

Sigurnosni rizici energetske neizvjesnosti

Bralić, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic of Šibenik / Veleučilište u Šibeniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:143:820273>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-04-17**

Repository / Repozitorij:

[VUS REPOSITORY - Repozitorij završnih radova
Veleučilišta u Šibeniku](#)



VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU
PROMETNI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROMET

MARIO BRALIĆ
SIGURNOSNI RIZICI ENERGETSKE NEIZVJESNOSTI
ZAVRŠNI RAD

Šibenik, 2018.

VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU
PROMETNI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROMET

SIGURNOSNI RIZICI ENERGETSKE NEIZVJESNOSTI

ZAVRŠNI RAD

KOLEGIJ: Promet i ekologija

MENTOR: mr.sc. Tanja Radić Lakoš, v.pred.

STUDENT: Mario Bralić

MBS: 1219052004

Šibenik, rujan 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Veleučilište u Šibeniku

Završni rad

Prometni odjel

Preddiplomski stručni studij Promet

SIGURNOSNI RIZICI ENERGETSKE NEIZVJESNOSTI

MARIO BRALIĆ

Bana Josipa Jelačića 8, bralicmario549gmail.com

Energenti pokreću cijelu ekonomiju, te uz kvalitetnu energetska politiku o njima ovisi gospodarstvo neke zemlje. Mnoge zemlje se udružuju u energetske organizacije, poput OPEC-a da bi osigurale tržište, odredile cijenu, spriječile zasićenost tržišta i smanjile energetska neizvjesnost. Zemlje koje nemaju svoja rudna bogatstva najviše uvoze naftu, prirodni ukapljeni plin i ugljen. Najrazvijenije zemlje svijeta su ujedno i najveći potrošači ovih energenata, a time i najveći zagađivači okoliša. SAD je najveći potrošač nafte, pa je uvijek vojno politički prisutan na bliskom istoku. Europska unija ovisi o ruskom plinu pa je cilj europske energetske politike smanjiti ovisnost o ruskom plinu, stvaranjem novih dobavnih ruta za LNG brodove iz SAD-a, zbog čega EU potiče gradnju LNG-a na ukapljeni plin u Europi, pa i u Republici Hrvatskoj u Omišlju na Krku. Njemačko-ruski energetska projekt Sjeverni tok 2 dodatno povećava ovisnost Europe o ruskom plinu pa ga Europska komisija odbija. Veliki problem za Europu je i Ukrajina preko koje prolaze važni plinovodi, a koje Rusija može zatvoriti zbog loših odnosa sa Ukrajinom. Europa ima 25% svjetskih zaliha ugljena, ali od toga 21% otpada na Njemačku i 50% na Rusiju. Republika Hrvatska nema većih nalazišta nafte pa svoje potrebe za naftom zadovoljava uvozom, dok eksploatira nalazišta prirodnog plina u sjevernom Jadranu i većinu plina izvozi u Italiju. EU potiče sve veće iskorištavanje obnovljivih izvora energije, ne samo zbog nedostatka energenata nego i zbog zaštite okoliša. Promet troši oko 30% energije i taj postotak se povećava stoga se donose mjere kojima je cilj smanjenje potrošnje energije u prometu.

(42 stranica / 27 literaturna navoda / jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u: Knjižnici Veleučilišta u Šibeniku

Ključne riječi: Energenti, energetska neizvjesnost, energetska rizici i energetska projekti

Mentor: mr.sc. Tanja Radić Lakoš, v. pred.

Rad je prihvaćen za obranu:

BASIC DOCUMENTATION CARD

Polytechnic of Šibenik

Final paper

Department of Traffic

Professional Undergraduate Studies of Traffic

STATE AND PERSPECTIVES OF THE FUTURE DEVELOPMENT OF NAUTICAL TOURISM IN ŠIBENIK-KNIN COUNTY

MARIO BRALIĆ

Bana Josipa Jelačića 8, bralicmario549gmail.com

The sources of energy run the whole economy, and with a quality energy policies, on them depends the economy of a country. Many countries associate themselves with energy organizations, such as OPEC, to secure the market, set the price, prevent saturation of the market, and reduce energy insecurity. Countries that do not have their mining assets mostly import oil, natural liquefied gas and coal. The most developed countries of the world are at the same time the biggest consumers of these energy sources, and therefore the largest environmental polluters. The US is the largest oil consumer, and is always militarily and politically present in the Middle East. The European Union is dependent on Russian gas and the goal of European energy policy is to reduce dependence on Russian gas by creating new supply routes for LNG vessels from the United States, which is why the EU is pushing for the construction of LNG-based liquefied gas in Europe and in the Republic of Croatia in Omišalj on Krk. The German-Russian energy project North Stream 2 further increases the dependence of Europe on Russian gas and is rejected by the European Commission. A big problem for Europe is also Ukraine through which important gas pipelines pass, which Russia can close due to bad relations with Ukraine. Europe has 25% of the world's coal stock, but 21% of it is waste to Germany and 50% to Russia. The Republic of Croatia has no major oil reserves, so its oil needs meet the import, while it exploits natural gas sites in the northern Adriatic and exports most of its gas to Italy. The EU encourages more and more exploitation of renewable energy sources not only because of lack of energy sources but also for environmental protection. Traffic consumes about 30% of energy and this percentage increases, so measures are taken to reduce energy consumption in traffic.

(42 pages / 27 references / original in Croatian language)

Paper deposited in: Library of Polytechnic of Šibenik

Keywords: Energy, energy uncertainty, energy risks, energy projects

Supervisor: Tanja Radić Lakoš, MSc, s.lec.

Paper accepted:

SADRŽAJ

1. Uvod.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
2. Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije	2
2.1. Biomasa	3
2.1.1. Biogorivo	5
2.1.2. Bioplin.....	7
2.2. Energija vjetra.....	8
2.3. Solarna energija	9
2.4. Energija valova	11
2.5. Energija plime i oseke	13
2.6. Geotermalna energija.....	15
2.7. Nuklearna energija.....	17
2.8. Ugljen	19
2.9. Nafta	20
2.10. Prirodni plin.....	23
3. Energetska politika Europske unije prema zajedničkom tržištu energije.....	26
3.1. Izazovi i prilike za razvoj energetskog sektora Republike Hrvatske.....	28
3.1.1. Geopolitički položaj i prostorne prednosti Republike Hrvatske.....	29
3.2. Hrvatski obnovljivi izvori energije.....	30
3.2.1. Alternativni izvori energije	32
4. Energetske mjere u sektoru prometa	33
4.1. Mjere za postizanje energetskih ušteda u cestovnom prometu.....	34
5. Energetski infrastrukturni projekti	37
6. Zaključak.....	40
LITERATURA.....	41

1. Uvod

Cilj ovog rada bio je istražiti relevantnu literaturu iz područja utjecaja energetskega sektora na okoliš te prikazati mjere za smanjenje negativnog utjecaja a koje se posebno odnose na veću primjenu obnovljivih izvora energije te mjere za poticanje energetske učinkovitosti u sektoru prometa.

Suvremeno gospodarstvo je nezamislivo bez obilne i stalne opskrbe energijom, što se posebno odnosi na industriju. Energija je krvotok suvremene civilizacije, te s porastom važnosti energije za gospodarstvo i geopolitika energije postaje sve značajnija geopolitička disciplina. Kako koji izvor energije dobiva stratešku važnost raste njegova geopolitička uloga i geopolitička uloga energije u cjelini. Dok je ugljen bio glavnim energetskega temeljem industrijalizacije i osnovom za proizvodnju oružja, geopolitičke prosudbe temeljile su se na zalihama i proizvodnji ugljena. Danas nafta ima strateško značenje, pa su zalihe nafte postale su najvažniji čimbenik u geopolitici energije. Geopolitičkoj ulozi nafte posve se približio prirodni plin, pa se čak u geopolitičkim prosudbama razvoja do 2030. i 2050 godine računa kako će prirodni plin, njegove zalihe, proizvodnja i međunarodni transportni putovi postati glavnim čimbenikom geopolitike energije. Sve se više koriste obnovljivi izvori energije, dok EU sve više pažnje posvećuje energetskega politici koja za cilj ima smanjiti ovisnost o ruskom plinu, potaknuti korištenje obnovljivih izvora energije, omogućiti dobavu ukapljenog plina iz SAD-a, a poseban aspekt je posvećen zaštiti okoliša. Promet troši oko 30 % energije pa se poduzimaju mjere da uštedi energija u prometnom sektoru. Razvija se infrastruktura za alternativne izvora energije kako i LNG infrastruktura. Pred europskom unijom su energetskega projekti poput sjevernog toka 2 kojemu se protivi EU komisija zbog cilja da se smanji ovisnost o ruskom plinu.

2. Obnovljivi i neobnovljivi izvori energije

Izvore energije možemo podijeliti u dvije glavne kategorije: tradicionalne obnovljive izvore energije poput biomase hidroelektrane, te na tzv. "nove obnovljive izvore energije" poput energije Sunca, energije vjetra, geotermalne energije itd. Iz obnovljivih izvora energije dobiva se 18% ukupne svjetske energije (2006), ali je većina od toga energija dobivena tradicionalnim iskorištavanjem biomase za kuhanje i grijanje čak 13% od 18%. Od velikih hidroelektrana dobiva se dodatnih tri posto energije. Prema tome, kad izuzmemo tradicionalne obnovljive izvore energije jednostavno je uračunati da takozvani "novi izvori energije" proizvode samo 2,4% ukupne svjetske energije. 1,3% otpada na instalacije za grijanje vode, 0,8% na proizvodnju električne energije i 0,3% na biogoriva. Taj udio u budućnosti treba znatno povećati jer neobnovljivih izvora energije ima sve manje, a i njihov štetni utjecaj je sve izraženiji u zadnjih nekoliko desetljeća. Sunce isporučuje Zemlji 15 tisuća puta više energije nego što čovječanstvo u sadašnjoj fazi uspijeva potrošiti. Razvoj obnovljivih izvora energije (osobito od vjetra, vode, sunca i biomase) važan je zbog nekoliko razloga¹:

- obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida (CO₂) u atmosferu. Smanjenje emisije CO₂ u atmosferu je politika Europske unije, ali i Republike Hrvatske
- povećanje udjela obnovljivih izvora energije povećava energetske održivost sustava. Također pomaže u poboljšavanju sigurnosti dostave energije na način da smanjuje ovisnost o uvozu energetske sirovine i električne energije
- očekuje se da će obnovljivi izvori energije postati ekonomski konkurentni konvencionalnim izvorima energije u srednjem do dugom razdoblju.

Energija vjetra, sunčeva energija, male hidrocentrale, i energija iz biomase su ekonomski konkurentne. Ostale tehnologije su ovisne o potražnji na tržištu da bi postale ekonomski isplative u odnosu na klasične izvore energije. Proces prihvaćanja novih tehnologija vrlo je spor, a glavni problem za instalaciju novih postrojenja je početna cijena. To diže cijenu dobivene energije u prvih nekoliko godina na razinu potpune neisplativosti u odnosu na ostale komercijalno dostupne izvore energije. Veliki udio u proizvodnji energije iz obnovljivih

¹ http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html, preuzeto 20.6.2018.

izvora rezultat je ekološke osviještenosti stanovništva, koje usprkos početnoj ekonomskoj neisplativosti instalira postrojenja za proizvodnju "čiste" energije. godine. Države članice Europske unije (EU) zadale su si još jedan ambiciozan cilj da povećaju udio obnovljivih izvora energije na 20% cjelokupne potrošnje energije u EU do 2020 g. Zbog financijske krize koja je zahvatila EU 2009 g., vjerojatno je da plan neće biti proveden u potpunosti. Sunčeva radijacija glavni je pokretač većine obnovljivih izvora energije, ali ima i nekoliko izvora koji ne potječu od nje. To su geotermalna energija i energija koju možemo dobiti od plime i oseke.

U Europskoj Uniji 58% primarne energije dobivene od obnovljivih izvora energije dolazi iz drva. Tu veliki udio ima tradicionalno iskorištavanje potencijala šuma. U Francuskoj se proizvodi najviše primarne energije iz drva. Iako toplinska potrošnja (grijanje kuća, grijanje vode) predstavlja glavni dio proizvodnje energije, dio energije drva se pretvara i u električnu energiju što je i najvažnija prerada.

2.1. Biomasa

Biomasa je jedan od obnovljivih izvora energije, a označava biološki materijal nastao od živih organizama poput drva i otpada. U biomasu se također ubrajaju biljni i životinjski materijali korišteni prilikom proizvodnje raznih vlakana i kemikalija. Biomasa se koristi za generiranje topline koja se može između ostalog i za proizvodnju električne energije. Potrebno je postići kontinuiranu eksploataciju u smislu da se količina biomase koja se koristi prilagodi količini biomase koja se obnovi kroz rast biljki u istom vremenskom periodu. Energija biomase dobiva se iz pet različitih izvora: drvene mase, smeća, raznih otpada, otpadnih plinova i alkoholnih goriva. Biomasa može biti relativno jednostavno konvertirana u upotrebljive izvore energije poput metana ili goriva za transport poput etanola i biodizela. Postoje razne tehnologije iskorištavanja energije iz biomase: direktno za grijanje, pretvorba topline u električnu energiju, pretvorba u neki drugi oblik goriva poput tekućih biogoriva ili zapaljivog bioplina. Biomasa svakim danom postaje sve popularnija i prihvaćenija diljem svijeta. Biomasa je danas jedan od najvećih obnovljivih izvora energije, zajedno s korištenjem energije vode i vjetra za proizvodnju korisne energije. Za razliku od ostalih obnovljivih izvora energije biomasa ima jednu veliku prednost - može se proizvoditi gotovo svugdje na planetu.

Mnoge energetske studije pokazuju da bi biomasa mogla postati jedan od najvažnijih izvora energije u budućnosti, tj. izvor energije nad kojim se može izgraditi ekonomija čiste energije.

Glavne prednosti biomase su²:

- 1. Biomasa je obnovljivi izvor energije - Najočitija prednost biomase je činjenica da se ne može u potpunosti potrošiti kao što je to slučaj s fosilnim gorivima. Biomasa većinom dolazi iz biljaka, pa dok je biljaka postojati će i biomasa kao mogući izvor energije.
- 2. Biomasa pomaže u borbi protiv klimatskih promjena - Biomasa pomaže smanjiti ukupne emisije stakleničkih plinova u atmosferu i time znatno pridonosi u borbi protiv klimatskih promjena. Glavna razlika biomase u odnosu na fosilna goriva kod ispuštanja stakleničkih plinova je u zatvorenom ugljičnom ciklusu kod biomase. To se manifestira iz činjenice da prilikom rasta biljke uzimaju iz atmosfere ugljični dioksid i da prilikom sagorijevanja to ispuštaju. Kod fosilnih goriva radi se o jednosmjernom procesu gledano iz perspektive životnog vijeka - ugljični dioksid se samo ispušta, nema procesa vraćanja natrag u zemlju.
- 3. Čišći okoliš - Treća velika prednost biomase je mogućnost pročišćavanja okoliša prilikom njezinog korištenja. U svijetu se stvara sve veća količina otpada i velika količina otpada završi u prirodi, rijekama, potocima, morima i oceanima i time se stvara veliki negativni utjecaj na ekologiju i ljudsko zdravlje. Veći dio ovog otpada mogao bi se iskoristiti za proizvodnju energije iz biomase i time bi se bacanje tog otpada direktno u prirodu znatno smanjilo.
- 4. Biomasa je široko dostupan izvor energije - Biomasa je široko i jednostavno dostupan izvor energije, te postoji u određenom obliku gdje god pogledamo i samim time i potencijalna proizvodnja energije moguća je gotovo bilo gdje, pa je to jedna od najvećih prednosti biomase pred fosilnim gorivima. Jednom kad svijet potroši zalihe fosilnih goriva biomasa će postati još atraktivniji izvor energije.

Usprkos ovim prednostima, nekontrolirano korištenje biomase moglo bi rezultirati većom štetom za okoliš nego da se jednostavno koriste fosilna goriva. Glavni razlog tome je što su fosilna goriva neaktivni prirodni čimbenik i njihovom eksploatacijom ne nastaje biološka

² http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html, preuzeto 22.6.2018.

rupa, kao što to nastaje recimo sječom šuma, pa je izuzetno važno da se biomasa koristi na održiv način. Primjer korištenja biomase je proizvodnja biogoriva. Jedan od većih problema koji može nastati i koji se mora spriječiti je konkurencija između proizvodnje hrane i proizvodnje energije.

Bez obzira koji se način korištenja biomase koristio mora se zadovoljiti glavni kriterij obnovljivosti - količina biomase koja se koristi mora biti jednaka količini biomase koja se obnavlja u prirodi, jer inače nema održivosti.

2.1.1. Biogorivo

Sve veća potražnja za energijom i potreba za ekološki prihvatljivijim gorivima koja bi zamijenila za okoliš vrlo štetna fosilna goriva glavni su pokretači raznih istraživanja alternativnih goriva. Jedna od najpopularnijih alternativnih goriva na tržištu u zadnje vrijeme su biogoriva koja u zadnje vrijeme bilježe znatan rast popularnosti. Biogorivo je gorivo koje je nastalo obradom raznih biljaka ili algi.

Postoje dvije osnovne prednosti biogoriva nad fosilnim gorivima: količina biogoriva koja se može proizvesti nije ograničena za razliku od fosilnih goriva i činjenica je da ukupni ugljični otisak biogoriva gotovo jednak nuli zbog zatvorenog ugljičnog kruga. To znači da se time ne povećava ukupna količina ugljičnog dioksida u atmosferi, za razliku od otvorenog ugljičnog ciklusa fosilnih goriva. Na temelju ovih prednosti mnogi znanstvenici smatraju da su biogoriva trenutno jedini kandidat za zamjenu fosilnih goriva.

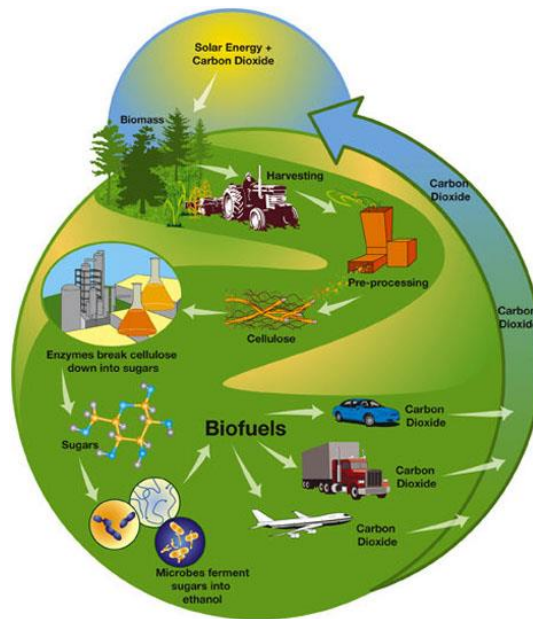
Prvi ozbiljniji koraci ka masovnoj proizvodnji biogoriva uključivali su kukuruz i razne žitarice kao ulaz u proces. To je naravno stvorilo razne kontroverze i u znanstvenim i u socijalnim krugovima. Kritičari ove metode tvrde da je korištenje kultura koje se mogu iskoristiti za prehranu opasno i da bi pretvaranje hrane u gorivo moglo značajno oštetiti trenutna tržišta hrane. Osobito ovo nije dobro rješenje kad se pogledaju statistike i vidi da gotovo milijarda ljudi u svijetu živi u gladi ili na rubu gladi. Uzevši ovo u obzir, istraživači su se prebacili na kreiranje procesa proizvodnje biogoriva iz biljaka koje nemaju nikakvu vrijednost na tržištima hrane.

Mnoga proučavanja proizvodnje biogoriva u SAD-u trenutno su koncentrirana na proso trave, jer je to jedna od dominantnijih vrsta u prerijama centralne Sjeverne Amerike i može se naći gotovo svugdje od Kanade do Meksika. Glavne prednosti proso trave su iznimno brz rast u gotovo svim klimatskim prilikama i ne zahtijeva iznimno plodna tla koja su potrebna za ostale kulture. Usprkos ovim važnim prednostima još uvijek ostaje pitanje gdje će se uzgajati ove trave, jer će biti potrebne velike površine da bi se zadovoljio veliki udio biogoriva u svjetskim razmjerima, pa su ekolozi zabrinuti da bi se mogla pokrenuti velika kampanja deforestacije s ciljem oslobađanja dovoljnog prostora za sadnju proso trava.

Potrebno je još spomenuti i da proizvodnja biogoriva postaje sve atraktivnija alternativa fosilnim gorivima u zemljama u razvoju koje si ne mogu priuštiti uvoz nafte kad cijene postanu velike. Npr. Kambodža se u potpunosti oslanja na skupa uvozna goriva da bi osigurala električnu energiju za svoje stanovnike. Da bi se smanjio utjecaj uvoznih goriva i dugoročno riješio problem proizvodnje energije, Kambodža može početi koristiti biljku jatrophu koja u velikim količinama raste diljem zemlje, a vrlo lako se može skupiti i pretvarati u biogoriva. Kambodža nije jedina zemlja s prirodno dostupnim resursima za proizvodnju biogoriva, mnoge države bi od toga mogle imati znatne koristi. Naravno, kod proizvodnje biogoriva sve je važnije sprečavanje raznih lobija da koriste biljke koje se mogu koristiti za hranu ljudima. Takvim lobijima nije važna činjenica da cijena hrane raste ako se hrana počne pretvarati u gorivo i samim time hrana postaje sve nedostupnija. Biogoriva definitivno imaju veliki potencijal potpuno zamijeniti fosilna goriva u nekim dijelovima svijeta, ali samo uz neka stroga pravila: proizvodnja biogoriva ne smije utjecati na proizvodnju hrane i ne smije stvoriti probleme deforestacije.³

³ <http://www.izvorienergije.com/bioenergija.html>, preuzeto 24.6.2018.

Slika 1. Primjer korištenja biomase: proizvodnja biogoriva.



Izvor: http://www.izvorienergije.com/news/proizvodnja_biomase_mora_postati_odrziva.html, preuzeto 24.6.2018.

Biogoriva su sastavljena od dva različita sektora: etanol i biodizel goriva. Etanol se koristi kao dodatak za benzinske motore, a biodizel kao dodatak za dizelske motore. Neki motori dopuštaju upotrebu čistog etanola ili biodizela, ali to je ograničeno državnim regulativama.

2.1.2. Bioplin

Biomasa se može izravno pretvarati u energiju izgaranjem te tako proizvesti vodena para za grijanje u industriji i kućanstvima te dobivati električna energija u malim termoelektranama. Fermentacija u alkohol zasad je najrazvijenija metoda kemijske konverzije biomase. Bioplin nastao fermentacijom bez prisutnosti kisika sadrži metan i ugljik te se može upotrebljavati kao gorivo, a ostali suvremeni postupci korištenja energije biomase uključuju i pirolizu, rasplinjavanje te dobivanje vodika. Glavna je prednost biomase u odnosu na fosilna goriva manja emisija štetnih plinova i otpadnih voda. Dodatne su prednosti zbrinjavanje i iskorištavanje otpada i ostataka iz poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije, smanjenje uvoza energenta, ulaganje u poljoprivredu i nerazvijena područja i povećanje sigurnosti

opskrbe energijom. Između 1990. i 2000. godine kontinuirano se povećavao broj elektrana na bioplin. Danas ima oko 3000 elektrana u Europi, a treba im dodati i 450 odlagališta smeča koja valoriziraju bioplin. Godišnja proizvodnja tih pogona je oko 2304 ktoe, a to je oko 5% od ukupno proizvedene energije od biomase u Europi. Ujedinjeno kraljevstvo je vodeći proizvođač korisne energije iz bioplina sa 897 ktoe ili 39% europske proizvodnje. Ta energija dobiva se iz više od 400 postrojenja. Njemačka je na drugom mjestu sa 525 ktoe u 2000. godini. Najveći napredak u Njemačkoj proizlazi iz bioplina dobivenog agrikulturom. U 2000. uključeno je 400 dodatnih takvih pogona i sad ih ima 1050. Na trećem mjestu je Francuska sa 167 ktoe godišnje proizvodnje. Cilj Europske Unije je 15 Mtoe proizvedene bioplinom. Da bi se to postiglo potreban je godišnji rast od bar 30%.⁴

Predviđa se da će do sredine stoljeća u svijetu udjel biomase u potrošnji energije iznositi između 30 i 40 posto. Švedska je npr. 1998. dobivala iz korištenja biomase 18% energije, a Finska 10%. Prema dokumentima EU predviđa se da će proizvodnja energije iz biomase u odnosu na ostale obnovljive izvore energije 2010. iznositi 73%. Ukrajina ima instalirane kapacitete od 320 MW za dobivanje struje upravo korištenjem biomase. U Hrvatskoj za sada još nije dovoljno razvijen sustav iskorištavanja bioenergije.

2.2. Energija vjetra

Energija vjetra je obnovljivi izvor energije na svijetu s najvećim porastom korištenja. Kao i svi ostali izvori energije tako i energija vjetra ima i pozitivne i negativne strane. Prema istraživanjima najveći problem elektrana na vjetar je efikasnost, a to rezultira još manjom kompetitivnošću u odnosu na fosilna goriva. Prihvatljiva norma za farme vjetrenjača odnosno elektrane na vjetar je između 25% i 30%. Energija vjetra još je uvijek relativno skupa opcija u usporedbi s fosilnim gorivima, ali to nije zaustavilo razvoj industrije energije vjetra u svijetu.⁵

⁴<http://www.izvorienergije.com/bioenergija.html>, preuzeto 24.6.2018.

⁵ http://www.izvorienergije.com/energija_vjetra.html, preuzeto 28.6.2018.

Slika 2. Vjetroelektrane.



Izvor:<https://bit.ly/2xlajbW>, preuzeto 28.6.2018.

2.3. Solarna energija

Solarna energija je obnovljivi izvor energije. Sunce je neposredno ili posredno, izvor gotovo sve raspoložive energije na Zemlji. Sunčeva energija potječe od nuklearnih reakcija u njegovom središtu, gdje temperatura doseže 15 milijuna °C. Radi se o fuziji, kod koje spajanjem vodikovih atoma nastaje helij, uz oslobađanje velike količine energije. Solarna energija može se direktno konvertirati u toplinsku ili u električnu energiju tj. u korisne oblike energije. Električna energija je najkorisniji oblik energije današnjem čovječanstvu jer se može jednostavno pretvoriti u koristan rad. Solarna energija je „motor“ iza gotovo svih obnovljivih izvora energije. Sekundarni izvori energije koje pokreće solarna energija, poput energije vjetra, energije valova, hidroenergije i biomase, čine većinu obnovljivih izvora energije na zemlji. Geotermalna energija i energija plime i oseke nisu sekundarni proizvod solarne energije jer bi postojale i bez solarnog zračenja. Noću i za vrlo oblačnih dana solarna energija nije potpuno dostupna, pa su potrebni sustavi za spremanje energije koji se pune kad je energija dostupna. Solarna energija može se spremati u različitim oblicima, ali najpopularniji su konverzija u toplinsku energiju, spremanje u baterijama i akumulatorima te „*pumped*

storage“ sustavi za pumpanje vode na više mjesto kad postoji dovoljno energije i korištenje te vode kad solarna energija nije dostupna. Solarna energija je također i vrlo čist izvor energije jer nakon instalacije nema štetnih emisija ili zagađenja nastalog zbog upotrebe solarnih panela ili solarnih ćelija.

Postoje tri osnovne vrste solarne energije⁶:

- Solarni paneli - Izravna pretvorba solarne energije u toplinu. Većinom se koristi za grijanje vode
- Koncentriranje solarne energije - Usmjeravanje solarnog zračenja upotrebom polja zrcala u jednu točku u kojoj se tekućina zagrijava na visoku temperaturu, te se onda koristi za proizvodnju električne energije. Ovo je osnovni način rada u današnjim solarnim elektranama
- Solarne ćelije - pretvorba solarne energije direktno u električnu energiju

Procjenjuje se da površina zemlje prima otprilike 100.000 TW solarne snage u svakom trenutku. Solarna energija je glavni izvor energije za satelite i svemirske sonde nakon lansiranja. Na primjer, najnoviji GPS sateliti (*Block IIR*) koriste solarne ćelije snage 1136 vata. Solarne ćelije se gotovo uvijek koriste u kombinaciji s baterijama da bi se izbjegao ispad napajanja kad satelit ili sonda nije u položaju od kud se vidi Sunce. Otprilike 30% ukupne potrošnje energije svodi se na grijanje vode, što znači da možemo znatno smanjiti ovisnost o vanjskim izvorima energije upotrebom solarnih panela. Solarna energija je vrlo čist izvor energije nakon instalacije. Solarna energija će se u budućnosti znatno više koristiti jer se očekuju rezultati znanstvenih istraživanja koji bi trebali smanjiti cijenu i povećati efikasnost ovoga izvora energije. U godinama provedenim u Vatikanu, Leonardo Da Vinci (1452 - 1519) je planirao industrijsku upotrebu solarne energije koristeći konkavna ogledala koja bi usmjeravala solarno zračenje i grijala vodu.

⁶ http://www.izvorienergije.com/energija_cinjenice/cinjenice_solarna_energija.html, preuzeto 29.6.2018.

Slike 3. Solarna elektrana.



Izvor. <https://bit.ly/2IS6SL5>, preuzeto 30.6.2018.

2.4. Energija valova

Prema podacima Svjetskog eneretskog vijeća (*WEC, World Energy Council*) mnoge od najboljih lokacija na svijetu za iskorištavanje energije valova nalaze se na južnoj obali Australije. Znanstvenici su kreirali kartu potencijala energije valova za južnu obalu Australije od Geraldtona u Zapadnoj Australiji do Kraljevog otoka u Tasmaniji i označili najbolja mjesta za proizvodnju električne energije iz energije valova. Prema znanstvenicima u južnoj Australiji može se od energije valova proizvesti pet puta više električne energije od trenutne potrošnje cijele Australije.

Doktor Mark Hemer sa Centra za Australijska vremenska i klimatska istraživanja (*Centre for Australian Weather and Climate Researches*) kaže: „Ako pogledamo održive izvore energije duž južne obale, a gledamo između Geraldtona u Zapadnoj Australiji i južnih dijelova Tasmanije, onda vidimo održivi izvor energije u obliku energije valova koji je pet puta veći od trenutne potrošnje električne energije u Australiji“.⁷

⁷ http://www.izvorienergije.com/energija_oceana.html, preuzeto 30.6.2018.

Energija valova je još uvijek u vrlo ranim fazama razvoja - trenutno je na svijetu u produkcijskim okruženjima instalirano tek oko četiri megavata snage. Kad usporedimo tih četiri megavata s 200.000 MW instaliranih kapaciteta za iskorištavanje energije vjetra vidimo da je energija valova još uvijek daleko od ekonomske isplativosti. Masovnom proizvodnjom cijene bi znatno pale i samim time bi energija valova postala izuzetno zanimljiva ulagačima.

Ranije ove godine kompanija OceanLinx instalirala je 2,5 MW pokaznu elektranu na energiju valova u blizini Port Kembala-e u istočnoj Australiji. Elektrana je instalirana oko 100 metara od glavne luke i jedna je od prvih elektrana na valove koja je spojena na električnu mrežu. Iako je dizajnirana kao kratkoročni pokazni projekt, ova instalacija je potvrdila da energija valova može biti iskorištena za proizvodnju električne energije s kvalitetom koju podrazumijeva veza na električnu mrežu.

Energija valova je po definiciji korištenje površinskih valova u svrhu odrađivanja korisnog rada, npr. generiranje električne energije, desalinizacija vode ili pumpanje vode u rezervoare. Energija valova trenutno nije široko rasprostranjena iako se s tom tehnologijom radi već od 1890 godine. Prva komercijalna farma elektrana na energiju valova otvorena je 2008 kod Aguçadora Wave Parka blizu Póvoa de Varzim u Portugalu. Imala je ukupno instalirani kapacitet od 2,25 MW. U studenom iste godine generatori su izvađeni iz mora, a u ožujku 2009 godine projekt je zaustavljen na neodređeno vrijeme. Druga faza projekta u kojoj je trebalo povećati kapacitet na 21 MW je u pitanju zbog povlačenja nekih partnera s projekta.

Slika 4. Elektrana na morske valove.



Izvor: <https://bit.ly/2kuvIGr>, preuzeto 5.7.2018.

2.5. Energija plime i oseke

Energija plime i oseke je obnovljiva jer nastaje zbog gravitacijskog međudjelovanja Mjeseca i Sunca sa Zemljom, pa se kao takva uvijek iznova obnavlja. Iz tog razloga se uvijek može točno predvidjeti kada će se plima pojaviti, te se time taj oblik energije jako razlikuje od većine ostalih obnovljivih izvora, što je dobro jer možemo točno planirati proizvodnju elektrana na plimu i oseku godinama unaprijed. Ali elektrane na plimu i oseku nikada ne mogu raditi konstantno, nego samo do iduće pojave plime.

Postoje dvije mogućnosti iskorištavanja energije plime i oseke, putem plimnih brana ili iskorištavanjem plimnih tokova.

Plimne brane su postrojenja vrlo slična akumulacijskim hidroelektranama, jer se i kod njih gradi brana ili pregrada preko estuarija ili zaljeva s dovoljno velikom plimom, a minimalna potrebna razlika plime i oseke da takvo postrojenje bude isplativo je pet metara. Brana služi za skupljanje i postepeno ispuštanje vode kada se plima počne povlačiti, te se otvaranjem zapora i postepenim propuštanjem vode kroz zapor na turbine proizvodi električna energija. Energija se može proizvoditi u oba smjera, ali tada se smanjuje efikasnost i ekonomičnost projekta.

Plimni tokovi su veliki obujmi vode koji teku oceanima zbog gibanja plime i oseke. Taj efekt se najčešće primjećuje u pličinama gdje postoje prirodna suženja na kojima se brzina vode značajno povećava. Sama tehnologija pretvorbe ove energije je slična tehnologiji za pretvorbu energije vjetra, osim što su turbine u vodi podložne puno većim silama i momentima zbog toga što voda ima 800 puta veću gustoću od zraka i njeno gibanje je u prosjeku puno sporije od gibanja zraka. Nažalost, ta tehnologija je još u svojim začecima. Prednost ovakvog korištenja plime i oseke u odnosu na plimne brane je puno manji utjecaj na okoliš, jer su sami proizvodni pogoni smješteni pod vodom. Jedan od glavnih problema je problem održavanja.

Energija se može iskoristiti na dva načina, pomoću plimnih ograda ili plimnih turbina.

Plimne ograde su jedan oblik plimnih brana, a prednost im je mogućnost smještanja generatora i transformatora iznad površine vode. Plimne turbine se smještaju pod vodu, pa zauzimaju puno manje prostora i ne utječu toliko na okoliš kao ograde i brane. Najbolje rade na područjima gdje je brzina toka vode uslijed izmjene plime i oseke 2-2.5 m/s.

Postoji i još jedna nova tehnologija za iskorištavanje plime i oseke koja je u svojim začecima, a naziva se Stingray. Radi na principu paralelnog spoja kao kod hidroaviona. Kut krila oscilira naspram toka plime pri čemu se ista pomiču gore - dolje. Time se produljuje odnosno skraćuje

hod klipa u cilindru, kojim se stavlja ulje pod visoki tlak i pokreće se hidraulički motor, koji pak vrti električni generator.

Energija valova je kinetička energija gibanja oceana uslijed osciliranja visine površine vode uz određenu frekvenciju. Valovi svoju energiju pobijaju puhanjem vjetra preko morske površine, te su kao izvor energije dostupni u svakom trenutku, ali mijenjaju svoj intenzitet. Tehnologije koje koriste energiju valova za proizvodnju električne energije ovise o vertikalnom gibanju valova. Postoje tehnologije koje se mogu implementirati na obali, u blizini obale, ali i na otvorenom moru. Najrazvijenije tehnologije su u ovom trenutku terminatori, atenuatori i točkasti apsorberi.

Terminatori su uređaji koji su orijentirani vertikalno prema smjeru vala. Imaju stacionarnu komponentu i komponentu koja se giba. Gibajuća komponenta se kreće u smjeru gore - dolje. To gibanje vrši pritisak na ulje ili zrak u stacionarnoj komponenti koji onda djeluju na pokretanje turbine. Trenutno postoje tri poznatija rješenja terminatora: oscilirajuća visina vodenog stupca, preljevni uređaj i Salterova patka.

Atenuatori su uređaji koji su paralelno orijentirani prema smjeru vala. Najpoznatiji primjer je Pelamis, serija dugačkih cilindričnih plutajućih uređaja koji su međusobno spojeni te pričvršćeni za morsko dno. Cilindrični dijelovi pokreću hidraulički bat u sekcijama gdje se spajaju, a batovi pokreću električni generator. Generatori šalju električnu energiju putem kablova morsko dno, i onda dalje prema obali.

Točkasti apsorberi apsorbiraju energiju iz valova koji dolaze iz bilo kojeg smjera. U vertikalnoj cijevi smještenoj ispod površine vode valovi ulaze i pokreću klip, tj. plutajući disk koji je spojen na cijevnu pumpu. Klip se giba gore - dolje, pri čemu povećava tlak morske vode u cijevi. Ta voda pod tlakom pokreće ugrađenu turbinu koja je spojena na električni generator. Kablovima se električna energija šalje na morsko dno, a od tamo dalje na obalu.⁸

⁸ http://www.izvorienergije.com/energija_oceana.html, preuzeto 10.7.2018.

2.6. Geotermalna energija

Potencijal geotermalne energije je ogroman, ima je 50000 puta više od sve energije koja se može dobiti iz nafte i plina širom svijeta. Geotermalni resursi nalaze se u širokom spektru dubina, od plitkih površinskih do više kilometara dubokih rezervoara vruće vode i pare koja se može dovesti na površinu i iskoristiti. U prirodi se geotermalna energija najčešće pojavljuje u formi vulkana, izvora vruće vode i gejzira. U nekim zemljama se geotermalna energija koristi već tisućljećima u obliku toplica odnosno rekreacijsko-ljekovitog kupanja. No razvoj znanosti nije se ograničio samo na područje ljekovitog iskorištavanja geotermalne energije već je iskorištavanje geotermalne energije usmjerio i prema procesu dobivanja električne energije te grijanju kućanstava i industrijskih postrojenja. Grijanje zgrada i iskorištavanje geotermalne energije u procesu dobivanja struje, glavni su ali ne i jedini načini iskorištavanja te energije. Geotermalna energija također se može iskoristiti i u druge svrhe kao što su primjerice u proizvodnji papira, pasterizaciji mlijeka, plivačkim bazenima, u procesu sušenja drveta i vune, planskom stočarstvu, te za mnoge druge svrhe. Glavni nedostatak prilikom iskorištavanja geotermalne energije je da nema puno mjesta na svijetu koja su izuzetno pogodna za eksploataciju. Najpogodnija su područja na rubovima tektonskih ploča, tj. područja velike vulkanske i tektonske aktivnosti.

Jedan od najzanimljivijih oblika iskorištavanja geotermalne energije je proizvodnja električne energije. Tu se koriste vruća voda i para iz Zemlje za pokretanje generatora, pa prema tome nema spaljivanja fosilnih goriva i kao rezultat toga nema niti štetnih emisija plinova u atmosferu, ispušta se samo vodena para. Dodatna prednost je u tome što se takve elektrane mogu implementirati u najrazličitijim okruženjima, od farma, osjetljivih pustinjskih površina pa sve do šumsko-rekreacijskih područja. Vruća para i voda koriste se za pokretanje turbina generatora, a iskorištena voda i kondenzirana para vraćaju se natrag u izvor. Princip rada je jednostavan: hladna voda upumpava se na vruće granitne stijene koje se nalaze blizu površine, a van izlazi vruća para na iznad 200 °C i pod visokim pritiskom i ta para onda pokreće generatore.

Trenutno se koriste tri osnovna tipa geotermalnih elektrana⁹:

- Princip suhe pare (*Dry steam*) - koristi se iznimno vruća para, tipično iznad 235 °C. Ta para se koristi za direktno pokretanje turbina generatora. Ovo je najjednostavniji i

⁹http://www.izvorienergije.com/geotermalna_energija.html, preuzeto 15.7.2018.

najstariji princip i još uvijek se koristi jer je to daleko najjeftiniji princip generiranja električne energije iz geotermalnih izvora. Spomenuta prva geotermalna elektrana na svijetu u Landerello-u koristila je taj princip. Trenutno se najveća elektrana koja koristi „Dry steam“ princip nalazi u sjevernoj Kaliforniji i zove se The Geysers, a proizvodi električnu energiju još od 1960 godine. Količina proizvedene električne energije iz tog postrojenja još uvijek je dovoljna za opskrbu grada veličine San Francisco-a.

- Flash princip (*Flash steam*) - koristi se vruća voda iz geotermalnih rezervoara koja je pod velikim pritiskom i na temperaturama iznad 182 °C (360 °F). Pumpanjem vode iz tih rezervoara prema elektrani na površini smanjuje se tlak pa se vruća voda pretvara u paru u pokreće turbine. Voda koja se nije pretvorila u paru vraća se natrag u rezervoar zbog ponovne upotrebe. Većina modernih geotermalnih elektrana koristi ovaj princip rada.
- Binarni princip (*Binary cycle*) - Voda koja se koristi u kod binarnog principa je hladnija od vode koja se koristi kod ostalih principa generiranja električne energije iz geotermalnih izvora. Kod binarnog principa vruća voda se koristi za grijanje tekućine koja ima znatno nižu temperaturu vrelišta od vode, a ta tekućina isparava ne temperaturi vruće vode i pokreće turbine generatora. Prednost tog principa je veća efikasnost postupka, a i dostupnost potrebnih geotermalnih rezervoara je puno veća nego kod ostalih postupaka. Dodatna prednost je potpuna zatvorenost sistema budući da se upotrijebljena voda vraća natrag u rezervoar pa je gubitak topline smanjen, a gotovo da i nema gubitka vode. Većina planiranih novih geotermalnih elektrana koristiti će ovaj princip.

Princip koji će se koristiti kod izgradnje nove elektrane ovisi o vrsti geotermalnog izvora energije, tj. o temperaturi, dubini i kvaliteti vode i pare u odabranoj regiji. U svim slučajevima kondenzirana para i ostaci geotermalne tekućine vraćaju se natrag u bušotinu i time se povećava izdržljivost geotermalnog izvora.

Island je država koja najviše koristi svoj prirodni položaj za iskorištavanje geotermalne energije. Drugi zanimljivi oblik iskorištavanje geotermalne energije je grijanje. Najveći geotermalni sistem koji služi za grijanje nalazi se na Islandu, odnosno u njegovom glavnom gradu Reykjavik-u u kojem gotovo sve zgrade koriste geotermalnu energiju, te se čak 89% islandskih kućanstava grije na taj način. Iako je Island uvjerljivo najveći iskorištavač geotermalne energije po glavi stanovništva sa spomenutih 89% svih islandskih kućanstava

koja se griju na taj način, nije usamljen na području iskorištavanja geotermalne energije. Geotermalna energija se uvelike iskorištava i u područjima Novog Zelanda, Japana, Italije, Filipina te i nekih dijelova SAD-a kao što je San Bernardino u Kaliforniji te u glavnom gradu Idaho-a Boise-u.

Toplinske pumpe su još jedna od upotreba geotermalne energije. Toplinske pumpe troše električnu energiju za cirkulaciju geotermalne tekućine, a ta tekućina kasnije se koristi za grijanje, hlađenje, kuhanje i pripremu tople vode i na taj način znatno se smanjuje potreba za električnom energijom.

Slika 5. Geotermalna elektrana na Islandu.



Izvor:<https://bit.ly/2tahFtE>, preuzeto 17.7.2018.

2.7. Nuklearna energija

Značajno mjesto kod ukupne svjetske potrošnje energije i dalje zauzima nuklearna energija, bez obzira na havariju Fukushima i Černobilukoje su znatno pogoršale sliku nuklearne energije u javnosti. Nuklearna elektrana je postrojenje koje pretvara energiju mase u električnu energiju. Masa se pretvara u energiju procesom koji je opisan Einstein-ovom formulom $E=mc^2$ po kojoj je oslobođena energija jednaka konvertiranoj masi (m) puta

kvadrat brzine svjetlosti (c). Nuklearne elektrane, elektrane na koncentriranu solarnu energiju, elektrane na geotermalnu energiju i elektrane na fosilna goriva imaju slični princip rada, jedino je izvor topline drugačiji. Nuklearne elektrane uobičajeno koriste obogaćeni uran U-235 kao gorivo. Nuklearna elektrana dijeli atome urana u lakše elemente u procesu koji se zove nuklearna fisija, a rezultat tog procesa je ogromna količina oslobođene energije u obliku topline. Da bi se oslobodila dovoljna količina energije nužno je koristiti moderator nuklearne reakcije tj. tešku vodu. Teška voda koja se nalazi unutar reaktora skuplja tu energiju u obliku topline i prenosi je do rezervoara koji sadrži običnu vodu. Obična voda tom se prilikom pretvara u paru koja pokreće turbine rotora generatora električne energije. Najveći izazov kod korištenja nuklearne energije je odlaganje nuklearnog otpada jer otpad ostaje radioaktivan više stotina, pa i tisuća godina, pa je potrebno osigurati sigurno mjesto za čuvanje otpada.¹⁰

Slika 6. Nuklearna elektrana.



Izvor: http://www.izvorienergije.com/pictures/news/2012/typical_nuclear_power_plant.jpg, preuzeto 12.7.2018.

¹⁰http://www.izvorienergije.com/nuklearna_energija.html, preuzeto 12.7.2018.

2.8. Ugljen

Ugljen je nastao prije 300 milijuna godina od taloženja ogromnih količina biljaka. Milijunima godina preko tih ostataka taložilo se blato koje je stvaralo veliku toplinu i pritisak, a to su idealni uvjeti za nastanak ugljena. Danas se ugljen većinom nalazi ispod sloja stijena i blata, a da bi se došlo do njega probijaju se rudnici. Dvije najvažnije upotrebe ugljena su proizvodnja čelika i električne energije. Ugljen daje oko 23% ukupne primarne energije u svijetu. 38% generirane električne energije u svijetu dobiveno je od ugljena. Za oko 70% proizvodnje čelika u svijetu potreban je ugljen kao ključni sastojak. Od svih fosilnih goriva ugljena ima najviše, a ima i najdužu povijest upotrebe. Industrijska revolucija bila je prvi pravi pokretač upotrebe ugljena.

Gledano iz ekološkog aspekta, ugljen je najopasniji izvor energije, jer je kao i svi fosilni izvori energije, najvećim dijelom sačinjen od ugljika i vodika. Kad ugljen sagorijeva, nečistoće poput sumpora i dušika se otpuštaju u atmosferu, gdje se zatim spajaju sa parom što stvara kisele kiše. Ugljen je najvećim dijelom sačinjen od ugljika. Kad ugljen sagorijeva ugljik se miješa sa kisikom iz zraka i na taj način formira ugljični dioksid, za koji većina znanstvenika vjeruje da uzrokuje globalno povećanje temperature. Zbog toga je ugljen vrlo prljav izvor energije, ali u zadnjih 20 godina znanstvenici su razvili tehnologije koje mogu pročititi 99% sitnih čestica i ukloniti 95% nečistoća koje prouzrokuju kisele kiše. Također postoje tehnologije koje smanjuju emisiju ugljičnog dioksida u atmosferu efikasnijim sagorijevanjem ugljena. Većinu tih tehnologija financirale su vlade SAD-a i Kanade zbog velikih problema sa kiselim kišama. Najčišća primjena ugljena za dobivanje energije je pretvaranje u plin. Unutar velike metalne posude ugljen se zagrije i polije vodom. Na taj način se dobije plin tj. smjesa ugljičnog monoksida i vodika. Tim postupkom se iz ugljena uklanja većina nečistoća, pa prilikom spaljivanja ne dolazi do znatnog onečišćenja okoline. Kao primjer pročišćavanja ugljena može se uzeti eliminacija sumpora. Količina sumpora u ugljenu jako ovisi o nalazištu. U nekim nalazištima ima oko 10% sumpora u ugljenu, a postoje i nalazišta sa manje od 1% sumpora. Jedna od metoda za pročišćavanje ugljena je usitnjavanje i jednostavno ispiranje, ali trenutne tehnologije su preskupe za masovnu primjenu. Zbog toga u svim modernim elektranama na ugljen postoje uređaji koji uklanjaju sumpor iz plinova nakon sagorijevanja, a prije nego odu u atmosferu. Usprkos svim postupcima pročišćavanja, jedan dio nečistoća izlazi u atmosferu i uništava prirodu.

U zadnje vrijeme nema značajnijih promjena u potrošnji ugljena, jer su tehnologije za iskorištavanje dostigle zrelost, pa nema velikih mogućnosti napretka. Prema grubim predviđanjima ugljena ima za još oko 200 godina iskorištavanja današnjim tempom. To znači da u bližoj budućnosti neće biti problema sa opskrbom ugljenom, ali bi moglo biti problema zbog ekonomskih i ekoloških aspekata iskorištavanja te energije. Europa ima oko 25% svjetskih zaliha ugljena, a rezerve su dominantno su podijeljene na Njemačku (21%) i Rusiju (50%). Najveći napredak u proizvodnji i potrošnji na kraju 20. stoljeća dogodio se u Kini. Kina je još uvijek vodeća država po proizvodnji i potrošnji ugljena. Pad proizvodnje prouzročen je rekonstrukcijom Kineske industrije za proizvodnju ugljena. SAD su povećale proizvodnju na 975 milijuna tona, ali je sve manje ugljena raspoloživo za izvoz. Manjak vlastite proizvodnje SAD podmiruju bilateralnim ugovorom između njih i Kanade. SAD uvoze i ugljen iz Kolumbije zbog jeftinog transporta do obale.

2.9. Nafta

Nafta je nastala od ostataka biljaka i životinja koje su živjele prije stotina milijuna godina u vodi. Ostatke su prekrili mulj i pijesak, te su pod velikim pritiscima i temperaturama nastali sirova nafta i prirodni plin. Danas je potrebno bušiti kroz debele slojeve pijeska, mulja i stijena da bi došli do nalazišta nafte. Prije bušenja znanstvenici i inženjeri proučavaju sastav stijena. Ako sastav stijena ukazuje na moguće nalazište nafte počinje bušenje. Veliki problem prilikom bušenja i transporta je mogućnost isticanja nafte u okoliš. Nove tehnologije omogućavaju povećanje preciznosti kod pronalaženja nafte, a to rezultira manjim brojem potrebnih bušotina. Od 1990. godine vrijedi zakon da svaki novi izgrađeni tanker mora imati dvostruku oplatu da bi se spriječio izljev nafte u more prilikom havarije. Usprkos svim poboljšanjima tehnologije bušenja i transporta još uvijek se događaju izljevi nafte u more, a to rezultira gotovo potpunim uništenjem biljnog i životinjskog svijeta u tom dijelu mora. Iako je zagađenje mora isticanjem sirove nafte veliko, u usporedbi sa zagađenjem zraka korištenjem naftnih derivata je zanemarivo. Prilikom sagorijevanja naftnih derivata oslobađaju se velike količine ugljičnog dioksida u atmosferu. U početku prirodni pritisak tjera naftu van kroz bušotinu, a nakon toga se naftne kompanije odlučuju na pumpanje nafte iz bušotine. Te dvije

faze eksploatacije nazivaju se primarna proizvodnja. Nakon toga u bušotini se nalazi još uvijek oko 75% početne količine nafte. Zbog toga se naftne kompanije odlučuju na preplavlivanje nalazišta nafte vodom. Kroz neku drugu bušotinu pumpaju vodu u nalazište i time "ispiru" jedan dio preostale nafte. Na taj način dobije se još oko 15% početne količine nafte. Na kraju u nalazištu ostane oko 60% nafte kojase zasad još uvijek nemože ispumpati van. SAD je po potrošnji očekivano prvi jer se tradicionalno oslanjaju na fosilna goriva. Po proizvodnji se ističe Saudijska Arabija, a slijede ju Rusija i SAD. SAD svojom proizvodnjom pokriva samo 39% svojih potreba, pa su prisiljeni na veliki uvoz nafte. Glavni izvoznici nafte u SAD su Meksiko i zemlje bliskog i srednjeg istoka. U zemljama bliskog i srednjeg istoka procijenjene su i najveće zalihe nafte. Deset zemalja s najvećim rezervama nafte su Venezuela sa 298 milijardi, Saudijska Arabija sa 268 milijardi barela zaliha nafte, Kanada sa 173 milijardi barela, Iran sa 157 milijardi, Irak sa 140 milijardi, Kuvajt sa 104 milijardi, UAE sa 98 milijardi, Rusija sa 80 milijardi, Libija sa 48 milijardi i Nigerija sa 37 milijardi barela zaliha nafte.¹¹ Iz svega toga jasno je zašto se SAD upliće u politiku zemalja bliskog i srednjeg istoka te je shvatljiva velika vojna prisutnost SAD-a u blizini tih područja. Da bi smanjile ovisnost o uvozu nafte, većina država ima takozvane strateške zalihe koje osiguravaju neovisnost o uvozu na nekoliko mjeseci. Te zalihe pomažu i kod naglih povećanja cijene nafte za amortizaciju. Države izvoznici nafte formirale su udruženje država izvoznika nafte (OPEC - *Organization of the Petroleum Exporting Countries*) i to udruženje kontrolira cijenu i količinu nafte koja će se proizvesti. Države članice OPEC-a su: Alžir, Indonezija, Iran, Irak, Kuvajt, Libija, Nigerija, Katar, Saudijska Arabija, Ujedinjeni Arapski Emirati i Venezuela. Budući da je izvoz nafte najznačajniji dio gospodarstva tih država, održavaju se minimalno dva sastanka godišnje na kojima se određuje optimalna količina proizvodnje. 11 članica OPEC-a proizvodi oko 40% ukupne svjetske proizvodnje nafte, a u potvrđenim zalihama ima tri četvrtine ukupno potvrđenih zaliha u svijetu.

Industrija nafte d.d. Zagreb (INA) je Hrvatska nacionalna kompanija za naftne preradevine i prirodni plin. INA Naftaplin je dio INA-e koji je zadužen za istraživanje i proizvodnju nafte i prirodnog plina. Na domaćim naftnim poljima očekivani prirodni pad proizvodnje znatno je ublažen izvođenjem brojnih rudarskih radova te primjenom različitih metoda umjetnog podizanja kapljevine.

¹¹ <http://www.izvorienergije.com/nafta.html>, preuzeto 27.8.2018.

Obvezne zalihe nafte i naftnih derivata su zalihe koje se koriste za osiguranje opskrbe naftom i naftnim derivatima u slučaju prijetnje energetske sigurnosti države, uslijed izvanrednih okolnosti poremećaja opskrbe. Količina tih zaliha određena je Zakonom o strateškim robnim zalihama i Zakonom o energiji. Prema tim zakonima donesena je uredba na temelju koje sve kompanije koje su u prethodnoj godini ostvarile neto uvoz od najmanje 25 tona nafte i naftnih derivata, imaju obavezu na teritoriju Republike Hrvatske ostvariti zalihi od 25% uvezene količine nafte prethodne godine. Neto uvoz iz stavka je količina nafte i naftnih derivata uvezena tijekom prethodne kalendarske godine, umanjena za izvezenu količinu nafte i naftnih derivata u istome razdoblju. Prema tom zakonu na teritoriju Republike Hrvatske mora biti zaliha naftnih derivata za 90 dana prosječne potrošnje bez uvoza. Kriteriji 90-dnevne rezerve iznose između 800 i 900 tisuća tona nafte i naftnih derivata. Zemlje članice Europske Unije imaju također 90-dnevne zalihe nafte i naftnih prerađevina na svom teritoriju.¹²

Slika 7. Naftna bušotina.



Izvor:<https://bit.ly/2PbhMhK>, preuzeto 26. 8.2018.

¹² <http://www.izvorienergije.com/nafta.html>

2.10. Prirodni plin

Glavnim dijelom sačinjen je od metana, jednostavnog spoja koji se sastoji od jednog atoma ugljika i četiri atoma vodika. Metan je visoko zapaljiv i sagorijeva gotovo potpuno. Nakon sagorijevanja ne ostaje pepeo, a zagađivanja zraka je vrlo malo. Prirodni plin nema boje, okusa, mirisa ni oblika u svojoj prirodnoj formi, pa je prema tome ljudima neprimjetan. Zbog toga im kompanije dodaju kemikaliju koja ima miris pokvarenog jaja. Taj miris omogućava ljudima laku detekciju plina u kući. U 19. stoljeću prirodni plin korišten je gotovo isključivo za ulične svjetiljke. Oko 1890. g. većina gradova počela je koristiti električnu energiju za rasvjetu, pa su proizvođači prirodnog plina počeli tražiti nova tržišta za svoj proizvod. Prvi značajniji plinovod napravljen je 1891. godine u SAD-u. Nakon toga sagrađeno je vrlo malo plinovoda sve do kraja drugog svjetskog rata. Tokom drugog svjetskog rata došlo je do velikog napretka u svojstvima metala, tehnikama varenja i izrađivanja cijevi, pa je izgradnja plinovoda postala ekonomski vrlo privlačna, a samim time i upotreba u gospodarstvu i domaćinstvima.

U mnogo slučajeva prirodni plin je idealno fosilno gorivo jer je prilično čist, jednostavan za transport i komforan za upotrebu. Čišći je od nafte i ugljena, pa se sve više spominje i kao rješenje za postojeće klimatske promjene i probleme sa zagađenjem zraka. Za razliku od nafte i ugljena, prirodni plin ima veći omjer vodika i ugljika i ima manju emisiju ugljičnog dioksida u atmosferu za istu količinu energije.

Kod vađenja prirodnog plina još uvijek postoje limiti zbog današnje tehnologije. Prirodni plin se ne nalazi samo u džepovima, nego se u mnogo slučajeva nalazi s naftom. Često se i nafta i prirodni plin izvlače iz istog nalazišta. Kao i kod proizvodnje nafte, dio prirodnog plina samostalno dolazi na površinu zbog velikog pritiska u dubinama. Ti tipovi plinskih bušotina zahtijevaju samo sustav cijevi koji se naziva i "božićno drveće" za kontrolu protoka plina. Sve je manje takvih bušotina jer je većina ovog "jeftinog" plina već izvađena. Zbog toga skoro uvijek treba upotrijebiti neku vrstu pumpanja iz podzemlja. Najčešći oblik pumpe je "konjska glava" koja diže i spušta prut u bušotinu i van, dovodeći prirodni plin i naftu na površinu. Često se protok plina može poboljšati tako da se stvore sitne pukotine u stijeni, koje služe kao staze za protok plina. U stijenu se pod visokim pritiskom pumpa neka tekućina (npr. voda) koja razbija stijenu. Prirodni plin se pronalazi u različitim podzemnim formacijama. Neke su formacije teže i skuplje za iskorištavanje, ali ostavljaju prostor za poboljšanje opskrbe plinom

u budućnosti. Nakon što se prirodni plin izvuče na površinu, preko sustava plinovoda se dovodi u spremnike, a nakon toga i do krajnjih potrošača. Države s najvećim zalihama prirodnog plina su Rusija, Iran, Katar, Ujedinjeni Arapski Emirati, Saudijska Arabija, SAD, Alžir, Venezuela, Nigerija i Irak.¹³Smanjeni loš utjecaj na okoliš i napredak u tehnologiji učinili su prirodni plin preferiranim gorivom. Potražnja za prirodnim plinom stalno raste. Zemljama u razvoju biti će potrebna pomoć u tehnologiji da bi povećale potrošnju prirodnog plina. U RH imamo specifičnu situaciju iskorištavanja prirodnog plina. Prvo se plin upotrebljava za proizvodnju električne energije, da bi se nakon toga električna energija koristila za grijanje prostorija, kuhanje i pripremu tople vode.

Ukapljeni prirodni plin (*liquefied natural gas*– LNG) je prirodni plin pod velikim pritiskom i rashlađen na vrlo niske temperature tako da poprima tekuće agregatno stanje. Kada se prirodni plin rashladi na minus 161 °C postaje bistra tekućina bez boje, okusa i mirisa. Budući da LNG zauzima samo 1/600 dio volumena prirodnog plina u plinovitom stanju, to stanje je pogodno za transport u tankerima po cijelom svijetu. Terminal za ukapljeni plin je postrojenje za punjenje odnosno pražnjenje tankera koji prevoze taj energent. Tankeri za prijevoz ukapljenog plina mogu biti dugi i preko 300 metara, a minimalna dubina vode mora biti više od 12 metara kad su potpuno puni. Također LNG tankeri moraju imati dvostruku oplatu i specijalno su dizajnirani da podnose niske temperature LNG-a. Nakon primanja u terminalu ukapljeni plin se obično prebacuje u izolirane spremnike konstruirane specijalno za spremanje ukapljenog plina. LNG spremnici moraju održavati nisku temperaturu tekućine i moraju minimizirati količinu isparenog plina. Ovo isparivanje je obavezno jer bi u protivnom tlak i temperatura u spremniku rasli. Temperatura unutar spremnika će ostati nepromijenjena ako se pritisak regulira ispuštanjem plinske pare. Ispušteni plin se može skupljati i koristiti kao gorivo u pogonu za pretovar i spremanje ukapljenog plina. Tankeri koji prevoze ukapljeni plin mogu taj ispušteni plin koristiti kao gorivo. Iako spremnici plina mogu biti i na površini, najčešće se koriste podzemni spremnici koji moraju zadovoljavati dvije osnovne karakteristike: moraju čuvati ukapljeni plin za buduću upotrebu i moraju imati dobar sustav otpreme plina. Prirodni plin se često sprema u obliku LNG-a i u udaljenim postrojenjima, a ne samo na terminalima. Prije upotrebe ukapljenog plina se mora natrag pretvoriti u plinovito stanje. Prije eksploatacije energije iz ukapljenog plina potrebno ga je zagrijati tako da postane upotrebljiv za kuhanje, grijanje te proizvodnju električne energije.

¹³ http://www.izvorienergije.com/prirodni_plin.html, preuzeto 27.8.2018.

Najveći izvoznici ukapljenog prirodnog plina su zemlje koje naravno imaju najveće rezerve tog plina. To su Alžir, Australija, Indonezija, Libija, Malezija, Nigerija, Oman i Katar.¹⁴

Rizici prilikom rada s ukapljenim plinom potječu od tri njegove karakteristike: raspršenje, zapaljivost i proizvodi izuzetno niske temperature. Izuzetno hladan ukapljeni plin može nanijeti direktne posljedice i prouzročiti ozljede i štete. Oblak pare koji nastaje prilikom prolijevanja može nošen vjetrom dospjeti u naseljena područja, a ako je koncentracija plina u toj pari između pet i 15% onda je ta para vrlo lako zapaljiva. Vatra nastala na taj način daje izuzetno visoke temperature. Povoljna strana isparivanja ukapljenog plina je ta da se grije i da se para diže u zrak, jer je lakša od zraka.

Ukapljeni plin sam po sebi nije zapaljiv pa još nikad nije eksplodirao LNG tanker s cijelim svojim sadržajem, a u svrhu unapređenja poimanja sigurnosti LNG-a napravljeno je puno modeliranja mogućih katastrofa.

Terorizam tj. namjerno izazivanje prolijevanja i zapaljenja plina je trenutno mogući scenarij velike katastrofe. SAD zbog toga imaju strogo određena pravila za plov tankera punih LPG-a. Brzi brodovi prate i štite tanker prilikom uplovljavanja u terminal te prilikom istovara tereta. Prilikom plova tankeru se ne smiju približavati plovila na udaljenosti manjoj od 450 metara sa svake strane, te 3,2 kilometra ispred i iza broda. Za prekršitelje su određene visoke kazne (čak do deset godina zatvora), ali to vjerojatno neće spriječiti teroriste samoubojice da se pokušaju zabiti u brod. Ako se terminal za ukapljeni plin izgradi u Hrvatskoj, morat će se zakonski regulirati i sigurnost plovidbe broda koji prevozi LNG.

¹⁴ http://www.izvorienergije.com/ukapljeni_prirodni_plin.html, preuzeto 27.8.2018.

3. Energetska politika Europske unije prema zajedničkom tržištu energije

Vodeći računa o pitanjima sigurnosti i održivosti energetske opskrbe kao zajedničkoj brizi, EU je prihvatila jedinstvenu dugoročnu politiku energetskog razvoja i ublaživanja klimatskih promjena, kojom će postići gospodarstvo s niskim emisijama stakleničkih plinova, te će postati svjetski lider u borbi protiv klimatskih promjena.

Europska komisija je predložila pet točaka europskog akcijskog plana za energetske sigurnost i solidarnost kroz¹⁵:

- Izgradnju infrastrukture i diversifikaciju dobave energije
- Vanjske energetske odnose;
- Stvaranje rezervi nafte i plina i mehanizme odgovora na krizna stanja
- Energetske učinkovitosti
- Najbolju uporabu domaćih resursa unutar EU.

Ciljevi te jedinstvene politike su¹⁶:

- 20% smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2020. godine u odnosu na 1990. godinu, odnosno 30% ako zemlje u razvoju prihvate obveze u skladu s njihovim gospodarskim mogućnostima
- 20% obnovljivih izvora energije u bruto neposrednoj potrošnji u 2020. godini
- 10% će iznositi udio obnovljivih izvora energije u 2020. godini korištenih u svim oblicima prijevoza u odnosu na potrošnju benzina, dizelskog goriva, biogoriva u cestovnom i željezničkom prijevozu te ukupne električne energije korištene u prijevozu
- 9% smanjenje neposredne potrošnje energije u razdoblju do 2016. godine primjenom mjera energetske učinkovitosti
- 20% smanjenje ukupne potrošnje energije u odnosu na temeljnu projekciju u 2020. godini

Republika Hrvatska, kao buduća članica Europske unije, prihvaća tu zajedničku europsku politiku pa u skladu s njom usklađuje svoje vlastite ciljeve. Temeljna platforma za postizanje

¹⁵ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html, preuzeto 20.7.2018.

¹⁶ https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html, preuzeto 20.7.2018.

tih ciljeva jest potpuno otvoreno i konkurentsko europsko tržište energije. Sukladno tome Republika Hrvatska mora svoj zakonodavni i regulatorni okvir trajno usklađivati s pravnom stečevinom EU i stvarati sve pretpostavke za funkcioniranje otvorenog tržišta energije, temeljenog na jasnim, stabilnim, razvidnim i nediskriminirajućim pravilima i djelotvornoj organizaciji tržišta.

Sigurnost opskrbe energijom postala je tijekom prošlog desetljeća jedno od glavnih pitanja u Europi, pogotovo zbog odnosa sa Rusijom i problema u Ukrajini. EU je usmjerena u prvom redu na rizike povezane s ovisnošću o vanjskim izvorima energije, političkom nesigurnošću u državama vanjskih dobavljača i tranzitnim državama te mogućnošću prekida u opskrbi energijom. EU želi diverzificirati energetska tržišta, koristiti sve više obnovljivih izvora energije, prvenstveno solarnu energiju, energiju vjetra, biomasu i vodnu energiju, kako se ne bi ovisilo o samo jednom izvoru energije nego kako bi bilo više izvora energije, ato postavljaju nove izazove u pogledu neprekidne opskrbe krajnjih korisnika energijom po pristupačnim cijenama. Također postoje nedostaci u korištenju obnovljivih izvora energije, solarni kolektori su još uvijek relativno skupi proizvodi, solarne elektrane ne rade noću pa mora postojati sustav u koji bi se pohranio višak energije kada je ima, te još jedan sustav kao pričuva, a sve to uvelike poskupljuje investiciju, a i solarna energija nije u svakoj zemlji isplativa. Za iskoristiti energiju vode potrebne su brane. Taj objekt jako utječe na ljude i na životinjski i biljni svijet. Iskustva su pokazala kako je najčešće potrebno preseliti velik broj ljudi, vrste gube staništa, uništava se riblji fond, a i brane su ranjive na potrese i terorizam, a za njihovu izgradnju i puštanje u rad je potrebno i 10 godina. Što se korištenja energije plime i oseke tiče, za sada je u svijetu poznato tek 50-ak lokacija na kojima bi to bilo isplativo sa današnjom tehnologijom, jer se može dobiti samo tamo gdje su plime i oseke izrazito izražene. Da bi se iskoristila energija valova elektrane treba graditi na pučini jer su u blizini obale valovi slabi. To znatno povećava cijenu gradnje, ali nastaju i problemi prijenosa te energije do korisnika. Početna investicija za korištenje topline Zemlje je visoka, a vrijeme gradnje je dugo. Područja za jeftinu izgradnju velikih kapaciteta su rijetka, a tehnologija zbog male zastupljenosti slabo napreduje. Razvoju ove prakse ne pogoduju ni ograničavajući propisi na lokalnoj razini. Biomasa u odnosu na ostale obnovljive izvore energije nema veliki potencijal, jer tehnologija potrebna za efikasno i čisto spaljivanje treba biti kvalitetna. Energija vjetra se u Hrvatskoj počela značajnije koristiti ali nedostatak je taj što kad nema vjetra nema ni energije, a dobivena energija, kada se skladišti, povećava trošak.

3.1. Izazovi i prilike za razvoj energetskog sektora Republike Hrvatske

Ovisnost Republike Hrvatske o uvozu energije se povećava, pa danas RHuvozi preko 50% svojih energetskih potreba. U hrvatskoj bilanci potrošnje primarne energije nafta i naftni derivati sudjeluju s oko 50%, a prirodni plin s oko 25%. Potrošnja tih energijskih oblika će u budućnosti rasti, dok će domaća proizvodnja nafte i prirodnog plina, zbog iscrpljenja ležišta, opadati. Projekcije pokazuju da će se potrošnja energije u svijetu povećati za oko 50% do 2030. godine. Prema izvješćima Međunarodne agencije za energiju (eng. *International Energy Agency, IEA*) rezerve nafte i prirodnog plina su dovoljne za zadovoljavanje potreba tijekom životnog vijeka energetske infrastrukture koja će se izgraditi u razdoblju obuhvata strategije. No, izvori nafte i plina koncentrirani su u svega nekoliko svjetskih zemalja, oko 60% svjetskih rezervi nafte nalazi se na Bliskom Istoku, a oko 60% rezervi prirodnog plina u samo tri zemlje (Rusiji, Iranu i Kataru). Treći izvor fosilne energije, ugljen, ravnomjernije je raspoređen u svijetu. Rezerve su velike pa će ugljen i nadalje biti okosnica elektroenergetskih sustava mnogih zemalja razvijenog svijeta.

Pred Republikom Hrvatskom su mnogi izazovi vezani za sigurnost opskrbe energijom:¹⁷

- Glavnina svjetskih izvora nafte i prirodnog plina koncentrirana je u svega nekoliko zemalja
- Nepredvidivi događaji poput nesreća, prirodnih katastrofa i drugih mogu poremetiti opskrbu energijom, povećati njenu cijenu, te utjecati na nove investicije
- Udio domaće proizvodnje nafte i prirodnog plina u podmirenju potreba će opadati, a ovisnost o uvozu rasti
- Rast će i udio uvoza u zadovoljavanju ukupnih energijskih potreba.

RH će težiti ublaživanju uvozne energetske ovisnosti izgradnjom energetske strukture koja će i u neizvjesnim uvjetima pokazivati svoju konkurentnost i jamčiti sigurnost opskrbe, a to će postići iskorištavanjem vlastitih resursa i potencijala, učinkovitim uporabom energije, raznolikošću korištenih energijskih oblika i tehnologija, raznolikošću dobavnih pravaca i izvora energije te uporabom obnovljivih izvora energije.

¹⁷file:///C:/Users/user1/Downloads/Strategija%20energetskog%20razvoja%20RH%20(1).pdf,preuzeto 21.7.2018.

3.1.1. Geopolitički položaj i prostorne prednosti Republike Hrvatske

Snaga i prilika Republike Hrvatske za održivi energetske razvoj jest i u njezinom geografskom položaju.¹⁸

- Geopolitički položaj potencijalno tranzitne zemlje za naftu, prirodni plin i električnu energiju
- Prostorne prednosti pomorske zemlje i zemlje s dobrim lokacijama za izgradnju energetskih objekata

Republika Hrvatska ima povoljne uvjete za izgradnju podzemnih skladišta plina, podzemnih skladišta CO₂, hidroelektrana, vjetroelektrana i drugih obnovljivih izvora energije, terminala za naftu i ukapljeni prirodni plin, termoelektrana na uvozni kameni ugljen, nuklearnih elektrana, odlagališta nisko i srednje radioaktivnog otpada i druge energetske objekte.

Glavni izvor opskrbe Republike Hrvatske naftom i prirodnim plinom bit će domaća proizvodnja iz preostalih rezervi, Sjeverna Afrika i Srednji istok te Ruska Federacija i Kaspijska regija. Energetski će se razvoj na ovom području temeljiti na razvoju tržišta energije, ali i na geopolitičkom planiranju i pregovaranju o sudjelovanju u strateškim projektima koji Republici Hrvatskoj mogu donijeti povećanu sigurnost opskrbe i gospodarske koristi.

Glede opskrbe naftom i prirodnim plinom međunarodno političko djelovanje i proaktivna gospodarska politika bit će usmjereni na korištenje geopolitičkim položajem Republike Hrvatske i njezinim profiliranjem kao regionalnog energijskog čvorišta.

Republika Hrvatska je svjesna važnosti političkog djelovanja radi ostvarivanja strateških projekata kao što su: Paneuropski naftovod (*eng. Pan-European Oil Pipeline, PEOP*) i Družba-Adria, međudržavni spojni plinovod hrvatskog i mađarskog transportnog sustava i još jedan dvostruki 400 kV elektroenergetski vod između Republike Mađarske i Republike Hrvatske, terminal za ukapljeni prirodni plin (LNG) u Omišlju na otoku Krku, te ostali najavljeni projekti kojima će svoje sustave povezivati u regionalne i međunarodne i jačati svoj tranzitni položaj.

¹⁸file:///C:/Users/user1/Downloads/Strategija%20energetskog%20razvoja%20RH%20(1).pdf,preuzeto 22.7.2018.

3.2. Hrvatski obnovljivi izvori energije

Republika Hrvatska ima dobre prirodne mogućnosti za iskorištavanje obnovljivih izvora energije. Obnovljivi izvori energije su domaći izvor energije i njihova je uporaba sredstvo poboljšanja sigurnosti opskrbe energijom, poticaj razvoju domaće proizvodnje energetske opreme i usluga, te način ostvarenja ciljeva zaštite okoliša.

Republika Hrvatska će maksimalno poticati obnovljive izvore energije, ali uz prihvatljive društvene troškove njihove uporabe. Stoga se postavljaju ovi strateški ciljevi:¹⁹

- Republika Hrvatska će ispuniti obveze prema prijedlogu Direktive Europske unije o poticanju obnovljivih izvora energije o udjelu obnovljivih izvora energije, uključujući i velike hidroelektrane, u bruto neposrednoj potrošnji energije u iznosu od 20%
- Republika Hrvatska će ispuniti obveze prema direktivi Europske unije o udjelu obnovljivih izvora energije u neposrednoj potrošnji energije u prijevozu u 2020. godine u iznosu od 10%
- Republika Hrvatska postavlja cilj da se udio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, uključujući velike hidroelektrane, u ukupnoj potrošnji električne energije u razdoblju do 2020. godine održava na razini od 35%

U Hrvatskoj postoji tradicija iskorištavanja geotermalne energije iz prirodnih izvora u medicinske svrhe i za kupanje. Brojne toplice koriste upravo geotermalnu energiju (Varaždinske, Daruvarske, Stubičke toplice, Lipik, Topusko itd.). Proizvodnja geotermalne vode za navedene toplice prije se vršila kroz prirodne izvore, dok se danas uz prirodni protok koristi geotermalna voda iz plitkih bušotina. Ukupno postoji 28 nalazišta, od kojih je 18 u upotrebi.

INA-Naftaplin je 70-ih godina prošlog stoljeća započela s istraživanjem rezervi nafte i plina na poljima u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Međutim, istražne bušotine pokazale su postojanje izvora tople vode. Najviše istražena ležišta, a ujedno i ležišta s najvišom temperaturom geotermalnog fluida su ležište u blizini Koprivnice (Kutnjak-Lunjkovec) i Bjelovara (velika Ciglena). Geotermalna energija iz srednje temperaturnih ležišta može se iskorištavati za grijanje prostora, u različitim tehnološkim procesima te za proizvodnju električne energije binarnim ciklusom.

¹⁹file:///C:/Users/user1/Downloads/Strategija%20energetskog%20razvoja%20RH%20(1).pdf, preuzeto 23.7.2018.

Hrvatska samo djelomično podmiruje svoje potrebe za energentima proizvodnjom nafte i prirodnog plina, dok veći dio uvozi. Vlastita opskrbljenost ukupnom primarnom energijom je 1988. godine iznosila 65 %, 2000. godine 50 %, a 2005. godine oko 45 %. Prema predviđanjima, prateći dosadašnji trend smanjenja, 2030. godine vlastita opskrbljenost ukupnom primarnom energijom će iznositi svega 21- 23 %. S obzirom na navedena predviđanja, vidljivo je da će Hrvatska sve više ovisiti o uvozu energenata, prvenstveno nafte. Iz sve veće uvozne zavisnosti proizlazi i porast osjetljivosti energetskeg sektora i time cjelokupnog gospodarstva RH o zbivanjima i mogućim poremećajima na međunarodnim tržištima energije. Izloženost gospodarstva Hrvatske oscilacijama međunarodnih energetskeg tržišta nakon 2015. godine raste, a ocjenjuje se da će uvoz nafte prijeći 85 % potreba, te posebno nakon 2020. godine, kad će uvoz nafte premašivati 90 % domaćih potreba, te se ocjenjuje da raste i ugroženost gospodarstva u pogledu mogućih prekida dobave nafte. Za funkcioniranje pouzdanog i održivog energetskeg sektora, potrebno je osigurati strateške zalihe nafte i u skladu s time ugovoriti nove količine za dobavu prema postojećim planovima razvoja transportnog sustava i potrošnje, kako bi se u postojećim tržišnim i međunarodnim geopolitičkim prilikama osiguralo maksimalno moguće unaprjeđenje energetske sigurnosti Hrvatske. Cilj je osigurati organizacijske pretpostavke, planove i mjere za razvitak strateških zaliha nafte, pri čemu su tri glavne funkcije strateških zaliha. Sigurnosna, u smislu povećanja sigurnosti opskrbe naftom i podizanja energetske sigurnosti, gospodarska, budući da strateške zalihe stabilizirajuće djeluju na gospodarstvo i njegov položaj u okruženju, te geopolitička, zbog stvaranja konkurentskih prednosti gospodarstva Hrvatske u odnosu na svoje neposredno okruženje.

U smislu osiguravanja opskrbe naftom u Hrvatskoj je potrebno osposobljavanje energetskeg sustava, prvenstveno Hrvatske agencije za upravljanje zalihama naftnih derivata (HANDA) za pripremu, organizaciju i uspostavu sustava za strateške zalihe nafte, te osposobljavanje domaćih kompanija INA, JANAF, i drugih za stvaranje infrastrukturnih pretpostavki formiranja strateških zaliha nafte. Potrebna je prilagodba organizacijskog i financijskog sustava strateških zaliha u skladu sa zakonskim i drugim propisima. Prosudba potrebnih skladišnih kapaciteta izvršena je prema projekciji kretanja buduće potrošnje nafte u Hrvatskoj, a uzimajući u obzir minimalno potrebne skladišne kapacitete kao početak razvitka strateških zaliha do razine od 90-dnevne procijenjene godišnje potrošnje nafte. Kako bi se omogućio razvoj strateških zaliha nafte potrebno je osigurati dodatne skladišne kapacitete. Ukupne potrebe za skladišnim kapacitetima procjenjuju se na oko 1,55 milijuna tona 2020. godine, što

odgovara ukupno potrebnim skladišnim kapacitetima oko 1 820 000. Osnivanje značajnijih kapaciteta za strateške zalihe nafte ili za međunarodnu ponudu skladišnih kapaciteta zahtijevala bi obilnije dimenzioniranje skladišta i skladišnih kapaciteta.

3.2.1. Alternativni izvori energije

Slavonija i Baranja imaju velik potencijal za primjenu obnovljivih energetske izvora, no takvi se alternativni resursi i dalje slabo koriste. Najveći potencijal krije se u šumama te u poljoprivredi tj. na farmama gdje se od ostataka proizvodnje može dobiti biomasa. Biomasa čine brojni proizvodi biljnog i životinjskog svijeta; može se dobiti preradom otpada te ostataka poljoprivredne proizvodnje, životinjskog otpada s farmi te iz otpada iz šumarske i srodnih industrija. Isto tako, moguće ju je izravno pretvarati u energiju izgaranjem te tako proizvoditi vodenu paru za grijanje u industriji i kućanstvima, te električnu energiju u malim termoelektranama. Na taj se način zbrinjava otpad s farmi i dobiva kvalitetna sirovina za proizvodnju električne i toplinske energije, kao i humus, kvalitetna sirovina za gnojenje poljoprivrednih površina. Također se od otpada na farmama može proizvoditi bioplin u bioplinским pogonima. Iako Slavonija i Baranja imaju velik potencijal za primjenu obnovljivih energetske izvora, na području hrvatskog istoka takvi se alternativni resursi i dalje slabo koriste. Slavonija ima veliki potencijal i u korištenju Sunčeve energije jer ima tek 15 posto manje sunčanih sati nego Istra. Sve je to u začetku dok u EU funkcionira već godinama te pomaže selu i ruralnim krajevima podići energetske učinkovitost, ali i postići energetske neovisnost te riješiti problem zaštite okoliša.²⁰

Slavonija ima i veliki potencijal u korištenju Sunčeve energije. Osječko-baranjska županija ima tek 15 posto manje sunčanih sati nego Istra. Unatoč tomu što je prirodne izvore energije lako i jednostavno koristiti, većina ljudi oslanja se na kupnju električne energije, koju upotrebljavaju za grijanje, hlađenje, rasvjetu i pokretanje raznih električnih uređaja.

Ono što potencijalne investitore najčešće koči u donošenju odluke o početku korištenja obnovljivih izvora energije su velika početna ulaganja, ali i administrativna procedura za razvoj i realizaciju takvih projekata.

²⁰ <http://www.kigo.hr/11116/>, preuzeto 28.7.2018.

4. Energetske mjere u sektoru prometa

Sektor prometa sudjeluje u ukupnoj neposrednoj potrošnji energije s oko 30%. Brzina porasta je preko 5% godišnje u proteklih pet godina. Najveći udio u potrošnji energije u sektoru ima cestovni promet s gotovo 90%. Ovakav udio očekuje se i u budućnosti, zbog povećanja broja automobila, povećane prevaljene udaljenosti po automobilu i smanjenog broja putnika po automobilu. Stoga je žarište politike energetske učinkovitosti u sektoru prometa upravo na cestovnom prometu. Sa stajališta energetske učinkovitosti, sektor prometa je sektor u kojemu će biti najteže postići željene ciljeve. Razlog je tome ovisnost o tekućim gorivima, ali i suvremen način života i globalizacija gospodarstva te svekolika mobilnost. Radi smanjenja potrošnje energije u prometu Vlada Republike Hrvatske donijet će paket mjera energetske učinkovitosti koji uključuje:²¹

- Propisivanje strožih standarda za nova vozila; Republika Hrvatska će pratiti i usvajati u Europskoj uniji prihvaćene tehničke standarde za vozila te tako osigurati da samo najučinkovitiji proizvodi ulaze na hrvatsko tržište.
- Provedba informacijskih kampanja o energetski učinkovitom ponašanju u prometu; Provedenim kampanjama će se promovirati učinkoviti načini vožnje, ali i alternativni načini prijevoza (gradski promet, bicikli, više ljudi u automobilu i sl.).
- Planiranje i uspostava učinkovitijih prometnih sustava;

Vlada Republike Hrvatske će u suradnji s lokalnom i područnom (regionalnom) samoupravom poboljšati planiranje prometa u gradovima, uključujući izgradnju infrastrukture za alternativne načine prijevoza, poboljšanje infrastrukture javnog prijevoza, uvođenje učinkovitih vozila i alternativnih goriva u javni prijevoz (označavanje vozila), propisivanje obveze energetske pregleda u tvrtkama javnog prijevoza i obveze isplativih mjera energetske učinkovitosti, provedbe usporednih analiza hrvatskih prijevozničkih tvrtki s europskim tvrtkama, uvođenje naknada kod prometnih gužvi u gradovima i dr.

- Poticanje projekata čistijeg prometa i kupovanje energijski učinkovitijih vozila.

²¹ file:///C:/Users/user1/Downloads/Strategija%20energetskog%20razvoja%20RH.pdf, preuzeto 24.8.2018.

Raznim će se mjerama poticati primjena vozila s emisijama ispod 120 g CO₂/km, električna vozila, hibridna vozila - za pravne i fizičke osobe putem subvencije investicija, ali i osiguravanjem besplatnih parkirnih mjesta, pravom na korištenje žutih traka i sl. Potrebno je uvesti i mjere za destimuliranje prekoračenja propisanih graničnih emisija.

4.1. Mjere za postizanje energetske uštede u cestovnom prometu

Mjera 1. trening eko vožnje. Eko vožnja prepoznata je kao jedna od najučinkovitijih mjera za poticanje energetske učinkovitosti na razini EU. Pokretanjem Nacionalne kampanje eko vožnje postići će se maksimalna razina osviještenosti svih građana i vozača u Republici Hrvatskoj o prednostima ovog modernog, inteligentnog i ekološki prihvatljivog stila vožnje, kroz aktivno provođenje treninga eko vožnje među licenciranim (postojećim) vozačima. Posebni elementi nacionalne kampanje trebaju biti posvećeni edukaciji o eko vožnji za vozače: osobnih automobila, autobusa, teretnih vozila do 3,5 tone, gospodarskih vozila. Obrazovanje o elementima eko vožnje provodi se kratkim treninzima (u trajanju do oko 60-120 minuta po kandidatu.

Mjera 2. Zakonodavna prilagodba odredbi o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva. Na nacionalnoj razini potrebno je donijeti zakonske i podzakonske akte kojima će se urediti određivanje uvjeta priključka na elektroenergetski sustav za punionice, uvjete distribuiranja, naplate i jediničnu cijenu alternativnih energenata koji se koriste u prometu, određivanje uvjeta punionica za ukapljeni prirodni plin i stlačeni prirodni plin (UPP i SPP). Ispunjenje ove obaveze preduvjet su daljnjeg razvoja infrastrukture alternativnih goriva.

Mjera 3. Promicanje integriranog i inteligentnog prometa i razvoj infrastrukture za alternativna goriva na lokalnoj i područnoj razini. Prometne gužve postaju sve veći problem u gradovima, koji značajno utječe na nepotrebno povećanu potrošnju goriva. Stoga je potrebno promovirati održivi razvoj gradskih prometnih sustava i to kroz:²²

²² https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hr_neeap_2017_hr.pdf, preuzeto 28.8.2018.

- Optimiranje logistike prijevoza tereta te inteligentno upravljanje javnim parkirnim površinama (ICT tehnologije)
- Uvođenje integriranog prijevoza putnika
- Uvođenje car-sharing sheme u gradovima
- Uvođenje sustava javnih gradskih bicikala i izgradnja pripadajuće biciklističke infrastrukture
- Inteligentno upravljanje u prometu

Uz mjere promicanja infrastrukture za alternativna goriva na nacionalnoj razini, preporučeni su i niz mjera na lokalnoj razini:²³

- Razvoj infrastrukture za alternativna goriva na lokalnoj i područnoj razini

Mjera 4. Financijski poticaji za energetska učinkovita vozila. FZOEU u svom radu sufinancira projekte čistijeg prometa. Ovaj program treba unaprijediti razradom posebnih linija sufinanciranja za specifične namjene i to za:²⁴

- Kupnju električnih i "plug-in" hibridnih osobnih vozila niže i srednje veličine vozila (gradska i kompaktna vozila)
- Kupnja novih energetski učinkovitih vozila: L, M i N kategorije: (Diesel EURO6 standarda uz dostavu dokaza stavljanja postojećih vozila nižih normi van prometa, s pogonom na SPP i UPP, na električni i plug-in hibridni pogon)
- Sufinanciranje kupovine električnih bicikala, mopeda i motocikala

Mjera 5. Razvoj infrastrukture za alternativna goriva. Cilj ove mjere je olakšati prihvaćanje alternativnih goriva od strane korisnika tj. potrošača jačanjem infrastrukture za distribuciju alternativnih goriva i provedbom zajedničkih tehničkih specifikacija za ovu infrastrukturu. Mjera prati Direktivu o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva i nacrt Nacionalnog okvira politike, te potiče izgradnju punionica u skladu s navedenim dokumentima. Ovom infrastrukturnom mjerom se neće direktno utjecati na smanjenje potrošnje goriva u prometu, no svakako je razvoj infrastrukture nužan preduvjet razvoju tržišta vozila koja koriste električnu energiju, SPP i UPP u Hrvatskoj.

²³https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hr_neeap_2017_hr.pdf, preuzeto 28.8.2018.

²⁴https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hr_neeap_2017_hr.pdf, preuzeto 28.8.2018.

Mjera 6. Uspostava posebnog poreza na motorna vozila na temelju emisija CO₂. U cilju smanjenja emisija iz prometa kao mjera za ostvarenje ovog cilja je uspostava posebnog poreza na motorna vozila. Bazirajući se na načelu „onečišćivač plaća“, model se obračunava s obzirom na emisije CO₂ u zrak iz motornih vozila. Posebni porez utvrđuje se na temelju prodajne, odnosno tržišne cijene motornog vozila, emisije CO₂ izražene u gramima po kilometru, obujmu motora u kubičnim centimetrima i razini emisije stakleničkih plinova. Motorna vozila koja se isključivo pokreću na električni pogon nisu predmet ovog oporezivanja, a za "plug-in" hibridna električna vozila iznos posebnog poreza umanjuje se za postotni iznos koji odgovara dosegu vozila u potpuno električnom načinu rada. Ovim posebnim porezom potiče se kupovina učinkovitih vozila i vozila s manjim emisijama stakleničkih plinova. Za određivanje ostvarenih i reviziju očekivanih budućih ušteda provest će se istraživanje utjecaja posebnog poreza na ponašanje potrošača prilikom kupovine vozila.

Mjera 7. ELEN Strateški projekt HEP grupe. Gotovo četvrtina emisija stakleničkih plinova na području EU nastaje u sektoru prometa. Također, dodatan problem predstavlja ovisnost europskog prometa o nafti (oko 94%) od koje veći dio dolazi iz uvoza (oko 84,3%). Budući da uvezena nafta uglavnom dolazi iz sve nestabilnijih područja u svijetu, to dodatno povećava nesigurnost opskrbe a time i ugrožava redovno funkcioniranje prometa. Jasna nužnost za diversifikacijom izvora energije u prometu stavlja električnu energiju visoko na listu prioriteta budući da postojeća elektroenergetska mreža predstavlja pogodnu platformu za daljnji razvoj. Projekt podrazumijeva razvoj javno dostupne infrastrukture u suradnji s gradovima i zainteresiranim pravnim osobama s četiri osnovna cilja:²⁵

- Promocija e-mobilnosti
- Razvoj inovativnih rješenja
- Razvoj ograničene mreže punionica
- Razvoj kompletne infrastrukture punionica

Osnovni cilj je omogućiti gradski i međugradski promet za električna vozila te time smanjivanje emisija štetnih plinova na razini cijele Hrvatske, te buke u gradskim središtima.

²⁵https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hr_neeap_2017_hr.pdf, preuzeto 28.8.2018.

5. Energetski infrastrukturni projekti

Tržište ukapljenoga prirodnog plina (*Liquefied Natural Gas* - LNG), koji se danas sve više rabi kao alternativa naftnim derivatima, u kontinuiranoj je ekspanziji te za posljedicu ima gradnju sve većih LNG-brodova, kao ključnih elemenata transportnog sustava. Osim strateške važnosti LNG-a za državu zbog energetske diverzifikacije, njegova važnost za nacionalnu ekonomiju ogleda se u činjenici da je specifični angažman visokoobrazovane radne snage izrazito velik. Isto tako, nije realno očekivati da će se u bližoj budućnosti potrebna energija u različitim granama gospodarstva dobivati samo iz obnovljivih izvora pa u kontekstu niskouglične strategije EU-a širenje mreže LNG-a dodatno dobiva na važnosti. U travnju 2014. god. ukupna LNG-flota brojila je više od 400 brodova, a očekuje se da će ih u 2018. g. biti iznad 500. Bez obzira na niz prednosti koje LNG općenito ima kao zamjenski energent nafti, a sve više i kao gorivo za pogon brodova - osobito u tzv. ECA (*Emission Control Area*) područjima plovidbe, jedan od osnovnih razloga njegove još nedovoljne zastupljenosti jest relativno nerazvijena infrastruktura opskrbe na globalnoj razini. LNG-brodovi prepoznati su kao perspektivni tipovi brodova za domaću i svjetsku brodogradnju u sljedećem desetljeću. Također, pitanje njihove sigurnosti u lokalnim stručnim i znanstvenim krugovima posebno je važno, posebice imajući u vidu potencijalnu i već niz godina aktualnu gradnju terminala za ukapljeni plin na otoku Krku, a time i plovidbu LNG-brodova Jadranskim morem. Specijalizirani LNG-brodovi (*LNG Carrier*) u službi su gotovo 60 godina i karakterizira ih iznimno visoka razina operativne sigurnosti. U spomenutom razdoblju LNG-industrija znatno je napredovala pa danas govorimo o vrlo složenim tehničkim proizvodima za koje je količina otparka (isparenog plina) snižena s razina od 0,25% na dan tijekom sedamdesetih godina prošlog stoljeća na manje od 0,08%. Krajem prošlog stoljeća standardni kapacitet LNG-brodova između 125.000 m³ i 140.000 m³ povećan je na raspon od 160.000 m³ do 170.000 m³, a danas najveći LNG-brodovi tipa katarskih „Q-Flex-a“ i „Q-Max-a“ imaju kapacitet od 215.000 m³, odnosno 265.000 m³. O složenosti cijele LNG-industrije najbolje svjedoči činjenica da samo nekoliko zemalja u svijetu ima razvijenu vlastitu tehnologiju za transport LNG-a. LNG-brodovi ujedno su i jedni od najtrajnijih (nekoliko ih je u službi više od 40 godina, a u 2015. god. otprilike 10% flote bilo je starije od 30 godina).²⁶

²⁶https://bib.irb.hr/datoteka/933738.Plutajuci_LNG_terminal.pdf, preuzeto 2.8.2018.

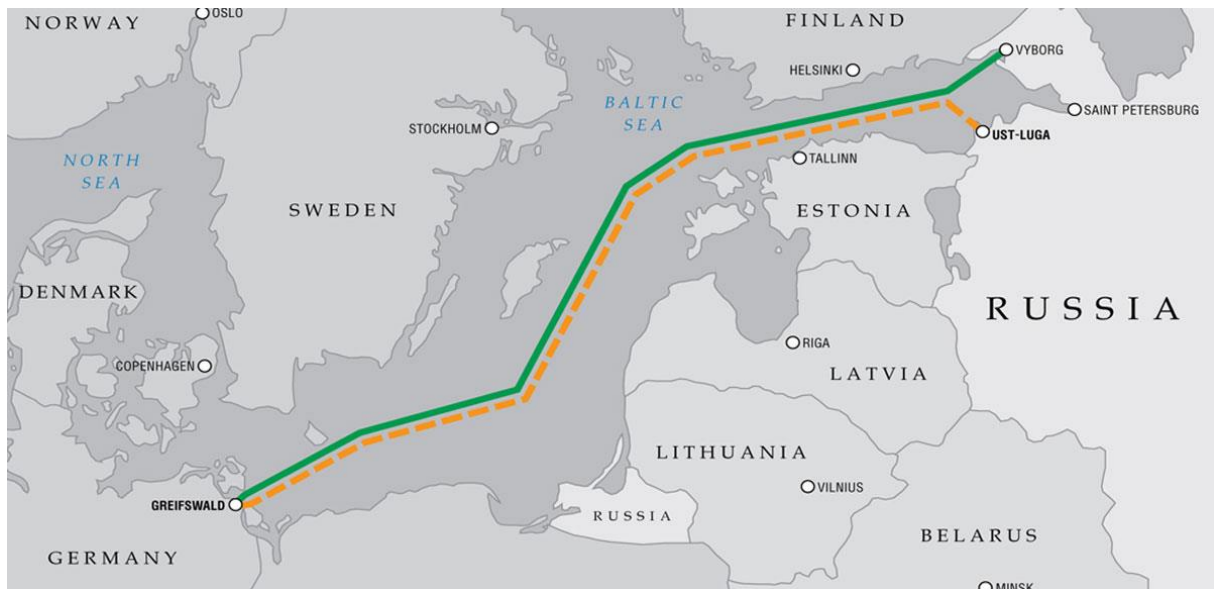
Slika 8. LNG brod na kopnenom LNG terminalu.



Izvor: <https://bit.ly/2B1J1cA>, preuzeto 10.8.2018.

Sjeverni tok 2 je projekt Ruske Federacije i Njemačke koji bi trebao povezati Njemačku s plinskim poljima u Sibiru preko Baltičkog mora. Na taj način bi Njemačka sebi osigurala dotok plina, te bi i dalje ostala važno energetska čvorište. Istovremeno povećala bi se ovisnost Europe o ruskom plinu, pa zbog toga Europska komisija ne odobrava projekt. Rusija ovim projektom želi zaobići Ukrajinu i Poljsku, te i dalje ostati važan njemački partner na području energetike. SAD-u projekt nikako ne odgovara jer je njima u interesu isporuka svog ukapljenog plina u Europu, pa podržavaju LNG projekte u Europi, poput projekta LNG-a na Krku. Trasa plinovoda bi trebala ići po dnu Baltičkog mora u teritorijalnim vodama Rusije, Švedske, Danske i Njemačke.

Slika 9. Postojeći plinovod Sjeverni tok 1 i planirani Sjeverni tok 2.



Izvor: <https://bit.ly/2P73P59>, preuzeto 11.8.2018.

6. Zaključak

Energenti značajno utječu na politiku posebice na geopolitiku. Zemlje s najviše energenata su Rusija, SAD, Kina te zemlje Bliskog istoka što se tiče fosilnih goriva. Mnoge zemlje također imaju obnovljive izvore energije koje se sve više iskorištavaju kako bi se smanjilo iskorištavanje fosilnih goriva zbog njihovih štetnih utjecaja na okoliš i klimu. Zemlje Sjeverne Afrike su bogate solarnom energijom, dok Australija npr. koristi energiju valova. Hrvatska ima pet obnovljivih izvora energije (hidroenergija, solarna i geotermalna energija, energija vjetra i biomasa), te kvalitetnom energetske politikom i strategijom može postati u potpunosti energetske neovisna. Također u Sjevernom Jadranu uz istočne obale Istre nalaze se i plinska nalazišta. Mnoge zemlje pa i Hrvatska uvoze energente, ali se sve više koriste obnovljivi izvori energije. Velike sile putem energetike dominiraju svijetom te o njima ovise važni projekti. Trenutno je Europa na raskrižju hoće li uvoziti ruski ili američki ukapljeni plin ili će se okrenuti u potpunosti obnovljivim izvorima energije koliko može. Postoje i mogućnosti uvoza energije iz Sjeverne Afrike prvenstveno prirodnog plina i solarne energije. EU želi diverzificirati tržište te potaknuti korištenje raznih izvora energije kako bi se smanjila ovisnost o jednom izvoru. Obnovljivi izvori energije imaju svoje nedostatke koji se rješavaju razvojem novih tehnologija. Poduzimaju se i mjere kako bi se osigurale energetske uštede u prometu. Cilj je smanjiti utrošak energije, stvoriti učinkoviti prometni sustav. U cestovnom prometu se uvode strože mjere za vozila, a primjenjuju se i projekti poput eko vožnje. Pred Europom su i važni projekti poput LNG-a na Krku, te plinovoda Sjeverni tok 2. RH projektom LNG-a na Krku može postati regionalno energetske čvorište, te bi tako i cijena plina za krajnje potrošače bila manja.

LITERATURA

1. http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html
2. http://www.izvorienergije.com/news/proizvodnja_biomase_mora_postati_odrziva.html
3. <http://www.izvorienergije.com/bioenergija.html>
4. <https://bit.ly/2xlajbW>
5. http://www.izvorienergije.com/energija_vjetra.html
6. http://www.izvorienergije.com/energija_cinjenice/cinjenice_solarna_energija.html
7. <https://bit.ly/2IS6SL5>
8. http://www.izvorienergije.com/energija_oceana.html
9. <https://bit.ly/2kuvIGr>
10. http://www.izvorienergije.com/geotermalna_energija.html
11. <https://bit.ly/2tahFtE>
12. http://www.izvorienergije.com/pictures/news/2012/typical_nuclear_power_plant.jpg
13. http://www.izvorienergije.com/nuklearna_energija.html
14. <http://www.izvorienergije.com/nafta.html>
15. <https://bit.ly/2PbhMhK>
16. http://www.izvorienergije.com/prirodni_plin.html
17. http://www.izvorienergije.com/ukapljeni_prirodni_plin.html
18. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html
19. Strategija energetskeg razvoja RH
<file:///C:/Users/user1/Downloads/Strategija%20energetskeg%20razvoja%20RH.pdf>
20. Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije

<https://files.hrote.hr/files/PDF/Dokumenti/NAP/Nacionalni%20akcijski%20plan%20za%20OIE%20do%202020..pdf>

21. <https://www.enu.hr/gradani/info-edu/promet/mjere-za-postizanje-energetskih-usteda-u-prometu/>

22. <http://www.kigo.hr/11116/>

23. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hr_neeap_2017_hr.pdf

24. https://bib.irb.hr/datoteka/933738.Plutajuci_LNG_terminal.pdf

25. <https://bit.ly/2B1J1cA>

26. <https://bit.ly/2P73P59>

27. Zakon o energiji

<https://www.zakon.hr/z/368/Zakon-o-energiji>