Povećanje udjela prirodnog plina u primarnoj potrošnji energije u RH u odnosu na udio ugljena

Rasporić, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:077907

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij naftnog inženjerstva

POVEĆANJE UDJELA PRIRODNOG PLINA U PRIMARNOJ POTROŠNJI ENERGIJE U RH U ODNOSU NA UDIO UGLJENA

Diplomski rad

Karlo Rasporić
N 192

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

POVEĆANJE UDJELA PRIRODNOG PLINA U PRIMARNOJ POTROŠNJI ENERGIJE U RH U ODNOSU NA UDIO UGLJENA

KARLO RASPORIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10002 Zagreb

Sažetak

Potrošnja primarne energije pokazatelj je energetskih potreba pojedine države. Kod određivanja strukture primarne potrošnje u obzir se uzimaju različiti čimbenici koji se razlikuju ovisno o sektoru potrošnje. Kod kućanstava ispitivanje se bazira na temelju broja stanovnika u određenoj regiji. Najznačajniji čimbenik za potrošnju u kategoriji kućanstava je godišnje doba, temperaturni indeks, područje u kojem se kućanstvo nalazi (kontinentalno, gorsko ili primorsko područje) i vrsta goriva koja se koristi. U potrošnji fosilnih goriva za energetske potrebe prednjače ugljen i plin. Kod odabira energenta važna je njegova dostupnost, cijena i uloga u energetskoj politici obzirom na klimatske promjene. Zemlje poput Njemačke koje imaju velike količine ugljena i dalje će iskorištavati ugljen za proizvodnju energije uz korištenje naprednih tehnologija za smanjenje štetnosti emisija stakleničkih plinova. Države koje nemaju vlastitu proizvodnju ili imaju nedovoljno energenata kako bi pokrile svoje potrebe za primarnom energijom ovise o uvozu. Zbog dostupnosti plina i jednostavnosti transporta, tržište prirodnog plina zbog toga raste. Isto tako tržište ugljena se smanjuje zbog sve manjeg broja izvoznika ugljena u svijetu. Uzrok tome leži u činjenici da se ugljen iskorištava lokalno i da samo pojedine države poput Kine, Njemačke i Poljske imaju dostatne količine vlastitih zaliha za izvoz. Fosilna goriva, naročito ugljen, danas su ključni čimbenik emisija koje nastaju izgaranjem pojedinog goriva. Kod odabira energenta sve države imaju moralnu odgovornost, a isto tako većina ima i zakonsku odgovornost smanjenja emisija, što utječe na njihovu odluku vezano uz europski odabir. Iz navedenog proizlazi da su ekonomski i ekološki opravdani projekti oni koji uključuju niže emisije stakleničkih plinova. Takvi projekti uključuju i razvoj transportne infrastrukture poput plinovoda ili terminala za UPP koji su preduvjet za povećanje ukupnog udjela plina u strukturi primarne potrošnje.

Ključne riječi: potrošnja, primarna energija, proizvodnja primarne energije, emisije, plin, ugljen

Diplomski rad sadrži: 58 stranice, 3 slike, 10 tablica, 19 dijagrama, 50 referenca

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditeljica: dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, izvanredna profesorica RGNF-a
Pomoć pri izradi:

Ocjenjivači: dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, izvanredna profesorica RGNF-a
dr. sc. Igor Dekanić, redoviti profesor RGNF-a
dr. sc. Luka Perković, docent RGNF-a

Datum obrane: 4. studeni 2016., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology
and Petroleum Engineering

Master's Thesis

INCREASE OF NATURAL GAS SHARE IN CROATIAN PRIMARY ENERGY CONSUMPTION IN COMPARISON TO COAL

KARLO RASPORIĆ

Theses completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Petroleum Engineering
Pierottijeva 6, 10002 Zagreb

Abstract

Primary energy consumption is an indicator of a country's energy needs. To determine such consumption, a variety of different parameters has to be taken into account. These usually differ as a function of the area of energy consumption. For households, the number of residents in a certain area has to be known. The other important parameters are the seasonality, the temperature index, the prevailing climatic conditions and the type of fuel being used. The type of fuel used by the households depends heavily upon the consumers' choices, which are, in turn influenced by the energent price, the fuel consumption costs, and finally, the availability of the fuel itself. Fossil fuels that are most commonly used in energy production today are coal and natural gas. Nowadays, the choice of fossil fuels employed in energy productions is limited by the price, availability and environmental policy. Countries like Germany that have vast reserves of natural gas and coal are able to meet their energy needs from those resources. The process takes advantage of the latest technologies that significantly reduce the CO_2 emissions. Countries that cannot meet their energy demands rely on imports. Gas is a widely available natural resource and it is easy to transport over large distances. Therefore, in the last decades the gas market has been expanding constantly. In contrast, the sufficient geological reserves of coal for export are only present in a limited number of countries, such as Germany, Poland and China. As a result, the global coal market has decreased significantly over the recent years. Finally, the emissions of hazardous gasses today tend to get minimalized, as defined by a variety of international contracts. The majority of industrialized countries respect such limitations As a result, new energy projects are planned to have a smaller or no carbon footprint if they are economically justified. Accordingly, the new infrastructure is being planned and developed, as for instance pipelines and LNG terminals.

Keywords: primary consumption, primary energy, primary production, emissions, natural gas, coal

Thesis contains 58 pages, 3 figures, 10 tables, 19 diagrams, 50 references

Original in Croatian

Thesis deposited at: Library of Faculty Mining, Geology and Petroleum Engineering
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: Associate Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD
Technical support and assistance:

Reviewers: Associate Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD

Full Professor Igor Dekanić, PhD

Asst. Professor Luka Perković, PhD

Date of defence: November 4th, 2016., Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

SADRŽAJ

POPIS JEDINICA I KRATICA I
POPIS SLIKA III
POPIS TABLICA IV
POPIS DIJAGRAMA V
1. UVOD 1
2. PRIMARNA POTROŠNJA ENERGENTA 3
2.1. Primarna potrošnja plina 6
2.2. Primarna potrošnja ugljena 9
2.3. Primarna potrošnja energije iz obnovljivih izvora 13
3. TRŽIŠTE PLINA I UGLJENA U EU 16
3.1. Struktura tržišta plina i ugljena u EU 16
3.1.1. Proizvodnja plina i ugljena u Europskoj uniji i Hrvatskoj 19
3.1.2. Uvoz plina i ugljena u Europsku uniju i Hrvatsku 22
3.2. Tržište električne energije 25
4. TRGOVINA PRIRODNOG PLINA I UGLJENA 26
4.1. Trgovina prirodnog plina 28
4.2. Trgovina ugljena 32
5. EMISIJE 33
5.1. Dekarbonizacija energetike 34
5.2. Energetska politika 35
5.2.1. Protokol iz Kyota 35
5.2.2. Direktiva 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća 36
5.2.3. Konferencija članica 38
5.3. Emisije kod iskorištavanja plina i ugljen 39
5.3.1. Emisije kod prirodnog plina 40
5.3.2. Emisije kod ugljena 42
6. RAZVOJ PROJEKATA U PLINSKOJ INDUSTRIJI 43
6.1. Termo elektrane na prirodni plin i ugljen 43
6.1.1. Termoelektrana Plomin 47
6.1.2. Crodux kogeneracijska elektrana 48
6.2. Plinovodi 49
6.3. Ukapljeni prirodni plin 51
7. ZAKLJUČAK 53
8. LITERATURA 55

POPIS JEDINICA I KRATICA

AR4 – Četvrto izvješće o procjeni (engl. *Forth Assessment Report*)

AR5 – Peto izvješće o procjeni (engl. *Fifth Assessment Report*)

BDP – bruto domaći proizvod

BP – British Petroleum

CCS – sistem hvatanja ugljika (engl. *Carbon Captureing System*)

CDM – mehanizam čistog razvoja (engl. *Clean Development Mechanism*)

CEGH – plinsko čvorište središnje Europe (engl. *Central European Gas Hub*)

CMP – sastanak članica Protokola iz Kyota (engl. *Meating of Parties to the Kyoto Protocol*)

Edigas – elektronska razmjena podataka (engl. *Electronic Data Interchange*)

EEA – Europsko ekonomsko područje (eng. *European Economic Area*)

EEB – Europski okolišni biro (engl. *European Enviromental Buro*)

EEX – Europska energetska razmjena (engl. *European Energy Exchange*)

EU – Europska unija

EU-ETS – sistem Europske unije za trgovinu emisijama (engl. *European Union Emission Trading System*)

EUR/Gj – eura po gigadžulu

GIE – plinska infrastruktura Europe (engl. *Gas Infrastructure Europe*)

Gj – gigadžul

GWh – gigavat sati

GWP – potencijal globalnog zatopljenja (engl. *Global Warming Potential*)

IEA – Međunarodna energetska agencija (engl. *International Energy Agency*)

IET – međunarodno trgovanje emisijama (engl. *International Emissions Trade*)

IPCC – Međunarodni odbor za klimatske promjene (engl. *International Panel on Climate Change*)

JI – zajednička implementacija (engl. *Joint Implementation*)

LCOE – balans cijene električne energije (engl. *Levelized Costof Electricity*)

m^3 – metara kubnih

MTOE – milijuna tona ekvivalentne nafte

MW - megavat

MWh – megavat sati

NBP – nacionalno čvorište uravnoteženja (engl. *National Balancing Point*)

NOAA – Međunarodna administracija za oceane i atmosferu (eng. *National Oceanic and Atmospheric Administration*)

NYMEX – Njujorška burza (engl. *New York Mercantile Exchange*)

OEDC – Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj (engl. *Organisation for Economic Cooperation and Development*)

OPEC – Organizacija država izvoznica nafte (engl. *Organization of the Petroleum Exporting Countries*)

PCI – projekti zajedničkog interesa (engl. *Projects of Common Interest*)

SAR – Drugo izvješće o procjeni (engl. *Second Assessment Report*)

TANAP – Trans-anatolijski plinovod (engl. *Trans Anatolian Natural gas Pipeline*)

TAP – Trans-jadranski plinovod (engl. *Trans Adriatic Pipeline*)

Tj – teradžula

TOE – tona ekvivalentne nafte

TTF – ustanova transfera vlasništva (engl. *Title Transfer Facility*)

TWh – teravat sati

UNFCCC – engl. *United Nations Framework Convention on ClimateChange*

UPP – ukapljeni prirodni plin

USD/kW – američkih dolara po kilovatu

WCA – Svjetska zajednica ugljena (engl. *World Coal Association*)

POPIS SLIKA

Slika 2-3-1. Količina oborina po mjesecima 15
Slika 2-3-2. Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije i obnovljivih izvora u Hrvatskoj 15
Slika 4-1-1. Prikaz plinskih čvorišta u Europi 31

POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Bruto finalna potrošnja energije u tisućama tona ekvivalentne nafte TOE 5
Tablica 2-1-1. Godišnja potrošnja plina u tonama ekvivalentne nafte 7
Tablica 2-2-1. Prikaz potrošnje ugljena u EU-28 i RH u milijunima tona ekvivalentne nafte 11
Tablica 3-1-2-1. Količine uvezenog plina po mjesecima u teradžulima 25
Tablica 3-2-1. Prikaz cijena električne energije u EUR/MWh u EU-28 25
Tablica 5-3-1. Prikaz ekvivalentne količine CO_2 emisija po plinovima 39
Tablica 5-3-2. Prikaz emisijskih faktora po fosilnom gorivu 40
Tablica 5-3-3. Količine emisija CO_2 po MWh proizvedene električne energije 40
Tablica 6-1-1. Popis 15 najvećih elektrana na plin u EU-28 45
Tablica 6-1-2. Prikaz 15 najvećih termoelektrana na ugljen u EU-28 46

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 2-1. Struktura energenata u ukupnoj potrošnji 3
Dijagram 2-2. Prikaz energetskih gubitaka kod energetske transformacije 4
Dijagram 2-1-1. Prikaz potrošnje plina za EU-28 7
Dijagram 2-1-2. Prikaz potrošnje plina za Hrvatsku 7
Dijagram 2-1-3. Prikaz potrošnje plina u termoelektranama i toplanama u Europskoj uniji 9
Dijagram 2-2-1. Prikaz potrošnje ugljena u EU-28 11
Dijagram 2-2-2. Prikaz potrošnje ugljena u RH 11
Dijagram 2-2-3. Prikaz potrošnje kamenog ugljena u termoelektranama 12
Dijagram *2*-3-1. Prikaz bruto finalne potrošnje iz obnovljivih energetskih izvora u EU-28 13
Dijagram 2-3-2. Bruto finalna potrošnja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj 14
Dijagram 3-1-1. Udjeli energenata u proizvodnji primarne energije u EU-28 17
Dijagram 3-1-2. Prikaz udjela energenata u primarnoj proizvodnji energije u Hrvatskoj 18
Dijagram 3-1-1-1. Prikaz proizvedene količine plina u EU-28 20
Dijagram 3-1-1-2. Prikaz kretanja cijena nafte i plina 21
Dijagram 3-1-1-3. Domaća proizvodnja antracita, lignita i antracita iz uvoza u EU-28 21
Dijagram 3-1-1-4. Prikaz kretanje cijena ugljena 22
Dijagram 3-1-2-1. Uvoz ugljena u mlrd. tona prema zemlji podrijetla za EU-28 23
Dijagram 3-1-2-1. Prikaz uvezenih količina plina po državi i uvezena količina UPP-a u EU-28 24
Dijagram 6-1-1. Kretanje cijena dozvola za emitiranje po toni CO_2 44

1. UVOD

Sve veća ovisnost o energiji proizlazi iz tehnološkog napretka. Problem 21. stoljeća predstavlja osiguravanje izvora pouzdane i čiste energije. Pouzdan izvor energije znači da dostatne količine energije trebaju biti dostupne u bilo koje doba bez ikakvog prekida. Proizvodnjom energije stvaramo stakleničke plinove koji negativno utječu na atmosferu, a posljedica je globalno zatopljenje. Čista energija znači da gorivo koje iskorištavamo za proizvodnju energije treba imati malu emisiju CO_2. Odabirom takvog goriva osiguravamo da energija koju iskorištavamo ima mali utjecaj na okoliš.

Globalno zatopljenje je posljedica tehnološkog napretka i danas kod odabira izvora energije igra ključnu ulogu. Osim toga, za energetsku sigurnost nije se dovoljno osloniti na jedan energent nego je potrebno imati više različitih. Danas svijet ovisi o fosilnim gorivima i takva ovisnost stvara probleme. Većina država nema vlastite rezerve iz kojih bi mogla zadovoljiti svoje energetske potrebe i tada postaje ovisna o uvozu energenata.

Obnovljivi izvori energije smanjuju ovisnost o uvozu te zadovoljavaju potrebu za čistom energijom. Problem je što trenutno takvi izvori nemaju mogućnost zadovoljiti cjelokupnu potrebu za energijom, ali razvitkom tehnologije to može biti moguće. U tom razdoblju prema čišćoj energiji potrebno je imati gorivo koje ima malu štetnost prilikom sagorijevanja.

Plin je najčišće fosilno gorivo, što znači da prilikom sagorijevanja ima najmanje emisija stakleničkih plinova. Iako već danas obnovljivi izvori energije imaju dostatan udio u proizvodnji primarne energije, prirodni plin je ključan zbog nesavršenosti obnovljivih izvora. Plin se koristi kao sekundarno gorivo za pokriti pikove u potrošnji ili kada nije moguće zadovoljiti energetske potrebe iz obnovljivih izvora.

Od fosilnih goriva, primarna energija se pretežito proizvodi iz ugljena i plina. U ovom radu razradit će se udio svakog pojedinog energenta u primarnoj proizvodnji energije koja je uvjetovana primarnom potrošnjom u pojedinoj državi. Kako bi se bolje razumjelo povećanje udjela plina u primarnoj potrošni energije bit će potrebno razraditi prednosti i mane plina i ugljena te ustanoviti koji će bolje zadovoljiti energetske potrebe u budućnosti energetskog sektora. Investicije u energetskom sektoru su kapitalne, što znači da trebaju biti dugoročno isplative. Projekti koji se danas planiraju ili realiziraju postavljaju smjer energetskog sektora u budućnosti.

Čimbenike koji će utjecati na odabir energenta obraditi će se u tekstu. Osim primarne potrošnje, proizvodnja prirodnog plina i ugljena biti će ključan čimbenik kod odabira koji će

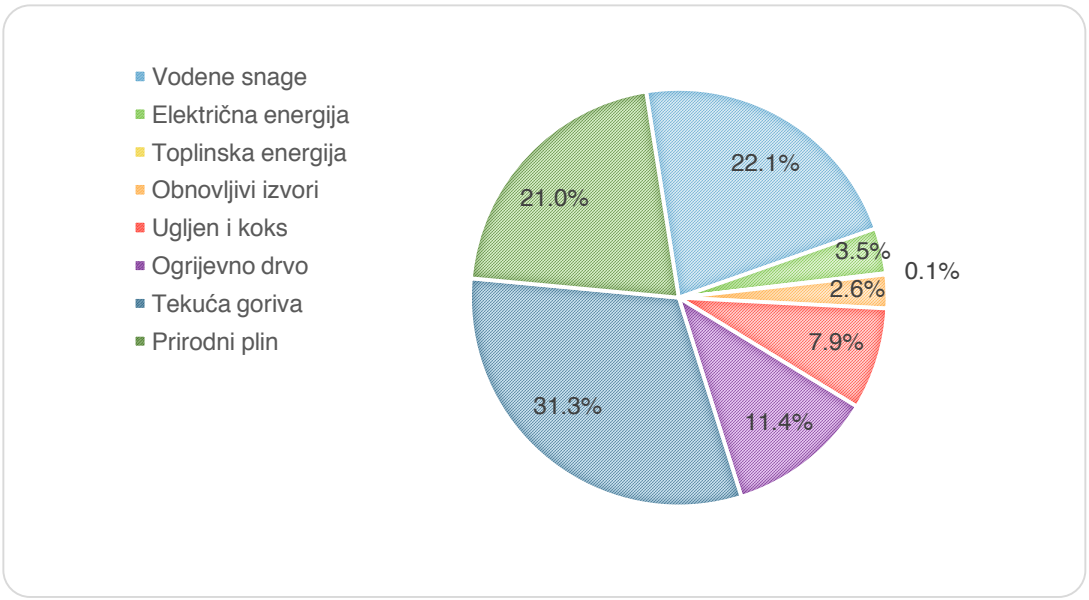
se energent iskorištavati kod proizvodnje energije. Za one države koje nemaju vlastitu proizvodnju ili proizvodnja nije dovoljna, odlučujući čimbenik bit će trendovi kretanja cijena energenata i njihova dostupnost na svjetskom tržištu energenata.

Na kraju, bitan čimbenik kod odluke iz kojeg energenta će se proizvoditi primarna energija su i emisije koje nastaju sagorijevanjem. Kod određivanja prednosti i mana goriva bitno je razraditi cjelokupne emisije koje nastaju njihovim iskorištavanjem. Protokol iz Kyota je postavio smjernice na kojima se temelje zakonske regulative o pravilnom postupanju svih članica protokola prema stakleničkim plinovima. U 5. poglavlju razrađuje se Protokol iz Kyota i direktive koje nalažu državama kako strukturirati svoje zakone kako bi bili usklađeni sa protokolom. Stupanjem na snagu Protokola iz Kyota postavljen je smjer u kojem energetski sektor mora ići kako bi se spriječile posljedice globalnog zatopljenja.

2. PRIMARNA POTROŠNJA ENERGENTA

Da bismo definirali što je primarna potrošnja, najprije je potrebno definirati što je primarna energija. Primarna energija je oblik energije koji se koristi bez pretvorbe ili procesa transformacije. Ta je energija sadržana u kemijskom potencijalu fosilnih goriva, drva, tj. biomase, nuklearnoj energiji, potencijalnoj energiji vodenih tokova, kinetičkoj energiji vjetra te toplinskoj energiji geotermalnih izvora. Izvore primarne energije dijelimo na obnovljive i neobnovljive: u obnovljive spadaju solarna energija, kinetička energija vjetra, potencijalna energija vodenih tokova i toplinska energija geotermalnih izvora, dok u neobnovljive spadaju fosilna goriva poput nafte, plina i ugljena.

Koncept primarne energije koristi se za izradu energetskih statistika iz kojih se dobivaju energetske bilance s potrebnim količinama energije za pojedine skupine ljudi. Primarna potrošnja pokazatelj je potrošene energije koja se bilježi prema sektoru ovisno o tome je li riječ o kućanstvu, industriji ili uslugama, a bilježi se i vrsta energenata koja se koristila: ogrjevno drvo, ugljen i koks, nafta, plin ili električna energija. Dijagram 2-1. prikazuje strukturu energenata u ukupnoj potrošnji 2014. godine iz čega su vidljivi udjeli pojedinih energenata u primarnoj proizvodnji.

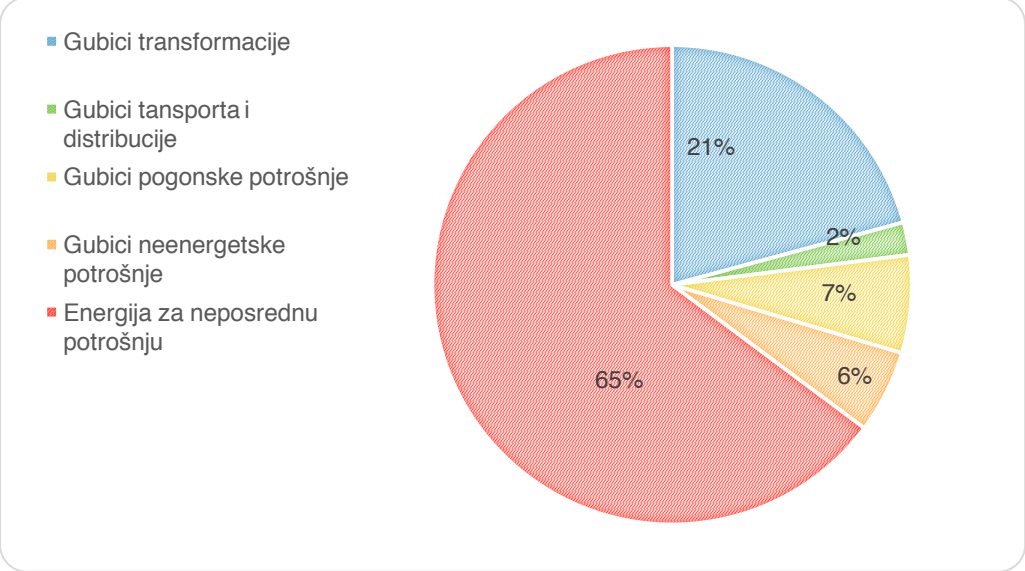


Dijagram 2-1. Struktura energenata u ukupnoj potrošnji (EUROSTAT, 2016a)

Kod određivanja primarne potrošnje uzimaju se u obzir različiti faktori. Za kućanstva se ispitivanje vrši na osnovi broja stanovnika u određenoj državi ili regiji i vrsti goriva koja se koristi. Glavni čimbenik za potrošnju kod kućanstava je godišnje doba, temperaturni indeks, područje u kojoj se kućanstvo nalazi (kontinentalno, gorsko ili primorsko područje), dok na odabir energenta, za koja se kućanstva odlučuju, utječe sama cijena tog energenta i cijena tehnologije za iskorištavanje energenta, ali i dostupnost. Kod odluke potrošača o gorivu uzimaju se u obzir dugoročni troškovi. Osim cijene goriva, na odluku će utjecati i cijena kotla gdje će se iskorištavati to gorivo. Cijena kotla je jednokratna investicija, dok cijena goriva spada u mjesečne troškove. Potrošač će se odlučiti za povoljnije gorivo, a investicija za kotao bit će opravdana dugoročno manjim mjesečnim izdacima (EIHP, 2014.).

Za potrošnju u industrijskom sektoru u obzir se uzima vrsta industrije (prehrambena, kemijska, građevinarstvo ili prerađivačka industrija), stupanj industrijalizacije i vrsta primarnog energenta koju ta industrija koristi.

Kod određivanja potrošnje moraju se u obzir uzeti i gubici koji se dešavaju prilikom transformacije (20,8%), transporta i distribucije (2,2%), pogonske potrošnje (6,6%) i neenergetske potrošnje (5,6%), što znači da se od sveukupno 100% dobije 64,8% energije za neposrednu potrošnju. U dijagramu 2-2. prikazani su postoci gubitaka kod energetskih transformacija.



Dijagram 2-2. Prikaz energetskih gubitaka kod energetske transformacije (EIHP, 2014)

Prema bruto finalnoj potrošnji EUROSTAT-a EU-28 u 2013. godini potrošnja energije iznosila je 1,666 milijuna tona ekvivalenta nafte (TOE). Prema statistici od 2003. do 2008. godine ta potrošnja nije znatnije varirala, dok se u 2009. godini bruto finalna potrošnja energije smanjila za 5,7%, a razlog je uglavnom ekonomska kriza. Određeni se porast uočava u 2010. godini, i to od 3,8%, ali već u 2011. godini potrošnja opet opada za 3,6%. Nakon ove nestabilnije faze u bruto finalnoj potrošnji energije uslijedio je blagi porast od 0,7% u 2012. godini i porast od daljnjih 1,2% u 2013. godini. Bruto finalna potrošnja energije prikazana je u Tablici 2-1. u tisućama tona ekvivalentne nafte. U tablici se može uočiti kontinuirani pad u bruto finalnoj potrošnji.

Tablica 2-1. Bruto finalna potrošnja energije u tisućama tona ekvivalentne nafte TOE (EUROSTAT, 2016b)

ZEMLJE /GODINA	2003.	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
EU-28	1.803.262,4	1.823.977,4	1.831.031,1	1.839.586,3	1.810.248,1	1.805.402,7	1.701.172,0	1.763.704,4	1.698.059,9	1.684.704,5	1.666.698,5	1.605.930,7
Belgija	59.034,5	59.425,2	59.075,8	58.022,2	57.045,7	59.374,4	56.829,1	61.168,9	56.960,0	54.645,9	56.520,5	53.366,8
Bugarska	19.296,2	18.940,5	19.754,1	20.398,8	20.036,9	19.926,4	17.503,9	17.774,1	19.095,4	18.233,1	16.756,4	17.732,3
Danska	20.756,8	20.175,7	19.556,2	21.039,1	20.516,4	19.678,1	18.910,0	20.044,1	18.603,0	17.937,4	18.216,2	16.905,2
Njemačka	341.546,6	344.005,0	341.910,4	351.703,7	333.760,6	337.812,9	317.192,1	332.968,2	316.732,3	318.619,0	324.488,8	312.969,3
Irska	14.766,3	15.132,1	15.264,9	15.610,5	15.946,6	15.710,6	14.838,5	15.165,4	13.858,3	13.755,0	13.698,5	13.562,5
Španjolska	135.125,3	141.177,4	144.222,6	144.436,7	146.284,3	141.778,9	130.526,5	130.253,3	128.496,3	128.089,5	119.329,3	116.680,6
Francuska	271.393,3	275.484,7	276.598,2	272.681,8	269.877,5	271.249,3	259.299,6	267.089,2	257.543,1	257.793,0	258.949,9	248.498,2
Hrvatska	9.627,7	9.623,8	9.781,6	9.715,3	10.133,0	9.857,2	9.526,5	9.426,8	9.301,4	8.864,0	8.585,9	8.195,3
Italija	185.426,2	186.111,3	190.081,0	188.252,3	188.086,5	186.337,1	173.731,5	177.925,4	172.477,7	165.682,8	159.515,0	151.027,1
Latvia	4.374,2	4.488,4	4.591,7	4.764,3	4.886,1	4.694,4	4.509,4	4.629,3	4.376,4	4.537,6	4.465,8	4.451,9
Litva	9.043,0	9.232,5	8.710,9	8.542,1	9.302,9	9.278,5	8.473,8	6.787,5	7.008,4	7.095,4	6.687,4	6.694,6
Mađarska	26.414,7	26.175,0	27.611,5	27.458,8	26.825,7	26.629,6	25.134,2	25.712,3	25.018,1	23.451,4	22.681,3	22.772,5
Nizozemska	83.885,5	85.482,0	84.424,9	83.548,9	83.345,1	83.200,6	80.917,2	86.080,6	80.442,5	80.812,0	80.428,7	76.807,2
Austria	32.598,5	33.340,5	34.201,1	34.350,6	33.931,7	34.222,1	32.183,9	34.349,7	33.335,6	33.216,3	33.677,6	32.671,2
Rumunjska	40.096,2	39.529,2	39.206,3	40.578,7	40.411,5	40.276,6	35.554,7	35.799,6	36.558,4	35.373,2	32.427,7	32.289,7
Slovenia	6.948,4	7.160,1	7.325,4	7.327,7	7.336,2	7.756,2	7.054,1	7.343,3	7.333,0	7.050,8	6.873,3	6.681,9
Slovačka	18.777,8	18.502,2	19.028,7	18.870,3	17.854,8	18.297,6	16.770,1	17.854,9	17.392,1	16.692,4	16.996,3	16.180,6
Finska	36.989,3	37.308,6	34.536,8	37.532,2	37.330,5	36.007,6	33.936,7	37.138,4	35.857,7	34.709,3	34.126,5	34.592,5
Švedska	49.944,7	51.858,8	50.993,3	49.579,3	49.557,6	49.306,4	45.454,2	50.783,1	49.711,3	49.807,2	49.134,0	48.168,8
Velika Britanija	231.828,0	232.440,8	234.000,9	230.472,7	222.459,5	219.135,2	206.790,0	212.474,6	198.218,8	203.983,5	202.173,8	189.340,1

Europskoj uniji je u interesu smanjiti bruto finalnu potrošnju energije do 2020. godine, stoga je pokrenula različite mehanizme u ostvarivanju tog cilja (projekt Europa 2020), npr. potenciranje izgradnje kogeneracijskih elektrana, modernizaciju, tj. zamjenu starih postrojenja u industrijskom sektoru i energetsku obnova stambenih objekata. Cilj svih tih mehanizama je smanjenje uvoza energije, tj. smanjenje ovisnosti o energiji.

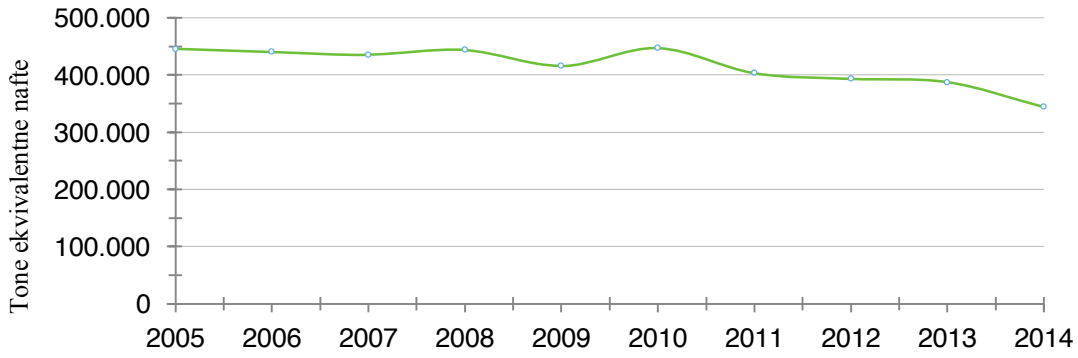
2.1. Primarna potrošnja plina

Prirodni plin je smjesa ugljikovodika koji se nalazi u podzemnim ležištima u plinovitom stanju, otopljen u nafti ili samostalno. Prirodni plin smjesa je metana s manjim udjelima etana, propana i viših ugljikovodika. Može sadržavati i nečistoće poput ugljikovog dioksida, sumporovodika, dušika, a ponekad žive i helija.

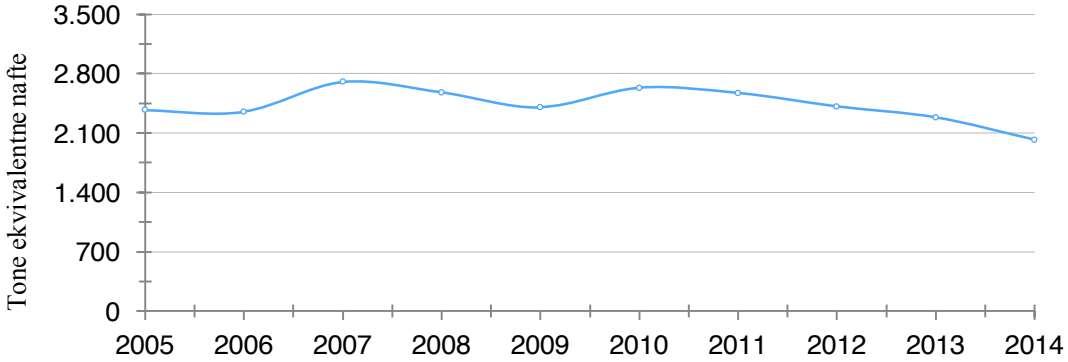
Plin danas ima veliku važnost u energetskom sektoru zbog niže emisije CO_2 u odnosu na ostala ugljikovodična goriva te kao zamjenski izvor energije kod obnovljivih izvora kada oni nisu u stanju zadovoljiti potrebu za energijom u danom trenutku (pokrivanja vršne potrošnje). Europska unija je u svom zadatku za smanjenjem emisije CO_2 pokrenula različite mehanizme koji iskorištavaju upravo taj energent, osigurala je mnogobrojne dobavne pravce iz Rusije, Norveške, Afrike i Bliskog istoka. Dalje investira u razvijanje plinske mreže na svom teritoriju te tako osigurava konkurentnost i dostupnost plina za zemlje unutar Europske unije (Europa 2020).

Prema podacima iz EUROSTAT-a, potrošnja plina u EU-28 u 2014. godini iznosila je 343,8 milijuna tona ekvivalentne nafte (MTOE) ili 382,1 milijardi metara kubnih (mlrd. m^3), dok je u 2013. godini potrošnja iznosila 387,4 MTOE ili 430,4 mlrd. m^3. To je pad u potrošnji od 11,2% u 2014. godini u odnosu na 2013. godinu. (EUROSTAT, 2016c). Grafički je prikazana potrošnja plina EU-28 na dijagramu 2-1-1. i Hrvatske na dijagramu 2-1-2. po godinama u tisućama tona ekvivalentne nafte. U tablici 2-1-1. su prikazane količine

plina te potrošnje, također u tisućama tona ekvivalentne nafte. U Hrvatskoj potrošnja plina je kontinuirana na istoj razini s malo većim padom u potrošnji 2014. godine.



Dijagram 2-1-1. Prikaz potrošnje plina za EU-28 (EUROSTAT, 2016c)



Dijagram 2-1-2. Prikaz potrošnje plina za Hrvatsku (EUROSTAT, 2016c)

Tablica 2-1-1. Godišnja potrošnja plina u tonama ekvivalentne nafte (EUROSTAT, 2016c)

	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.
EU-28	445.272,5	440.359,4	435.119,6	443.957,7	415.582,1	447.302,5	403.355,6	393.383,0	387.356,1	343.883,0
Hrvatska	2.369,8	2.350,7	2.701,1	2.576,8	2.403,3	2.632,4	2.570,2	2.413,2	2.281,9	2.019,4

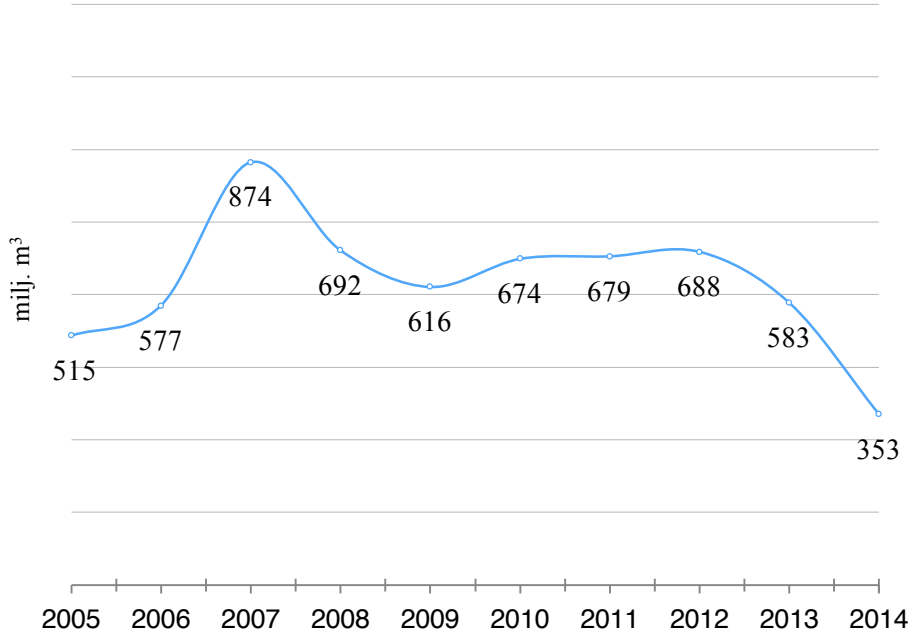
Taj pad potrošnje je rezultat različitih čimbenika. Primjerice, zima 2013. godine bila je iznimno hladna, prema podacima iz NOAA-e (engl. *National Oceanic and Atmospheric Administration*) prosječna temperatura za zimu 2013. godine bila je ispod 0 ^{o}C, dok je zima 2014. godine bila iznimno topla s prosječnom temperaturom od 1 ^{o}C do 2 ^{o}C za cijelu Europu, iz čega proizlazi da je u zimi 2013. godine bila puno veća potreba za grijanjem, tj. za plinom nego u 2014. godini. Također, općenito se smanjila potrošnja u industrijskom sektoru zbog loše ekonomske situacije, i to za 11,2%. U taj postotak potrebno je ubrojiti i mehanizme kojima Europska unija namjerava smanjiti potrošnju plina: korištenje

kogeneracijskih elektrana, efikasnija postrojenja u industriji i program energetske obnove stambenih objekata. Ostali čimbenici koji su utjecali na smanjenu potrošnju plina su bile niske cijene ugljena, 40 USD/t (Infomine, 2016) i niske naknade za CO_2, od 4 do 8 USD/tCO_2eq u razdoblju od 2012. do 2016. godine (Investing, 2016). Uz to uspješnost projekata za dobivanje energije iz obnovljivih izvora imali su ključnu ulogu kod smanjenja potrošnje plina. Ukupna potrošnja plina u EU-28 smanjena je za 23% u odnosu na maksimalnu potrošnju koja je bila u 2010. godini i koja je iznosila 447,3 MTOE ili 497,0 mlrd. m^3.

Potrošnja plina diljem Europe nije ravnomjerna s obzirom da 80% te potrošnje otpada na sedam zemalja zapadne Europe (Njemačka, Velika Britanija, Francuska, Nizozemska, Španjolska i Belgija), dok 12% potrošnje otpada na sedam zemalja srednje i istočne Europe (Bugarska, Češka, Mađarska, Poljska, Rumunjska, Slovačka i Slovenija). Iz toga vidljivo je da se glavni dio potrošnje odvija u zemljama s visokom energetskom učinkovitošću, ali i visokim udjelom obnovljivih izvora u bruto finalnoj potrošnji. Potrošnja plina je smanjena u industriji, kućanstvu, ali i u sektoru pretvorbe energije. U sektoru pretvorbe energije potrošnja plina se smanjila za jednu trećinu u odnosu na 2010. godinu, što se može objasniti programom Europske unije za smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima (plin i ugljen). Ta se potrošnja smanjila za 20% od 2010. godine, ali bitno je napomenuti da je i potražnja za električnom energijom također smanjena, prije svega radi visoke energetske učinkovitosti i promjene u načinu potrošnje energije. U industrijskom sektoru potrošnja plina je smanjena za 1,2%, što se može pripisati većoj energetskoj učinkovitosti u industrijskom sektoru, ali i strukturnim promjenama u ekonomskom sektoru, dok je u kućanstvima pad u potrošnji uzrokovan programom energetske obnove (EIHP, 2014).

Potrošnja plina u termoelektranama u Europi je počela rasti. U 2007. godini iznosila je 301 mlrd. m^3, što je bio vrhunac potrošnje prirodnog plina u svrhu dobivanja električne energije. Od tada je ta količina sve manja te je u 2014. godini iznosila 0,6 mlrd. m^3. U 2007. godini potrošnja plina u termoelektranama bila je 572,6 mlrd. m^3, a u 2014. godini potrošnja je iznosila 352,1 mlrd. m^3, što je za 39% manje u odnosu na 2007. godinu. U dijagramu 2-

1-3. prikazana je ukupna potrošnja plina u termoelektranama i toplanama na području Europske unije.



Dijagram 2-1-3. Prikaz potrošnje plina u termoelektranama i toplanama u Europskoj uniji (EIHP, 2014)

2.2. Primarna potrošnja ugljena

Ugljen je vrsta fosilnog goriva koja se u prirodi pojavljuje u krutom stanju crne ili crno-smeđe boje. Ugljen je sedimentna stijena s udjelom ugljika od 30% (lignit) do 98% (antracit) s primjesama sumpornih i dušičnih spojeva, a nastao je raspadanjem i kompakcijom biljnog materijala u močvarama tijekom milijuna godina. Prema Svjetskoj institutu za ugljen (engl. WCI, *World Coal Institute*) ugljen se prema starosti dijeli na četiri vrste, nabrojane prema udjelu ugljika, tj. prema njihovoj čistoći:

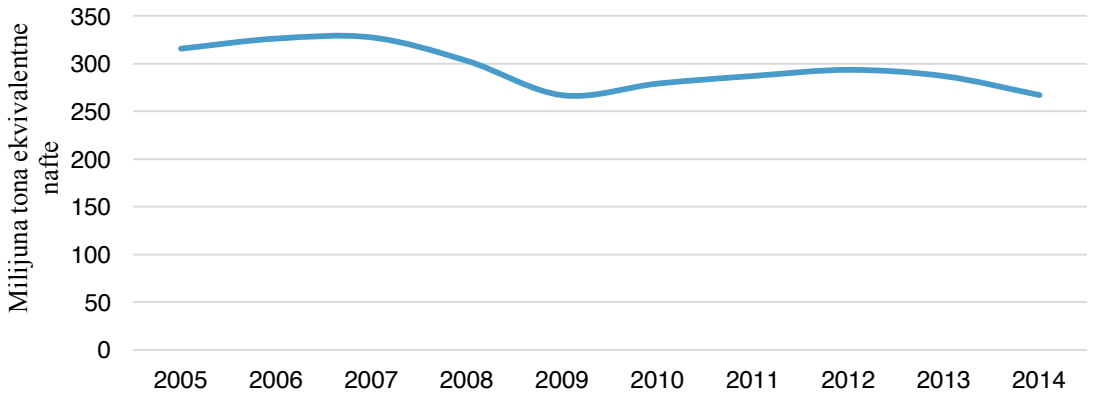
1. **lignit -** ili smeđi ugljen, je najjednostavniji oblik ugljena, nastaje iz naslaga treseta pod povišenim tlakom i temperaturom. Lignit se pretežito koristi u dobivanju električne energije u elektranama na parni pogon. Lignit čini 17% svjetskih rezervi ugljena.
2. **subkameni ugljen -** kod daljnjeg povećanja tlaka i temperature iz lignita nastaje subkameni ugljen. Koristi se u dobivanju električne energije, proizvodnji cementa i primjenjiv je u drugim industrijskim procesima. Subkameni ugljen čini 30% svjetskih rezervi ugljena.

3. **kameni ugljen -** daljnjim povećanjem temperature i tlaka iz subkamenog ugljena nastaje kameni ugljen. Kameni ugljen se dijeli na termalni i metalurški ugljen. Termalni se koristi u iste svrhe kao i subkameni ugljen, a metalurški se koristi za dobivanje željeza i čelika. Kameni ugljen čini 52% svjetskih rezervi ugljena.
4. **antracit -** je najčišći oblik ugljena, ima jako mali udio primjesa i najčišći je oblik ugljena kod izgaranja. Koristi se u domaćinstvima i industriji. Antracit čini svega 1% svjetskih rezervi (WCI, 2005).

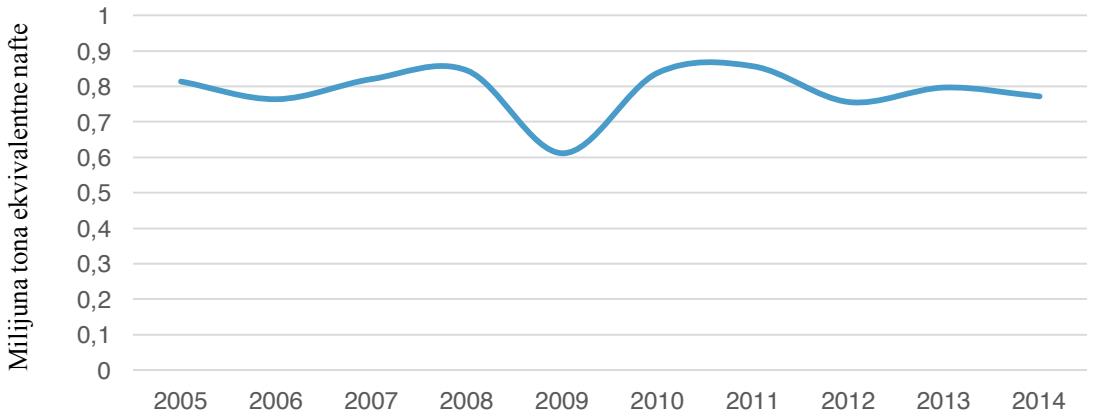
Trenutne svjetske rezerve ugljena iznose 576,776 milijuna tona ekvivalentne nafte (WEC, 2011). Podaci korišteni za analizu potrošnje ugljena odnose se na ove četiri vrste ugljena. Potrošnja ugljena u 2014. godini za zemlje EU-28 iznosi 297,1 megatona (1 Mt = 10^6 t), dok za Hrvatsku ona iznosi 1,1 Mt ugljena. Iz podataka potrošnje za EU-28 vidljiv je trend konstantnog opadanja od 90-ih godina prošlog stoljeća. Od 1999. godine do 2007. godine potrošnja se kretala od 360 Mt do 380 Mt. Nakon osam godina konstantne potrošnje, u 2008. godini i 2009. godini potrošnja ugljena je drastično smanjena, dok je u 2014. godini bruto finalna potrošnja ugljena iznosila 285 Mt, što je za 44% manja potrošnja nego 1990. godine. Na ovaj trend smanjenja potrošnje ugljena utječe i to što domaća proizvodnja ugljena može pokriti samo 36% ukupne potrošnje, dok je u 1990. godini iz domaće proizvodnje pokriveno i do 74%. Hrvatska je u razdoblju od 2008. do 2013. godine trošila od 873,1 tisuća tona (2009. god.) do 1224,4 tisuća tona (2011. god.), a u 2013. godini je potrošnja iznosila 1138,4 tisuća tona (IEA, 2012a; Alter i Steinberg, 2007). U tablici 2-2-1. prikazana je potrošnja ugljena u milijunima tona ekvivalentne nafte na području Europske unije i Hrvatske. Iz tih podataka prikazana je potrošnja ugljena EU-28 u dijagramu 2-2-1. i Hrvatske u dijagramu 2-2-2.

Tablica 2-2-1. Prikaz potrošnje ugljena u EU-28 i RH u milijunima tona ekvivalentne nafte (EIHP, 2015; BP, 2016)

	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
EU-28	316,0	326,6	327,8	303,1	267,0	279,3	287,3	293,7	287,1	267,2
Hrvatska	0,814	0,764	0,821	0,845	0,611	0,839	0,857	0,756	0,797	0,772



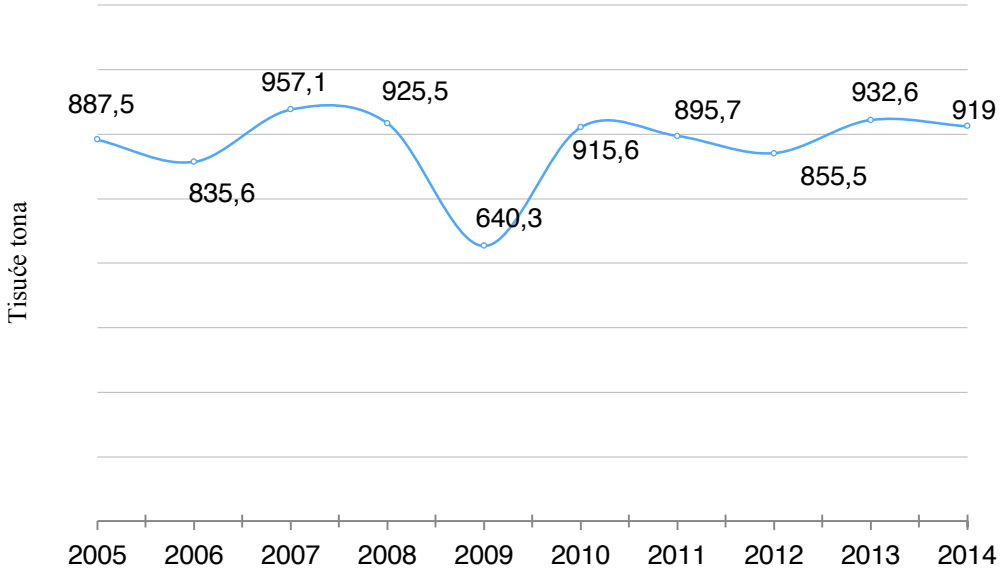
Dijagram 2-2-1. Prikaz potrošnje ugljena u EU-28 (BP, 2016)



Dijagram 2-2-2. Prikaz potrošnje ugljena u RH (EIHP, 2015)

Potrošnja kamenog ugljena u EU-28 kod elektrana je od 2005. godine do 2014. godine s malim pomacima, osim 2009. godine u kojoj se potrošnja smanjila za 31% u odnosu

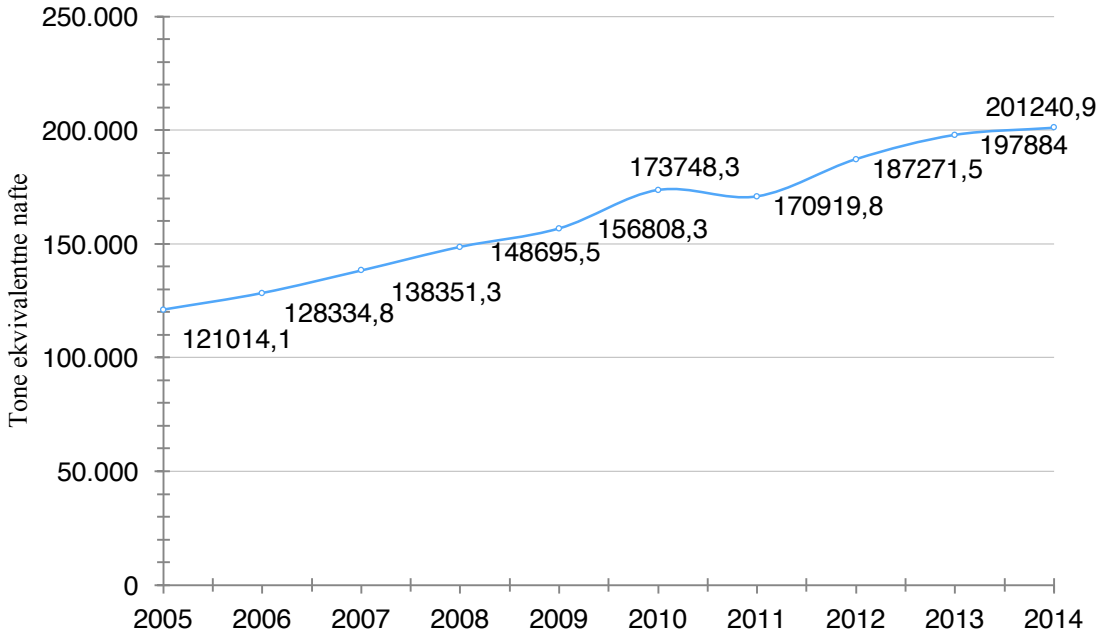
na 2008. godinu. U dijagramu 2-2-3.prikazana je potrošnja kamenog ugljena u termoelektranama na području EU-28.



Dijagram 2-2-3. Prikaz potrošnje kamenog ugljena u termoelektranama u EU-28 (EIHP, 2014)

2.3. Primarna potrošnja energije iz obnovljivih izvora

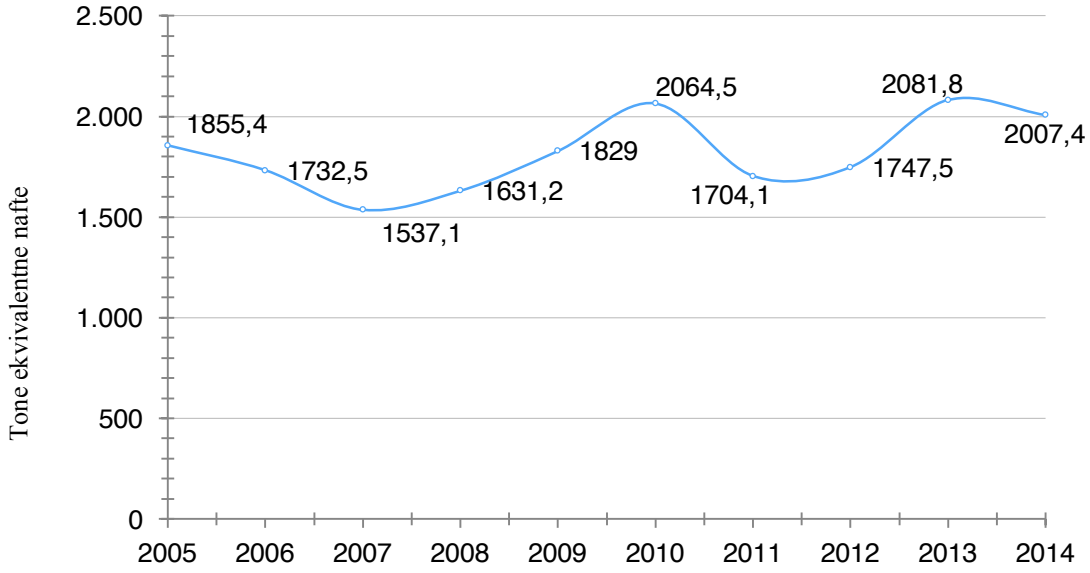
Udio obnovljivih izvora u bruto finalnoj potrošnji iz godine u godinu sve je veći. To je rezultat raznih projekata i regulativa koji se provode s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova. Ti projekti pokrenuti su s inicijativom dekarbonizacije energetike, što će biti pojašnjeno u 5. poglavlju. Osim toga, razvoj obnovljivih energetskih izvora osigurava proizvodnju energije iz više različitih izvora. U ovom poglavlju bit će razrađena bruto finalna potrošnja obnovljivih izvora energije u koje se ubraja: solarna energija koja se dijeli na termalnu i fotonaponsku, kinetičku energiju vjetra te potencijalnu energiju vodenih tokova (hidroenergija). Bruto finalna potrošnja na razini EU-28 za sve obnovljive izvore u 2014. godini iznosi 201,24 MTOE, što je oko 25% od ukupne bruto finalne potrošnje energije iz svih izvora (EUROSTAT, 2016d.). Na dijagramu 2-3-1. bruto finalna potrošnja iz obnovljivih energetskih izvora na razini EU-28 prikazana je potrošnja energije iz obnovljivih izvora energije u tonama ekvivalentne nafte.



Dijagram 2-3-1. Prikaz bruto finalne potrošnje iz obnovljivih energetskih izvora u EU-28 (EIHP, 2014)

Iz ovog dijagrama vidljivo je da je potrošnja u kontinuiranom porastu, što ukazuje na sve veći udio obnovljivih izvora u bruto finalnoj potrošnji te dokazuje rastući trend korištenja obnovljivih izvora energije.

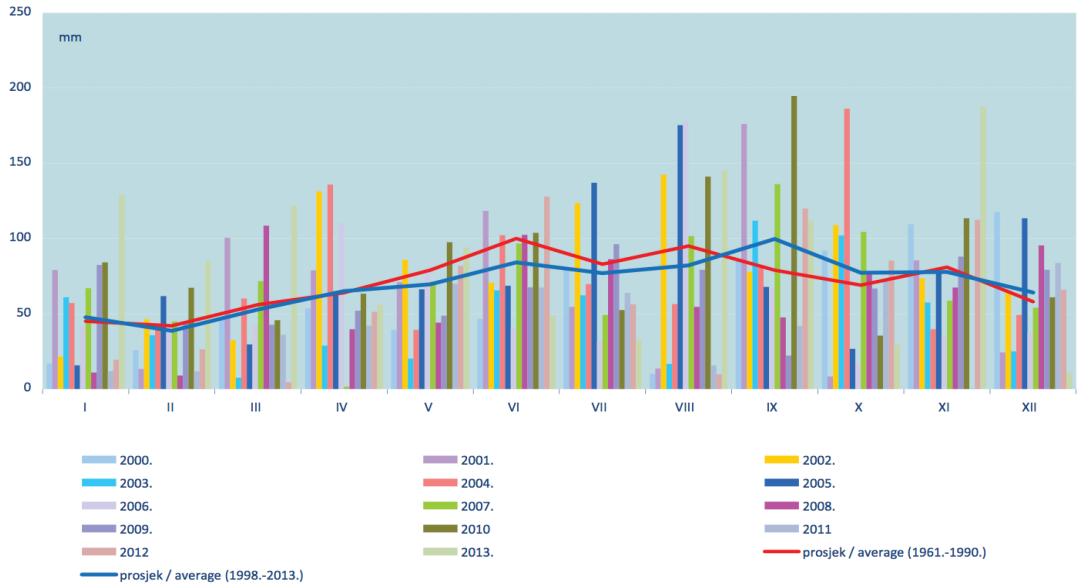
Na dijagramu 2-3-2. prikazana je bruto finalna potrošnja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj. Iz spomenutog dijagrama vidljivo je da u Hrvatskoj nije prisutan trend porasta potrošnje obnovljivih izvora energije, kao što je to slučaj kod EU-28. Razlog tomu je svakako činjenica da je Republika Hrvatska pristupila Europskoj uniji tek 1. srpnja 2013., a veliki udio energije kod obnovljivih izvora dolazi iz hidroenergije. S obzirom da prikazani podaci prikazuju 2014. godinu, projekti koje Europska unija financira vezano uz obnovljive energetske izvore nisu uspjeli zaživjeti i u Hrvatskoj potaknuti trend koji susrećemo kod ostalih članica EU, ali će se to vrlo vjerojatno dogoditi u bližoj budućnosti.



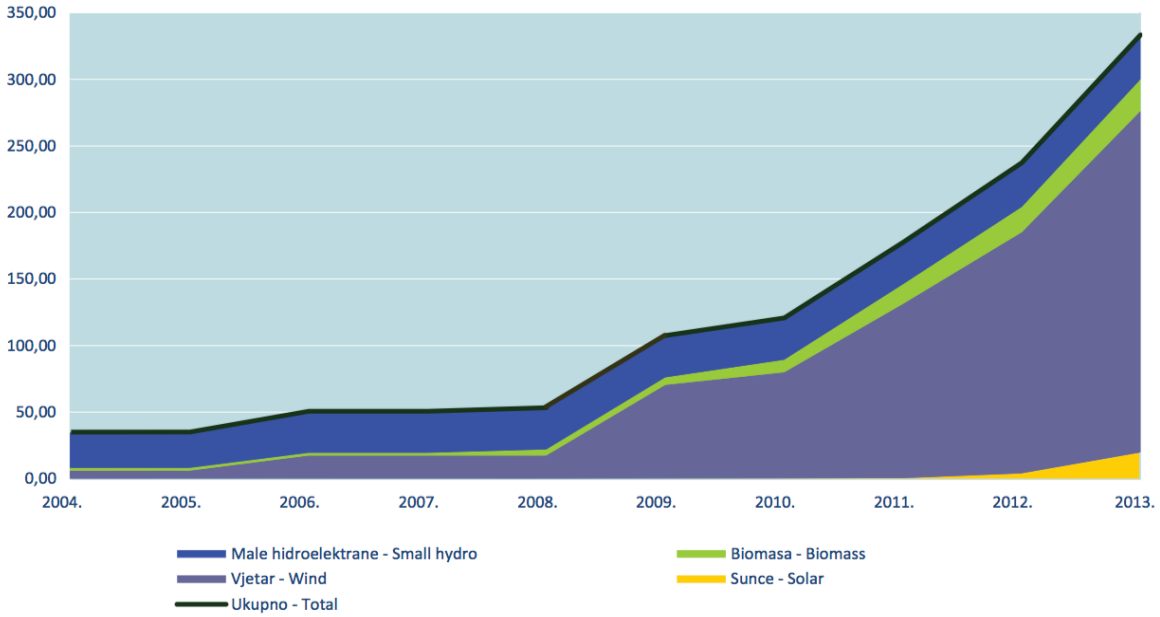
Dijagram 2-3-2. Bruto finalna potrošnja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj (EIHP, 2014)

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012.) količina padalina u 2011. i u 2012. godini bila je ispod prosjeka (1998. - 2013. godine), što objašnjava pad u bruto finalnoj potrošnji iz obnovljivih izvora, dok u Europi količina padalina nije toliko utjecala na potrošnju zbog diversificiranog sustava. Na slici 2-3-1. prikazane su količine oborina po godinama i srednja količina oborina od 1998. do 2013. godine. Uz biomasu i vjetar u Hrvatskoj hidroenergija je glavni oblik dobivanja energije iz obnovljivih izvora. Vidljivo je to iz podataka o oborinama i dijagrama bruto finalne potrošnje iz obnovljivih izvora u Hrvatskoj. Za sada proizvodnja energije iz obnovljivih izvora u Hrvatskoj usko je vezana uz količinu padalina,

dok su na slici 2-3-2. prikazani instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora u Hrvatskoj.



Slika 2-3-1. Količina oborina po mjesecima (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012)



Slika 2-3-2. Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije i obnovljivih izvora u Hrvatskoj (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012)

3. TRŽIŠTE PLINA I UGLJENA U EU

3.1. Struktura tržišta plina i ugljena u EU

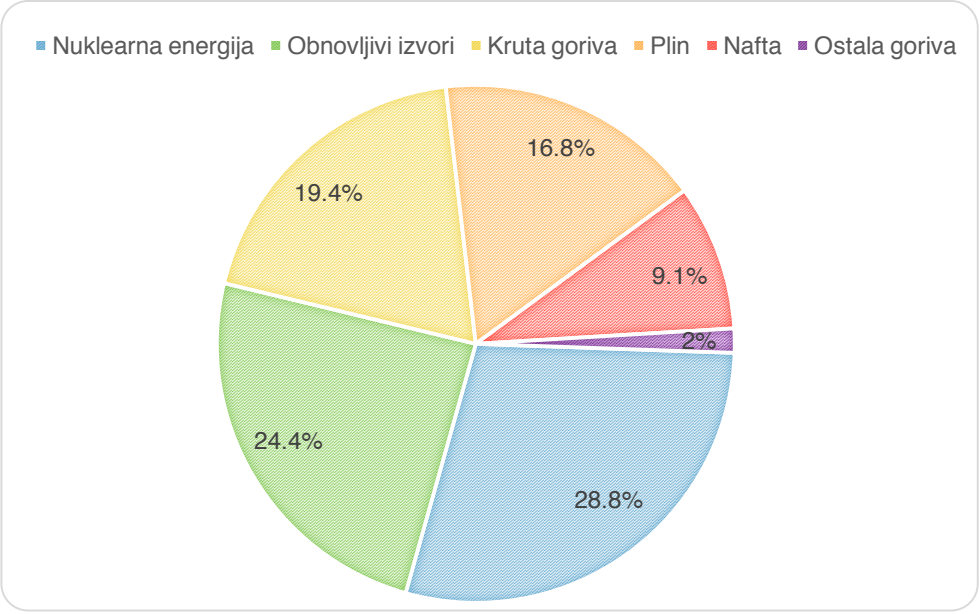
Ovisnost Europe o plinu i ugljenu je velika s obzirom da isti uz naftu imaju udio od 75% u primarnoj proizvodnji energije od toga 65% otpada na plina a 35% otpada na ugljen (EUROSTAT, 2016e). Plin se koristi u termoelektranama i toplanama, industriji i kućanstvima. S obzirom da je u Europi sve veći udio obnovljivih izvorima energije (jedna četvrtina u primarnoj proizvodnji energije) u primarnoj proizvodnji energije, sve više se koristi i plin kao sekundarno gorivo za vršnu potrošnju, što dodatno povećava ovisnost o plinu. Ugljen se također koristi u termoelektranama, ali nije fleksibilan kao i plin, što znači da plinske elektrane bolje pokrivaju vršna opterećenja zbog kontinuirane dobave goriva.

S obzirom da je Europa od početka industrijske revolucije imala veliku potrebu za fosilnim gorivom, ona je do danas svoje rezerve iscrpila te njena proizvodnja fosilnih goriva već dugo ne može zadovoljiti vlastitu potrošnju. U 2015. godini potrošnja u Europi iznosila je 402,1 mlrd. m^3 plina od čega je proizvela samo 121,1 mlrd. m^3 plina. Europa ima samo 0,7% ($1,3x10^{12}$ m^3) od ukupnih svjetskih rezervi plina ($186,9x10^{12}$ m^3). U istoj godini potrošnja ugljena iznosila je 262,4 mlrd. tona ekvivalentne nafte (TOE), a proizvodnja je iznosila 145,3 mlrd. TOE. Europa ima samo 6,3% ($56,08x10^9$ tona) od ukupnih svjetskih rezervi ($891,53 \times 10^9$ tona) (BP, 2016.). Europa je veliku većinu svojih rezervi već iskoristila te je uvelike postala ovisna o uvozu (čak 53,2% bruto domaće potrošnje u 2015. godini je iz uvoza). U ovom poglavlju razmotrit će se količine plina i ugljena koje su potrebne u energetskom sektoru, domaća proizvodnja plina i ugljena na razini EU-28 i količine koje je potrebno uvoziti da bi se pokrila potražnja u Europi. Europa uvozi velike količine plina i ugljena. Nabava tih energenata odvija se na Europskim energetskim tržištima. Samo trgovanje, tj. funkcioniranje tržišta (veleprodaja) bit će obrađeno poglavlju *Veleprodajna tržišta prirodnog plina i ugljena,* dok će u ovom poglavlju biti razrađene količine koje se uvoze i izvoze.

U 2014. godini proizvodnja primarne energije na razini EU-28 iznosila je 770,7 MTOE, dok je u Hrvatskoj iznosila 4,35 MTOE. Posljednjih deset godina prema zabilježenim podacima uočljiv je konstantan pad u primarnoj proizvodnji energije, osim 2010. godine kada je proizvodnja porasla nakon drastičnog pada u 2009. godini uzrokovanog financijskom i gospodarskom krizom. Proizvodnja u 2014. godini je za oko 16%

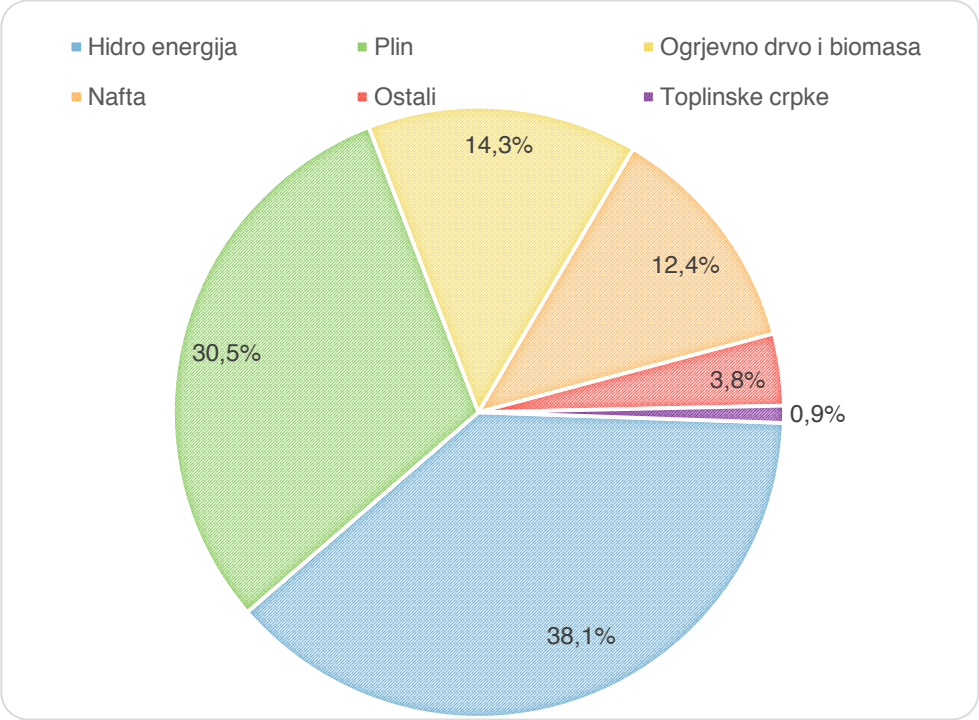
(EUROSTAT, 2016e) niža u odnosu na proizvodnju u proteklih deset godina. Taj se pad djelomično može pripisati prethodno navedenoj činjenici da je Europa svoje rezerve iscrpila te da je većina njenih zaliha potrošena. Najveću proizvodnju primarne energije imala je Francuska sa 17,1% od ukupne proizvodnje EU-28, zatim Njemačka s udjelom od 15,3%, a potom Velika Britanija sa 13,9%. Iako ove zemlje imaju najveći udio u proizvodnji primarne energije na razini EU-28, usporedno s njihovim pojedinačnim podacima iz proteklog desetljeća proizvodnja im je smanjena. Naime, u Velikoj Britaniji je proizvodnja primarne energije smanjena za 135,4 MTOE u odnosu na proteklo desetljeće, dok je u Njemačkoj smanjena za 14,3 MTOE.

U proizvodnji primarne energije na razini EU-28 bitno je i razlučiti udjele izvora u ukupnoj proizvodnji. Najveći udio ima nuklearna energija sa 28,7%, a Francuska ima najveći udio u tom postotku. Čak više od 80% proizvedene energije u Francuskoj dolazi iz nuklearnih elektrana. Udio obnovljivih izvora u EU-28 iznosi 24,3%, krutih goriva 19,7%, i to pretežito ugljena, udio plina iznosi 16,7%, dok udio nafte iznosi 9,1% (EUROSTAT, 2016a). Na dijagramu 3-1-1. prikazani su udjeli pojedinih energenata u proizvodnji primarne energije.



Dijagram 3-1-1. Udjeli energenata u proizvodnji primarne energije u EU-28 (EUROSTAT, 2016a)

Na dijagramu 3-1-2. prikazani su udjeli energenata u proizvodnji primarne energije u Hrvatska. U usporedbi 2008. godine s 2013. godinom udjeli tih energenata su se promijenili – udio plina smanjen je s 47,3% na 30,5%, sirove nafte sa 17,8% na 12,4%, dok su ostali energenti povećali svoj udio. Primjerice, hidroenergija bilježi porast s 25,2% na 38,1%, ogrjevno drvo i biomasa porast s 8,5% na 14,3%, udio ostalih obnovljivih izvora (energija vjetra, biodizel, sunčeva energija itd.) povećan je na 3,8% te udio toplinske energije s toplinskih crpki na 0,9% (EUROSTAT, 2016a; 2016c).



Dijagram 3-1-2. Prikaz udjela energenata u primarnoj proizvodnji energije u Hrvatskoj (EUROSTAT, 2016a)

U EU-28 potražnja za plinom nije jednakomjerno raspoređena. Čak 75% energetske potražnje čine samo šest zemalja. Više od polovice otpada na Njemačku, Ujedinjeno Kraljevstvo i Italiju, a ostatak na Francusku, Nizozemsku i Španjolsku.

Potražnja za ugljenom je sve manja, jedan od razloga je svijest o globalnom zatopljenju, ali i iscrpljenost ležišta u Europi. Sve više zemalja zatvara termoelektrane na ugljen. Zadnja u nizu je Belgija koja je najavila zatvaranje svoje elektrane *Langero* 30. ožujka 2016. godine te se time pridružila Cipru, Luksemburgu, Malti i Baltičkim zemljama u zatvaranju elektrana na ugljen. U narednim godinama tom se nizu namjerava pridružiti i Velika Britanija, dok jedino Poljska protivno europskim odredbama o smanjenju CO_2 emisija (Europski Parlament, 2012), namjerava povećati udio ugljena u svom energetskom

sektoru. Upravo zbog te odluke Europska komisija je pokrenula postupak protiv Poljske na Europskom vrhovnom sudu u Brucxellesui. Iako se sve više zemalja udaljava od ugljena kao energenta za proizvodnju električne energije, on je i dalje potreban za proizvodnju željeza i čelika. U primarnoj proizvodnji energije iz ugljena u 2014. godini na razini EU-28 potrebno je 15,1 MTOE, od čega najveći udio ima Poljska s 57,2%, zatim Njemačka s 21,6% pa Češka s 20,6% i na kraju Velika Britanija s 0,4%. Prema podacima iščitanima iz EUROSTAT-a, to su ujedno i jedine države u Europskoj uniji koje su koristile ugljen za proizvodnju primarne energije u 2014. godini. U 2015. godini proizvodnja električne energije iz termalnih elektrana porasla je za 1,3% na području EU-28 i zaslužna je za 47,8% ukupne proizvedene električne energije.

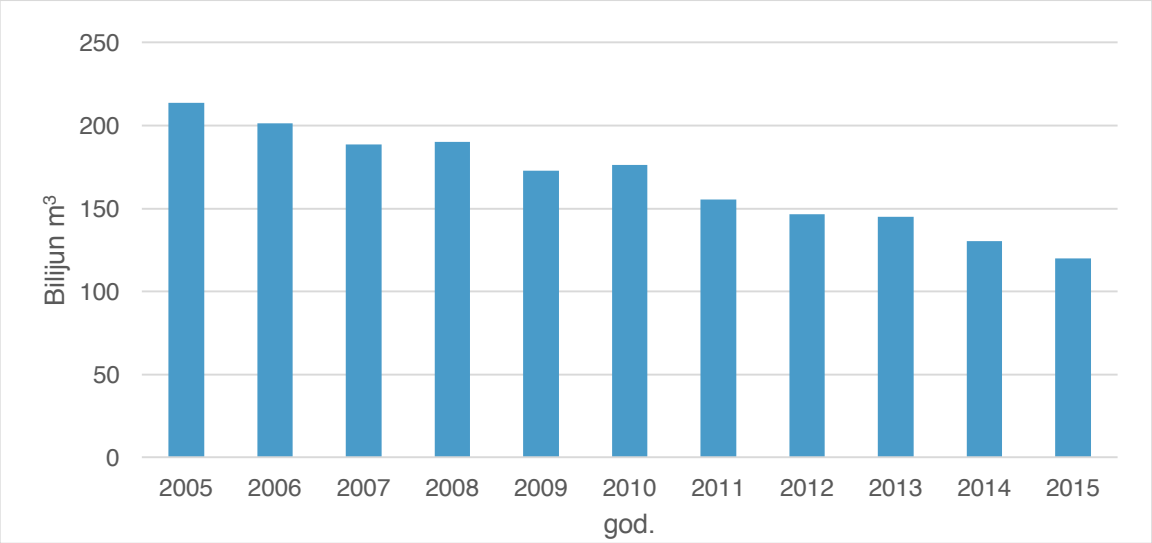
Trendu zatvaranja termoelektrana na ugljen priključuju se i druge članice pa je tako Austrija najavila da do 2025. godine zatvara termoelektranu na ugljen koja je u funkciji od 1987. godine. Termoelektrana *Dunrohr* je elektrana na ugljen kapaciteta 352 MW te na godišnjoj bazi emitira 1 milijun tona CO_2 u atmosferu. Razlog zatvaranja je neisplativost postrojenja zbog velikih troškova kupnje dozvola za emitiranje. Austrija je u 2014. godini zatvorila termoelektranu na ugljen tvrtke *Verbund* kapaciteta 405 MW. Do 2025. godine Austrija više neće proizvoditi električnu energiju iz ugljena (Platts, 2015).

3.1.1. Proizvodnja plina i ugljena u Europskoj uniji i Hrvatskoj

Kao što je već spomenuto, zalihe plina i ugljena u Europi su sve manje, a samim time i njihova proizvodnja. Prema predviđanjima, taj će se trend nastaviti, zbog čega će u budućnosti Europa proizvoditi sve manje plina i ugljena. Količina proizvedenih sirovina izravno će ovisiti o količinama zaliha koje pojedina država ima, a sukladno današnjim trendovima, iako je potrošnja plina i ugljena manja, Europa će samo mali dio svoje potražnje moći zadovoljiti iz vlastite proizvodnje. Prema statistikama EUROSTAT-a iz 2013. godine, Europska unija zadovoljava 34% svoje bruto finalne potrošnje iz vlastite proizvodnje. Na europskom kontinentu, ali i u svijetu, značajnu ulogu igra Norveška. Iako nije u Europskoj uniji, ona sudjeluje u Europskoj energetskoj zajednici, EEA (engl. *European Economic Area*), zbog čega ju valja spomenuti u kontekstu proizvodnje plina i ugljena. Sudjelovanje u EEA omogućuje slobodno kretanje ljudi i dobara pa tako i energenata. U tom smislu EEA gotovo je ravnopravna članicama Europske unije u energetskom smislu, a cijena plina nije vezana za cijenu nafte.

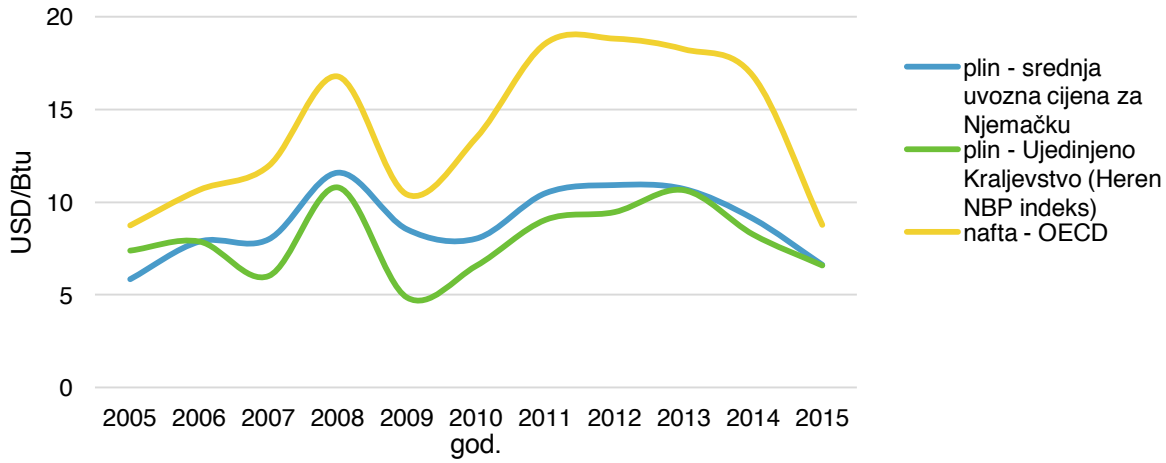
Među članicama EU-28 najveći proizvođač prirodnog plina je Nizozemska sa 47% od navedenih 34% u bruto finalnoj potrošnji, zatim slijedi Ujedinjeno Kraljevstvo s 25%, Njemačka sa 6,7% te Rumunjska sa 6,5%. EU-28 je u 2013. godini proizvela 147,2 MTOE prirodnog plina od toga Nizozemska 63,8 MTOE, Ujedinjeno Kraljevstvo 38,9 MTOE, Njemačka 10,3 MTOE, Rumunjska 9,4 MTOE dok je Hrvatska imala udio od 1,8 MTOE. U 2014. godini ukupna proizvodnja u EU-28 iznosila je 119,1 MTOE. U odnosu na 2013. godinu, riječ je o padu proizvodnje od gotovo 10%.

Na dijagramu 3-1-1-1. prikazane su količine proizvedenog plina na području EU-28. Iz dijagrama je vidljivo da je domaća proizvodnja u kontinuiranom padu.



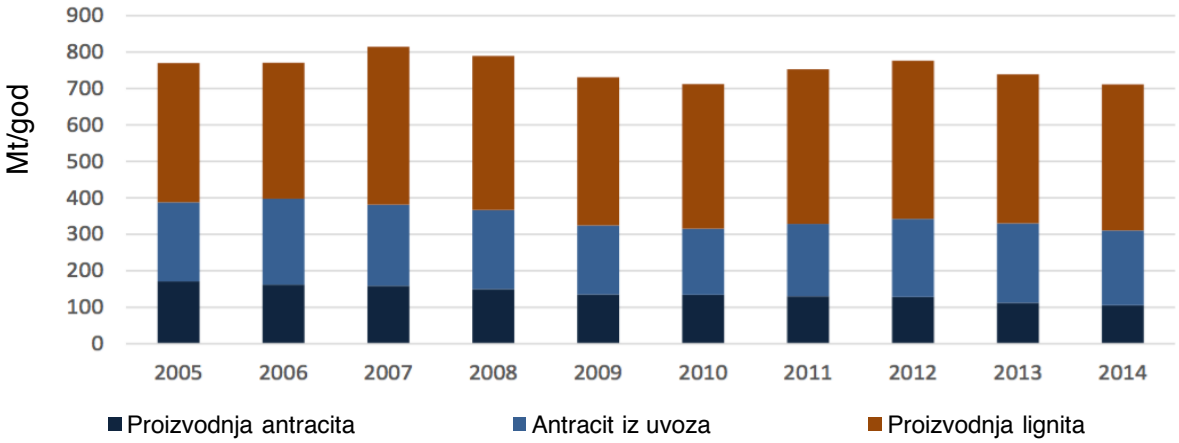
Dijagram 3-1-1-1. Prikaz proizvedene količine plina u EU-28 (BP, 2016)

Zbog pada domaće proizvodnje plina Europa postaje ovisna o uvozu pa tako isplativost uvoza plina ovisi o cijeni plina na svjetskom tržištu. U povjesti je plin pratio cijenu nafte, što je predstavljalo veliki problem za isplativost postrojenja na plin. Na dijagramu 3-1-2. prikazano je usporedno kretanje cijene plina i nafte iz kojeg je vidljivo da od 2008. godine cijena plina ne prati cijenu nafte. Kada plin prestaje pratiti cijenu nafte čini ga pouzdanim gorivom za proizvodnju električne energije. Stabilna cijena energenta na svjetskom tržištu bitna je za razvijanje novih kapitalnih investicija jer ukazuje na njegovu ekonomsku isplativost. Neovisnost cijene plina o cjeni nafte bitna je kako bi plin mogao postati pouzdan energent za proizvodnju primarne energije.



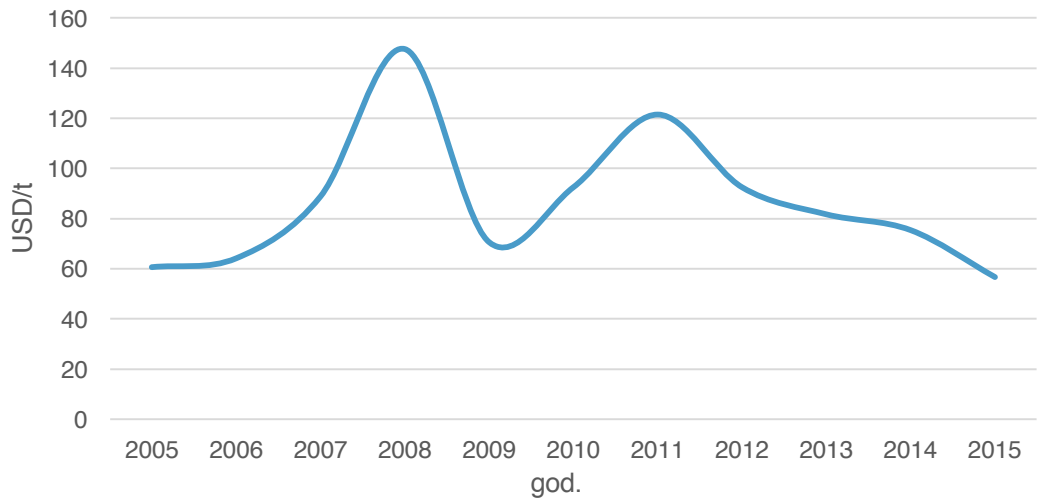
Dijagram 3-1-1-2. Prikaz kretanja cijena nafte i plina (BP, 2016)

Prema statističkoj analizi iz 2015. godine koju je napravila tvrtka BP (*British Petroleum*), proizvodnja ugljena u zemljama EU-28 iznosila je 151,4 MTOE, što je 3,9% od ukupne svjetske proizvodnje (BP, 2016). Na dijagramu 3-1-3. prikazane su količine proizvedenog i uvezenog ugljena u megatonama po godini (Michaels, 2014).



Dijagram 3-1-1-3. Domaća proizvodnja antracita, lignita i antracit iz uvoza u EU-28 (Michaels, 2014)

Među članicama Europske unije najveću proizvodnju ima Poljska s 55,0 MTOE, koju slijedi Njemačka sa 43,8 MTOE, a potom Češka sa 17,3 MTOE. Današnja proizvodnja ugljena u EU-28 iznosi 28% od proizvodnje 1990. godine. Kao i kod plina, cijena ugljena bitna je za opravdanost kapitalnih investicija u postrojenja pogonjene na ugljen. Na dijagramu 3-1-1-4. prikazano je kretanje cijena ugljena u Europskoj uniji (BP, 2016).



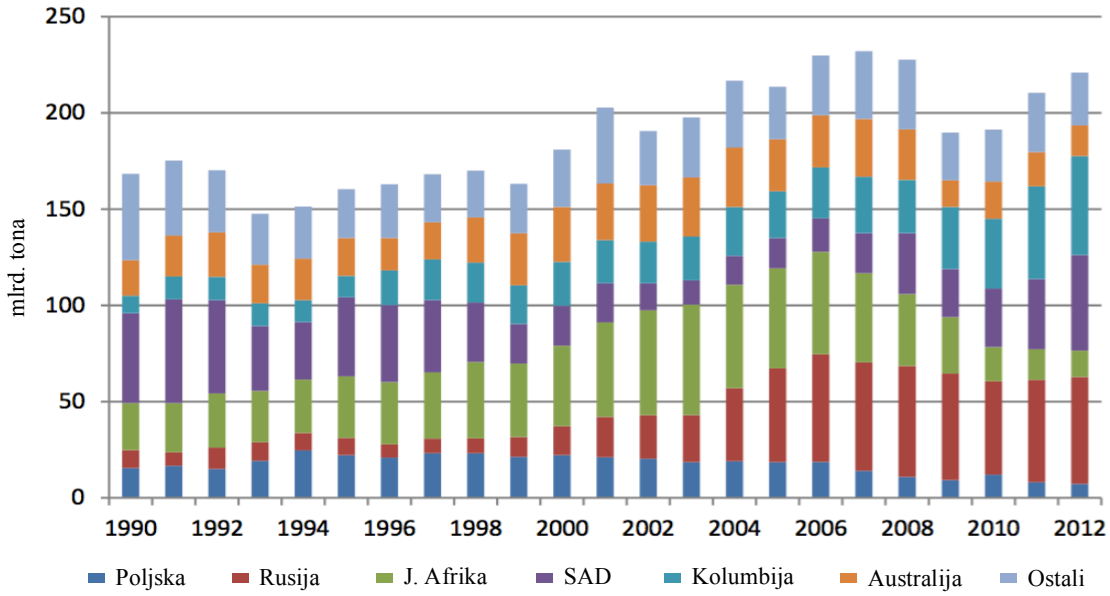
Dijagram 3-1-1-4. Prikaz kretanje cijena ugljena (BP, 2016)

U Hrvatskoj se ležišta smeđeg ugljena nalaze u Hrvatskom Zagorju (Golubovec, Krapina, Ljubelj, Mali Tabor, Pregrada, Putkovec, Radoboj, Zajezda) i u Dalmaciji (Siverić, Velušić). Ležišta lignita se nalaze u mjestima: Konjščina, Ivanec-Ladanje, Ludbreg-Koprivnica, Bilogora i pokupsko-vukomerički bazen. Kamenog ugljena ima u istarskom ugljenonosnom bazenu (Raša, Koromačno, Podlabin, Ripenda, Pićan, Tupljak). Taj ugljen sadrži velik udio sumpora (oko 7%), u jami Tupljak 10%, a ponegdje čak do 11%. Istra ima kvalitetan ugljen, ali zbog velikog udjela sumpora nije uporabljiv u metalurške svrhe. U velikom dijelu hrvatskih ležišta geološke su prilike složene pa je otkopavanje otežano. U Hrvatskoj su uglavnom svi ugljenokopi zbog nerentabilnosti zatvoreni u razdoblju od druge polovice 60-ih do prve polovice 70-ih godina 20. stoljeća. Preostala je još jedino bila proizvodnja u istarskim ugljenokopima, a zadnja jama, Tupljak, prestala je raditi 1999. godine. Nakon toga se u Hrvatskoj ugljen više nije otkopavao.

3.1.2. Uvoz plina i ugljena u Europsku uniju i Hrvatsku

Europa je danas uvelike ovisna o uvozu energenata, što dokazuje činjenica da je u 2013. godini prema statistikama EUROSTAT-a uvoz bio veći od izvoza za 909 MTOE (vrijednost se odnosi općenito na sva fosilna goriva). Najveći uvoznici u Europskoj uniji jesu i najvažnije članice unije. Od 2004. pa do 2013. godine Danska je bila jedina članica gdje je izvoz primarne energije bio veći od uvoza i prema sadašnjim podacima sve članice EU-28 zabilježile su veći uvoz od izvoza. Prema broju stanovnika najveći uvoznici bili su Luksemburg, Malta i Belgija. Glavni uvoznik plina, sirove nafte, ali u zadnje vrijeme i krutih

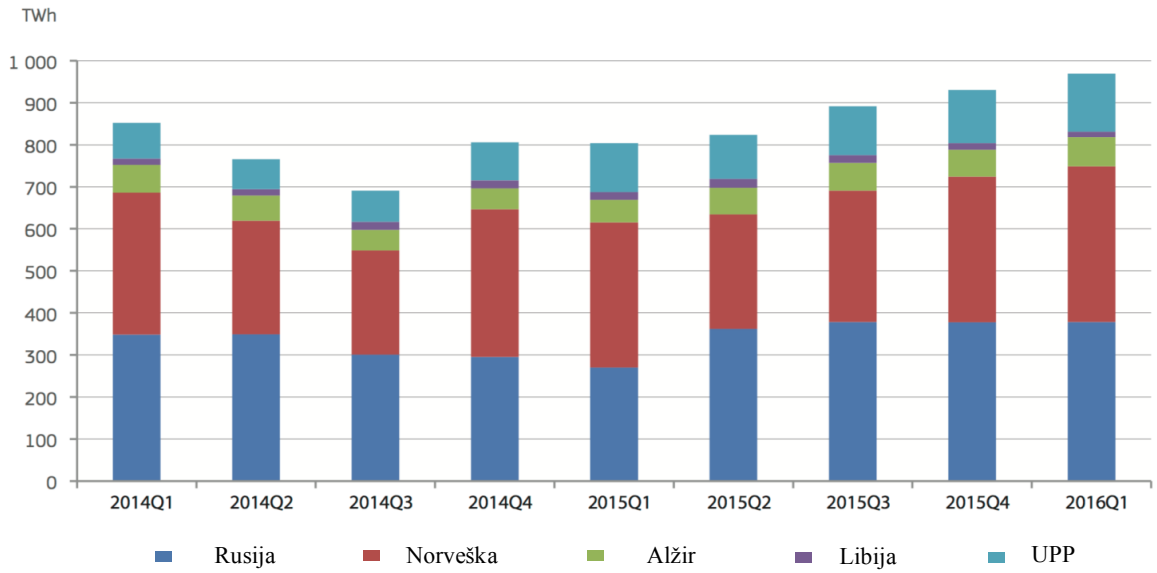
goriva, u koje spada i ugljen, je Rusija. Do 2006. godine za Europu glavni uvoznik krutih goriva bila je Sjeverna Afrika, a od tada je tu ulogu preuzela Rusija. U kontekstu glavnih uvoznika krutih goriva u Europu, Rusija je nadmašila Australiju u 2004. godini i Kolumbiju u 2002. godini. U 2003. godini 13,2% uvezenih krutih goriva dolazilo je iz Rusije, a u 2009. godini se ruski udio u uvozu popeo na 30,0% od ukupne uvezene količine krutih goriva. Od uvezenog kamenog ugljena 73,1% dolazi iz Rusije, Kolumbije i Sjedinjenih Američkih Država. U dijagramu 3-1-2-1. prikazane su količine uvezenog ugljena u mlrd. tona za EU-28 prema zemlji podrijetla (EUROSTAT 2016h; Michaels, 2014).



Dijagram 3-1-2-1. Uvoz ugljena u mlrd. tona prema zemlji podrijetla za EU-28 (Michaels, 2014)

Što se uvoza plina u EU- 28 tiče, ruski udio u uvozu je u 2003. godini iznosio 44,1%. Idućih sedam godina taj postotak je smanjen na 29,5%, dok je u 2013. godini opet porastao na 39%. Uz Rusiju, Norveška je drugi glavni izvoznik energenata (plina, nafte, električne energije) u Europsku uniju, s obzirom da čak 30,8% od ukupno uvezene količine plina u Europu dolazi iz Norveške. Za Europu velik problem stvara i činjenica da velika većina uvezenih energenata dolazi iz samo dvije države, npr. prema podacima iz 2013. godine od ukupne uvezene količine plina 69,1% bilo je iz Rusije i Norveške. Prema udjelima uvezenih količina plina po zemlji podrijetla, osim visokih udjela Norveške (30,8%) i Rusije (15,2%), nisu zanemarivi ni udjeli Ukrajine (14,1%) te Bjelorusije (13,7%). Količine plina uvezene iz Rusije uvelike ovise o cijenama plina na svjetskom tržištu, a količine plina uvezene iz

Norveške prate sezonske trendove, što je objašnjivo sudjelovanjem Norveške u EEA. Količine plina u 2015. godini koje su plinovodima uvezene iz Sjeverne Afrike povećale su se za 15%, uvoz iz Alžira se povećao za 28%, a uvoz iz Libije se smanjio za 19%. Alžir čini 7%, a Libija 2% od ukupno uvezenih količina plina. Europa svoj plin uvozi iz više različitih dijelova svijeta, pa tako i na dva različita načina (plinovodom i UPP-om). Uvoz iz UPP-a čini 14% od ukupne uvezene količine plina. Na dijagramu 3-1-2-2. prikazane su količine uvezenog plina u TWh po državama i uvezena količina ukapljenog prirodnog plina (UPP) na razini EU-28.



Dijagram 3-1-2-2. Prikaz uvezenih količina plina po državi i uvezena količina UPP-a u EU-28 (European Parlament, 2016)

Uvoz plina na razini EU-28 povećao se za 2,8% (sveukupno 23 640 tisuća teradžula). Najznačajniji porast uvoza zabilježila je Njemačka, a od 2013. do 2014. godine porast u uvozu zabilježile su i Češka, Nizozemska, Mađarska, Španjolska i Hrvatska. U tablici 3-1-2-1. prikazano je količine plina uvezene po mjesecima u teradžulima (EUROSTAT, 2016f).

Tablica 3-1-2-1. Količine uvezenog plina po mjesecima u teradžulima

ZEMLJA/VRIJEME	2015M06	2015M07	2015M08	2015M09	2015M10	2015M11	2015M12	2016M01	2016M02	2016M03
EU-28	336.154	299.012	302.422	336.813	396.667	443.220	478.318	476.573	431.674	361.092
Hrvatska	5.370	6.062	6.056	5.781	6.087	5.962	6.172	6.064	5.571	5.750

Prema podacima Hrvatskog energetskog instituta Hrvoje Požar (EIHP, 2015), Hrvatska je u 2014. godini ukupno uvezla 6,07 MTOE energije (plin, ugljen, nafta, biomasa itd.). Od te vrijednosti uvezeno je 0,936 MTOE prirodnog plina i 0,728 MTOE ugljena.

3.2. Tržište električne energije

Cijena električne energije različita je diljem Europe. U pojedinim zemljama članicama električna energija je do četiri puta skuplja. Cijene električne energije u EU-28 formiraju se prema tržišnoj ponudi i potražnji. U cijenu ulazi cijena proizvodnje energije, cijena opskrbe, naknada transportnog sustava, porezi i cijena koju svaki distributer postavlja kao naknadu za uslugu. Cijena električne energije poskupljuje ako država sama nije u mogućnosti proizvesti potrebne količine. Kod određivanja cijene proizvodnje električne energije koristi se metoda balansa cijene električne energije (engl. *Levelized Cost of Electricity* - LCOE). Kod tog izračuna određuje se minimalna cijena električne energije proizvedena iz pojedine elektrane. Izračunava se kao suma troškova po godini u koju se ubrajaju investicijski troškovi, operativni troškovi, troškovi održavanja i troškovi goriva kroz količinu proizvedene električne energije. Usporedbom tog podatka s trenutačnom cijenom električne energije na tržištu može se odrediti je li isplativo proizvoditi električnu energiju iz promatranog postrojenja. U tablici 3-2-1. prikazano je kretanje cijene električne energije u EUR/MWh u EU-28.

Tablica 3-2-1. Prikaz cijena električne energije u EUR/MWh u EU-28 (NordPool, 2016)

God.	***2007.***	***2008.***	***2009.***	***2010.***	***2011.***	***2012.***	***2013.***	***2014.***	***2015.***
EUR/MWh	27,93	44,73	35,02	53,06	47,05	31,2	38,01	29,61	20,98

4. TRGOVINA PRIRODNOG PLINA I UGLJENA

Tržište se najkraće može definirati kao mjesto gdje se susreću ponuda i potražnja. Kupnja i prodaja se mogu odvijati i bez nazočnosti robe - takva vrsta trgovanja je burza. Trgovanje na burzi može se odvijati i bez izravnog kontakta kupca i prodavača (telefonski, internet itd.). Veleprodajna tržišta su tržišta gdje se trguje dobrima u velikim količinama, dok veleprodajna tržišta plina i ugljena spadaju u tržišta energijom. Energetski razvoj je rezultat stvaranja energetske politike koja potiče energetsku industriju u konkurentnom smislu. Samo poticanje energetskog razvoja stvara energetsko tržište, što potiče konkurentnost i time ispunjava opće obilježje tržišta. Do 1970-ih godina obilježje energetskog tržišta je bio monopol - nekoliko moćnih tvrtki koje su određivale kretanje cijena i nametale svoje interese na tržištima energijom. Dobar primjer toga bio je monopol naftnih tvrtki – postojalo je sedam najjačih naftnih tvrtki koje su dobile ime *Sedam sestara*.

OPEC (engl. *The Organization of the Petroleum Exporting Countries*) je međunarodna organizacija koja objedinjuje zemlje s najvećom proizvodnjom nafte. Cilj te organizacije je standardizirati politiku vezano za naftu kako bi se osigurala pravedna i stabilna cijena nafte na svjetskom tržištu. Osnivanje OPEC-a je bio odgovor zemalja proizvođača nafte na monopol naftnog tržišta od strane sedam najjačih ondašnjih tvrtki. Arapske članice OPEC-a 1973. godine najavile su embargo nafte Kanadi, Nizozemskoj, Velikoj Britaniji, Japanu i Sjedinjenim Američkim Državama. Taj embargo imao je za posljedicu drastičan porast cijene u razdoblju najveće potrošnje nafte do tada. Tim događajem članice OPEC-a razbijaju monopol *Sedam sestara*.

Tržište postoji kako bi poticala konkurentnost te kako bi se regulirale cijene prema osnovnom načelu tržišta, načelu ponude i potražnje. Kako bi se spriječio monopol (potpuna kontrola tržišta jedne tvrtke ili osobe) ili oligopol (kontrola tržišta nekoliko tvrtki ili pojedinaca) tržišta su liberalizirana, što znači da bilo tko tko ispunjava uvjete za sudjelovanju na tržištu ne njemu može i sudjelovati. Za normalan i konkurentan rad tržišta postavljeni su nadzorni organi na razini države ili na regionalnoj razini, npr. u Australiji postoji Australski odbor energetskog tržišta (engl. *Australian Energy Market Commission*), u Singapuru Autoritet energetskog tržišta (engl. *Energy Market Authority*) itd. Na razini članica Europske unije, ali i država koje sudjeluju u EEA djeluje Energetska zajednica (engl. *Energy Community*). Energetska zajednica je međunarodna organizacija u kojoj sudjeluju članice Europske unije i još niz drugih zemalja europskog kontinenta s ciljem ostvarivanja

konkurentnog europskog tržišta, gdje se npr. struja za jednu zemlju može proizvoditi u drugoj.

Zadaća energetske zajednice je nadzirati energetsko tržište i omogućiti prirodnu tržišnu regulaciju cijena. To se postiže omogućavanjem participacije više sudionika, što osim regulacije cijena dobara omogućuje i sigurnost investiranja u nove.

Opće načelo tržišta energije je da svaki građanin Europske unije ima pravo na pristup energentima (struja, plin, nafta) i uz to ima slobodu izbora od koga će tu energiju kupovati. Prema tim načelima, svaki građanin ima pravo pristupu informacijama odakle potječe energija koju koristi te koliko troši. Iz tih informacija potrošač može neizravno utjecati na svoj utjecaj na okoliš, tj. potrošač može sam odabrati električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora, čime potiče obnovljive energetske izvore (The Oxford Institute of Energy Studies, 2015b)

Svaka članica Europske unije je prolazila postupak tranzicije s ciljem integracije u Europsku uniju, pa tako i postupak energetske integracije. Prvi korak kod energetske integracije je restrukturiranje energetskog sustava na nacionalnoj razini, razdvajanje djelatnosti proizvodnje, transporta, distribucije i opskrbe, a zatim postupno uvođenje tržišnih pravila.

Tržište energenata spada pod zajedničko tržište Europske unije stvoreno 1992. godine. Prema tomu, pravni izvori koji vrijede za zajedničko tržište energenata imaju prednost pred nacionalnim zakonodavstvom. Pravni izvori koji su u tom kontekstu bitni su *Direktiva o unutrašnjem tržištu prirodnog plina* i *Direktiva o unutrašnjem tržištu ugljena*, kojima je Europska unija definirala okvire restrukturiranja i demonopolizacije tržišta mrežnih energenata, a istodobno je zemljama članicama dopušteno odabrati način primjene i stupanj deregulacije. Te su direktive postavljene s ciljem povećanja učinkovitosti sektora i snižavanja cijena energenata. U nastavku teksta obrađena su veleprodajna tržišta prirodnog plina i ugljena.

Postoje četiri osnovna načina trgovanja plinom (Panebianco, 2014; Sabolić, 2014):

1. spot tržišta - dinamična vrsta trgovanja, trenutačna kupnja sa istom takvom isporukom.

2. terminski – (engl. *forward*) ugovori kod kojeg se određena količina plaća prilikom njegovog sklapanja, a isporuka je na dogovoreni datum u budućnosti

3. ročni - (engl. *futures*) ugovori kod kojeg se i kupnja i isporuka događaju u budućnosti, ali se cijena dogovara u vrijeme potpisivanja ugovora

4. opcije – (engl. *Options*) ugovor sličan kao i *ročni ugovori*, samo se dodatno plaća dogovorena svota, što daje kupcu pravo da odustane od kupnje ako nije u njegovom interesu.

4.1. Trgovina prirodnog plina

Moderno tržište plina u Europi kakvo poznajemo danas započelo je s liberalizacijom tržišta u Velikoj Britaniji. Sve je počelo privatizacijom tvrtke *British Gas* 1986. godine. U 90-im godinama 20. stoljeća Velika Britanija je nastavila s nizom deregulacija i razvila *Britansko nacionalno plinsko čvorište* (*National Balancing Point* - NBP). Liberalizacijom je stvoreno konkurentno tržište na kojem nema mjesta monopolu, u kojem jedinu rukovodeću poziciju ima vlada pojedine države ili organizacija koja nadzire tržište. Nakon liberalizacije tržišta razvila su se dva načina trgovanja plinom: fizička isporuka na *spot* tržištu i trgovina *futures* ugovorima na burzi.

Spot tržište je trgovanje na fizičkom tržištu plina na dnevnoj bazi. Ta vrsta tržišta trguje postojećim količinama plina u plinovodu prema trenutačnim cijenama, odvija se odmah, a isporuka je trenutačna ili u veoma kratkom periodu od same kupovine. Najveće količine plina na *spot* tržištu prodaju se, tj. kupuju u zadnjem tjednu u mjesecu, pa je taj tjedan poznat pod nazivom *big week*. U zadnjem tjednu u mjesecu svi sudionici na *spot* tržištu pokušavaju prodati ili kupiti sve potrebne količine plina za cijeli idući mjesec. Cilj svih sudionika je prodati višak plina i proizvodnje po što boljim cijenama, ali i kupiti potrebne količine. Trgovanje na *spot* tržištu jako je dinamično i nepredvidljivo, isto kao i na burzi. Zbog liberaliziranog tržišta, cijena plina se formira prema trenutačnoj ponudi i potražnji, prema dostupnim kapacitetima u plinovodu, ali i ovisno o vremenu i trendovima

u potrošnji (zimi su cijene plina više). *Futures* tržišta razlikuju se od *spot* tržišta prema načinu ugovaranja. Taj se način trgovanja odvija pomoću ugovora, i to na način da se jedna strana obvezuje kupiti, tj. prodati određenu količinu plina u budućnosti. Tipični vremenski period je od jednog mjeseca do trideset i šest mjeseci. Budući da su cijene plina jako promjenjive, *futures* daje opciju odrediti točnu količinu plina po prethodno dogovorenoj cijeni i kvaliteti i s točnim vremenom isporuke. Ta vrsta trgovanja štiti kupca, ali i prodavača od dinamične promjene cijena na tržištu plina.

Pojavom *spot* tržišta smanjio se trend dugoročnih ugovora koji su se ugovarali na razdoblje od dvadeset i pet do trideset godina i imali su fiksnu klauzulu. S obzirom na to da su to bile ugovorene količine plina i nije se uzimao u obzir pad u potrošnji, država koja je bila obvezna otkupiti tu količinu plina imala je nepotreban trošak od kupnje, a zatim i od skladištenja, a prema klauzuli "uzmi ili plati" morala je otkupiti zadanu količinu plina bez obzira je li ju preuzela. Osim toga, dugoročni su ugovori imali fiksnu klauzulu, što bi značilo da cijena plina po kojoj se u tom trenutku otkupljivalo nije odgovarala tržišnoj cijeni. Ovisno o tome je li ta cijena bila viša ili niža od tržišne, ista nije odgovarala ili jednoj ili drugoj strani. *Spot* tržišta daju fleksibilnost da se u bilo kojem trenutku može otkupiti potrebna količina plina.

Fizičko tržište plina je mjesto gdje se trguje postojećim količinama (dobrima) i na njemu sudjeluju proizvođači, prodavači i transportne kompanije. Na fizičkom tržištu postoji nekoliko načina trgovanja, tj. ugovora:

- *swing* ugovori
- *baseload* ugovori
- ugovori s tvrtkom.

U Europskoj uniji proces liberalizacije započeo je 1998. godine uvođenjem Direktive Europske zajednice 98/30/EC[25], kojom su postavljena su osnovna pravila za transport, distribuciju, opskrbu i skladištenje prirodnog plina. Tom direktivom postavljaju se osnovna pravila organizacije i načina funkcioniranja tržišta prirodnim plinom. Pravila se odnose na UPP, pristup tržištu, kriterije i proceduru za dobivanje dozvola, transport, distribucije, opskrbe i skladištenja plina. Njenim stupanjem na snagu Europska unija uspjela je stvoriti interno konkurentno tržište koje ima ista pravila za sve sudionike. Direktiva standardizira postupke na razini EU-28 i omogućuje lakše kretanje energije i brzu dostavu energije tamo

gdje je potrebna. Njezinim uvođenjem Europska unija nije samo postavila pravila ponašanja nego i započela izgradnju fizičkih plinskih čvorišta gdje se trgovina može odvijati.

Isto kao što se liberalizacijom tržišta razvilo fizičko tržište plina i financijsko tržište plina tako se izgradnjom fizičkih plinskih čvorišta, gdje se trguje postojećim količinama plina, razvilo i virtualno čvorište plina.

Fizička čvorišta plina mogu se definirati kao fizičko mjesto u plinskoj mreži gdje se više različitih plinovoda spajaju i trgovina se odvija samo na tom mjestu. Kod virtualnih se čvorišta plina trgovina odvija na cijelom sustavu plinske mreže i nije vezana uz jednu lokaciju.

Na europskom kontinentu postoji deset glavnih plinskih čvorišta:

1. Central European Gas Hub (CEGH, Beč, Austrija)
2. GASPOOL (Njemačka)
3. National Balancing Point (Ujedinjeno Kraljevstvo)
4. NetConnect (Njemačka)
5. PEG Nord (Francuska)
6. PEG Sud (Francuska)
7. Single Balancing Point (Španjolska)
8. Title Transfere Facility (TTF, virtualno čvorište u Nizozemskoj)
9. Virtual Exchange Point (PSV, Punto di Scambio Virtuale, Italija)
10. Zeebrugge (ZTP, Zeebrugge trade point, Belgija)

Na slici 4-1-1. prikazana su plinska čvorišta u Europi.

Slika 4-1-1. Prikaz plinskih čvorišta u Europi (Stratfor, 2014)

4.2. Trgovina ugljena

Globalno tržište ugljena do 1960-ih godina gotovo da nije ni postojalo. Jedino internacionalno tržište u 60-ima bilo je na Europskom kontinentu. Tržište ugljenom ponovo je dobilo na važnosti nakon naftnih šokova u 70-im godinama 20. stoljeća, otkad se nafta gotovo i ne koristi za proizvodnju električne energije. Zbog previsokih cijena nafte i kao odgovor zemljama OPEC-a 1980. godine osnovana je «Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj», OECD (engl. *Organization for Economic Cooperation and Development*). Od 1980-ih godina do 2000. godine OECD organizacija je imala za cilj prestati proizvoditi električnu energiju iz nafte i proizvoditi primarnu energiju iz ugljena. U periodu od 1980. do 2000. godine korištenje ugljena za proizvodnju električne energije porastao je za 61% dok proizvodnja električne energije iz nafte se smanjila za 41% (Thurber i Morse, 2015). Taj porast u potražnji značio je razvijanje tržišta ugljena na globalnoj razini. Od osnivanja OECD-a svjetska trgovina ugljenom porasla je od 90 Mt/god. na 900 Mt/god (IEA, 2014). Da bi se trgovina ugljenom danas isplatila, ležište ugljena treba biti povoljno za eksploataciju, ali i blizu pomorskih puteva jer trgovina ugljenom se danas pretežito odvija na globalnom nivou. Dvije su vrste tržišta ugljena, trgovanje ugljenom koji se upotrebljava za koks (eng. *cokingcoal trade*) i trgovanje ugljenom za proizvodnju pare (engl. *steamcoal trade*). Daljnja podjela trgovine ugljenom za termoelektrane je na pacifičku i atlantsku trgovinu ugljenom. Ugljenom se trguje na robnim burzama (engl. *commodities*) (European Assosiation for Coal and Lignite, 2015).

U svijetu NYMEX (eng. *New York Mercantile Exchange*) je burza gdje se trguje sa najvećim količinama ugljena. Na burzi oznaka «QL» simboliziraju *futures* ugovor s visokokvalitetnim *Central Appalachian* ugljenom koji predstavlja ekvivalent od 1550 tona ugljena (Michaels, 2014). *Futures* ugovori su mogući i s ugljenom eksploatiranim iz drugih lokacija, ali *Central Appalachian* ugljen je standardizirana mjera za ugljen. U Europi se ugljenom trguje na EEX-u (engl. *European Energy Exchange*) u Leipzigu, Njemačka. Tržište ugljena nije veliko kao tržište plina ili nafte jer se ugljen koristi na lokaciji gdje se i eksploatira te nije ga isplativo transportirati na velike udaljenosti. Načini ugovaranja su isti na svim tržištima pa tako i na tržištu ugljena (*spot, forward, options, futures*).

5. EMISIJE

Industrijski i tehnološki napredak zahtijevaju sve veće količine energije. Iz sve veće potrebe za proizvodnjom energije povećava se i tehnološki utjecaj na okoliš. Promatranjem utjecaja industrijalizacije na atmosferu ustanovio se štetan utjecaj pojedinih plinova: ugljikov dioksid, metan , dušikov suboksid, tetrafluorometan, heksafluoroetan, sumporov heksafluorid, dušikov trifluorid, haloni i freoni, ujedno *stakleнički plinovi*. Svjetska meteorološka organizacija (engl. *World Meteorological Organization* - WMO) 1988. godine zajedno s UN-ovim okolišnim programom (engl. *UN Enviroment Program* - UNEP) osniva Međunarodni odbor za klimatske promjene (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC). Zadatak IPCC-ja je davati izvještaj o utjecaju stakleničkih plinova i informacije o ekstremnim vremenskim uvjetima i nepogodama. Iz prvog izvještaja IPCC-ja dokazano je da emisije nastale ljudskim djelovanjem pridonose efektu staklenika, a rezultat je sporazum *Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama* (engl. *United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC). Na trećem sastanku članica UNFCCC-a usvojen je Protokol iz Kyota (11. prosinca 1997. godine) (UNFCCC, 2016), a svrha mu je postaviti ciljeve smanjenja emisija i mehanizme za postizanje tih ciljeva. Njegovim usvajanjem počela se stvarati nova energetska politika, gdje se strogo uzimaju u obzir emisije koje nastaju proizvodnjom energije. Danas svi novi projekti moraju zadovoljiti uvjete postavljene Protokolom iz Kyota. U ovom poglavlju bit će razrađeni uvjeti koje nalaže te direktivu koju je Europska unija izdala kako bi se ti uvjeti zadovoljili. Kao posljedica povećanja svijesti o globalnom zatopljenu i odgovor na protokole nastale u svrhu smanjenja emisija započeta je dekarbonizacija energetike, tj. odmicanje energetike od fosilnih goriva. Emisije su danas ključne kod određivanja dugoročne isplativosti energetskih projekata. Zbog postroženja uvjeta o emitiranju stakleničkih plinova rasti će i cijene dozvola za emitiranje i time tehnologija koja ispušta manje CO_2 emisija biti će dugoročno isplativija. Emisije koje nastaju iskorištavanjem pojedinih goriva bit će ključne za određivanje goriva iz kojeg će se pridobivati energija. U 2013. godini CO_2 emisije iz sagorijevanja plina u EU-28 iznosile su 867,5 milijuna tona CO_2 a u Hrvatskoj emisije iz CO_2 kod sagorijevanja plina iznosile su 4,2 milijuna tona. CO_2 emisije iz sagorijevanja ugljena u EU-28 iznosilo je 1127,9 milijuna tona CO_2, u Hrvatskoj CO_2 emisije iz ugljena iznosilo je 2,7 milijuna tona CO_2 (IEA, 2015).

5.1. Dekarbonizacija energetike

Dekarbonizacija označava smanjenje prosječnog intenziteta ugljika u proizvodnji primarne energije tijekom vremena. Dekarbonizacijska stopa označava postotak smanjena fosilnih goriva u primarnoj proizvodnji energije. Kod procjene dekarbonizacijske stope znanstvenici se baziraju na predviđanjima (scenarijima). To su matematički modeli koji procjenjuju dekarbonizacijsku stopu. Danas se ti scenariji dijele na razdoblje prije 2001. godine i nakon (IPCC, 2007). U te scenarije ulaze dva ključna faktora koje je bitno razlikovati (IPCC, 2007), a to su:

1. dekarbonizacija na osnovu preventivnog djelovanja (ugljični intenzitet), što obuhvaća namjerne postupke smanjenja intenziteta ugljika u energetskom sektoru (solarna energija, hvatanje ugljika (CCS) itd.)
2. dekarbonizacija na osnovi tržišnih procesa (energetski intenzitet); smanjenje energetskog intenziteta znači smanjenje potražnje energije po jedinici BDP-a.

Scenariji se također mogu podijeliti i na interventne scenarije i ne interventne. Interventni scenariji su oni koji se oslanjaju na mjere koje se provode za smanjenje ugljične intenzivnosti, tj. smanjenje stakleničkih plinova, a ne interventni scenariji su oni koji neizravnim djelovanjem smanjuju ugljičnu intenzivnost poput osiguravanja sredstava za razvoj tehnologije za obnovljive izvore, energetski osviještena izgradnja stambenih i poslovnih objekata itd.

Dekarbonizacija je počela u 90-im godinama prošlog stoljeća. Prema profesoru Nebojši Nakićenoviću (1996. godina), stopa dekarbonizacije u 90-ima je iznosila je 0,3% na godinu. Taj postotak se odnosi na smanjenje ugljične intenzivnosti. U istom tom razdoblju zabilježeno je i smanjenje energetske intenzivnosti od 0,9% godišnje, što je imalo za posljedicu smanjenje ugljične intenzivnosti, čime je ukupni postotak smanjenja ugljične intenzivnosti iznosio 1,2% na godinu. U razdoblju nakon 2001. godine taj ukupni postotak dekarbonizacije iznosi 2,5% na godinu. Prema najnovijim predviđanjima dekarbonizacija bi trebala pred kraj stoljeća otići i u negativnu fazu (IPCC, 2007). Negativna stopa dekarbonizacije predviđa da će u budućnosti postojati postrojenja koja bi imala funkciju filtriranja CO_2 iz atmosfere, a takva tehnologija već je danas u razvoju.

Dvije trećine stakleničkih plinova dolazi iz proizvodnje primarne energije i zbog toga dekarbonizacija energetike ima ključnu ulogu u smanjenju emisija stakleničkih plinova. Unatoč napretku u tehnologiji na području obnovljivih izvora, efikasnijih pogona, sustava za hvatanje CO_2, legislativa i programa za smanjenje emisija, navedeno nije dovoljno da bi

se zaustavio porast globalne temperature za 2 ^{o}C, što prema IPCC-u (engl. *Intergovernmental Panel on Climate Change*) predstavlja maksimalni porast globalne temperature do kojeg se mogu izbjeći ozbiljne posljedice (IPCC, 2014).

Dekarbonizacija je dugotrajan proces te iziskuje velike kapitalne investicije koje nije moguće ostvariti u kratkom vremenskom razdoblju. Postupak iziskuje promjenu načina proizvodnje energije od pretežito fosilnih goriva na goriva koji imaju male ili nikakve emisije. Proizvodnja iz obnovljivih izvora nije u mogućnosti zadovoljiti potrebe kod vršne potrošnje. Za sada potrebna električna energija kod vršne potrošnje jedino se može postići pomoću fosilnih goriva. Kao što je potrebno zadovoljiti uvjete vezane za smanjenje emisija, isto tako potrebno je zadovoljiti potrebu za energijom. Gorivo koje trenutno zadovoljava te uvjete je plin koji je malom količinom emisije CO_2 idealan za ovo prelazno razdoblje (World Economic Forum, 2015).

5.2. Energetska politika

5.2.1. Protokol iz Kyota

Protokol iz Kyota je međunarodni ugovor koji je nastao 1992. godine kao proširenje UNFCCC-a (engl. *United Nations Framework Convention on Climate Change*), a kojem je cilj smanjenje emisija stakleničkih plinova. Ugovor je nastao pod pretpostavkom da globalno zatopljenje postoji i da su uzrok tome emisije CO_2 uzrokovane ljudskim djelovanjem. Prihvaćen je 11. prosinca 1997. godine u Kyotu u Japanu, a stupio je na snagu 16. veljače 2005. godine.

U kontekstu ratifikacije Protokola iz Kyota i njegove implementacije, naglasak je stavljen na razdoblja u trajanju od četiri godine. Prvo razdoblje započelo je 2008. godine, a trajalo do 2012. godine. Države koje su ratificirale Protokol bile su obvezne smanjiti svoje emisije u odnosu na baznu godinu (najčešće 1990. godina). To smanjenje odnosi se na šest stakleničkih plinova određenih od strane IPCC-a: ugljični dioksid, metan, dušikov oksid, sumporov heksaflorid, fluoro-ugljikovodike i perfluoro-ugljikovodike. Zbog jednostavnosti praćenja odlučeno je količine tih plinova prikazivati kao količine ekvivalentne CO_2 emisijama. Države su podijeljene na tri grupe, *Annex I* (industrijalizirane zemlje, članice ODCE-a i zemlje koje su 1992. godine bile u ekonomskom razvitku (EIT članice)), *Annex II* (članice ODCE-a, obaveza im je sudjelovati u financijskoj pomoći državama u razvitku za smanjenje emisija) i *Non-Annex* (države u razvitku, promatrači koji mogu koristiti

mehanizme Protokola iz Kyota). Svakoj državi je u odnosu na baznu godinu dodijeljen postotak smanjenja emisija. Prihvaćanjem Protokola svaka država je obvezna osnovati katastar emisija te davati prave i realne podatke vezane za emisije s obzirom da je na osnovi tih podataka vidljivo ispunjava li pojedina država svoje obveze u smanjenju emisija.

Osim nacionalnih mjera za smanjenje emisija, Protokol iz Kyota ima postavljene fleksibilne mehanizme za postizanje cilja u smanjenju emisija stakleničkih plinova, a oni su:

- međunarodno trgovanje emisijama (engl. *International Emissions Trade* – IET)
- mehanizam čistog razvoja (engl. *Clean Development Mechanism* – CDM)
- zajednička implementacija (engl. *Joint Implementation* – JI).

Razlika između tih mehanizama je to što se kod IET-a trguje dodijeljenim količinama, tj. raspoloživim količinama emisija, dok CDM i JI mehanizmi za cilj imaju stvaranje projekta koji smanjuju emisije (obnova zastarjele tehnologije, prijelaz na čišće energetske izvore itd.) U slučaju da pojedina članica ne ispuni svoje obveze, protiv iste se pokreću sankcije. Državi koja nije ispunila kvotu preostali iznos mora ispuniti u drugom plus 30%, te ne smije sudjelovati u trgovanju emisija.

Implementacijom Protokola iz Kyota države su prisiljene kod proizvodnje primarne energije paziti na količine CO_2 koje emitiraju. Plin kod sagorijevanja ima 60% manje emisija od ugljena. Države koje koriste ugljen za proizvodnju primarne energije puno će brže iskoristiti dodijeljene emisijske dozvole od strane Protokola iz Kyota i bit će prisiljene kupovati nove dozvole kako bi zadovoljile postavljene uvjete, što bi u konačnici moglo činiti ugljen skupljim od plina.

5.2.2. Direktiva 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća

Direktive vezane za energetski sektor su smjernice prema kojima se kroje zakoni. Ti zakoni trebaju biti ispoštovani kod planiranja i izgradnje novih projekata te primijeniti ih na postojeća postrojenja. Ova direktiva bitna je na razini EU-28 jer prema njoj svaka država dobiva naputke kako sastaviti pravne okvire postavljene od strane Protokola iz Kyota. Kod usporedbe plina i ugljena ova direktiva igra veliku ulogu jer određuje sustav trgovanja emisijskim jedinicama i prema njemu se dodjeljuju dozvole za emitiranje CO_2. Energent koji ima manje emisija prilikom iskorištavanja bit će dugoročno isplativiji.

Prema smjernicama Protokola iz Kyota svaka država je dužna poduzeti pravne korake kako bi se ispoštovali naputci. Naravno, djelovanje uvijek mora biti i u skladu sa

samim Ugovorom o osnivanju Europske zajednice. Jedan od najznačajnijih pravnih izvora u kontekstu smanjenja emisija je svakako i Direktiva 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 13. listopada 2003. godine o uspostavi sustava trgovanja unutar Zajednice.

Spomenuta direktiva utvrđuje sustav trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova unutar zajednice s ciljem promicanja smanjenja emisija stakleničkih plinova na način koji je učinkovit u troškovnom i gospodarskom smislu. Od članka 4. pa do članka 6. Direktive određeno je izdavanje dozvola za stakleničke plinove (koji se plinovi smiju ispuštati), kako se podnose zahtjevi za dozvole te koji su uvjeti za izdavanje dozvola. Članak 9. odnosi se na nacionalni plan raspodjele emisijskih jedinica. Drugim riječima, određuje se da je svaka država članica dužna izraditi nacionalni plan u kojem se navodi ukupna količina emisijskih jedinica koje namjerava raspodijeliti za to razdoblje i prijedlog načina njihove raspodjele. Ovaj članak je veoma bitan za države članice, s obzirom da su emisije pojedinih postrojenja/djelatnosti koje vode određene firme ujedno i emisije same države te je bitno da ukupna količina emisijskih jedinica odgovara unaprijed izrađenom nacionalnom planu. Kao što je već spomenuto, nacionalni planovi se donose za određeno razdoblje, što je u skladu s člankom 10., koji spominje metodu same raspodjele emisijskih jedinica. Naime, za trogodišnje razdoblje koje je započelo 1. siječnja 2005. godine bilo je određeno da članice raspodjeljuju najmanje 95 % emisijskih jedinica besplatno, dok je za petogodišnje razdoblje koje je započelo 1. siječnja 2008. godine bilo određeno da se besplatno raspodjeljuju najmanje 90% jedinica. Svako sljedeće razdoblje odnosi se na petogodišnje razdoblje. Država članica odlučuje o ukupnoj količini emisijskih jedinica koje će raspodijeliti u određenom razdoblju, kao i o raspodjeli tih jedinica operateru svakog postrojenja.

Članci 14. i 15. odnose se na praćenje i verifikaciju stakleničkih plinova prema smjernicama iz Protokola iz Kyota. Svaka država članica se obvezuje da će svi operateri nadležnih postrojenja slati stvarne izvještaje stakleničkih plinova postrojenja ondje gdje su nadležni, i to u skladu sa smjernicama.

Članak 16. Direktive odnosi se na kazne. Države članice samostalno propisuju kazne za ponašanje koje je protivno zahtjevima ove Direktive, i to one koje se primjenjuju i onda kada je riječ o kršenju nacionalnih odredbi. Iz navedenog slijedi ozbiljnost i pravna težina Direktive. Propisane kazne moraju biti učinkovite, razmjerne i moraju odvraćati od kršenja. Također, države članice su dužne osigurati objavljivanje imena operatera koji nastupaju protivno zahtjevima Direktive. Operater koji je prekoračio svoje emisije treba platiti 100 eura za svaku tonu ekvivalentnog ugljikovog dioksida, dok je u prvom „probnom“ razdoblju, koje je trajalo 3 godine, taj iznos bio 40 eura po toni ekvivalentnog ugljikovog dioksida.

Prema mehanizmima Protokola iz Kyota, ako neka država ne ispuni zadanu kvotu smanjenja ekvivalentnih emisija ugljikovog dioksida, dužna je otkupiti dozvole za emitiranje tih istih emisija na tržištu emisija, a cijene tih emisija formiraju se prema tržišnom principu ponude i potražnje. Postavljanjem cijena na količinu CO_2 emisija pokušava se uračunati štetnost iskorištavanja pojedinih goriva i time poticati energetske izvore koje imaju male ili nikakve emisije (Europski Parlament, 2013).

5.2.3. Konferencija članica

Svakom konferencijom članica razmatraju se postignuti rezultati kod smanjenja emisija i postavljaju se novi ciljevi. U budućnosti postoci smanjenja emisija postavljeni na konferenciji članica bit će sve veći. Postavljanje novih ciljeva kod smanjenja emisija određivat će smjer razvijanja projekata u energetskom sektoru i bit će potrebno iskorištavati goriva poput plina koji mogu dugoročno zadovoljiti te uvjete.

Svake godine članice UNFCCC-a organiziraju konferenciju članica (engl. *Conference of Parties* - COP), gdje se raspravlja o globalnom zatopljenju i postupcima koji se mogu poduzeti za ublažavanje njegovih posljedica. Prva konferencija se održala 1995. godine kada je započela rasprava o pravnim mehanizmima za smanjenje emisija. Od 2005. godine konferencija članica počela je služiti i kao sastanak članica Protokola iz Kyota (engl. *Meating of Parties to the Kyoto Protocol* – CMP), pri čemu članice UNFCCC-a, koje nisu ujedno i članice protokola, smiju sudjelovati na CMP-u, ali nemaju pravo glasa. Od 2011. godine na konferenciji su započeli pregovori vezani za Pariški sporazum. Pariški sporazum je sporazum unutar okvira UNFCCC-a i ima za cilj poboljšati provedbu smjernica UNFCCC-a za smanjenje stakleničkih plinova. Taj sporazum bi trebao stupiti na snagu 2020. godine. Do sada ga je potpisalo 180 članica, dok su ga ratificirale samo 22 članice, što nije dovoljno da bi stupio na snagu.

Neki od glavnih ciljeva tog sporazuma su:

- zadržati srednji globalni porast temperature ispod 2 ^{o}C, tj. poduzeti sve mjere da srednja globalna temperature ne poraste za 1,5 ^{o}C iznad temperature predindustrijskog razdoblja
- poboljšati mogućnost prilagodbe štetnim klimatskim promjenama i projektima s malom emisijom stakleničkih plinova na način koji ne šteti prehrambenoj industriji
- osmisliti jednostavnije financiranje za razvijanje projekata sa malom emisijom stakleničkih plinova i projekata razvoja klimatske otpornosti.

5.3. Emisije kod iskorištavanja plina i ugljen

Pod emisije plina i ugljena ne spadaju samo emisije koje nastaju kao posljedica sagorijevanja nego u njihove emisije ubrajaju i emisije koje nastaju pri njihovoj proizvodnji i transportu. U svrhu razumijevanja pravih količina CO_2 emisija potrebno je definirati ukupnu količinu CO_2 emisija u cjelokupnom ciklusu, od proizvodnje pa sve do iskorištavanja fosilnog goriva. Nusprodukt sagorijevanja fosilnog goriva su plinovi u različitim količinama, a štetnost tih plinova potrebno je svesti na ekvivalentne količine CO_2 emisija za lakše praćenje. U tablici 5-3-*1*. prikazane su ekvivalentne količine štetnosti plinova, njihov utjecaj na globalno zatopljenje u razdoblju od 100 godina (engl. *Global Warming Potentials* – GWP), i to prema Drugoj procjeni (engl. *Second Assessment Report* – SAR) i Četvrtoj procjeni (engl. *Fourth Assessment Report* – AR4) IPCC-a.

Tablica 5-3-1. Prikaz ekvivalentne količine CO_2 emisija po plinovima (IPCC, 2007)

plin/oznaka	kemijska oznaka	životni vijek (god.)	GWP (SAR) u 100 god.	GWP (AR4) u 100 god.
ugljični dioksid	CO_2	1	1	1
metan	CH_4	12[2]	21	25
dušikov (II) oksid	N_2O	114	310	298

U tablici su navedeni osnovni plinovi koji nastaju pri sagorijevanju plina i ugljena, a prikazane se količine odnose samo na emisije iz sagorijevanja. Uz ove emisije potrebno je definirati emisije koje nastaju prije samog sagorijevanja fosilnog goriva, a to se postiže pomoću emisijskog faktora. Emisijski faktor daje svaki proizvođač za dio opreme koja se koristi u pogonu, a taj faktor označava srednju vrijednost količine ispuštanja pojedinih stakleničkih plinova ovisno o aktivnosti (vrsta transporta, volumen odnosno trajanje aktivnosti) (Department of Energy & Climate Change , 2013). Emisijski faktor ne prikazuje realno stanje nego sumira dosadašnje spoznaje i istraživanja i daje srednju vrijednost (Covenant of Mayors, 2014). U tablici 5-3-2. prikazani su emisijski faktori u kilogramima CO_2 po teradžulu ($kgCO_2/TJ$).

Tablica 5-3-2. Prikaz emisijskih faktora po fosilnom gorivu (IEA, 2015)

gorivo	emisije (tCO_2/MWh)
LIGNIT	0,364
SUBKAMENI UGLJEN	0,346
KAMENI UGLJEN	0,341
PRIRODNI PLIN	0,202

Ukupni emisijski faktor određuje svaka država za sebe ili Europska unija za svoje područje. Na emisijske faktore utječe način praćenja emisija, tehnologija, ali i sama politika prema stakleničkim plinovima. U Europskoj uniji taj faktor postavlja Europski sustav trgovanja emisijama (engl. *EU-Emission Trading System* (EU-ETS)). U tablici 5-3-3. prikazane su količine CO_2 emisija po megavatsatu za različite vrste goriva.

Tablica 5-3-3. Količine emisija CO_2 po MWh proizvedene električne energije (IPCC, 2014; Covenant of Mayors, 2014)

gorivo	emisijski faktor ($kgCO_2/TJ$)
LIGNIT	0,103
SUBKAMENI UGLJEN	0,102
KAMENI UGLJEN	0,098
PRIRODNI PLIN	0,056

Podaci iz tablice 5-3-3. osim kod postrojenja za proizvodnju energije mogu se i primijeniti na sve vrste kotlovnica ili postrojenja koje koriste određeno gorivo.

5.3.1. Emisije kod prirodnog plina

Prirodni plin se koristi u različite svrhe, od korištenja u kućanstvu za grijanje pa sve do korištenja u elektranama za proizvodnju električne energije ili za grijanje sanitarne vode. U ovom poglavlju razmotrit će se emisije koje nastaju prilikom njegovog iskorištavanja.

Plin kod sagorijevanja ima najmanje emisija štetnih stakleničkih plinova. S novom tehnologijom kogeneracijske elektrane kombiniranog ciklusa (engl. *Combined Cycle Gas*

Turbine (CCGT)) plin ima 50-60% manje štetnih emisija nego ostala fosilna goriva u energetskom sektoru, a u transportnom sektoru kod sagorijevanja ima 15-20% manje emisija od klasičnih motora na benzin ili dizel (Marion i Griffin, 2014).

Iako se plin danas smatra kao jedan od najčišćih fosilnih goriva, s najmanje emisija kod sagorijevanja, u obzir se moraju uzeti i emisije koje nastaju tijekom proizvodnje i transporta. Kod prirodnog plina problem nastaje s fugitivnim emisijama. To su emisije iz nesavršenih spojeva cijevi postrojenja ili plinovoda, kompresorskih stanica, puknuća cijevi ili ispuštanje iz uređaja za pročišćavanje. Te emisije nastaju curenjem plina, a u to se ubrajaju i moguće erupcije, nezgode tijekom transporta morskim putem i ostalo. Fugitivne emisije čine prilično veliki udio u ukupnim emisijama stakleničkih plinova za prirodni plin jer plin koji se iskorištava za sagorijevanje je metan. Prema UNFCCC-u, metan je dvadeset i pet puta štetniji od ugljikovog dioksida, a s obzirom da se prema Protokolu iz Kyota svi plinovi moraju izražavati u ekvivalentnim količinama CO_2 emisija, to bi značilo da je 1t ispuštenog metana u atmosferu ekvivalentna štetnosti 25t ugljikovog dioksida.

Iz tablice 5-3-1. vidljiva je štetnost metana i ozbiljnost fugitivnih emisija. Napravljena je procjena da 12% ukupnih emisija stakleničkih emisija u tom sektoru proizlazi iz fugitivnih emisija (Picard, 2014). U plinskom sektoru za ukupne emisije stakleničkih plinova velike probleme radi ventiliranje, ali i spaljivanje na baklji (engl. *flaring*), što se isto ubraja u fugitivne emisije. Ipak, one su ipak nešto drugačije jer ih se može kontrolirati. Regulacije i ekonomičnost najviše utječu na fugitivne emisije jer one izravno utječu na održavanje, tehnologiju i starost te tehnologije.

Za određivanje koliko pojedino postrojenje ima emisija izračunava se emisijski faktor za svako postrojenje pojedinačno. U taj proračun ulazi sve od emisijskih faktora pojedinih dijelova preko radnih karakteristika do same aktivnosti tog postrojenja. Sve to se računa prema smjernicama koje daje EU-ETS. Ako je postrojenje starije ili zahtjeva posebnu pozornost (rad sa CFC- plinovima), tada je potrebno vršiti posebna mjerenja i nije moguće emisije odrediti pomoću emisijskih faktora.

5.3.2. Emisije kod ugljena

Za razliku od plina, kod sagorijevanja ugljena ne stvaraju se samo plinovi koji štete atmosferi nego i krute čestice (otpad) koje je potrebno zbrinjavati i sanirati, a čiji postupci dodatno stvaraju emisije.

Kod sagorijevanja uz plinove nastaju i kruti ostatci. Od krutih ostataka nastaje arsen, olovo, živa, vanadij, berilij, barij, cink, bakar, radij. Osim što kod sagorijevanja oslobađa stakleničke plinove, ugljen ima jak utjecaj na lokalnoj razini – na mjestu gdje se vrši iskop ugljena i gdje se nalazi postrojenje na ugljen. Kod sagorijevanja ugljena se oslobađaju velike količine sumporovog dioksida, što uzrokuje kisele kiše koje zatim zagađuju zemlju, vodene tokove i uništava šume polja, ali i građevinske objekte. Osim toga, sumporov dioksid se zadržava u smogu koji nastaje prilikom sagorijevanja i osim krutih čestica u smogu, taj sumpor se apsorbira kroz ljudski respiratorni sustav koji kasnije ima štetne posljedice za zdravlje, tj. toksično djeluje na organizam.

Velike količine štetnih emisija nastaju tijekom iskapanja ugljena, tj. tijekom rudarskih aktivnosti i oslobađanja metana kod iskopa. S obzirom da se sav plin koji je bio zarobljen nije mogao osloboditi prilikom vađenja ugljena, ostatak se postupno oslobađa u transportu u daljnjem drobljenu, ali ne istim intenzitetom nego znatno slabijim.

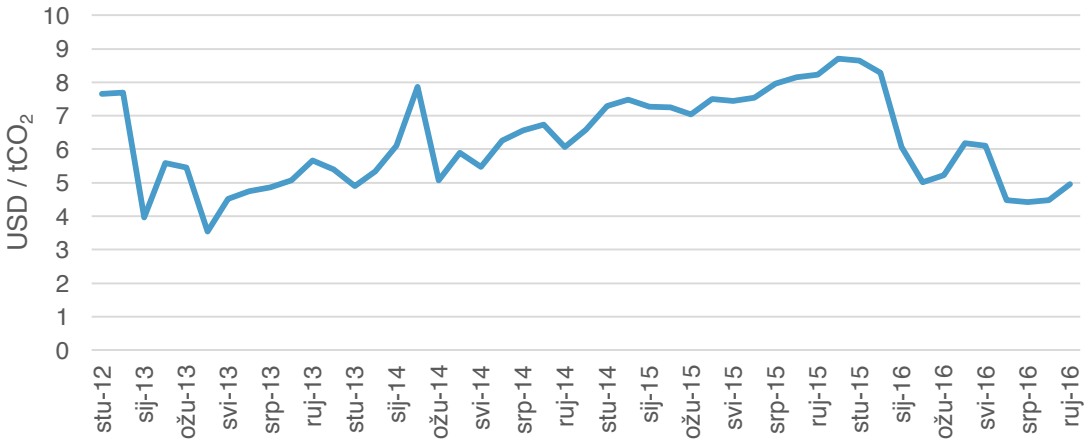
Mala količina ugljikovog dioksida se oslobađa i kod kontakta ugljena sa zrakom, a to oslobađanje je posljedica oksidacije ugljena. Iako ta oksidacija rezultira malim emisijama CO_2, ipak se oslobađa određena količina topline. U slučaju da se ta toplina zarobi, može doći do spontanog zapaljenja ugljena. Kao za plin, tako i za ugljen postoje emisijski faktori svakog pojedinog dijela kod eksploatacija. Emisijski faktori kod ugljena ovise o vrsti ugljena, je li podzemni ili nadzemni iskop i način skladištenja. Emisije kod oksidacije ugljena ovise o vrsti i ti emisijski faktori podijeljeni su u niski, srednji i visoki emisijski faktor. Prema svim tim pojedinačnim emisijskim faktorima određuje se ukupna štetnost ugljena prije samog sagorijevanja. U emisijske faktore za ugljen ne ulazi i sama štetnost od krutih četica kod sagorijevanja niti štetnost koja nastaje od potrebe za zbrinjavanjem ostataka prilikom sagorijevanja.

Danas postoje tehnologije koje bi mogle smanjiti štetnost ugljena na okoliš (engl. *scrubber*), ali ta tehnologija nije implementirana, a kada bi i bila, ugljen bi i dalje bio za 25% štetniji od plina, ne uzimajući u obzir zbrinjavanje otpada koji nastaje pri sagorijevanju. Danas u Europi postoji oko 230 postrojenja na ugljen, ili za proizvodnju električne energije ili za proizvodnju vode, od kojih je više od 70% je starije od 30 godina (IPCC, 2007)

6. RAZVOJ PROJEKATA U PLINSKOJ INDUSTRIJI

6.1. Termo elektrane na prirodni plin i ugljen

Projekti u energetskom sektoru postavljaju smjer kretanja energetike u idućih nekoliko desetljeća. Investicije u energetskom sektoru su kapitalne i jedan od zahtjeva je da budu ekonomski opravdane više desetljeća. U današnje projekte ulazi cijena izgradnje postrojenja, cijena goriva i cijena dozvola za emitiranje. Izgradnja postrojenja zahtjeva i izgradnju popratne infrastrukture za rad tih postrojenja. Za razvijanje plinske infrastrukture zadužena je agencija GIE (engl. *Gas Infrastructure Europe*) koja odlučuje koji su plinski projekti bitni za Europsku uniju. Zbog trenutačne situacije na tržištu gdje postoji preveliki broj elektrana a smanjena potražnja za energijom, zatvara se veliki broj elektrana na plin i ugljen u Njemačkoj, Austriji, Velikoj Britaniji, Španjolskoj i Francuskoj (UBS, 2015). Problem zatvaranja elektrana na ugljen i plin i nemogućnost oporavka energetskog sektora objašnjiv je poticajima koji su usmjereni obnovljivim izvorima. Poticaji su postavljeni od strane Europske unije sa ciljem uspješnog plasiranja obnovljivih izvora na energetsko tržište. Takvi poticaji stvaraju problem onim elektranama na ugljen i plin koji svoje prihode isključivo ostvaruju na tržištu električne energije. Veliki poticaji za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora rezultiraju niskom cijenom električne energije na tržištu električne energije. Posljedica toga je da elektrane koje nemaju državni poticaj nisu konkurentne na tržištu te su prisiljene obustaviti svoj radi (The Oxford Institute for Energy Studies, 2015a). Iako se zatvaraju elektrane na ugljen i plin trenutno stanje na tržištu energenata favorizira elektrane na ugljen. Jeftina cijena ugljena i višak emisijskih dozvola na tržištu (niska cijena dozvola) znači da je trenutno isplativije proizvoditi primarnu energiju iz ugljena. Na dijagramu 6-1-1. prikazano je kretanje cijena dozvola za emitiranje po toni CO_2.



Dijagram 6-1-1. Kretanje cijena dozvola za emitiranje po toni CO_2 (Investing, 2016)

Iako je trenutno proizvodnja električne energije iz ugljena jeftina, to je samo privremeno stanje (UBS, 2015). Višak emisijskih dozvola nastao je iz mogućnosti njihova pohranjivanja. Ako država ne iskoristi svoje dodijeljene dozvole za emitiranje, neiskorištene emisije se mogu pohraniti u banku emisija (IPCC, 2006). Zbog ekonomske krize, tj. pada u proizvodnji, većina država ima višak emisijskih dozvola. EU-ETS rješava problem prevelikog broja dozvola na tržištu tako da višak dozvola miče s tržišta dozvola za emitiranje. Problem prevelike količine dozvola na tržištu je nastao zbog greške u postavljenom sustavu od strane Protokola iz Kyota gdje se omogućuje pohranjivanje neiskorištenih dozvola u banku dozvola. Kao privremenu mjera EU-ETS neće plasirati nove dozvole te tako kontrolirati broj dozvola za emitiranje. EU-ETS u 2014. godini nije plasirao 400 milijuna dozvola za emitiranje, u 2015. godini nije plasirao 300 milijuna dozvola dok u 2016. godini nije plasirao 200 milijuna dozvola na tržište. Postupak ne plasiranja dozvola će se provoditi dok se ne bude riješio problem sa sustavom vezano za pohranjivanje neiskorištenih dozvola (European Commision, 2012).

Zbog nastalog problema vezanog za višak emisijskih dozvola na tržištu trenutno nije isplativo graditi elektrane na plin. Isto tako izgradnja elektrane na ugljen dugoročno nije opravdana zbog nemogućnosti ispunjenja uvjeta sve strože energetske politike prema emisijama stakleničkih plinova u budućnosti. Tako da trenutno nema značajnih projekata u energetskom sektoru. U ovom poglavlju navest će se neki od važnijih projekata u plinskoj industriji te usporediti najveće postojeće elektrane na ugljen i plin u EU-28 te navesti projekti koji bi bili od strateške važnosti za Hrvatsku. U tablici 6-1-1. navedeno je 15 najvećih elektrana na plin u EU-28, a u tablici 6-1-2. 15 najvećih elektrana na ugljen u EU-28.

Tablica 6-1-1. Popis 15 najvećih elektrana na plin u EU-28 (Global Energy Observatory, 2016)

	termalna elektrana	država	vlasnik	MW	godine izgradnje i obnove/proširenje	CO_2 emisije (Mt/god)
1.	Montaltodi Castro	Italija	Enel	3600	1997.-1999.	6,11
2.	Eems	Nizozemska	Electrabel Netherlands	2400	1976., 1996., 2011.	0,01
3.	Pembroke	Ujedinjeno Kraljevstvo	RWE	2000	2011.	3,25
4.	ENEL Rossano	Italija	Enel	1976	1976., 1996.	2,50
5.	Teesside	Ujedinjeno Kraljevstvo	Teesdale	1825	1993.	2,38
6.	Elektrenai	Litva	LietuvosElektrine	1800	1962.-1972.	0,52
7.	Edipower	Italija	EdiPower	1770	1967., 2008.	2,76
8.	E.ON Tavazzano	Italija	E.ON	1740	1992., 2005.	2,24
9.	Staythorpe C	Ujedinjeno Kraljevstvo	RWE	1650	2011.	2,70
10.	Arcos de laFrontera	Španjolska	Iberdrola Operation S.A.U.	1600	2005.-2006.	2,62
11.	TirrenoPower	Italija	Tirreno Power	1520	1973., 2005.	0,68
12.	ENEL LaCasella	Italija	Enel	1504	2002.-2003.	2,72
13.	E.ON Ostiglia	Italija	E.ON	1482	1974., 2003.	2,62
14.	ConnahsQuay	Ujedinjeno Kraljevstvo	E.ON	1420	1997.	3,97
15.	Didcot B	Ujedinjeno Kraljevstvo	RWE	1360	1997.	3,28

Tablica 6-1-2. Prikaz 15 najvećih termoelektrana na ugljen u EU-28 (Gutman, Huscher, Urbanik, White, Schaible i Bricke, 2014)

	termalna elektrana	država	vlasnik	MW	godine izgradnje i obnove/proširenje	CO_2 emisije (Mt/god)
1.	Bełchatów	Poljska	PGE	5298	1982.-1988., 2011.	37,18
2.	Neurath	Njemačka	RWE	4168	1972.-1976., 2012.	33,28
3.	Niederaussem	Njemačka	RWE	3680	1963.-1974., 2002.	29,58
4.	Jänschwalde	Njemačka	Vattenfall	2790	1981.-1989.	25,40
5.	Boxberg	Njemačka	Vattenfall	2427	1978.-1979., 2000., 2012.	21,89
6.	Drax	Ujedinjeno Kraljevstvo	Drax Power	3300	1974.-1976., 1984.-1986.	20,32
7.	Weisweiler	Njemačka	RWE	1798	1965.-1975.	18,66
8.	Agios Dimitrios	Grčka	PPC	1587	1984-1986, 1997	13,11
9.	Brindisi Sud	Italija	Enel	2640	1991.-1993.	11,81
10.	Lippendorf	Njemačka	Vatterfall/EnBW	1750	1999., 2000.	11,73
11.	Eggborough	Ujedinjeno Kraljevstvo	Eggborough Power	2000	1967.	11,50
12.	SchwarzePumpe	Njemačka	Vatterfall	1500	1997.,1998.	11,28
13.	Ratcliffee-on-Soar	Ujedinjeno Kraljevstvo	EON	2000	1968.-1970.	11,01
14.	West Burton	Ujedinjeno Kraljevstvo	EDF	2000	1967.-1968.	10,89
15.	Eesti Elektrijaam	Estonija	EestiEnergia	1610	1969.-1973., 2004.	10,86

Usporedbom tablica 6-1-1. i 6-1-2. vidimo razliku u količini CO_2 emisija. S obzirom da elektrane na ugljen ispuštaju daleko više emisija, prije će potrošiti dodijeljene dozvole za emitiranje od onih na plin, što uzrokuje dodatne troškove.

Kod određivanja dugoročne isplativosti, osim cijene goriva i cijene emisijskih dozvola, bitni su operativni troškovi. Cijene ugljena i plina variraju od države do države, a operativni troškovi se svugdje kreću unutar zadanih granica. Operativni troškovi elektrane na ugljen iznose 25-50 USD/MWh: 20% od tog iznosa ide na održavanje postrojenja, 45% otpada na nabavu ugljena, a ostalih 35% pokriva investicijske troškove izgradnje postrojenja. Kod plina operativni troškovi iznose 37-55 USD/MWh: manje od 10% otpada na održavanje postrojenja, oko 80% otpada na nabavu plina, dok manje od 15% od ukupnih operativnih troškova otpada na investicijske troškove izgradnje elektrane (IEA, 2012b).

Cijena izgradnje nove elektrane na ugljen kreće se 1000-1500 USD/kW, dok izgradnja elektrane na plin 400-800 USD/kW (IEA, 2012b). Prema tim podacima može se odrediti isplativost novih postrojenja i isplativost postojećih.

Trenutno u Europi ima 907 elektrana na prirodni plin s ekvivalentnim kapacitetom od 254 447 MW, a one proizvode 831 916 GWh električne energije. Ukupan broj elektrana na prirodni plin u Europi je za četiri puta veći od elektrana na ugljen, a unatoč tomu količina CO_2 emisija koju ispuštaju elektrane na plin upola su manje od onih kod elektrana na ugljen (Enipedia).

Veliki broj elektrana ima kombinirana goriva kao ugljen i plin. Razvijanje kombinirane elektrane pokušava zaživjeti i u Plominu u Hrvatskoj. Također, u postupku izrade je i kogeneracijska plinske elektrana u Slavonskom Brodu tvrtke Crodux, a postojali su i planovi za izgradnju kogeneracijske elektrane na plin u Osijeku tvrtke HEP od koje se je odustalo.

6.1.1. Termoelektrana Plomin

Termoelektrana Plomin u sustavu državne tvrtke HEP je termoelektrana na ugljen pokraj Plomina u Istri, koja je u 2007. godini proizvodila 13% ukupnih potreba za električnom energijom u Hrvatskoj. Trenutačno se elektrana sastoji od dva bloka termoelektrana: Plomin A i Plomin B, a oba su na ugljena s ukupnim kapacitetom od 330 MW.

U 2011. godini predložen je projekt obnove Plomina A kojim bi se ukupni kapacitet podigao na 335 MW. Međutim, pregovorima je ustanovljeno da ako bi se išlo u veliku obnovu Plomina, ukupni kapacitet elektrane bi mogao biti 710 MW. Takvo povećanje kapaciteta zahtijevalo bi izgradnju novog bloka elektrane pod nazivom Plomin C.

Prvobitni plan obnove bloka A predviđao je prenamjenu pogonskog postrojenja s ugljena na plin. Odbacivanjem plana obnove i prihvaćanja plana izgradnje novog bloka predviđalo se gašenje zastarjelog djela Plomin A iz 1969. godine, ali zadržavanje ugljena kao pogonskog goriva. Izvedba projekta bila bi prema najnovijim standardima za postrojenja na ugljen. Ovaj projekt bio bi veoma važan za energetsku neovisnost Hrvatske s obzirom da Hrvatska uvozi u prosjeku 30% od ukupne potrošene električne energije. Unatoč novim standardima kod izgradnje Plomina C, i dalje bi proizvodio 2644 milijuna tona ekvivalentnog CO_2 na godinu. Ovisno o godini, Hrvatskoj je dodijeljeno 1500-6200 tCO_2eq emisijskih dozvola. Stavljanje u pogon Plomina C Hrvatska bi bila prisiljena kupovati

dodatne dozvole za emitiranje. Uz to veliki problem stvara činjenica da Hrvatska nema vlastitu proizvodnju ugljena, tako da bi za proizvodnju električne energije i dalje bila ovisna o uvozu energenata.

Plomin C je odobrila Vlada RH, ali akcijom udruga *Zelena akcija* i *Zelena Istra* izgradnja se obustavila. Udruge su istaknule da je prema prostornom planu Istarske županije dopuštena izgradnja dodatka elektrani od maksimalno 125 MW, i to isključivo na plin. Osim toga, napomenuli su da studija utjecaja na okoliš nije pravilno izvedena jer nije uzet u obzir utjecaj na zdravlje građana u okolici elektrane, ali i na širim područjima.

U slučaju da se Plomin C izgradi, Hrvatska ne bi mogla ispuniti svoju kvotu u smanjenju emisija stakleničkih plinova zadanih za 2050. godinu.

6.1.2. Crodux kogeneracijska elektrana

Nova kogeneracijska elektrana na prirodni plin tvrtke Crodux planira se izgraditi na području Slavonskog Broda. Ovo je investicija od oko 450 milijuna eura. Planira se izgraditi plinska kogeneracijska elektrana sa popratnim objektom za proizvodnju bioetanola i dijela za proizvodnju toplinske energije za grijanje staklenika. Snaga elektrane bi bila oko 600 MW.

Tehnologija za ovu elektranu dolazi od njemačke tvrtke Siemens, a gradila bi se po uzoru na njemačku elektranu *Ulrich Hartmann* koja je trenutno najučinkovitija plinska elektrana na svijetu. Princip rada biti će kombinirani plinski ciklus koji se sastoji od plinsko-turbinskog i parno-turbinskog dijela. Osnovna namjena tih elektrana je iskoristiti toplinu nastalu na izlazu iz plinske turbine. Ispušni plinovi iz plinske turbine imaju temperaturu od 600°C. Ta toplina se može iskoristiti kao sredstvo za proizvodnju pare koja pokreće parnu turbinu.

Proces koji će se koristiti započinje komprimiranjem zraka i istovremeno dovodi komprimirani zrak i gorivo u komoru za izgaranje. Plin koji izgara je vrlo visoke temperature i vodi se iz komore za izgaranje u plinsku turbinu gdje ekspandira. Ekspanzijom se pokreću lopatice koje daju korisni rad prenoseći ga pomoću vratila spojenog na rotoru plinske turbine na generator električne energije. Nakon ekspanzije plin se vodi na generator pare na otpadnu toplinu (izmjenjivač topline). S obzirom da je kod sagorijevanja plina potrebno povećati omjer zrak/gorivo kako bi se hladile lopatice plinske turbine, na izlazu iz plinske turbine ostaje još neiskorištenog zraka. Taj zrak se koristi za dodatno izgaranje goriva u izmjenjivaču topline. U izmjenjivaču se voda zagrijava i prelazi u paru koja se vodi do parne

turbine. Mehanički rad koji nastaje ekspanzijom pare i pokretanjem lopatica generira električnu energiju u generatoru.

Nakon što para prođe kroz parnu turbinu, preostala toplina, sada u vodi, iskorištavala bi se u postrojenju za proizvodnju bioetanola. Učinkovitost te vrste elektrane je više od 60% i trenutno je najučinkovitije postrojenje na plin za dobivanje energije.

6.2. Plinovodi

Mala proizvodnja plina i velika potreba za energijom Europu čini ovisnu o uvozu. Uvoz plina moguć je na dva načina: plinovodima i brodovima. Kod transporta brodovima plin se pretežito transportira u ukapljenom stanju. Volumen plina u ukapljenom stanju je 600 puta manji od volumena u plinovitom stanju, što znači da se mogu transportirati velike količine plina, ali transport plina u tom obliku je puno skuplji zbog cijene postupka ukapljivanja. Iz tog se razloga Europa više oslanja na plinovode. Iako je nabava UPP-a skuplja, Europa razvija i te projekte kako bi diversificirala svoje dobavne pravce.

S obzirom da Europa ovisi o uvozu, potrebno je diversificirati dobavne pravce. Takav jedan projekt trebao je biti *Nabucco plinovod* koji nije zaživio zbog nepostizanja dogovora između zemalja kroz koje je trebao prolaziti. Probleme su činile različite zakonske regulative tranzitnih zemalja. Kako bi se to spriječilo, Europska unija namjerava napraviti mrežu plinovoda spajanjem postojećih plinovoda. Izgradnjom interkonekcija između plinovoda na području nekoliko europskih država ostvaruje svoj cilj diverzifikacije dobavnih pravaca.

Razgranata mreža plinovoda osigurava kontinuiranu dobavu, brzu dostupnost plina i stvara konkurentno tržište bez monopola jedne strane.

Jedan od istaknutih projekata u plinskoj industriji je plinovod Sjeverni tok, koji je predložen 1997. godine. Ideja tog plinovoda bila je izravna dostava plina iz Rusije u Njemačku i Srednju Europu. Projekt Sjevernog toka dijeli se na Sjeverni tok 1, koji je izgrađen i stavljen u funkciju 2011. godine, i Sjeverni tok 2. Proces izgradnje prvog dijela Sjevernog toka 1 bio je ubrzan situacijom 2009. godine između Rusije i Ukrajine gdje je Rusija prekinula opskrbu plina prema Ukrajini pa tako i prema Europi. Investitori su bili Gazprom, Wintershall, E.ON, Gasunie i Engie, a operator plinovoda NortStream AG. Plinovod je dugačak 1224 km i proteže se od Vyborga (Rusija) preko Baltičkog mora do Lubmina (Njemačka). Taj plinovod osigurava kontinuiranu dobavu iz Rusije za Europu i pokazao se kao isplativa investicija, stoga se krenulo u izgradnju drugog dijela projekta - Sjeverni tok 2.

Gazprom je potpisao memorandum razumijevanja u lipnju 2015. godine s tvrtkama Shell, OMV i E.ON na Međunarodnom ekonomskom forumu u St. Petersburgu o zajedničkoj suradnji i izgradnji Sjevernog toka 2. Taj plinovod bi pratio trasu postojećeg Sjevernog toka i imao bi iste specifikacije (duljina, promjer, tlak). Transportni kapaciteti također bi bili isti - 55 milijarde kubičnih metara plina na godinu. Znači, Sjeverni tok 1 i Sjeverni tok 2 imali bi zajedničke kapacitete od 110 milijarde kubičnih metara plina na godinu, a uz postojeće plinovode na koje se spajaju u Njemačkoj (NEL i OPAL) ti bi dobavni pravci bili glavni opskrbljivači plina za Njemačku, Srednju i Zapadnu Europu.

Trans-anatolijski plinovod (TANAP) bio je u planu od studenom 2011. na Crnomorskom energetskom i ekonomskom forumu u Istanbulu, a izgradnja je započela u ožujku 2015. godine. Taj je projekt nastao iz propalog projekta Nabucco i trebao bi transportirati plin iz polja Shah Deniz 2 u Kaspijskom moru. Procijenjene rezerve Shah Deniz 2 iznose 991 milijardi kubičnih metara plina, a na godinu bi TANAP mogao transportirati 30 milijardi kubičnih metara plina. Trasa je dugačka 1850 km.

Kao i TANAP, Trans-jadranski plinovod (TAP) u izgradnji je kao dio EU-projekta za razgranatu europsku plinsku mrežu i ostvarenje sigurnosti dobave plina. Plinovod će se spojiti na TANAP i dostavljati plin iz Kaspijskog mora preko Grčke i Albanije za Italiju. Dio tog plinovoda bit će postavljen preko Jadranskog mora i planira se napraviti reverzibilni plinovod da bi se mogao dostavljati plin iz Italije u Jugoistočnu Europu. Duljina trase preko Jadrana iznosit će 870 km, a najveća dubina bit će 820 m. Promjer plinovoda iznosit će 58 inča (1473 mm). Projektirani kapaciteti ovog plinovoda bit će 10 milijardi kubičnih metara plina na godinu, a uz dodavanje kompresorskih stanica ta količina će biti 20 milijardi kubičnih metara plina.

Jonsko-jadranski plinovod (IAP) je projekt koji će se spajati na TAP u gradu Fiueru u Albaniji. Prolazio bi kroz Crnu Goru do Hrvatske, gdje projekt predviđa spajanje IAP-a na hrvatski plinovod u Pločama. Taj dio plinovoda dobavljao bi plin iz Kaspijskog mora sve do Europe. Plinovod ima veliki značaj i za balkansku regiju. Duljina trase iznosi 511 km i ključni je projekt za osiguravanje diversifikacije dobavnih pravaca plina. Plin koji bi se transportirao prema Europi dolazio bi iz TANAP/TAP plinovoda. Izgradnja Jonsko-jadranskog plinovoda bila bi od velikog značaja za Hrvatsku. Hrvatska bi imala novčanu dobit od tranzitne naknade transporta plina kroz njen teritorij. Izgradnjom IAP-a Hrvatska bi postala strateški važna zemlja za Europu te bi se time potakle daljnje investicije Europske unije u razvijanje projekata plinske infrastrukture.

Ti plinovodi i razvoj novih plinskih pravaca su od velike važnosti za Europu. Prema Međunarodnoj agenciji za energiju (IEA), od ukupne količine uvezenog plina 80-85% dolazi preko plinovoda. Trenutni problem kod plinovoda je povezanost između država, a to se rješava projektima zajedničkog interesa (engl. *Projects of Common Interest* – PCI). Prema tim projektima razvija se bolja povezanost između Francuske i Španjolske, kao i plinski koridori istok-zapad i sjever-jug, od kojih su i nastali gore navedeni plinovodi.

6.3. Ukapljeni prirodni plin

Iako je ukapljeni prirodni plin skuplja opcija, igra važnu ulogu u diversifikaciji dobavnih pravaca za Europu. Cijena UPP-a je u prosjeku za 20% skuplja od cijene plina na tržištu transportiranog u plinovitom stanju (European Parlament, 2015). Zbog sve veće potrebe za plinom i sve manje vlastite proizvodnje, bitno je imati višestruko različitih dobavnih pravaca. Iako potrošnja plina u Europi pada, sa 477 mlrd. m^3 u 2000. godini na 412 mlrd. m^3 u 2014. godini (-13,8%), pad u proizvodnji je puno veći – s 264 mlrd. m^3 na 153 mlrd. m^3 (-42,5%) u istom vremenskom razdoblju (IEA, 2014), što znači da se uvoz povećava. UPP ima sigurnosnu ulogu u opskrbi plina zbog nestabilne geopolitičke situacije sa Rusijom i Libijom, a upravo zbog toga IEA predviđa da će Europa udvostručiti uvoz plina putem UPP-a između 2014. i 2020. godine.

Danas UPP čini 15-20% od ukupne uvezene količine plina u Europi (European Parlament, 2015.). Trenutno u Europi postoje 20 UPP terminala za uplinjavanje, od kojih je zadnji izgrađen Klaipeda LNG u Litvi. Nakon izgradnje Litva je uspjela dobiti 15 - 20% niže cijene plina s Gazpromom za opskrbu plinom putem plinovoda (European Parlament, 2015.). U 2014. godini cijena plina prije izgradnje UPP terminala u Litvi iznosila je 11,46 eura po gigadžulu (EUR/Gj) dok u 2015. godini nakon izgradnje i nakon pregovora cijena plina iznosila je 9,70 EUR/Gj (EUROSTAT, 2016g).

Najveći uvoznik UPP-a je Španjolska sa 43,6% i Portugal sa 43,9% od ukupne količine uvezenog plina. Prema projektima PCI-ja, namjerava se izgraditi terminal za uplinjavanje na otoku Krku u Hrvatskoj. To bi bio dio projekta koji bi uz nove interkonekcije osigurao dodatni pravac za uvoz plina za balkansku regiju i središnju Europu. Očekuje se da će taj terminal imati kapacitete od 5 mlrd. m^3 na godinu (Poillion, 2016). Prema izvještaju Europskog parlamenta od kraja 2015. godine, razvitak ovog projekta, kao i mnogih drugih diljem Europe, posljedica su sve većeg pada u vlastitoj proizvodnji, ali i potreba za sigurnosti opskrbe plinom.

U slučaju izgradnje UPP-terminala na Krku, Hrvatska bi imala financijsku dobit te bi se pozicionirala kao zemlja od strateške važnosti za Europsku uniju. Projekt UPP-a na Krku postao novi dobavni pravac plina za srednju i istočnu Europu i osigurao alternativni pravac plina za to područje.

7. ZAKLJUČAK

Iako je trenutno potražnja za primarnom energijom u blagom padu, agencije poput IEA predviđaju da će se taj trend promijeniti. Rastom svijesti o globalnom zatopljenju razvijaju se i potrebe za projektima koji su ekološki prihvatljivi. Isplativost postrojenja, bilo ono postojeće ili novi projekt, ovisi o više čimbenika. Cilj ovog diplomskog rada bio je analizirati povećanje udjela prirodnog plina u primarnoj potrošnji energije.

Danas se za proizvodnju primarne energije iz fosilnih goriva uglavnom koristi ugljen i plin. Njihova cijena određuje se na tržištu energenata. Iako je trenutno ugljen kao sirovina jeftiniji od plina, to nije najvažniji čimbenik koji se uzima u obzir. Iskorištavanjem svakog od tih goriva određuje se njegov utjecaj na atmosferu, koji pak određuje cijenu emisijskih dozvola. Što je gorivo štetnije za okoliš, to se više plaća za sanaciju šteta koje nastaju njegovim iskorištavanjem. Današnjom energetskom politikom koja je posljedica Protokola iz Kyota pokušava se prestrukturirati energetski sektor na obnovljive izvore energije. Iz toga proizlazi da veliki zagađivači zraka poput ugljena nemaju mjesto u budućnosti. Isto tako jedan od bitnih čimbenika je i dostupnost sirovine. Plin je lako transportirati i tržište prirodnim plinom je veliko, što znači da je plin kao sirovina dostupan iz različitih pravaca, dok je tržište ugljenom znatno manje zbog visoke cijene transporta, ali i malog broja zemalja izvoznica.

Trenutno stanje na tržištu s niskim cijenama ugljena i velikim brojem emisijskih dozvola čini proizvodnju primarne energije iz ugljena isplativijom od one proizvedene na plin. Sustav koji je bio postavljen kao pomoć zemljama za prijelaz na čišća goriva danas ima suprotni efekt i potiče sustave koji zagađuju atmosferu. Zbog pada proizvodnje koji je imao za posljedicu smanjenje ispuštanja emisija CO_2, veliki broj emisijskih dozvola ostao je neiskorišten. Sustav koji omogućuje spremanje emisijskih dozvola u banku emisijskih dozvola prouzrokovao je višak dozvola na tržištu, što je dovelo do pada cijene tih dozvola. To stanje je privremeno te Europska unija nastoji riješiti nastali problem, i to što prije zbog kontradikcije energetskoj politici koja ima za cilj smanjenje emisija.

Iako je proizvodnja primarne energije iz ugljena trenutno jeftinija, kapitalne investicije za izgradnju postrojenja na ugljen nisu isplative zbog ekonomske neopravdanosti u budućnosti. Izgradnja postrojenja na plin trenutačno nije ekonomski opravdana, ali kao dugoročna investicija potrebna je zbog trenda odustajanja od ugljena kako bi se mogla zadovoljiti potreba za energijom gašenjem postrojenja na ugljen. Uz obnovljive izvore, plinske elektrane su poželjne zbog svoje niske emisije CO_2 i uz hidroelektrane jedine su koje

mogu zadovoljiti energetske potrebe te istovremeno su čisti izvori energije sa malim emisijama stakleničkih plinova.

Plin ima budućnost kao izvor za proizvodnju primarne energije. Zbog svoje dostupnosti, malih emisija pri sagorijevanju te velikom broju dobavnih pravaca postaje gorivo koje je pouzdan i čist izvor energije.

8. LITERATURA

1. ALTER, K. J., STEINBERG, D., 2007., The Theory and Reality of the European Coal and Steel Community
2. British Petroleum (BP), lipanj 2016., Statistic Review of World Energy, London.
3. Covenant of Mayors, 2014., Technical annex to the SEAP template instructions document: The Emission Factors,.
4. Department of Energy & Climate Change , 2013., A Comparison of Emission Factors for Electricity Generation, izvještaj, Washington.
5. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2012., Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2012, Zagreb, str. 48, .
6. Energetski institut Hrvoje Požar (EIHP), 2014., Odnosi i trendovi u energetskom sustavu RH do 2014. Godine, Zagreb: Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske.
7. Energetski institut Hrvoje Požar (EIHP), 2015., Energija u Hrvatskoj 2014, Zagreb: Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske.
8. European Assosiation for Coal and Lignite, 2015., EURACOAL Market Report 1/2015, izvještaj, Bern.
9. European Commision, 2012., Proportionate impact assessment, izvještaj, Beruxelles.
10. European Parlament, 2015., Liquefied Natural Gas in Europe, izvještaj, Bruxelles.
11. European Parlament, 2016., Quarterly Report on European Gas Markets, izvještaj, Bruxelles.
12. Europski Parlament, 2012., DIREKTIVA 2011/92/EU EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o procjeni učinaka određenih javnih i privatnih projekata na okoliš, Bruxelles.
13. Europski Parlament, 2013., DIREKTIVA 2003/87/EZ EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o uspostavi sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova unutar Zajednice i o izmjeni Direktive Vijeća 96/61/EZ, Bruxelles.
14. EUROSTAT, 2016a., Simplified energy balance, URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_100a&lang=en. (7. lipnja 2016.)
15. EUROSTAT, 2016b, Gross inland energy consumption by fuel type, URL: http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc320&plugin=1. (10. lipanj 2016.)

16. EUROSTAT, 2016c, Supply transformation and consumption of gas, URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_103a&lang=en. (11. lipanj 2016.)
17. EUROSTAT, 2016d, Supply transformation and consumption of renewable energies, URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_107a&lang=en. (13. lipanj 2016.)
18. EUROSTAT, 2016e, Energy production and imports, URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports. (17. lipanj. 2016.)
19. EUROSTAT, 2016f, Supply of gas, URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_103m&lang=en. (4. srpanj 2016.)
20. EUROSTAT, 2016g, Gas prices for domestic consumers, URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_pc_202&lang=en. (17. rujan 2016.)
21. EUROSTAT, 2016h, Imports solid fuels, URL: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_122a&lang=en. (2. srpanj 2016.)
22. Global Energy Observatory, 2016., Current list of Gas Power Plants, URL: http://www.globalenergyobservatory.org/list.php?db=PowerPlants&type=Gas. (13. rujan 2016.)
23. GUTMAN, K., HUSCHER, J., URBANIK, D., WHITE, A., SCHAIBLE, C., BRICKE, M., 2014., Europe's Dirty 30 – How the EU's Coal-fired Power Plants Are Undermining its Climate Efforts, CAN Europe, WWF, HEAL, EEB, Klima Allianz, Njemačka.
24. IEA, 2012a., Coal Information, Francuska: IEA, str. 11 – 17.
25. IEA, 2012b., Project Cost of Generating Electricity, URL: http://www.iea.org/textbase/npsum/eleccostsum.pdf. (15. rujan 2016.)
26. IEA, 2014., Medium term market report, Pariz: IEA, str. 11 – 20.
27. IEA, 2015., CO_2 Emissions from Fuel Combustion, Pariz: OECD/IEA.
28. Infomine, 2016., Coal prices and coal price chart, URL: http://www.infomine.com/investment/metal-prices/coal/. (4. listopad 2016.)

29. Investing, 2016., Carbon emission futures, URL: http://www.investing.com/commodities/carbon-emissions-advanced-chart. (4. listopad 2016.)
30. IPCC, 2006., Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
31. IPCC, 2007., Forth Assessment Report (AR4), URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf, Ženeva.
32. IPCC, 2014., Fifth Assessment Report (AR5), URL: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf, Ženeva.
33. MARION, J., GRIFFIN, T., 2014., Kontrola CO_2 emisija kod elektrana na prirodni plin, studija, Windsor, SAD: Baden-Daettwil, Švicarska.
34. MICHAELS, C., 2014., Globale Coal Trade, izvješće, Pariz.
35. NordPool, 2016., URL: http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/SYS1/Yearly/?view=table. (14. rujan 2016.)
36. PANEBIANCO, G., 2014., Gas spot market: how does it work and who are the players?, Diplomski rad, Rim.
37. PICARD, D., 2014., Fugitive Emissions from Oil and Natural Gas Activities, izvješće, Clearstone Engineering Ltd., Calgary.
38. PLATTS, 2015., Power in Europe, McGRAW HILL FINANCIAL, London.
39. POILLION, C., 2016., European gas and LNG infrastructure development to increase security of supply European gas Conference, Beč, (19. siječanj 2016.)
40. Skripta:
SABOLIĆ, D., 2014., Uvod u Mikroekonomiku, skripta za predmet Inženjerska ekonomika, Fakultet elektrotehnike i računalstva, Zagreb, str. 262.
41. Stratfor, 2014., URL: http://www.stratfor.com/sites/default/files/main/images/europe_natural_gas_v2.jpg. (6. srpanj 2016.)
42. The Oxford Institute for Energy Studies, 2015a., The Scissor Effect, Oxford.
43. The Oxford Institute of Energy Studies, 2015b., The Evolution of European traded gas hubs.
44. THURBER, M. C., MORSE, R. K., 2015., The Global Coal Market, Supplying the Major Emerging Economies, Cambrige university press, Cambrige, str. 12 – 22.

45. UBS, 2015., Closures coal and gas fired power plant in Europe accelerating, URL: http://energypost.eu/ubs-closures-coal-gas-fired-power-plants-europe-accelerating/. (15. rujan 2016.)
46. UNFCCC, 1998, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations, Japan.
47. UNFCCC, 2016.,Timeline, URL: http://unfccc.int/timeline/. (10. srpnja 2016.)
48. World Coal Institute (WCI), 2005., The Coal Resource: A Comprehensive Overview of Coal, Cambridge House, London, str. 2 – 5.
49. World Economic Forum, 2015., Scaling Technologies to Decarbonize Energy.
50. World Energy Council (WEC), 2011., Energy resources – coal, URL: https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/coal/. (17. lipanj 2016.)

IZJAVA

Ovom izjavom izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno na temelju znanja i vještina stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu, služeći se navedeno literaturom.

Karlo Rasporić

_____