Investicije naftnih kompanija u sektor obnovljivih izvora energije uz osvrt na plutajuće vjetroelektrane

Trninić, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:622970

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

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







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij Naftnog rudarstva

INVESTICIJE NAFTNIH KOMPANIJA U SEKTOR OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE UZ OSVRT NA PLUTAJUĆE VJETROELEKTRANE

Diplomski rad

Luka Trninić

N314

Zagreb, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

INVESTICIJE NAFTNIH KOMPANIJA U SEKTOR OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE UZ OSVRT NA PLUTAJUĆE VJETROELEKTRANE

Luka Trninić

Rad je izrađen na: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Nalazimo se u energetskoj tranziciji čiji je pokretač smanjenje emisija stakleničkih plinova s ciljem smanjenja globalnog zatopljenja. Naftne kompanije ulažu sve više novca u obnovljive izvore energije zbog obećavajućeg potencijala istih, te zbog pritiska da smanje svoj štetan utjecaj na okoliš. Najperspektivnija su područja solarne energije i energije vjetra koje imaju ogroman rast prošlih godina uzrokovan smanjenjem troškova investicije. Za naftne kompanije je pogotovo zanimljiv sektor plutajućih odobalnih vjetroelektrana kojem bi mogle doprinijeti svojom ekspertizom i znanjem stečenima prilikom eksploatacije ugljikovodika u akvatoriju. Do sada su imale minimalna ulaganja u sektor obnovljivih izvora, ali se situacija polako mijenja kroz razne inicijative i projekte. Europa ima najveću flotu plutajućih vjetroelektrana, a vodeća kompanija u tom sektoru je Equinor – bivša naftno-plinska kompanija.

Ključne riječi: obnovljivi izvori energije, vjetroelektrane, plutajuće vjetroelektrane

Završni rad sadrži: 52 stranice, 3 tablice, 32 slike i 39 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Luka Perković, docent RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Luka Perković, docent RGNF
Dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica RGNF
Dr. sc. Sonja Koščak Kolin, docentica RGNF

Datum obrane: 11.9.2020., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Masters's Thesis

INVESTMENTS OF OIL COMPANIES IN THE RENEWABLE ENERGY SECTOR WITH REFERENCE TO FLOATING WIND POWER PLANTS

Luka Trninić

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Petroleum and Gas Engineering and Energy
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

We are currently in a period of global energy transition fueled by the need to reduce greenhouse gas emissions in order to reduce global warming. Oil and gas companies are investing more and more in renewables because of their immense potential, but also because of the pressure put on them to reduce their carbon footprint. The most promising fields are solar and wind energy which have seen a large growth over the past few years because of ever falling prices per Watt installed. Oil and gas companies can use their expertise and knowledge attained in offshore operations to succeed in developing floating offshore wind farms. To this point, oil and gas companies have had minimal investments in the renewable energy business, but things are rapidly changing through various initiatives and projects. Europe has the biggest fleet of offshore floating wind farms, and the leading company in that area is Equinor – a former oil and gas company.

Keywords: renewables, wind farms, offshore wind farms

Thesis contains: 52 pages, 3 tables, 32 figures, and 39 references.

Original in: Croatian

Archived at: The Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: Assistant Professor Luka Perković, PhD

Reviewers: Assistant Professor Luka Perković, PhD
Full Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD
Assistant Professor Sonja Koščak Kolin, PhD

Defence date: September 11.,2020., Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

SADRŽAJ

1. **UVOD** 1
2. **TRANSFORMACIJA NAFTNIH KOMPANIJA U ZELENE KOMPANIJE** 2
2.1. **Prednosti, prilike i rizici u sektoru obnovljive energije za naftne kompanije** . 11
2.1.1. Prednosti 11
2.1.2. Prilike i rizici 12
3. **ULAGANJA VELIKIH NAFTNIH KOMPANIJA** 15
3.1. **BP** 16
3.2. **Shell** 19
3.3. **Total** 21
3.4. **Eni** 23
3.5. **Chevron** 24
3.6. **ExxonMobil** 24
4. **ODOBALNE VJETROELEKTRANE** 25
4.1. **Stanje u svijetu** 26
4.2. **Stanje u Europi** 30
4.3. **Plutajuće vjetroelektrane** 34
4.4. **Vrste plutajućih turbina** 35
4.4.1. Tension Leg Platform 36
4.4.2. Spar 37
4.4.3. Poluuronjive 38
4.4.4. Barže 39
5. **EQUINOR** 41
5.1. **Hywind Scotland** 42
6. **ORSTED** 44
6.1. **Hornsea One** 45
7. **ZAKLJUČAK** 47
8. **LITERATURA** 48

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Globalni energetski sustav 3
Slika 2-2. Udio obnovljivih izvora u proizvodnji energije 4
Slika 2-3. Udio obnovljivih izvora u proizvodnji energije po regijama 5
Slika 2-4. Kumulativni globalni kapacitet energije vjetra i sunca 6
Slika 2-5. Cijene solarnih panela po Wattu kapaciteta 7
Slika 2-6. Rezerve, proizvodnja i ulaganje naftnih kompanija 8
Slika 2-7. Ulaganje naftnih kompanija u obnovljive izvore energije 9
Slika 2-8. Projekcija smanjenja emisija stakleničkih plinova 10
Slika 2-9. Postotak ulaganja naftnih kompanija u obnovljive izvore energije 11
Slika 3-1. Ulaganja u obnovljive izvore u odnosu na ostala ulaganja 15
Slika 3-2. Usporedba starog i novog loga kompanije BP 17
Slika 3-3. Elektrana BP Solar 1 18
Slika 3-4. Jedna od BP Chargemaster punionica 19
Slika 3-5. Borssele 3/4 21
Slika 3-6. Solarni paneli na krovu Green Hub-a 23
Slika 4-1. Roscoe vjetroelektrana 25
Slika 4-2. Novi kapacitet odobalnih vjetroelektrana po regijama 27
Slika 4-3. Ukupni kapacitet odobalnih vjetroelektrana po regijama 28
Slika 4-4. Godišnji i kumulativni kapacitet vjetroelektrana u Europi 30
Slika 4-5. Udjeli država u ukupnom kapacitetu odobalnih vjetroelektrana 32
Slika 4-6. Prosječni kapaciteti turbina i vjetroelektrana kroz godine 33
Slika 4-7. Udio kompanija u kapacitetu odobalnih vjetroelektrana 34
Slika 4-8. TLP plutajuća turbina 36
Slika 4-9. Spar turbina 37
Slika 4-10. Poluuronjiva turbina 38
Slika 4-11. Principle Power tip poluuronjive turbine 39
Slika 4-12. NMRI koncept barže 40
Slika 4-13. Kyushu University koncept barže 40
Slika 5-1. Povijest branda kompanije Equinor 42
Slika 5-2. Hywind Scotland 43
Slika 6-1. Rebranding kompanije DONG u Orsted 44
Slika 6-2. Veličina turbina Hornsea One elektrane 46

POPIS TABLICA

Tablica 4-1. Vodeće kompanije u industriji odobalne vjetroenergije 29
Tablica 4-2. Odobalna energija vjetra u 2019. godini 31
Tablica 4-3. Nove plutajuće vjetroelektrane u iduće tri godine 35

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I JEDINICA

CO_2 – ugljikov dioksid
EU – Europska unija
GW – gigawat
m – metar
MW – megawat
TW – terawat
UK – Ujedinjeno Kraljevstvo
USD - američki dolar

1. UVOD

Naftne kompanije ulažu sve više novca u sektor obnovljivih izvora energije zbog ogromnog potencijala za rast i nepovoljnih uvjeta u sektoru eksploatacije ugljikovodika. Jedna od novih tehnologija koja bi mogla donijeti rezultate u bliskoj budućnosti su plutajuće vjetroelektrane. U ovome radu će se osvrnuti na nju, njen potencijal da promijeni krajolik obnovljivih izvora energije, te analizirati slučajevi kompanija Equinor i Orsted i prikazati ulaganja u obnovljive izvore najvećih naftnih kompanija.

Postoji mnogo odobalnih lokacija na svijetu koje imaju povoljne uvjete za vjetroelektrane, ali dubina mora naglo postaje vrlo velika na maloj udaljenosti od obale. Prije desetak godina se počelo razmišljati kako bi se velike turbine mogle postaviti na plutajućim postoljima. Koristi se standardna tehnologija vjetroelektrana i postavlja na plutajuća postolja koja su prvenstveno razvijena za naftno-plinsku industriju i eksploataciju u akvatoriju, što naftne kompanije mogu iskoristiti.

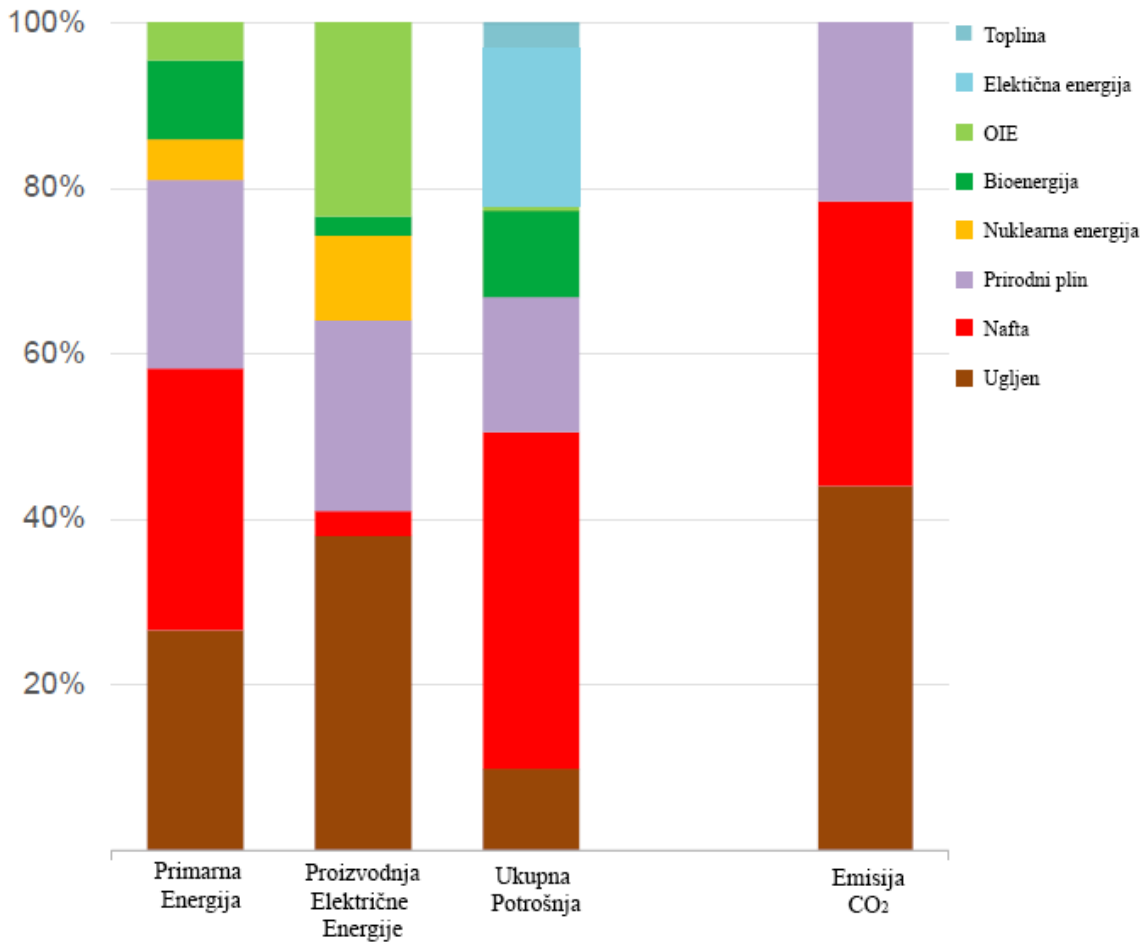
Potencijal plutajućih vjetroelektrana je tri puta veći od fiksnih odobalnih postrojenja. U zadnjih nekoliko godina su se počeli pojavljivati piloti plutajućih vjetroelektrana i testiraju se projekti s do 5 turbina. Međutim, u zadnjoj godini su vidljive najave velikih komercijalnih postrojenja. Kako je industrija prelazila na akvatorij problem prostora je prestao biti izražen, tako da danas sve veće i veće turbine snižavaju troškove proizvodnje energije. Današnje turbine imaju promjer i preko 200 m, te kapacitete od 10 do 12 MW. Na primjer, Haliade-X – trenutno najveća turbina na svijetu kapaciteta 12 MW i promjera rotora 220 m o kojoj će biti riječi u radu. Kao takve su jedni od najvećih rotirajućih strojeva na svijetu u nekim od najtežih uvjeta. Kako tehnologija sazrijeva, plutajuće odobalne vjetroelektrane se počinju koristiti i kod plićih mora kada tlo nije pogodno za standardne elektrane.

Ova tehnologija stvara mnoge nove prilike, jer kako se udaljava od obale, vjetar je sve jači. Njen potencijal je posebno važan za priobalna mjesta, na primjer New York, gdje nema toliko prostora za potencijalne solarne elektrane zbog ograničenog prostora, ali zato projekti odobalnih vjetroelektrana predstavljaju novi izvor prihoda i ugljično neutralan izvor energije, što je sve više važno kako se okrećemo održivoj budućnosti. Dodatni plus je taj što odobalne vjetroelektrane najveći output imaju u večer, kada generalno raste i potražnja, te su komplementarne ostalim obnovljivim izvorima energije. Uz to omogućavaju stvaranje novih radnih mjesta i pouzdanijeg, decentraliziranog energetskog sustava.

2. TRANSFORMACIJA NAFTNIH KOMPANIJA U ZELENE KOMPANIJE

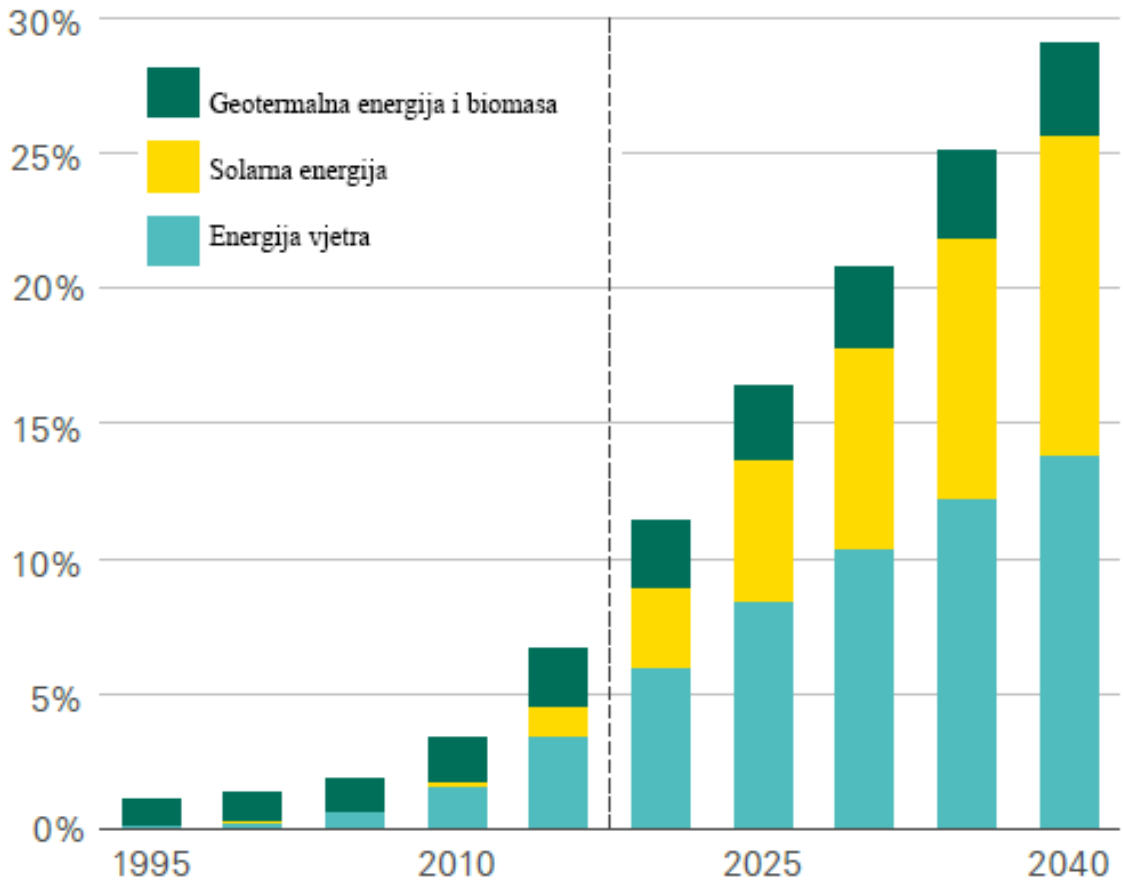
Energetska tranzicija je promjena u globalnom, regionalnom i lokalnom energetskom miksu. U povijesti su se desile dvije energetske tranzicije – tranzicija iz biomase u ugljen i tranzicija iz ugljena u naftu i prirodni plin. Sadašnja tranzicija se odnosi na prijelaz iz energetskog sustava koji je baziran na fosilnim gorivima u sustav koji je više diversificiran i zasnovan na obnovljivim izvorima energije. Za razliku od prošlih energetskih tranzicija, primarni pokretač joj je smanjenje emisija stakleničkih plinova koje uzorkuje izgaranje fosilnih goriva. Stoga, ova tranzicija ne traži samo tehnološko rješenje, nego i kombinaciju ekonomskih, političkih, institucionalnih i socio-kulturoloških promjena. Sasvim je sigurno da će se tranzicija desiti, iako se pokazala vrlo sporom i punom nesigurnosti. Naftne kompanije već primjećuju izazove koje ona donosi. Izazovi ne dolaze samo iz brzog razvoja tehnologija solarnih elektrana i vjetroelektrana, nego i od vlada i javnosti. Staro pitanje: „Do kada ćemo imati nafte?“ je zamijenilo pitanje: „Do kada ćemo imati potražnju za naftom?“. Naftne kompanije koje ciljaju na dugoročno održivi razvoj se moraju prilagoditi novim trendovima, a njihove strateške odluke same po sebi mogu uveliko utjecati na brzinu energetske tranzicije.

Globalnom energetskom sustavu je u isto vrijeme potrebna energija i smanjenje emisija stakleničkih plinova. Naftne kompanije su do sada bez problema bile u mogućnosti pružiti goriva koja su temelj današnjeg energetskog sustava, ali se sada nalaze pred izazovom – pružanjem rješenja globalnom zatopljenju. Na slici 2-1 se vidi globalni energetski sustav u kojemu su najzastupljeniji ugljen, nafta i plin kao primarni izvori energije sa više od 80% udjela.



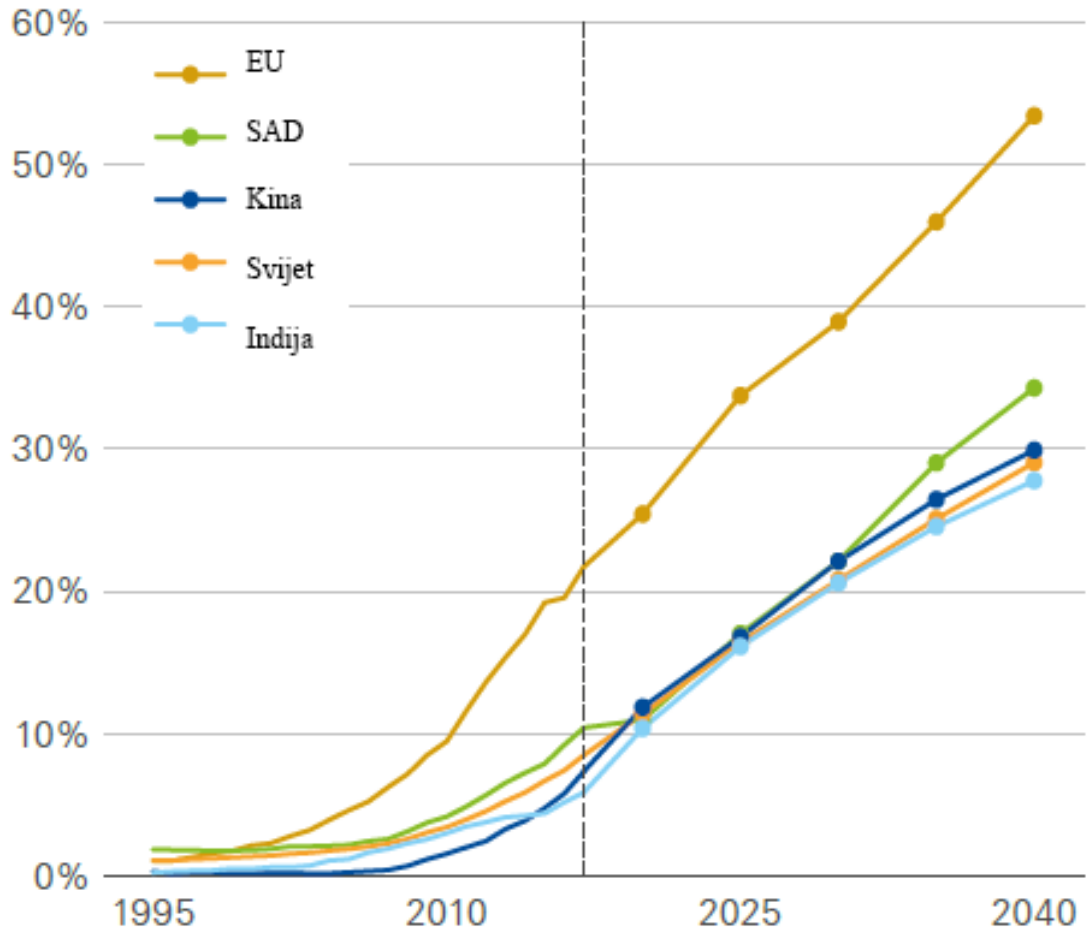
Slika 2-1. Globalni energetski sustav (IEA, 2019.)

Obnovljivi izvori energije će prema BP Energy Outlook-u biti najbrže rastući izvori energije u svijetu, povećavajući se za 7,6 % godišnje, što su dvije trećine povećanja globalne proizvodnje energije. Mogli bi postati najveći izvor energije u svijetu do 2040. godine (slika 2-2). Predviđa se da će najbrže rasti solarna energija i energija vjetra. Solarna energija bi se povećala deset puta, a energija vjetra pet puta, što je slično povećanje i u donosu na globalnu proizvodnju energije. Ovom rastu pomaže kontinuirano smanjenje cijena energije iz fotonaponskih elektrana i vjetroelektrana kako se tehnologija razvija.



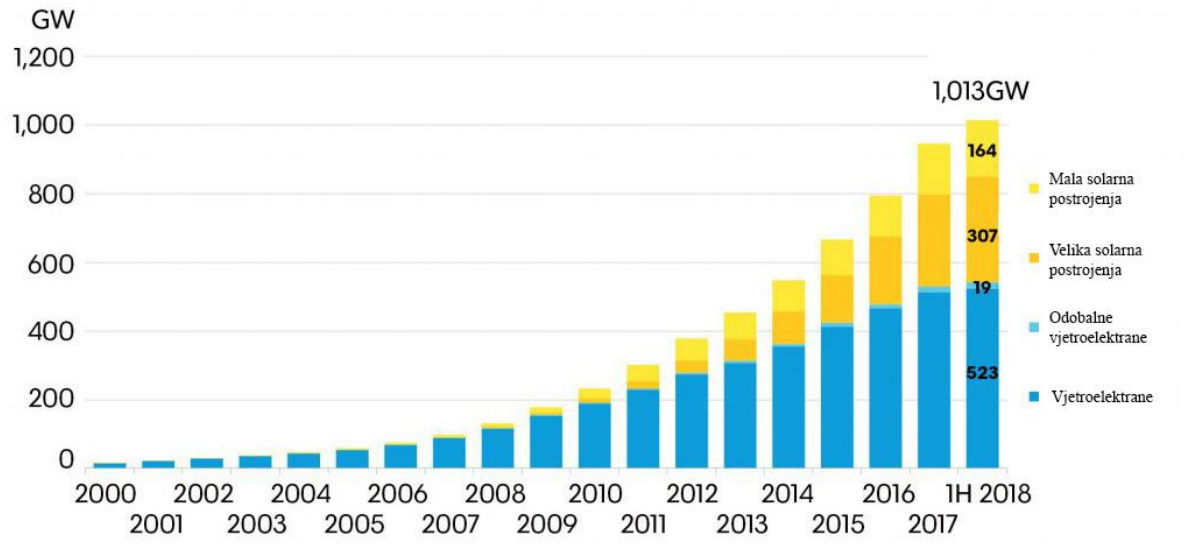
Slika 2-2. Udio obnovljivih izvora u proizvodnji energije (BP, 2019.)

Europska unija nastavlja predvoditi u rastu obnovljivih izvora energije, te se predviđa da će oni imati udio od preko 50% u proizvodnji energije do 2040. godine. Osim Europske Unije, rastu obnovljivih izvora energije će najviše doprinositi zemlje u razvoju kao Kina, Indija i ostatak Azije koje će predstavljati skoro pola rasta (slika 2-3).



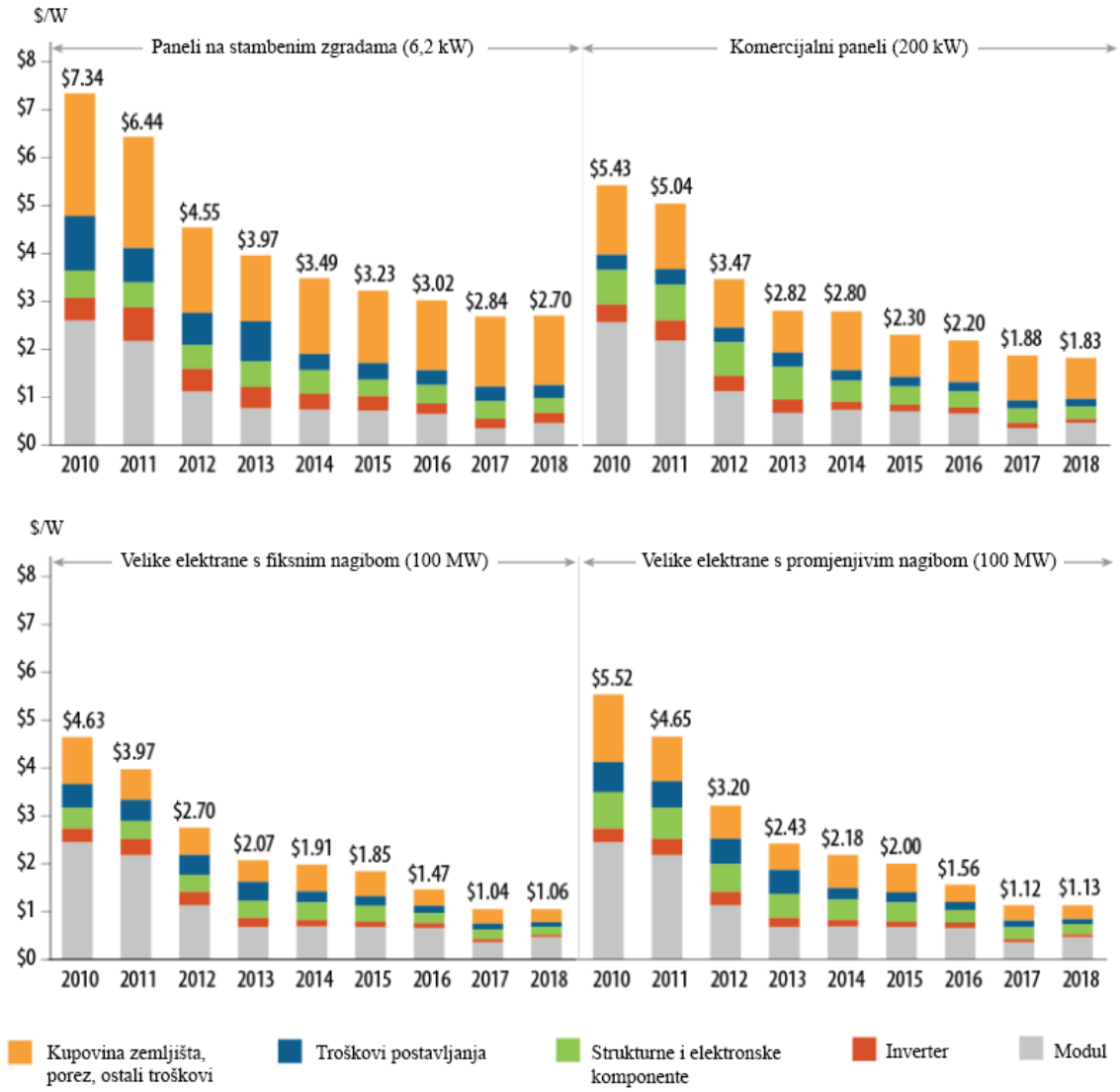
Slika 2-3. Udio obnovljivih izvora u proizvodnji energije po regijama (BP, 2019.)

Značajna brojka od 1 TW ukupnog kapaciteta za generiranje električne energije u svijetu iz energije vjetra i sunca je dostignuta u 2018. godini, a dodatni TW se predviđa do 2023. godine uz smanjenje troškova za 46% (BloombergNEF, 2018.). Kao što je vidljivo na slici 2-4, vjetar čini 54% kapaciteta, a solari 46%. Sveukupni kapacitet se povećao 65 puta od 2000. godine, te više nego učetverostručio od 2010. godine. Solarna energija je pogotovo ostvarila ogroman rast. Od 2007. godine kada je u funkciji bilo samo 8 GW kapaciteta solara što je činilo 8% ukupnog kapaciteta (kapacitet energije vjetra je bio 89 GW), do 2018. godine kada se taj postotak popeo na 47%.



Slika 2-4. Kumulativni globalni kapacitet energije vjetra i sunca (BloombergNEF, 2018.)

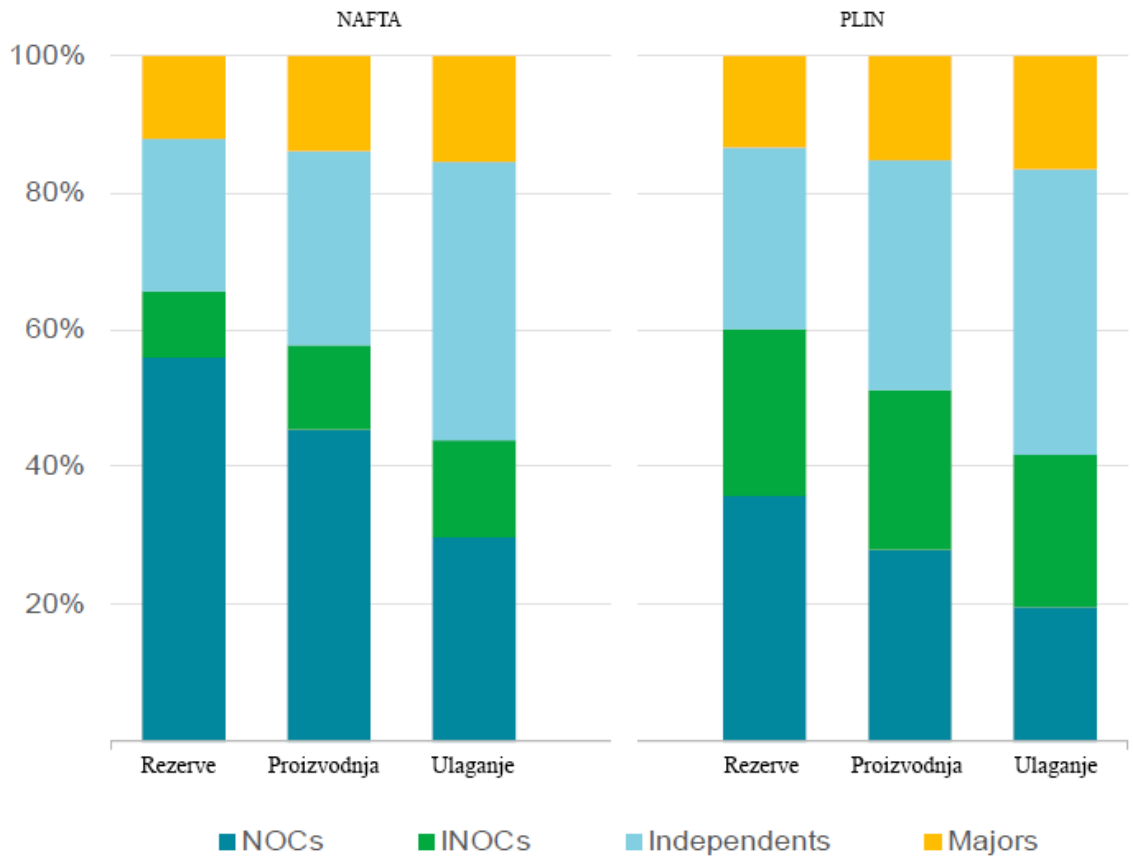
Najveći pokretač rasta kapaciteta solarnih postrojenja je njihova sve manja i manja cijena. Prema podacima iz NREL-a (engl. *National Renewable Energy Laboratory*) koji od 2010. godine prati cijene solarnih postrojenja, može se vidjeti koliko brzo cijene padaju (slika 2-5). Cijene iz 2010. godine kada je 1 Watt kapaciteta za panele na stambenim zgradama koštao 7,34 USD, za komercijalne panele 5,43 USD, za elektrane s fiksnim nagibom 4,63 USD, te za elektrane s promjenjivim nagibom 5,52 USD su se do 2018. godine višestruko spustile na tek 1 – 3 USD što je pad od 20 do 37%. Najveći pad cijene su imali paneli na stambenim zgradama.



Slika 2-5. Cijene solarnih panela po Wattu kapaciteta (NREL)

Što se tiče emisija, pažnja je najčešće usmjerena na sedam velikih privatnih integriranih naftnih kompanija (BP, Chevron, ExxonMobil, Shell, Total, ConocoPhillips i Eni) (engl. *Oil Majors*) koje imaju veliki utjecaj na industriju. Međutim, sama industrija je mnogo veća. One imaju 12% rezervi nafte i plina, 15% udjela u proizvodnji i 10% udjela u emisijama stakleničkih plinova (slika 2-6). Nezavisne kompanije (engl. *Independents*) su potpuno integrirane kompanije kao i nabrojanih sedam, ali mnogo manje. U njih spadaju Lukoil, Repsol, Marathon, Apache and Hess, te konglomerati kao Mitsubishi Corp. Državne naftne kompanije (engl. *National Oil Companies – NOCs*) koje su u potpunom ili većinskom vlasništvu država proizvode više od pola svjetske nafte i plina, te imaju još veći udio rezervi. Iako postoje uspješne državne naftne kompanije, većinom su u lošim pozicijama da bi se

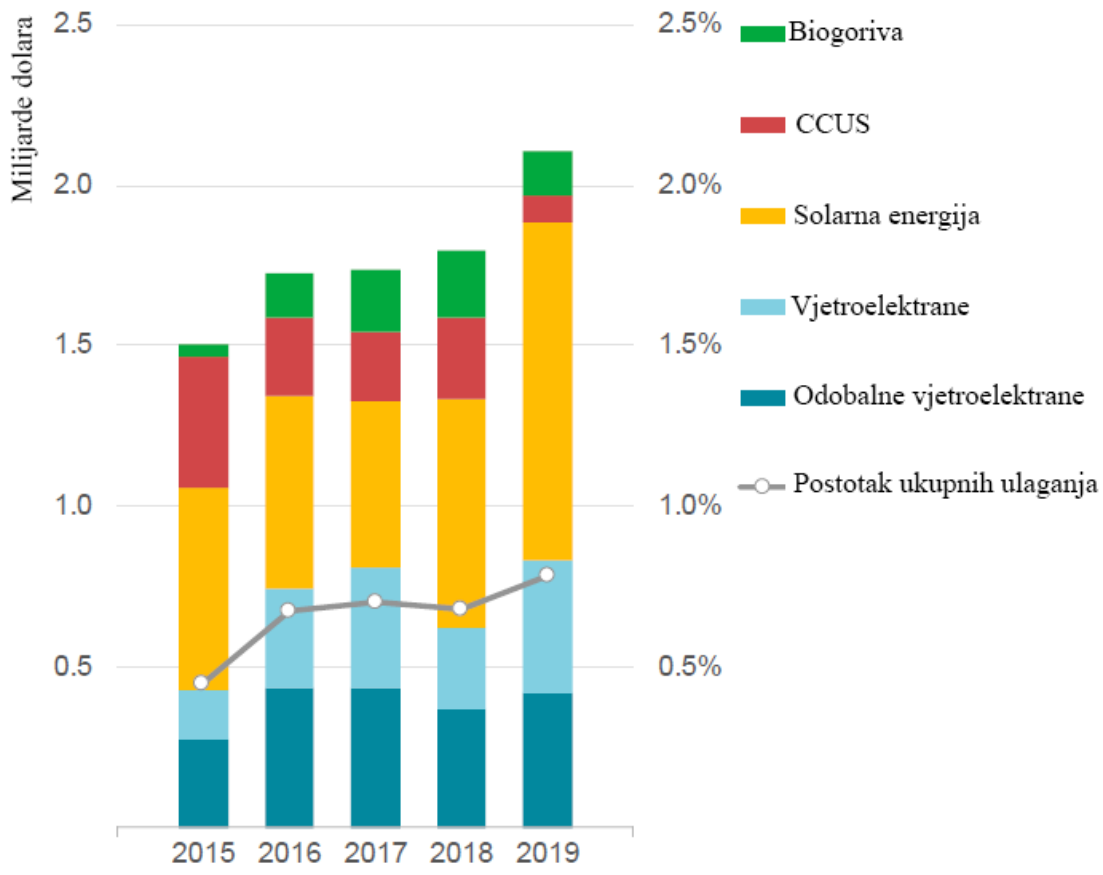
prilagodile promjenama u globalnom energetskom tržištu. Najveće državne naftne kompanije se nalaze na Bliskom Istoku (Saudi Aramco, National Iranian Oil Company, Basra Oil Company, Qatar Petroleum), u Rusiji, Južnoj Americi (Petrobras, PEMEX, Petroleos de Venezuela) i Africi (Nigeria National Petroleum Corporation – NNPC, Sonatrach, Sonagol). Internacionalne državne naftne kompanije (engl. International National Oil Companies – INOCs) imaju velika ulaganja u upstreamu van države u partnerstvu sa stranim državnim naftnim kompanijama. Kompanije u ovoj kategoriji su Equinor, the China National Petroleum Corporation (CNPC), Gazprom, Sinopec, the China National Offshore Oil Corporation (CNOOC), Petronas, India's Oil and Natural Gas Corporation (ONGC) i PTTEP u Tajlandu.



Slika 2-6. Rezerve, proizvodnja i ulaganje naftnih kompanija (IEA, 2019.)

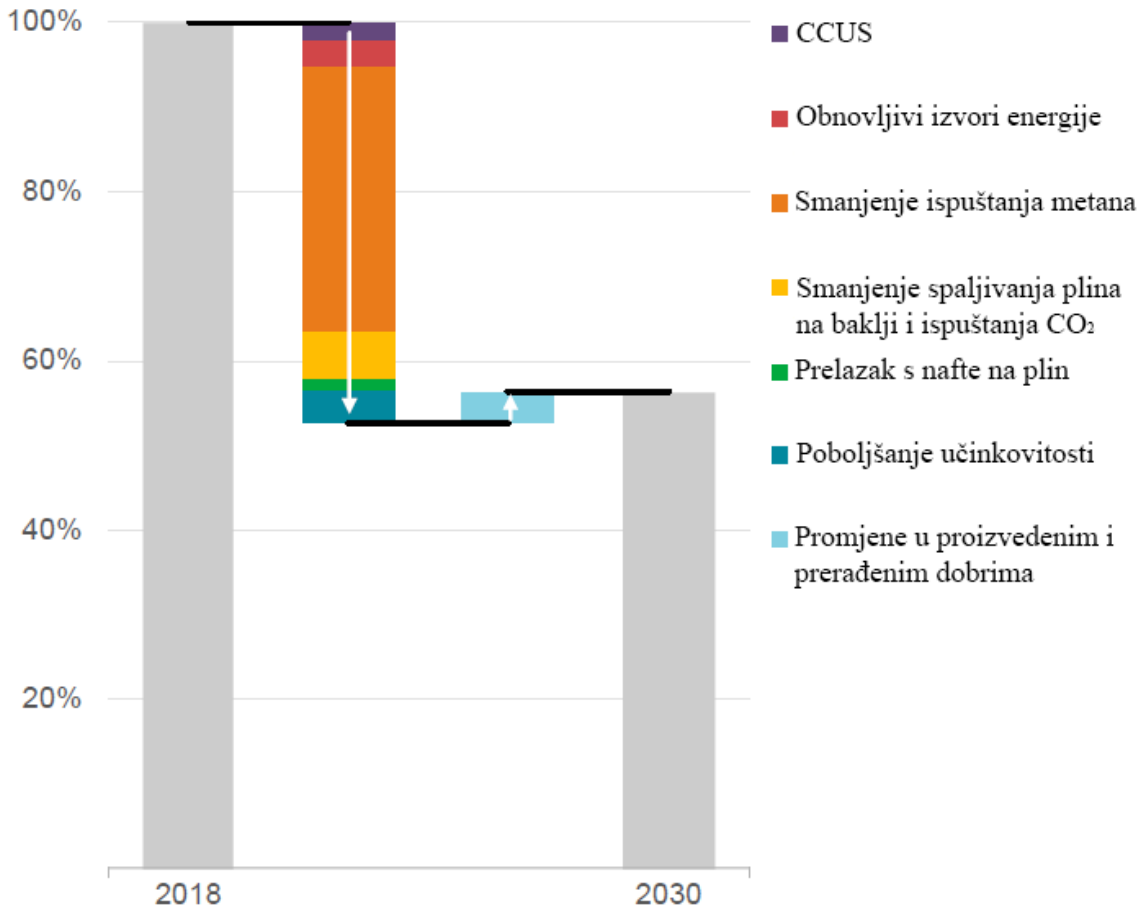
Naftne kompanije se suočavaju s problemom kao dio industrije u padu. Iako potražnja za naftom i dalje nije ostvarila vrhunac, očekivano je da se taj scenarij približava. Stoga, industrija nafte i plina ima izlaz u barem djelomičnom prijelazu u područje obnovljivih izvora energije.

Trenutno nema mnogo promjene u ulaganju naftnih kompanija. Kako stvari stoje, vodeće zelene kompanije ulažu u prosjeku 5% budžeta u projekte nevezane za naftu i plin, najviše u solarnu energiju i energiju vjetra. Neke naftne kompanije su uložile u nove grane kao što su distribucija električne energije, punjenje električnih vozila, te baterije za iste. Za bilo kakvo ubrzanje energetske tranzicije potrebna je mnogo veća promjena u raspodjeli kapitala. Na slici 2-7 se može vidjeti postotak uloženog novca naftnih kompanija u obnovljive izvore energije.



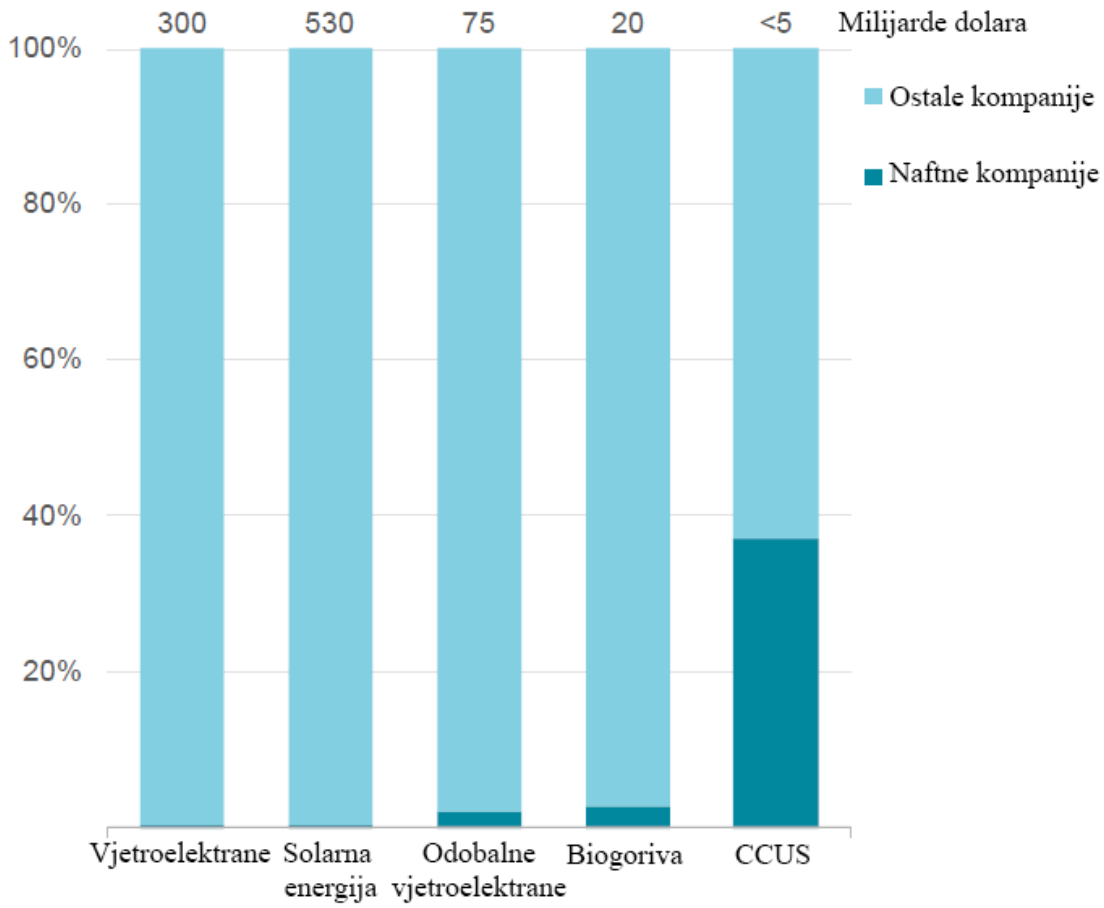
Slika 2-7. Ulaganje naftnih kompanija u obnovljive izvore energije (IEA, 2019.)

Minimiziranje emisija stakleničkih plinova prilikom proizvodnje nafte i plina bi trebao biti prvi korak naftnih kompanija u tranziciji. Smanjenje spaljivanja plina na baklji, ispuštanja CO_2 i metana, te integriranje obnovljivih izvora i čišće električne energije u proizvodnju nafte i plina su područja u kojima se mogu implementirati dostupna i isplativa rješenja za smanjenje emisija stakleničkih plinova. Smanjenje ispuštanja metana u atmosferu je najveći i najisplativiji čimbenik za industriju kojim bi se moglo smanjiti emisije stakleničkih plinova (Slika 2-8).



Slika 2-8. Projekcija smanjenja emisija stakleničkih plinova (IEA, 2019.)

Resursi i vještine iz naftne industrije mogu igrati veliku ulogu u savladavanju klimatskih promjena kroz neke od najzahtjevnijih sektora. Oni uključuju razvoj hvatanja i skladištenja ugljičnog dioksida (engl. *Carbon Capture Storage and Utilisation* – CCUS), niskougljičnog vodika, biorafinerije, te odobalne vjetroelektrane. Smanjenje troškova ovakvih tehnologija, te njihova primjena na većoj razini zahtjeva stručnost u menadžmentu i inženjeringu u velikim projektima koje naftne kompanije već imaju. Naftne kompanije su zaslužne za tri četvrtine skladištenog ugljičnog dioksida i za jednu trećinu ulaganja u taj sektor (slika 2-9).



Slika 2-9. Postotak ulaganja naftnih kompanija u obnovljive izvore energije (IEA, 2019.)

2.1. **Prednosti, prilike i rizici u sektoru obnovljive energije za naftne kompanije**

2.1.1. Prednosti

Tržište obnovljivih izvora je iznimno kompetitivno, međutim, naftne kompanije imaju određene prednosti koje bi im trebale pomoći u osvajanju novih energetskih sektora. Te prednosti se mogu kategorizirati u pet glavnih čimbenika (Peng et al., 2019.):

1. Tolerancija naftnih kompanija na rizike. Naftne kompanije su navikle poslovati u zahtjevnim dijelovima svijeta, te se nositi s vezanim rizicima. Neke od najboljih prilika za uspjeh naftnih kompanija bi mogle ležati u manje dostupnim rastućim ili neprofitabilnim tržištima, gdje bi se mogli pokrenuti veliki projekti uz nepostojanje

konkurencije. Primjer su tržišta obnovljivih izvora energije u supsaharskoj Africi i Bliskom istoku.

2. Dobre financije. Poslovanje u rizičnim tržištima također znači da je teže dobiti financiranje za projekte. Izbjegavanje zaduženja zbog postojećeg kapitala je velika prednost. Zbog toga su naftne kompanije u dobroj poziciji za ulaganje u velike projekte obnovljivih izvora energije koji zahtijevaju i veliki kapital.

3. Inženjersko iskustvo. Projekti obnovljivih izvora tipično imaju dosta manju tehničku kompleksnost od projekata u upstreamu. Također, iskustvo s projektima u akvatoriju će biti velika prednost naftnim kompanijama koje se odluče za ulaganje u plutajuće vjetroelektrane.

4. Geografski diversificiran portfelj i odnosi s vladama. Prilike u sektoru obnovljivih izvora energije su globalne i uglavnom sežu preko više kontinenata. Postojeći lokalni timovi, komunikacija s lokalnom zajednicom, te već uspostavljen lanac dobave će biti prednost u novim tržištima.

5. Aktivnost u spajanjima i akvizicijama. Sve velike naftne kompanije već imaju uspostavljen rizični kapital koji je alociran za mala spajanja i akvizicije, te imaju iskustva s velikim spajanjima i akvizicijama što će im pomoći da preuzmu i integriraju postojeće kompanije ukoliko se stvori prilika.

2.1.2. Prilike i rizici

Globalno tržište obnovljivih izvora energije raste eksponencijalno pogonjeno povoljnim politikama vlada i tehnološkim napretkom. Naftnim kompanijama su najprivlačnije energija sunca i vjetra zbog svojeg udjela na tržištu i brzo padajućih troškova, te potencijala za zaradu. Trenutno naftne kompanije posjeduju 2% svjetskog kapaciteta solara i vjetra.

Instalirani kapacitet solara i vjetra je po prvi put u 2016. godini pretekao konvencionalne izvore energije, dok je u 2017. godini instaliran kapacitet od skoro 100 GW solarne i 50 GW energije vjetra. Predviđa se da će energija dobivena iz solara i vjetroelektrana iznositi 35%

globalne proizvodnje energije do 2035. godine. Kapital koji je uložen u energiju vjetra i sunca prelazi 200 milijardi dolara godišnje.

Ove godine su obnovljivi izvori energije u Europskoj Uniji pretekli ugljikovodike kao vodeći izvori električne energije proizvodeći 40% električne energije, dok su ugljikovodici zaslužni za 34%. Količina energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije je porasla za 11% u odnosu na početak godine potaknuta novim vjetro- i solarnim elektranama, te blagim i vjetrovitim početkom godine. Samo solarna energija i energija vjetra su dostigle rekordnih 21% generacije energije u Europi. U Danskoj je taj postotak 64%, u Irskoj 49%, a u njemačkoj 42%. U drugu ruku, fosilna goriva su pala za 18%, što zbog rasta obnovljivih izvora energije, što zbog pada od 7% u potražnji za električnom energijom uoči pandemije Covida 19 (Techxplore, 2020.).

Što se tiče svijeta, energija vjetra i sunca su jedine pokazale rast unatoč padu potražnje za električnom energijom od 3%. Na svjetskoj razini, vjetar i sunce zauzimaju 10% proizvodnje električne energije u prvoj polovici godine, što je rast od 14% od istog perioda prošle godine. Energija sunca i vjetra su duplo zastupljenije nego 2015. godine kada je potpisan Pariški Sporazum. Mnoge zemlje danas generiraju desetinu svoje električne energije pomoću sunca i vjetra: Kina (10%), SAD (12%), Indija (10%), Japan (10%), Brazil (10%) i Turska (13%). Kao što je spomenuto ranije, Europska unija i Ujedinjeno Kraljevstvo imaju mnogo veće udjele sa 21% i 33% dok je Njemačka porasla na 42% (Electrek, 2020.).

Razlika između ulaganja u ugljikovodike i obnovljive izvore energije se znatno smanjila. Jedan od glavnih čimbenika koji pokreće eksponencijalni rast obnovljivih izvora energije je dramatičan pad troškova. Solari i energija vjetra već mogu konkurirati konvencionalnim tehnologijama, te i dalje pojeftinjuju. Prosječna cijena PV modula je pala za više od 90% od 2005. godine. Cijena vjetroelektrana i solara je ovisna o trošku turbina i modula. Važan trend u oba područja su sve veće turbine i sve efikasniji PV moduli. Uz te promjene potrebno je manje opreme, te padaju cijene rada, zemljišta, povezivanja i temeljenja. Najveći pad u troškovima se očekuje u odobalnim vjetroelektranama, gdje se znatno povećavaju veličine turbina zbog povoljnih uvjeta. Očekuje se pad kapitalnih troškova sa 4,52 USD/W na 2,18 USD/W (Peng et al., 2019.).

Zbog padajućih troškova i rasta tržišta, solarna energija i energija vjetra postaju kompetitivnije i profitabilnije od nekih konvencionalnih projekata u naftnoj industriji. Iako obnovljivi izvori energije imaju obećavajuću ekonomsku budućnost zbog pada troškova i potpore vlada i javnosti, naftne kompanije i dalje najprije razmišljaju o povratu investicije. Međutim, ne treba zanemariti priliku za rast u tom sektoru. Naftne kompanije moraju

razvijati svoje prednosti, sakupljati iskustvo, te osigurati raznolik portfelj da bi se oduprle budućim padovima potražnje i smanjenoj potpori javnosti za ugljikovodike.

Naravno, postoje i rizici za naftne kompanije koje ulažu u obnovljive izvore energije. S jedne strane, nemogućnost prepoznavanja tranzicije u energetskom krajoliku i ulaganje u određene projekte eksploatacije ugljikovodika može dovesti do loših rezultata. S druge strane, prebrzo okretanje od osnovne djelatnosti može dovesti do ulaganje u nepoznate tehnologije koje također imaju nisku profitabilnost. Također, energetski sektor koji se vrlo brzo razvija ima rizik od nastanka nasukanih troškova. Tehnologiju koja će u skoro vrijeme biti zamijenjena novom, boljom tehnologijom i postati neisplativa. Učinci ovog rizika su očiti u nekim kompanijama koje su se odlučile za investiranje u više manjih raznolikih projekata i tehnologija, za razliku od manjeg broja većih projekata.

3. ULAGANJA VELIKIH NAFTNIH KOMPANIJA

Energetski sektori svih razvijenih zemalja se nalaze u tranziciji koja je okarakterizirana smanjenjem emisija stakleničkih plinova, povećanjem energetske učinkovitosti, boljim gospodarenjem energijom, te ulaganjem u tehnologije koje će to omogućiti. Naftne kompanije, jedne od velikih igrača u energetskom sustavu u svijetu, se moraju prilagoditi tim uvjetima ukoliko žele opstati u budućnosti. Vlade država postavljaju sve ambicioznije inicijative kako bi smanjile utjecaj na okoliš i globalno zatopljenje poput smanjenja ovisnosti o fosilnim gorivima i penala za ispuštanje stakleničkih plinova. Slika kompanija u javnosti također nije faktor koji se može zanemariti.

Neke od najvećih naftnih kompanija imaju velika ulaganja u sektor obnovljivih izvora energije, kako bi se okrenule čišćim izvorima energije. Nafta, plin i ugljen su okarakterizirani kao najnečistiji sektor u energetskoj industriji, ali velike kompanije su počele sa ulaganjima u obnovljive izvore kako bi popravile taj imidž. Najveće kompanije - BP, Shell, Chevron, Total, Eni i Exxon su izdvojile milijarde za projekte čiste energije, ali se i dalje postavlja pitanje čine li one dovoljno. Unatoč rastu ulaganja u obnovljive izvore, kompanije su uložile samo 1% njihovog kombiniranog budžeta u zelenu energiju u 2018. godini. Na slici 3-1 se može vidjeti da su ukupna ulaganja u obnovljive izvore u povijesti najvećih europskih kompanija samo djelić njihovog ulaganja u ostale tipove energije u samo jednoj godini.



Slika 3-1. Ulaganja u obnovljive izvore u odnosu na ostala ulaganja (Guardian, 2019.)

Naftne kompanije se hvale svojim ulaganjima u obnovljive izvore i koriste ih za dobivanje odobravanja javnosti, iako u stvarnosti ona iznose manje od 1% njihovog godišnjeg ulaganja u projekte. Istovremeno proizvode više fosilnih goriva nego što im je dopušteno Pariškim sporazumom. Da bi dostigli ciljeve propisane u ugovoru za 2040. godinu trebali bi smanjiti proizvodnju fosilnih goriva:

- Shell bi trebao smanjiti proizvodnju za 10%
- BP bi trebao smanjiti proizvodnju za 25%
- Total bi trebao smanjiti proizvodnju za 35%
- Chevron bi trebao smanjiti proizvodnju za 35%
- Eni bi trebao smanjiti proizvodnju za 40%
- ExxonMobil bi trebao smanjiti proizvodnju za 55%
- ConocoPhillips bi trebao smanjiti proizvodnju za 85%

(The Guardian, 2020)

Dakle, problem u ostvarivanju ciljeva Pariškog sporazuma ne leži samo u malim ulaganjima u sektor obnovljive energije, nego i u prevelikim ulaganjima u fosilna goriva, te podršci državnih tijela za ista.

3.1. **BP**

Kompanija British Petroleum je bila poznata pod tim imenom od 1954. godine, iako njena povijest seže još od 1908. godine pod imenom Anglo-Persian Oil Company. British Petroleum je 2001. godine uložio 7 milijuna dolara u stvaranje novog branda – Beyond Petroleum. Naknadno su godišnje ulagali 100 milijuna dolara u njegov razvoj. U sklopu rebrandinga su modernizirali svojih 28000 benzinskih crpki diljem svijeta. Novi logo je nazvan Helios po grčkom bogu sunca i predstavlja energiju u svim svojim oblicima – od plina i nafte do solarne energije (slika 3-2). Rebranding je dočekan s cinizmom od određenih grupa kao što je Greenpeace koje tvrde da su potrošili više novca na rebranding nego na obnovljive izvore u toj godini.



Slika 3-2. Usporedba starog i novog loga kompanije BP (Landor)

Njihova strategija glasi: „Ostajemo predani upravljanju svog portfelja uz ulaganje u fleksibilne i otporne opcije koje ciljaju podupiranju naše strategije koja je, vjerujemo, u skladu s Pariškim sporazumom.“ (BP, 2020).

BP je prva naftna kompanija koja je izdvojila značajan kapital za obnovljive izvore energije kao što su vjetar i sunce, još od 1980. Godine. Nakon Deep Water Horizon katastrofe i izljeva nafte u Meksičkom zaljevu 2010. godine, BP je prekinuo većinu svojih investicija u zelenu energiju koje su iznosile između 8 i 10 milijardi dolara. Unatoč tome, kompanija i dalje ima više od 2200 MW kapaciteta energije vjetra i počela je s ponovnim ulaganjem u obnovljive izvore energije.

Jedno od ulaganja je u projekt vrijedan 56 miliona dolara – elektranu BP Solar 1 u Ninh Thuan Provinciji u Vijetnamu kojeg razvija i gradi društvo za inženjering, nabavu i izgradnju Bac Phuong Joint Stock. (Viet Nam News 2019) Oni tvrde da je elektrana prvi projekt u Vijetnamu koji koristi PERC module. To je važan korak za razvoj primjene visoko učinkovitih solarnih modula na tržištu Vijetnama i ostalih jugoistočnih dijelova Azije, te pomaže razvoju obnovljive energije u regiji. BP Solar 1 elektrana ima kapacitet od 48,3 MW i očekuje se da generira 74.45 miliona KWh struje, uz smanjenje emisija ugljičnog dioksida za 79760 tona godišnje. JA Solar, proizvođač visoko učinkovitih PV modula je opskrbio Bac Phuong Jint Stock PERC modulima i završio s izgradnjom prije zadanih rokova. Postrojenje je 20.1.2019. godine priključeno na državnu mrežu i pušteno u pogon (slika 3-3). Postrojenje je smješteno u priobalju tropskog područja, sa teškim uvjetima kao što su toplina, vlaga,

salinitet i jak vjetar, što je zahtijevalo solarni modul visoke kvalitete. JA Solar tvrdi da je njihov PERC modul prošao ekstenzivna testiranja dugoročne pouzdanosti i prilagodbe uvjetima u okolišu (NS Energy, 2019).



Slika 3-3. Elektrana BP Solar 1 (Viet Nam News, 2019.)

BP je 2017. godine uložio 200 milijuna dolara u Lightsource, kupivši 43% udjela u kompaniji koja je potom rebrandirana u Lightsource BP. Lightsource BP je najveća kompanija u Europi koja se bavi razvojem projekata solarne energije. Prikupila je više od 3.4 milijarde dolara za financiranje projekata i posjeduje solarne projekte diljem svijeta kapaciteta većeg od 2 GW.

U 2018. godini, BP je uložio u tri projekta koja pogoduju nisko ugljičnom razvoju. Prvi je StoreDot. BP je uložio 20 milijuna dolara u Izraelsku kompaniju koja se bavi razvojem baterija s tehnologijom brzog punjenja. Drugi je ulog od 5 milijuna dolara u FreeWire, američku kompaniju koja proizvodi infrastrukturu za punjenje električnih vozila s tehnologijom brzog punjenja. Na posljetku, uložio je 160 milijuna dolara u Chargemaster, vodeću mrežu stanica za punjenje električnih vozila u Ujedinjenom Kraljevstvu. To je BP-u

omogućilo da spoji svojih 1200 benzinskih crpki sa Chargemasterovih 6500 stanica za punjenje (slika 3-4) (NS Energy, 2020).



Slika 3-4. Jedna od BP Chargemaster punionica (BPChargemaster)

3.2. **Shell**

Shellova New Energies strategija iz 2016. godine pokriva razna područja uključujući vjetar, solarnu energiju, punjenje električnih vozila i inicijative koje potiču usvajanje vozila na vodikove gorive ćelije. Shell je uložio 2 milijarde dolara u nisko ugljično generiranje energije u 2016. godini da bi bio u mogućnosti dostići ciljeve strategije u roku. Iduće godine je preuzeo First Utility – opskrbljivača struje i plina iz Ujedinjenog Kraljevstva i najveću kompaniju u Europi za punjenje električnih vozila NewMotion. U 2018. godini Shell je kupio 44% udjela u američkoj firmi za solarnu energiju Silicon Ranch za 200 milijuna dolara

i uložio 20 milijuna dolara u kompaniju koja se bavi obnovljivim izvorima energije Husk Power Systems iz Indije. Shell ima 49% udjela u Australijskoj kompaniji za solarnu energiju ESCO Pacific, te udio u francuskoj kompaniji Eolfi koja se bavi plutajućim vjetroelektranama (NS Energy, 2020).

Međutim, po New Energies strategiji, Shell je planirao uložiti između 4 i 6 milijardi dolara u obnovljive izvore energije između 2016. i kraja 2020. godine. Sa još manje od pola godine do roka, suma je daleko manja od ciljane. Shellovi planovi za zelenu energiju su jedni od ambicioznijih u naftnoj industriji, unatoč alociranju samo desetine svog trošenja na nju. Shell je 2017. godine rekao ulagačima da će trošiti 1 do 2 milijarde dolara godišnje razvijajući čistu energiju do 2020. godine, što je povećanje u odnosu na prošli plan da troši do 1 milijardu godišnje u istom periodu. Po tome je trebao uložiti 6 milijardi dolara, ali, kako trenutno stvari stoje, do roka će uspjeti uložiti samo trećinu toga iznosa. U iste četiri godine, kompanija je uložila više od 120 milijardi u razvoj projekata fosilnih goriva i postavila cilj da poveća svoje ukupno ulaganje na 30 milijardi godišnje u ranim 2020im.

Na Shellovo ulaganje u zelenu energiju je negativno utjecao i nedavni propali natječaj za kupovinu Nizozemske kompanije Eneco, koja ima veliki portfelj projekata u sektoru obnovljivih izvora energije. Shell je izgubio natječaj zbog konzorcija ulagača vođenih japanskim Mitsubishijem koji su platili 4.5 milijarde za preuzimanje kompanije.

Unatoč trošenju samo djelića svog budžeta na nove energije koje uključuju biogoriva i vodik, Shell se smatra liderom u borbi za sprječavanje klimatskih promjena u naftnoj industriji. Shell planira uložiti 2 do 3 milijarde dolara kroz New Energies Division svake godine u periodu od 2021. do 2025. godine, te se nada pružiti pouzdan izvor električne energije 100 milijuna ljudi u državama u razvoju do 2030. godine (The Guardian, 2020).

Elisabeth Brinton je u travnju 2020-e godine postavljena na čelo New Energies-a, upravljajući projektima obnovljivih izvora električne energije, te niskougljičnih tehnologija. Mark Giansborough je smijenjen s te pozicije zbog loše pozicije Shella na burzi čije su dionice pale ispod 35 €, dok su u 2018. godini imale cijenu od 67 € (IEEFA, 2020.).

Između ostalog, New Energies Division vidi veliki potencijal u odobalnim vjetroelektranama. CrossWind je projekt pokrenut u 2020. godini u suradnji s Enecom. Kapacitet mu je 759 MW što će pomoći Nizozemskoj da dostigne ciljeve Green Deal-a. Shell posjeduje 79,9% dionica projekta. NoordzeeWind, također u Nizozemskoj, je zajednički pothvat Nuon-a i Shell-a u kojem imaju udjele po 50%. Sastoji se od 36 turbina koje proizvode dovoljno električne energije za potrebe 100000 nizozemskih kućanstava. Što se tiče SAD-a, Shell je 50%-tni učesnik u projektu Atlantic Shores u New Jersey-u koji bi

trebao imati kapacitet od 2,5 GW, te također 50%-tni učesnik u Mayflower konzorciju koji razvija projekt na obalama Massachusetts-a i imati će kapacitet 1,6 GW što je dovoljno za napajanje više od 680000 američkih kućanstava (Shell New Energies, 2020.).

Blauwwind je projekt u kojem Shell ima 20% dionica. Vjetroelektrana Borssele 3/4 na nizozemskoj obali ima kapacitet od 731,5 MW što je dovoljno za napajanje 825000 nizozemskih kućanstava (slika 3-5). Početkom kolovoza ove godine, Blauwwind je pokrenuo prvu turbinu i počeo s generacijom električne energije za nizozemsku mrežu. 36 od 77 turbina su spremne za rad i očekuje se da će svakim danom nova turbina nakon testova biti puštena u pogon. Ostali partneri u projektu su Partners Group, DGE, Eneco i Van Oord (Blauwwind, 2020.).



Slika 3-5. Borssele 3/4 (Blauwwind)

3.3. **Total**

Totalov plan za obnovljive izvore energije je uložiti otprilike 500 milijuna dolara u tehnologije čiste energije. To je otprilike 3% kompanijinog ukupnog ulaganja. Tu brojku planira povećati na 20% kroz idućih 20 godina.

Total Solar Distributed Generation je ogranak Totala koji se bavi solarnom energijom. U jugoistočnoj Aziji je aktivan od 2018. godine i jedan je od većih internacionalnih pružatelja integriranih solarnih rješenja komercijalnim i industrijskim potrošačima. Svjetski su lideri u solarnoj energiji, s više od 500 MW novog kapaciteta u 2018. godini, te 11 GW ukupnog solarnog kapaciteta. S više od 10000 ljudi zaposlenih u njegovim ograncima koji se bave

obnovljivim izvorima energije, bavi se solarnom energijom, energijom vjetra, te bio metanom (Total Solar Asia, 2020.).

Kroz zadnjih 10 godina, Total je imao nekoliko strateških investicija koje uključuju 1,4 milijardu dolara za 60% udjela u američkoj kompaniji za solarnu energiju SunPower u 2011. godini. Total planira postati globalni lider u solarnoj energiji i ima 1,6 GW kapaciteta koji planira povećati na 5 GW kroz idućih 5 godina.

U 2016. godini, Total je kupio francusku kompaniju za proizvodnju baterija Saft za 1,1 milijardu dolara, te belgijski Lampiris koji se bavi zelenom energijom za 224 milijuna dolara.

U 2018. godini, Total je osigurao 74% udjela u francuskom trgovcu električne energije Direct Energie za 1,7 milijardu dolara, čime je postao jedna od najvećih pružatelja komunalnih usluga u Francuskoj.

U 2019. godini, Total se širi na jugoistočnu Aziju kroz Total Solar Distributed Generation. Pokrenuo je šest novih projekata solarne energije sa kapacitetom oko 10 MW. Projekti su locirani u Tajlandu, Filipinima, Indoneziji i Singapuru.

Tajland – Konstrukcija projekta kapaciteta 7 MW na krovu, najvećeg solarnog kolektora na krovu u državi. Sa više od 17500 solarnih panela, sistem je dizajniran da generira 9,6 GWh obnovljive električne energije godišnje, što smanjuje emisije ugljičnog dioksida za 4910 tona godišnje.

Filipini – Tri projekta solarnih kolektora na krovu kapaciteta 1,2 MW na tri tržna centra u vlasništvu Gaisano Capitala – najvećeg lanca tržnih centara i supermarketa u Filipinima. Sa više od 3520 panela, ovi projekti će generirati oko 1,6 GWh godišnje, što je 30% Gaisanovih potreba za energijom, te će smanjiti njegove emisije za više od 870 tona godišnje.

Indonezija – Projekt kapaciteta 800 kW na krovu najveće petrokemijske kompanije u Indonezija – Chandra Asri Petrochemical. Sa više od 2200 panela, instalacija će generirati više od 935 MWh godišnje, što je 15% potreba kompanije uz smanjenje emisija ugljičnog dioksida za 650 tona godišnje.

Singapur – Konstrukcija projekta na krovu Carros Centre-a kapaciteta 500 kW. Carros Centre je Singapurov integrirani mega centar za automobile. Sa više od 1370 panela, generirati će 570 MWh obnovljive električne energije godišnje, što pokriva oko 22% potreba klijenta i smanjiti emisije za 225 tona ugljičnog dioksida godišnje.

Bollore Logistics je u suradnji s Total Solar Distributed Generation-om završio projekt solarnih panela na krovu Green Hub-a u Pioneer Turn-u sa kapacitetom od skoro 1 MW

(slika 3-6). Kroz radni vijek solarnih panela, Bollore Logistics će smanjiti emisija za skoro 11500 T ugljičnog dioksida. Sa preko 2400 panela, sustav će pokriti 30% potrebe zgrade za električnom energijom. Sukladno s Pariškim Ugovorom, Bollore Logistics je predan smanjivanju 43% svojih emisija stakleničkih plinova do 2027, kroz program „Powering Sustainable Logistics“ (Bollore Logistics, 2020.).



Slika 3-6. Solarni paneli na krovu Green Hub-a (Bollore Logistics)

Totalov ukupan kapacitet generiranja nisko ugljične energije je skoro 7 GW, od čega su preko 3 GW iz obnovljivih izvora energije (NS Energy, 2019).

3.4. **Eni**

Iako Eni kaska za ostalim naftnim kompanijama u ulaganju u obnovljive izvore energije, Talijanska kompanija ima u planu investicije u sektor.

Eni je u 2014. godini pustio u pogon prvu svjetsku rafineriju koja je preinačena iz tradicionalne u bio rafineriju koja proizvodi mlazno gorivo, zeleni diesel, zeleni benzin i ukapljeni naftni plin.

Što se tiče projekata koji bi iskoristili obalne i odobalne potencijale vjetra, Eni se udružio s francuskom kompanijom GE Renewable Energy i norveškim Equinorom.

Izvori čiste energije igraju ključnu ulogu u strategiji kompanije koja cilja povećati kapacitet obnovljive energije za 1 GW između 2018 i 2021. godine sa ulaganjem 1,3 milijarde dolara uz dugoročni cilj postizanja 5 GW do 2025. godine (NS Energy, 2020).

3.5. **Chevron**

Chevronova ulaganja u obnovljive izvore energije su minimalna, te nema određene planove za prijelaz na čišće tehnologije. Američka kompanija je uložila u solarnu energiju, energiju vjetra i geotermalnu energiju kroz zadnjih 20 godina, ali uz niske povrate investicije, fokus je ostao na projektima nafte i plina (NS Energy, 2020).

Chevron je 2018. godine pokrenuo Future Energy Fund sa početnim ulogom od 100 milijuna dolara za ulaganje u nove tehnologije koje bi smanjile emisije štetnih plinova i pružile čišću energiju. Portfelj Future Energy Fund-a uključuje: Savante – kompaniju koja razvija adsorbens koji pomaže pri odvajanju ugljičnog dioksida, ChargePoint – koji se bavi punionicama za električna vozila u Sjevernoj Americi i Europi, Natron Energy – koji se bave razvojem baterija, Infinitum Electric, Carbon Engineering, Voyage, Spear, Emerald, CCSL, te Clarke Valve (Chevron, 2020.).

3.6. **ExxonMobil**

Kao i Chevron, ExxonMobil je pokazao jako mali interes za ulaganje u tehnologije obnovljivih izvora energije, bez ikakvog alociranog budžeta ili plana ulaganja za budućnost. Kompanijina strategija se bazira na smanjenju emisija stakleničkih plinova, napredcima u bio gorivima i hvatanju i skladištenju ugljikovog dioksida i utilizaciji (engl. Carbon Capture Utilization and Storage – CCUS).

ExxonMobil ima udjele u otprilike trećini svjetskog CCS kapaciteta i u 2015. godini je izdvojio 6,9 milijuna tona ugljičnog dioksida za sekvestraciju – proces izdvajanja plina iz atmosfere.

U 2019. godini je najavio planove za razvoj tehnologije gorivnih članaka s rastaljenim karbonatima kao elektrolitom (engl. *Molten carbonate fuel cell*), koja proizvodi struju i hvata, te zatim koncentrira ugljični dioksid za skladištenje što rezultira potencijalnom smanjenju troškova (NS Energy, 2020).

4. ODOBALNE VJETROELEKTRANE

Što se tiče tehnologije za iskorištavanje energije vjetra, svjetski lideri su Danska, Nizozemska, Njemačka, Španjolska i SAD. Te zemlje posjeduju velike vjetroelektrane koje se sastoje od par stotina turbina koje su postavljene na stotine kvadratnih kilometara. Na primjer, vjetroelektrana Roscoe u Texasu ima 627 turbina i prekriva površinu od preko 400 km (slika 4-1). Ima kapacitet od 781,5 MW (Power Technology, 2019.).



Slika 4-1. Roscoe vjetroelektrana (Power Technology)

Profesor William Heronemus je još 1972. godine predložio ideju velikih plutajućih odobalnih vjetroelektrana. Prednost vjetroelektrana na moru je ta što bi se mnogo veće turbine mogle lako prevesti morem na lokaciju, te iskoristiti mnogo veći kapacitet generiranja električne energije. Dodatne prednosti su manje restriktivni zahtjevi za razinu buke i činjenica da su turbine nevidljive s kopna ukoliko su dovoljno daleko udaljene.

Odobalne turbine mogu biti fiksne ili plutajuće. Kada je voda plitka ili srednje dubine (manje od 50 m), ekonomičnije su fiksne turbine. Za velike dubine mora i nepovoljna dna, plutajuće vjetroelektrane predstavljaju rješenje zbog manjeg troška koji predstavlja sidrenje

uspoređeno s konstrukcijom koja bi odgovarala takvim uvjetima. Plutajuće turbine se mogu koristiti u moru dubine do 700 m, te nemaju potrebu za visokim tornjevima i specijaliziranim materijalima potrebnim za gradnju na tim dubinama.

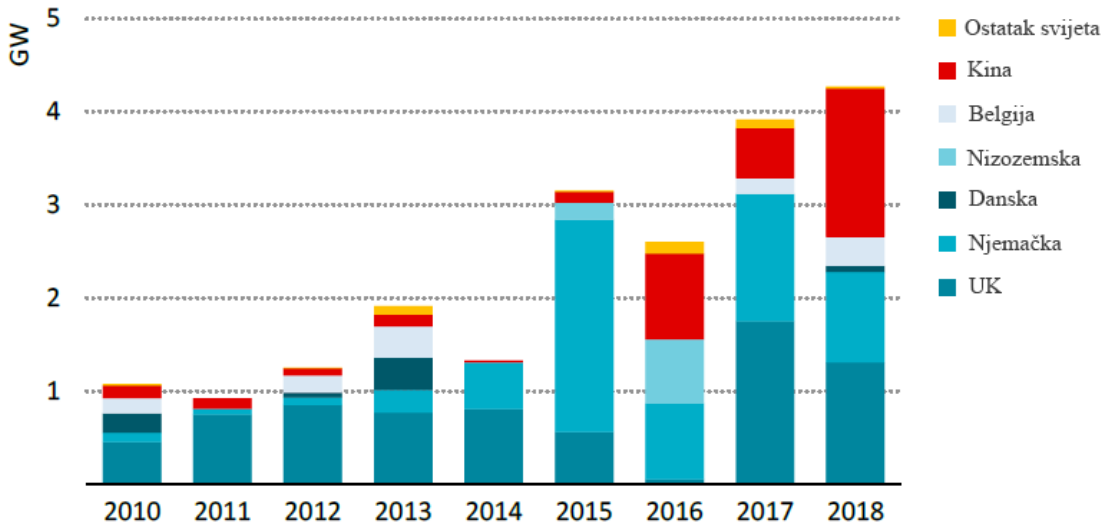
International Energy Agency polaže velike nade u odobalne vjetroelektrane iako trenutno one proizvode samo 0,3 globalne energije (IEA, 2019.). Smatraju da je njihov potencijal praktički beskonačan i da će se kroz idućih dvadeset godina njihov kapacitet povećati čak petnaest puta, a vrijednost tih projekata bi trebala biti jedan bilijun američkih dolara. Prema nekim scenarijima, odobalne vjetroelektrane bi trebale postati glavni ivor električne energije u Europi i omogućiti vodiku da drastično smanji emisije sektora proizvodnje željeza, čelika i transporta (IEA, 2019.).

4.1. **Stanje u svijetu**

Odobalne vjetroelektrane su se pokazale kao jedna od najdinamičnijih tehnologija u energetskom sustavu. U 2010. godini se po prvi put prešao iznos od 1 GW novog kapaciteta, dok se 2018. godine kapacitet povećao za 4,3 GW. Od ukupnog kapaciteta od 3 GW 2010. godine, došli smo do brojke od 23 GW u 2018. godini (slika 4-2). Godišnje povećanje kapaciteta je doseglo brojku od skoro 30%, više od bilo kojeg izvora energije osim solara. Do sredine 2019. godine, ukupno je bilo 5500 odobalnih turbina kroz 17 država.

Rast je potpomognut europskim državama koje graniče sa Sjevernim Morima, gdje se mogu naći povoljni meteorološki uvjeti u relativno malim dubinama. Razni poticaji su rezultirali sa 17 GW novog kapaciteta između 2010. i 2018. godine. Samo u 2018. godini su UK, Njemačka, Belgija, Nizozemska i Danska povećale kapacitet za 2,7 GW.

Kina se posljednjih godina počela zanimati ta odobalne vjetroelektrane i priključila državama liderima u tom području. U 2018. godini je povećala kapacitet za 1,6 GW – više od bilo koje države. Tako velik rast je potpomognut državnim trinaestim petoljetnim planom koji je zahtijevao 5 GW kapaciteta odobalnog vjetra do 2020. godine, te uspostavu dobavnih lanaca koji će potpomoći u daljnjem razvoju sektora.



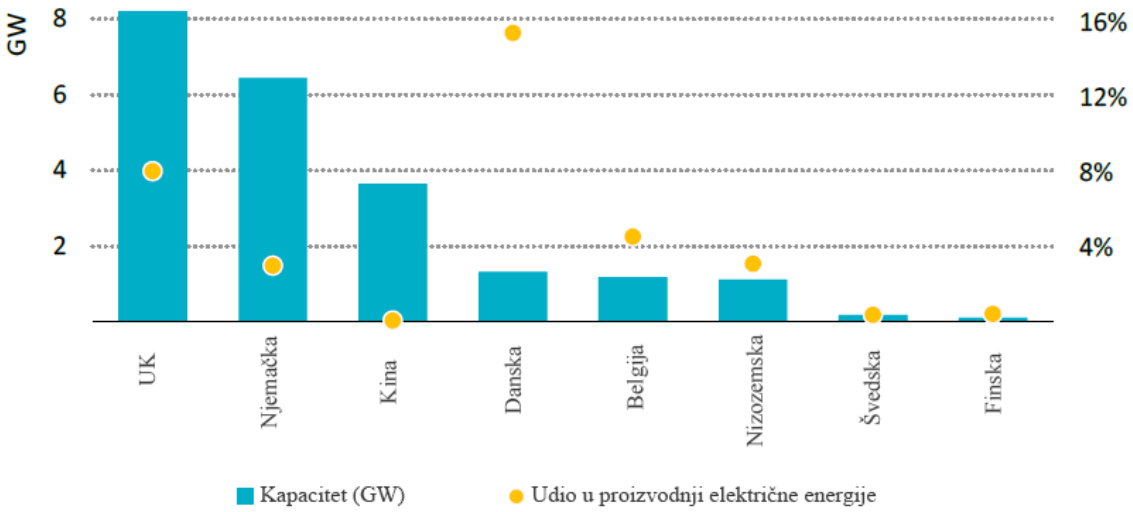
Slika 4-2. Novi kapacitet odobalnih vjetroelektrana po regijama (IEA, 2019.)

Energija odobalnog vjetra će imati rast na nova tržišta u idućih pet godina. Trenutno je u početnim fazama oko 150 novih projekata kroz 19 država (IEA, 2019.). Preko 100 projekata bi trebalo biti završeno u 2021. godini što ukazuje na dodatno povećanja rasta novih kapaciteta.

U SAD-u je u planu novih 25 GW kapaciteta odobalnih vjetroelektrana u idućih par godina. Veliki projekti su također u razvoju u Australiji, Taipeiju, Indiji, Japanu, Koreji, Novom Zelandu, Turskoj i Vijetnamu.

2018. godine je većina (80%) kapaciteta odobalnog vjetra bila locirana u Europi. Oko jedna trećina toga (8 GW) se nalazila u UK-u, 6,5 GW u Njemačkoj, a Danska, Norveška i Belgija su međusobno imale 3,6 GW kapaciteta. Čak i Kina kao novi igrač već ima 3,6 GW kapaciteta (slika 4-3).

Odobalne vjetroelektrane su bile zaslužne za samo 0,3% globalne proizvodnje električne energije u 2018. godini, al imaju mnogo veće udjele u vodećim zemljama. U Danskoj predstavljaju 15% proizvedene energije, gdje energija vjetra iznosi 50% proizvodnje energije. U UK-u se proizvelo 8% električne energije iz energije vjetra – duplo više nego iz energije sunca. U Belgiji, Nizozemskoj i Njemačkoj je taj iznos oko 4%. Unatoč velikom rastu, energija odobalnih vjetroelektrana je u Kini iznosila samo 0,1% proizvedene energije (slika 4-3).



Slika 4-3. Ukupni kapacitet odobalnih vjetroelektrana po regijama (IEA, 2019.)

Odobalne vjetroelektrane imaju velike kapitalne troškove. Projekt od 250 MW košta oko 1 milijardu. Solarne elektrane i vjetroelektrane imaju manje kapitalne troškove, te su s toga zanimljiviji malim kompanijama. Europske kompanije posjeduju većinu odobalnih vjetroelektrana.

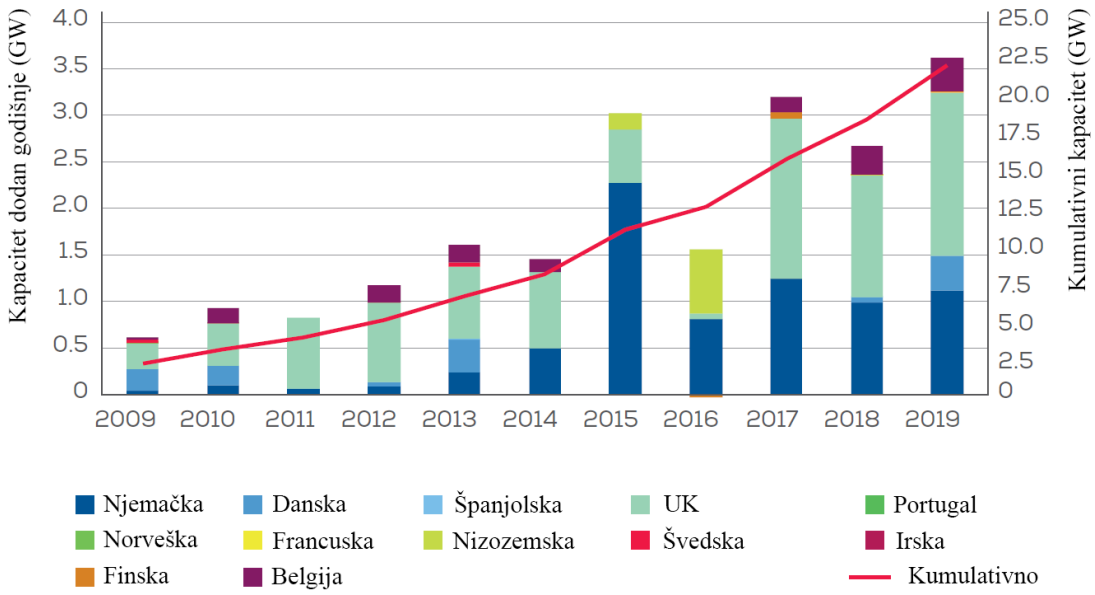
Orsted koji je baziran u Danskoj posjeduje najveći dio, te se širi na nova tržišta u SAD-u i Aziji (tablica 4-1). RWE baziran u Njemačkoj je drugi po redu nakon kupovine E.ON-a i Innogy-a koji imaju elektrane u Sjevernom i Baltičkom moru. Kineske kompanije također imaju sve veći udio tržišta. Dvije državne kompanije su u top deset kompanija u sektoru, sa oko 7% vlasništva. China Longyuan Power Group je najveći proizvođač energije iz odobalnih vjetroelektrana u Aziji, a China Three Gorges Corporation (CTG) kao jedna od većih energetskih kompanija u svijetu je postala involvirana u industriji odobalnih vjetroelektrana. CTG si je postavio cilj da postane lider u industriji kopnenih vjetroelektrana u Kini, te posjeduje pet vjetroelektrana sa kombiniranim kapacitetom od 1,2 GW od čega je dio još u izgradnji (IEA Offshore Wind Outlook, 2019.).

Organizacija	Kapacitet (GW)	Kapacitet u izgradnji (GW)	Kapacitet u planu (GW)	Udio na tržištu	Središte	Vlasništvo
Orsted	2,97	2,79	5,23	12,86%	Danska	Privatno
RWE	2,41	0,51	1,83	10,44%	Njemačka	Privatno
China Longyuan	1,23	0,40	1,00	5,34%	Kina	Javno
Vattenfall	0,88	1,01	4,92	3,82%	Švedska	Javno
Macquarie Power	0,87	0,07	0,10	3,78%	Australija	Privatno
Northland Power	0,64	0,27	0,63	2,78%	Kanada	Javno
Global Infrastructure Partners	0,63	0,61	-	2,73%	SAD	Privatno
Iberdrola	0,55	0,97	0,81	2,36%	Španjolska	Privatno
Equinor	0,48	-	2,17	2,10%	Norveška	Javno
Siemens Financial Services	0,46	-	-	1,98%	Njemačka	Privatno
Public Pension Denmark	0,45	-	-	1,97%	Danska	Javno
Electricite de France	0,43	-	1,67	1,85%	Francuska	Javno
Stadtwerke Munchen	0,41	-	-	1,79%	Njemačka	Javno
China Three Gorges	0,40	0,88	6,87	1,74%	Kina	Javno
Scottish and Southern Energy	0,34	0,24	0,52	1,49%	UK	Javno

Tablica 4-1. Vodeće kompanije u industriji odobalne vjetroenergije (IEA, 2019.)

4.2. **Stanje u Europi**

Europa je u 2019. godini povećala kapacitet odobalnih vjetroelektrana za 3623 MW kroz 502 nove turbine spojene na mrežu u 10 vjetroelektrana. Trenutni kapacitet odobalnog vjetra u Europi je 22072 MW ostvaren pomoću 5047 turbina u 12 država (slika 4-4). Četiri nova projekta su odobrena u 2019. godini, te će početi s radovima kroz par godina. Investicije u novih 1,4 GW iznose 6 milijardi eura.



Slika 4-4. Godišnji i kumulativni kapacitet vjetroelektrana u Europi (WindEurope, 2020.)

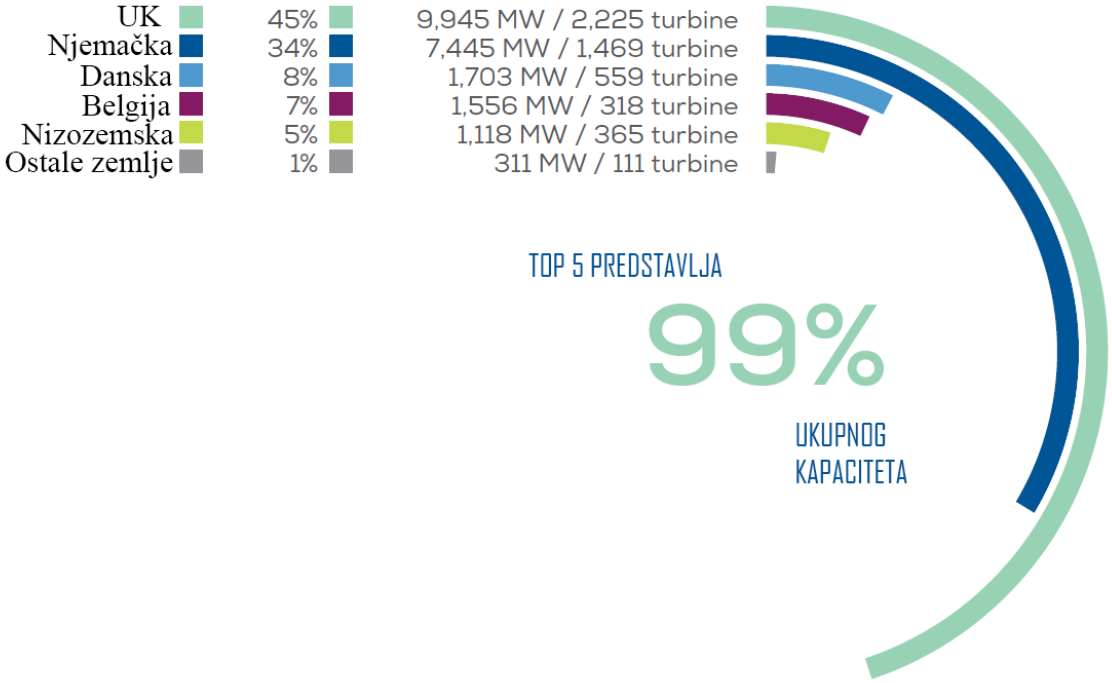
Dodatni kapacitet po državama u 2019. godini je: UK – 1764 MW, Njemačka – 1111 MW, Danska – 374 MW, Belgija – 370 MW i Portugal 8 MW. Sedam novih vjetroelektrana je pušteno u pogon i još tri imaju djelomično priključene turbine na mrežu. Započeta je izgradnja 5 novih vjetroelektrana.

Najveći ukupni kapacitet odobalnih vjetroelektrana ima UK sa 45%, zatim Njemačka sa 34%, Danska s 8%, Belgija sa 7% i Nizozemska s 5%. Orsted (16%), RWE (12%), Vattenfall (7%) i Macquarie (7%) su najveći vlasnici odobalnih vjetroelektrana (tablica 4-2).

Država	Broj odobalnih vjetroelektrana	Kumulativni kapacitet (MW)	Broj turbina	Povećanje kapaciteta u 2019. godini (MW)	Broj turbina dodan u 2019. godini
UK	40	9945	2225	1760	252
Njemačka	28	7445	1469	1111	160
Danska	14	1703	559	374	45
Belgija	8	1556	318	370	44
Nizozemska	6	1118	365	0	0
Švedska	5	192	80	0	0
Finska	3	70,7	19	0	0
Irska	1	25,2	7	0	0
Španjolska	2	5	2	0	0
Portugal	1	8,4	1	8	1
Norveška	1	2,3	1	0	0
Francuska	1	3	1	0	0
Ukupno	110	22072	5047	3623	502

Tablica 4-2. Odobalna energija vjetra u 2019. godini (WindEurope, 2020.)

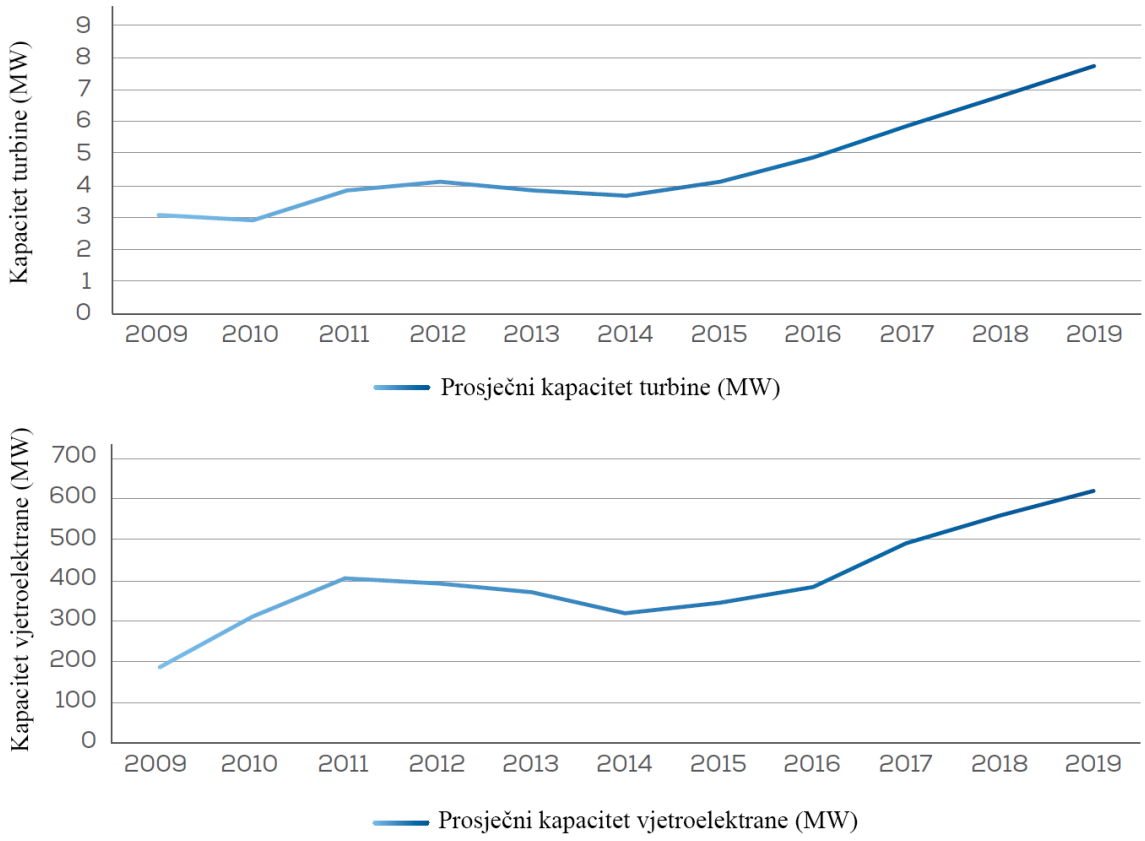
Kao što je spomenuto, ukupni kapacitet odobalnih vjetroelektrana u Europi danas je 22072 MW. Pet država – UK, Njemačka, Danska, Belgija i Nizozemska posjeduju 99% tog kapaciteta. Ostale države uključuju Španjolsku, Finsku, Francusku, Švedsku, Norvešku, Irsku i Portugal (slika 4-5). Na Sjevernom Moru je 77% europskog kapaciteta odobalnih vjetroelektrana, nakon njega slijedi Irsko More (13%) i Baltičko More (10%).



Slika 4-5. Udjeli država u ukupnom kapacitetu odobalnih vjetroelektrana (WindEurope, 2020.)

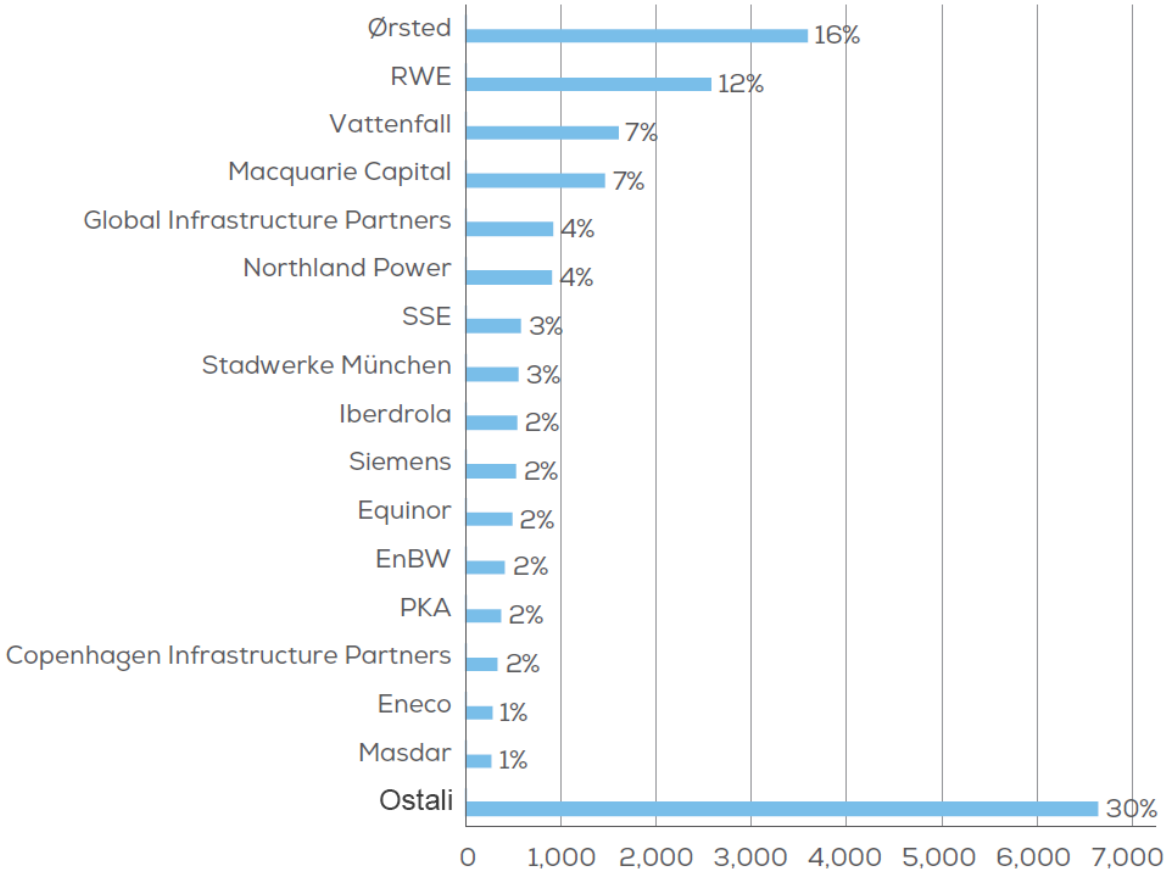
Odobalne turbine kontinuirano povećavaju svoj kapacitet. U prosjeku se kapacitet turbina povećavao za 16% svake godine od 2014. godine (slika 4-6). Prosječni kapacitet turbina puštenih u pogon u 2019. godini je 7,8 MW, što je za 1 MW više od prošle godine. Najveća turbina u 2019. godini je bila MHI Vestas V164 – 8,4 MW. U 2020. godini se planira puštanje u rad MHI Vestas V164 kapaciteta 9,5 MW na Northwester 2 i Borssele 3/4. Visina centralne jedinice, promjer rotora i nazivna snaga vjetroelektrana se također povećava. Narasla je skoro duplo za 10 godina s 313 MW u 2010. godini na 621 MW u 2019. godini (slika 4-6). Zbog iskorištenja područja bližih obali, te napretka tehnologije, vjetroelektrane se postavljaju na sve većim dubinama i udaljenostima od obale.

Najveći odobalni vjetroagregat je trenutno Haliade-X u vlasništvu GE Renewable Energy-a. Njegov kapacitet iznosi 12 MW i može električnom energijom snabdijevati 16000 kućanstava što je skoro 45% više od najjačih vjetroagregata na tržištu. Visina mu je 260 m, a promjer rotora 220 m (GE, 2020.).



Slika 4-6. Prosječni kapaciteti turbina i vjetroelektrana kroz godine (WindEurope, 2020.)

Što se tiče kompanija koje posjeduju vjetroelektrane na moru, Orsted je uz Global Infrastructure partners na vrhu sa po 17% novih kapaciteta u 2019. godini. Slijedi Vattenfall s 10%, Northland Power sa 7% i EnBW sa 7%. Oni skupa posjeduju 58% novog kapaciteta u 2019. godini. Orsted je na vrhu liste i kada se govori o ukupnom udjelu odobalne energije vjetra u Europi sa 16% kapaciteta (slika 4-7). RWE je drugi sa 12%. Nakon njih dolazi Vattenfall sa 7%, Marcquarie Capital sa 7%, Global Infrastructure Partners sa 4% i Northland Power sa 4%. Prvih šest kompanija sa liste predstavlja pola ukupnog kapaciteta u Europi.



Slika 4-7. Udio kompanija u kapacitetu odobalnih vjetroelektrana (WindEurope, 2020.)

4.3. **Plutajuće vjetroelektrane**

Europa ima najveću flotu plutajućih vjetroelektrana na svijetu koja čini 70% ukupnog kapaciteta sa kapacitetom od 45 MW na kraju 2019. godine. To uključuje vjetroelektrane Hywind Demo (2,3 MW), SeaTwirl S1 (0,3 MW), Hywind Scotland (30 MW), Floatgen (2 MW), Kincardine Pilot (2 MW) i Windfloat Atlantic Phase 1 (25,2 MW). Demonstrativni projekti testiraju razne koncepte plutajućih vjetroelektrana sa zadatkom smanjenja troškova ili skaliranja prema većim elektranama. Neki od njih su The DemoSATH (Saitec), TetraSpar (Stiesdal), SeaTwirl S2, Eolink, te EU projekti FLOTANT i X1Wind.

U sljedeće tri godine će se kapacitet plutajućih vjetroelektrana višestruko povećati u UK, Francuskoj, Norveškoj i Portugalu. Njihovi kapaciteti će iznositi od 24 MW do 88 MW (tablica 4-3). Prosječni projekt će imati četiri puta veći kapacitet od projekata u zadnjih pet godina (35 MW). Veličina turbina se značajno povećala i u plutajućim postrojenjima dosežući iste kapacitete kao i fiksne odobalne vjetroelektrane.

Francuska je jedina država sa plutajućim vjetroelektranama u svom državnom energetskom i klimatskom planu (NECP). U 2021. godini će pokrenuti prvi natječaj za 250 MW, a u 2022. godini će pokrenuti još dva natječaja za iste kapacitete. Natječaji imaju ciljne cijene od 120 €/MWh i 110 €/MWh. Njihovi rezultati će odrediti tijek novih natječaja od 2024. godine nadalje.

Država	Vjetroelektrana	Kapacitet (MW)	Tip	Model i broj turbina	Očekivani početak projekta
Portugal	Windfloat Atlantic Phase 1	25	Poluuronjiva	3 x V164-8,4 MW (MHI Vestas)	2020
Francuska	EolMed	24	Barža	4 x 6,2M152 (Senvion)	2021
Francuska	Provence Grand Large	28,5	TLP	3 x V164-9,5 MW (MHI Vestas)	2021
Francuska	EFGL	30	Poluuronjiva	3 x V164-10 MW (MHI Vestas)	2022
Francuska	Eoliennes Flottantes de Groix	28,5	TLP	3 x V164-9,5 MW (MHI Vestas)	2022
UK	Kincardine	50	Poluuronjiva	3 x V164-9,5 MW (MHI Vestas)	2021
Norveška	Hywind Tampen	88	Spar	11 x SG 8,0-167 DD (SGRE)	2022

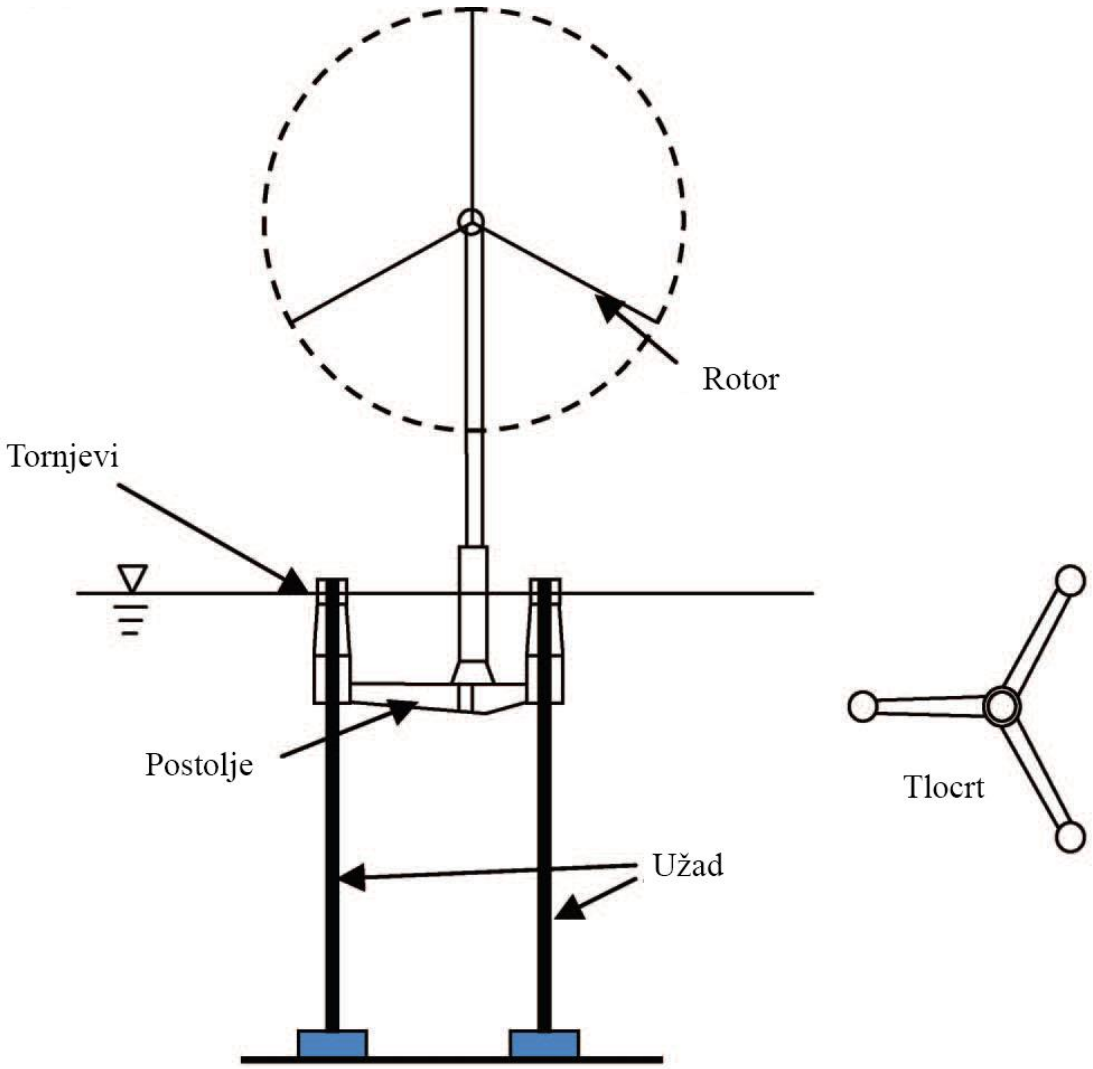
Tablica 4-3. Nove plutajuće vjetroelektrane u iduće tri godine (WindEurope, 2020.)

4.4. **Vrste plutajućih turbina**

Poput plutajućih naftnih platformi, plutajuće turbine se mogu kategorizirati u četiri skupine: Spar, Tension Leg Platform (TLP), poluuronjive i barže (Utsunomiya et al.).

4.4.1. Tension Leg Platform

Tension Leg Platforms ili platforme s nategom u nogama se sastoje od plutajuće strukture koja nosi turbinu (slika 4-8). U naftno plinskoj industriji se konvencionalna TLP platforma sastoji od kvadratnog pontona sa stubovima na kojima se nalazi ostatak konstrukcije.



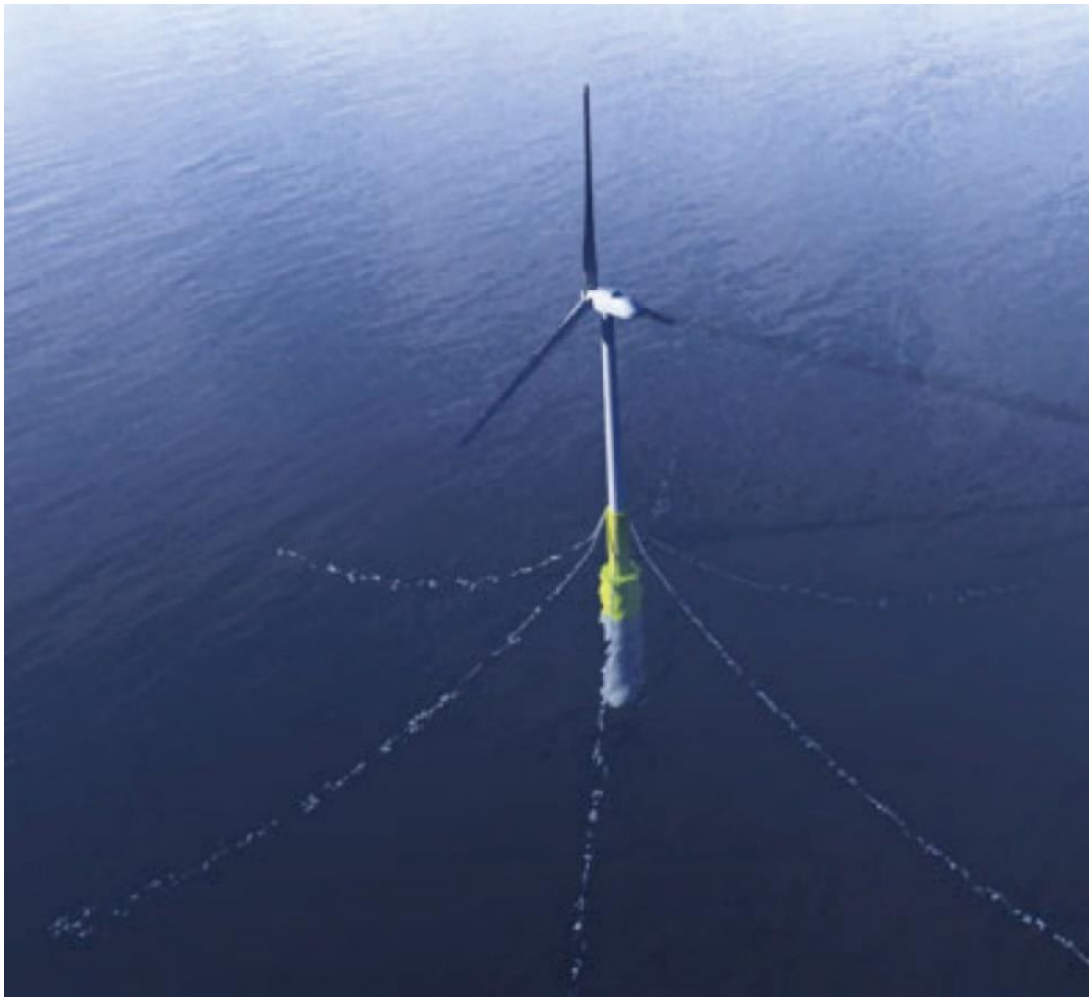
Slika 4-8. TLP plutajuća turbina (Utsunomiya et al., 2010.)

Za razliku od Spar turbina koje se moraju konstruirati na vodi, ovakve turbine se mogu sastaviti u potpunosti na kopnu i dotegliti na lokaciju što smanjuje logističke poteškoće i potrebu za dodatnom mašinerijom kao što su veliki kranovi i barže. Turbinu na poziciji drže

vertikalna užad koja su usidrena u postolje. Ovakve turbine su stabilnije od Spar i poluuronjivih turbina.

4.4.2. Spar

Spar turbina se sastoji od plutajućeg postolja, tornja i kućišta (slika 4-9). Plutajuće postolje se u horizontalnom položaju dotegli blizu lokacije, te uspravi i stabilizira. Toranj i kućište koji su dotegljeni na baržama se onda montiraju na njega. Nakon toga se konstrukcija dotegli na mjesto sidrenja. Plutajuće postolje se sastoji od čeličnog i/ili betonskog cilindra koji je napunjen balastnom vodom i šljunkom koji težište drže ispod centra uzgona. To osigurava uspravnost turbine. Dubina mora mora biti veća ili barem jednaka visini turbine radi dodatne stabilnosti. Turbina se sidri lancima, čeličnom užadi ili konopom od sintetičkih vlakana.



Slika 4-9. Spar turbina (Utsunomiya et al., 2010.)

4.4.3. Poluuronjive

Poluuronjive turbine se sastoje od nekoliko velikih cijevi spojenih u jednu konstrukciju. Turbina može biti na jednom ili više spojeva cijevi ili na geometrijskom središtu konstrukcije podržana dodatnim šipkama (slika 4-10). Cijevi osiguravaju balast i djelomično su ispunjene vodom. Osiguravaju stabilnost turbine, te njihov mali gaz dozvoljava fleksibilnost pozicije na kojoj su usidrene. Poluuronjive turbine se na lokaciji drže sidrenjem i mogu se konstruirati na kopnu. Danas nema mnogo poluuronjivih turbina u funkciji.



Slika 4-10. Poluuronjiva turbina (Utsunomiya et al., 2010.)

Principle Power Inc. je plasirao poluuronjivi tip turbine koji se sastoji od cijevi s patentiranim pločama za zadržavanje vode na svojoj bazi (slika 4-11). Ploče prvenstveno služe za stabilizaciju bez povećanja veličine postolja.



Slika 4-11. Principle Power tip poluuronjive turbine (Principle Power)

4.4.4. Barže

Barže imaju veliku površinu na kojoj može stati više turbina. Mogu se sidriti standardnim lancima. Negativna strana im je loša stabilnost, te se mogu postaviti samo u mirnim morima kakva su u lukama, zaštićenim uvalama ili lagunama. National Maritime Research Institute u Tokyu i Kyushu University su napravili nekoliko studija o ovakvim baržama te se njihovi koncepti mogu vidjeti na slikama 4-12 i 4-13.



Slika 4-12. NMRI koncept barže (Utsunomiya et al., 2010.)



Slika 4-13. Kyushu University koncept barže (Izvor: Utsunomiya et al., 2010.)

5. EQUINOR

Equinor, prije poznat kao Satoil, je kompanija osnovana 1972. godine. Equinor je Norveška državna naftna kompanija. Unatoč tome što se trguje njenim dionicama, država ima 64%-tno vlasništvo. Danas opskrbljuju energijom više od 170 milijuna ljudi. Kompanija broji 21000 zaposlenih na projektima eksploatacije nafte i plina, te energije vjetra i sunca u više od 30 zemalja diljem svijeta. Najveći su operator u Norveškoj. Statoil je bila jedna od najvećih kompanija u svijetu koje su se bavile prodajom nafte i plina, te je imala oko 2000 crpki u 9 država.

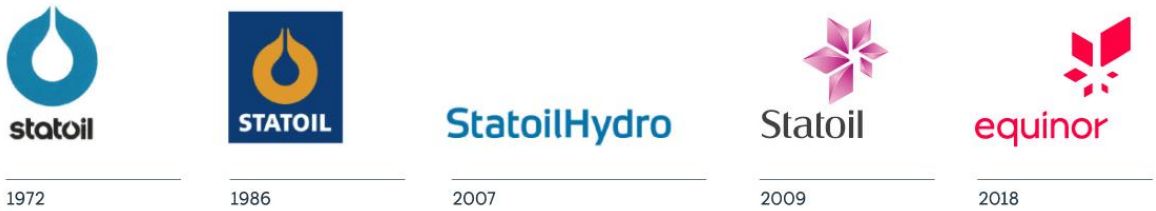
U 2007. godini, Statoil je pripojio kompaniju Norsk Hydro – Norveški konglomerat. Bivši dioničari Statioila su time posjedovali 67,3% dionica nove kompanije StatoilHydro koja je bila najveća kompanija koja se bavila eksploatacijom ugljikovodika u akvatoriju.

U 2009. godini StatoilHydro je promijenio ime u Statoil nakon duže debate koja je pobudila značajan interes javnosti.

Početkom 2018. godine je najavljen rebranding kompanije u Equinor (slika 5-1). Vizija kompanije Equinor glasi: „Oblikovanje budućnosti energije“, a navode kako je svrha kompanije: „ Pretvaranje prirodnih resursa u energiju za ljude i napredak za društvo“ (Equinor, 2020.).

Anders Opedal će u studenom 2020. godine biti postavljen na čelo Equinora. Anders će biti prvi inženjer na čelu kompanije. Njegov zadatak će biti ubrzati ulaganja kompanije u obnovljive izvore energije, ali i dalje ostati na vrhu kompanija koje proizvode naftu i plin, te povećavati proizvodnju za 3% svake godine do 2026. godine. Smatra da Equinor treba sudjelovati u tranziciji i boriti se protiv globalnog zatopljenja. Uz ulaganja u odobalne vjetroelektrane, Equinor planira ulagati u Carbon Capture and Storage, vodik, kao i ostala niskougljična rješenja (Reuters, 2020.).

U kolovozu 2020. godine, Equinor je zatražio licencu od Brazilskog Instituta za Okoliš i Obnovljiva Prirodna Dobra (IBAMA) za dvije nove odobalne vjetroelektrane, svaka sa kapacitetom od 2 GW. Prvi projekt bi se izgradio na obali Rio de Janeira i trebao bi biti dovršen u 2024. godini, a drugi bi se izgradio između Rio de Janeira i Espirito Santo-a. Vjetroelektrane bi trebale biti na lokaciji udaljenoj 20 kilometara od obale, gdje je dubina mora između 15 i 35 metara, i sastojati se od 320 turbina kapaciteta 12 MW (Enerdata, 2020.).



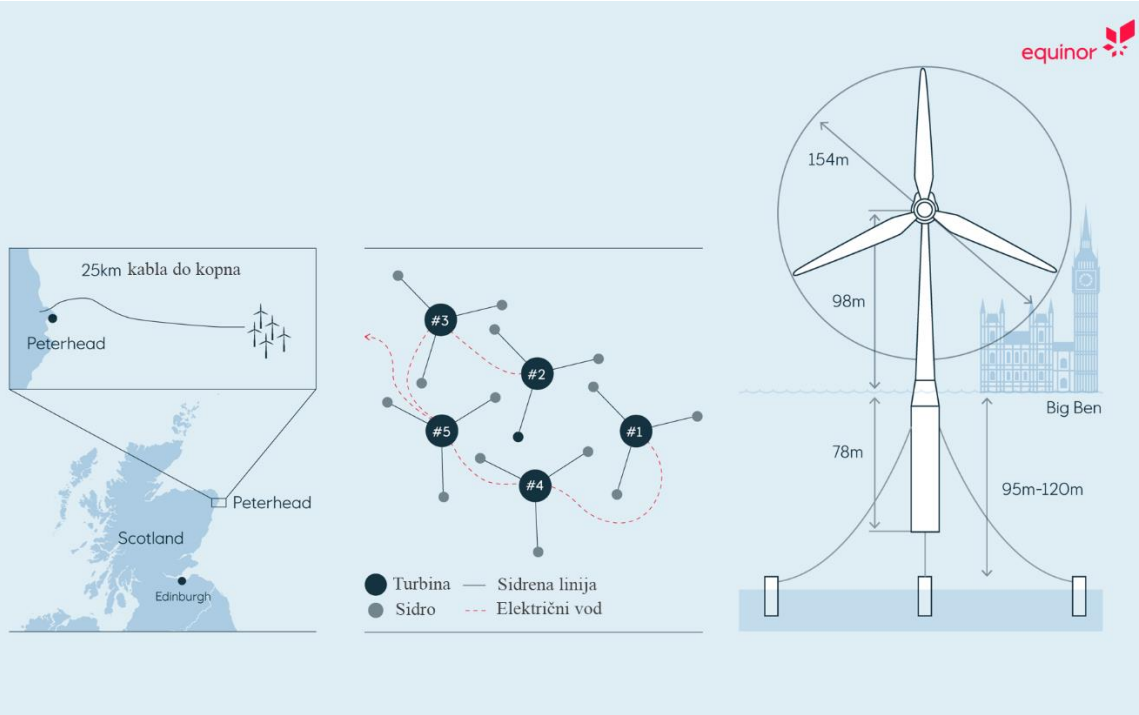
Slika 5-1. Povijest branda kompanije Equinor (Equinor)

Equinor je odgovoran za oko 70% norveške proizvodnje nafte i plina. Također posjeduju rafinerije i terminale za procesuiranje nafte. Equinor osigurava električnu energiju za više od milion kućanstava u Europi preko obnovljivih izvora – vjetroelektrana u UK-u i Njemačkoj. Operator su Sheringham Shoal-a, Dudgeon-a i Hywind Scotland odobalne vjetroelektrane. Dodatni projekti u razvoju su Empire wind (SAD), Baltyk (Poljska) i Dogger Bamk (UK) koja će biti najveća odobalna vjetroelektrana. Equinor posjeduje solarne elektrane u Brazilu i Argentini.

Equinor podržava Pariški Ugovor i njihova ambicija je smanjiti svoje emisije stakleničkih plinova u Norveškoj za 40% do 2030. godine, za 70% do 2040. godine i skoro 100% do 2050. godine. Do 2030. godine to podrazumijeva godišnje smanjenje od više nego 5 milijuna tona ugljičnog dioksida što je 10% ukupnih emisija Norveške. Smatraju da je ljudima potrebna energija i da se ne mogu u potpunosti odreći nafte i plina u skorije vrijeme. Zbog toga proizvode naftu i plin uz što manje emisija je moguće, zamjenjuju ugljen za plin, te ulažu u obnovljive izvore energije (Equinor, 2020.).

5.1. **Hywind Scotland**

Hywind Scotland je prva plutajuća odobalna vjetroelektrana (slika 5-2). Locirana je 25 kilometara istočno od Peterheada u Škotskoj, u Sjevernom Moru. Dubina mora na njenoj lokaciji iznosi od 95 do 120 m. Sastoji se od pet plutajućih turbina i ima ukupan kapacitet od 30 MW.



Slika 5-2. Hywind Scotland (Equinor)

Hywind Scotland je puštena u pogon 2017. godine i snabdjeva električnom energijom oko 36000 kućanstava. Promjer rotora je 154 m, a ukupna visina je 253 m. Hywind Scotland ima plutajuće spar turbine koje se sastoje od jedne spar bove koja je usidrena kablovima ili lancima za morsko dno. Plutajući dizajn im omogućava postavljanje na lokacije koje se konvencijalne turbine ne bi mogle postaviti. Equinor i partner Masdar su uložili 2 milijarde NOK u projekt.

6. ORSTED

Orsted, prije poznat kao DONG Energy, je Danska internacionalna energetska kompanija bazirana u Fredericiji. Najveća je energetska kompanija u Danskoj. Osnovana je 1972. godine kao Dansk Naturgas da bi upravljala resursima plina i nafte u danskom dijelu Sjevernog Mora. Nakon par godina je promijenila ime u Dansk Olie og Naturgas (DONG).

Nakon 2000. godine, DONG se počeo širiti na tržište električne energije. 2005. godine su kupili i pripojili danske proizvođače električne energije Elsam i Energi E2, te distributere električne energije NESA, Kovenhavns Energi i Frederiksberg Forsyning. Rezultat pripajanja je DONG Energy. Pripajanje je odobrila Europska Komisija 2006. godine.

Kompanija je rebrandirana u Orsted u studenom 2017. godine (slika 6-1). Vizija kompanije Orsted je: „Stvaranje svijeta koji u potpunosti radi na zelenoj energiji. Vjerujemo da je vrijeme da se poduzmu stvarne akcije za stvaranje svijeta koji pokreće zelena energija. Obnovljiva energija drži ključ za čišću budućnost i moramo djelovati sada da bismo smanjili učinke klimatskih promjena.“ (Orsted, 2017.).



Slika 6-1. Rebranding kompanije DONG u Orsted (Orsted)

Orsted posjeduje prvu ikad veliku odobalnu vjetroelektranu Horns Rev, kapaciteta 160 MW, koju je 2002. godine pustila u pogon kompanija Elsam.

2018. godine, Orsted je kupio Deepwater wind za 510 milijuna dolara i time se istaknuo i kao vodeća kompanija u sektoru odobalne energije vjetra u SAD-u.

Orsted je proglašen najodrživijom svjetskom kompanijom u Corporate Knights-ovom Global 100 index-u u 2020. godini nakon svoje transformacije kroz zadnje desetljeće iz naftne kompanije u kompaniju koja proizvodi električnu energiju iz obnovljivih izvor. Za tu poziciju je pretekla preko 7300 drugih svjetskih kompanija koje su bile uzete u obzir i prva je energetska kompanija na prvom mjestu. 2018. godine je bila 70., a 2019. godine 4..

Orstedovi ciljevi za dekarbonizaciju su:

- Do 2023. godine
  Potpuno izbaciti ugljen i Orstedovog portfelja i zamijeniti ga biomasom
- Do 2025. godine
  Smanjenje stakleničkih plinova od 98% u odnosu na 2006. godinu. Trenutno smanjenje je 83%.
- Do 2032. godine
  Smanjiti emisije iz dobavnog lanca energetske industrije za 50% u odnosu na 2018. godinu. To podrazumijeva komunikaciju s dobavljačima i poticanje istih da koriste zelenu energiju u proizvodnji i transportu dobara na odobalne vjetroelektrane.

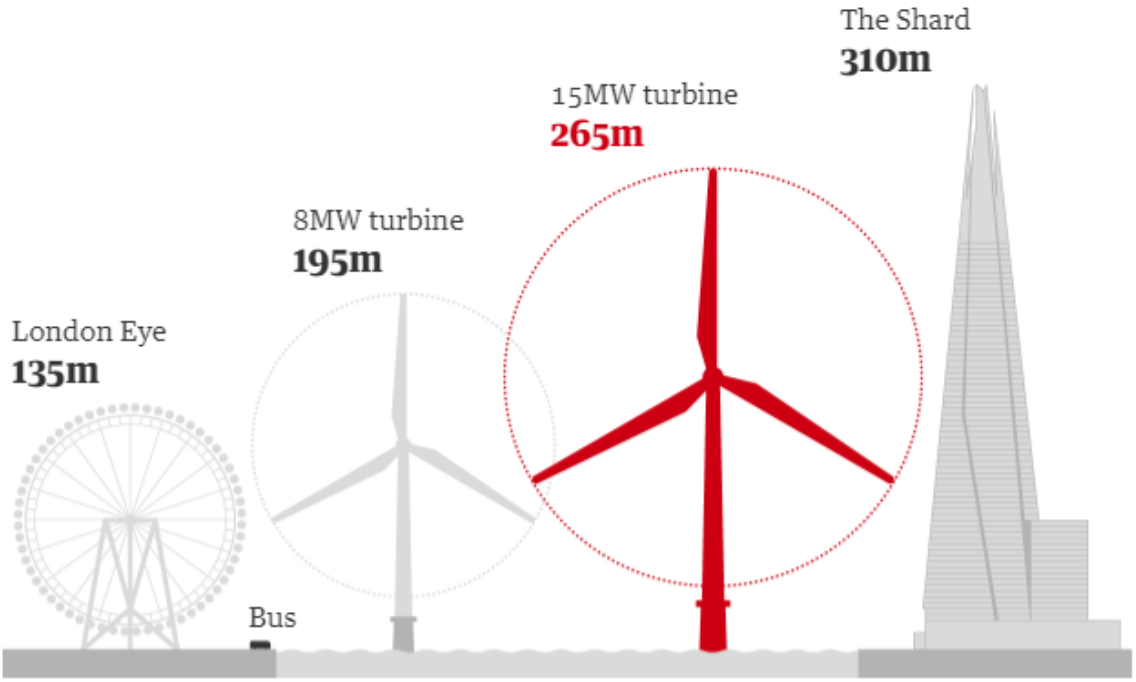
  (Orsted, 2020.)

6.1. **Hornsea One**

Hornsea One je odobalna vjetroelektrana u Sjevernom Moru. Zajednički je projekt Orste-a i Global Infrastructure Partners-a koji u njemu sudjeluju u jednakim dijelovima.

U veljači 2016. godine, tadašnji DONG Energy je donio odluku o investiciji u Hornsea One odobalnu vjetroelektranu na moru kraj Grimsbyja u Sjevernoj Engleskoj. Udaljena je 121 kilometar od obale i s kapacitetom od 1,2 GW električnom energijom će snabdijevati preko jedan milijun kućanstava čineći je najvećom svjetskom odobalnom vjetroelektranom. Sastoji se od 174 turbine kapaciteta 7 MW. Projekt je zaslužan za 2000 novih radnih mjesta tijekom svoje gradnje i 300 tijekom svog radnog tijeka od 20 – 25 godina (gov.uk, 2016.).

U siječnju 2018. godine započeta je izgradnja vjetroelektrane pomoću GeoSea broda Innovation. On prevozi po četiri turbine odjednom, a svaka je duga 65 metara, ima promjer 8,1 metar i teži 800 tona (slika 6-2) (Orsted, 2018.).



Slika 6-2. Veličina turbina Hornsea One elektrane (Guardian, 2019.)

U veljači 2019. godine, Hornsea One je počela proizvoditi električnu energiju i slati ju u UK električnu mrežu (BBC, 2019.).

Zadnja turbina je postavljena u listopadu 2019. godine, a projekt bi trebao biti završen u drugoj polovici 2020. godine. Životni vijek vjetroelektrane će biti 25 godina (Power Technology, 2020.).

Dodatne tri faze elektrane su u raznim stupnjevima razvoja, a ukupan planirani kapacitet je 6 GW. Hornsea Two će imati kapacitet od oko 1,8 GW, Hornsea Three će imati kapacitet od 1 - 2 GW, Hornsea Four će imati kapacitet od oko 1 GW.

7. ZAKLJUČAK

Iako je brzina energetske tranzicije vrlo upitna, naftne kompanije se moraju pripremiti za prelazak na održiviju, niskougljičnu budućnost energetskog sustava. Međunarodne naftne kompanije su već poduzele neke strateške mjere prema tome cilju kroz razne metode i raznim intenzitetima zbog nesigurnosti tih investicija. Procjenjuju obnovljive izvore energije i pokušavaju uskladiti svoje ciljeve s brzinom energetske tranzicije, te donose ključne odluke u raspodjeli kapitala između svoje osnovne djelatnosti i novih poduhvata. Oni koji se najbrže odluče na prijelaz u nove sektore će imati prednost, ali i veliki rizik od stvaranja nasukanih troškova zbog preagresivnih strategija. S druge strane, oni koji budu previše čekali mogu propustiti svoje prilike, te izgubiti novac prekasnim ulazom na tržište.

Odobalne vjetroelektrane su jedna od najperspektivnijih tehnologija u području obnovljivih izvora energije. Pad cijena i iskustvo dobiveno u Sjevernom Moru otvaraju tržište s ogromnim potencijalom. Energija vjetra ima potencijal da višestruko zadovolji današnje potrebe za električnom energijom. Odobalne vjetroelektrane su sve pouzdanije zbog povećanja dimenzija turbina koje mogu iskoristiti veće i stabilnije brzine vjetra na sve većim udaljenostima od kopna. Naftne kompanije mogu iskoristiti svoja znanja i iskustva stečena eksploatacijom ugljikovodika u akvatoriju za probijanje na tržište plutajućih vjetroelektrana koje omogućuju iskorištavanje energije vjetra na lokacijama s velikom dubinom mora.

Predviđa se da će sve isplativiji projekti odobalnih vjetroelektrana privući investicije od jednog bilijuna američkih dolara do 2040. godine. Uspjeh tehnologije u Europi je pobudio interes Kine, Sjedinjenih Američkih Država i ostalih zemalja. Odobalne vjetroelektrane bi u budućnosti mogle preteći kopnene vjetroelektrane i postati vodeći izvor električne energije u Europskoj Uniji, pomažući u potpunoj dekarbonizaciji europskog energetskog sektora.

8. LITERATURA

Web izvori:

1. ADAM VAUGHAN; 2017. *Oil giants need to invest heavily in renewables by 2035, says analysis* URL: https://www.theguardian.com/environment/2017/jun/12/oil-giants-need-to-invest-heavily-in-renewables-by-2035-analysis-finds (5.7.2020.)
2. ADAM VAUGHAN; 2019. *Biggest offshore windfarm to start UK supply this week* URL: https://www.theguardian.com/environment/2019/feb/11/biggest-offshore-windfarm-to-start-uk-supply-this-week (24.8.2020.)
3. BBC; 2019. *First power from world's biggest offshore wind farm* URL: https://www.bbc.com/news/uk-england-humber-47214591 (24.8.2020.)
4. BLAUWWIND; *Blauwwind achieves first power* URL: https://www.blauwwind.nl/en/news/2020/7/first-power-borssele-iii-iv (20.8.2020.)
5. BLOOMBERG NEF; 2018. *World Reaches 1,000GW of Wind and Solar, Keeps Going* URL: https://about.bnef.com/blog/world-reaches-1000gw-wind-solar-keeps-going/ (20.6.2020.)
6. BOLLORE LOGISTICS; 2020. *Bolloré Logistics to cut over 11,500 tons CO2 emissions with solar system by Total Solar DG* URL: https://www.bollore-transport-logistics.com/en/media/press-releases/bollore-logistics-to-cut-over-11500-tons-co2-emissions-with-solar-system-by-total-solar-dg.html (21.8.2020.)
7. BP; *Who we are* URL: https://www.bp.com/en/global/corporate/who-we-are.html (28.6.2020.)
8. BRITISH PETROLEUM; 2019. *BP Energy Outlook 2019* URL: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf (7.6.2020.)
9. CHEVRON; 2020. *Future energy fund and other low-carbon investments* URL: https://www.chevron.com/-/media/chevron/sustainability/documents/future-energy-fund-overview.pdf (21.8.2020.)

10. ENERDATA; 2020. *Equinor seeks approval to develop 4 GW of offshore wind capacity in Brazil* URL: https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/equinor-seeks-approval-develop-4-gw-offshore-wind-capacity-brazil.html?utm_source=Enerdata&utm_campaign=7f098d98de-Email_Daily_Energy_News_08_2020&utm_medium=email&utm_term=0_838b1c9d18-7f098d98de-124288069&fbclid=IwAR0QjVaWpyLMdtiBWGpWCtUGtZwJ2LW6N7SDkDJOXfbd0dM7xUaUQvMobTM (23.8.2020.)
11. EQUINOR; *About Us* URL: https://www.equinor.com/en/about-us.html (23.8.2020.)
12. EQUINOR; *Floating Wind* URL: https://www.equinor.com/en/what-we-do/floating-wind.html (23.8.2020.)
13. EQUINOR; *How Hywind Works* URL: https://www.equinor.com/en/what-we-do/floating-wind/how-hywind-works.html (23.8.2020.)
14. GE RENEWABLE ENERGY; *Haliade-X 12 MW offshore wind turbine platform* URL: https://www.ge.com/renewableenergy/wind-energy/offshore-wind/haliade-x-offshore-turbine (25.8.2020.)
15. INSTITUTE FOR ENERGY ECONOMICS AND FINANCIAL ANALYSIS; 2020. *Shell shakes up renewables strategy, appoints New Energies chief* URL: https://ieefa.org/shell-shakes-up-renewables-strategy-appoints-new-energies-chief/ (20.8.2020.)
16. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; 2019. *Offshore Wind Outlook 2019* URL: https://www.iea.org/reports/offshore-wind-outlook-2019 (22.8.2020.)
17. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; 2019. *Offshore wind to become a $1 trillion industry* URL: https://www.iea.org/news/offshore-wind-to-become-a-1-trillion-industry (25.8.2020.)
18. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; 2020. *The Oil and Gas Industry in Energy Transitions* URL: https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions (5.6.2020.)
19. JAMES MURRAY; 2020. *How the six major oil companies have invested in renewable energy projects* URL: https://www.nsenergybusiness.com/features/oil-companies-renewable-energy/ (27.6.2020.)

20. JILLIAN AMBROSE; 2020. *Royal Dutch Shell may fail to reach green energy targets* URL: https://www.theguardian.com/business/2020/jan/03/royal-dutch-shell-may-fail-to-reach-green-energy-targets (5.7.2020.)
21. LANDOR; *Brand as a beacon of change* URL: https://landor.com/work/bp (5.7.2020.)
22. MICHELLE LEWIS; 2020. *Wind and solar now generate 10% of global power* URL: https://electrek.co/2020/08/13/egeb-wind-solar-10-percent-global-power-epa-open-letter-siemens/#:~:text=Wind%20and%20solar%20growth,accelerating%20the%20global%20energy%20transition. (20.8.2020.)
23. NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY; *Solar Technology Cost Analysis* URL: https://www.nrel.gov/analysis/solar-cost-analysis.html (22.6.2020.)
24. NS ENERGY; 2019. *JA Solar supplies PERC modules for BP Solar 1 PV power plant in Vietnam* URL: https://www.nsenergybusiness.com/news/ja-solar-supplies-perc-modules/ (27.6.2020.)
25. ORSTED; 2020. *Global 100 index: Ørsted is the world's most sustainable company* URL: https://orsted.co.uk/media/newsroom/news/2020/01/global-100-index-orsted-is-the-worlds-most-sustainable-company (24.8.2020.)
26. ORSTED; *Hornsea Project One* URL: https://hornseaprojectone.co.uk/ (24.8.2020.)
27. ORSTED; *Our vision - and who we are* URL: https://orsted.com/en/about-us/about-orsted/our-vision-and-values#:~:text=Let's%20create%20a%20world%20that,powering%20it%20with%20green%20energy.&text=And%20our%20vision%20is%20clear,runs%20entirely%20on%20green%20energy. (24.8.2020.)
28. Peng, Y., Li, J, Yi, J.; 2019. *International Oil Companies' Low-Carbon Strategies: Confronting the Challenges and Opportunities of Global Energy Transition* URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/237/4/042038 (25.6.2020.)
29. POWER TECHNOLOGY; *Hornsea Project One, North Sea* URL: https://www.power-technology.com/projects/hornsea-project-one-north-sea/ (24.8.2020.)

30. POWER TECHNOLOGY; *The Roscoe wind farm project, Texas, USA* URL: https://www.power-technology.com/projects/roscoe-wind-farm/ (22.8.2020.)
31. PRINCIPLE POWER; *WindFloat* URL: https://www.principlepowerinc.com/en/windfloat (23.8.2020.)
32. SHELL; *New Energies: Building a lower-carbon power business* URL: https://www.shell.com/energy-and-innovation/new-energies.html#iframe=L3dlYmFwcHMvMjAxOV9uZXdfZW5lcmdpZXNfaW50ZXJhY3RpdmVfbWFwLw (20.8.2020.)
33. TECHXPLORE; 2020. *Renewables now EU's biggest source of electricity: study* URL: https://techxplore.com/news/2020-07-renewables-eu-biggest-source-electricity.html#:~:text=to%20the%20year.%22-,Wind%20and%20solar%20alone%20reached%20a%20record%20of%2021%20percent,percent)%2C%20the%20study%20said. (20.8.2020.)
34. TERJE SOLSVIK; 2020. *Equinor appoints new CEO to speed up renewable investments* URL: https://www.reuters.com/article/us-equinor-ceo-idUSKCN2560B4 (23.8.2020.)
35. TERRY MACALISTER; 2000. *BP rebrands on a global scale* URL: https://www.theguardian.com/business/2000/jul/25/bp (5.7.2020.)
36. TOTAL SOLAR DISTRIBUTED GENERATION; *Bollore Logistics to cut over 11500 tons CO2 emissions with solar system by total solar DG* URL: https://solar.total.asia/2020/04/30/bollore-logistics-to-cut-over-11500-tons-co2-emissions-with-solar-system-by-total-solar-dg/ (21.8.2020.)
37. TOTAL SOLAR DISTRIBUTED GENERATION; Commercial and industrial solar URL: https://solar.total.asia/about/ (21.8.2020.)
38. Utsunomiya, T., Wang, C., Wee S., Choo, Y.; 2010. *Research on floating and wind turbines: a literature survey* URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19373260.2010.517395 (23.8.2020.)
39. WINDEUROPE; *Statistics* URL: https://windeurope.org/data-and-analysis/statistics/ (22.8.2020.)

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad samostalno izradio pomoću znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu u Zagrebu.

Luka Trninić

Luka Trninić

KLASA: 602-04/20-01/180
URBROJ: 251-70-03-20-3
U Zagrebu, 04.09.2020.

Luka Trninić, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM: 602-04/20-01/180, UR. BROJ: 251-70-12-20-1 od 16.06.2020. godine priopćujemo temu diplomskog rada koja glasi:

INVESTICIJE NAFTNIH KOMPANIJA U SEKTOR OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE UZ OSVRT NA PLUTAJUĆE VJETROELEKTRANE

Za voditelja ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o diplomskom ispitu doc. dr. sc. Luka Perković, docent Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj

(potpis)

Doc. dr. sc. Luka Perković
(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite

(potpis)

Doc. dr. sc. Vladislav Brkić
(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek
(titula, ime i prezime)