

Tržište ugljena u svijetu

Kerep, Lara

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:437912>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Specijalistički diplomski stručni studij Ekonomika energije i zaštite okoliša

TRŽIŠTE UGLJENA U SVIJETU
DIPLOMSKI RAD

Lara Kerep

Zagreb, rujan, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Specijalistički diplomski stručni studij Ekonomika energije i zaštite okoliša

TRŽIŠTE UGLJENA U SVIJETU
WORLD COAL MARKET
DIPLOMSKI RAD

Lara Kerep, 0135228007

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Tomislav Gelo

Zagreb, rujan, 2019.

Zahvala:

Najveća hvala mojim roditeljima i obitelji na razumijevanju i podršci koju su mi pružali za vrijeme studiranja i bez kojih ovo ne bi bilo moguće.

Hvala mojim prijateljima i kolegama bez kojih studiranje ne bi bilo tako zabavno i za podršku tijekom cijelog studiranja.

Zahvaljujem svom mentoru Izv. prof. dr. sc. Tomislavu Geli na strpljenju, pomoći i mentorstvu prilikom pisanja ovog diplomskog rada.

Lara Kerep
Ime i prezime studenta/ice

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad _____
(vrsta rada)
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Student/ica:

U Zagrebu, 12. rujna 2019

Lara Kerep
(potpis)

SAŽETAK

Ugljen je neobnovljivi izvor energije i fosilno gorivo bez kojeg je teško zamisliti da bi svijet mogao funkcionirati na način na koji funkcionira danas. Ugljen je danas drugi energent u svijetu za proizvodnju primarne energije. Veliku važnost ugljen ima u proizvodnji električne energije, te u proizvodnji čelika i metala. Iz godine u godinu globalna potreba za energijom raste, najviše u gospodarstvima koja se naglo razvijaju i industrijaliziraju, te tako problemi vezani za energetske sigurnost postaju sve važniji. Ugljen se smatra sigurnim energentom u proizvodnji energije jer su njegove rezerve u svijetu velike, a i cjenovno je prihvatljiviji od drugih fosilnih goriva.

Pretvorba ugljena u električnu energiju odvija se u termoelektranama gdje prilikom izgaranja ugljena dolazi do emisija štetnih plinova u atmosferu koji pridonose klimatskim promjenama. Zbog onečišćenja koje uzrokuje ugljen svijet se sve više okreće proizvodnji energije iz obnovljivih izvora energija, ali se proizvodnja električne energije iz ugljena trenutačno ne može nadomjestiti iz obnovljivih izvora energije zbog velike ovisnosti o vremenskim uvjetima i financijskom ulaganju. Posljednjih godina sve se više spominje proizvodnja „čiste energije iz ugljena“ kako bi to bilo ostvarivo razvijaju se i primjenjuju brojne metode koje vode do toga.

Preko 70% svjetske proizvodnje i potrošnje ugljena odvija se u Aziji, gdje se kao najveći potrošač i proizvođač ističe Kina koja većinu svoje energije proizvodi iz ugljena zbog njegove raspoloživosti i cijene.

Ključne riječi: ugljen, električna energija, termoelektrana, proizvodnja i potrošnja, čista energija iz ugljena

SUMMARY

Coal is a non-renewable source of energy and a fossil fuel without which is hard to imagine the world could function at the way it does today. Today coal is the second energy source in the world to produce primary energy. Coal has high importance in the electricity production and production of steel and metals. Year by year the global demand for energy is growing, mostly in economies who rapidly develop and industrialize, and also problems related to energy security are becoming increasingly important. Coal is considered a safe source of energy in energy production because its reserves in the world are large, and the price is more acceptable than other fossil fuels.

The conversion process of coal into electricity takes place in thermal power plants where, during the combustion of coal, comes to greenhouse gas emissions into the atmosphere which contributes to climate change. Due to the pollution caused by coal, the world is increasingly turning to the production of energy from renewable energy sources, but the generation of electricity from coal currently cannot be replaced by renewable energy because of its high dependence on weather conditions and financial investment. In recent years, there has been an increasing reference to the production of "clean coal energy" to make it feasible, many methods are being developed and applied which leads to it.

Over 70% of the world's coal production and consumption takes place in Asia, where China is the largest consumer and producer of energy, which most energy producing from coal, because of availability and price.

Keywords: coal, electrical energy, power plant, production and consumption, clean energy
coal

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1 Predmet i cilj rada | 1 |
| 1.2 Izvori podataka i metode prikupljanja | 2 |
| 1.3 Sadržaj i struktura rada | 2 |
| 2. UGLJEN KAO PRIMARNI ENERAGENT | 3 |
| 2.1 Nastanak, upotreba i vrste ugljena | 3 |
| 2.2 Ugljen u odnosu na druge primarne energente | 5 |
| 3. TRŽIŠTE UGLJENA U SVIJETU | 10 |
| 3.1 Rezerve ugljena u svijetu | 10 |
| 3.2 Proizvodnja i potrošnja ugljena | 14 |
| 3.3 Cijene ugljena i njihovo određivanje | 23 |
| 3.4 Ugljen u Hrvatskoj | 27 |
| 4. TRŽIŠTE UGLJENA KAO PRIMJER SAVRŠENE KONKURENCIJE..... | 29 |
| 4.1 Determinante ponude i potražnje | 29 |
| 4.2 Elastičnost ponude i potražnje | 31 |
| 4.3 Porezna politika | 33 |
| 5. BUDUĆNOST UGLJENA KAO ENERGENTA..... | 36 |
| 5.1. Proizvodnja električne energije iz ugljena | 36 |
| 5.2. Proizvodnja čiste energije iz ugljena | 42 |
| 5.3. Utjecaj potrošnje ugljena na zagađenje okoliša | 44 |
| 5.4. Prednosti i nedostaci ugljena kao fosilnog energenta | 47 |
| 5.5 Budućnost ugljena – što se može očekivati | 48 |
| 6. ZAKLJUČAK | 52 |
| POPIS LITERATURE | 54 |
| POPIS GRAFIKONA | 56 |
| POPIS SLIKA | 57 |
| ŽIVOTOPIS | 58 |

1. UVOD

Ugljen je fosilno gorivo, odnosno sedimentna stijena crne ili smeđe boje ovisno o vrsti ugljena. U osnovi se ugljen sastoji od pet glavnih elemenata, a udio pojedinog elementa ovisi o tome da li se radi o visokokvalitetnom ili niskokvalitetnom ugljenu. Prema osnovnoj podjeli ugljen se dijeli na lignit i subbitumenski ugljen koji su ujedno pripadaju ugljenu nižeg ranga, te na: antracit i bitumenski koji se ubrajaju u ugljen veće kvalitete. Ugljen je zajedno sa naftom jedan od najvećih izvora primarne energije, dok je istovremeno i najvećim onečišćivač okoliša zbog ispuštanja velikih količina ugljikovog dioksida i ostalih štetnih plinova koji nastaju tijekom njegovog izgaranja. S porastom stanovništva dolazi i do povećanja potražnje i potrošnje energije, prvenstveno električne energije koja se najviše dobiva u termoelektranama na ugljen. Proizvodnja električne energije iz ugljena je sigurnija i jeftinija u odnosu na druga fosilna goriva i obnovljive izvore energije koji uvelike ovise o vremenskim uvjetima, a jedan od razloga su i velike dokazane rezerve ugljena u svijetu koje su procijenjene na 132 godine.¹

S obzirom na proizvodnju i potrošnju ugljena vodeća je regija Azije, ponajviše zbog Kine i Indije koje su uvelike ovisne o ugljenu kao fosilnom energentu. Kako neke regije i države razmišljaju o napuštanju proizvodnje ugljena, tako su se razvile tehnologije kojima je cilj dati čistu energiju iz ugljena, odnosno smanjiti onečišćenje okoliša do kojeg dolazi tijekom izgaranja ugljena na minimalnu razinu.

1.1 Predmet i cilj rada

Predmet rada je tržište ugljena u svijetu, te važnost koju ugljen ima u proizvodnji električne energije. Ugljen kao glavni fosilni energent prvenstveno u proizvodnji električne energije u zadnjih nekoliko desetljeća sve više dobiva medijske pažnje zbog negativnog utjecaja koji ima na okoliš, sa razvojem tehnologije došlo je do smanjenja negativnih posljedica koje izgaranje ugljena ima na okoliš. Unatoč njegovom štetnom utjecaju koji ima na okoliš svijet ne bi mogao funkcionirati bez ugljena jer se većina proizvedene električne energije dobiva u termoelektranama na ugljen, a nužan je i u drugim industrijama za proizvodnju čelika i metala. Cilj rada je objasniti funkcioniranje tržišta ugljena i njegovu važnost u proizvodnji

¹ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 42

električne energije, te da li je utjecaj ugljena na okoliš prilikom njegove proizvodnje i potrošnje doista onoliko štetan koliko se smatra. Također, cilj rada je prepoznati i važnost ugljena kao fosilnog energenta kroz promatrane podatke, te se upoznati sa osnovnim vrstama ugljena i objasniti kako promjena jedne varijable ima utjecaj na ponudu i potražnju za ugljenom.

1.2 Izvori podataka i metode prikupljanja

U pisanju diplomskog rada korišteni su sekundarni izvori podataka, te su oni uključivali stručnu literaturu: knjige, časopise, izvješća i relevantne internetske stranice povezane sa temom. U izradi rada korištena je deskriptivna metoda, te metoda analize i usporedbe na temelju podataka iz odabranih izvješća. Analiziranjem odabranih izvješća na kraju rada donesen je zaključak.

1.3 Sadržaj i struktura rada

Rad osim uvoda i zaključka sadrži četiri cjeline. Prva cjelina obuhvaća dva podnaslova u kojima je pojašnjen pojam ugljena, proces njegovog nastanka, vrste ugljena i njegova primjena, te je analizirana važnost ugljena u odnosu na druge primarne energente. Glavna cjelina ovoga rada nosi naziv kao i sami rad, te se temelji na podacima koji su analizirani za svako pojedino poglavlje u cjelini. U sklopu glavne cjeline obrađene su sljedeće teme: rezerve ugljena, proizvodnja i potrošnja ugljena, zatim cijene i njihovo određivanje, te ugljen u Hrvatskoj. Predzadnja cjelina rada vezana je za determinante ponude i potražnje za ugljenom, te njihova elastičnost i porezne politike. Zadnja cjelina je Budućnost ugljena kao energenta, te obuhvaća četiri podnaslova u kojima je opisana proizvodnja električne energije u termoelektranama na ugljen, tehnologije proizvodnje čiste energije iz ugljena, kao i njihov potencijal u budućnosti, kakav je utjecaj potrošnje ugljena na okoliš, te koje su prednosti i nedostaci ugljena kao fosilnog energenta. Na kraju rada iznesen je zaključak koji se temelji na svemu naučenom tijekom pisanja rada.

2. UGLJEN KAO PRIMARNI ENERAGENT

2.1 Nastanak, upotreba i vrste ugljena

Ugljen se može definirati kao „sedimentni kamen koji se sastoji od organskog i anorganskog materijala“². Pretežito je biljnog podrijetla. Ugljen je mineral koji nema fiksnu kemijsku formulu već se sastoji od pet elemenata: ugljika, vodika, kisika, sumpora i dušika. Količine pet navedenih elemenata ovise o pojedinoj vrsti ugljena. Nastanak ugljena je komplicirani proces, a počeo je razgradnjom uginulih biljnih i životinjskih organizama u močvarnim sredinama u paleozoiku³. Kako močvarno tlo nije propusno sa godinama su se ostaci nakupljali, udio kisika je opadao, a preostala tvar koja se taložila u močvarama postajala je sve bogatija sa ugljikom. Mikrobiološkim djelovanjem dolazilo je do truljenja organskih tvari koje su prelazile u treset. Nakon nekog vremena močvare su prekrile sedimentne naslage, te došlo do porasta temperature i tlaka i tako je nastao ugljen. Kako se taj proces ponavljao, tijekom tisuća godina nastao je ugljen i njegove rezerve.⁴

Najšire prihvaćena klasifikacija ugljena je ona od Američkog društva za ispitivanje materijala. Najjednostavnija i najčešća klasifikacija ugljena je na niskokvalitetni i visokokvalitetni ugljen. Visokokvalitetni ugljen klasificira se prema sadržaju ugljika, dok se niskokvalitetni ugljen klasificira prema energetsom sadržaju. Prema navedenoj klasifikaciji ugljen se dijeli na: lignit, bitumenski ugljen, subbitumenski ugljen i antracit koji je najkvalitetniji i najtvrdi ugljen.⁵ Niskokvalitetnim ugljenom smatraju se: lignit koji je se još naziva i smeđi ugljen, te se uglavnom koristi u proizvodnji električne energije i subbitumenski ugljen ima niski sadržaj sumpora, nastaje pod djelovanjem tlaka i temperature iz lignita. U visokokvalitetni ugljen ubraja se: bitumenski ugljen koji se još dijeli na: termalni i metalurški ugljen, uglavnom se koristi u industrijske svrhe i antracit koji ima najviši sadržaj ugljika preko 90%.⁶ Ugljen manje kvalitete obično karakterizira: zemljasti izgled, lakša lomljivost, mala energetska vrijednost, visoki sadržaj vlage, a nizak ugljika. Dok ugljen višeg ranga ima sljedeće karakteristike: tvrdoća, crni staklasti izgled, visoki sadržaj ugljika i nizak sadržaj vlage, te velika energetska vrijednost.⁷

² Miller Bruce G., (2005.), Coal energy systems, Elsevier Academic Press, str. 1

³ Peleozoik je era geloške prošlosti Zemlje koja je trajala 297 milijuna godina, dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=46243> (23. kolovoza 2019.)

⁴ Ibid str.2

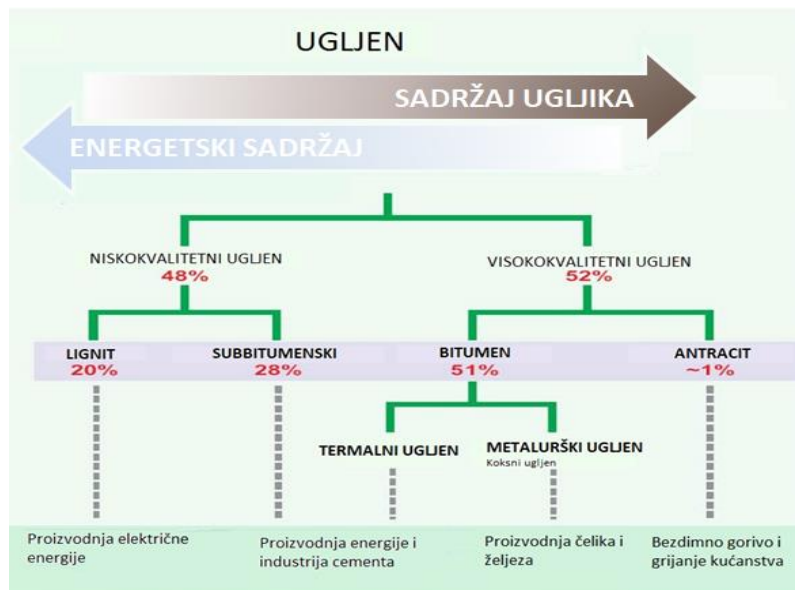
⁵ Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, poglavlje 5, str.4

⁶ Miller Bruce G., (2005.), Coal energy systems, Elsevier Academic Press, str. 8

⁷ World coal institute, (2005.), The coal resource a comprehensive overview of coal, str. 2

Slika 1. prikazuje već navedene vrste ugljena, te koliko postotak zauzima koja vrsta u ukupnim svjetskim rezervama ugljena.

Slika 1. Vrste ugljena i njegova upotreba



Izvor: <http://rajikorba.blogspot.com/2011/06/types-of-coal-and-uses.html>

Tako se iz prikazane slike vidi da su najveće rezerve bitumenskog ugljena (51%), dok su rezerve antracita koji je najskuplji i najkvalitetniji manje od 1%. Također, na slici je prikazano za što se koja vrsta ugljena najčešće koristi. Općenito se ugljen najviše koristi u proizvodnji električne energije. Najčešće se za proizvodnju električne energije koriste: lignit, subbitumenski ugljen i termalni ugljen koji je vrsta bitumenskog ugljena. Metalurški ugljen koji se još naziva i kokсни ugljen spada pod bitumenski ugljen, a njegova najznačajnija primjena je u proizvodnji čelika i željeza. Antracit koji je najskuplji ugljen može se koristiti kao bezdimno gorivo, te za grijanje u kućanstvima.

Najveća potražnja za ugljenom bila je za vrijeme Industrijske revolucije u 18. i 19. stoljeću i to zahvaljujući izumu parnog stroja. Povijest kopanja i uporabe ugljena kroz povijest povezana je s industrijskom revolucijom, proizvodnjom željeza i čelika, razvojem željeznice i parobrodima zbog transporta.⁸ „Širenjem uporabe električne energije u 19. stoljeću budućnost ugljena postala je blisko povezana s proizvodnjom električne energije. Prvo postrojenje za proizvodnju električne energije na ugljen, razvio je Thomas Edison, a počelo je raditi u New Yorku 1882. godine, te je davalo električnu energiju za kućnu rasvjetu.“⁹

⁸ Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Graphis, Zagreb, str. 11

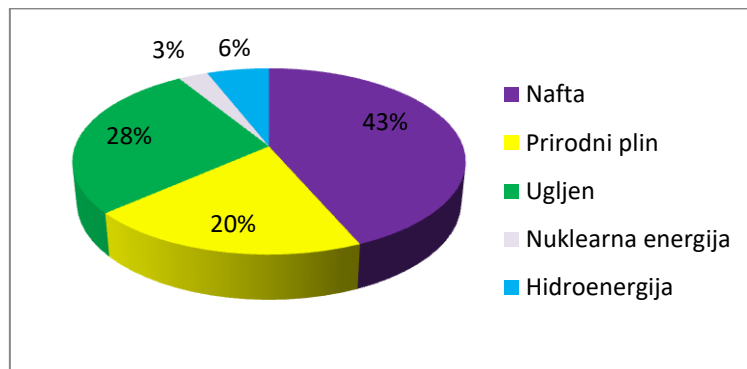
⁹ Ibid str. 12

2.2 Ugljen u odnosu na druge primarne energente

Do šezdesetih godina prošlog stoljeća ugljen je bio najveći izvor primarne energije u svijetu. Od 1960. godine pa sve do danas najveći izvor primarne energije je nafta. Najveći porast potrošnje nafte zabilježen je u sektoru transporta. Usprkos tome što je nafta najveći izvor primarne energije, ugljen ne gubi na svojoj važnosti u proizvodnji primarne energije, prvenstveno zbog velikog značaja koji ima u proizvodnji električne energije.¹⁰

Na grafikonu 1. potrošnja primarne energijom 1981. godine gdje se vidi kako je najveća potrošnja primarne energije iz nafte čak 43%.

Grafikon 1. Potrošnja primarne energije 1981. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review, dostupno na:

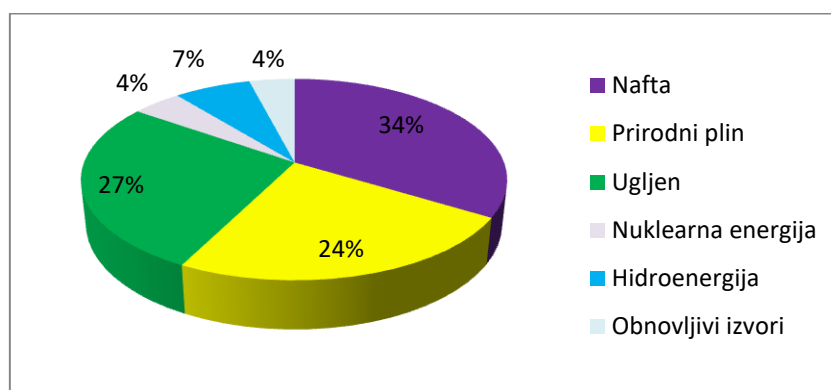
http://files.investis.com/bp_acc_ia/stat_review_06/htdocs/reports/report_19.html

Drugi energent u opskrbi primarne energije bio je ugljen sa udjelom od 28%, iako se proizvodnja energije iz ugljena smanjila on je i dalje izuzetno bitan energent u proizvodnji primarne energije. Na trećem mjestu nalazio se prirodni plin sa udjelom od 20%. U osamdesetim godinama smatralo se kako će udio prirodnog plina, hidro energije i nuklearne energije u proizvodnji i potrošnji primarne energije u budućnosti rasti. Važnost fosilnih goriva u proizvodnji i potrošnji primarne energije nije se smanjila tijekom godina, tako su i 37 godina kasnije fosilna goriva glavni izvor primarne energije.

Grafikon 2. prikazuje potrošnju primarne energije 2018. godine, prema dostupnim podacima British Petroleuma.

¹⁰ Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Graphis, Zagreb, str. 12

Grafikon 2. Potrošnja primarne energije 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

U 2018. godini nafta je i dalje vodeći energent u potrošnji primarne energije sa udjelom od 34%. Udio ugljena u ukupnoj proizvodnji energije iznosio je 27%, što je za 1% manje nego 1981. godine, smatra se kako će se u narednim godinama postotak ugljena smanjivati zbog sve veće proizvodnje primarne energije iz prirodnog plina i obnovljivih izvora energije. Uspoređuje li se potrošnja primarne energije 1981. godine i 2018. godine najveći rast zabilježio je prirodni plin od 2%, te se njegov rast predviđa i u narednim godinama. Potrošnja primarne energije 2018. godine iznosila je 13864,9 MTOE¹¹, što je za 110,13% više u odnosu na potrošnju primarne energije 1981. godine kada je iznosila 6598,4 MTOE. Prosječna godišnja stopa rasta potrošnje primarne energije od 1981. do 2018. godine iznosila je 2,03%.¹² Prema izvješću British Petroleuma za 2018. godinu proizvodnja primarne energije iz ugljena iznosila je 3772,1 MTOE, te je i dalje drugi energent na svijetu iza nafte iz koje se proizvelo 4662,1 MTOE, na trećem mjestu nalazi se prirodni plin sa 3309,4 MTOE. Odnosno iz ugljena se proizvelo 23,6% manje primarne energije nego iz nafte, a 12% više primarne energije nego iz prirodnog plina.¹³

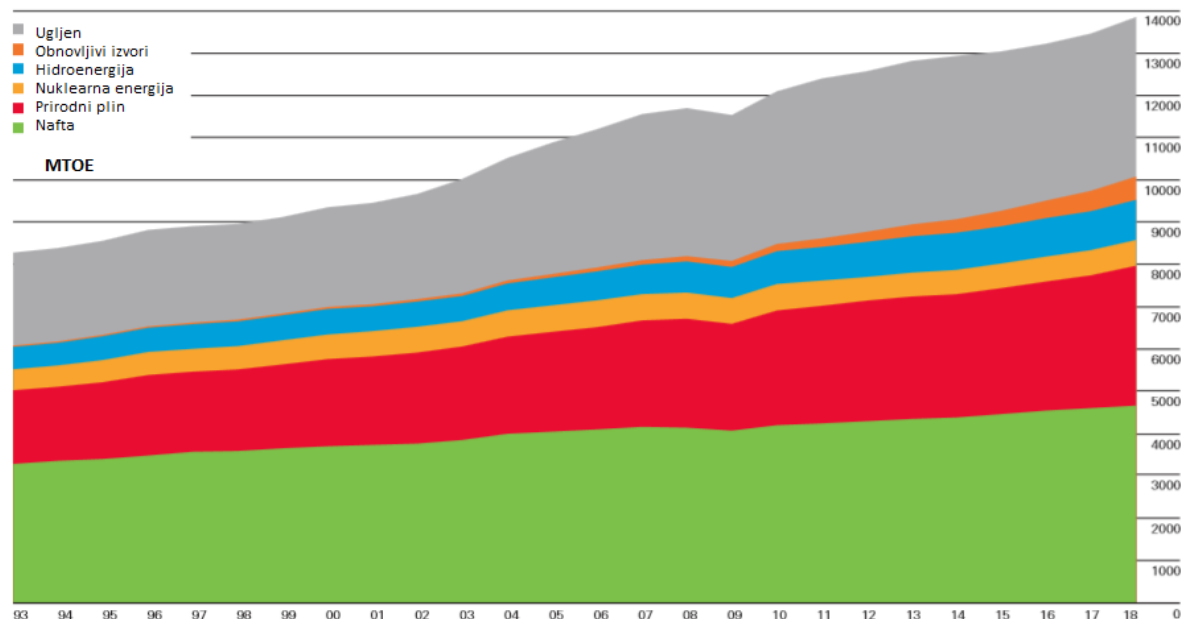
Grafikon 3. prikazuje potrošnju energenata za proizvodnju primarne energije u razdoblju od 1993. godine do 2018. godine.

¹¹ MTOE – Million Tonnes of Oil Equivalent (hrv. MTEN - milijuni tona ekvivalentne nafte)

¹² Primary energy consumption, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

¹³ BP Statistical Review of World Energy 2019., str.9

Grafikon 3. Svjetska potrošnja energenata za proizvodnju primarne energije od 1993. do 2018. godine



Izvor: BP Statistical Review of World Energy 2019, str. 10

Prema podacima je vidljivo kako je nafta u promatranom razdoblju dominantan energent u proizvodnji primarne energije, iako joj se udio u ukupnoj proizvodnji energije u posljednjih nekoliko godina smanjuje, te se sve više u proizvodnji koristi prirodni plin, hidroenergija i obnovljivi izvori energije. Potražnja za svim gorivima je porasla u odnosu na 2017. godinu, pa tako i za ugljenom koji bilježi rast od 70,15% u 2018. godini u odnosu na 1993. godinu. Iako se predviđalo kako će zbog svojih posljedica na okoliš potražnja za ugljenom padati. U 2018. godini došlo je do povećanja globalne potrošnje energije u 2018. godini za 2,9% u odnosu na 2017. godinu, to je najveći rast zabilježen u posljednjih 10 godina. Rast potražnje za energijom zabilježen je u zemljama članicama OECD-a¹⁴ za 82 MTOE, odnosno 1,47%, a najviše zbog povećanje potražnje za plinom. Do porasta za prirodnim plinom i ugljenom došlo je i u zemljama koje nisu članice OECD – a za 308 MTOE što je povećanje od 3,91%.¹⁵ Iz analiziranih podataka brže raste potrošnja energenata u nerazvijenim zemljama, odnosno u državama koje ne pripadaju OECD – u.

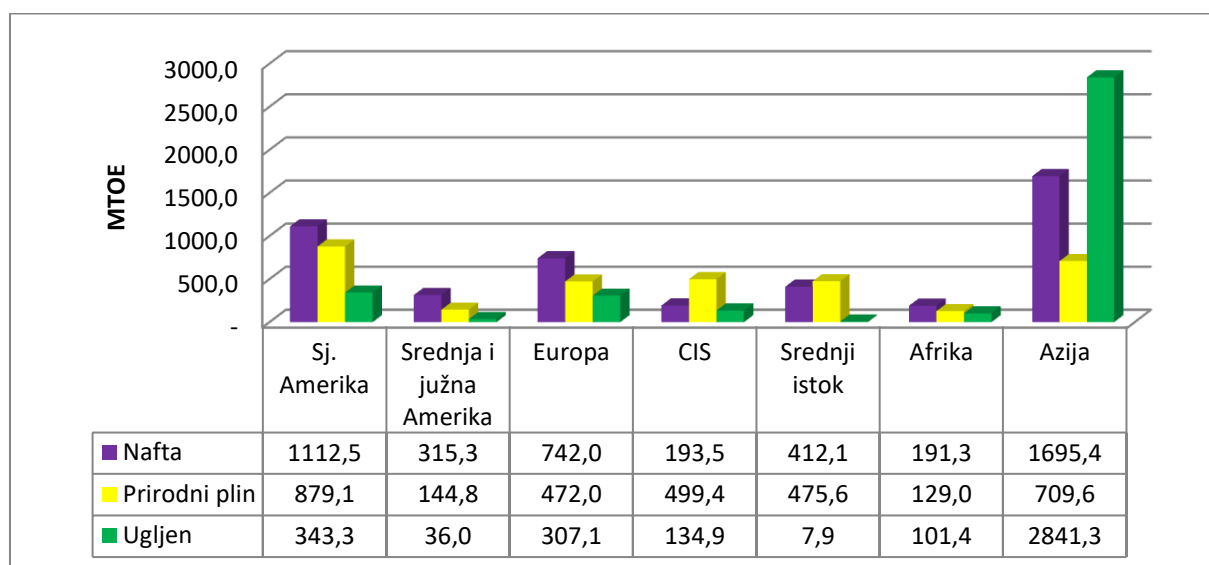
Na grafikonu 4. je prikazana potrošnja primarne energije iz nafte, ugljena i prirodnog plina po svjetskim regijama¹⁶ u 2018. godini.

¹⁴ OECD - Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj (eng. Organisation for Economic Cooperation and Development)

¹⁵ BP Statistical Review of World Energy 2019., str.10

¹⁶ Podjela svijeta prema British Petroleumu

Grafikon 4. Potrošnja primarne energije 2018. godine – prema regijama



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz prikazanog grafikona vidljivo je da je ugljen dominantan energent u Aziji, najviše zbog Indije i Kine i njegovog korištenja u termoelektranama. Tako je potrošnja primarne energije iz ugljena u Aziji veća za 67,60% u odnosu na potrošnju energije iz nafte, a za 300,41% veća u odnosu na potrošnju iz prirodnog plina. Nafta je dominantan energent u Sjevernoj Americi, Srednjoj i južnoj Americi, Europi i Africi. Na Srednjem istoku i u zemljama CIS – a¹⁷ dominira prirodni plina. Osim u Aziji gdje je ugljen dominantni energent u proizvodnji energije u ostalim regijama ugljen se nalazi iza nafte i prirodnog plina. Tako se u Europi iz nafte proizvodi 141,6% više energije nego iz ugljena, razlika je još izraženija u Sjevernoj Americi gdje iznosi 224%.

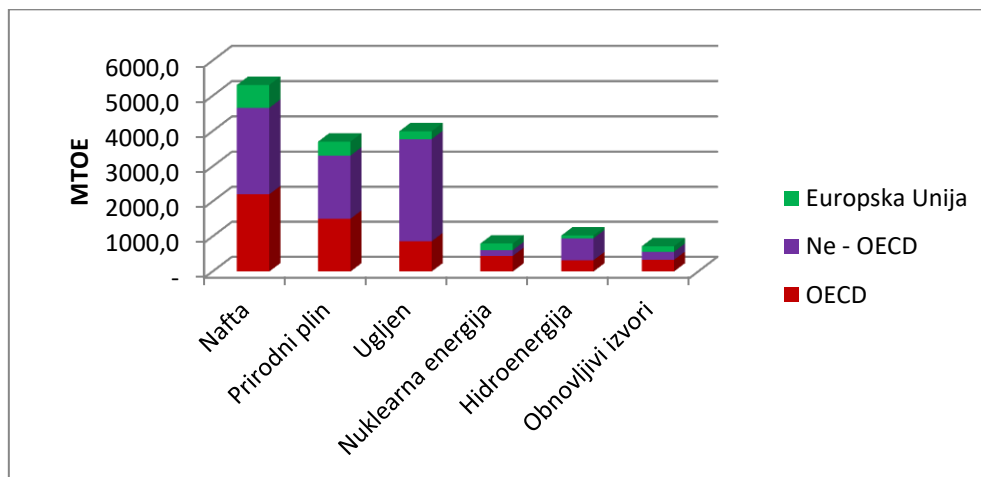
Usporedi li se proizvodnja energije iz ugljena sa proizvodnjom iz obnovljivih izvora, nuklearne energije i hidroenergije u 2018. godini ugljen se nalazi ispred njih, iako se u Europi u posljednjih nekoliko godina sve više energije proizvodi prvenstveno iz obnovljivih izvora energija. Tako se u Europi u 2018. godini proizvelo 78,34% više primarne energije iz ugljena nego iz obnovljivih izvora energije. Najviše se obnovljivi izvori za proizvodnju energije koriste u Europi, Sjevernoj Americi i Aziji. U Južnoj i srednjoj Americi ugljen se koristi u malim količinama (36 MTOE) u odnosu na hidroenergiju (165 MTOE). Unatoč tome što se u nekim svjetskim regijama nastoji smanjiti upotreba ugljena, te se više fokusira na korištenje drugih energenata posebice hidroenergije i obnovljivih izvora energije, potpuni prestanak korištenja ugljena za proizvodnju energije ne može biti realno očekivati može se samo

¹⁷ CIS - Commonwealth of Independent States (Zajednica neovisnih država) koju čine države bivšeg SSSR-a, (Kazakhstan, Rusija, Turkmenistan, Bjelorusija, Azerbajdžan itd.)

smanjiti njegov udio u proizvodnji energije. Suprotno tome govore i podaci da je 2018. godine potrošnja energije iz ugljena bila za 1,44% viša nego 2017. godine.¹⁸

Na grafikonu 5. je prikazana potrošnja primarne energije u Europskoj Uniji, zemljama OECD-a i zemljama ne - OECD-a u 2018. godini.

Grafikon 5. Potrošnja primarne energije prema izvoru u 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz navedenoga se vidi kako je nafta primarni energent u Europskoj Uniji i zemljama OECD-a, dok je u zemljama ne - OECD-a najveća potrošnja energije iz ugljena (18,46% više nego iz nafte). Potrošnja energije iz prirodnog plina najveća je u zemljama ne - OECD-a za 19,86% više nego u zemljama OECD-a. Potrošnja energije iz nuklearne energije, hidroenergije i obnovljivih izvora znatno je manja nego iz tri vodeća energenta. Za očekivati je kako će u narednim godinama rasti potrošnja energije iz hidroenergije i obnovljivih izvora prvenstveno u Europskoj Uniji.

¹⁸ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 9 – 11

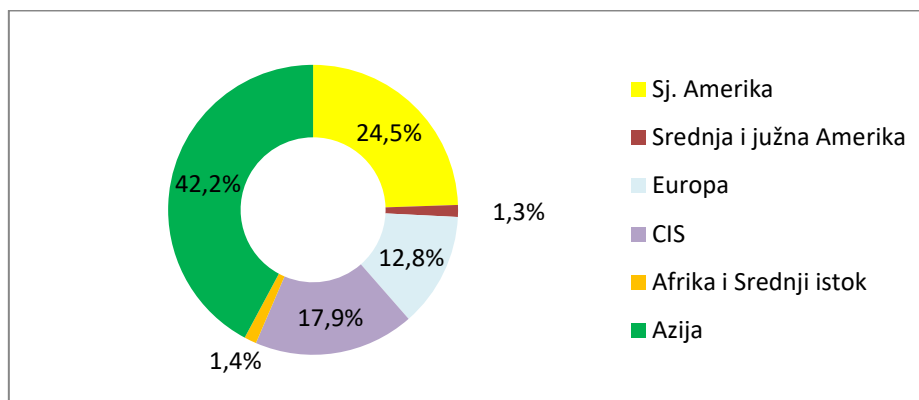
3. TRŽIŠTE UGLJENA U SVIJETU

3.1 Rezerve ugljena u svijetu

Rezerve ugljena, ali i bilo kojeg drugoga energenta ne mogu se sa sigurnošću procijeniti jer ne postoje međunarodno priznati standardi za izvještavanje i procjenu rezervi. Tijekom 1990-ih vodile su se rasprave o usvajanju međunarodno priznatih standarda, no do danas nije usvojen niti jedan univerzalni skup međunarodnih standarda, usvojene su samo neke preporuke koje su uvrštene u nacionalne ili regionalne standarde. Rezerve se tako mogu podijeliti na: dokazane i nedokazane. Dokazane rezerve su određene kao sigurne rezerve za koje se sa sigurnošću smatra da su nadoknadive i da se mogu profitabilno pridobivati. Nedokazane rezerve se zatim dijele na vjerojatne i moguće rezerve. Za vjerojatne rezerve se smatra kako im je mogućnost pridobivanja manja od dokazanih rezervi, a procjene uzimaju u obzir: geološke karakteristike rudnika, te druge tehničke uvijete koji utječu na pronalazak ugljena. Moguće rezerve se klasificiraju kao rezerve koje se mogu pretvoriti u vjerojatne ili dokazane rezerve.¹⁹

Na grafikonu 6. dan je prikaz udjela svjetskih rezervi ugljena u 2018. godini prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 6. Udio svjetskih rezerva ugljena 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz podataka je vidljivo kako su najveće rezerve ugljena u Aziji (42,2% od ukupnih svjetskih rezervi ugljena) ponajviše zbog Kine, Indije i Australije koju British Petroelum svrstava pod Aziju. Sjeverna Amerika posjeduje 24,5% svjetskih rezervi ugljena, ponajviše zbog Sjedinjenih Američkih Državava čije su rezerve iznosile 250219 milijuna tona, što je za 56% više od Rusije, 69,71% više od Australije, 80,24% više od Kine, te 146,85% više od Indije.

¹⁹ International energy agency (2017.), Coal Information statistics with 2016 data, str. I.11 - 12

Države CIS – a i Europa imaju 17,9% odnosno 12,8% svjetskih rezervi ugljena. Zanimarivi udio svjetskih rezervi nalazi se u Srednjoj i južnoj Americi, te Africi i Srednjem istoku. Udjeli svjetskih rezervi nisu se bitnije promijenili u odnosu na 2017. godinu. Jedine značajnije promjene bile su povećanje rezerva u Europi u odnosu na 2017. godinu za 3,8%, te smanjenje rezerva u zemljama CIS – a za 3,7% u odnosu na 2017. godinu. Usporede li se udjeli svjetskih rezerva ugljena iz 2018. godine sa rezervama iz 1998. godine i tada su najveće rezerve bile u Aziji (34,7%). Rezerve u Sjevernoj Americi zauzimale su 24,2% ukupnih rezervi, što je gotovo isti udio koji zauzimaju i danas. Udio rezerva u Europi (14,8%), državama CIS – a (18,5%), Srednje i južne Amerike (2%), te Afrike i Srednjeg istoka (5,8%) bio je veći 1998. godine nego što je 2018. godine u ukupnom udjelu svjetskih rezerva ugljena.²⁰

Tako je u 2018. godini 76% rezerva ugljena bilo u SAD – u, Rusiji, Kini, Australiji i Indiji. Nakon pet država sa najvećim rezervama na šestom mjestu nalazi se Indonezija čije su rezerve 37000 milijuna tona što je za 174% manje od Indije koja je peta u svijetu po rezervama ugljena. Iako su najveće rezerve u Aziji prva država azijskog kontinenta je Kina koja se nalazi na četvrtome mjestu, također bitno je napomenuti kako British Petroleum u regiju Azije ubraja Australiju čije su rezerve treće najveće na svijetu. Od Europskih država u 2018. godini najveće rezerve imala je Njemačka (36103 milijuna tona), te se u svijetu nalazi na sedmom mjestu. Osim Njemačke značajne rezerve ugljena imaju Ukrajina i Poljska koje se u svijetu nalaze odmah iza Njemačke.²¹

Rezerve ugljena mogu se prikazati i kao omjer rezerva na proizvodnju (R/P). Navedeni omjer dobije se da se rezerve koje preostanu na kraju godine podijele sa proizvodnjom, te tako dobije duljina trajanja preostalih rezervi prema trenutnoj proizvodnji i potrošnji ugljena. Prema navedenom rezerve ugljena u svijetu 2018. godine dovoljne su za slijedeće 132. godine. Također, prema podacima British Petroleuma nekoliko svjetskih država (Ukrajina, Pakistan, Novi Zeland, Brazil, te Venezuela) ima rezerve ugljena koje su dovoljne za više od 500 godina. Osim navedenih država značajne rezerve ima još i Sjedinjene Američke Države čije su rezerve dostatne za 365 godine, Španjolska (433 godine), Mađarska (368 godina) i Japan (336 godina). Promatrajući rezerve ugljena izražene prema ovome parametru kroz duže vremensko razdoblje od 1998. godine na svjetskoj razini došlo je do smanjenja rezerva, naime 1998. godine rezerve ugljena u svijetu bile su dostatne za 230 godina, trend smanjenja vidljiv je i u svjetskim regijama najviše u državama CIS-a čije su rezerve tada bile dostatne za više od 700 godina. Jedina regija kod koje je došlo do povećanja rezerva u odnosu na 1998. godinu

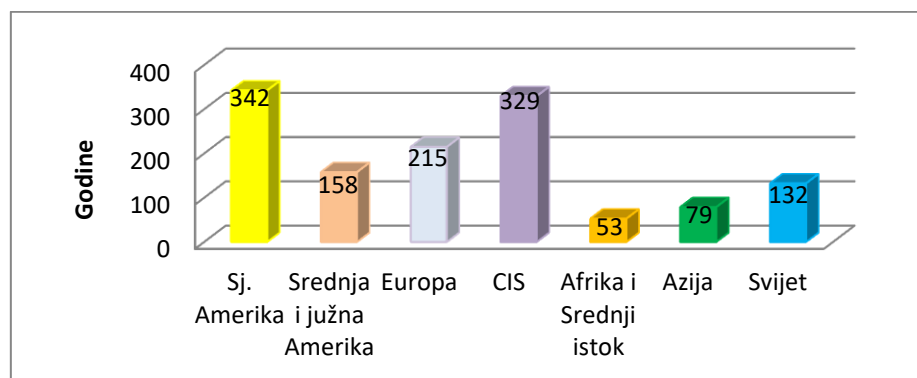
²⁰ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 43

²¹ Ibid, str. 42 - 43

je Europa sa 140 godina na 215 godina. Rezerve ugljena OECD-a dovoljne su za 291. godinu, Europske Unije za 171. godinu, te ne-OECD-a za 89 godina. Razlog zbog kojih su rezerve Europske Unije dovoljne za toliko vremensko razdoblje je sve manja njegova upotreba, te prelazak na obnovljive izvore energije.²²

Na grafikonu 7. su prikazane rezerve ugljena u svjetskim regijama za 2018. godinu prema dostupnim podacima British Petroleuma.

Grafikon 7. Rezerve ugljena u svijetu 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz grafikona je vidljivo kako su rezerve ugljena u Sjevernoj Americi dostatne za 342. godine, dok su rezerve u državama CIS-a dovoljne za 329 godina, te Europe za 215 godina. Rezerve Afrike i Srednjeg istoka procijenjene su na 53 godine. Promatra li se ova podjela rezervi ugljena sa udjelom rezerva ugljena u svijetu podaci su znatno različiti. Iz grafikona se vidi kako su rezerve Azije procijenjene samo na 79 godina, dok je udio rezerva Azije 42,2 % u ukupnim svjetskim rezervama ugljena. Suprotna je situacija u slučaju Srednje i južne Amerike čije su rezerve procijenjene na 158 godina, dok je udio koji zauzimaju u ukupnim svjetski rezervama 1,3%.

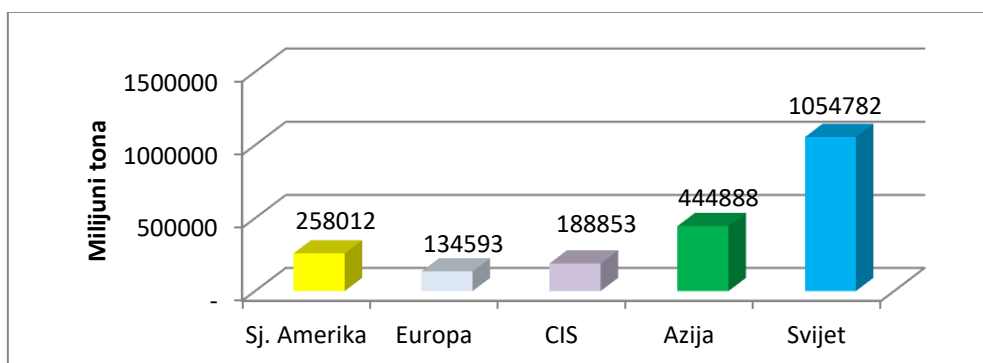
Ukupne rezerve ugljena u svijetu 2018. godine iznosile su 1055 milijardi tona, te su uglavnom koncentrirane u samo nekoliko zemalja. Više od 50% svjetskih rezervi nalazi se u: Sjedinjenim Američkim Državama (24%), Rusiji (15%), Australiji (14%) i Kini (13%). Ukupne rezerve u 2018. godini su za 1,91% veće nego što su bile 2017. godine kada su rezerve iznosile 1035 milijardi tona. Rezerve ugljena u ne-OECD-u iznosile su 555 milijardi tona, te su bile za 10% veće od onih OECD-a 2018. godine. Razlog zbog kojeg OECD ima velike rezerve ugljena (499 718 milijuna tona) su Australija i Sjedinjene Američke Države koje su članice OECD-a. Rezerve Europske Unije su znatno manje i 2018. godine bile su 75 968 milijuna tona, što je za 558% manje od rezerva OECD-a.²³

²² BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 42 – 43

²³ Ibid, str. 42

Grafikon 8. daje prikaz rezerva ugljena u odabranim regijama u 2018. godini prema dostupnim podacima British Petroleuma.

Grafikon 8. Rezerve ugljena prema regijama u 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz prikazanih podataka regija sa najvećim rezervama ugljena u 2018. godini je Azija čije su rezerve 444888 milijuna tona što je za 72,43% više rezerva od Sjeverne Amerike, 135,57% više od rezerva država CIS – a, te 230,54% više rezerva od Europe. Rezerve Srednje i južne Amerike, te Afrike i Srednjeg istoka su zanemarive u odnosu na navedene regije. U Srednjoj i južnoj Americi rezerve ugljena 2018. godine bile su 14016 milijuna tona, a rezerve Afrike i srednjeg istoka 14420 milijuna tona. Uspoređuju li se rezerve ugljena iz 2018. sa onim iz 2017. godine u Sjevernoj Americi i zemljama CIS – a rezerve su se smanjile, tako je u Sjevernoj Americi došlo do minimalnog smanjenja za 0,27%, a u zemljama CIS – a za 15,40%. U Europi su rezerve u 2018. godini za 34% veće od onih iz 2017. godine, dok je Azija zabilježila rast rezerva od 4,87%.²⁴

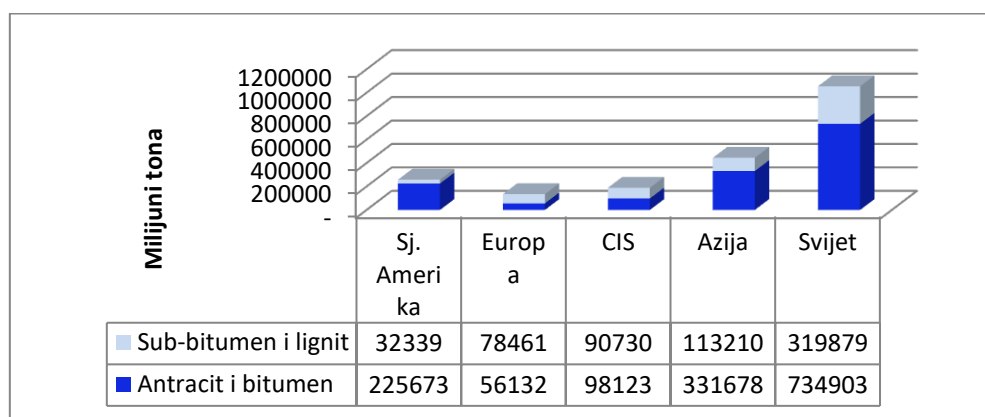
Rezerve ugljena ne-OECD-a u 2018. godini bile su 555064 milijuna tona što je u odnosu na rezerve država OECD-a (499718 milijuna tona) više za 11,08%, a u odnosu na Europsku Uniju (75968 milijuna tona) više za 630,65%. Rezerve OECD - a i ne-OECD-a u odnosu na 2017. godinu su se povećale, i to kod OECD – a za 0,35%, te kod ne-OECD-a za 3,36%, dok je Europska Unije zabilježila smanjenje rezerva za malih 0,47%.²⁵

Na grafikonu 9. prikazane su vrste ugljena u ukupnim svjetskim rezervama u 2018. godini prema podacima British Petroleuma.

²⁴ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 42

²⁵ Ibid

Grafikon 9. Vrste ugljena u ukupnim svjetskim rezervama ugljena 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Većinu svjetskih rezervi ugljena oko 70% čine antracit i bitumen, dok preostalih 30% čini subbitumen i lignit. Prema podacima od ukupnih svjetskih rezerva ugljena u 2018. godini 734903 milijuna tona je antracit i bitumenski ugljen, dok 319879 milijuna tona lignit i subbitumen. Najveće rezerve antracita i bitumena su u Aziji 331678 milijuna tona što je za 46,97% više u odnosu na rezerve Sjeverne Amerike, a 238% više rezerva antracita i bitumena u odnosu na zemlje CIS-a. Jedina regija u kojoj su rezerve subbitumena i lignita veće od rezerva antracita i bitumena je Europa. Regija sa najvećim rezervama subbitumena i lignita je Azija (113210 milijuna tona) što je za 44,28% više nego što su rezerve u Europi, te 24,78% više rezerva lignita i subbitumena nego u državama CIS-a.

Rezerve antracita i bitumena 2018. godine u državama ne-OECD-a iznosile su 412669 milijuna tona što je u odnosu na rezerve OECD-a više za 28,07%. Rezerve antracita i bitumena u Europskoj Uniji su iznosile 22612 milijuna tona, te su zanemarive u odnosu sa rezervama ne-OECD-a i OECD-a. U Europskoj Uniji dominiraju rezerve subbitumena i lignita. Za razliku od antracita i bitumena najveće rezerve subbitumena i lignita ima OECD (177484 milijuna tona), odnosno za 24,64% više od ne-OECD-a, te za 232,64% više rezerva u odnosu na Europsku Uniju.²⁶

3.2 Proizvodnja i potrošnja ugljena

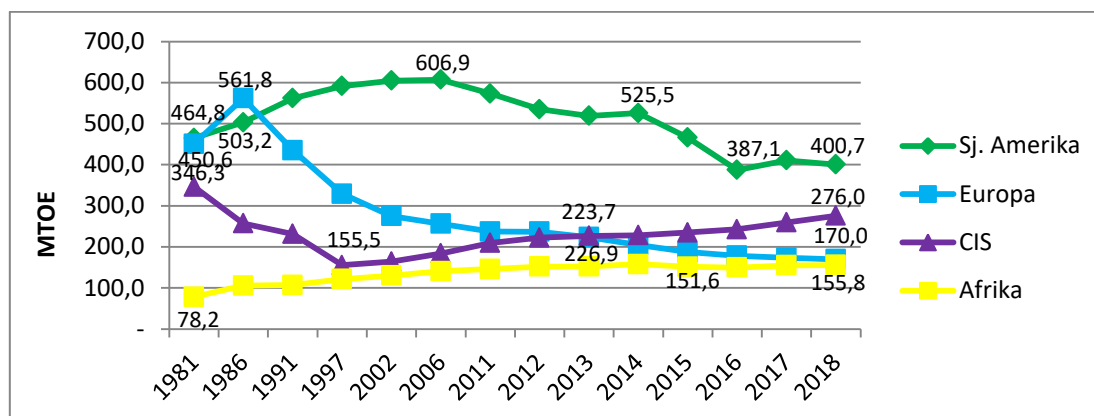
Svjetska proizvodnja ugljena u 2018. godini bila je 3916,8 MTOE što je za 4,1% veća proizvodnja u odnosu na 2017. godinu, dok je u posljednjih 10 godina prosječna stopa rasta proizvodnje ugljena iznosi 1,3%. Proizvodnja ugljena je u 2018. godini porasla za 112,27% u odnosu na 1981. godinu kada je svjetska proizvodnja ugljena bila 1845,2 MTOE. Najveći rast

²⁶ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 42

proizvodnje ugljena bio je u Azijskoj regiji (163 MTOE) koja je u svijetu uvjerljivo vodeća po proizvodnji ugljena. Potrošnja ugljena također je zabilježila rast u 2018. godini 1,4% što je najbrži rast od 2013. godine. Iz danih podataka regija Azije je dominantna u proizvodnji i potrošnji ugljena, te je uvelike ovisna o ugljenu kao fosilnom energentu.²⁷

Na grafikonu 10. prikazana je proizvodnja ugljena za razdoblje od 1981. do 2018. godine prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 10. Proizvodnja ugljena prema regijama od 1981. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

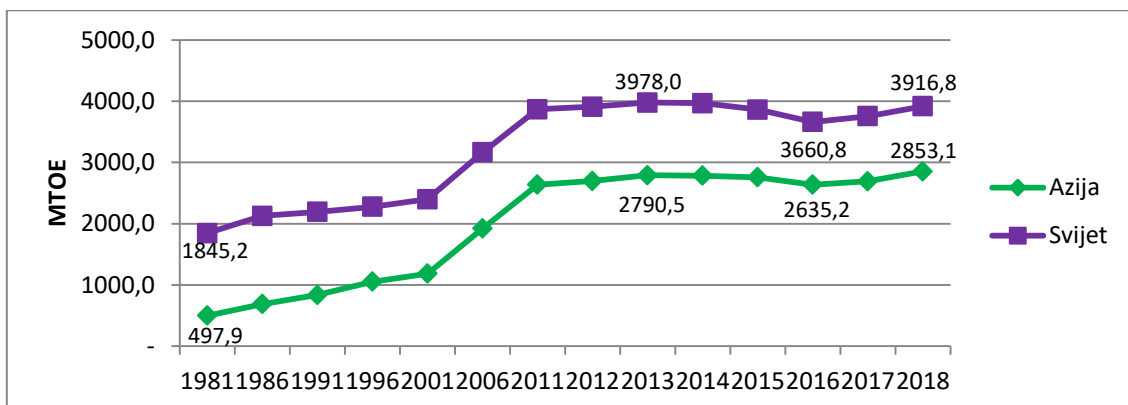
Iz regija prikazanih na grafikonu najveća proizvodnja ugljena je u Sjevernoj Americi, jedina godina kada je proizvodnja ugljena u Europi bila za 11,65% veća nego proizvodnja u Sjevernoj Americi je 1986. Isto tako proizvodnja ugljena u Sjevernoj Americi u promatranom razdoblju imala je velike oscilacije iz godine u godinu, tako je proizvodnja ugljena porasla za 30,57% 2006. godine kada je proizvodnja ugljena iznosila 606,9 MTOE u odnosu na početak promatranog razdoblja kada je proizvodnja ugljena bila 464,8 MTOE. U 2016. godini zabilježen je pad u proizvodnji ugljena u Sjevernoj Americi od 36,22% u odnosu na 2006. godinu. Do značajnog pada u kratkom vremenskom razdoblju u proizvodnji ugljena od 26,34% dolazi 2016. godine kada je proizvodnja bila 387,1 MTOE u odnosu na 2014. godinu kada je proizvodnja ugljena iznosila 525,5 MTOE. Također proizvodnja ugljena se od 2016. do 2018. godine povećala za 3,51%, dok se u odnosu na 2008. godinu proizvodnja smanjila za 34,25%. U 2018. godini proizvodnja ugljena u Sjevernoj Americi bila je 400,7 MTOE, što je za 45,19% više od proizvodnje u državama CIS-a. Tako države CIS-a bilježe konstantan rast u proizvodnji ugljena od 1997. godine. U 2018. godini države CIS-a imale su za 77,49% veću proizvodnju u odnosu na 1997. kada je proizvodnja bila 155,5 MTOE. Proizvodnja ugljena 1981. godine u državama CIS-a bila je za 25,47% veća nego 2018. godine. Također od 2013. godine regija CIS-a nalazi se ispred Europe u proizvodnji ugljena. U promatranom periodu

²⁷ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 46

značajan rast u proizvodnji ugljena ostvarila je regija Afrike. Tako je proizvodnja ugljena u Africi porasla za 99,23% u 2018. godini u odnosu na 1981. godinu kada je proizvodnja bila 78,2 MTOE. Od 2015. godine proizvodnja u Europi i Africi je gotovo izjednačena, tako je u Europi u 2018. godini proizvodnja ugljena iznosila 170 MTOE, što je za 9,11 % više nego u Africi (155,8 MTOE). Europa je najveću proizvodnju ugljena imala 1986. godine kada je proizvodnja bila 561,8 MTOE što je za 230,47% više nego 2018. godine. U 2018. godini u odnosu na 2012. godinu kada je proizvodnja ugljena u Europi bila 236,9 MTOE zabilježen je pad u proizvodnji ugljena za 28,24%. Regija Srednje i južne Amerike, te Srednjeg istoka imaju zanemarivu proizvodnju ugljena u odnosu na ostale regije. Srednja i južna Amerika 2018. godine imale su proizvodnju ugljena od 60,4 MTOE, dok je regija Srednjeg istoka imala proizvodnju od 0,7 MTOE.²⁸

Na grafikonu 11. je prikaz ukupne proizvodnje ugljena u svijetu i u Aziji za vremensko razdoblje od 1981. do 2018. godine.

Grafikon 11. Proizvodnja ugljena u svijetu i Aziji od 1981. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Proizvodnja ugljena u svijetu zabilježila je rast od 115,59% u 2013. godini kada je iznosila 3978 MTOE u odnosu na početak promatranog perioda kada je u svijetu proizvodnja ugljena bila 1845,2 MTOE. Nakon 2013. godine kada je proizvodnja ugljena bila najveća uslijedio je pad proizvodnje, tako je u razdoblju od 2013. do 2016. godine zabilježen je pad u proizvodnji ugljena za 7,97%. Nakon 2016. godine bilježi se ponovni rast u proizvodnji ugljena u svijetu, tako je 2018. godine proizvodnja ugljena bila 3916,8 MTOE što rast od 7% u odnosu na 2016. godinu kada je proizvodnja ugljena iznosila 3660,8 MTOE. Posebna priča u proizvodnji ugljena je Azija. Uvjerljivo najveća proizvodnja ugljena u svijetu ne samo u 2018. godini nego i kroz povijest je upravo u Aziji. Regija Azije zabilježila je rast proizvodnje ugljena od 460,54% 2013. godine kada je proizvodnja bila 2790,5 MTOE u odnosu na 1981. godinu kada

²⁸ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 44

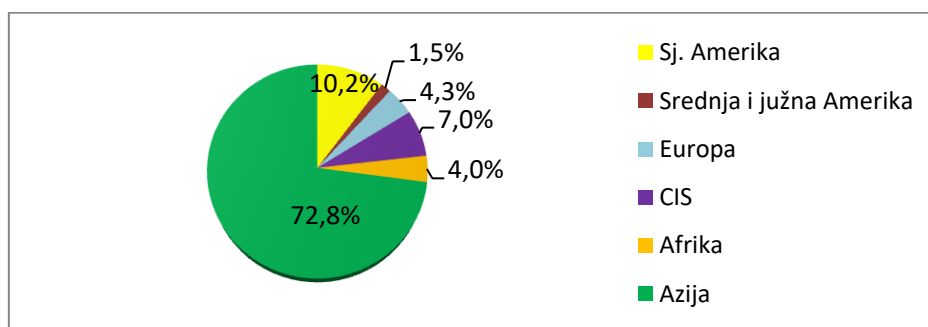
je u Aziji proizvodnja ugljena iznosila 497,9 MTOE. Od 2014. do 2016. godine u Aziji se proizvodnja ugljena smanjila za 7,70%, nakon 2016. godine kada je proizvodnja ugljena bila 2635,2 MTOE Azija ponovno bilježi rast proizvodnje ugljena za 8,27% u 2018. godini u odnosu na 2016. godinu. Proizvodnja ostvarena 2018. godine od 2853,1 MTOE je najveća proizvodnja ugljena u Aziji u promatranom vremenskom razdoblju, te je za 473,03% veća u odnosu na proizvodnju 1981. godine. Prema podacima prikazanih na grafikonu može se zaključiti da ukoliko dođe do rasta odnosno pada u proizvodnji ugljena u Aziji, tako dolazi do rasta odnosno pada u proizvodnji ugljena na svijetu.

Regija Azije čini veći dio svjetske proizvodnje ugljena, tako je proizvodnja ugljena 2018. godine bila veća za 612% u odnosu na Sjevernu Ameriku, ta razlika je još veća za ostale regije. U 2018. godini regija Azije je imala za 933% veću proizvodnju ugljena nego države CIS-a, u odnosu na Europu proizvodnja je bila veća za 1578,30%, dok je u odnosu na regiju Afrike proizvodnja bila veća za 1731,26%.²⁹

Proizvodnja ugljena uvjerljivo je najveća u ne-OECD-u u 2018. godini bila je 3077,2 MTOE što je u odnosu na OECD više za 266,55% gdje je proizvodnja iznosila 839,5 MTOE, proizvodnja u Europskoj Uniji u 2018. godini bila je 125,8 MTOE. U 2008. godini proizvodnja ugljena u OECD – u bila je 1034 MTOE što je za 23,18% više nego 2018. godine, manja proizvodnja ugljena u navedenom razdoblju bila je u Europskoj Uniji i to za 41,97%. Rast je zabilježen jedino u ne-OECD-u od 29,52%, 2008. godine proizvodnja u ne-OECD-u bila je 2375,9 MTOE. I dok u Europskoj Uniji i OECD-u proizvodnja ugljena u posljednjih nekoliko godina pada u ne-OECD-u proizvodnja u posljednjih nekoliko godina raste, pa je tako u odnosu na 2017. godinu proizvodnja porasla za 5,9%.³⁰

Na grafikonu 12. prikazani si udjeli regija u proizvodnji ugljena 2018. godine prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 12. Udio regija u proizvodnji ugljena 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

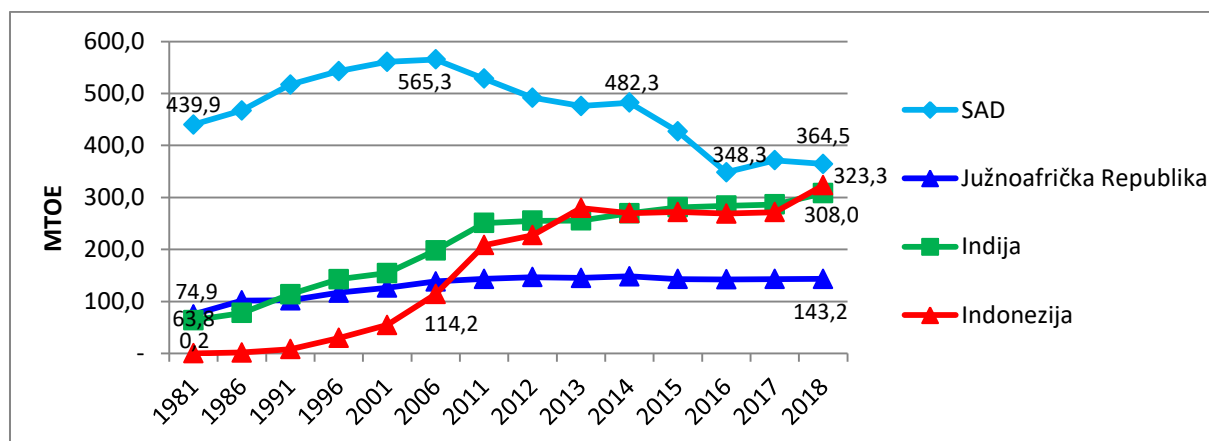
²⁹ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 44

³⁰ Ibid

Regija koja ima najveći udio u proizvodnji ugljena 2018. godine je Azija. Regija Azije zauzima 72,8% ukupne svjetske proizvodnje ugljena, te je uvjerljivo vodeća regija što se tiče proizvodnje ugljena u svijetu. Sjeverna Amerika u ukupnom svjetskom udjelu zauzima 10,2%, najviše zbog Sjedinjenih Američkih Država. Zemlje CIS – a zauzimaju udio od 7%, dok je udio Europe 2018. godine bio 4,3%, a Afrike 4%, Srednja i Južna Amerika sudjelovale su sa udjelom od 1,5% u ukupnoj svjetskoj proizvodnji ugljena. Regija Srednji istok zauzimala je manje od 1% udjela. U 2017. godini udio Azije iznosio je 71,7% u svjetskoj proizvodnji ugljena, te je tako Azija jedina regija koja je povećala svoj udio u ukupnoj proizvodnji u odnosu na prethodnu godinu.³¹

Na grafikonu 13. prikazana je proizvodnja ugljena u odabranim državama za radoblje od 1981. do 2018. godine prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 13. Proizvodnja ugljena u odabranim državama od 1981. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Od odabranih zemalja koje su prikazane na grafikonu najveću proizvodnju ugljena u svim godinama promatranog razdoblja ima SAD. Uspoređujući SAD i njihovu proizvodnju ugljena u 2018. godini sa ostalim odabranim državama podaci su sljedeći: u odnosu na Indoneziju čija je proizvodnja bila 323,3 MTOE, SAD je imao veću proizvodnju za 12,74%, u odnosu na Indiju proizvodnja je bila veća za 18,34%, dok je u Južnoafričkoj Republici proizvodnja bila manja za 154,54%. Proizvodnja ugljena SAD – a 2018. godina iznosila je 364,5 MTOE što je za 42,81% manje od proizvodnje 2006. godine kada je SAD imao najveću proizvodnju ugljena od 565,3 MTOE u promatranom razdoblju. Proizvodnja ugljena u SAD – u varira iz godine u godinu. Ostale analizirane države zabilježile su rast u proizvodnji ugljena u promatranom razdoblju, tako je proizvodnja u Indoneziji 2018. godine bila za 183,10% veća nego 2006. godine kada je iznosila 114,2 MTOE. Indonezija je 1981. godine imala

³¹ BP Statistical Review of World Energy 2018., str. 38

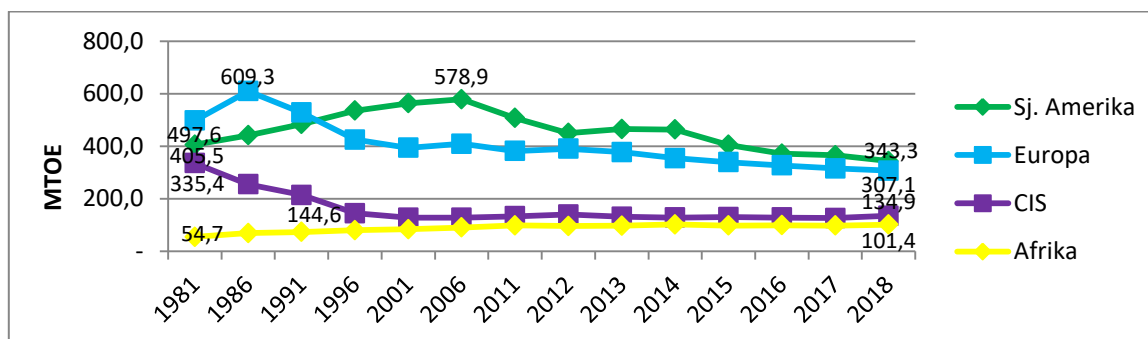
proizvodnju ugljena samo 0,2 MTOE. Značajan rast u navedenom periodu ostvarila je i Indija čija se proizvodnja povećala za 382,76%. Rast je zabilježen i kod Južnoafričke Republike za 91,19%.

Uvjerljivo najveću proizvodnju ugljena u svijetu već dugi niz godina ima Kina. Proizvodnja ugljena u Kini 2018. godine bila je 1828,8 MTOE, što je u odnosu na SAD koji je drugi po proizvodnji ugljena u svijetu više za 401,73%. Ujedno Kina zauzima udio od 46,7% u ukupnoj proizvodnji ugljena u svijetu. Promatrajući li proizvodnju ugljena u Kini kroz duže vremensko razdoblje ona bilježi trend rast, tako je proizvodnja u 2018. godini u odnosu na 2008. godinu kada je iznosila 1491,8 MTOE veća za 22,60%. Gledajući proizvodnju ugljena u Kini od 1981. do 2018. godine jedini vremenski period u kojem je Kina imala zabilježeno smanjenje u proizvodnji ugljena je od 2014. do 2016. godine. Proizvodnja je 2014. godine iznosila 1864,2 MTOE što je više za 10,22% u odnosu na 2016. godinu kada je proizvodnja bila 1691,4 MTOE. Koliko brzo raste proizvodnja ugljena u Kini govori i podatak da je 1981. godine u Kini proizvedeno samo 310,8 MTOE, dok se u 2018. godini proizvodnja popela na 1828,8 MTOE što je više za 488,42%.³²

Potrošnja ugljena u 2018. godini iznosila je 3772,1 MTOE što je porast za 1,4% u odnosu na 2017. godinu, a ujedno i najveći rast potrošnje od 2013. godine. Najveći rast u potrošnji ostvarila je Azijska regija gdje je potrošnja ugljena veća za 71 MTOE nego 2017. godine i to najviše zahvaljujući Indiji gdje je potrošnja porasla za 36 MTOE. U 2018. godini Azijska regija čini više od tri četvrtine svjetske potrošnje ugljena, za usporedbu potrošnja ugljena u Aziji prije 10 godina činila je dvije trećine ukupne svjetske potrošnje.³³

Grafikon 14. prikazuje potrošnju ugljena u svjetskim regijama u razdoblju od 1981. do 2018. godine prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 14. Potrošnja ugljena u svjetskim regijama od 1981. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

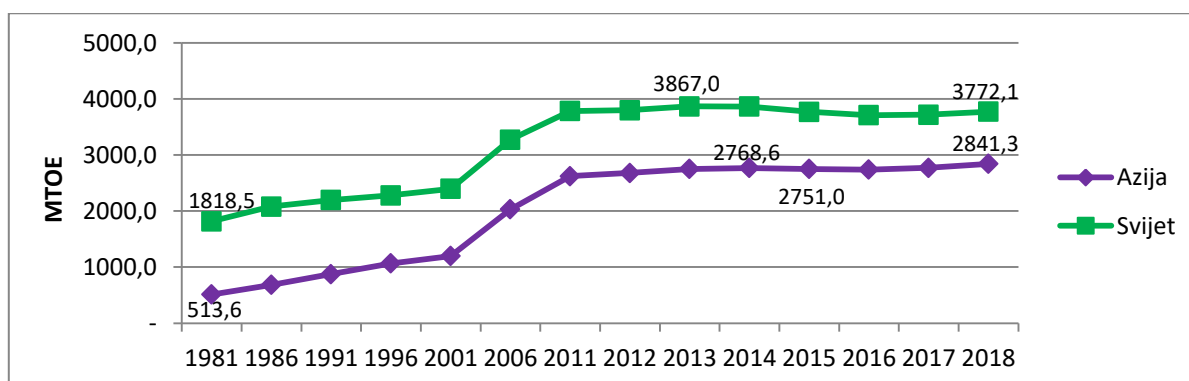
³² BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 44

³³ Ibid, str. 46

Iz prikazanog je vidljivo kako je Europa na početku promatranog razdoblja bila u vrhu prema potrošnji ugljena. Tako je 1986. godine potrošnja ugljena u Europi iznosila 609,3 MTOE što je u odnosu na Sjevernu Ameriku više za 38,04%. Nakon toga u Europi slijedi pad potrošnje, pa je u 2018. godini potrošnja bila manja za 98,40% u odnosu na 1986. godinu. Od 2001. godine u Europi nisu zabilježene veće oscilacije u potrošnji ugljena. Sjeverna Amerika početkom 2000. – ih je bila dominantna regija u potrošnji ugljena, no kako je vrijeme odmicalo dominacija Sjeverne Amerike u odnosu na Europu postaje sve manja. Rast u potrošnji ugljena u SAD – u vrhunac je dosegao 2006. godine kada je potrošnja iznosila 578,9 MTOE, što je za 42,76% više nego na početku promatranog razdoblja. Značajan pad u potrošnji od 40,61% dogodio se u 2018. godini kada je potrošnja ugljena iznosila 343,3 MTOE u odnosu na 2006. godinu. U 2018. godini potrošnja ugljena u Sjevernoj Americi bila je veća u odnosu na Europu za 11,79%, u odnosu na CIS za 154,48%, a za 238,56% u odnosu na Afriku. Regija Afrike za razliku od Europe i Sjeverne Amerike nije imala značajne oscilacije u potrošnji ugljena od 1981. do 2018. godine, tako je regija Afrike ostvarila rast u potrošnji ugljena od 85,37% u 2018. godini kada je potrošnja bila 101,4 MTOE u odnosu na 1981. godinu. Države CIS - a značajno smanjenje potrošnje ugljena od 56,89% imale su 1996. godine kada je potrošnja ugljena bila 144,6 MTOE u odnosu na početak promatranog razdoblja. Regija Srednjeg istoka, te Srednje i južne Amerike u odnosu na ostale regije nemaju značajnu potrošnju ugljena, tako je potrošnja ugljena na Srednjem istoku 2018. godine bila 7,9 MTOE, dok je Srednja i južna Amerika imala potrošnju ugljena 36 MTOE.³⁴

Grafikon 15. prikazuje potrošnju ugljena u svijetu i Aziji od 1981. do 2018. godine prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 15. Potrošnja ugljena u svijetu i Aziji od 1981. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Isto kao i kod proizvodnje ugljena regija Azije je i kod potrošnje ugljena priča za sebe i više je ima smisla uspoređivati sa ukupnom svjetskom potrošnjom ugljena nego sa ostalim

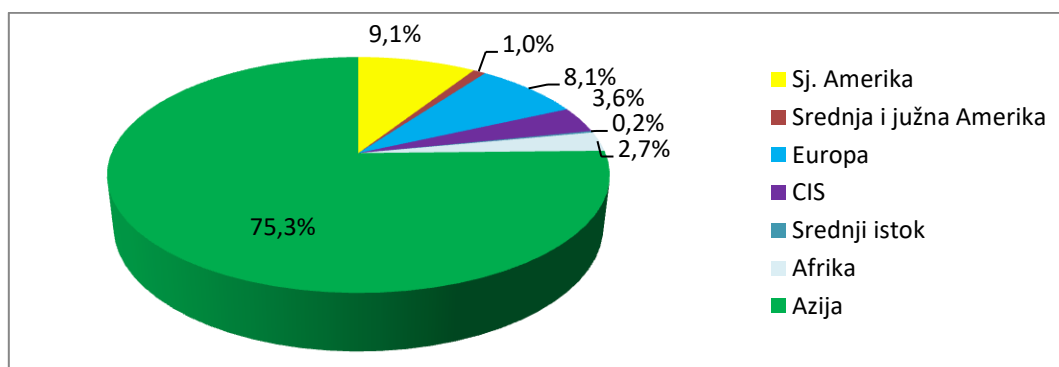
³⁴ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 45

regijama. Gledajući promatrano vremensko razdoblje potrošnja ugljena u svijetu rasla je od 1981. do 2013. godine, tako je 2013. godine potrošnja ugljena bila 3867 MTOE što je za 112,65% više nego 1981. godine. Najveća potrošnja ugljena svijetu u promatranom razdoblju bila je 2013. godine, te je tada potrošnja bila veća za 2,52% u odnosu na 2018. godinu. Azija je zabilježila rast u potrošnji ugljena od 439,06% 2014. godine kada je potrošnja iznosila 2768,8 MTOE u odnosu na 1981. godinu kada je potrošnja bila 513,6 MTOE. Manja potrošnja ugljena u Aziji bila je 2015. godine kada je bila 2751 MTOE, nakon čega ponovno slijedi rast potrošnje ugljena koji traje 2018. godine kada je potrošnja bila 2841,3 MTOE što je ujedno i najveća potrošnja ugljena Azije u promatranom razdoblju, a za pretpostaviti je kako će potrošnja ugljena u narednim godinama u Aziji rasti. Iz prikazanog grafikona može se zaključiti da kako raste potrošnja ugljena u Aziji, tako se to odražava na rast u svjetskoj potrošnji ugljena.

Ne-OECD je u 2018. godini imao potrošnju ugljena od 2910,8 MTOE, što je više za 237,95% od OECD – a čija je potrošnja bila 861,3 MTOE. Europska Unija 2018. godine imala je potrošnju ugljena od 222,4 MTOE. Europska Unija i OECD su zabilježile smanjenu potrošnju ugljena 2018. u odnosu na 2000. godinu i to Europska Unija za 30,46%, a OECD za 22,05%. Za razliku od OECD – a i Europske Unije, ne-OECD je u navedenom razdoblju imao porast od 132,68%.³⁵

Grafikon 16. prikazuje da je dominantna regija u ukupnoj potrošnji ugljena u svijetu 2018. godine bila Azija.

Grafikon 16. Udio regija u potrošnji ugljena 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

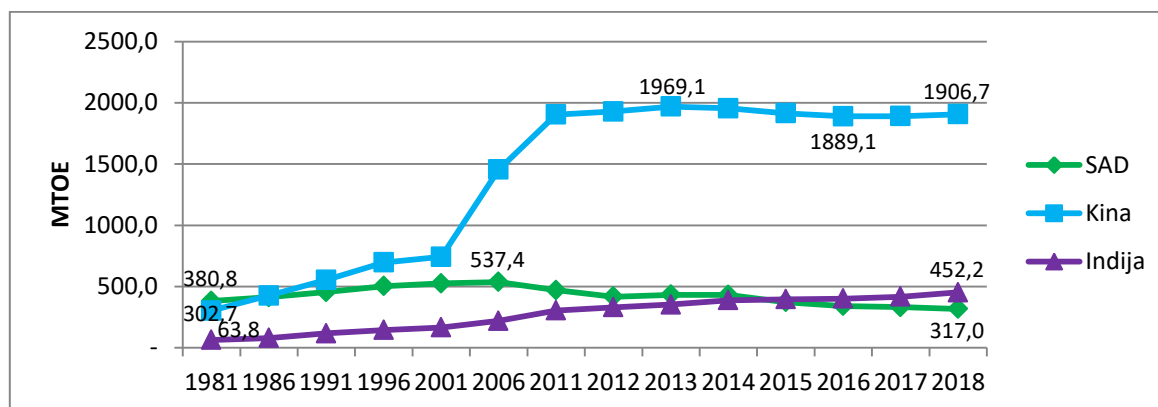
Regija Azije u ukupnoj svjetskoj potrošnji ugljena zauzima udio od 75,3%, najveći udio u Aziji ima Kina čiji je udio 50,5%, dakle pola svjetske potrošnje ugljena 2018. godine bilo je u Kini. Nakon Kine zemlja sa najvećim udjelom je Indija koja zauzima udio od 12% u ukupnoj potrošnji ugljena. Sjeverna Amerika je ima udio od 9,1% i to najviše zbog SAD – a čiji udio

³⁵ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 45

iznosi 8,4%, Europa je zauzima udio od 8,1%. Država koja je u Europi ima najveći udio u potrošnji ugljena je Njemačka od 1,8% i Poljska od 1,3%. Države CIS-a zauzimaju udio od 3,6% gdje Rusija udio Rusije 2,3%, Afrika sudjeluje u ukupnoj potrošnji ugljena sa udjelom od 2,7%, a najveća potrošnja je u Južnoafričkoj Republici 2,3%.³⁶

Na grafikonu 17. prikazano je koliko je Kina dominantna u potrošnji ugljena u promatranome razdoblju u odnosu na Indiju i SAD prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 17. Države sa najvećom potrošnjom ugljena od 1981. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Kina je 1981. godine bila iza SAD – a po potrošnji ugljena, te je godine u SAD – u proizvedeno 25,80% više ugljena nego u Kini. Potrošnja ugljena u Kini porasla je za 550,51% u 2013. godini kada je iznosila 1969,1 MTOE u odnosu na 1981. godinu. Nakon toga Kina je imala pad u potrošnji ugljena za 4,06% koji je trajao do 2016. godine i tada je potrošnja bila 1889,1 MTOE, od tada je potrošnja ugljena u porastu. Potrošnja ugljena 2018. godine u Kini bila je 1906,7 MTOE što je porast od 529,90% u odnosu na 1981. godinu. Na drugom mjestu po potrošnji ugljena 2018. godine je Indija, čija je potrošnja iznosila 452,2 MTOE što je za 608,78% više u odnosu na 1981. godinu, te godine Indija je bila treća država po potrošnji ugljena u svijetu iza Kine i SAD – a. Od 2015. godine Indija je druga po potrošnji ugljena u svijetu. I dok potrošnja ugljena u Indiji raste SAD bilježi pad u potrošnji ugljena. Potrošnja ugljena u Indiji 2018. godine veća je za 42,65% u odnosu na potrošnju SAD – a koja je bila 317 MTOE. U SAD – u je zabilježen rast od 41,12% 2006. godine kada je potrošnja iznosila 537,4 MTOE u odnosu na početak promatranog vremenskog perioda. Potrošnja ugljena u SAD – u 2006. godine bila je za 69,52% veća u odnosu na 2018. godinu. Također 2008. godine potrošnja ugljena u SAD – u bila je veća za 106,67% u odnosu na potrošnju ugljena u Indiji.

³⁶ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 45

U 2018. godini u svijetu je ukupni izvoz ugljena bio 858,8 MTOE što je u odnosu na godinu prije rast od 6,5%, a u odnosu na 2000. godinu (376,9 MTOE) izvoz je porastao za 127,86%. Najveći izvoznik ugljena u svijetu 2018. godine bila je Australija čiji je izvoz ugljena bio 249,4 MTOE što je povećanje od 7,4% u odnosu na 2017. godinu. Iza Australije nalazi se Indonezija čiji izvoz ugljena iznosi 220,3 MTOE, zatim slijedi Rusija koja je 2018. godine imala izvoz od 136,2 MTOE. Uvoz ugljena u svijetu 2018. godine bio je 858,8 MTOE, te je u odnosu na godinu prije zabilježen rast od 6,5%, a u odnosu na 2000. godinu (376,9 MTOE) došlo je do rasta od 127,86%. Najveći uvoznik ugljena 2018. godine bila je Europa čiji je uvoz iznosio 149,6 MTOE, te je to povećanje od 6,9% u odnosu na 2017. godinu. Nakon Europe najveći uvoz ugljena od 146,5 MTOE ostvarila je Kina, zatim slijedi Indija sa 141,7 MTOE i Japan sa 119,7 MTOE.³⁷ Unatoč tome što Europa ulaže velike napore u to da se smanji proizvodnja i potrošnja ugljena i u konačnici ona bude nula, podaci o uvozu pokazuju kako je Europa i dalje uvelike ovisna o ugljenu.

3.3 Cijene ugljena i njihovo određivanje

Gledajući kroz povijest cijene ugljena su znatno stabilnije i niže od cijena nafte i prirodnog plina. Zbog stabilnosti cijena ugljena on je najisplativije fosilno gorivo za proizvodnju električne energije već dugi niz godina ne samo u industrijski razvijenim zemljama već i u zemljama u razvoju.³⁸ Ponuda i potražnja imaju najveći utjecaj na cijenu ugljenu. „Osim navedenog cijena ugljena bazira se na njegovim fizičkim karakteristikama kao što je: sadržaj vlage, sumpora, pepela i ostalih manjih elemenata, te njegovo podrijetlo“.³⁹

Također, cijena ugljena je u velikoj mjeri povezana s neto troškom ugljena (cijena nakon troškova: iskapanja, pranja, i transporta) tako slični ugljeni na tržištu mogu imati različite cijene iz toga proizlazi kako su ležišta ugljena koja ne mogu naći tržište bezvrijedna. Toplinska energija koja se dobiva izgaranjem ugljena ima utjecaja na njegovu cijenu. Antracit koji je najtvrdi i najkvalitetniji ugljen imati će znatno višu cijenu po toni nego primjerice lignit ili neka druga vrta ugljena zato što je za proizvodnju iste količine toplinske energije potrebna manje količina antracita.⁴⁰

Na tržištu ugljena postoje različite vrste ugovora kojima se određuje cijena ugljena na tržištu Ugovori tako mogu biti: dugoročni, kratkoročni, forward i spot ugovori. Ugovori su vrlo bitni

³⁷ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 47

³⁸ International energy agency, https://www.worldcoal.org/coal/coal-market-pricing#ql_2 (16. srpnja 2019.)

³⁹ Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, poglavlje 12, str.3

⁴⁰ Ibid str.3

kada se radi o prodaji ugljena proizvođačima električne energije. Ugovorom se najčešće definira fiksna cijena energije koja će u budućnosti biti isporučena kupcima, a formira se na temelju cijene ugljena na tržištu. Spot ugovori na tržištu ugljena obično traju najviše godinu dana. Dugoročne ugovore o isporuci ugljena teško je definirati jer će svaki proizvođač ugljena pregovarati sa kupcem o jedinstvenom ugovoru. Tijekom 1970 – ih mnogi dugoročni ugovori trajali su više od 20 godina. Kako je svako energetska tržište izuzetno promjenjivo, pa tako i tržište ugljena dugoročnim ugovorima smatraju se svi ugovori koji imaju trajanje preko 5 godina.⁴¹

Većina međunarodnih cijena ugljena 1990 – ih određivana je za vrijeme pregovora, te je nazvana “referentna“ (“benchmark“) cijena ugljena. Ugovori kojima se definirala takva cijena zovu se referentni ugovori. Referentni ugovori kupcima osiguravaju sigurnost opskrbe i cijene ugljena. Kako se sa godinama tržište razvijalo, konkurencija je rasla, potražnja i ponuda za ugljenom su se povećale, dolazi do razvoja nove tehnologije, tako se i tržište ugljena dotaklo interneta. Razvile su se internetske stranice na kojima je moguća kupnja i prodaja ugljena. Svaka takva kupnja, odnosno prodaja ugljena odvija se po cijeni koja je navedena u ugovoru (referentna cijena). Referentna cijena dijelom se određuje i prema trenutnoj ponudi i potražnji za ugljenom na tržištu. Većina međunarodne trgovine ugljenom odvija se u američkim dolarima.⁴²

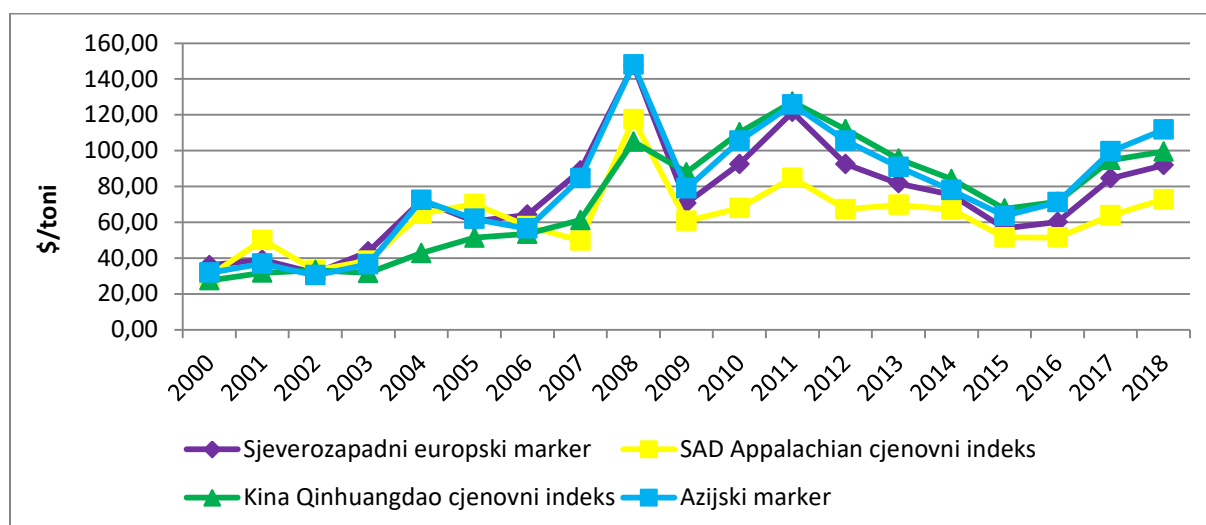
British Petroleum u svojim godišnjim izvješćima cijene ugljena prikazuje prema nekoliko cjenovnih indeksa. Najznačajniji indeksi prema njihovom izvješću su: Sjeverozapadni europski marker cijena, SAD Appalachian cjenovni indeks, Kina Qinhuangdao cjenovni indeks, Azijski marker cijena i Japanski cjenovni indeks. Sjeverozapadni europski marker je do 2001. godine u obzir uzimo prosjek mjesečnih cijena, a od 2001. do 2018. godine uzimaju se prosjek tjednih cijena ugljena, Kineski Qinhuangdao cjenovni indeks od 2006. godine primjenjuje prosječne tjedne cijene do tada su se koristile isto kao i kod Sjeverozapadnog europskog markera prosječne mjesečne cijene. Cjenovni indeks SAD Appalachian od 2016. primjenjuje prosječne tjedne cijene, u razdoblju od 2001. do 2005. godine prema datumu procjene cijene ugljena, te u periodu od 1998. do 2000. godine prema datumu objave cijene ugljena.⁴³ Na grafikonu 18. prikazane su cijene ugljena od 2000. do 2018. godine prema cjenovnim indeksima i markerima iz podataka British Petroleuma. Iz grafikona je vidljivo kako se cijena ugljena kroz promatrano razdoblje značajno mijenjala.

⁴¹ Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, poglavlje 12, str.4 - 6

⁴² Ibid, str.6 - 7

⁴³ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 47

Grafikon 18. Cijene ugljena



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Najviša cijena ugljena zabilježena je 2008. godine prema Azijskom markeru iznosila je 148,06 \$/toni ugljena, što je povećanje od 366,18% u odnosu na cijenu 2000. godine (31,76 \$/toni), 2018. godine prema Azijskom cjenovnom markeru ugljen je imao cijenu od 111,69 \$/toni, odnosno cijena je manja za 24,56% u odnosu na 2008. godinu. Iste godine najveća cijena ugljena bila je i prema Sjeverozapadnom Europskom markeru cijena i prema cjenovnom indeksu SAD Appalachian. Cijena ugljena prema Sjeverozapadnom europskom markeru 2008. godine bila je 147,67 \$/toni ugljena, uspoređuje li se ta cijena sa početkom promatranog razdoblja ona je veća za 310,31% u odnosu na cijenu iz 2000. godine (35,99 \$/toni ugljena). Cijena ugljena 2018. godine prema Sjeverozapadnom europskom markeru bila je 91,83 \$/toni ugljena što je za 37,81% niža cijena nego 2008. godine. Prema cjenovnom indeksu SAD Appalachian cijena ugljena 2008. godine iznosila je 117,42 \$/toni ugljena, što je u odnosu na Azijski i Sjeverozapadni europski marker dosta niža cijena. Cijena ugljena 2003. godine iznosila je 29,90 \$/toni ugljena, dok je 2018. godine cijena prema navedenom cjenovnom indeksu bila 72,84 \$/toni ugljena. Prema Kineskom Qinhuangdao cjenovnom indeksu ugljen je najvišu cijenu postigao 2011. godine kada je iznosila 127,27 \$/toni ugljena. Navedena cijena je viša za 27,97% u odnosu na 2018. godinu kada je cijena bila 99,45 \$/toni ugljena. Promatra li se samo 2018. godina najviša cijena ugljena bila je prema Azijskom markeru i iznosila je 111,63 \$/toni, a najniža prema cjenovnom indeksu SAD Appalachian 72,84 \$/toni ugljena.

Prosječna cijena ugljena prema cjenovnim indeksima British Petroleuma u 2018. godini iznosila je 104,29 \$/t, nafta je dosegla cijenu od 69,62 \$/bbl⁴⁴, što je 511,70 \$/t, prirodni plin je ostvario prosječnu cijenu od 5,37 \$/milBTU⁴⁵, odnosno 232,20 \$/t. Iz navedenoga se može reći kako je ugljen najjeftiniji fosilni energent. Ugljen i prirodni plin najvišu prosječnu cijenu od 1987. do 2018. godine ostvarili su 2008. godine, cijena ugljena tada je dosegla iznos od 139,69 \$/t, a prirodnog plina 9,98 \$/milBTU, što je 431,54 \$/t, prosječna cijena nafte najviša je bila 2012. godine kada je iznosila 107,27 \$/bbl, odnosno 788,43 \$/t. Ugljen ima znatno nižu cijenu od nafte i prirodnog plina čak i onda kada mu je cijena u promatranom razdoblju od bila najviša. Cijene nafte i prirodnog plina imaju veće oscilacije u odnosu na cijenu ugljena prvenstveno zbog političkih događanja koji uvelike imaju utjecaja na njihovu cijenu.⁴⁶

Vrsta ugljena i njegov sadržaj kao što je količina ugljika koji sadrži, te energetska vrijednost koja se oslobađa imaju veliku ulogu na njegovu cijenu, pa je tako lignit koji je ugljen najniže kvalitete 2017. godine imao prosječnu cijenu od 19,51\$ po kratkoj toni⁴⁷, dok je antracit ugljen najviše kvalitete dosegao cijenu od 93,17\$ po kratkoj toni. Utjecaj na cijenu ugljena imaju i troškovi transporta kako se transport ugljena najčešće odvija vlakom, tako na njegovu cijenu ima utjecaj i cijena nafte i dizelskog goriva. Zanimljivo je promatrati prosječnu cijenu ugljena za određenu industriju, tako je u 2017. godini u SAD – u je nacionalna prosječna prodajna cijena ugljena u rudnicima iznosila 33,72\$ po kratkoj toni, dok je proječna isporučena cijena ugljena za sektor električne energije bila 39,09\$ po kratkoj toni što dovodi do zaključka kako je prosječna cijena transporta ugljena iznosila 5,37\$ po kratkoj toni što čini 13,74% troškova u ukupnoj isporučenoj cijeni. Prosječna isporučena cijena za ugljen koji se koristi u proizvodnji čelika i metala 2017. godini iznosila je 122,14\$ po kratkoj toni što je za 212,46% veća cijena ugljena od cijene ugljena u sektoru električne energije. Ugljen korišten u komercijalnoj upotrebi dosegao je prosječnu isporučenu cijenu od 83\$ po kratkoj toni što je skuplja cijena za 122,82% u odnosu na cijenu ugljena u sektoru električne energije. Prosječna isporučena cijena ugljena u ostalim industrijama bila je 59\$ po kratkoj toni.⁴⁸

⁴⁴ bbl – barel, 1t = 7,35 bbl

⁴⁵ BTU – British thermal unit, 1t = 43,24 milBTU

⁴⁶ Coal prices, Natural gas prices, Oil spot crude prices, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (01. rujna 2019.)

⁴⁷ 1 kratka tona = 0,91 tona

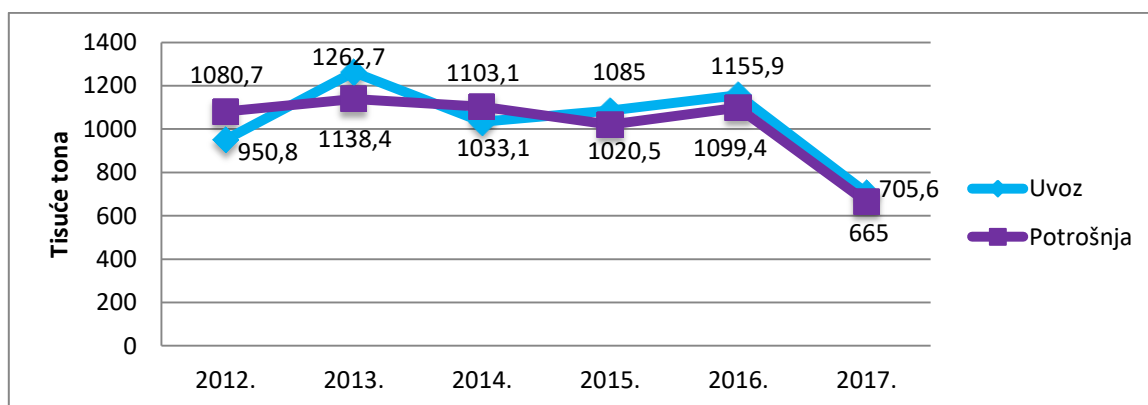
⁴⁸ U.S. Energy information administration - <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/prices-and-outlook.php> (29. kolovoza 2019.)

3.4 Ugljen u Hrvatskoj

Hrvatska nema domaćih rezervi ugljena koje bi se mogle koristiti u komercijalnoj upotrebi. Potrebe za ugljenom u Hrvatskoj zadovoljavaju se iz uvoza. Kada je riječ o lignitu i mrkom ugljenu najviše se uvozi iz: Češke, Mađarske i Bosne i Hercegovine. Koks se uvozi iz uglavnom iz zemalja u okruženju, to su: Mađarska i Italija, te Poljska. Za razliku od mrkog ugljena, lignita i koksa, Hrvatska kameni ugljen kupuje se na svjetskom tržištu od zemalja koji su njegovi najveći izvoznici u 2017. godini to su bile Rusija i Kolumbija.⁴⁹

Na grafikonu 19. je prikazano kretanje uvoza i potrošnje ugljena u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2012. godine do 2017. godine prema podacima Godišnjeg energetskeg pregleda Ministarstva zaštite okoliša i energetike.

Grafikon 19. Uvoz i potrošnja ugljena u Hrvatskoj od 2012. do 2017. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima Godišnjeg energetskeg pregleda 2017., Ministarstvo zaštite okoliša i energetike

U 2017. godini uvoz ugljena u Hrvatsku iznosio je 705,6 tisuća tona što je 39% manje nego 2016. godine kada je Hrvatska uvezla 1 155,9 tisuća tona ugljena. Uvoz ugljena 2013. godine iznosio je 1 262,7 tisuća tona što je za 79% više nego 2017. godine. U 2013. godine uvezeno je 32,80% više ugljena nego 2012. godine kada je uvoz bio 950,8 tisuća tona. Za pretpostaviti je kako će uvoz ugljena u Hrvatskoj nastaviti padati zbog sve veće upotrebe obnovljivih izvora energije, te prirodnog plina. Potrošnja ugljena u Republici Hrvatskoj 2017. godine iznosila je 665 tisuća tona što je 39,5% manje nego 2016. godine kada je potrošnja ugljena bila 1 099,4 tisuće tona. U 2013. godini potrošnja ugljena bila je 1 138,4 tisuće tona što je najveća potrošnja u promatranom razdoblju, što je za 71,19% više nego 2017. godine. Iz navedenog je vidljivo kako potrošnja ugljena u Republici Hrvatskoj pada, a očekuje se kako će se taj trend nastaviti i narednih godina.

⁴⁹ Energija u Hrvatskoj (2018.), Godišnji energetski pregled 2017., Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, str. 182

Najvišu uvoznu cijenu u 2017. godini ostvario je koks; prema dostupnim podacima uvozna cijena za koks iznosila je 394,5 \$/t (2615,00 kn/t). Lignit i mrki ugljen ostvarili su cijenu od 100,2 \$/t ugljena (642,00 kn/t) , dok je najniža cijena bila za kameni ugljen 89,4\$/t (610,00 kn/t).⁵⁰

U ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj 2017. godine ugljen je zauzimao 4,4%, dok je najviše energije dobiveno iz tekućih goriva 39,1%. Sektor koji koristi najviše ugljena je sektor industrije 6% (2017. godine) što je smanjenje u odnosu na 2010 godinu kada je potrošnja ugljena u sektoru industrije bila 10,6%.⁵¹ Kako se ugljen najviše koristi u termoelektranama za proizvodnju električne energije tako je najveća potrošnja ugljena u jedinoj termoelektrani na ugljen u Hrvatskoj TE Plomin (526,9 tisuća tona ugljena) koja je u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede. Potrošnja ugljena u TE Plomin u 2017. godini smanjila za 45,9% u odnosu na 2016. godinu kada je iznosila 973,9 tisuća tona.⁵²

⁵⁰ Energija u Hrvatskoj (2018.), Godišnji energetske pregled 2017., Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, str. 182

⁵¹ Energetski institut Hrvoje Požar, <http://www.eihp.hr/potrosnja-energije-u-hrvatskoj/> (16. srpnja 2019.)

⁵² Energija u Hrvatskoj (2018.), Godišnji energetske pregled 2017., Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, str. 180

4. TRŽIŠTE UGLJENA KAO PRIMJER SAVRŠENE KONKURENCIJE

4.1 Determinante ponude i potražnje

Sa ekonomskog aspekta tržište čine kupci i proizvođači čije su potrebe izračene preko funkcija ponude i potražnje. Tako je tržište ugljena determinirano funkcijama ponude i potražnje. Funkciju potražnje predstavljaju kupci, dok funkciju ponude čine prodavači ugljena.⁵³

Na potražnju za ugljenom (Q_d) utječe nekoliko faktora.⁵⁴

- cijena ugljena
- cijena supstituta za ugljen (nafta i plin)
- cijena dodataka koji su potrebni kako bi se ugljen pretvorio u energiju (kotlovi na ugljen)
- tehnologija korištenja ugljena
- cijena konačnog proizvoda
- energetska politika

Na ukupnu potražnju za ugljenom utjecati će i svi kupci na tržištu koji ga žele kupiti. Svaka promjena navedenih faktora imati će utjecaj na promjenu potražnje za ugljenom. Ukoliko bi se cijena ugljena povećala potražnja za njim bi se smanjila, korisnici bi koristili drugi energent za proizvodnju energije kao što su plin ili nafta, isto vrijedi i u obrnutom slučaju. Također, ako bi se cijena kotlova na ugljen povećala ugljen postaje manje poželjno gorivo, te kupci imaju mogućnost prebacivanja na drugo gorivo. Što se tiče same tehnologije ukoliko ona povećava produktivnost korištenja ugljena kao energenta tada će doći do porasta potražnje za ugljenom. Potražnja za ugljenom ovisi o energetskej politici pojedine zemlje, najčešće putem subvencija koje se mogu dodijeliti za korištenje ugljena kako energenta. Tako su Sjedinjene Američke države 1978. godine donijele zakon koji zabranjuje novo korištenje prirodnog plina ispod kotla, takav potez imao je za posljedicu povećanje potražnje za ugljenom. Trenutne energetske politike većine država okrenute su zaštiti okoliša, pa to izaziva smanjenje potražnje za ugljenom u budućnosti, naime države se u budućnosti fokusiraju na proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije.⁵⁵

⁵³ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str.49

⁵⁴ Ibid

⁵⁵ Ibid, str.49-50

Na ponudu za ugljenom (Qs) imaju utjecaj sljedeći faktori.⁵⁶

- cijena ugljena
- cijena rada i kapitala
- cijena nusproizvoda
- tehnologija proizvodnje
- državne regulacije
- broj sudionika na tržištu

Na ponudu ugljena utjecati će svaki od navedenih faktora na način da će ju povećati ili smanjiti. Tako će povećanje cijena ugljena na tržištu dovesti do veće ponude ugljena jer će proizvođači potaknuti većom cijenom imati poticaj proizvoditi više. Ukoliko dođe do povećanja cijene rada i kapitala ponuda će se smanjivati, dakle što je cijena rada niža veća je i ponuda. Tehničke promjene i unaprjeđivanje procesa proizvodnje kroz nove tehnologije trebalo bi smanjiti troškove proizvodnje i na taj način povećati ponudu na tržištu. Veliki utjecaj na ponudu ugljena imaju državne regulacije koje se provode u pojedinoj državi, tako su zakoni koji su doneseni s ciljem poboljšanja sigurnosti rudnika za posljednju imali veće troškove i smanjenje proizvodnje što u konačnici dovodi do smanjenja ponude. Također, donesene politike koje potiču razvoj i istraživanje u rudarstvu dovode do povećanja ponude ugljena na tržištu. Broj sudionika na tržištu ima utjecaj na ponudu na način da što je više sudionika na tržištu veća je i ponuda ugljena, vrijedi i obrnuta situacija. Osim navedenih faktora na ponudu ugljena na tržištu imaju utjecaj i drugi faktori kao što su: vremenske nepogode i troškovi transporta.⁵⁷

Ravnotežna cijena na tržištu definirana je ekonomskim zakonima i nalazi se u točki gdje se sijeku funkcije ponude i potražnje za ugljenom. Postavljena ravnotežna cijena vrijedi sve dok se jedna varijabla ponude ili potražnje promijeni. Ukoliko dođe do promijene varijable bilo koje funkcije dolazi do pomaka krivulje ponude ili potražnje, te se na taj način formira nova ravnotežna cijena ugljena na tržištu. Kao primjer može se uzeti povećanje cijene prirodnog plina što dovodi do smanjenja proizvodnje električne energije u elektranama na prirodni plin, a istovremeno dovodi do povećanja proizvodnje električne energije u elektranama na ugljen, navedeno utječe na povećanje potražnje za ugljenom. Kako se povećala potražnja za ugljenom krivulja potražnje se pomiče u desno i na mjestu gdje se siječe se krivuljom ponude formira se

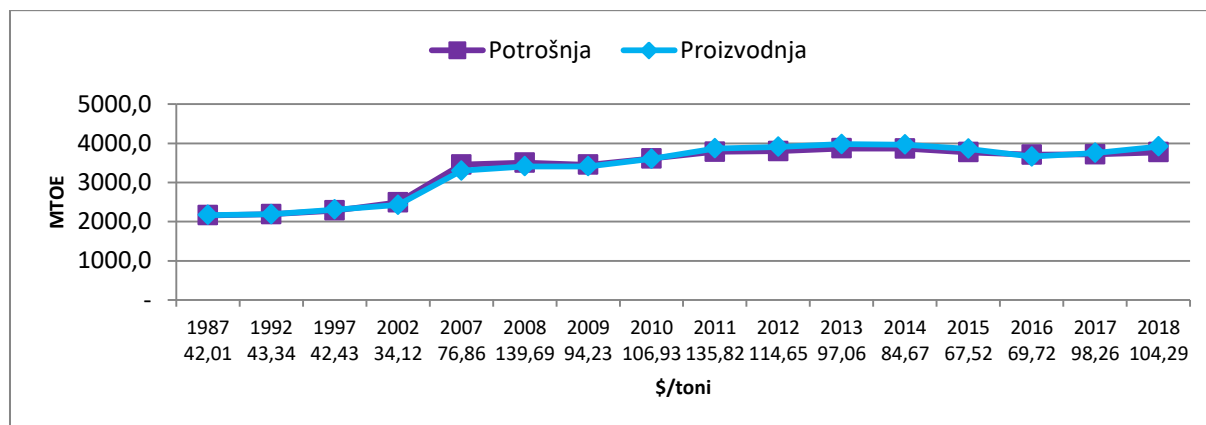
⁵⁶ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str. 50

⁵⁷ Ibid

nova ravnotežna cijena. Isto vrijedi i za funkciju ponude, svaka promjena neke varijable dovodi do pomaka krivulje ponude.⁵⁸

Na grafikonu 20. prikazano je kako se kretala proizvodnja i potrošnja ugljena s obzorom na promijenu njegove cijene prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 20. Kretanje proizvodnje i potrošnje ugljena u odnosu na promijenu cijene od 1987. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Cijene prikazane na grafikonu su prosječne cijene ugljena prema cjenovnim indeksima British Petroleuma⁵⁹. Iz danih podataka vidljivo je kako povećanje cijena ugljena nije imalo utjecaj na njegovu proizvodnju i potrošnju. Tako je 2008. godine kada je prosječna cijena ugljena iznosila 139,69 \$/t nije imalo utjecaj na proizvodnju i potrošnju ugljena, naprotiv u 2008. godini došlo je do porasta i proizvodnje za 3,27% i potrošnje za 1,42% u odnosu na 2007. godinu. Kako je ugljen glavno fosilno gorivo u proizvodnji električne energije, a svijet bez toga ne može funkcionirati na normalan način, tako je jasno kako bez obzira na cijenu koju ugljen postiže on će biti korišten za proizvodnju električne energije u svijetu.

4.2 Elastičnost ponude i potražnje

U izradi energetske politike i planova često se želi znati kako će promjena količine odgovarati na cijenu ili na neku drugu varijablu kao što je naprimjer dohodak stanovništva. Kao primjer navedenoga može se spomenuti osjetljivost potražnje za ugljenom s rastom prihoda u Aziji, tako će svaki rast ili pad dohotka stanovništva imati veliki utjecaj na tržište ugljena.⁶⁰ „Ako su ponuda i potražnja ugljena osjetljivi na cijenu, biti će potrebna mala promjena cijene kako bi se postigla ravnoteža nakon što su šokovi na strani ponude i potražnje

⁵⁸ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str.53

⁵⁹ Sjeverozapadni europski cjenovni marker, SAD Appalachian cjenovni indeks, Kina Qinhuangdao cjenovni indeks, Azijski marker cijena i Japanski cjenovni indeks

⁶⁰ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str.56

pogodili tržište.“⁶¹ Cjenovna elastičnost potražnje (ε_d) stavlja u omjer postotnu promjenu količine ($\% \Delta Q_d$) i postotnu promjenu cijene ($\% \Delta P_d$). Cjenovna elastičnost može se zapisati u obliku sljedeće formule:⁶²

$$\varepsilon_d = \frac{\frac{\Delta Q_d}{Q_d}}{\frac{\Delta P_d}{P_d}} = \frac{\% \Delta Q_d}{\% \Delta P_d}$$

Osim cjenovne elastičnosti postoji i dohodovna elastičnost (ε_y) koja opisuje odnos i stavlja u omjer postotnu promjenu između prodane količine nekog dobra i promjene u prihodima, te se izražava formulom:⁶³

$$\varepsilon_y = \frac{\frac{\Delta Q_d}{Q_d}}{\frac{\Delta Y}{Y}} = \frac{\% \Delta Q_d}{\% \Delta Y}$$

Kada je slučaj da je ε_y veći od nule i manji od 1 govori se o normalnim dobrima koja se kupuju više kako raste dohodak. U situaciji kada je $\varepsilon_y < 0$ riječ je o inferiornim dobrima koja se kupuju manje kako raste dohodak. Ukoliko je $\varepsilon_y > 1$ tada je riječ o luksuznim dobrima. Ugljen koji se koristi za grijanje kućanstva spada u inferiorna dobra. Danas se u razvijenim zemljama ugljen koristi u vrlo malim količinama za grijanje kućanstva.⁶⁴

Križna elastičnost (ε_{cross}) govori kako se mijenja količina traženog dobra kada se promijeni cijena drugog dobra. Križna elastičnost izražena je sljedećom formulom:⁶⁵

$$\varepsilon_{cross} = \frac{\frac{\Delta Q_{d_x}}{Q_{d_x}}}{\frac{\Delta P_y}{P_y}} = \frac{\% \Delta Q_{d_x}}{\% \Delta P_y}$$

Primjerice, ukoliko se cijena prirodnog plina poveća za 10%, to će izazvati povećanje potražnje za ugljenom ($\varepsilon_{cross} > 0$ što znači da je riječ o supstitutima, odnosno da će povećanje cijene jednog dobra utjecati na povećanje potražnje za drugim dobrom). U slučaju kada je križna elastičnost manja od 0, tada se radi o komplementarnim dobrima. Primjer navedenoga je ukoliko dođe do porasta cijena kotlova za ugljen, tada će i potražnja za ugljenom pasti. Ako cijena neke robe raste ljudi će je trošiti manje, a samim time će trošiti i manje komplementarnog dobra. Kada je križna elastičnost jednaka 0 radi se o neovisnim

⁶¹ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str.56

⁶² Ibid

⁶³ Ibid, str. 58

⁶⁴ Ibid, str.58.- 59

⁶⁵ Ibid str. 60

dobrima, gdje povećanje cijene jednog dobra neće imati utjecaj na potražnju za drugim dobrom. Ukoliko se cijena ugljena smanji, to neće utjecati na potražnju za automobilima.⁶⁶

Sve navedeno odnosi se i na elastičnost ponude. Tako se elastičnost ponude definira „kao postotna promjena u količini podijeljena sa postotnom promjenom druge varijable. Prema navedenom cjenovna elastičnost ponude u omjer stavlja: postotnu promjenu u količini i postotnu promjenu u cijeni“.⁶⁷ Ona prikazuje koliko će se promijeniti količina ponude ako dođe do povećanja cijene ugljena za 1%. Unakrsna elastičnost ponude ista je kao i za potražnju. Naprimjer ukoliko cijena jednog dobra na tržištu poraste proizvođač će ga početi proizvoditi više, a smanjiti će proizvodnju drugog jeftinijeg dobra, tada je riječ o negativnoj križnoj elastičnosti ponude. Ako se radi o pozitivnoj križnoj elastičnosti ponude tada se cijena jednog dobra povećava, proizvodi ga se više. Primjer pozitivne križne elastičnosti ponude je povećanje cijene metana što bi potaklo proizvodnju metana u rudnicima, a time i samog ugljena.⁶⁸

Vremensko razdoblje tijekom kojeg se mjeri elastičnost ponude i potražnje imati će utjecaja na veličinu elastičnosti. Tako će kratkoročno, ukoliko se poveća cijena ugljena, rudnici ugljena mogu malo povećati proizvodnju iz razloga što je eksploatacija ugljena kapitalno intenzivna, odnosno za eksploataciju je potrebna: specijalizirana oprema, vrijeme za nabavu nove opreme, a za otvaranje novog rudnika ugljena potrebno je od četiri do sedam godina. Međutim, gleda li se dugoročno, vrijeme potrebno za potpuno prilagođavanje promjenama cijene dovodi do znatno većih promjena u proizvodnji u tom slučaju dugoročna elastičnost biti će veća nego kratkoročna elastičnost. Dakle, što je industrija više kapitalno intenzivna razlika između kratkoročne i dugoročne elastičnosti ponude i potražnje biti će veća. Elastičnosti ponude i potražnje objašnjavaju kako zahtijevana i isporučena količina reagiraju na različite ekonomske varijable na tržištu. Elastičnosti ponude i potražnje koriste se za stvaranje jednadžbi i za predviđanje ponude i potražnje u budućnosti.⁶⁹

4.3 Porezna politika

Oporezivanje energenata i energije ovisi o pojedinoj vladi, a razlozi za oporezivanje su različiti. Takvi će porezi imati utjecaja na energetska tržišta. Države koje proizvode energiju od oporezivanja iste imati će dodatan izvor prihoda, osobito ako se veliki dio proizvedene

⁶⁶ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str. 61

⁶⁷ Ibid

⁶⁸ Ibid

⁶⁹ Ibid, str. 61 - 64

energije izvozi. Neki od razloga zbog kojih se vlade država odlučuju na oporezivanje su: oporezivanje energenta kako bi se osiguralo javno dobro povezano s potrošnjom energije, primjer toga je porez na benzin za financiranje prometnica, oporezivanje energenata kako bi se smanjila njihova upotreba, uvođenje poreza kako bi se smanjilo korištenje nekih vrsta goriva i energija, primjer tomu je porez na ugljik kojega vlade država uvode kako bi se spriječilo ili barem smanjilo korištenje fosilnih goriva koja u sebi sadrže visoki udio ugljika, te svojim izgaranjem uzrokuju klimatske promjene, također vlade mogu uvoditi brojne poreze na energetske proizvode s ciljem da se utječe na ponašanje industrije, tako su europske države uvele visoke uvozne poreze na naftne derivate sa ciljem da se potakne izgradnja rafinerija u Europi, a ne samo u zemljama proizvođačima nafte. Suprotno oporezivanju energetske proizvoda je subvencioniranje, tako se vlade mogu odlučiti i na davanje subvencija kako bi se potaklo korištenje i upotreba energetske proizvoda. Primjer subvencioniranja energetske proizvoda su kalifornijske subvencije na ploče za solarnu energiju kako bi se potakla proizvodnja energije iz obnovljivih izvora energija. Vlade mogu davati i subvencije da zaštite domaću industriju i zapošljavanje, primjer takve subvencije je njemačka subvencija za zaštitu domaće industrije ugljena.⁷⁰

„Bez obzira na to koji je razlog za donošenje i usvajanje nekog energetske poreza ili subvencije oni će vjerojatno narušiti cijene i proizvodnju na energetske tržištima, te to može dovesti do smanjenja učinkovitosti na učinkovitim tržištima, te povećanja učinkovitosti na ne učinkovitim tržištima“.⁷¹

Često se na energiju i na prirodne resurse moraju plaćati određeni porezi koji su različiti od države do države, te svaka država zasebno može odlučivati o načinu oporezivanja energije i prirodnih resursa. U Sjedinjenim Američkim Državama savezne države koje proizvode energiju imaju posebne poreze na prirodne resurse i minerale koji se nazivaju otpremnine (eng. severance taxes) to su porezi na proizvodnju resursa, odnosno na njihovo vađenje iz zemlje. Ukupni porezni prihodi od otpremnica će biti veći kada je veća cijena energije. Danas je vrlo teško izračunati koliko je porezni prihod od otpremnica u ukupnom poreznom prihodu SAD – a jer savezne države koje primjenjuju navedeni porez donijele su različite zakone oporezivanja prirodnih resursa, naprimjer u nekim saveznom državama iz oporezivanja su izuzete bušotine sa niskom razinom proizvodnje, neke države koriste jedinstvenu stopu itd. Danas 34 savezne države primjenjuju ovakvu vrstu poreza.⁷² Otpremnine su uglavnom ad

⁷⁰ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str. 65

⁷¹ Ibid

⁷² Brown C., Kolesnikoff A., (2018.) State Oil and Gas Severance Taxes, dostupno na: <http://www.ncsl.org/research/energy/oil-and-gas-severance-taxes.aspx> (23. srpnja 2019.)

valorem porezi što znači da se oporezuje kao postotak cijene, a ne kao jedinični porez. Porezne stope se značajno razlikuju od države do države. Kako bi bile konkurentne zemlje sa lošijom kvalitetom ugljena, skupljim ili manje poznatim rezervama prirodnih resursa takve će zemlje vjerojatno imati niže porezne stope iz razloga da privuku investitore na ulaganje u njihove resurse. Porezi na energiju i carine primjenjuju kada dolazi do trgovanja energijom preko granica države, dok se trošarine obračunavaju u slučaju kada se energija isporučuje krajnjim potrošačima.⁷³

⁷³ Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, str. 65 - 67

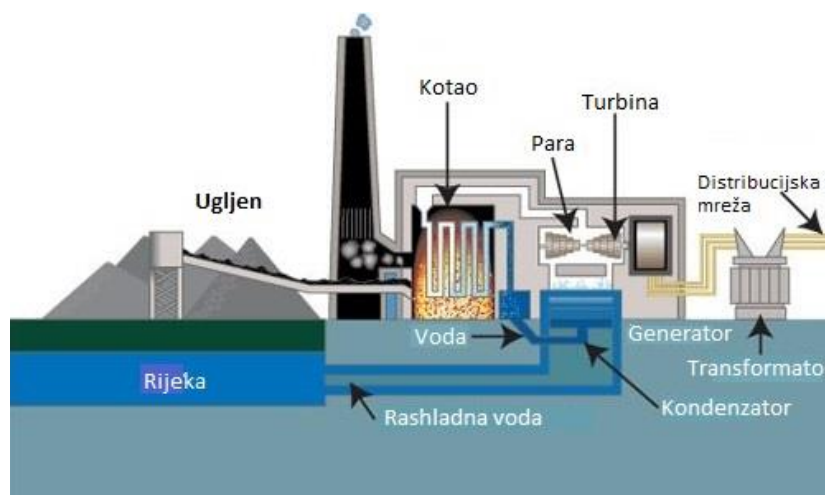
5. BUDUĆNOST UGLJENA KAO ENERGENTA

5.1. Proizvodnja električne energije iz ugljena

U 19. stoljeću počeo je razvoj i širenje električne energije. Thomas Edison razvio je prvo postrojenje za proizvodnju električne energije iz ugljena koje je sa radom počelo 1882. godine u New Yorku, to postrojenje davalo je električnu energiju za kućnu rasvjetu.⁷⁴ Električna energija bila je vrlo važno otkriće u drugoj polovici 19. stoljeća, a prvi grad koji je bio osvijetljen električnom energijom bio je Godalming 1888. godine. Od kraja 1980 – te godine došlo je do širenja projekata neovisnih proizvođača energije širom svijeta, a glavni razlog tome bila je sve veća potražnja za električnom energijom. U većini takvih projekata neovisni proizvođač energije preuzima rizik izgradnje i povrata projekta, osim toga u obzir su morali uzeti i brojne čimbenike, a jedan od najvažnijih je gorivo iz kojeg će se dobivati električna energija. Ugljen je u većini takvih projekata neovisne proizvodnje električne energije bio najisplativija opcija, zbog svoje dostupnosti i nižih cijena od ostalih fosilnih goriva.⁷⁵ Osamdesetih godina nije se vodila tolika briga o zaštiti okoliša u odnosu na danas, te je i to jedan od razloga zašto se ugljen koristio u projektima neovisne proizvodnje električne energije.

Električna energija iz ugljena dobiva se u postrojenjima koja se nazivaju termoelektrane na ugljen, a sam princip njihovog rada je jednostavan, te je prikazan na slici 2.

Slika 2. Princip rada termoelektrane na ugljen



Izvor: <https://www.brighthubengineering.com/power-plants/18082-coal-fired-thermal-power-plant-the-basic-steps-and-facts/> (26. srpnja 2019.)

⁷⁴ Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Graphis, Zagreb, str. 12

⁷⁵ Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, poglavlje 7, str.2 - 5

Na slici je prikazan princip rada termoelektrane na ugljen. Ugljen se prilikom dolaska u termoelektranu transportira u kotao u kojem pod visokim temperaturama dolazi do njegovog sagorijevanja, te se štetne tvari koje nastaju njegovim sagorijevanjem u toj fazi ispuštaju u okoliš, danas se u novim termoelektranama na ugljen CO₂ skladišti u posebnim podzemnim skladištima kako bi se spriječio negativan utjecaj sagorijevanja ugljena na okoliš. Para koja nastaje sagorijevanjem ugljena pod visokim tlakom dovodi se u turbinu koju pokreće, turbina zatim pokreće generator koji proizvodi električnu energiju koja se distribucijskom mrežom prenosi do krajnjih korisnika. Parna turbina i kotao u kojima se postižu visoke temperature moraju imati posebni sustav hlađenja, najčešće ukoliko se termoelektrana nalazi u blizini rijeke, ta se voda koristi za sustav rashlađivanja.

Suprotno mnogim predviđanjima važna uloga ugljena u proizvodnji električne energije nastavlja se i danas. Trenutno je 40% ukupno proizvedene električne energije dobiveno upravo iz ugljena, odnosno iz termoelektrana na ugljen, te se predviđa kako će se električna energija u termoelektranama na ugljen proizvoditi sigurno u naredna tri desetljeća. U prilog daljnjoj proizvodnji električne energije iz ugljena idu i nove metode koje se koriste kako bi negativan utjecaj na okoliš bio što manji, te sigurne i obline dokazane rezerve ugljena kao i njegova relativno niska cijena u usporedbi sa ostalim energentima.⁷⁶ Europska Unija najveći je zagovornik prestanka proizvodnje električne energije iz ugljena, ali i proizvodnje samog ugljena, no međutim taj cilj nije moguće lako ostvariti iz nekoliko razloga. Jedan od glavnih razloga je broj zaposlenih u rudnicima i termoelektranama na ugljen, tako je prema podacima Europske komisije sektor ugljena osigurava 240 000 radnih mjesta, od čega je 60 000 zaposlenih u termoelektranama na ugljen. Drugi od razloga je taj što se u termoelektranama na ugljen proizvodi se četvrtina električne energije u EU, te je ugljen važan kao gorivo u industriji čelika na području EU.⁷⁷

Prema izvješću British Petroleuma za 2018. godinu ugljen je dominantno gorivo za proizvodnju električne energije u Aziji, u Africi se zajedno sa prirodnim plinom proizvodi 70% električne energije, u Sjevernoj Americi, državama CIS-a i Europi nalazi se na drugom mjestu iza prirodnog plina koji je dominantno gorivo u proizvodnji električne energije u Sjevernoj Americi i državama CIS-a, odnosno iza nuklearne energije u Europi. U Srednjoj i južnoj Americi, te na Srednjem istoku ugljen zauzima mali udio u proizvodnji električne energije. U svjetskoj proizvodnji električne energije 2018. godine ugljen je još uvijek

⁷⁶ World energy council, <https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/coal/> (26. srpnja 2019.)

⁷⁷ European Commission - <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/coal-regions-in-transition> (26. srpnja 2019.)

dominantno gorivo u proizvodnji električne energije, s udjelom od 38% što je isti udio kao i prije 20 godina, dakle značajnog smanjenja proizvodnje električne energije u termoelektranama na ugljen nije bilo. Iz prirodnog plina proizvelo se 23,2% električne energije, nuklearna energija zauzimala je udio od 10%, dok je udio električne energije proizvedene iz nafte 2,5%. Obnovljivi izvori energije sudjelovali su u proizvodnji električne energije sa udjelom od 9,3%, što je značajan rast u odnosu na 2008. godinu kada je udio iznosio 3%.⁷⁸

Uzimajući samo proizvodnju električne energije iz ugljena u 2018. godini najveći udio zauzima regija Azije sa udjelom od 72,2%, te je uvjerljivo vodeća regija u proizvodnji električne energije u termoelektranama na ugljen. Sjeverna Amerika imala je udio od 13,2%, dok je Europa u proizvodnji električne energije iz ugljena sudjelovala sa udjelom od 8,5%. Države CIS-a i Afrika zauzimale su udio od 2,6% odnosno 2,5%. Najmanje električne energije iz ugljena proizvodi se u Srednjoj i južnoj Americi 0,8%, te na Srednjem istoku 0,2%.⁷⁹

Proizvodnja električne energije iz ugljena u svijetu 2018. godine iznosila je 10100,5 TWh⁸⁰, te je ostvaren rast od 3% u odnosu na 2017. godinu kada je proizvedeno 9806,2 TWh električne energije. U dužem vremenskom razdoblju proizvodnja električne energije u termoelektranama na ugljen zabilježila je rast, tako je u 2018. godini proizvedeno 169,70% više električne energije iz ugljena u odnosu na 1985. godinu kada je proizvodnja bila 3745,2 TWh električne energije. Značajnih oscilacija, odnosno povećanja ili pada u proizvodnji električne energije iz ugljena na globalnoj razini između godina nije bilo. Značajan udio u proizvodnji električne energije iz ugljena ima ne-OECD čija je proizvodnja bila 7219,4 TWh električne energije što je za 150,58% više od proizvodnje OECD-a (2881,1 TWh) 2018. godine. Europska Unija 2018. godine imala je proizvodnju od 655,2 TWh električne energije iz ugljena, te je zabilježila pad od 5,7% u odnosu na godinu prije. Također pad od 3,6% u odnosu na prethodnu godinu zabilježio je i OECD. Ne-OECD zabilježio je rast od 5,9% u 2018. godini u odnosu na 2017. godinu.⁸¹

Koliko je Azija dominantna regija u proizvodnji električne energije iz ugljena prikazuju podaci na grafikonu 21.

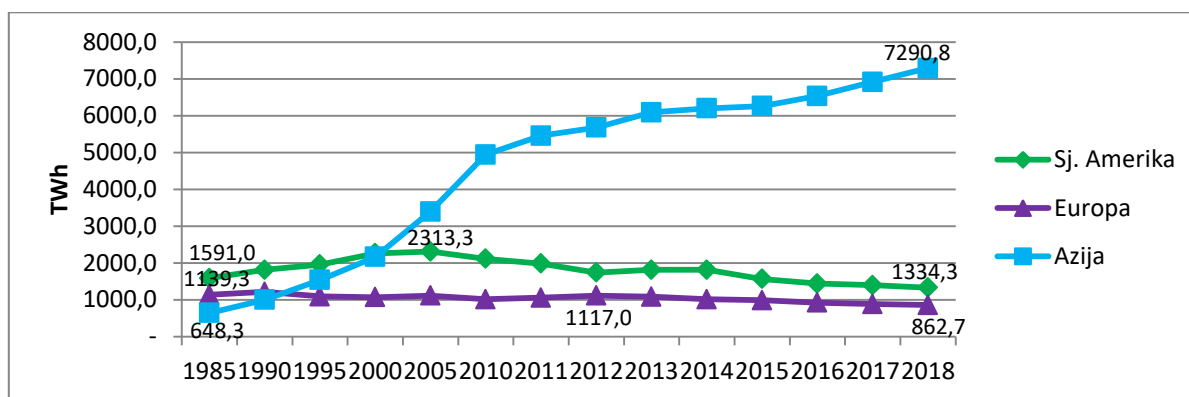
⁷⁸ BP Statistical Review of World Energy 2019., str. 55

⁷⁹ Electricity generation from coal, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

⁸⁰ TWh – teravat sati

⁸¹ Electricity generation from coal, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Grafikon 21. Regije sa najvećom proizvodnjom električne energije iz ugljena od 1985. do 2018. godine



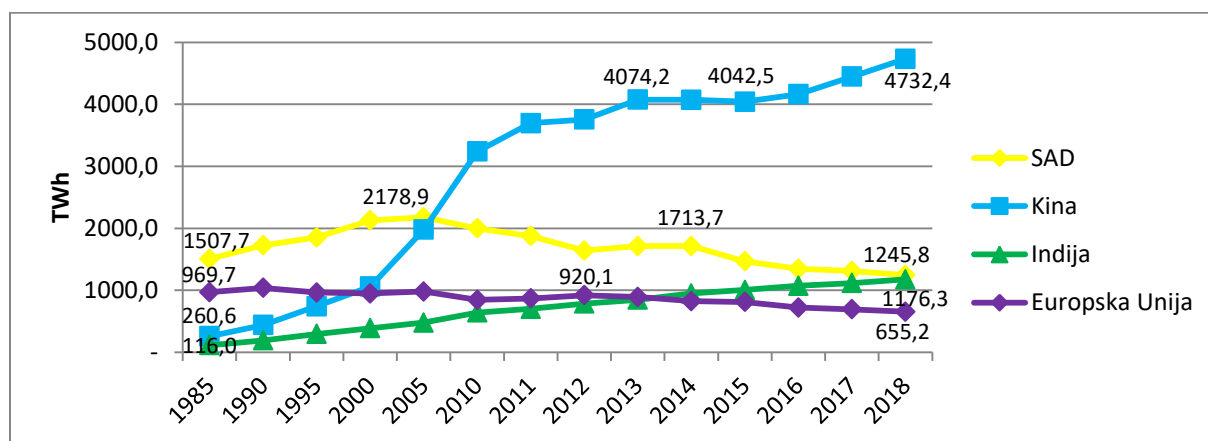
Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

U Aziji je 2018. godine proizvedeno 7290,8 TWh električne energije u termoelektranama na ugljen, što je za 446,41% više od proizvodnje u Sjevernoj Americi koja je druga regija po proizvodnji električne energije iz ugljena, a 2018. godine iznosila je 1334,3 TWh. U promatranom vremenskom razdoblju Azija je svake godine imala povećanje u proizvodnji električne energije iz ugljena. Azija je 1985. godine bila treća regija u svijetu iza Sjeverne Amerike i Europe. Sjeverna Amerika je navedene godine imala proizvodnju od 1591 TWh električne energije što je bilo za 145,41% više od proizvodnje u Aziji koja je iznosila 648,3 TWh. Od 2001. godine, pa sve do danas u regija Azije je dominantna u proizvodnji električne energije iz ugljena. Azija je zabilježila rast od 1024,60% u 2018. godini u odnosu na 1985 godinu. Za razliku od Azije čija je proizvodnja električne energije u termoelektranama na ugljen iz godine u godinu rasla, regija Sjeverne Amerike u promatranome razdoblju imala je oscilacije u proizvodnji električne energije iz ugljena. Sjeverna Amerika je najviše električne energije iz ugljena proizvela 2005. godine, 2313,3 TWh, što je povećanje od 45,40% u odnosu na početak promatranog razdoblja. U 2018. godini proizvodnja električne energije iz ugljena u Sjevernoj Americi je za 42,32% manja u odnosu na 2005. godinu. Od 2001. godine Sjeverna Amerika postaje druga regija po proizvodnji električne energije iz ugljena. Treća regija u proizvodnji električne energije iz ugljena je Europa čija je proizvodnja 2018. godine bila 862,7 TWh električne energije što je manje za 35,34% od proizvodnje Sjeverne Amerike. U promatranome razdoblju proizvodnje električne energije iz ugljena u Europi nije imala velike oscilacije. Europa je smanjila proizvodnju električne energije iz ugljena za 24,28% u 2018. godini u odnosu na 1985. godinu kada je proizvedeno 1139,3 TWh električne energije. Regija Europe je 1985. godine bila druga u svijetu po proizvodnji električne energije iz ugljena, te je godine proizvedeno 75,74% više električne energije iz ugljena nego u Aziji. Od 2012. godine kada je u Europi proizvodnja iznosila 1117TWh električne energije, pa do 2018.

godine proizvodnja je u padu. Tako je 2018. godine proizvedeno za 22,77% manje električne energije u termoelektranama na ugljen u odnosu na 2012. godinu. Ostale regije zaostaju za navedene tri regije u proizvodnji električne energije iz ugljena. Proizvodnja u državama CIS – a 2018. godine bila je 259 TWh električne energije što je za 1,21% više od proizvodnje električne energije u Africi (255,9 TWh). Srednja i južna Amerika i Srednji istok imaju najmanju proizvodnju električne energije iz ugljena, tako je u Srednjoj i južnoj Americi proizvedeno 76,5 TWh električne energije, a Srednji istok imao je proizvodnju od 21,3 TWh.⁸²

Na grafikonu 22. prema podacima British Petroleuma prikazane su države sa najvećom proizvodnjom električne energije iz ugljena, te kakva je proizvodnja električne energije bila u Europskoj Uniji.

Grafikon 22. Države sa najvećom proizvodnjom električne energije iz ugljena od 1985. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz prikazanog grafikona vidi se kako je od 2006. godine najveća proizvodnja električne energije u termoelektranama na ugljen u Kini, do te godine vodeće mjesto u proizvodnji električne energije iz ugljena pripadalo je SAD – u. Kina se 1985. godine po proizvodnji električne energije iz ugljena nalazila iza SAD – a i Europske Unije. U SAD – u je navedene godine proizvedeno 478,55% više električne energije u termoelektranama na ugljen nego u Kini, dok je u Europskoj Uniji proizvodnja bila veća za 272,10%. Kina je 2006. godine kada je prvi puta postala vodeća država u svijetu po proizvodnji električne energije iz ugljena proizvela 2302,4 TWh električne energije što je za 6,81% više od proizvodnje SAD – a čija je

⁸² Electricity generation from coal, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (6. kolovoza 2019.)

proizvodnja bila 2155,6 TWh električne energije.⁸³ Proizvodnja električne energije iz ugljena u Kini porasla je za 1716% u 2018. godine kada je proizvedeno 4074,2 TWh električne energije u odnosu na 1985. godinu kada je proizvodnja bila 260,6 TWh električne energije. Kratki pad u proizvodnji zabilježen je 2015. godine kada je proizvodnja bila manja za 0,78% u odnosu na 2013. godinu, a Kina sa rastom nastavlja ponovno 2016. godine. U odnosu na SAD proizvela je za 279,87% više električne energije iz ugljena u 2018. godini. Proizvodnja električne energije u termoelektranama na ugljen u SAD – u 2018. godini iznosila je 1245,8 TWh, što je za 5,91% više od proizvodnje električne energije u Indiji za koju se očekuje da će u sljedećih nekoliko godina postati druga zemlja u svijetu po proizvodnji električne energije iz ugljena. U prikazanom vremenskom periodu SAD je najveću proizvodnju ostvario 2005. godine kada je proizveo 2178,9 TWh električne energije što je za 74,90% veća proizvodnja u odnosu na 2018. godinu. Od 2014. godine SAD bilježi konstantan pad u proizvodnji električne energije iz ugljena, a za očekivati je kako će se i u narednim godinama nastaviti pad u proizvodnji električne energije u termoelektranama na ugljen u SAD – u. Tako je od 2014. godine kada je proizvodnja iznosila 1713,7 TWh proizvedeno 37,55% više električne energije iz ugljena u odnosu na 2018. godinu. Suprotnost SAD – u je Indija koja od 1985. godine ostvaruje rast u proizvodnji električne energije iz ugljena, tako je proizvodnja u 2018. godini kada je iznosila 1176,3 TWh porasla za 914,05% u odnosu na 1985. godinu kada je proizvodnja bila 116 TWh električne energije. Indija se od 2014. godine nalazi ispred Europske Unije po proizvodnji električne energije iz ugljena. Europska Unija od 2012. godine bilježi pad proizvodnji električne energije iz ugljena za 28,80% u 2018. godini u odnosu na 2012. godinu, proizvodnja je 2018. godine bila manja za 32,43% u odnosu na početak promatranog razdoblja kada je proizvodnja bila 969,7 TWh.

Od ostalih država treba izdvojiti Japan koji je u 2018. godini imao proizvodnju od 347,2 TWh električne energije i time je bio četvrta država po proizvodnji električne energije iz ugljena, zatim Južnu Koreju čija je proizvodnja iznosila 261,3 TWh električne energije. U Europi najveću proizvodnju električne energije u termoelektranama na ugljen imala je Njemačka koja je proizvela 229 TWh električne energije, te je u odnosu na 2017. godinu zabilježila

⁸³ Electricity generation from coal, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (6. kolovoza 2019.)

smanjenje od 5,3%. Značajniju proizvodnju od 225 TWh ostvarila je Južnoafrička Republika, te je povećala proizvodnju električne energije iz ugljena za 1,6% u odnosu na 2017. godinu.⁸⁴

5.2. Proizvodnja čiste energije iz ugljena

Električna energija nužna je kako bi države ostvarile gospodarski napredak, te je tako potrebno osigurati sigurnost opskrbe električnom energijom. Kako bi se osigurala stabilnost u opskrbi električnom energijom važno je da izvor iz kojega će se električna energija proizvoditi bude siguran, upravo je ugljen zbog toga vodeći energent u proizvodnji električne energije. Svake godine globalna potreba za energijom raste, osobito u gospodarstvima koja se naglo razvijaju i industrijaliziraju, te tako problemi vezani za energetska sigurnost postaju sve važniji. Kako bi se gospodarski rast osigurao, osim same energije važno je da je ona dostupna po dovoljno niskim cijenama, te da postoji siguran izvor energije. Kako bi neki izvor energije bio siguran on mora osigurati dugotrajnu sigurnost i raspoloživost resursa, te kratkotrajnu sigurnost koja se odnosi na probleme sa transportom primarnog goriva ili električne energije.⁸⁵

Osim što je bitno osigurati sigurnost opskrbe energijom u današnje vrijeme važno je da ona bude proizvedena uz minimalne negativne učinke na okoliš. U proteklih 200 godina zabilježen je porast koncentracije CO₂ za 28%, a kao glavni uzrok tome navodi se povećanja potrošnja električne energije uslijed industrijskog razvoja. Glavna negativna posljedica povećanja razine CO₂ je povećanje globalne temperature, koje dovode do klimatskih promjena.⁸⁶ Poznato je kako se uslijed sagorijevanja ugljena oslobađa velika količina CO₂, te je to glavni razlog zbog kojeg se nastoji smanjiti upotreba ugljena. Jasno je kako se ne može očekivati na globalnoj razini da će se energija iz ugljena prestati proizvoditi, iako će neke države upotpunosti prestati proizvoditi električnu energiju iz ugljena, države poput Kine i Indije ne razmišljaju o tome. Kako bi energija iz ugljena bila čista, odnosno kako bi se smanjile negativne posljedice izgaranja ugljena na okoliš razvija se tehnologija koja bi doprinijela „Čistoj energiji iz ugljena“. Sa razvojem novih tehnologija nastoji se riješiti

⁸⁴ Electricity generation from coal, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (6. kolovoza 2019.)

⁸⁵ Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Graphis, Zagreb, str. 63

⁸⁶ Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, poglavlje 7, str.8

problem ispuštanja CO₂ prilikom njegova izgaranja, te omogućiti da se ugljen i dalje koristi u proizvodnji energije bez doprinosa klimatskim promjenama.⁸⁷

Kao jedna od tehnologija koja se najviše ističe prema cilju „čista energija iz ugljena“ je sakupljanje i skladištenje ugljika u podzemna skladišta koja bi se nalazila na dubini od 2 do 3 kilometara pod zemljom ispod termoelektrane. Tako bi se CO₂ koji se oslobađa tijekom sagorijevanja ugljena umjesto u atmosferu, skladištio bi se u podzemna skladišta. Prema izvješću Svjetske agencije za energiju vidljiv je napredak u navedenoj tehnologiji, također u izvješću se navodi i 17 globalnih projekata koje će koristiti metodu sakupljanja i skladištenja CO₂.⁸⁸ Uskladišteni CO₂ kasnije može imati daljnju upotreba u procesu iscrpljivanja nafte. Sljedeća metoda koja smanjuje štetnost ugljena na okoliš je čišćenje ugljena ispiranjem, te se ona koristi u razvijenim zemljama u posljednjih nekoliko godina, navedena metoda doprinosi manjim emisijama sumporova dioksida i pepela iz ugljena, a time se smanjuju štetne tvari koje se oslobađaju izgaranjem ugljena. Neke termoelektrane na ugljen koriste metodu odvajanje krutih čestica, gdje se putem elektrostatskih filtera iz dimnih plinova uklanja 99,7% pepela. Kako bi ugljen bio manje štetan za okoliš koristi se postupak odsumporavanja, kojim se iz dimnih plinova uklanja 95% sumporovog dioksida. U ovom procesu dimni plinovi reagiraju sa raspršenom smjesom kalcijevog karbonata (vapnenca) i vode, te tako stvaraju kalcijev sulfat, odnosno gips koji se kasnije koristi u građevinskoj industriji. Tehnologija smanjenja dušikovih oksida može se ostvariti primarnim mjerama tijekom samog izgaranja ugljena, što se postiže odgovarajućom konstrukcijom plamenika i postepenim dovodenjem zraka i goriva. Sekundarne mjere provođenja smanjenja dušikovog oksida provodi se nakon izgaranja ugljena, na način da se amonijak uvodi u generator pare taj proces naziva se selektivna nekatalitička redukcija. Druga sekundarna metoda je uvođenje katalizatora, te je ta metoda nazvana selektivna katalitička redukcija i njome se postiže smanjenje dušikovog oksida do 90%.⁸⁹

Tehnologija rasplinjavanja ugljena je tehnologija za koju se smatra da je jedina koja može nadomjestiti današnje konvencionalne tehnologije spaljivanja ugljena. Ova tehnologija se najčešće koristi u kombinaciji plinske i parne turbine, gdje se ugljen ne spaljuje upotpunosti, nego se rasplinjava uz ograničenu količinu kisika i u reakciji sa vodom, te se na taj način

⁸⁷ World Nuclear Association, 'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration, dostupno na: <https://www.world-nuclear.org%2Finformation-library%2Fenergy-and-the-environment%2Fclean-coal-technologies.aspx&anno=2> (6. kolovoza 2019.)

⁸⁸ World Nuclear Association, 'Clean Coal' Technologies, Carbon Capture & Sequestration, dostupno na: <https://www.world-nuclear.org%2Finformation-library%2Fenergy-and-the-environment%2Fclean-coal-technologies.aspx&anno=2> (6. kolovoza 2019.)

⁸⁹ Bogdan, Ž., Živković, S. A., Dokmanović, V., Merić, J., (2007.), Tehnologije čistog ugljena u strategiji razvoja elektroenergetskog sustava, str. 410 - 414

stvara sintetski plin koji je bogat vodikom.⁹⁰ Razvojem ove tehnologije termoelektrane na ugljen bi postigle veći stupanj iskoristivosti i manje razine emisija, te bi se takvom tehnologijom došlo bliže nazivu „čista energija iz ugljena“. Glavni nedostatak ove tehnologije leži u kompleksnoj strukturi postrojenja u kojem se obavlja proces rasplinjavanja ugljena, te velikim troškovima do kojih dolazi u procesu izgradnje.⁹¹ Kao još jedna metoda kojom se nastoji spriječiti negativan utjecaj ugljena na okoliš je izgaranjem u fluidiziranom sloju. Ovdje se tijekom izgaranja česticama goriva dodaje kvarcni pijesak, time se omogućuje dobro miješanje goriva i zraka, te na taj način se smanjuju količine dušikovog oksida prilikom izgaranja ugljena.⁹² Smatra se kako se emisija CO₂ koja se ispušta u atmosferu za vrijeme izgaranja ugljena može smanjiti za 35% korištenjem novih tehnologija.⁹³

Iz navedenog je vidljivo kako se kontinuirano radi na razvijanju tehnologija kako bi se dobila „čista energija iz ugljena“, odnosno kako bi štetan utjecaj na okoliš bio smanjen što je to više moguće. Neke države, prvenstveno Europske kao što su: Njemačka i Švedska žele proizvodnju energije iz ugljena dovesti do nule, dok suprotno njima Poljska i Grčka ulažu i grade nove moderne termoelektrane na ugljen kako bi zadovoljile svoje potrebe za električnom energijom, te time ambiciozan plan Europske Unije da se energija u potpunosti prestane proizvoditi iz ugljena “pada u vodu“ i u dužem vremenskom razdoblju taj cilj neće biti postignut.⁹⁴ Trenutno se u svijetu gradi 458 postrojenja kojima će primarno gorivo biti ugljen, najviše ih je očekivano u Aziji zbog velikih potreba za energijom koje je nemoguće zadovoljiti iz obnovljivih izvora energije, a ugljen se nameće kao najpovoljnija opcija, zbog velikih dokazanih rezervi i zbog svoje cijene koja je u odnosu na druge izvore niža.⁹⁵

5.3. Utjecaj potrošnje ugljena na zagađenje okoliša

Proizvodnja energije dovodi do negativnog utjecaja na okoliš. Fosilna goriva zbog svojega sastava pri proizvodnji energije štetno djeluju na okoliš. Tako se ugljen smatra da je jedan od najvećih zagađivača okoliša, izgaranjem ugljena oslobađaju se štetni kemijski spojevi kao što

⁹⁰ Bogdan, Ž., Živković, S. A., Dokmanović, V., Merić, J., (2007.), Tehnologije čistog ugljena u strategiji razvoja elektroenergetskog sustava, str.414

⁹¹ Power plants with coal gasification, (2006.), Projektinfo 09/06, str. 2 – 3, dostupno na: http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Englische_Infos/projekt_0906_engl_internetx.pdf (6. kolovoza 2019.)

⁹² Bogdan, Ž., Živković, S. A., Dokmanović, V., Merić, J., (2007.), Tehnologije čistog ugljena u strategiji razvoja elektroenergetskog sustava, str. 415

⁹³ World coal asociation - <https://www.worldcoal.org/reducing-co2-emissions/pathway-zero-emissions-coal> (6. kolovoza 2019.)

⁹⁴ Cornot – Gandophile, S., (2018.), Coal exit or coal expansion, str. 57

⁹⁵ Global Coal Plant Tracker, End Coal, <https://endcoal.org/tracker/> (6. kolovoza 2019.)

su: CO₂, sumporov dioksid, te dušikov oksid svi ti kemijski spojevi negativno djeluju na okoliš, te pridonose klimatskim promjenama, stvaranju kiselih kiša, globalnom zatopljenju.⁹⁶ Proizvodnja električne energije iz ugljena susreće se sa brojnim pitanjima o okolišu koja su ponajviše vezana za ispuštanje emisija u zrak. Već se dugi niz godina proteže pitanje štetnosti ugljena na okoliš, no sa razvojem nove tehnologije i novih metoda proizvodnja energije iz ugljena danas ima manje negativnih utjecaja na okoliš, nego što je to bilo prije.⁹⁷ Danas se već prilikom samog iskapanja ugljena poduzimaju koraci kako bi se smanjili negativni utjecaji koje ima ugljen na okoliš. Tako se danas u rudnicima provode posebne mjere nadzora onečišćenja, te se nadziru učinci miniranja na okoliš i sanacije miniranih područja, tim postupcima industrija ugljena znatno smanjuje negativan utjecaj na okoliš, te na lokalnu zajednicu. Također, se poduzimaju određene mjere zaštite voda da prilikom iskapanja ugljena ne dolazi do mogućeg zagađenja voda.⁹⁸

Kako je ugljen najzastupljenije fosilno gorivo u proizvodnji električne energije i drugim industrijama kao što je proizvodnja čelika, željeza i cementa, nije vjerojatno za očekivati kako će se on u potpunosti prestati proizvoditi, te kako u budućnosti neće biti potrošnje ugljena. Poznato je kako je ugljen fosilno gorivo sa najvećim sadržajem ugljika i značajna upotreba ugljena u energetske industriji može imati značajne posljedice na strategije koje imaju za cilj ublažiti klimatske promjene. Uvođenjem i razvijanjem različitih postupaka i procesa upravljanja ugljikom, te sakupljanjem i skladištenjem ugljika od glavnog je značaja za ublažavanje štetnih posljedica izgaranja ugljena na okoliš.⁹⁹

Klimatske promjene jedan su od najvećih problema 21. stoljeća, naime smatra se kako je emisija stakleničkih plinova (pogotovo CO₂) glavni uzročnik naglih klimatskih promjena. Kako bi se smanjile emisije stakleničkih plinova i na taj način se usporile klimatske promjene razvijene su brojne međunarodne strategije. Najpoznatija je konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime koja za cilj ima stabilizaciju emisije stakleničkih plinova u atmosferi. Emisija ugljikovog dioksida koja nastaje prilikom izgaranja ugljena ima veliki doprinos u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova, naime čak se 99% ugljika iz ugljena emitira u obliku CO₂, a udio ugljika u ugljenu ovisi o kojoj se vrsti ugljena radi.¹⁰⁰ Prema izvješću Svjetske energetske

⁹⁶ Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, poglavlje 7, str.6

⁹⁷ World coal asociation - <https://www.worldcoal.org/environmental-protection/coal-use-environment> (6. kolovoza 2019.)

⁹⁸ World coal asociation - <https://www.worldcoal.org/environmental-protection> (6. kolovoza 2019.)

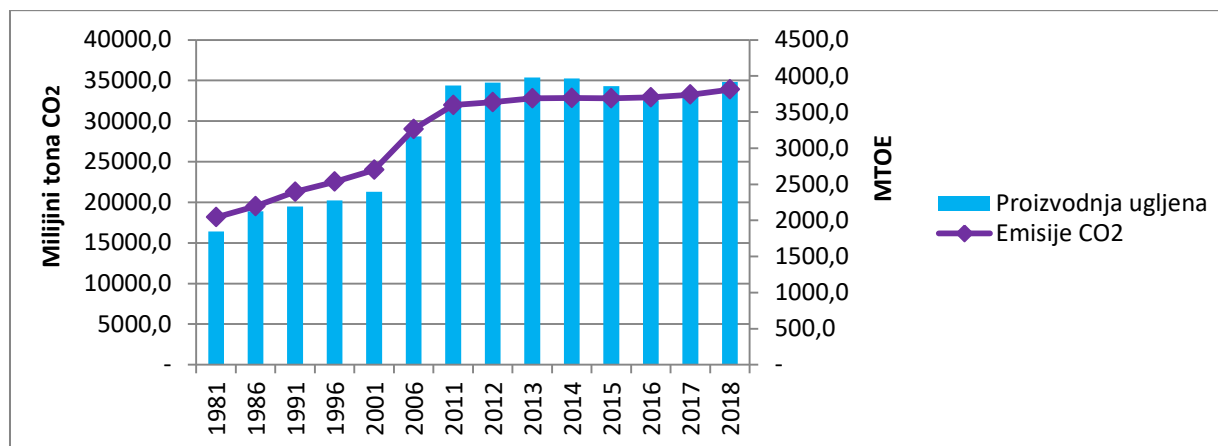
⁹⁹ World energy council - <https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/coal/> (6. kolovoza 2019.)

¹⁰⁰ Orlović – Leko, P., (2015.), Kemija u industriji, HDKI, str.143

agencije ugljen je najveći proizvođač ugljičnog dioksida, 2014. godine iz ugljena je emitirano oko 14 milijardi tona CO₂.¹⁰¹

Na grafikonu 23. je prikazano kako rast proizvodnje električne energije iz ugljena utječe na ukupne emisije CO₂ prema podacima British Petroleuma.

Grafikon 23. Proizvodnja električne energije iz ugljena i emisije CO₂ od 1985. do 2018. godine



Izvor: Izrada autora prema podacima: BP Statistical Review of World Energy 2019.

Iz podataka prikazanih na grafikonu jasno se može zaključiti kako sa porastom proizvodnje električne energije iz ugljena dolazi do povećanja svjetske emisije CO₂. Tako je proizvodnja električne energije iz ugljena 2010. godine porasla za 131,19% u odnosu na 1985. godinu, a takav rast se odrazio i na ukupne emisije CO₂ u svijetu koje su porasle za 62% u istom razdoblju. Do manjeg pada u proizvodnji električne energije u termoelektranama na ugljen došlo je 2015. godine, nakon toga proizvodnja ponovno počinje rasti i 2018. godine ona iznosi 10100,5 TWh što je najveća proizvodnja u promatranom razdoblju, te je za 169,70% u odnosu na 1985. godinu. Isti trend prate i emisije CO₂, 2015. godine emisije je neznatno smanjuju, te kako raste proizvodnja električne energije iz ugljena rastu i ukupne emisije, tako su emisije CO₂ prema podacima British Petroleuma 2018. godine dosegle najveću razinu u povijesti i iznosile su 33890 milijardi tona CO₂, što je povećanje od 76,76% u odnosu na 1985. godinu. Također British Petroleum navodi kako je ugljen zaslužan za 40% svjetske emisije CO₂.¹⁰²

Smanjenje potrošnje ugljena u nekim državama dovelo je do zatvaranja rudnika za njegovu proizvodnju, primjer toga je Njemačka, a razlog je kretanje prema klimatski neutralnoj ekonomiji i smanjenje stakleničkih plinova. Kako je već prije spomenuto neke države nemaju namjeru prestati koristiti ugljen u proizvodnji energije, ali i u drugim industrijama za koje je

¹⁰¹ International energy agency, (2017.), Coal Information statistics with 2016 data, str.96

¹⁰² Electricity generation from coal, Carbon Dioxide Emissions, BP Statistical Review of World Energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (6. kolovoza 2019.)

ugljen od velikog značaja. Tako je u skladu sa time Europska Komisija u prosincu 2017. godine pokrenula „Platformu o regijama ugljena u tranziciji“. Platforma je ključni dio regija koje ne planiraju odustati od proizvodnje ugljena, a uključena je kao nezakonodavni element paketa „čiste energije za sve Europljane“.¹⁰³ Platforma se sastoji od dva djelokruga rada, jedan je ekološke inovacije i napredne tehnologije kod prerade ugljena, a drugi je strategije koje mogu pomoći Europskoj Uniji prema dekarbonizaciji gospodarstva.¹⁰⁴ U prilog tome da Europska Unija ide u pravom smjeru što se tiče smanjenja emisija stakleničkih plinova govore i podaci Eurostata iz kojih je vidljivo da je Europska Unija smanjila emisiju stakleničkih plinova za 21,60% u 2016. godini u odnosu na 1990. godinu., te je već sada ostvarila cilj smanjenja od 20% koji je bio postavljen do 2020. godine.¹⁰⁵

5.4. Prednosti i nedostaci ugljena kao fosilnog energenta

Ugljen je jedan od najvažnijih izvora energije, te je već dugo vremena najsigurniji izvor energije, te se smatra kako će to i ostati u budućnosti zbog svojih prednosti. „Tako su prednosti ugljena kao fosilnog energenta:¹⁰⁶

- obilan je izvor energije, te je široko rasprostranjen
- i gospodarski razvijene zemlje i zemlje u razvoju imaju velike vlastite rezerve ugljena
- pristupačne cijene u odnosu na druge izvore energije
- siguran je za transport i skladištenje
- može uskladištiti u rudnicima, elektranama ili na lokacijama između njih
- mogućnost upotrebe ugljena malo je ovisna o klimi i vremenskim uvjetima
- elektrane na ugljen vrlo su pouzdane
- uporabom suvremene tehnologije ugljen može u potpunosti odgovoriti na ekološke izazove koji se danas postavljaju.

Negativne posljedice ugljena vezane su ponajprije za okoliš. Prvi nedostatak javlja se već prilikom miniranja rudnika kada se narušava ekološka stabilnost ekosustava, stvara se buka i prašina, te se zagađuju vode, kako je ranije već napisano razvojem novih tehnologija ovi

¹⁰³ European Commission - <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/coal-regions-in-transition> (6. kolovoza 2019.)

¹⁰⁴ European association for coal and lignite – Euracoal annual report, 2017, str. 11

¹⁰⁵ Eurostat - <https://ec.europa.eu/eurostat/web/climate-change/data/database> (6. kolovoza 2019.)

¹⁰⁶ Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Graphis, Zagreb, str. 63

učinci danas su znatno manji nego što su to bili u prošlosti. Glavni nedostatak ugljena kao fosilnog energenta je emisija stakleničkih plinova koji dovode do klimatskih promjena i globalnog zagrijavanja. Tijekom sagorijevanja ugljena dolazi do ispuštanja: ugljikovog dioksida, sumporovog dioksida, te dušikovog oksida u atmosferu, osim navedenih supstanci sagorijevanjem ugljena u atmosferu se ispušta u malim količinama ispušta živa. Također, tijekom samog procesa stvaranja ugljena stvara se plin metan (CH₄) koji ima značajnu ulogu u globalnom zagrijavanju.¹⁰⁷

Svjetski institut za ugljen navodi kako su prednosti ugljena veće u odnosu na njegove nedostatke. U izvješću se navodi važnost ugljena u održavanju globalne energetske sigurnosti, a navedeno je potkrijepljeno sljedećim: „rezerve ugljena su velike i bit će dostupne u predvidivoj budućnosti bez uzrokovanja geopolitičkih ili sigurnosnih problema, ugljen je odmah dostupan iz mnogobrojnih izvora na dobro opskrbljenom svjetskom tržištu, za ugljen nisu potrebni visokotlačni cjevovodi ili posebni transportni putovi, najčešće se transport obavlja željeznicom i pomorskim putem, pouzdan je izvor energije, te se može jednostavno uskladištiti u elektranama, energija na bazi ugljena ne ovisi o klimi i može biti upotrijebljena kao potpora obnovljivoj energiji“.¹⁰⁸ Kada se ugljen spominje kao potpora obnovljivim izvorima energija ponajprije se misli na energiju vjetra koja je nepredvidiva i nije sigurna, u slučajevima kada se potreba za električnom energijom ne bi mogla zadovoljiti iz vjetra potporu bi mogao pružati ugljen koji je jeftin i siguran izvor za proizvodnju električne energije.¹⁰⁹

Daljnjim razvojem i upotrebom tehnologija čistog ugljena među kojima je i skladištenje ugljika u podzemnim spremnicima daje se doprinos da se osigura energetska sigurnost, a da se pritom ispune zahtjevi vezani za zaštitu okoliša.¹¹⁰

5.5 Budućnost ugljena – što se može očekivati

Tijekom proteklih stoljeća ugljen je uvelike pomogao ekonomskom rastu i izvukao je mnoge ljude iz siromaštva u kojem su se nalazili. Globalna potrošnja ugljena snažan rast je imala 2000. godine, ponajviše zbog velike uporabe ugljena u Kini i Indiji. Istovremeno dok je ugljen glavni energent za proizvodnju električne energije ujedno ima i najveći doprinos klimatskim promjenama i onečišćenju zraka zbog velikih količina CO₂ koje se oslobađaju u atmosferu prilikom njegova izgaranja. Kako bi se osiguralo da se postigne cilj iz Pariškog sporazuma,

¹⁰⁷ World coal institute, (2005.), The coal resource a comprehensive overview of coal, str. 27 - 30

¹⁰⁸ Ibid, str. 16 - 17

¹⁰⁹ Ibid str. 36 - 37

¹¹⁰ Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Graphis, Zagreb, str. 64

točnije da se globalno zagrijavanje ograniči na temperaturu ispod 2°C, nužno je da se smanji proizvodnja električne energije iz ugljena, pa je tako došlo do pada potrošnje ugljena u Europi i Sjevernoj Americi, no taj pad u potrošnji nadoknađuje porast potrošnje ugljena u Aziji. Kako potrošnja ugljena ne pada dovoljno brzo da bi se osiguralo postizanje ciljeva navedenih Pariškim sporazumom nove termoelektrane na ugljen koriste tehnologije kojima se uvelike smanjuju negativne posljedice koje ugljen ima na okoliš.¹¹¹

Međunarodna agencija za energetiku predviđa kako će potražnja za ugljenom u slijedećih pet godina rasti za 1% zbog rasta do kojeg dolazi u Aziji. Neovisne prognoze pokazuju da će ugljen i dalje imati važnu ulogu u globalnom energetsom miksu u narednim godinama. To se najviše odnosi na gospodarstva koja su u razvoju u Aziji i Africi, gdje je ugljen ključan za poboljšanje energetske sigurnosti i pokretanje industrijskog razvoja.¹¹²

Ugljen će i dalje biti glavno fosilno gorivo za pokretanje gospodarskog rasta u ekonomijama širom svijeta, a Međunarodna energetska agencija predviđa da će rast elektroenergetskog sektora u budućnosti voditi države koje nisu članice OECD-a, poput Indije, Kine, Bangladeša, Pakistana, te država iz jugoistočne Azije.¹¹³

Osim u proizvodnji električne energije ugljen ima važnu ulogu u proizvodnji čelika gdje se godišnje potroši milijardu tona ugljena i u proizvodnji cementa, pa potpuni prestanak proizvodnje ugljena nije realan. U posljednjih nekoliko godina ugljen se vraća kao glavno gorivo u prometnom sektoru u Kini, koristi se kao gorivo u brzim vlakovima.¹¹⁴ Za očekivati je kako će se ugljen nastaviti koristiti u budućnosti jer trenutno nema adekvatne zamjene za njega, a razvojem tehnologije koja omogućava skladištenje CO₂ koji je glavni problem kod izgaranja ugljena osigurava se njegova daljnja upotreba, te se doprinosi postizanju određenih okolišnih i klimatskih ciljeva.

Na grafikonu 24. prikazana je potražnja za ugljenom u odabranim državama svijeta i svjetskim regijama u određenim godinama prema British Petroleumu. Iz grafikona u nastavku biti će moguće vidjeti kakvo se kretanje potražnje za ugljenom očekuje u budućnosti.

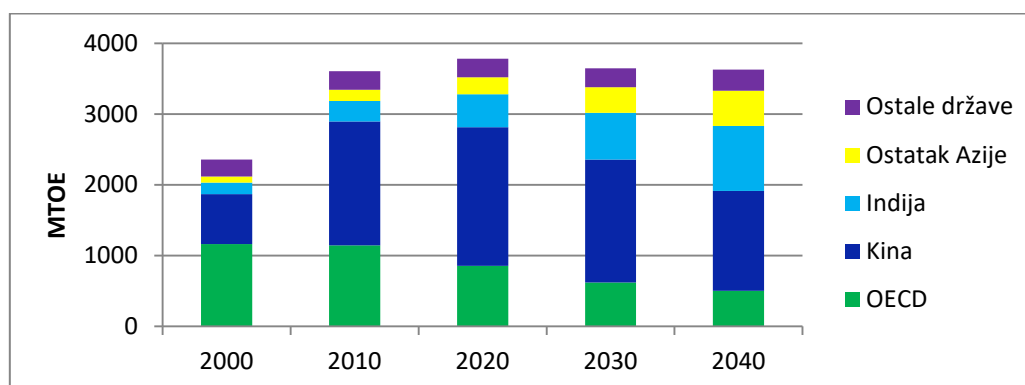
¹¹¹ Energy post - <https://energypost.eu/what-is-the-future-of-coal/> (29. kolovoza 2019.)

¹¹² World coal asociation - <https://www.worldcoal.org/coal-consumption-expected-increase-need-low-emission-technologies-has-never-been-greater> (29. kolovoza 2019.)

¹¹³ Ibid

¹¹⁴ World coal asociation - <https://www.worldcoal.org/%E2%80%9C-surprisingly-sustainable-case-coal%E2%80%9D> (29. kolovoza 2019.)

Grafikon 24. Potražnja za ugljenom 2000., 2010., 2020., 2030. i 2040. godine



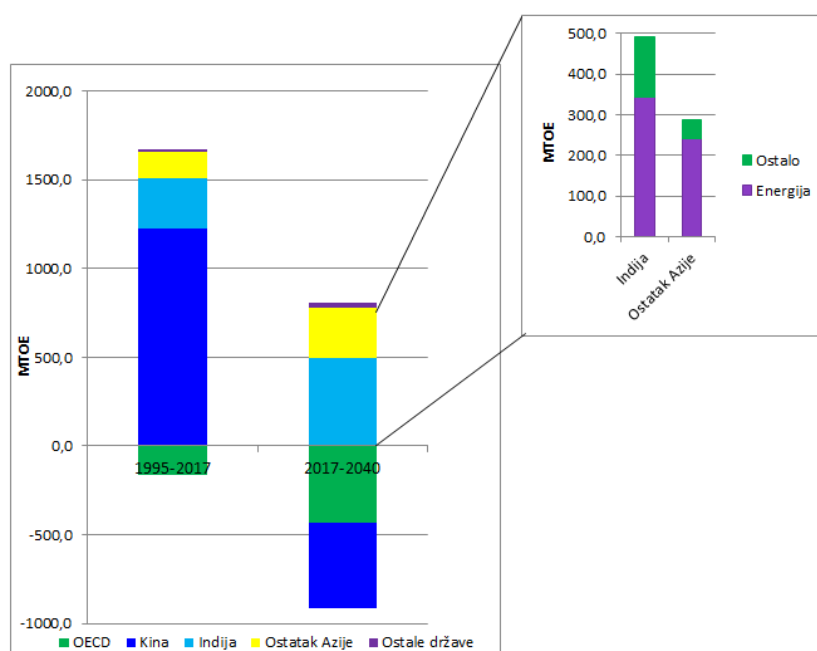
Izvor: Izrada autora prema podacima: British Petroleuma, Coal demand by region

Iz grafikona se može zaključiti kako se očekuje da će se potražnja za ugljenom u OECD – u smanjiti u 2040. godini za 56,75% u odnosu na 2000. godinu. Smanjenje potražnje očekuje se i u Kini, ali od 2020. godine kada je predviđena potražnja za ugljenom od 1958 MTOE, te bi se do 2040. godine potražnja trebala smanjiti za 28%. Očekuje se da će se smanjenje potražnje za ugljenom u Kini i državama OECD – a nadoknatiti povećanom potražnjom u Indiji i ostatku Azije. Tako se u Indiji očekuje povećanje potražnje za 456,15% u 2040. godini u odnosu na 2000. godinu, u istom vremenskom periodu u ostatku Azije očekuje se povećanje potražnje za 480,23%. U ostalim državama očekuje se da će potražnja za ugljenom 2040. godine biti veća za 25,32% u odnosu na 2000. godinu. Ukupna svjetska potražnja za ugljenom u svijetu trebala bi se smanjiti za 4,08% 2040. godine kada je predviđeno da će iznositi 3625 MTOE u odnosu na 2020. godinu kada bi potrošnja ugljena u svijetu trebala iznositi 3779 MTOE.¹¹⁵

Na grafikonu 25. prikazana je promjena potražnje za ugljenom u odabranim svjetskim regijama u vremenskom razdoblju od 1995. do 2017. godine i od 2017. do 2040. godine, te količina ugljena koja se planira koristiti za proizvodnju energije u odnosu na količinu ugljena u ostalim industrijama u Indiji i ostatku Azije prema podacima British Petroleuma. Promjena u svjetskoj potražnji za ugljenom prema dostupnim podacima će se smanjiti, ali će i dalje ugljen biti glavni fosilni energent u proizvodnji električne energije prvenstveno u Indiji, ali i u ostatku Azije, izuzetak je Kina kod koje se previđa smanjenje u potražnji za ugljenom.

¹¹⁵ British Petroleum, Coal demand by region, dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel/coal.html> (8. rujna 2019.)

Grafikon 25. Promijena potražnje za ugljenom prema regijama



Izvor: Izrada autora prema podacima: British Petroleuma, Change in coal demand by region

Grafikon daje jasni prikaz kako će doći do velikog smanjenja potražnje za ugljenom u Kini od 354,54% u razdoblju od 2017. do 2040. godine u odnosu na razdoblje od 1995. do 2017. godine. Trend smanjenja potražnje za ugljenom od 159,66% prate i države OECD – a. Suprotno njima u navedenom vremenskom razdoblju potražnja za ugljenom u Indiji trebala bi porasti za 73,63% dok ostatak Azije očekuje rast od 91,76%. Izdvoji li se samo Azija ugljen će se većinom koristiti za proizvodnju električne energije, tako je iz prikazanog vidljivo da će Indija 69,53% ugljena koristiti za proizvodnju energije, dok će ostatak Azije koristiti 84,20% ugljena u proizvodnji energije. Svjetska potražnja za ugljenom u periodu od 1995. do 2017. godine iznosi 1507,2 MTOE, te se predviđa da će svjetska potražnja za ugljenom od 2017. do 2040. godine iznositi -106,3 MTOE.¹¹⁶

¹¹⁶ British Petroleum, Change coal demand by region, dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel/coal.html> (8. rujna 2019.)

6. ZAKLJUČAK

Ugljen je važan fosilni energent, prvenstveno u proizvodnji električne energije, ali i u ostalim djelatnostima poput proizvodnje čelika i metala. Lignit i subbitumenski ugljen pripadaju u ugljen niske kvalitete, te imaju mali sadržaj ugljika. Bitumenski i antracit pripadaju u visokokvalitetan ugljen, antracit u sebi sadrži preko 90% ugljika i najkvalitetnija je vrsta ugljena. U svjetskom energetskom miksu zauzima drugo mjesto za udjelom od 28%, te se nalazi iza nafte. Smatra se sigurnim energentom u proizvodnji energije zbog velikih rezervi, njegove cijene, te jednostavnog transporta. Značajnu ulogu ugljen ostvaruje u proizvodnji električne energije, te se i dalje najviše električne energije na svijetu proizvede se u termoelektranama na ugljen.

Kao i ostala fosilna goriva ugljen svojim izgaranjem u atmosferu ispušta štetne plinove. Prilikom izgaranja ugljena u atmosferu dolazi do emisije: CO₂, sumporovog dioksida, te dušikovog oksida, koji imaju negativne posljedice na okoliš i uzrokuju klimatske promijene, kisele kiše, te globalno zatopljenje. Kako s vremenom dolazi do razvoja tehnologije negativni učinci ugljena na okoliš su smanjeni na najmanju moguću razinu. Kao najznačajnija tehnologija u tome kontekstu se spominje spremanje i skladištenje ugljika u podzemna skladišta na dubini od 2 do 3 kilometara ispod termoelektrana. Sa svakim razvojem tehnologija ugljen je korak bliže da dođe do naziva „čista energija iz ugljena“, a primjenom novih tehnologija u termoelektranama na ugljen došlo bi do značajnog smanjenja štetnih plinova koji se oslobađaju izgaranjem ugljena.

Kao dominantna regija u proizvodnji, potrošnji i rezervama ugljena je Azija. Tako je 2018. godine u Aziji potrošnja ugljena bila 75,3% od ukupne svjetske potrošnje ugljena, dok je proizvodnja iznosila 72,8%. Kao država koja se najviše ističe u regiji Azije je Kina koja svoje potrebe za energijom najviše zadovoljava iz ugljena. Suprotno Kini neke države, prvenstveno europske poput: Njemačke i Švedske planiraju u potpunosti prestati proizvoditi ugljen i električnu energiju iz ugljena, no unatoč tome njegovo korištenje u budućnosti nije pod upitnikom ponajviše zbog Kine i Indije koje su izrazito ovisne o ugljenu kao fosilnom energentu. Također Poljska i Grčka grade nove termoelektrane na ugljen kako bi mogle zadovoljiti svoju potrebu za električnom energijom.

U 2018. godini zabilježena je najveća proizvodnja električne energije iz ugljena, unatoč naporima i najavama kako se očekuje smanjenje proizvodnje električne energije u termoelektranama na ugljen, to još nije ostvareno, a niti se u skoroj budućnosti značajan pad

proizvodnje iz ugljena može očekivati sve dok regija Azije, odnosno Kina značajno ne smanje svoju proizvodnju u termoelektranama na ugljen. Najveći pad u potrošnji i proizvodnji samog ugljena, pa tako i električne energije zabilježen je u Europi, točnije u Europskoj Uniji koja ulaže velike napore kako bi se proizvodnja i potrošnja električne energije iz termoelektrana na ugljen svela na nulu, no unatoč njihovim naporima to nije za očekivati jer se i na području Europske Unije grade nove termoelektrane na ugljen, pa je tako u sklopu programa „Čista energija za sve Europljane“ Europska komisija pokrenula je platformu pod nazivom „Platforma o regijama ugljena u tranziciji“.

Pogledaju li se sve prednosti i nedostaci ugljena, puno je više prednosti koje ugljen daje kao fosilni energent u odnosu na njegove nedostatke. Osim što je dostupan u velikim količinama i jeftiniji je od drugih fosilnih goriva, ugljen je siguran za transport i skladištenje, a elektrane na ugljen su vrlo pouzdane. Razvojem i upotrebom nove tehnologije ugljen može u potpunosti odgovoriti na ekološke izazove. Na kraju se može zaključiti kako će ugljen i dalje zauzimati veliki udio u proizvodnji energije u svijetu jer obnovljivi izvori energije kojima se svijet okreće nisu dovoljno pouzdane da bi mogle zadovoljiti sve veću potražnju za energijom. Veliki je izazov postavljen za mnoge države da zadovolje povećanje potreba za električnom energijom, a da se istovremeno zadovolje preuzeti ciljevi iz Pariškog sporazuma. Jasno je kako će ugljen i dalje ostati glavni energent za proizvodnju električne energije, te kako zemlje koje uvelike ovise o ugljenu moraju poduzeti korake za razvoj novih tehnologija koje sprječavaju negativan utjecaj ugljena na okoliš.

Očekuje se da će do 2040. godine doći do smanjenja potražnje za ugljenom u zemljama OECD – a i Kini, no to smanjenje biti će nadoknađeno porastom u potražnji za ugljenom u Indiji koja nastavlja za svojim gospodarskim rastom, te ostatku Azije gdje će ugljen i dalje biti glavni fosilni energent prvenstveno u proizvodnji električne energije.

Jednostavno rečeno svijet će i u budućnosti nastaviti koristiti ugljen.

POPIS LITERATURE

1. Bogdan, Ž., Živković, S. A., Dokmanović, V., Merić, J., (2007.), Tehnologije čistog ugljena u strategiji razvoja elektroenergetskog sustava, Energija, Journal of energy
2. British Petroleum, Change coal demand by region, dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel/coal.html> (8. rujna 2019.)
3. British Petroleum, Coal demand by region, dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-fuel/coal.html> (8. rujna 2019.)
4. British Petroleum Statistical review of world energy 2018, 67 edition
5. British Petroleum Statistical review of world energy 2019, 68 edition
6. British Petroleum, Statistical review of world energy 2019 – all data 1965. – 2018., dostupno na: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (8. kolovoza 2019.)
7. Brown C., Kolesnikoff A., (2018.) State Oil and Gas Severance Taxes, dostupno na: <http://www.ncsl.org/research/energy/oil-and-gas-severance-taxes.aspx> (23. srpnja 2019.)
8. Cornot – Gandophile, S., (2018.), Coal exit or coal expansion, IFRI Centre for energy
9. Dahl, Carol A., (2004.), International Energy Markets, PennWell, USA
10. Global Coal Plant Tracker, End Coal, <https://endcoal.org/tracker/> (6. kolovoza 2019.)
11. Energetski institut Hrvoje Požar - <http://www.eihp.hr/potrosnja-energije-u-hrvatskoj/> (26. srpnja 2019.)
12. Energija u Hrvatskoj, (2018.), Godišnji energetske pregled 2017., Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
13. Energy post - <https://energypost.eu/what-is-the-future-of-coal/> (29. kolovoza 2019.)
14. European association for coal and lignite – Euracoal annual report, 2017
15. European Commission - <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/coal-regions-in-transition>
16. Eurostat - <https://ec.europa.eu/eurostat/web/climate-change/data/database> (6. kolovoza 2019.)
17. International energy agency, (2017.), Coal Information statistics with 2016 data
18. International energy agency, (2016.), Statistics CO₂ emissions from fuel combustion
19. International energy agency - <https://www.iea.org>

20. Kernot, C., (2000.), The coal industry, Woodhead publishing limited, England
21. Miller Bruce, G., (2005.), Coal energy systems, USA, Elsevier Academic Press
22. Orlović – Leko, P., (2015.), Kemija u industriji, Zagreb, HDKI
23. Power plants with coal gasification, (2006.), Projektinfo 09/06, Bine Informationsdienst, Germany, <http://www.bine.info/fileadmin/content/>
24. U.S. Energy information administration - <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/prices-and-outlook.php> (29. kolovoza 2019.)
Publikationen/Englische_Infos/projekt_0906_engl_internetx.pdf, (6. kolovoza 2019.)
25. Višković, A., Saftić, B., Živković, S.A., (2011.) Ugljen: Sigurna energija, Zagreb, Graphis
26. World coal asociation - <https://www.worldcoal.org/>
27. World coal institute, (2005.), The coal resource a comprehensive overview of coal, England
28. World energy council, <https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/coal/> (6. kolovoza 2019.)
29. World Nuclear Association, <https://www.world-nuclear.org%2Finformation-library%2Fenergy-and-the-environment%2Fclean-coal-technologies.aspx&anno=2> (6. kolovoza 2019.)

POPIS GRAFIKONA

| | |
|---|----|
| Grafikon 1. Potrošnja primarne energije 1981. godine | 5 |
| Grafikon 2. Potrošnja primarne energije 2018. godine | 6 |
| Grafikon 3. Svjetska potrošnja energenata za proizvodnju primarne energije od 1993. do 2018. godine | 7 |
| Grafikon 4. Potrošnja primarne energije 2018. godine – prema regijama | 8 |
| Grafikon 5. Potrošnja primarne energije prema izvoru u 2018. godine | 9 |
| Grafikon 6. Udio svjetskih rezerva ugljena 2018. godine..... | 10 |
| Grafikon 7. Rezerve ugljena u svijetu 2018. godine | 12 |
| Grafikon 8. Rezerve ugljena prema regijama u 2018. godine..... | 13 |
| Grafikon 9. Vrste ugljena u ukupnim svjetskim rezervama ugljena 2018. godine | 14 |
| Grafikon 10. Proizvodnja ugljena prema regijama od 1981. do 2018. godine..... | 15 |
| Grafikon 11. Proizvodnja ugljena u svijetu i Aziji od 1981. do 2018. godine..... | 16 |
| Grafikon 12. Udio regija u proizvodnji ugljena 2018. godine | 17 |
| Grafikon 13. Proizvodnja ugljena u odabranim državama od 1981. do 2018. godine..... | 18 |
| Grafikon 14. Potrošnja ugljena u svjetskim regijama od 1981. do 2018. godine | 19 |
| Grafikon 15. Potrošnja ugljena u svijetu i Aziji od 1981. do 2018. godine..... | 20 |
| Grafikon 16. Udio regija u potrošnji ugljena 2018. godine | 21 |
| Grafikon 17. Države sa najvećom potrošnjom ugljena od 1981. do 2018. godine | 22 |
| Grafikon 18. Cijene ugljena | 25 |
| Grafikon 19. Uvoz i potrošnja ugljena u Hrvatskoj od 2012. do 2017. godine | 27 |
| Grafikon 20. Kretanje proizvodnje i potrošnje ugljena u odnosu na promijenu cijene od 1987. do 2018. godine | 31 |
| Grafikon 21. Regije sa najvećom proizvodnjom električne energije iz ugljena od 1985. do 2018. godine | 39 |
| Grafikon 22. Države sa najvećom proizvodnjom električne energije iz ugljena od 1985. do 2018. godine | 40 |
| Grafikon 23. Proizvodnja električne energije iz ugljena i emisije CO ₂ od 1985. do 2018. godine | 46 |
| Grafikon 24. Potražnja za ugljenom 2000., 2010., 2020., 2030. i 2040. godine..... | 50 |
| Grafikon 25. Promijena potražnje za ugljenom prema regijama..... | 51 |

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Vrste ugljena i njegova upotreba | 4 |
| Slika 2. Princip rada termoelektrane na ugljen | 36 |

ŽIVOTOPIS

Lara Kerep rođena je 9. studenoga 1993. godine u Zagrebu gdje je završila osnovnu i srednju školu. Ekonomski fakultet u Zagrebu upisuje 2014. godine, smjer računovodstvo i financije na stručnom studiju. Preddiplomski stručni studij završava u lipnju 2017. godine, obranom završnog rada na temu „Tržište državnih obveznica“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Marijane Ivanov, te stječe naziv stručna prvostupnica ekonomije (bacc. oec.). Iste godine upisuje specijalistički diplomski stručni studij, smjer Ekonomika energije i zaštite okoliša. Aktivno se služi engleskim jezikom, MS Office paketom i SAP – om. Trenutno radi na poslovima računovodstva i financija u kompaniji ABB.