005. godine iznosio 48 posto. Trend rasta potrošnje i smanjivanja vlastitih izvora energije upućuju na daljnje smanjivanje vlastite opskrbljenosti energijom i u budućnosti.

Oko 70 posto ukupne utrošene energije potroše finalni potrošači, 20 posto energije se gubi u gubicima transformacije ili gubicima transporta i distribucije, a oko 10 posto se odnosi na ne-energetsku potrošnju energije. Kada su u pitanju gubici, najznačajniji i najzanimljiviji su oni u prijenosu, odnosno distribuciji, električne energije koji su na razini 15-17 posto dok su u zapadnim zemljama takvi gubici oko 7-10 posto (s obzirom da se govori samo o tehničkim gubicima koji nastaju kao posljedica otpora prijenosa struje krajnjim potrošačima). Problem Hrvatske su komercijalni gubici pod kojima se podrazumijevaju krađe struje na niskonaponskim mrežama.

Ukupan udio industrije, prometa i kućanstva je 1995. i 2005. godine iznosio oko 83 posto ukupne potrošnje energije.

U razdoblju od 1995. do 1999. prosječna godišnja stopa rasta cijene motornog benzina BMB iznosila je oko 3,1 posto. U 2000. godini je cijena porasla za oko 43 posto. U razdoblju od 2000. do 2005. godine cijena je rasla prosječno 11 posto godišnje. Istovremeno je cijena dizela prosječno godišnje rasla 1,9 posto. Najveći se rast dogodio 2000. u odnosu na 1999. godinu, oko 31 posto. U razdoblju od 2000. do 2005. godine cijena dizela je rasla prosječno godišnje oko 11 posto. Cijena loživog ulja se u prvom razdoblju gotovo nije primijenila. Već 2000. godine je narasla za 26 posto, a 2005. godine je bila gotovo 100 posto viša u odnosu na 1995. godinu. Cijene ostalih derivata su također stagnirale do 1999. godine da bi tada nastavile rasti po vrlo sličnim stopama.

BDP se u navedenim razdobljima kretao različito navedenim trendovima rasta cijena naftnih derivata što je u suprotnosti s poznatom makroekonomskom teorijom. Navedeno proizlazi iz činjenice da je prosječna stopa rasta cijena naftnih derivata u RH u razdoblju od 1995. do 1999. iznosila prosječno godišnje između dva do tri posto dok istodobno realni BDP prosječno raste po stopi od 3,5 posto godišnje. S druge strane prosječna stopa rasta cijena naftnih derivata u RH u razdoblju od 2000. do 2005. iznosi oko visokih 11 posto godišnje dok istodobno realni BDP prosječno raste po stopi od 4,7 posto godišnje.

Navedeno kretanje cijena naftnih derivata i realnih stopa BDP-a ukazuje na specifičnost tranzicijskog procesa u Republici Hrvatskoj i nepostojanja

ograničenja rasta BDP-a uvjetovanog rastom cijena energije. Jedan od razloga leži u činjenici da udio troškova za energiju u odnosu na ukupne prihode hrvatskog gospodarstva iznosi oko 2,3 posto. Međutim da bi se navedena hipoteza potvrdila ili odbacila, provedeno je ekonometrijsko modeliranje međusveze potrošnje energije, ukupne potrošnje primarne energije i ukupne potrošnje tekućih goriva, i BDP-a u hrvatskom gospodarstvu u razdoblju od 1953. do 2005.

Ekonometrijsko testiranje je provedeno pomoću Grangerovog testa kauzalnosti, i to za ispitivanje odnosa u tri slučaja: BDP vs ukupna potrošnja energije, BDP vs potrošnja tekućih goriva i BDP vs potrošnja tekućih goriva vs realne cijene nafte na svjetskom tržištu.

Cilj ekonometrijskog testiranja bio je utvrditi zavisne i nezavisne varijable u modelu te signifikantnost pojedinih varijabli.

Dobiveni rezultati u potpunosti potvrđuju tezu da u tranzicijskim uvjetima hrvatskog gospodarstva rast cijena energenata nije ograničavajući faktor rasta BDP-a. Dokazano je da rast realnih cijena nafte od 1 posto utječe na smanjenje potrošnje tekućih goriva za 0,15 posto. Također je dokazano da bruto domaći proizvod ne uzrokuje ukupnu potrošnju tekućih goriva, odnosno da je BDP nezavisna varijabla modela i da promjena ukupne potrošnje tekućih goriva zbog rasta realnih cijena nafte nema utjecaja na kretanje BDP-a.

S obzirom na provedene ekonometrijske analize i dobivene rezultate, može se zaključiti da BDP i potrošnja energije nisu u direktnoj vezi s obzirom da rast BDP-a utječe na rast potrošnje tekućih goriva i ukupne potrošnje primarne energije, a ne da rast potrošnje tekućih derivata i ukupne potrošnje primarne energije utječe na rast BDP-a, realne cijene nafte utječu negativno na ukupnu potrošnju tekućih goriva i da realne cijene nafte ne utječu negativno na kretanje BDP-a.

Navedene rezultate treba uzeti s ograničenjem s obzirom da su vremenske serije BDP-a procijenjene; da ne postoje cijene naftnih derivata za razdoblje od barem 30 godina za RH na osnovu kojih bi se mogli izračunati kvalitetniji pokazatelji; da su cijene energije u RH, a i u bivšoj državi administrativno uređivane i da nije bilo tržišnog mehanizma sve do 2000. godine kada je uvedena cjenovna formula za naftne derivate; da Hrvatska ima određene rezerve nafte koje danas iznose oko 20 posto ukupne potrošnje u RH dok je u prošlosti udio bio daleko veći; da je razdoblje tržišnog određivanja cijena od 2000. do 2005. godine prekratko da bi odražavalo stvarno stanje i da treba proći još vremena da bi se dobila kvalitetnija vremenska serija; da i danas, kada se cijene formalno određuju tržišno, Vlada RH i dalje preko određivanja cjenovne formule za kretanje naftnih derivata u RH ima mogućnost utjecanja na cijene kao i da se većina drugih cijena energenata, električne i toplinske energije i prirodnog plina, određuju administrativno bez obzira na postojeća zakonska rješenja.

Energetska intenzivnost je analizirana kroz energetska intenzivnost ukupno utrošene primarne energije (prije transformacije primarnog oblika energije u sekundarni), intenzivnosti finalno utrošene primarne energije (energija potrošena kod krajnjih potrošača), energetske intenzivnosti potrošnje električne

energije (finalna potrošnja električne energije kod krajnjih potrošača) i energetske intenzivnosti finalne i primarne potrošnje tekućih derivata. BDP i njegova struktura su mjereni u stalnim cijenama iz 1997. godine u kunama, a potrošnja energije u PJ.

Analize su pokazale da se u Hrvatskoj u razdoblju od 1995. do 2005. godine energetska intenzivnost ukupno utrošene primarne energije smanjila za oko 12 posto. Istovremeno je indeks energetske efikasnosti u zemljama EU 25 smanjen za oko osam posto u istom vremenskom razdoblju.

Provedena je i analiza intenzivnosti finalno utrošene primarne energije. Ona ukazuje na sporiji pad intenzivnosti koji se smanjio gotovo dvostruko manje, za oko šest posto. Razlog dvostruko sporijem padu energetske intenzivnosti finalno utrošene energije je efikasnija upotreba primarne energije u postrojenjima za energetska transformaciju, odnosno poboljšanje efikasnosti u proizvodnji toplinske i električne energije i zamjena termoelektrana s nižom efikasnošću onima s višom. Primjer je izgradnja elektrana u Zagrebu koje efikasnije proizvode električnu i toplinsku energiju, a kao pogonsko gorivo koriste prirodni plin.

U razdoblju od 1995. do 2005. godine energetska intenzivnost potrošnje električne energije poboljšala se za oko dva posto što je znatno manje u odnosu na povećanje energetske efikasnosti ukupne potrošnje primarne, ali i finalne energije. Razlog je što je potrošnja električne energije rasla prosječno po stopi od 3,8 posto, a BDP po stopi od 4,05 posto. Najbrže je rasla potrošnja električne energije kod opće potrošnje, kućanstva i usluge, po prosječnoj godišnjoj stopi od 4,5 posto. Rast u industriji je bio oko dva posto, gotovo upola manji od prosječne stope rasta.

Sektorska energetska intenzivnost finalne potrošnje energije je analizirana za poljoprivredu, industriju, građevinarstvo i promet, a s obzirom na strukturu bruto dodane vrijednosti prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti (NKD) iz 2002. godine. Za navedene sektore bilo je moguće usporediti podatke o BDV-u (bruto dodanoj vrijednosti) i potrošnji energije. Najznačajniji sektor je industrija. Njena bruto dodana vrijednost se povećala oko 56 posto, odnosno prosječna stopa rasta godišnje je iznosila oko 4,5 posto. Istovremeno je potrošnja energije u analiziranom razdoblju ukupno porasla oko 14 posto, odnosno gotovo 1,5 posto godišnje. Drugi značajni sektor po potrošnji energije i za energetska intenzivnost je promet. Njegova se vrijednost povećala za 55 posto. Prosječna godišnja stopa rasta je iznosila također oko 4,5 posto. Porast potrošnje energije je u istom razdoblju iznosio oko 63 posto, odnosno oko pet posto godišnje. Najveći rast bruto dodane vrijednosti imao je sektor građevinarstva. Ostvario je rast preko 70 posto. Rast potrošnje energije je istovremeno iznosio oko 120 posto, odnosno oko osam posto godišnje. Najmanji rast je ostvaren u sektoru poljoprivrede. Rastao je po prosječnoj godišnjoj stopi od samo jedan posto. Potrošnja energije u poljoprivredi je nakon 11 godina smanjena za četiri posto, odnosno manje od 0,5 posto godišnje.

Analiza sektorske energetske intenzivnosti finalne potrošnje energije pokazala je da su dva sektora ostvarila smanjenje energetske intenzivnosti, industrija i poljoprivreda, dok su dva sektora imala povećanje energetske inten-

zivnosti, promet i građevinarstvo. Energetska intenzivnost u industriji se smanjila za čak 27 posto. Energetska intenzivnost u poljoprivredi je smanjena za preko 15 posto. S druge strane sektor građevinarstva je trebao 25 posto više energije 2005. godine u odnosu na 1995. da bi se proizvelo 1000 kuna bruto dodane vrijednosti. Sektor pometa je imao snažan rast energetske intenzivnosti do 1999. godine, oko 20 posto, da bi zatim nastavila padati i 2005. godine je bila 5 posto viša u odnosu na 1995. godinu.

Energetska intenzivnost gospodarstva se ne mijenja samo zbog promjene potrošnje energije.

Analiza je pokazala da je smanjenje jediničnog utroška energije rezultat i promjene strukture BDP-a. Tako je energetska intenzivnost industrijskog sektora prosječno godišnje dodatno smanjena za tri do četiri posto zbog promjene strukture BDP-a.

Analizirajući smanjenje jediničnog utroška energije kao posljedice promjene strukture BDP-a, analizirana je i veza energetske intenzivnosti i proizvodnosti rada u industriji, poljoprivredi, prometu i građevinarstvu. S obzirom na provedenu empirijsku analizu, došlo se do tri moguća slučaja. Prvi je da energetska intenzivnost raste iako proizvodnost rada raste, s obzirom da je rast BDP-a analiziranog sektora po zaposlenom manji od rasta potrošnje energije po zaposlenom. Ovaj slučaj je kod sektora građevinarstva gdje je proizvodnost porasla oko 28 posto i rezultat je porasta BDP-a u građevinarstvu. Drugi je da energetska intenzivnost pada iako proizvodnost rada raste, s obzirom da je rast BDP-a analiziranog sektora po zaposlenom veći od rasta potrošnje energije po zaposlenom. Navedeno se odnosi na poljoprivredu i industriju. Proizvodnost je u poljoprivredi porasla za oko 90 posto i primarno je rezultat smanjenja broja radnika. U industriji je proizvodnost porasla za 88 posto i dijelom je rezultat smanjenja broja radnika, ali i povećanja BDP-a u industriji. I treće je da se energetska intenzivnost ne mijenja iako proizvodnost rada raste, s obzirom da je rast BDP-a analiziranog sektora po zaposlenom jednak rastu potrošnje energije po zaposlenom. Ovo se dogodilo kod prometnog sektora. Proizvodnost je rasla oko 75 posto i većinom je rezultat rasta BDP-a, a manjim dijelom smanjenja zaposlenih.

Sva provedena istraživanja i empirijske analize ukazuju na kompleksnost odnosa između ekonomskih i energetskih varijabli i ova je knjiga samo mali pokušaj rasvjetljavanja istih.

8. PRILOZI

Tablica 8.1. Test jediničnog korijena bez diferencije za logaritam ukupne potrošnje primarne energije

Null Hypothesis: LGUKUPNA_POTROSNJA has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)		
		t-Statistic Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.769518 0.7051
Test critical values:	1% level	-4.144584
	5% level	-3.498692
	10% level	-3.178578

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LGUKUPNA_POTROSNJA)

Method: Least Squares

Date: 06/03/08 Time: 20:24

Sample (adjusted): 1954 2005

Included observations: 52 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LGUKUPNA_POTROSNJA(-1)	-0.067323	0.038046	-1.769518	0.0830
C	0.307992	0.136671	2.253532	0.0287
@TREND(1953)	0.000250	0.001125	0.222311	0.8250
R-squared	0.165754	Mean dependent var		0.029281
Adjusted R-squared	0.131703	S.D. dependent var		0.066221
S.E. of regression	0.061706	Akaike info criterion		-2.676909
Sum squared resid	0.186574	Schwarz criterion		-2.564337
Log likelihood	72.59964	F-statistic		4.867827
Durbin-Watson stat	1.974513	Prob(F-statistic)		0.011795

Tablica 8.2. Test jediničnog korijena s diferencijom

Null Hypothesis: D(LGUKUPNA_POTROSNJA) has a unit root			
Exogenous: Constant, Linear Trend			
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.874882	0.0000
Test critical values:	1% level	-4.148465	
	5% level	-3.500495	
	10% level	-3.179617	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LGUKUPNA_POTROSNJA,2)

Method: Least Squares

Date: 06/03/08 Time: 20:26

Sample (adjusted): 1955 2005

Included observations: 51 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LGUKUPNA_POTROSNJA(-1))	-0.992413	0.144353	-6.874882	0.0000
C	0.067548	0.021346	3.164384	0.0027
@TREND(1953)	-0.001453	0.000648	-2.242220	0.0296
R-squared	0.496142	Mean dependent var		-0.001333
Adjusted R-squared	0.475147	S.D. dependent var		0.088761
S.E. of regression	0.064305	Akaike info criterion		-2.593344
Sum squared resid	0.198485	Schwarz criterion		-2.479707
Log likelihood	69.13027	F-statistic		23.63242
Durbin-Watson stat	1.997785	Prob(F-statistic)		0.000000

Tablica 8.3. Test jediničnog korijena s diferencijom za logaritam bruto domaćeg proizvoda

Null Hypothesis: LGBDPDIF has a unit root			
Exogenous: Constant, Linear Trend			
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.360299	0.0056
Test critical values:	1% level	-4.148465	
	5% level	-3.500495	
	10% level	-3.179617	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LGBDPDIF)
 Method: Least Squares
 Date: 06/03/08 Time: 21:49
 Sample (adjusted): 1955 2005
 Included observations: 51 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LGBDPDIF(-1)	-0.575132	0.131902	-4.360299	0.0001
C	0.041839	0.019303	2.167460	0.0352
@TREND(1953)	-0.000900	0.000577	-1.560870	0.1251
R-squared	0.284255	Mean dependent var		-0.000661
Adjusted R-squared	0.254432	S.D. dependent var		0.064169
S.E. of regression	0.055408	Akaike info criterion		-2.891179
Sum squared resid	0.147360	Schwarz criterion		-2.777542
Log likelihood	76.72506	F-statistic		9.531482
Durbin-Watson stat	2.169057	Prob(F-statistic)		0.000327

Tablica 8.4. Određivanje optimalne duljine pomaka (k) varijabli u modelu

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: LGBDPDIF LGUKUPNA_POTROSNJADIF						
Exogenous variables: C						
Date: 06/03/08 Time: 20:30						
Sample: 1953 2005						
Included observations: 40						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	120.5411	NA	9.14e-06	-5.927056	-5.842612	-5.896524
1	139.4223	34.93015	4.35e-06*	-6.671114*	-6.417782*	-6.579518*
2	141.4508	3.549960	4.81e-06	-6.572542	-6.150322	-6.419880
3	144.9780	5.819746	4.94e-06	-6.548898	-5.957790	-6.335172
4	146.1853	1.871442	5.73e-06	-6.409267	-5.649271	-6.134476
5	149.2256	4.408422	6.10e-06	-6.361281	-5.432398	-6.025426
6	150.0124	1.062096	7.30e-06	-6.200618	-5.102847	-5.803699
7	152.7641	3.439689	7.99e-06	-6.138206	-4.871546	-5.680222
8	154.2933	1.758541	9.40e-06	-6.014664	-4.579117	-5.495615
9	163.7722	9.952883*	7.52e-06	-6.288611	-4.684175	-5.708498
10	164.9110	1.081803	9.27e-06	-6.145548	-4.372225	-5.504370
11	167.9661	2.596904	1.06e-05	-6.098307	-4.156096	-5.396065
12	174.1141	4.610946	1.07e-05	-6.205703	-4.094604	-5.442396

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

Prilozi

FPE: Final prediction error
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Tablica 8.5. Rezultati procjene VAR modela (prve diferencije varijabli)

Vector Autoregression Estimates		
Date: 06/03/08 Time: 20:40		
Sample (adjusted): 1955 2005		
Included observations: 51 after adjustments		
Standard errors in () & t-statistics in []		
	LGUKUPNA_ POTROSNJADIF	LGBDPDIF
LGUKUPNA_POTROSNJADIF(-1)	-0.166440 (0.15843) [-1.05054]	0.369714 (0.13598) [2.71890]
LGBDPDIF(-1)	0.509019 (0.16272) [3.12812]	0.293083 (0.13966) [2.09851]
C	0.017403 (0.00978) [1.77896]	0.010667 (0.00840) [1.27050]
R-squared	0.180241	0.359194
Sum sq. resids	0.182143	0.134175
S.E. equation	0.061601	0.052871
F-statistic	5.276889	13.45283
Log likelihood	71.32123	79.11520
Akaike AIC	-2.679264	-2.984910
Schwarz SC	-2.565627	-2.871273
Mean dependent	0.028541	0.030988
S.D. dependent	0.066662	0.064712
Determinant resid covariance (dof adj.)		7.39E-06
Determinant resid covariance		6.55E-06
Log likelihood		159.6511
Akaike information criterion		-6.025535
Schwarz criterion		-5.798261

Tablica 8.6. Test jediničnog korijena bez diferencije za ukupnu potrošnju tekućih goriva

Null Hypothesis: LGTEKUCA_GORIVA has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)		
		t-Statistic Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.039630 0.0337
Test critical values:	1% level	-4.148465
	5% level	-3.500495
	10% level	-3.179617

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LGTEKUCA_GORIVA)
 Method: Least Squares
 Date: 06/03/08 Time: 21:45
 Sample (adjusted): 1955 2005
 Included observations: 51 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LGTEKUCA_GORIVA(-1))	-0.857674	0.142008	-6.039630	0.0000
C	0.140869	0.037111	3.795888	0.0004
@TREND(1953)	-0.003349	0.001090	-3.072439	0.0035
R-squared	0.431843	Mean dependent var		-0.000439
Adjusted R-squared	0.408170	S.D. dependent var		0.129216
S.E. of regression	0.099406	Akaike info criterion		-1.722179
Sum squared resid	0.474318	Schwarz criterion		-1.608542
Log likelihood	46.91557	F-statistic		18.24183
Durbin-Watson stat	2.038645	Prob(F-statistic)		0.000001

Tablica 8.7. Određivanje optimalne duljine pomaka (k) varijabli u modelu

VAR Lag Order Selection Criteria	
Endogenous variables: LGBDPDIF LGTEKUCA_GORIVA	
Exogenous variables: C	
Date: 06/03/08 Time: 19:23	
Sample: 1953 2005	
Included observations: 40	

Prilozi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	51.79919	NA	0.000284	-2.489960	-2.405516	-2.459427
1	124.5453	134.5803*	9.03e-06*	-5.927264	-5.673932*	-5.835668*
2	128.8357	7.508233	9.14e-06	-5.941785*	-5.519565	-5.789124
3	130.3059	2.425824	1.03e-05	-5.815295	-5.224187	-5.601569
4	131.8931	2.460186	1.17e-05	-5.694656	-4.934660	-5.419866
5	133.4046	2.191588	1.34e-05	-5.570228	-4.641344	-5.234373
6	134.2943	1.201083	1.60e-05	-5.414713	-4.316941	-5.017793
7	135.3026	1.260410	1.91e-05	-5.265129	-3.998469	-4.807145
8	142.4826	8.257006	1.70e-05	-5.424129	-3.988582	-4.905081
9	148.8923	6.730253	1.58e-05	-5.544617	-3.940182	-4.964504
10	152.1648	3.108848	1.75e-05	-5.508241	-3.734918	-4.867063
11	152.8989	0.623969	2.25e-05	-5.344945	-3.402734	-4.642703
12	155.8192	2.190253	2.66e-05	-5.290962	-3.179863	-4.527655

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Tablica 8.8. Rezultati procjene VAR modela (prve diferencije varijabli)

Vector Autoregression Estimates

Date: 06/03/08 Time: 19:36

Sample (adjusted): 1955 2005

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

	LGTEKUCA_GORIVA	LGBDPDIF
LGTEKUCA_GORIVA(-1)	0.949636 (0.01467) [64.7526]	-0.015707 (0.00889) [-1.76597]
LGBDPDIF(-1)	0.612609 (0.21107) [2.90244]	0.428580 (0.12800) [3.34820]
C	0.200801 (0.05131) [3.91321]	0.067723 (0.03112) [2.17621]
R-squared	0.659775	0.305620
Sum sq. resids	0.395313	0.145393
S.E. equation	0.090751	0.055037
F-statistic	2323.301	10.56321
Log likelihood	51.56165	77.06774

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Akaike AIC	-1.904378	-2.904617
Schwarz SC	-1.790741	-2.790980
Mean dependent	3.261293	0.030988
S.D. dependent	0.879356	0.064712
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.35E-05
Determinant resid covariance		2.09E-05
Log likelihood		130.1057
Akaike information criterion		-4.866889
Schwarz criterion		-4.639615

Tablica 8.9. Test jediničnog korijena bez diferencije za logaritmirane realne cijene nafte

Null Hypothesis: LGREALNE_CIJENE_NAFTE has a unit root			
Exogenous: Constant, Linear Trend			
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.676912	0.7474
Test critical values:	1% level	-4.144584	
	5% level	-3.498692	
	10% level	-3.178578	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LGREALNE_CIJENE_NAFTE)
 Method: Least Squares
 Date: 06/03/08 Time: 20:50
 Sample (adjusted): 1954 2005
 Included observations: 52 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LGREALNE_CIJENE_NAFTE(-1)	-0.110665	0.065994	-1.676912	0.0999
C	0.289823	0.184690	1.569240	0.1230
@TREND(1953)	0.003246	0.002777	1.168866	0.2481
R-squared	0.056377	Mean dependent var		0.025926
Adjusted R-squared	0.017862	S.D. dependent var		0.258245
S.E. of regression	0.255929	Akaike info criterion		0.168125
Sum squared resid	3.209475	Schwarz criterion		0.280697
Log likelihood	-1.371256	F-statistic		1.463758
Durbin-Watson stat	1.837842	Prob(F-statistic)		0.241304

Tablica 8.10. Test jediničnog korijena s diferencijom za logaritmirane realne cijene nafte

Null Hypothesis: D(LGREALNE_CIJENE_NAFTE) has a unit root			
Exogenous: Constant, Linear Trend			
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)			
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.705851	0.0124
Test critical values:	1% level	-4.148465	
	5% level	-3.500495	
	10% level	-3.179617	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LGREALNE_CIJENE_NAFTE,2)

Method: Least Squares

Date: 06/03/08 Time: 20:53

Sample (adjusted): 1955 2005

Included observations: 51 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LGREALNE_CIJENE_NAFTE(-1))	-0.979489	0.146065	-6.705851	0.0000
C	0.005158	0.077803	0.066290	0.9474
@TREND(1953)	0.000776	0.002529	0.306926	0.7602
R-squared	0.484030	Mean dependent var		0.006381
Adjusted R-squared	0.462532	S.D. dependent var		0.362611
S.E. of regression	0.265838	Akaike info criterion		0.245164
Sum squared resid	3.392154	Schwarz criterion		0.358800
Log likelihood	-3.251674	F-statistic		22.51437
Durbin-Watson stat	1.977760	Prob(F-statistic)		0.000000

Tablica 8.11. Određivanje optimalne duljine pomaka (k) varijabli u modelu

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: LGBDPDIF LGTEKUCA_GORIVA LGREALNE_CIJENE_NAFTE						
Exogenous variables: C						
Date: 06/03/08 Time: 20:57						
Sample: 1953 2005						
Included observations: 40						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	46.46009	NA	2.28e-05	-2.173005	-2.046339	-2.127206
1	123.4664	138.6113	7.64e-07	-5.573318	-5.066654	-5.390124
2	129.2889	9.607275	9.03e-07	-5.414447	-4.527786	-5.093858
3	133.1629	5.810894	1.19e-06	-5.158144	-3.891484	-4.700160
4	354.6492	17.46773*	6.75e-08*	-12.18246*	-7.495820*	-10.48792*
5	152.7472	14.91346	1.23e-06	-5.237360	-3.210705	-4.504585
6	157.9155	5.426751	1.66e-06	-5.045777	-2.639123	-4.175607
7	170.8587	11.64887	1.60e-06	-5.242936	-2.456285	-4.235371
8	183.9589	9.825109	1.65e-06	-5.447943	-2.281294	-4.302983
9	215.7438	19.07095	7.55e-07	-6.587189	-3.040542	-5.304833
10	225.0860	4.203990	1.28e-06	-6.604299	-2.677654	-5.184548
11	238.1977	3.933516	2.53e-06	-6.809885	-2.503242	-5.252739
12	140.3193	9.661198	1.36e-06	-5.065966	-3.419308	-4.470587

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Tablica 8.12. Rezultati procjene VAR modela

Vector Autoregression Estimates			
Date: 06/03/08 Time: 21:06			
Sample (adjusted): 1958 2005			
Included observations: 48 after adjustments			
Standard errors in () & t-statistics in []			
	LGTEKUCA_ GORIVA	LGBDPDIF	LGREALNE_ CIJENE_NAFTE
LGTEKUCA_GORIVA(-1)	0.801053 (0.17665)	-0.023983 (0.11095)	-0.359626 (0.63063)

Prilozi

	[4.53475]	[-0.21616]	[-0.57027]
LGTEKUCA_GORIVA(-2)	0.256357 (0.22488) [1.13999]	0.024641 (0.14124) [0.17446]	0.416663 (0.80280) [0.51901]
LGTEKUCA_GORIVA(-3)	-0.150516 (0.19730) [-0.76287]	-0.044370 (0.12392) [-0.35805]	-0.125873 (0.70436) [-0.17871]
LGTEKUCA_GORIVA(-4)	0.068217 (0.15071) [0.45263]	0.036790 (0.09466) [0.38865]	0.226264 (0.53803) [0.42054]
LGBDPDIF(-1)	0.842288 (0.27879) [3.02127]	0.558943 (0.17510) [3.19207]	0.771277 (0.99526) [0.77495]
LGBDPDIF(-2)	0.061694 (0.27860) [0.22144]	0.219211 (0.17499) [1.25273]	0.525786 (0.99459) [0.52864]
LGBDPDIF(-3)	-0.306151 (0.24769) [-1.23601]	-0.169638 (0.15557) [-1.09040]	0.528157 (0.88425) [0.59729]
LGBDPDIF(-4)	0.078753 (0.22149) [0.35556]	-0.080706 (0.13912) [-0.58013]	0.114246 (0.79071) [0.14448]
LGREALNE_CIJENE_NAFTE(-1)	-0.158717 (0.04800) [-3.30630]	-0.019407 (0.03015) [-0.64365]	0.812919 (0.17137) [4.74353]
LGREALNE_CIJENE_NAFTE(-2)	0.097050 (0.06594) [1.47177]	0.012619 (0.04142) [0.30468]	-0.086461 (0.23541) [-0.36728]
LGREALNE_CIJENE_NAFTE(-3)	0.078528 (0.06817) [1.15193]	0.021205 (0.04282) [0.49525]	0.154821 (0.24337) [0.63616]
LGREALNE_CIJENE_NAFTE(-4)	-0.089985 (0.04875) [-1.84573]	-0.030961 (0.03062) [-1.01108]	-0.120900 (0.17405) [-0.69464]
C	0.359014 (0.11146) [3.22097]	0.090314 (0.07001) [1.29004]	0.259673 (0.39791) [0.65259]
R-squared	0.561161	0.517592	0.865078
Sum sq. resids	0.211976	0.083624	2.701543
S.E. equation	0.077823	0.048880	0.277825
F-statistic	327.0697	3.129390	18.70076
Log likelihood	62.03061	84.35387	0.948020
Akaike AIC	-2.042942	-2.973078	0.502166

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Schwarz SC	-1.536158	-2.466294	1.008949
Mean dependent	3.394825	0.027515	3.231981
S.D. dependent	0.714329	0.060731	0.652703
<hr/>			
Determinant resid covariance (dof adj.)		9.21E-07	
Determinant resid covariance		3.57E-07	
Log likelihood		151.9633	
Akaike information criterion		-4.706804	
Schwarz criterion		-3.186453	

9. LITERATURA

1. Aghion, P., Howitt, P., (1998), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MA: MIT Press
2. Aguiar-Conraria, L., Wen, Y., (2006), Understanding the Large Negative Impact of Oil Shocks, Federal Reserve Bank of St. Louis, Research Division, *Working Paper* No. 2005-042B
3. Akaike, H., (1969), Fitting autoregressive models for prediction. *Ann. Inst. Stat. Math.* 21, 243-247.
4. Albouy, Y. et al., (1975), An integrated planning method for power systems – Parts I, II, III, presented at *9th Power Industry Computer Applications Conf. (PICA)*, New Orleans
5. Ang, B.W., (2005), The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide, *Energy Policy*, vol. 33
6. Apostolakis, B. E., (1990), Energy-capital substitutability/complementarity: the dichotomy, *Energy Economics* 12: 48-58
7. Arrow, K. J., (1962), The economic implication of learning by doing, *Review of Economic Studies* 29, p. 155-173
8. Asif, T., Muneer, T., (2006), Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economic, article in press, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2006
9. Averch, H., Johnson, L., (1962), Behavior of the Firm under Regulatory Constraint, *American Economic Review*, december, p. 1052-1069
10. Bacon, R.W., (1991), Rockets and Feathers: The Asymmetric Speed of Adjustment of UK Retail Gasoline Prices to Cost Changes, *Energy Economics*, July
11. Barksy, R., Killian, L., (2002), Do We Really Know that Oil Caused the Great Stagflation? A Monetary Alternative, in: Ben S. Bernanke and Kenneth Rogoff (eds.) *NBER Macroeconomics Annual 2001*, Cambridge, MA (MIT Press)
12. Barksy, R., Killian, L., (2004), Oil and the Macroeconomy Since the 1970s, *Journal of Economic Perspectives* 18:4, pp. 115-134
13. Bauer, N., Edenhofer, O., (2006), Linking energy system and macroeconomic growth models -Is the supply curve enough?, *3rd International Workshop on: Integrated climate models:an interdisciplinary assessment of climate impacts and policies*, 12-13 January, ICTP, Trieste, Italy
14. Baumol, W. et al. (1989), *Productivity and American Leadership* (Chapter 3, Table 3.2), by: Cambridge, MA, MIT Press
15. Bernanke, B.S., Gertler, M., Watson, W.M., (2004), Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy, A Reply, *Journal of Money, Credit and Banking*, 36:2, pp. 287-292
16. Bernardini, O., Galli, R., (1993), Dematerialization: Long-term trends in the intensity of use of materials and energy, *Futures*, May, p. 431-448
17. Berndt, E., R., Kolstad, C., Lee, J.K., (1993), Measuring the energy efficiency and productivity impacts of embodied technical change, *Energy Journal* 14: 33-55

18. Berndt, E., (1990), Energy use, technical progress and productivity growth: A survey of economic issues, *J. Productivity Anal.* 2, p. 67-83
19. Binswanger, M., (2001), Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect?, *Ecological Economics* 36: 119-132
20. Bjørnland, H. C., (1996), Sources of Business Cycles in Energy Producing Economies – The case of Norway and United Kingdom, *Statistics Norway Research Department Discussion Paper*, No. 179
21. Blanchard, O., (2003), *Macroeconomics*, International third edition, Prentice Hall, Pearson Education International, p. 209
22. Blanchard, O., (2008), TechTalk Serving the MIT Community, Volume 52, Number 13, Wednesday, January 16, p. 6. (interview)
23. Bohi, D. R., Zimmerman, M. B., (1984), An Update on Econometric Studies of Energy Demand Behaviour, *Annual Review of Energy*, vol. 9, pp.105-54
24. Bosello, F., Carraro, C., Kemfert C., (1988), Advances of climate modelling for policy analysis. Venezia: *Fondazione Eni Enrico Mattei*
25. Bosseboeuf, D., Lapillone, B., Eichhammer, W., (2005), Measuring Energy Efficiency Progress in the EU: The Energy Efficiency Indeks ODEX, *European Council for an Energy Efficient Economy*, EU, Brussels
26. Boyd, G. A., Roop, J. M., (2004), A Note on the Fisher Ideal Indeks Decomposition for Structural Change in Energy Intensity, *Energy Journal*, vol. 25, no. 1
27. Brendt, E., (1980), Energy Price Increases and Productivity Slowdown in United States Manufacturing, in Federal Reserve Bank of Boston, the Decline in Productivity Growth, *Federal Reserve Bank of Boston Conference Series 1980*, Boston, USA
28. Brookes, L., (1990), Energy efficiency and economic fallacies, *Energy Policy*, March, pp.783-785
29. Brown, S. P. A., Yücel, M. K., Thompson, J., (2003), Business Cycles: The Role of Energy Prices, *Federal Reserve Bank of Dallas Research Department Working Paper 0304*
30. Brown, S. P. A., Yucel, M. K., (2002), Energy prices and Aggregate Economic Activity: An Interpretative Study, *Quarterly Review of Economics and Finance*, 42, 193-208
31. Cheng, B. S., (1995), An investigation of cointegration and causality between energy consumption and economic growth. *J. Energy Dev.* 21, 73–84
32. Cheng, B. S., (1996), An Investigation of Cointegration and Causality between Energy Consumption and Economic Growth, *Journal of Energy and Development*, vol. 21, pp. 73-84
33. Cheng, B. S., Lai T. W., (1997), An investigation of co-integration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan Province of China, *Energy Economics*, 19, pp. 435-444
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: 890-897
35. Cluver, F. H., Cooper, C. J., Kotze, D. J., (2004), The Role of Energy in Economic Growth, Institute for Energy Studies, Rand Africans University, Johannesburg, South Africa (internetski članak)
36. Collin C., Laherre, J., (1998), The End of Cheap Oil, *Scientific America*, March
37. Cook, E., (1976), *Man, Energy, Society*, Freeman, San Francisco
38. Cornillie, J., Fankhauser, S., (2002), The energy intensity of transition countries, *EBRD, Working paper No. 72*.
39. Cremer, H., et al, (1997), Service quality competition, and regulatory policies in the postal sector, *Journal of Regulatory Economics*, vol.11, n°1.

40. Cremer, H., Marchand, M., Thisse, J. F., (1991), Mixed oligopoly with differentiated products, *International Journal of Industrial Organization*, 9, 43–53
41. Cuñado, J. Pérez de Gracia, F., (2000), Do oil price shocks matter? Evidence for some European countries, *Working Papers on International Economics and Finance* 01-02, FEDEA
42. Čavrak, V., Družić, I., Pripužić, D., (2005), Macroeconomic impact of GDP composition changes in the Croatian economy, *STUDIA OECONOMICA*, No. 50, Issue 2, Universitatis Babeş-Bolyai
43. Dahl, C., (1995), Demand for transportation fuels: a survey of demand elasticities and their components, *Journal of Energy Literature*, Vol.1, No.2, 3-27
44. Dahl, C., Sterner, T., (1991), Analyzing Gasoline Demand Elasticities: A Survey, *Energy Economics* 3 (13): 203-210
45. Dahl, C., (1994), A Survey of Energy Demand Elasticities for the Developing World, *Journal of Energy and Development*, vol. 18, pp.1-48
46. Dasgupta, P. S., Heal, M. G., (1979), *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Oxford: Cambridge University Press
47. Denison, E., (1985), *Trends in American Economic Growth, 1929–1982*. Brookings Institution, Washington, DC.
48. Dickey, D. A., Fuller, W. A., (1979), Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unitroot, *J. Am. Stat. Assoc.* 74, 427-431
49. Dickey, D. A., Fuller, W. A., (1981), The likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unitroot, *Econometrica* 49, 1057-1072
50. Družić, I., Tica, J., (2002), Dinamika i kontroverze gospodarskog razvitka Hrvatske, Zbornik radova (urednik: I. Družić), znanstveni skup: *Stabilizacija – participacija – razvoj, povodom 80. obljetnice rođenja akademika Jakova Sirotkovića*, Zagreb
51. Dzioubinski, O., Chipman, R., (1999), *Trends in Consumption and Production: Household Energy Consumption*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, *DESA Discussion Paper Series*, April
52. DZS, Priopćenje br. 12.1.1/4, 30. ožujak 2007
53. DZS, Statistički ljetopis (1996)
54. DZS, Statistički ljetopis (2007)
55. EBRD, European Bank for Reconstruction and Development (2001), *Transition Report 2001*, EBRD, London, UK
56. Ehrlich, P. R., (1968), *The Population Bomb*, New York: Ballantine
57. Energetske bilance 1945-2005, Energetski institut Hrvoje Požar (do 1987. godine autor I. Šimurina, od 1988-2005 autor Branko Vuk)
58. *Energija u Hrvatskoj 1988-1992*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
59. *Energija u Hrvatskoj 1989-1993*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
60. *Energija u Hrvatskoj 1990-1994*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
61. *Energija u Hrvatskoj 1991-1995*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
62. *Energija u Hrvatskoj 1992-1996*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
63. *Energija u Hrvatskoj 1993-1997*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
64. *Energija u Hrvatskoj 1994-1998*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
65. *Energija u Hrvatskoj 1995-1999*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
66. *Energija u Hrvatskoj 1996-2000*, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb
67. *Energija u Hrvatskoj 2001*, godišnji energetski pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (2002)
68. *Energija u Hrvatskoj 2002*, godišnji energetski pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (2003)
69. *Energija u Hrvatskoj 2003*, godišnji energetski pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (2004)

70. *Energija u Hrvatskoj 2004*, godišnji energetska pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (2005)
71. *Energija u Hrvatskoj 2005*, godišnji energetska pregled, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva (2006)
72. Energy Policy – Special Issue (1997), Cross-Country Comparison of Indicators of Energy Use, Energy Efficiency and CO₂ Emissions, *Energy Policy*, vol. 25, no. 7-9
73. Engdahl, F. W., (2004), *Stoljeće rata, Anglo-američka naftna politika i novi svjetski poredak*, drugo dopunjeno izdanje, prijevod: Nedeljka Batinović, AGM, Zagreb, sr. 116
74. Engle, R.F., (1982), Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation, *Econometrica*, 50, p. 987-1007
75. Engle, R. F., Granger, C. W. J., (eds.), (1991), *Long-run Economic Relationships: Reactions in Cointegration*, Oxford University Press, Oxford
76. Engle, R. F., Granger, C. W. J., (1987), Co-integration and Error-correction: Representation, Estimation and Testing, *Econometrica*, vol. 55, pp. 251-76
77. Erol, U., Yu, E. S. H., (1987a), On the relationship between energy and income for industrialized countries, *Journal of Energy and Employment*, pp. 13, 113-122
78. Espey, M., (1998), Gasoline Demand Revisited: An International Meta-Analysis of Elasticities, *Energy Economics* 20: 273-295
79. Euroheat&Power, (2005), *District Heating and Cooling, Country by Country/2005 Survey*, pp.11-12
80. European Commission – Directorate-General for Energy and Transport, Energetski institut Hrvoje Požar
81. Farla, J., Kornelis, B., Schipper L., (1997): Energy efficiency developments in the pulp and paper industry, *Energy Policy*, 25(7-9): 745-758
82. Ferguson, R., Wilkinson, W., Hill, R., (2000), Electricity use and economic development, *Energy Policy* 28, 923-934
83. Finn, M. G., (2000), Perfect Competition and the Effects of Energy price Increases on Economic Activity, *Journal of Money, Credit and Banking*, 32(3-1): 400-416
84. Frondel, M., Schmidt, C. M., (2002), The capital-energy controversy: An artifact of cost shares?, *The Energy Journal* 23(3): 53-79
85. Gärtner, M., (2003), *Macroeconomics*, U.K.: Prentice Hall.
86. Gatey, D., Huntington, H. G., (2002), The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income of Energy and Oil Demand, *Energy Journal*, vol. 23, no. 1
87. Girod, J., (2007), Dynamic Demand Analysis and the Process of Adjustment, in: *The Econometrics of Energy Systems* (Edited by J.H. Keppler, R. Bourbonnais, J. Girod), Palgrave Macmillan, New York, pp. 27-50
88. Goldberger, S. A., (1964), *Econometric Theory*, John Wiley & Sons Inc, New York
89. Granger, C. W. J., (1986), Developments in the study of cointegrated economic variables, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, pp. 213-228
90. Granger, C. W. J., (1969), Testing for Causality and Feedback, *Econometrica*, vol. 37, pp.424-38
91. Haas, R., (1997), Energy efficiency indicators in the residential sector, What do we know and what has to be ensured?, *Energy Policy*, Vol. 25, Nos. 7-9, pp. 789-802
92. Schipper, L., (1998), Residential energy demand in OECD-countries and the role of irreversible efficiency improvements, *Energy Economics* 20, p. 421-442
93. Hall, C. A. S., Cleveland, C. J., Kaufmann, R. K., (1986), Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process, *Wiley Interscience*, New York

94. Hall, R. E., Jones I. C., (1999), Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others, *Quarterly Journal of Economics* 114 (February): 83-116
95. Hamilton, J. D., (1983), Oil and the Macroeconomy since World War II, *Journal of Political Economy*, 91: 28-248
96. Hamilton, J. D., (2000), What is an Oil Shock, *NBER working papers*, no.7755.
97. Hamilton, J. D., (2003), What is an oil shock?, *Journal of Econometrics*, 113(2): 363-398.
98. Hamilton, J. D., (2005), Oil and the Macroeconomy, forthcoming in: *Palgrave Dictionary of Economics*, Steven J. Durauf (ed.)
99. Hamilton, J. D., Herrera, A. M., (2004), Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy, *Journal of Money, Credit and Banking*, 36, pp. 265-286
100. Hanigen, F. C., (1934), *The Secret War*, pp. 22-23, The John Day & Co., New York
101. Hannon, B., Blazcek, T., Kennedy, D., Illyes, R., (1984), A comparison of energy intensities: 1963, 1967, 1972, *Resources and Energy* 5(1), pp.83-102
102. Herring, H., (1998), Does Energy Efficiency Save Energy: The Implications of Accepting the Khazzoom-Brookes Postulate, EERU, the Open University (<http://technology.open.ac.uk/eeru/staff/horace/kbpotl.htm>)
103. Hicks, J. R., (1932), *The Theory of Wages*, London: Macmillan
104. Hirst, E., Brown, M., (1990), Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy, *Resources, Conservation and Recycling* 3, 267-281
105. Hollen, D., (2001), Economic and Electricity Demand Analysis and Comparison of the Council's 1995 Forecast to Current Data, September
106. Hsiao, C., (1981), Autoregressive modeling and money income causality detection. *Journal of Monetary Economics* 7, pp. 85-106
107. Hughes, E. J., Knittel R. C., Sperling, D., (2007), Evidence of a Shift in the Short-Run Price Elasticity of Gasoline Demand, Center for the Study of Energy Markets (CSEM), University of California Energy Institute, 2007. (<http://repositories.cdlib.org/ucei/csem/CSEMWP-159>)
108. IEA Statistics, (2004), *Energy Balances of NON – OECD Countries*, International energy Agency, Paris, France
109. IEA Statistics, (2004), *Energy Balances of OECD Countries*, International energy Agency, Paris, France.
110. IEA Statistics, (2007), *Energy Balances of NON – OECD Countries*, International energy Agency, Paris, France
111. IEA Statistics, (2007), *Energy Balances of OECD Countries*, International energy Agency, Paris, France
112. International Atomic Energy Agency, *Technical reports series No. 241: Expansion planning for electrical generating system, A Guidebook*, Vienna, 1984.
113. International Energy Agency, (2000), *Energy Balances of Non – OECD Countries 1997-1998*, Paris
114. International Energy Agency, (2000), *Energy Balances of OECD Countries 1997-1998*, Paris
115. International Energy Agency (2002), *Energy Balances of Non – OECD Countries 1999-2000*, Paris
116. International Energy Agency, (2002), *Energy Balances of OECD Countries 1999-2000*, Paris

117. International Energy Agency, (2004), Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy
118. International Energy Agency, (2004), *Energy Balances of Non – OECD Countries 2001-2002*, Paris.
119. International Energy Agency, (2004), *Energy Balances of OECD Countries 2001-2002*, Paris.
120. International Energy Agency, (2005), *Energy Balances of Non-OECD Countries*, Paris
121. International Energy Agency, (2005), *Energy Balances of OECD Countries*, International Energy Agency, Paris
122. International Energy Agency, (2005), *Energy Policies of IEA Countries*, series, Paris
123. International Energy Agency, (2005), *World Energy Outlook 2005: Middle East and North Africa Insights*, Paris
124. International Energy Agency, (IEA) (1991) *Utility Pricing and Access*, Competition for Monopolies Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, p. 44
125. International Monetary Fund, *Impact of Higher Oil Prices on the Global Economy*, IMF Research Department, December 2000 (SM/00/275)
126. International Monetary Fund, *Oil Market Developments and Issues*, March 1, 2005
127. International Monetary Fund, *World Economic Outlook*, (2004), Will the Oil Market Continue to Be Tight, (main author Martin Sommer), Washington 2004.
128. Jacobsen, H. K., Technological progress and long-term energy demand – a survey of recent approaches and a Danish case, *Energy Policy* 29 (2001), p. 147-157
129. Johansen, S., (1988), Statistical and hypothesis testing of cointegration vectors. *J. Econ. Dynamics Control* 12, pp. 231-254
130. Johansen, S., Juselius, K., (1990), Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxf. Bull. Economics* 52, pp. 169-210
131. Johansen, S., Juselius, K., (1992), Testing structural hypotheses in a multivariate cointegration analysis at the purchasing power parity and the uncovered interest parity for the UK. *J. Econometrics* 53, pp. 211-244
132. Jones, D. W., Leiby, N. P., Paik, K. I., (2004), Oil Shocks and the Macroeconomy: What has been Learned since 1996?, *Energy Journal* 25:2, pp. 1-32
133. Jones, I. C., (2002), *Introduction to Economic Growth*, Second Edition, W.W. Norton & Company, New York
134. Jorgenson, D. W., Wilcoxon, P. J., (1993), The Economic Impact of the Clean Air Act Amendments of 1990, *The Energy Journal*, 14(1), pp. 159-182
135. Jorgenson, D. W., Wilcoxon, P. J., (1993), Reducing US carbon emissions: an econometric general equilibrium assessment, *Resource and Energy Economics* 15: 7-25
136. Judson, R.A., Schmalensee, R., Stoker, T.M., (1999), Economic development and the structure of demand for commercial energy, *The Energy Journal* 20(2): 29-57.
137. Kaufmann, R. K., (1992), A biophysical analysis of the energy/real GDP ratio: Implications for substitution and technical change, *Ecol. Econ.* 6, p.35-36
138. Kaufmann, R. K., (2004), The mechanisms for autonomous energy efficiency increases: A cointegration analysis of the US energy/GDP ratio, *Energy Journal* 25(1): 63-86

139. Kaufmann, R. K., Azary-Lee, I. G., (1991), A biophysical analysis of substitution: Does substitution save energy in the U.S. forest products industry?, *Proceedings of Ecological Economics: Implications for Forest Management and Practice*
140. Keppler, J. H., (2007), Causality and Cointegration between Energy Consumption and Economic Growth in Developing Countries, in: *The Econometrics of Energy Systems* (Edited by J. H. Keppler, R. Bourbonnais, J. Girod), Palgrave Macmillan, New York, pp. 75-97
141. Khazzoom, D. J., (1980), Economic implications of mandated efficiency standards for household appliances, *Energy Journal*, 1(4): 21-39
142. Kilian, L., (2005), The effects of exogenous oil supply shocks on output and inflation: Evidence from the G7 countries, <http://www-personal.umich.edu/~lkilian/paperlinks.html>
143. Kilian, L., (2006), Exogenous oil supply shocks: How big are they and how much do they matter for the U.S. economy?, <http://www-personal.umich.edu/~lkilian/paperlinks.html>
144. Kmenta, J., (1986), *Počela ekonometrije*, drugo izdanje, urednik: Đuro Njavro, MATE d.o.o., Zagreb, str. 652
145. Kraft, J., Kraft, A., (1978), On the relationship between energy and GNP, *Journal of Energy and Development*, 3, pp. 401-403
146. Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., Shin, Y., (1992), Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root, *J. Econometrics* 54, 159-178
147. Landes S. D., (2003), *Bogatstvo i siromaštvo naroda*, Zašto su neki tako bogati, a neki tako siromašni, prijevod: L. Marković, Masmedia, Zagreb, str. 245
148. Leach, G., Gowen, M., (1987), *Household Energy Handbook: An Interim Guide and Reference*
149. Leduc, S., Sill, K., (2004), A Quantitative Analysis of Oil Price Shocks, Systematic Monetary Policy, and Economic Downturns, *Journal of Monetary Economics* 51, pp. 781-808
150. Lee, C., (2005), Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Co-integrated Panel Analysis, *Energy Economics*, vol. 27, pp. 415-27
151. Leontief, W., (1951), *The Structure of American Economy, 1919-39*, Oxford University Press, New York
152. Lester, C. H., Guy J., Yasushi, N., (2003), *Modelling Underlying Energy Demand Trends*, Department of Economics, University of Surrey, January (www.seec.surrey.ac.uk).
153. Lim, S., (2001), Teaching AD-AS Models: Institutions and the Asian Crisis, *New Zealand Economic Papers*, 35(2): 254-269
154. Liu, G., (2004), Estimating Energy Demand Elasticities for OECD Countries, A Dynamic Panel Data Approach, Discussion Papers No. 373, March 2004, Statistics Norway (<http://www.ssb.no>)
155. Liu, X. Q., Ang, B. W., Ong, H. L., (1992), The Application of the Divisia Index to the Decomposition of the Changes in Industrial Consumption, *Energy Journal*, vol. 13, no.4
156. Lovins, A. B., (1988), Energy saving from more efficient appliances: another view, *Energy Journal* 10: 157-166
157. Lucas, R. E., (1988), On the Mechanics of Economic Development, *The Journal of Monetary Economics*, 22(3): 3-42
158. Luxton, J., (1991), Minister of Energy Speech to the Power Industry Reform Conference Wellington, 27 August

159. Maddison, A., (2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, Development Centre Studies OECD, Paris
160. Maddison, A., (2003), Growth Accounts, Technological Change, and the Role of Energy in Western Growth, *Economia e Energia*, sec XIII-XVIII, Istituto Internazionale di Storia Economica "F. Datini" Prato, Le Monnier, Florence, April, p. 10
161. Mankiw, R. E., Romer, D., Weil, D., (1992), A Contribution to the Empirics of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2): 407-437
162. *Manual World Bank Technical Paper* Number 67, The World Bank Group, Washington DC.
163. Meadows, D. H., et al., (1972), *The Limits to Growth*, New York, Universe Books
164. Medlock, K. B., Solingo, R., (2001), Economic Development and end-use energy demand, *Energy Journal* vol. 22 (2) p. 77-105
165. Memorandum objavljen u *International Currency Review*, tom 20, 6. siječnja 1991, London, str. 24
166. Michael, A., (1997), *The Rebound Effect in Energy Conservation*, PhD Dissertation (www.leprechaun.com/econ.html)
167. Milward, A. S., Saul, S. B., *The Development of the Economies of Continental Europe 1850-1914* (Cambridge, MA, 1977), p.26; derived from W. G. Hoffmann, *Das Wachstum der deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts* (Berlin, 1965)
168. Mitchell, B. R., Deane, P., (1962), *Abstract of British Historical Statistics*, Cambridge, pp. 8-10
169. Mitchell, B. R., (1975), *European Historical Statistics, 1750-1970*, New York, pp. 582-584.
170. Mork, K. A., (1994), Business Cycles and the Oil Market, *The Energy Journal*, 15: 5-38
171. Moroney, J. R., (1989), Output and energy: an international analysis, *Energy J.* 10, 1-18
172. Musters, A. P. A., (1995), *The Rebound Effect: An Introduction*, Netherlands Energy Research Foundation (www.ecn.nl)
173. Najam, A., Cleveland, C. J., (2003), Energy and Sustainable Development at Global Environment Summits: An Evolving Agenda, *Environment, Development and Sustainability* 5, 117-138, Kluwer Academic Publisher
174. Nakata, T., (2004), Energy-economic models and the environment, *Progress in Energy and Combustion Science* 30, pp. 417-475
175. Nef, J. U., (1932), *Rise of the British Coal Industry*, London school of economics and political science, *Studies in economic and social history*, London, Jonathan Raban, *Arabia: A Journey Through the Labyrinth*, str. 63
176. NN, Odluka o cijeni za dobavu plina dobavljaču plina za opskrbljivače tarifnih kupaca (Narodne novine, broj 77/07)
177. NN, Pravilnik o utvrđivanju cijena naftnih derivata (Narodne novine, broj 75/06)
178. NN, Tarifni sustav za distribuciju električne energije, bez visine tarifnih stavki, (Narodne novine 143/06)
179. NN, Tarifni sustav za distribuciju prirodnog plina, bez visine tarifnih stavki (Narodne novine, broj 34/07, 47/07)
180. NN, Tarifni sustav za opskrbu električnom energijom, s iznimkom povlaštenih kupaca, bez visine tarifnih stavki
181. NN, Tarifni sustav za opskrbu prirodnim plinom, s iznimkom povlaštenih kupaca, bez visine tarifnih stavki (Narodne novine, broj 34/07, 47/07)
182. NN, Tarifni sustav za prijenos električne energije, bez visine tarifnih stavki, (Narodne novine 143/06)

183. NN, Tarifni sustav za proizvodnju električne energije, s iznimkom za povlaštene kupce, bez visine tarifnih stavki (Narodne novine 143/06)
184. NN, Tarifni sustav za transport prirodnog plina bez visine tarifnih stavki (Narodne novine, broj 32/06, 3/07)
185. NN, Tarifni sustav za usluge energetske djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, bez visine tarifnih stavki (Narodne novine, broj 65/07 – pročišćeni tekst)
186. NN, Uredba o naknadama za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (Narodne novine, broj 33/07)
187. Nordhaus, W. D., (1992), *Lethal Model 2: The Limits to Growth Revised*, Brookings Papers on Economic Activity 2: 1-59
188. Odell, P., (2004), *Why Carbon Fuel will Dominate the 21st Century*, Multi-Science Publishing Compny Ltd Brentwood Essex UK, March
189. Panayotou, T., (1993), Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, *Working Paper WP238*, Technology and Employment Programme, International Labour Office, Geneva
190. Park, S., (1992), Decomposition of industrial energy consumption: an alternative method, *Energy Economics*, 14(4): 265-269
191. Perron, P., (1988), Trends and random walks in macroeconomic time: series further evidence from a new approach. *J. Econ. Dynamics Control* 12, pp. 297-332.
192. Perron, P., (1989), The great crash, the oil price shock and the unit root hypothesis, *Econometrica* 57, pp. 1361-1401.
193. Phillips, P. C. B., (1987), Time series regression with a unit root, *Econometrica* 55, pp. 277-346
194. Phillips, P. C. B., Perron, P., (1988), Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika* 75, pp. 335-346
195. Phylipsen, G. J. M., Nyboer, J., Oliver, J. T., Pape, A., Worrell, E., Blok, K. (eds.) (1996), *Proceedings of the Workshop on Methodologies for International Comparisons of Industrial Energy Efficiency*, Burnaby, BC: Simon Fraser University
196. Posner, R., (1974), Theories of Economic Regulation, *Bell Journal of Economics and Management Science*, autumn, pp. 335-358
197. Rebelo, S., (2005), Real Business Cycle Models: Past, Present, and Future, NBER *Working Paper* No. 11401
198. Reddy, A. K. N., (2002), *Energy technologies and policies for rural development, Energy for Sustainable Development*, (Eds: T. Johansson, J. Goldemberg), International Institute for Industrial Environment Economics University and United Nations Development Program, New York, pp. 115-136
199. Rogoff, K., (2006), Oil and the Global Economy, International Energy Forum Secretariat meeting of Ministers and Oil Company Presidents – Riyadh, Available at: http://www.nes.ru/public-presentations/Papers/Oil%20and%20the%20Global%20Economy_Rogoff_v2.pdf
200. Romer, P. M., (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth, *The Journal of Political Economy*, 94(5): 1002-1037
201. Romer, P. M., (1990), Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy* 98, October: S 71-102
202. Cameron, Rondo, Neal, Larry, (2003), *A concise Economic History of the World, From Paleolithic Times to the Present*, Fourth Edition, New York, Oxford University Press, p. 15. u: Bogatstvu naroda, knjiga V, poglavlje 2. članak 4

203. 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(4): 550-77
204. Rubens A. D., Mattos R.C., Balestieri, J. A. P., (2004), Energy education: breaking up the rational energy use barriers, *Energy Policy* 32, p. 1339–1347
205. Salvatore, D., (1994), Ekonomija za menadžere u svjetskoj privredi, drugo izdanje, Mate d.o.o., Zagreb
206. Samuelson, A. P., Noerdhaus, D. W., (1992), Ekonomija, četrnaesto izdanje, Mate d.o.o., Zagreb
207. Schneider, S. A., (1983), *The Oil Price revolution*, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore
208. Schurr, S., Netschert, B., (1960), *Energy and the American Economy, 1850-1975*, Baltimore: Johns Hopkins University Press
209. Smudlers, S., (2005), Endogenous technical change, natural resources and growth, in: R. Ayers, D. Simpson, M. Toman (eds.): *Scarcity and Growth in the New Millennium*, Washington, DC: Resource for the Future
210. Solow, R. M., (1956), A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70; pp. 65-94
211. Solow, R. M., (1974), Intergenerational equity and exhaustible resources, *Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*, pp. 29-46
212. Solow, R.M, (1978), Resources and economic growth. *Am. Econ.* 22, 5–11
213. *Statistički ljetopisi, razna godišta (1945 – 2005)*, Državni zavod za statistiku
214. Stern, D. I., (1993), Energy use and economic growth in the USA, A multivariate approach, *Energy Economics* 15: 137-150
215. Stern, D. I., (1999), Is energy cost an accurate indicator of natural resource quality?, *Ecological Economics* 31: 381-394
216. Stern, D. I., (2002), Explaining changes in global sulfur emissions: an econometric decomposition approach, *Ecological Economics* 42: 201-220
217. Stern, D. I., (1997), Limits to substitution and irreversibility in production and consumption: a neoclassical interpretation of ecological economics. *Ecological Economics*, 21: 197-215
218. Stern, D. I., (1999), Is energy cost an accurate indicator of natural resource quality?, *Ecological Economics* 31: 381-394
219. Stigler, G., (1971), The Theory of Economic Regulation, *Bell Journal of Economics and Management Science*, spring, pp. 3-21
220. Stiglitz, J. E., (1974), Growth with exhaustible natural resources: the competitive economy, *Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*: p. 139-152
221. Storchmann, K., (2005), Long-Run Gasoline demand for passenger cars: the role of income distribution, *Energy Economics* 27, p. 25– 58
222. Suslov, N., Ageeva, S., (2005), Energy Consumption and GDP in Market and Transitional Economies; Economics Education and Research Consortium, *Working Paper Series*, ISSN 1561-2422, No 05/05
223. Swan, T. W., (1956), Economic Growth and Capital Accumulation, *The Economic Record*, 32 (63): 334-361
224. The Economist, (2005), The Bottomless Beer Mug, Why the world not running out?, 30th April
225. Toman, M., Jemelkova, B., (2003), Energy and Economic development: an assessment of the state of knowledge, *Energy Journal* 24(4): pp. 93-112
226. Tomljanović, P., (2005), *Leksikon država svijeta*, Extrade d.o.o., Rijeka, <http://www.liderpress.hr>

Literatura

227. United Nations, (2001), *World Population Prospects: The 2000 Revision*, Volume 1, Comprehensive TABs, United Nations, New York
228. United Nations Development Program, (2001), *Human Development Report*, United Nations Development Program, New York
229. Van Rossem, J. P., (1984), in Hoe kan het Avondland zijn nucleaire ondergang vermijden. Algemene theorie van crisis, gegeneraliseerde oorlog en revolutie, Antwerp, not published, vol 4, pp., tabel 41.
230. Wallerstein, I., (1974), *The Modern World System: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World Economy in the Sixteenth Century*, New York: Academic Press
231. Walther, G. H., (1965), *Das Wachstum der Deutschen Wirtschaft seit der mitte des 19. Jahrhunderts*, New York
232. Wohlgemuth, N., (1997), World transport energy demand modeling, *Energy Policy*, Vol. 25, pp. 1109-1119
233. World Energy Council, (2003), *Drivers of the Energy Scene, A Report of the World Energy Council*, London
234. World Resources Institute (for traditional fuels), *Human Development Report 1998*
235. Woytinsky W. S., Woytinsky, E. S., (1953), *World Population and Production: Trends and Outlook*, New York, pp. 34 and 44
236. www.bp.com/statisticalreview (BP Statistical Review of World Energy, June, 2007)
237. www.eihp.hr
238. www.eurostat.com
239. www.hep.hr, Godišnje izvješće za 2006. godinu
240. www.hera.hr, Godišnje izvješće za 2006. godinu
241. www.hsup.hr, Plinsko gospodarstvo Hrvatske u 2006. godini, Hrvatska stručna udruga za plin 2007.
242. www.iea.org
243. www.ina.hr, Godišnje izvješće INA-e za 2006.godinu
244. www.ina.hr/default.aspx?id=511 (dana 3.5.2008)
245. www.janaf.hr
246. www.oecd.org
247. Yu, E., Choi, P., Choi, J., (1988), The relationship between energy and employment: a re-examination. *Energy Syst. Policy* 11, 287–295
248. Yu, E. S. H, Choi, J. Y. (1985), The causal relationship between energy and GNP: an international comparison. *J. Energy Development* 10, 249-272
249. Zakon o energiji (NN 68/01)
250. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o energiji (NN 76/07)
251. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o energiji, NN 177/04)
252. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o regulaciji energetske djelatnosti (NN 76/07)
253. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o tržištu električne energije (NN 76/07)
254. Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (NN 42/05)
255. Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (NN 177/04)
256. Zakon o tržištu električne energije (NN 177/04)
257. Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata (NN 57/06)
258. Zakon o tržištu plina (NN 40/07)



POPIS TABLICA, GRAFOVA I SLIKA

TABLICE

Tablica 2.1. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1700. do 1760. godine	17
Tablica 2.2. Godišnje stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1760. do 1820. godine	17
Tablica 2.3. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1820. do 1913. godine	20
Tablica 2.4. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1850. do 1913. godine	22
Tablica 2.5. Duljina željezničkih pruga u km.	25
Tablica 2.6. Rast broja stanovništva (u milijunima)	31
Tablica 2.7. Potrošnja energije za proizvodnju i osobnu upotrebu od 1775. do 1913. godine	32
Tablica 2.8. Primarna potrošnja energije po stanovniku za SAD i Veliku Britaniju od 1820. do 1998. godine (tona ekvivalentne nafte)	32
Tablica 2.9. Svjetska ponuda primarne energije od 1820. do 1998. godine (milijuni tona ekvivalentne nafte)	33
Tablica 2.10. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1913. do 1950. godine	34
Tablica 2.11. Godišnja stopa rasta BDP-a i stanovništva od 1950. do 1973. godine	36
Tablica 2.12. Utjecaj naftnih šokova na smanjenje realne stope BDP-a SAD-a	41
Tablica 2.13. Kretanje stanovništva, stanja tehnologije i energije s obzirom na povijesno-gospodarska razdoblja	41
Tablica 2.14. Tipovi i moduli u transportnom sektoru	59
Tablica 3.1. Projicirane stope rasta broja stanovništva svijeta po regijama od 2001. do 2025. godine	76
Tablica 3.2. Broj automobila na 1000 stanovnika	77
Tablica 3.3. Stope rasta BDP-a po regijama u razdoblju od 1960. do 2002. godine	80
Tablica 3.4. HDI za neke zemlje	87
Tablica 3.5. Udio tradicionalnih goriva u zemljama sa najnižim HDI-om	89
Tablica 3.6. Odnosi među jedinicama.	93
Tablica 3.7. Poredbena analiza empirijskih rezultata testa kauzalnosti (Grangerov test)	98
Tablica 4.1. Dekompozicija promjena energetske intenzivnosti – Strukturni efekt.	131

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Tablica 4.2. Dekompozicija promjena energetske intenzivnosti – Efekt intenzivnosti	131
Tablica 4.3. Struktura ukupne potrošnje primane energije, stanovništva i BDP-a po regijama u svijetu za 1973. i 2005. godinu	134
Tablica 4.4. Promjena potrošnje primane energije, stanovništva i BDP-a po regijama u svijetu za 1973. i 2005. godinu	135
Tablica 5.1. Udio kućanstava spojenih na CTS u Hrvatskoj (podaci za 2005. godinu).	174
Tablica 5.2. INA-ine zalihe nafte i plina u Hrvatskoj i inozemstvu	184
Tablica 5.3. Osnovni podaci o važnijim energetske subjektima u sektoru toplinarstva u Hrvatskoj za 2005. godinu	203
Tablica 5.4. Prosječna prodajna cijena električne energije u Hrvatskoj u 2006. godini u kn/kWh.	211
Tablica 5.5. Cjenovna struktura naftnih derivata	212
Tablica 5.6. Struktura cijene prirodnog plina u Zagrebu u 2006. godini	213
Tablica 5.7. Struktura cijene prirodnog plina direktne potrošače	213
Tablica 5.8. Indeksi cijena bezolovnog motornog benzina s 95 oktana (1995. = 100).	215
Tablica 5.9. Sumarni udio poreza i ostalih davanja u maloprodajnoj cijeni bezolovnog motornog benzina s 95 oktana (u postocima).	216
Tablica 5.10. Indeksi cijena dizelskog goriva (1995=100)	217
Tablica 5.11. Udio ostalih davanja u maloprodajnoj cijeni dizelskog goriva (u postocima).	217
Tablica 5.12. Indeksi cijena prirodnog plina za kućanstva (1995=100).	221
Tablica 5.13. Sumarni udio poreza i ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za domaćinstva (u postocima)	222
Tablica 5.14. Indeksi cijena prirodnog plina za industriju (1995.=100).	223
Tablica 5.15. Sumarni udio poreza i ostalih davanja u cijeni prirodnog plina za industriju	224
Tablica 5.16. Kretanje indeksa cijena električne energije u odabranim zemljama za kategoriju kućanstvo u razdoblju od 1995. do 2006. godine (bez poreza i ostalih davanja)	227
Tablica 5.17. Analiza porezne strukture cijene električne energije u kategoriji kućanstvo	229
Tablica 5.18. Kretanje indeksa cijene električne energije u zemljama EU-a za industriju u razdoblju od 1995. do 2006. godine (bez poreza).	231
Tablica 5.19. Analiza porezne strukture cijene električne energije u industriji (potkategorija Ie).	234
Tablica 5.20. Cijene toplinske energije bez poreza iz centraliziranih toplinskih sustava i iznos poreza u pojedinim europskim zemljama (2005) i Republici Hrvatskoj (2006)	236
Tablica 6.1. Udio troškova energije u odnosu na ukupan prihod za 2004. godinu po djelatnostima	240
Tablica 6.2. Grangrov test kauzalnosti za logaritam ukupne potrošnje primarne energije i BDP-a (poredak varijabli u modelu)	252

Popis tablica, grafova i slika

Tablica 6.3. Grangerov test kauzalnosti (poredak varijabli u modelu) za logaritam ukupne potrošnje tekućih goriva i BDP-a	254
Tablica 6.4. Grangerov test kauzalnosti (poredak varijabli u modelu)	257
Tablica 8.1. Test jediničnog korijena bez diferencije za logaritam ukupne potrošnje primarne energije	286
Tablica 8.2. Test jediničnog korijena s diferencijom.	287
Tablica 8.3. Test jediničnog korijena s diferencijom za logaritam bruto domaćeg proizvoda	287
Tablica 8.4. Određivanje optimalne duljine pomaka (k) varijabli u modelu	288
Tablica 8.5. Rezultati procjene VAR modela (prve diferencije varijabli).	289
Tablica 8.6. Test jediničnog korijena bez diferencije za ukupnu potrošnju tekućih goriva	290
Tablica 8.7. Određivanje optimalne duljine pomaka (k) varijabli u modelu	290
Tablica 8.8. Rezultati procjene VAR modela (prve diferencije varijabli).	291
Tablica 8.9. Test jediničnog korijena bez diferencije za logaritmiranu realnu cijenu nafte	292
Tablica 8.10. Test jediničnog korijena s diferencijom za logaritmiranu realnu cijenu nafte	293
Tablica 8.11. Određivanje optimalne duljine pomaka (k) varijabli u modelu.	294
Tablica 8.12. Rezultati procjene VAR modela	294

GRAFOVI

Graf 2.1. Proizvodnja ugljena po stanovniku	26
Graf 2.2. Potrošnja ugljena po stanovniku	27
Graf 2.3. Potrošnja ugljena po stanovniku za zemlje koje su se kasnije industrijalizirale	28
Graf 2.4. Proizvodnja ugljena, uvoz i izvoz Austrije i Mađarske.	29
Graf 2.5. Proizvodnja ugljena u svijetu u mil. tona od 1860. do 2000.	30
Graf 2.6. Proizvodnja sirove nafte po regijama i zemljama u svijetu.	40
Graf 2.7. Grafička ilustracija Hubbertovog vrhunca	43
Graf 2.8. Struktura potrošnje energije u SAD-u	47
Graf 2.9. Proces konvergencije na krivuljama ponude i potražnje za energijom.	63
Graf 2.10. Višestruka ravnoteža na naftnom tržištu	64
Graf 2.11. Određivanje cijene energije kada je ponuda energije veća od potražnje.	65
Graf 2.12. Određivanje cijene energije kada je potražnja za energijom veća od ponude.	66
Graf 3.1. Faze razvoja civilizacije i potrošnja energije	71
Graf 3.2. Veza potrošnje energije (Mtoe, na ordinati) i BDP (PPP, \$2000, na apscisi) u razdoblju od 150 godina (1860. do 2002) za cijeli svijet	75
Graf 3.3. Potrošnja energije u svijetu po regijama u Mtoe	78
Graf 3.4. Rast potrošnje energije u svijetu po regijama (1971=100)	79
Graf 3.5. Kretanje stopa BDP-a i potrošnje energije (1980=100)	81
Graf 3.6. Korelacija potražnje za ukupnom energijom i BDP-a	82

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Graf 3.7. Korelacija potražnje za ukupnom energijom i BDP-a za zemlje OECD-a.	83
Graf 3.8. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku	84
Graf 3.9. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku za zemlje OECD-a	85
Graf 3.10. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku za zemlje OECD-a za 2002. godinu	86
Graf 3.11. Korelacija potražnje za električnom energijom i BDP-a po stanovniku za neke bivše zemlje Sovjetskog Saveza, zemlje Europe koje nisu članice OECD-a i zemlje Azije za 2002. godinu	86
Graf 3.12. Odnos između potrošnje energije (kilogrami ekvivalente nafte po stanovniku, 1997) i HDI (2000).	88
Graf 4.1. Utjecaj tehničko-ekonomskih efekata u industriji na potražnju za energijom industrijskog sektora	113
Graf 4.2. Odnos energetske intenzivnosti i dohotka	120
Graf 4.3. Koncept dematerijalizacije prikazan na zemljama A i B	121
Graf 4.4. S oblik krivulje postupnog širenja primjene tehnologije	127
Graf 4.5. Utjecaj inovacija na energetska intenzivnost	127
Graf 4.6. Porast ukupne potrošnje primarne energije u svijetu po regijama u razdoblju od 1971. do 2004. godine	135
Graf 4.7. Struktura ukupne proizvodnje energije 1971. i 2004. godine po energentu	136
Graf 4.8. Indeks TPES / BDP-a (OECD=100)	137
Graf 4.9. Indeks TPES / BDP (PPP) po zemljama OECD-a (1971=100)	138
Graf 4.10. Indeks TPES/BDP-a za 2005. godinu (OECD=100, BDP računat u vrijednosti USD iz 2000. sa i bez PPP-a)	139
Graf 4.11. Indeks TPES/BDP za 2005. godinu (OECD Europa=100)	140
Graf 4.12. Indeks potrošnja nafte/BDP-a za 2005. godinu (OECD=100)	141
Graf 4.13. Indeks potrošnja nafte/BDP za 2005. godinu (OECD=100)	142
Graf 4.14. Indeks potrošnje električne energije/BDP-a za 2005. godinu (OECD=100).	143
Graf 4.15. Indeks potrošnje električne energije/BDP za 2005. godinu (OECD=100).	144
Graf 4.16. Indeks TPES po stanovniku (OECD=100).	145
Graf 4.17. Indeks TPES po stanovniku za zemlje članice OECD-a (1971=100)	146
Graf 4.18. Indeks TPES po stanovniku za 2005. godinu (OECD=100)	147
Graf 4.19. Indeks TPES po stanovniku za 2005. godinu (OECD Europa=100).	147
Graf 4.20. Indeks potrošnje nafte po stanovniku za 2005. godinu (OECD=100)	148
Graf 4.21. Indeks potrošnje nafte po stanovniku za 2005. godinu (RH=100).	149
Graf 4.22. Veza potrošnje električne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku na primjeru OECD-a.	150
Graf 4.23. Indeks potrošnje električne energije po stanovniku za 2005. godinu (OECD=100).	151
Graf 4.24. Indeks potrošnje električne energije po stanovniku za 2005. godinu (RH=100)	151

Popis tablica, grafova i slika

Graf 5.1. Konsolidirani ukupni financijski rezultati energetskeg sektora	155
Graf 5.2. Broj zaposlenih u energetskeg sektoru	156
Graf 5.3. Ukupni prihodi, rashodi i dobit nakon poreza po zaposlenom radniku u energetskeg sektoru u kunama	156
Graf 5.4. Deflacionirani rast ukupnih prihoda, rashoda i dobiti nakon poreza po zaposlenom radniku u energetskeg sektoru	157
Graf 5.5. Relativni udjeli pojedinih djelatnosti unutar energetskeg sektora za 2005. godinu	158
Graf 5.6. Prihodi pojedinih djelatnosti unutar energetskeg sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine	159
Graf 5.7. Rashodi pojedinih djelatnosti unutar energetskeg sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine	159
Graf 5.8. Neto dobit nakon poreza pojedinih djelatnosti unutar energetskeg sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine	160
Graf 5.9. Broj zaposlenih po pojedinim djelatnostima unutar energetskeg sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine	161
Graf 5.10. Broj poduzeća po pojedinim djelatnostima unutar energetskeg sektora u razdoblju od 1999. do 2005. godine	162
Graf 5.11. Ukupni prihodi i rashodi od poslovnih aktivnosti i neto dobit nakon poreza HEP grupe u razdoblju od 1999. do 2005. godine	164
Graf 5.12. Struktura prihoda HEP grupe za 2005. godinu po djelatnostima	165
Graf 5.13. Ukupni prihodi i rashodi od poslovnih aktivnosti i neto dobit INA-e za razdoblje od 1999. do 2005. godine	167
Graf 5.14. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit JANAF-a za razdoblje od 2000. do 2005. godine	169
Graf 5.15. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit Plinacroa za razdoblje od 2001. do 2005. godine	171
Graf 5.16. Struktura potrošnje plina po distributerima	171
Graf 5.17. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit GPZ-a za razdoblje od 1999. do 2005. godine	173
Graf 5.18. Ukupni prihodi i rashodi i neto dobit HEP-Toplinarstva za razdoblje od 1999. do 2005. godine	175
Graf 5.19. Ukupna potrošnje energije po energentima u razdoblju od 1945. do 2005. godine	176
Graf 5.20. Kretanje potrošnje energije po sektorima od 1945. do 2005. godine	177
Graf 5.21. Struktura ukupne potrošnje energije po sektorima od 1945. do 2005. godine	178
Graf 5.22. Potrošnja električne energije po sektorima.	179
Graf 5.23. Potrošnja tekućih goriva po sektorima	179
Graf 5.24. Potrošnja energije u industriji po gorivima	180
Graf 5.25. Potrošnja plinovitih goriva po sektorima.	181
Graf 5.26. Potrošnja ugljena i koksa po sektorima	182
Graf 5.27. Potrošnja toplinske energije po sektorima	182
Graf 5.28. Proizvodnja i potrošnja energije i vlastita opskrbljenost.	183
Graf 5.29. Uvoz energije i njegova struktura	185
Graf 5.30. Izvoz energije i njegova struktura	186

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Graf 5.31. Struktura transformirane energije po postrojenjima	187
Graf 5.32. Struktura po energentima.	188
Graf 5.33. Proizvodnja transformiranih oblika energije u postrojenjima	188
Graf 5.34. Proizvodnja transformiranih oblika energije po energentima	189
Graf 5.35. Energija za energetske transformacije i gubici.	190
Graf 5.36. Struktura ukupno utrošene energije	191
Graf 5.37. Struktura potrošnje energije u industriji	192
Graf 5.38. Struktura potrošnje energije u prometu	192
Graf 5.39. Struktura potrošnje energije u općoj potrošnji	193
Graf 5.40. Raspoloživa snaga proizvodnih kapaciteta za potrebe RH unutar HEP grupe	196
Graf 5.41. Ukupna potrošnja, gubici i relativni gubici	196
Graf 5.42. Proizvodnja sirove nafte i rafinerijska prerada u RH	198
Graf 5.43. Struktura rafinerijske prerade u RH	199
Graf 5.44. Proizvodnja prirodnog plina u RH od 2000. do 2006. godine	201
Graf 5.45. Trošak proizvodnje i prodajna cijena toplinske energije u pojedinim centraliziranim toplinskim sustavima u Hrvatskoj u 2005. godini.	204
Graf 5.46. Prodajna cijena toplinske energije u pojedinim centraliziranim toplinskim sustavima u Hrvatskoj u 2005. godini	214
Graf 5.47. Indeksi cijena bezolovnog motornog benzina 95 oktana u odnosu na prosjeck EU 15 (prosjeck EU 15=100) – podaci za 2005. godinu	218
Graf 5.48. Indeks cijena bezolovnog motornog benzina 95 oktana u odnosu na prosjeck EU 25 (prosjeck EU 25=100) – podaci za 2005. godinu	219
Graf 5.49. Indeksi cijena dizelskog goriva u odnosu na prosjeck EU 15 (prosjeck EU 15=100) – podaci za 2005. godinu	219
Graf 5.50. Indeksi cijena dizelskog goriva u odnosu na prosjeck EU 25 (prosjeck EU 25=100) – podaci za 2005. godinu	220
Graf 5.51. Broj osobnih automobila fizičkih osoba i godišnja stopa promjene u razdoblju 1999. do 2006. godine.	220
Graf 5.52. Indeksi cijena prirodnog plina za kućanstva u odnosu na prosjeck zemalja EU-a (prosjeck EU-a=100) – podaci za 2005. godinu.	225
Graf 5.53. Indeksi cijena prirodnog plina za industriju u odnosu na prosjeck zemalja EU-a (prosjeck EU-a=100) – podaci za 2005. godinu.	226
Graf 5.54. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima za kućanstva u odnosu na prosjecku cijenu EU 25 početkom 2006. godine (cijene bez poreza i ostalih davanja).	228
Graf 5.55. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima za kućanstva u odnosu na prosjecku cijenu EU 25 početkom 2006. godine (cijene sa svim porezima)	229
Graf 5.56. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima u odnosu na prosjecku cijenu EU 25 početkom 2006. godine (cijene bez poreza i ostalih davanja).	232
Graf 5.57. Odnos cijena u zemljama EU-a i zemljama kandidatima u odnosu na prosjecku cijenu EU25 početkom 2006. godine (cijene s porezima).	233
Graf 6.1. Kretanje cijena euro dizela i benzina BMB 95 u razdoblju od 1995 do 2005. godine.	238

Popis tablica, grafova i slika

Graf 6.2. Struktura potrošnje naftnih derivata u RH od 1995. do 2005. godine.	238
Graf 6.3. Kretanje BDP-a i realnih stopa rasta BDP-a od 1995. do 2005. godine.	239
Graf 6.4. Ukupna potrošnja primarne energije po različitim oblicima energije.	242
Graf 6.5. Kretanje BDP-a i potrošnje energije.	243
Graf 6.6. Kretanje indeksa BDP-a po stanovniku i indeksa potrošnje energije po stanovniku (1953=100)	243
Graf 6.7. Kretanje nominalne i realne cijene nafte po barelu	244
Graf 6.8. Veza potrošnje ukupne energije po stanovniku i BDP-a po stanovniku	245
Graf 6.9. Veza potrošnje ugljena i koksa po stanovniku i BDP-a po stanovniku	246
Graf 6.10. Veza potrošnje tekućih goriva po stanovniku i BDP-a po stanovniku	247
Graf 6.11. Veza potrošnje plinovitih goriva po stanovniku i BDP-a po stanovniku	247
Graf 6.12. Veza potrošnje drva i otpadaka po stanovniku i BDP-a po stanovniku	248
Graf 6.13. Veza upotrebe vodnih snaga po stanovniku i BDP-a po stanovniku.	249
Graf 6.14. Primarna potrošnja energije s obzirom na strukturu energenta	260
Graf 6.15. Struktura neposredne potrošnje energije po energentu.	260
Graf 6.16. Neposredna potrošnja energije po sektorima.	261
Graf 6.17. Potrošnja energije po pojedinim industrijskim granama.	262
Graf 6.18. Potrošnja energije po pojedinim granama prometa	263
Graf 6.19. Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupno utrošene primarne energije (1995=100)	264
Graf 6.20. Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupno utrošene finalne energije (1995=100)	265
Graf 6.21. Analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti ukupne potrošnje električne energije (1995=100)	266
Graf 6.22. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti finalne i primarne potrošnje tekućih derivata u razdoblju od 1995. do 2005. godine (1995=100)	266
Graf 6.23. BDP po sektorima u konstantnim cijenama iz 1997. u milijunima kuna	268
Graf 6.24. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti pojedinih sektora gospodarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine (1995=100)	269
Graf 6.25. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti pojedinih oblika energije u razdoblju od 1995. do 2005. godine u industriji (1995=100)	270
Graf 6.26. Struktura potrošnje tekućih goriva po industrijskim granama	271
Graf 6.27. Struktura potrošnje plinovitih goriva po industrijskim granama.	271
Graf 6.28. Struktura potrošnje plinovitih goriva po industrijskim granama.	272
Graf 6.29. Relativna struktura bruto dodane vrijednosti po sektorima od 1995. do 2005. godine	273
Graf 6.30. Apsolutna struktura bruto dodane vrijednosti po sektorima od 1995. do 2005. godine	274
Graf 6.31. Struktura potrošnje energije po granama u industriji za 1995. i 2005. godinu	274

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Graf 6.32. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti sektora industrije u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100).	275
Graf 6.33. Poredbena analiza kretanja indeksa energetske intenzivnosti u industriji s obzirom na potrošnju pojedinih energenata (1995=100)	276
Graf 6.34. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti poljoprivrede u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100).	276
Graf 6.35. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti prometa u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100).	277
Graf 6.36. Kretanje indeksa energetske intenzivnosti sektora građevinarstva u razdoblju od 1995. do 2005. godine sa stalnom i stvarnom strukturom BDP-a (1995=100)	278

SLIKE

Slika 2.1. Energetski lanac	49
Slika 2.2. Nacionalni model energetske potrošnje	49
Slika 2.3. Model ponude i potražnje za energijom	50
Slika 2.4. Shematski dijagram modela od vrha prema dolje i modela od dna prema vrhu	51
Slika 2.5. Interakcija individualnog ponašanja i vanjskih čimbenika na potrošnju energije	56
Slika 2.6. Struktura transportnog IEA modela	59
Slika 4.1. Analiza energetske efikasnosti industrijskog sektora.	112
Slika 2.2. Piramida potrošnje energije i energetske pokazatelja za kućanstva . .	115
Slika 5.1. Elektroenergetski sustav Hrvatske	163
Slika 5.2. Transportni sustav JANAF-a	168
Slika 5.3. Transportni sustav plinovoda – postojeći i planirani plinovodi. . . .	170
Slika 5.4. Geografska podjela distribucijskih područja po distributerima plina. .	172
Slika 5.5. Koncesije u Hrvatskoj.	198
Slika 5.6. Plinska polja u RH	201
Slika 5.7. Podaci za HEP-Toplinarstvo 2006. godine	202
Slika 5.8. Cjenovna struktura električne energije	206
Slika 5.9. Cjenovna struktura naftnih derivata.	207
Slika 5.10. Cjenovna struktura prirodnoga plina	209

KAZALO

- Akaike, H. 102
Albouy, Y. 53
Alexander, M. 95
Ang, B.W. 129, 131, 132
Averch, H. 154
- Bacon, R.W. 95, 123
Barsky, R. 41
BDP 13, 14, 16, 17, 20, 22, 33, 34, 35, 36,
37, 41, 45, 46, 47, 48, 51, 52, 56, 57, 66,
67, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82,
83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 94, 98,
103, 104, 106, 107, 108, 109, 116, 119,
121, 125, 126, 128, 133, 134, 135, 136,
137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144,
149, 150, 183, 219, 225, 229, 239, 240,
242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249,
250, 251, 252, 253, 254, 255, 258, 259,
261, 264, 265, 267, 268, 273, 275, 276,
277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284,
285
Bernardini, O. 121
Berndt, E. 126
Binswanger, M. 46
Blanchard, O. 42
BNP 92, 94
Bohi, D.R. 97
Bosseboeuf, D. 132
bottom – up model 52
Boyd, G.A. 129
Brendt, E. 91
Brookes, L. 46
Brown, M. 110
Brown, S.P.A. 68
bruto domaći dohodak 94
bruto nacionalni dohodak 94
- Cameron, Rondo 16, 17, 18, 19, 22, 26, 27,
35
Campbel, C. 44
Cheng, B.S. 91, 99
Cheng, S. 98
- Choi, J. 98
cijena nafte 13, 15, 37, 38, 39, 41, 42, 44,
66, 67, 68, 69, 92, 95, 118, 154, 155,
207, 222, 244, 253, 255, 257, 258, 283
cjenovna elastičnost 95, 96
Cleveland, C.J. 88, 106, 298
Cluver, F.H. 20, 298
Cooper, C.J. 20, 298
Costanza, R. 298
- Čavrak, V. 266, 268, 269, 270, 273, 275,
276, 277, 278, 299
- Dahl, C. 96, 97
Deane, P. 31
dekompozicija intenzivnosti 129
Demand side management 110
Denison, E. 91
Dicky, D.A. 101
dohodovna elastičnost 96, 119, 120, 121
Družić, I. 243, 245, 246, 247, 248, 249,
258, 266, 268, 269, 270, 275, 276, 277,
278, 299
- efekt intenzivnosti 130, 131
efekt jedinične potrošnje 105, 132
ekonomska efikasnost 105, 109, 110
elastičnost dohotka 92
energetska efikasnost 72, 73, 104, 107, 109,
110, 111, 114, 116, 117
energetska intenzivnost 37, 104, 106, 107,
129, 130, 136, 263, 267, 269, 273, 275,
279, 281, 283, 285
energetski “lanac” 48
energetski šokovi 12, 66
energetsko planiranje 53
Engdahl, F.W. 34
Engle, R.F. 90, 97, 101
Erol, U. 97
Espey, M. 96
- Farla, J. 104

MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

- Fuller, W.A. 101
 funkcija ponude 60
 funkcija potražnje 54, 55, 56, 57, 58
- Galli, R. 121
 Gärtner, M. 69
 Gatey, D. 123
 Gowen, M. 55
 Granger, C.W.J. 97, 99, 100, 101
 Grangerova kauzalnost 99, 249
 Grangrov test 98, 252
- Haas, R. 56, 115, 300
 Hall C. A. S. 298
 Hall, R.E. 128
 Hamilton, J. 41, 67
 Hanigen, F. C. 34
 HDI 87, 88, 89
 Herring, H. 95
 Hirst, E. 110
 Hsiao, C. 102
 Hsiaoova metoda 102
 Hubbertov vrhunac 42, 43, 44
 Huges, E.J. 96
 Huntington, H.G. 123
- indeks ljudskog razvoja 87
 input-output modeli 90
 inter-industrijska promjena 112
 intra-industrijska promjena 112
- Johansen, S. 102, 154
 Jones, I.C. 46, 128
 Jorgensen, D.W. 45
 Judson, R.A. 45, 47, 107
 Juselius, K. 102
- Kaumann, R.K. 128
 Keppler, J. H 99
 Khazzoom-Brookes hipoteza 46
 Killian, L. 41
 Kmenta, J. 100
 Knittel, R.C. 96
 Kotze, D.J. 20, 298
 Kraft, A. 97
 Kraft, J. 97
 kvaliteta energije 46, 124, 129
 Kwiatkowski, D. 101
- Laherre, J. 44
- Lai, T.W. 98
 Leach, G. 55
 Lee, C. 99
 Lim, S. 69
 Liu, G. 96, 129
 Lovins, A.B. 46
 Luxton, J. 110
- Maddison, A. 17, 20, 22, 32, 33, 34, 36, 75
 Medlock, K. A. 119
 Milward, A. S. 21
 Mitchell, B.R. 25, 28, 29, 31
 model energetske potrošnje 49
 Mohr, A. 21
 Musters, A.P.A. 95
- Najam, A. 88
 Nakata, T. 49, 50
 Neal, Larry 16, 17, 18, 19, 22, 35
 Nef, J. U. 16
 Netschert, B. 47
- Odell, P. 45
 odskočni efekt 46, 95
- Panayotou, T. 106, 305
 Park, S. 104
 Perron, P. 101
 Philips, P.C.B. 101
 Phylipsen, G.J.M. 107
 piramida potrošnje energije 115
 Posner, R. 153
 Pripužić, D. 266, 268, 269, 270, 273, 275, 276, 277, 278, 299
 proizvodnost rada 278
- regulacija 153, 204
 Roop, J.M. 129
- Salvatore, D. 153
 Samuelson, N. 154
 Saul, S.B. 21
 Schurr, S. 47
 Soligo, R. 119
 Solow, R. 91
 Sperling, D. 96
 Sterner, T. 96
 Stigler, G. 153
- Šidak-Gross-Karaman-Šepić 24

Kazalo

- tarifni sustav 205
teorija dematerijalizacije 121
Tica, J. 243, 245, 246, 247, 248, 249, 258,
299
top – down model 50
TPES 81, 107, 134, 136, 137, 138, 139,
140, 144, 145, 146, 147, 281
Van Rossem, J. P. 32
Wallerstein, I. 16
Wilcoxon, P.J. 45
Wohlgemuth, N. 58, 59
Woytinsky, W.S. 31
Yu, E.S.H. 97, 300
Yucel, M.K. 68
Zimmerman, M. 97

Tomislav Gelo
MAKROEKONOMIKA ENERGETSKOG TRŽIŠTA

Nakladnik

Politička kultura, Zagreb
Amruševa 8, tel./fax: 4817-648
www.politicka-kultura.hr
politickakultura@net.hr

Za nakladnika

prof. dr. sc. Radule Knežević

Lektura i korektura

Ivona Filipović-Grčić

Likovna oprema

Tanja Balotić

Računalna obrada teksta i prijelom

Vlado Zelenić

Tisak i uvez

Kastmiler, Zagreb

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u
Zagrebu pod brojem 740154.