



Bruxelles, 14.10.2020.
COM(2020) 953 final

IZVJEŠĆE KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU I VIJEĆU

o napretku u pogledu konkurentnosti u području čiste energije

{SWD(2020) 953 final}

SADRŽAJ

1. UVOD	2
2. SVEUKUPNA KONKURENTNOST SEKTORA ČISTE ENERGIJE EU-A.....	5
2.1. Kretanja u pogledu energije i resursa	5
2.2. Udio energetskeg sektora EU-a u BDP-u EU-a	6
2.3. Ljudski kapital	7
2.4. Kretanja u istraživanjima i inovacijama	9
2.5. Oporavak od bolesti COVID-19.....	12
3. NAGLASAK NA KLJUČNIM TEHNOLOGIJAMA I RJEŠENJIMA U PODRUČJU ČISTE ENERGIJE.....	13
3.1. Obnovljivi izvori energije na moru – vjetar	13
3.2. Obnovljivi izvori energije na moru – energija oceana	17
3.3. Solarna fotonaponska energija	19
3.4. Proizvodnja obnovljivog vodika s pomoću elektrolize	21
3.5. Baterije	24
3.6. Pametne elektroenergetske mreže	28
3.7. Daljnja saznanja o drugim tehnologijama i rješenjima u području čiste i niskougljične energije.....	32
ZAKLJUČCI	34

1. UVOD

Cilj je europskog zelenog plana¹, nove europske strategije rasta, preobraziti Europsku u uniju (EU)² u moderno, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo koje bi postalo klimatski neutralno do 2050. Gospodarstvo EU-a trebat će postati održivo, a tranzicija pravedna i uključiva. Nedavni prijedlog Komisije³ o smanjenju emisija stakleničkih plinova za najmanje 55 % do 2030. usmjerio je Europu na taj odgovorni put. Proizvodnja i upotreba energije danas čine više od 75 % emisija stakleničkih plinova u EU-u. Ostvarivanje klimatskih ciljeva EU-a zahtijevat će da iznova razmotrimo politike za opskrbu čistom energijom u cijelom gospodarstvu. Kada je riječ o energetske sustavu, to znači brzu dekarbonizaciju i integrirani energetski sustav koji se uglavnom temelji na obnovljivim izvorima energije. Plan je da već 2030. iz obnovljivih izvora dolazi dvostruko ili više (65 %)⁴ električne energije nego danas (32 %), a do 2050. iz obnovljivih izvora dolaziti će više od 80 % električne energije⁵.

Postizanje ciljeva za 2030. i 2050. zahtijeva veliku preobrazbu energetske sustava. To, međutim, uvelike ovisi o uvođenju novih čistih tehnologija i većim ulaganjima u potrebna rješenja i infrastrukturu, ali i u poslovne modele, vještine i promjene u ponašanju kako bi se one mogle razviti i primijeniti. Industrija je okosnica te društvene i gospodarske promjene. U novoj industrijskoj strategiji za Europu⁶ istaknuta je ključna uloga europske industrije u dvostrukoj ekološkoj i digitalnoj tranziciji. S obzirom na veliko domaće tržište EU-a ubrzavanje te tranzicije pridonijet će modernizaciji cijelog gospodarstva EU-a i povećati mogućnosti EU-a da postane svjetski predvodnik u području čistih tehnologija.

U ovom prvom godišnjem izvješću o napretku u pogledu konkurentnosti⁷ procjenjuje se stanje tehnologija čiste energije i konkurentnost industrije čiste energije u EU-u kako bi se ustanovilo je li njihov razvoj na dobrom putu da se ostvari ekološka tranzicija i dugoročni klimatski ciljevi EU-a. Procjena konkurentnosti sada je iznimno važna i radi oporavka od pandemije bolesti COVID-19, kao što je istaknuto u Komunikaciji o instrumentu *Next Generation EU*⁸. Zahvaljujući boljoj konkurentnosti mogu se ublažiti kratkoročne i srednjoročne gospodarske i socijalne posljedice krize, a dugoročnijem pitanju zelene i digitalne tranzicije može se pritom pristupiti na društveno pravedan način. U kontekstu krize, ali i dugoročno, boljom se konkurentnošću može unaprijediti situacija u pogledu energetske siromaštva zahvaljujući smanjenju troškova proizvodnje energije i troškova ulaganja u energetske učinkovitost⁹.

Moguće je ustanoviti potrebe za tehnološkim rješenjima za čistu energiju kojima bi se postigli ciljevi za 2030. i 2050. na temelju procjene učinka navedene u scenarijima iz

¹ COM(2019) 640 final.

² EU za potrebe ovog izvješća podrazumijeva EU27 (tj. ne uključuje Ujedinjenu Kraljevinu). Ako je obuhvaćena i Ujedinjena Kraljevina, upotrebljava se pokrata EU28.

³ COM(2020) 562 final.

⁴ COM(2020) 562 final.

⁵ COM(2018) 773 final.

⁶ COM(2020) 102 final.

⁷ Izvješće je sastavljeno u skladu sa zahtjevima članka 35. točke (m) Uredbe (EU) 2018/1999 (Uredba o upravljanju).

⁸ COM(2020) 456 final.

⁹ Vidjeti i dokument Val obnove za Europu – ozelenjivanje zgrada, otvaranje radnih mjesta, poboljšanje života COM(2020) 662, kojem je priložen SWD(2020) 550, te Preporuku o energetske siromaštvu C(2020) 9600.

Plana Europske komisije za postizanje klimatskog cilja¹⁰. Očekuje se da će EU prvenstveno ulagati u električnu energiju iz obnovljivih izvora, osobito u energiju na moru (posebno vjetar) i solarnu energiju^{11,12}. To veliko povećanje udjela različitih obnovljivih izvora energije podrazumijeva i povećanje u pogledu skladištenja¹³ i sposobnosti upotrebe električne energije u prometu i industriji, posebno primjenom baterija i vodika, a zahtijeva i velika ulaganja u tehnologije pametnih mreža¹⁴. Ovo je izvješće na temelju toga usmjereno na šest navedenih tehnologija¹⁵, od kojih su većina ključni elementi vodećih inicijativa EU-a^{16,17} kojima se nastoje potaknuti reforme i ulaganja za potporu snažnom oporavku. Preostale tehnologije čiste i niskouglične energije uključene u te scenarije analizirane su u radnom dokumentu službi Komisije pod naslovom „Prelazak na čistu energiju – Izvješće o tehnologijama i inovacijama” (CETTIR) koji je priložen ovom izvješću¹⁸.

Konkurentnost u sektoru čiste energije¹⁹ definira se za potrebe ovog izvješća kao sposobnost proizvodnje i uporabe cjenovno pristupačne, pouzdane i dostupne čiste energije s pomoću tehnologija čiste energije i konkuriranja na tržištima energetske tehnologije radi opće dobrobiti gospodarstva i stanovnika EU-a.

Konkurentnost se ne može prikazati samo jednim pokazateljem²⁰ pa se u ovom izvješću predlaže skup općeprihvaćenih pokazatelja koji se mogu upotrijebiti u ovu svrhu (vidjeti tablicu 1. u nastavku) i kojima se obuhvaća cijeli energetski sustav (proizvodnja, prijenos i potrošnja) i koji se mogu analizirati na tri razine (tehnološkoj, razini lanca vrijednosti i razini globalnog tržišta).

¹⁰ Za razdoblje do 2050. između scenarija 1.5 TECH iz Dugoročne strategije EU-a do 2050. (COM (2018) 773) i Plana za postizanje klimatskog cilja (COM(2020) 562 final) ne postoje velike razlike i stoga se oba navode u ovom izvješću. Prema scenariju CTP MIX predviđa se smanjenje emisija stakleničkih plinova od oko 55 %, što znači da se širi primjena određivanja cijena ugljika i postupno povećavaju ambicije politika.

¹¹ Studija o konkurentnosti koja je za Glavnu upravu za energetiku provedena u okviru projekta ASSET – Analiza energetske perspektive (nacrt, 2020.), obuhvaća LTS 1.5 Life and Tech, BNEF NEO, GP ER, IEA SDS, IRENA GET TES, JRC GECO 2C_M.

¹² Tsiropoulos I., Nijss W., Tarvydas D., Ruiz Castillo P., *Towards net-zero emissions in the EU energy system by 2050 – Insights from scenarios in line with the 2030 and 2050 ambitions of the European Green Deal* (Prema netnoj stopi emisija u energetskom sustavu EU-a do 2050. – zaključci iz scenarija koji se temelje na ambicijama europskog zelenog plana za 2030. i 2050.), JRC118592.

¹³ Studija o skladištenju energije – doprinos sigurnosti opskrbe električnom energijom u Europi (2020.): <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a6eba083-932e-11ea-aac4-01aa75ed71a1>

¹⁴ Ulaganja u energetska mreža u iznosu od 71 milijarde EUR do 110 milijardi EUR godišnje od 2031. do 2050. na temelju različitih scenarija, *In-depth analysis in support of COM(2018) 773* (Iscrpna analiza uz COM(2018) 773), tablica 10., str. 202.

¹⁵ Obnovljivi izvori energije na moru (energija vjetra i oceana), solarna fotonaponska energija, obnovljivi vodik, baterije i mrežne tehnologije. Ovim odabirom nije zanemarena uloga ustaljenih obnovljivih izvora energije iz EU-ova portfelja tehnologija niskouglične energije, posebno bioenergije i hidroenergije. Oni su razmotreni u CETTIR-u i možda će biti razmotreni u budućim godišnjim izvješćima o napretku u pogledu konkurentnosti.

¹⁶ Europske vodeće inicijative predstavljene su u najnovijoj Godišnjoj strategiji održivog rasta 2021. (COM(2020) 575 final) – odjeljak IV.

¹⁷ Nedavne i predstojeće inicijative uključuju predstojeću strategiju za energiju na moru i strategiju za vodik (COM(2020) 301 final), a među ostalim i Savez za vodik, Europski savez za baterije i strategiju za integraciju energetskog sustava (COM(2020) 299 final). Te su tehnologije opisane i u nizu nacionalnih energetskih i klimatskih planova.

¹⁸ SWD(2020) 953 – To uključuje zgrade (uključujući grijanje i hlađenje), hvatanje i skladištenje ugljika (CCS), sudjelovanje građana i zajednica, geotermalnu energiju, istosmjernu struju visokog napona i energetska elektronika, hidroenergiju, industrijsko iskorištavanje otpadne topline, nuklearnu energiju, vjetroelektrane na kopnu, obnovljiva goriva, pametne gradove i zajednice, pametne mreže – digitalnu infrastrukturu i solarnu toplinsku energiju.

¹⁹ U ovom izvješću i u radnom dokumentu službi Komisije čista energija odnosi se na sve energetske tehnologije koje su uvrštene u dugoročnu strategiju EU-a za postizanje klimatske neutralnosti do 2050.

²⁰ Na temelju zaključaka Vijeća za konkurentnost (28.7.2020.).

Tablica 1. Mreža pokazatelja za praćenje napretka u pogledu konkurentnosti

Konkurentnost industrije čiste energije EU-a		
1. Tehnološka analiza Trenutačna situacija i predviđanja	2. Analiza lanca vrijednosti u sektoru energetske tehnologije	3. Analiza svjetskog tržišta
Instalirani kapaciteti, proizvodnja (danas i 2050.)	Promet	Trgovina (uvoz, izvoz)
Trošak/srednji troškovi energije (LCoE) (danas i 2050.)	Rast bruto dodane vrijednosti Godišnji, % promjene	Predvodnici na svjetskom tržištu u odnosu na predvodnike na tržištu EU-a (tržišni udio)
Javno financiranje istraživanja i inovacija	Broj poduzeća u lancu opskrbe, uključujući predvodnike na tržištu EU-a	Resursna učinkovitost i ovisnost
Privatno financiranje istraživanja i inovacija	Zaposlenost	Stvarni jedinični trošak energije
Kretanja u pogledu patentiranja	Energetski intenzitet/radna produktivnost	
Razina znanstvenih publikacija	Proizvodnja zajednice²¹ Godišnje proizvodne vrijednosti	

Analiza konkurentnosti sektora čiste energije može se s vremenom dodatno razviti i produbiti, a buduća izvješća o konkurentnosti mogu imati različite pristupe. U njima se primjerice mogu detaljnije razmotriti politike i instrumenti za potporu istraživanju i inovacijama te konkurentnosti na razini država članica te način na koji pridonose energetskej uniji i ciljevima zelenog plana, i to razmatranjem konkurentnosti na razini podsektora²², na nacionalnoj ili regionalnoj razini, ili analizom sinergija i kompromisa s okolišnim ili društvenim učincima u skladu s ciljevima europskog zelenog plana.

S obzirom na nedostatak podataka o nizu pokazatelja konkurentnosti^{23,24}, upotrijebljene su određene približne vrijednosti neizravnijeg karaktera (npr. razina ulaganja). Komisija poziva države članice i dionike da surađuju u kontekstu nacionalnih energetske i klimatske planova²⁵ i Strateškog plana za energetske tehnologije kako bi nastavili razvijati zajednički pristup procjeni i jačanju konkurentnosti energetske unije. To je važno i za nacionalne planove za oporavak i otpornost koji će biti izrađeni u okviru mehanizma za oporavak i otpornost.

²¹ Ta pokratak znači proizvodnja zajednice (skup podataka PRODCOM).

²² Na primjer, opseg i uloga alternativnih poslovnih modela, ali i uloga malih i srednjih poduzeća i lokalnih sudionika.

²³ Za općenit pregled definicija konkurentnosti pogledati JRC116838, Asensio Bermejo, J. M., Georgakaki, A., *Competitiveness indicators for the low-carbon energy industries - definitions, indices and data sources* (Pokazatelji konkurentnosti za niskougljične industrije – definicije, indeksi i izvori podataka), 2020.

²⁴ Za pregled podataka koji nedostaju vidjeti CETTIR (SWD(2020) 953), poglavlje 5.

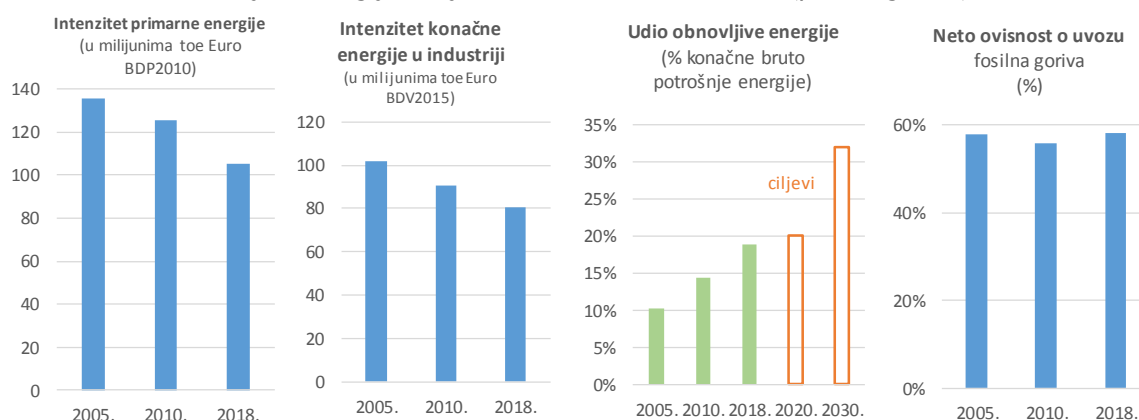
²⁵ Ovo se izvješće temelji na procjeni i smjernicama za svaku državu članicu iz nacionalnih energetske i klimatske planova (COM(2020) 564 final), koji uključuju temu „istraživanje, inovacije i konkurentnost”, te ih nadopunjuje.

2. SVEUKUPNA KONKURENTNOST SEKTORA ČISTE ENERGIJE EU-A

2.1. Kretanja u pogledu energije i resursa

Od 2005. do 2018. prosječna godišnja stopa smanjivanja intenziteta primarne energije u EU-u iznosila je približno 2 %, što pokazuje odvajanje potražnje za energijom od gospodarskog rasta. Intenzitet konačne energije u industriji i građevinarstvu pratio je isti trend, premda po nešto sporijoj prosječnoj godišnjoj stopi od 1,8 %, što pokazuje da taj sektor nastoji smanjiti svoj energetske otisak. Zahvaljujući energetske politici udio obnovljive energije u potrošnji konačne energije porastao je s 10 % bliže cilju od 20 % za 2020. Udio obnovljive energije u sektoru električne energije povećao se na nešto više od 32 %. Porastao je malo iznad 21 % u sektoru grijanja i hlađenja, dok je postotak za sektor prometa bio nešto viši od 8 %. To pokazuje da energetske sustav postupno prelazi na tehnologije čiste energije (vidjeti sliku 1.).

Slika 1. Intenzitet primarne energije u EU-u, intenzitet konačne energije u industriji, udio obnovljive energije i ciljevi te ovisnost o neto uvozu (fossilna goriva)²⁶



Izvor 1. EUROSTAT

U prošlom su desetljeću cijene električne energije za potrošače u industriji u EU-u²⁷ bile relativno stabilne te su trenutačno niže nego u Japanu, no dvostruko su više nego u SAD-u i premašuju one u većini trećih zemalja iz skupine G20. Iako su se cijene plina za industriju²⁸ smanjile i niže su nego u Japanu, Kini i Koreji, i dalje su više od onih u većini trećih zemalja iz skupine G20. Na tu razliku uvelike utječu relativno visoki nepovratni porezi i pristojbe u EU-u i regulacija cijena i/ili subvencije u trećim zemljama iz skupine G20.

Unatoč kratkoročnom poboljšanju i smanjenju ovisnosti o uvozu energije od 2008. do 2013., u EU-u je nakon toga došlo do povećanja²⁹. Ovisnost o neto uvozu 2018. iznosila je 58,2 %, odnosno nešto više od razine iz 2005. i gotovo jednako najvišim vrijednostima u tom razdoblju. Resursna učinkovitost i gospodarska otpornost ključne su za konkurentnost i poboljšanje otvorene strateške neovisnosti³⁰ EU-a na tržištu tehnologija čiste energije. Iako se tehnologijama čiste energije smanjuje ovisnost o uvozu fosilnih goriva, umjesto nje bi se mogla razviti ovisnost o sirovinama. To stvara novu vrstu rizika

²⁶ Pokazatelji energetske unije EE1-A1, EE3, DE5-RES i SoS1.

²⁷ Ponderirani prosjek EU-a (vidjeti COM(2020) 951).

²⁸ Ponderirani prosjek EU-a (vidjeti COM(2020) 951).

²⁹ Vjerojatni razlozi uključuju iscrpljivanje izvora plina u EU-u, promjenjive vremenske uvjete, gospodarske krize i prelazak na nova goriva.

³⁰ COM(2020) 562 final.

u pogledu opskrbe³¹. No za razliku od fosilnih goriva sirovine mogu ostati u gospodarstvu zahvaljujući primjeni pristupa kružnoga gospodarstva³², kao što su produženi lanci vrijednosti, recikliranje, ponovna uporaba i dizajn za kružnost, što utječe na kapitalne izdatke i smanjuje energetske potrebe za vađenjem i preradom primarnih sirovina, no ne i operativne izdatke u proizvodnji energije. EU uvelike ovisi o sirovinama i prerađenim materijalima iz trećih zemalja. Međutim, ima vodeću ulogu u proizvodnji dijelova i konačnih proizvoda ili visokotehnoloških dijelova za neke tehnologije. Na primjer, visoka koncentracija ponude visokotehnoloških materijala često postoji u tek nekoliko zemalja (Kina primjerice proizvodi više od 80 % dostupnih rijetkih zemnih metala za generatore s trajnim magnetima)³³.

2.2. Udio energetskeg sektora EU-a u BDP-u EU-a

Energetski sektor EU-a imao je u 2018. promet³⁴ od 1,8 bilijuna EUR, što je približno ista razina kao 2011. (1,9 bilijuna EUR). Taj sektor čini 2 % ukupne bruto dodane vrijednosti u gospodarstvu i ta se brojka od 2011. uglavnom nije mijenjala. Promet sektora fosilnih goriva smanjio se s 36 % (702 milijarde EUR) ukupnog prometa energetskeg sektora 2011. na 26 % (475 milijardi EUR) u 2018., dok se promet u području obnovljivih izvora energije u istom tom razdoblju povećao sa 127 milijardi EUR na 146 milijardi EUR^{35,36}. Dodana vrijednost sektora čiste energije (112 milijardi EUR u 2017.) bila je više nego dvostruko veća od dodane vrijednosti vađenja fosilnih goriva i proizvodnih aktivnosti povezanih s njima (53 milijarde EUR) te se od 2000. utrostručila. Sektor čiste energije prema tome stvara veću dodanu vrijednost koja ostaje u Europi nego sektor fosilnih goriva.

Od 2000. do 2017. godišnji rast bruto dodane vrijednosti proizvodnje obnovljive energije iznosio je u prosjeku 9,4 %, dok je za djelatnosti u području energetske učinkovitosti prosječno iznosio 22,3 %, što je znatno nadmašilo ostatak gospodarstva (1,6 %). Znatno se poboljšala i radna produktivnost EU-a (bruto dodana vrijednost po zaposleniku) u sektoru čiste energije, posebno u sektoru proizvodnje obnovljive energije, u kojem se od 2000. povećala za 70 %.

³¹ COM(2020) 474 final i *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study* (Ključne sirovine za strateške tehnologije i sektore u EU-u – studija o predviđanjima), <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>

³² Akcijski plan za kružno gospodarstvo usmjeren je na stvaranje tržišta sekundarnih sirovina i dizajn za kružnost (COM(2015) 614 final i COM(2020) 98 final).

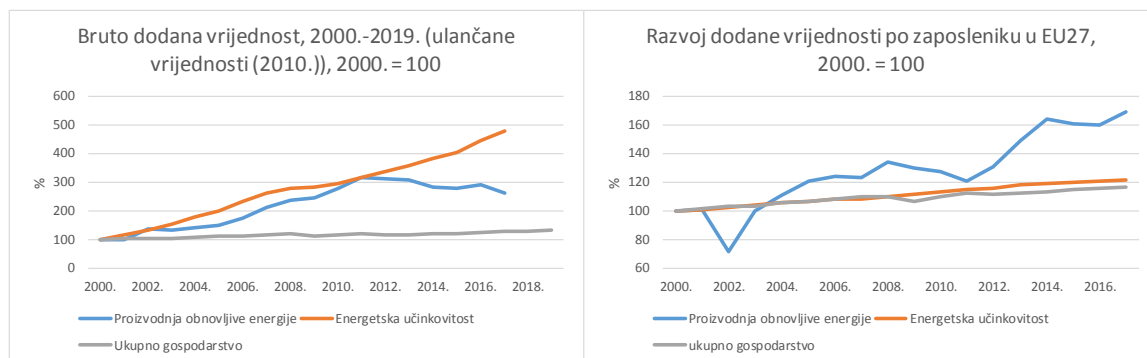
³³ D. T. Blagoeva, P. Alves Dias, A. Marmier, C. C. Pavel (2016.) *Assessment of potential bottlenecks along the materials supply chain for the future deployment of low-carbon energy and transport technologies in the EU. Wind power, photovoltaic and electric vehicles technologies, time frame: 2015-2030* (Procjena mogućih uskih grla u lancu opskrbe materijalima za buduće uvođenje tehnologija niskougljične energije i niskougljičnog prijevoza u EU-u. Tehnologije energije vjetra, fotonaponskih rješenja i električnih vozila u razdoblju 2015.–2030.) EUR 28192 HR; doi:10.2790/08169.

³⁴ To se temelji na Eurostatovu istraživanju o strukturnim poslovnim statistikama. Uključene su sljedeće šifre: B05 (vađenje ugljena i lignita), B06 (vađenje sirove nafte i prirodnog plina), B07.21 (vađenje uranovih i torijevih ruda), B08.92 (vađenje treseta), B09.1 (pomoćne djelatnosti za vađenje nafte i prirodnog plina), C19 (proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda) i D35 (opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija).

³⁵ Eurostat [sbs_na_ind_r2].

³⁶ EurObserv'ER.

Slika 2. Bruto dodana vrijednost i dodana vrijednost po zaposleniku, 2000.–2019., 2000. = 100



Izvor 2. JRC na temelju podataka Eurostata: [env_ac_egss1], [nama_10_a10_e], [env_ac_egss2], [nama_10_gdp].

2.3. Ljudski kapital

Tehnologije čiste energije i rješenja koja se na njoj temelje pružaju izravno zaposlenje s punim radnim vremenom za 1,5 milijuna ljudi u Europi³⁷, od kojih više od pola milijuna³⁸ radi u sektoru obnovljivih izvora energije (što iznosi 1,5 milijuna ako se ubroje i neizravna radna mjesta), i približno jedan milijun ljudi u djelatnostima u području energetske učinkovitosti (2017.)³⁹. Broj izravnih radnih mjesta u proizvodnji obnovljive energije za EU povećao se s 327 000 u 2000. na 861 000 u 2011., a 2017. smanjio se na 502 000. Kao što pokazuje slika 3., došlo je do smanjenja nakon 2011.⁴⁰, vjerojatno zbog

³⁷ Za usporedbu, izravna zaposlenost u vađenju i proizvodnji fosilnih goriva (NACE B05, B06, B08.92, B09.1, C19) iznosila je 328 000 u EU27 u 2018., dok je u sektoru električne energije, plina, pare i klimatizacije (NACE D35), koji doprema električnu energiju iz obnovljivih i fosilnih izvora energije, iznosila 1,2 milijuna. Ukupna brojka za širi energetski sektor uglavnom je ostala stabilna, iako se zaposlenost u vađenju ugljena i lignita smanjila za približno 80 000, a u vađenju sirove nafte i prirodnog plina za približno 30 000. Vidjeti: JRC120302, *Employment in the Energy Sector Status Report 2020* (Izvešće o stanju zaposlenosti u energetskom sektoru za 2020.), EUR 30186 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luksemburg, 2020.

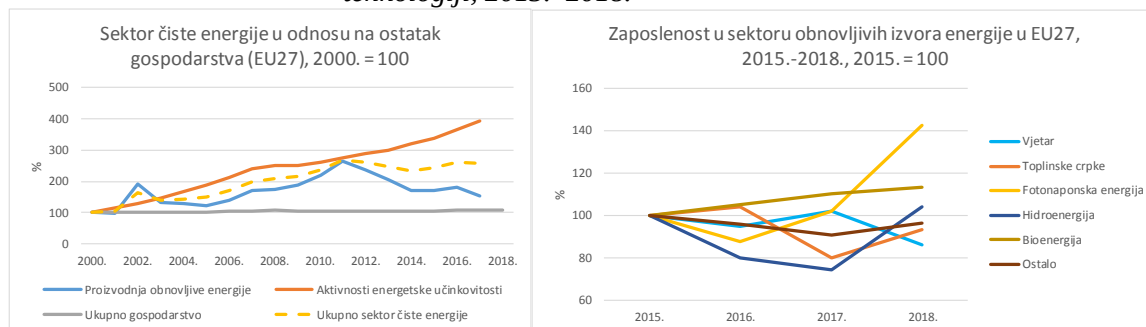
³⁸ Uzmu li se u obzir i neizravna radna mjesta, podaci EurObserv'ER-a pokazuju da je u sektoru obnovljive energije u EU27 zaposleno približno 1,4 milijuna ljudi. EurObserv'ER u svojoj procjeni obuhvaća i izravnu i neizravnu zaposlenost. Izravna zaposlenost uključuje proizvodnju obnovljive opreme, gradnju postrojenja za obnovljivu energiju, inženjerstvo i upravljanje, rad i održavanje, opskrbu biomasom i njezino iskorištavanje. Neizravna zaposlenost odnosi se na sekundarne aktivnosti, kao što su prijevoz i druge usluge. Inducirana zaposlenost nije obuhvaćena tom analizom. EurObserv'ER primjenjuje formalizirani model kako bi procijenio zaposlenost i promet.

³⁹ Podaci Eurostata o sektoru ekoloških dobara i usluga (EGSS) procjenjuju se kombiniranjem podataka iz različitih izvora (strukturna poslovna statistika, PRODCOM, nacionalni računi). Za EGSS navode se informacije o proizvodnji robe i usluga koje su posebno osmišljene i proizvedene za zaštitu okoliša ili upravljanje resursima. Jedinica analize u okviru EGSS-a jest podružnica. To je poduzeće ili dio poduzeća koji se nalazi na jednoj lokaciji i u kojem se odvija jedna djelatnost ili u kojem se glavnom proizvodnom djelatnosti stvara većina dodane vrijednosti. Ujedno se prati i prema svim šiframa djelatnosti NACE. Koristimo se razredima CREMA 13A Proizvodnja energije iz obnovljivih izvora i CREMA 13B Štednja topline/energije i gospodarenje njima.

⁴⁰ To smanjenje vjerojatno se može objasniti utjecajem financijske krize, koji uključuje i naknadno premještanje proizvodnog kapaciteta, ali i većom produktivnošću i manjim intenzitetom zaposlenosti (izvor: JRC120302 *Employment in the Energy Sector Status Report, 2020* (Izvešće o stanju zaposlenosti u energetskom sektoru za 2020.)). U tom je smanjenju prednjačila solarna fotonaponska energija, a slijedila ju je geotermalna energija. Zbog te krize smanjio se broj solarnih fotonaponskih instalacija, a proizvodnja se premjestila u Aziju. Kada je riječ o sektoru energije vjetra na kopnu i na moru, može se uočiti povećana produktivnost i, slijedom toga, smanjen intenzitet zaposlenosti. Usporedba između izravnog zaposlenja i ukupnog instaliranog kapaciteta u prošlom desetljeću pokazuje smanjenje zaposlenosti od 47 % i 59 % u sektoru energije vjetra na kopnu i na moru (izvori: GWEC 2020, *Global Offshore Wind Report* (Globalno izvješće o energiji vjetra na moru), 2020.; WindEurope 2020., ažuriranje podataka o zaposlenosti temelji se na izvješću *Local Impact, Global Leadership* (Lokalni utjecaj, globalno vodstvo) udruženja WindEurope). Podaci EurObserv'ER-a pokazuju da se intenzitet zaposlenosti (radna mjesta/MW) u razdoblju od 2015. do 2018. smanjio za 19 % u sektoru energije vjetra i za 14 % u sektoru solarne fotonaponske energije. Sektor energetske učinkovitosti ima drugačiju dinamiku (npr. štednja energije i energetska učinkovitost imaju izravan pozitivan utjecaj u obliku smanjenih troškova), a porast broja radnih mjesta u sektoru

utjecaja financijske krize, uključujući naknadno premještanje proizvodnog kapaciteta, ali i veće produktivnosti i manjeg intenziteta zaposlenosti. Broj izravnih radnih mjesta u sektoru energetske učinkovitosti postupno je rastao s 244 000 u 2000. na 964 000 u 2017. Izravna radna mjesta u tim sektorima (obnovljivi izvori energije i energetska učinkovitost) čine približno 0,7 % ukupne zaposlenosti u EU-u⁴¹, no njihov je rast nadmašio ostatak gospodarstva uz stope prosječnog godišnjeg rasta od 3,1 % i 17,4 %⁴².

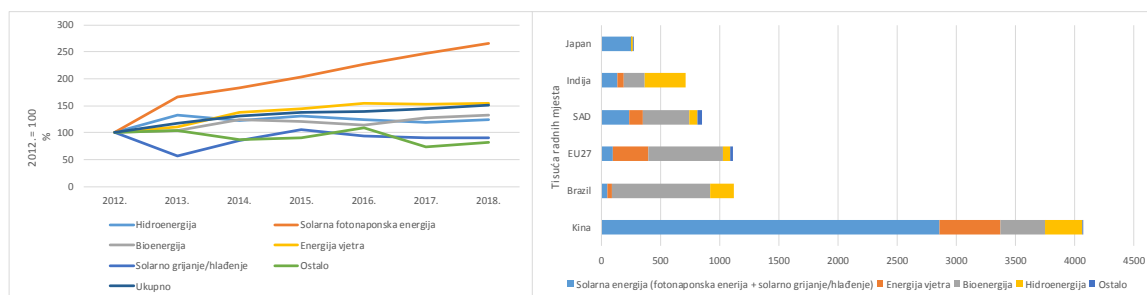
Slika 3. Izravna zaposlenost u sektoru čiste energije u odnosu na ostatak gospodarstva u razdoblju 2000.–2018., 2000. = 100 i zaposlenost u sektoru obnovljivih izvora energije prema tehnologiji, 2015.–2018.



Izvor 3. (JRC na temelju podataka Eurostata [env_ac_egss1], [nama_10_a10_e]⁴³ i EurObserv'ER-a)

Stopa zaposlenosti u sektoru čiste energije raste u cijelom svijetu, no tehnologije koje nude više mogućnosti zapošljavanja razlikuju se po regijama. Najviše radnih mjesta otvoreno je u sektorima solarne fotonaponske energije i energije vjetra. U Kini, na koju otpada približno 40 % svih radnih mjesta u području obnovljivih izvora energije u svijetu, većina je ljudi zaposlena u sektorima solarne fotonaponske energije, solarnog grijanja i hlađenja te energije vjetra. U Brazilu se ta zaposlenost odnosi na sektor bioenergije, a u EU-u je većina ljudi zaposlena u sektorima bioenergije (oko polovine svih radnih mjesta u području obnovljivih izvora energije) i energije vjetra (oko četvrtine), vidjeti sliku 4.

Slika 4. Svjetska zaposlenost u području tehnologija za dobivanje energije iz obnovljivih izvora (2012.–2018.)⁴⁴



Izvor 4. (JRC na temelju podataka organizacije IRENA, 2019.)⁴⁵

energetske učinkovitosti djelomično se može objasniti velikim porastom broja radnih mjesta u sektoru toplinskih crpki od 2012. (EurObserv'ER). Prema podacima EurObserv'ER-a, koji obuhvaćaju i izravna i neizravna radna mjesta, općenito možemo uočiti porast broja zaposlenih u sektoru obnovljivih izvora energije u EU27.

⁴¹ Eurostat, EGSS.

⁴² U ostatku gospodarstva prosječni godišnji rast iznosio je 0,5 %.

⁴³ Proizvodnja obnovljive energije odnosi se na oznaku Eurostata u okviru EGSS-a CREMA13A, a djelatnosti u području energetske učinkovitosti na CREMA13B.

⁴⁴ Stope zaposlenosti po zemljama odnose se na 2017.

Sektor tehnologija čiste energije i dalje se suočava s poteškoćama, posebno u pogledu dostupnosti kvalificiranih radnika na lokacijama na kojima su traženi^{46,47}. Povezane vještine prije svega uključuju inženjerstvo i tehničke vještine, informatičku pismenost i sposobnost primjene novih digitalnih tehnologija, poznavanje zdravstvenih i sigurnosnih aspekata, specijalizirane vještine za rad na ekstremnim fizičkim lokacijama (na primjer na visinama ili u dubinama) i meke vještine kao što su timski rad i komunikacija, te znanje engleskog jezika.

Kada je riječ o rodu, žene su 2019. u prosjeku činile 32 % radne snage u sektoru obnovljivih izvora energije⁴⁸. Ta je stopa viša nego u tradicionalnom energetske sektoru (25 %⁴⁹), no niža od udjela u cijelom gospodarstvu (46,1 %⁵⁰), s time da je rodna neravnoteža još izraženija u pogledu profila određenih radnih mjesta.

2.4. Kretanja u istraživanjima i inovacijama

EU je posljednjih godina u prosjeku ulagao gotovo 20 milijardi EUR godišnje u istraživanje i inovacije u području čiste energije, što je utvrđeno kao prioritet u okviru energetske unije^{51,52}. Sredstva EU-a čine 6 %, dok udio javnog financiranja iz računa nacionalnih vlada iznosi 17 %, a doprinos poslovnog sektora procjenjuje se na 77 %.

Proračun za istraživanje i inovacije koji se dodjeljuje energetske sektoru EU-a čini 4,7 % ukupne potrošnje na istraživanje i inovacije⁵³. No, ukupno gledajući, države članice smanjile su svoje nacionalne proračune za istraživanje i inovacije u području čiste energije (slika 5.) te je EU 2018. potrošio pola milijarde manje nego 2010. Takvo je kretanje uočeno i u ostatku svijeta. Potrošnja javnog sektora na istraživanje i inovacije u području tehnologija niskougljične energije bila je niža 2019. nego 2012., a veliki iznosi sredstava za istraživanje i inovacije i dalje se u različitim zemljama dodjeljuju fosilnim

⁴⁵ IRENA. 2019. *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019* (Obnovljiva energija i radna mjesta – godišnji pregled, 2019.).

⁴⁶ Strateški početni plan za osiguravanje vještina koje nedostaju zbog nerazmjera ponude osposobljavanja i potreba industrije u lancu vrijednosti pomorskih tehnologija, rujan 2019. – projekt MATES. <https://www.projectmates.eu/wp-content/uploads/2019/07/MATES-Strategy-Report-September-2019.pdf>

⁴⁷ Alves Dias et al. 2018. *EU coal regions: opportunities and challenges ahead* (Regije EU-a u kojima se proizvodi ugljen: predstojeće mogućnosti i poteškoće). <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/eu-coal-regions-opportunities-and-challenges-ahead>

⁴⁸ IRENA 2019: <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective>

⁴⁹ Eurostat (2019), pronađeno na <https://ec.europa.eu/eurostat/web/equality/overview>

⁵⁰ Eurostat [lfsa_egan2], 2019.

⁵¹ COM(2015) 80; obnovljivi izvori energije, pametan sustav, učinkoviti sustavi, održiv promet, hvatanje, upotreba i skladištenje ugljika (CCUS) i nuklearna sigurnost.

⁵² JRC SETIS <https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-innovation-data>;

JRC112127 Pasimeni, F., Fiorini, A., Georgakaki, A., Marmier, A., Jimenez Navarro, J. P., Asensio Bermejo, J. M. (2018.): *SETIS Research & Innovation country dashboards* (SETIS-ovi prikazi istraživanja i inovacija po državama). Europska komisija, Zajednički istraživački centar (JRC) [Skup podataka] PID: <http://data.europa.eu/89h/jrc-10115-10001>, prema:

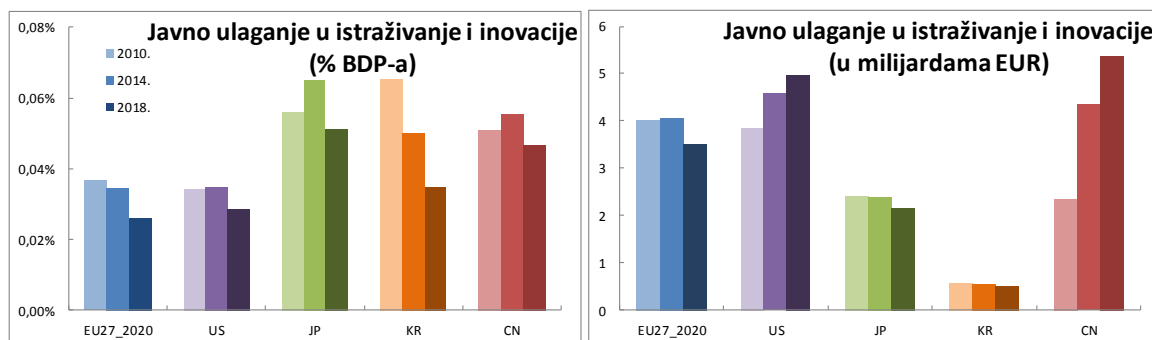
JRC Fiorini, A., Georgakaki, A., Pasimeni, F. i Tzimas, E., *Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies* (Praćenje istraživanja i razvoja u području tehnologija niskougljične energije), EUR 28446 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luksemburg, 2017.

JRC117092 Pasimeni, F., Letout, S., Fiorini, A., Georgakaki, A., *Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, Revised methodology and additional indicators* (Praćenje istraživanja i razvoja u području tehnologija niskougljične energije. Revidirana metodologija i dodatni pokazatelji), 2020. (u izradi).

⁵³ Eurostat, ukupna odobrena sredstva ili izdaci iz državnog proračuna za istraživanje i razvoj (GBAORD) prema socioekonomskim ciljevima nomenklature za analizu i usporedbu znanstvenih programa i proračuna NABS 2007 [gba_nabsfin07]. Energetski socioekonomski cilj uključuje istraživanje i inovacije u području konvencionalne energije. Prioriteti energetske unije u pogledu istraživanja i inovacija mogu se svrstati i u druge socioekonomske ciljeve.

gorivima⁵⁴. To je suprotno od onoga što je potrebno: ulaganja u istraživanje i inovacije u području čiste energije moraju se povećati ako EU i svijet žele ostvariti svoje obveze u pogledu dekarbonizacije. EU danas ima najnižu stopu ulaganja, koja se mjeri kao udio BDP-a, od svih velikih svjetskih gospodarstava (slika 5.). Iz istraživačkih fondova EU-a izdvajao se veći udio javnog financiranja te su oni bili ključni za održavanje razina ulaganja u istraživanje i inovacije u prošle četiri godine.

Slika 5. Javno financiranje istraživanja i inovacija namijenjeno prioritetima energetske unije u pogledu istraživanja i inovacija⁵⁵



Izvor 5. JRC⁴⁹ prema Međunarodnoj agenciji za energiju (IEA)⁵⁶, Misiji za inovacije (MI)⁵⁷.

U privatnom se sektoru samo mali udio prihoda trenutačno troši na istraživanje i inovacije u sektorima u kojima postoji najveća potreba za opsežnim uvođenjem niskouglijčnih tehnologija⁵¹. EU je procijenio da se privatno ulaganje u prioritate energetske unije u pogledu istraživanja i inovacija smanjuje: trenutačno čini približno 10 % ukupnih izdataka poduzeća za istraživanje i inovacije⁵⁸. To je više nego u SAD-u i usporedivo je s Japanom, no niže je nego u Kini i Koreji. Trećina tog ulaganja odlazi na održiv promet, dok na obnovljive izvore energije, pametne sustave i energetske učinkovitosti otpada po jedna petina. Iako se distribucija privatnog istraživanja i inovacija u EU-u posljednjih godina tek neznatno promijenila, u svijetu je došlo do većeg pomaka prema energetske učinkovitosti u industriji i pametnim potrošačkim tehnologijama⁵⁹.

Slika 6. Procjene privatnog financiranja istraživanja i inovacija namijenjenog prioritetima energetske unije u pogledu istraživanja i inovacija⁶⁰

⁵⁴ IEA ETP <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation/global-status-of-clean-energy-innovation-in-2020#government-rd-funding>

⁵⁵ Ne uključuje sredstva EU-a.

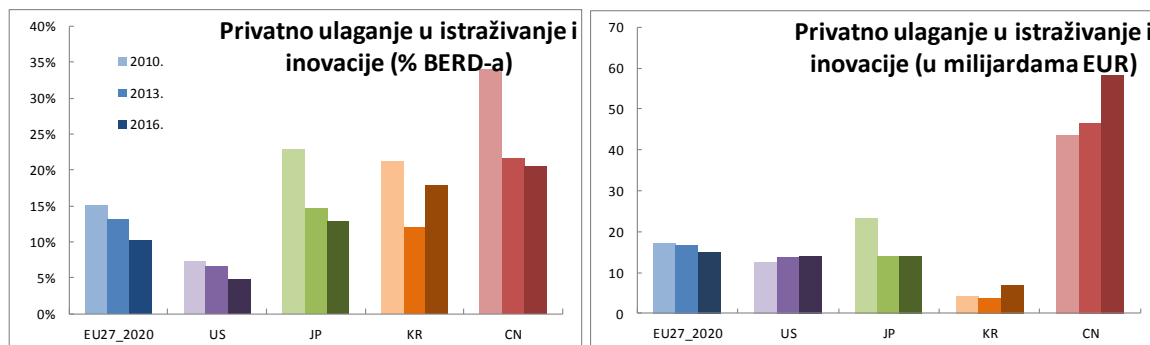
⁵⁶ Prilagođeno iz izdanja IAE-ine baze podataka proračuna za aktivnosti istraživanja, razvoja i demonstracije (RD&D) u području energetskih tehnologija za 2020.

⁵⁷ Praćenje napretka koje provodi Misija za inovacije <http://mission-innovation.net/our-work/tracking-progress/>

⁵⁸ Uspoređeno sa statističkim podacima za BERD: podaci Eurostata/OECD-a o poslovnim izdacima za istraživanje i razvoj (BERD) prema djelatnostima obuhvaćenima klasifikacijom NACE Rev. 2 i izvoru sredstava [rd_e_berdfundr2]. Sektor komunalnih usluga uključuje skupljanje i pročišćavanje vode te vodoopskrbu; podaci nisu dostupni za sve zemlje.

⁵⁹ Informacije koje je JRC118288 dostavio Misiji za inovacije (2019.) *Mission Innovation Beyond 2020: challenges and opportunities* (Misija za inovacije nakon 2020.: izazovi i mogućnosti).

⁶⁰ Procjene za Kinu posebno su zahtjevne i nepouzdanе zbog razlika u zaštiti intelektualnog vlasništva (vidjeti i <https://chinapower.csis.org/patents/>) i poteškoća pri mapiranju struktura poduzeća (npr. poduzeća koja imaju potporu države) i financijskom izvještavanju.



Izvor 6. JRC⁴⁹, Eurostat/OECD⁵⁵

Velika trgovačka društva uvrštena na burzu i njihova društva kćeri u prosjeku čine 20–25 % glavnih ulagača, no zaslužna su za 60–70 % patentiranja i ulaganja. Od svih privatnih ulagača u istraživanje i inovacije u EU-u automobilske sektor ukupno gledajući najviše ulaže u prioritete energetske unije u pogledu istraživanja i razvoja⁶¹, a za njim slijede biotehnoški i farmaceutski sektor. Slika 7. pokazuje da je sektor nafte i plina najveći ulagač u istraživanje i inovacije među energetskim sektorima. Drugi energetski sektori, kojima primjerice pripadaju društva za proizvodnju električne energije ili alternativne energije, imaju mnogo manje proračune za istraživanje i inovacije, no veći dio tog proračuna troše na čistu energiju. Zabrinjavajuće je to što se velik udio privatnog proračuna za istraživanje i inovacije u energetskom sektoru ne troši na tehnologije čiste energije. Podaci IEA-e pokazuju da je u prosjeku manje od 1 % ukupnih kapitalnih izdataka društava za naftu i plin bilo namijenjeno područjima izvan njihove glavne djelatnosti^{62,63}, a samo je 8 % njihovih patenata bilo povezano s čistom energijom⁶⁴.

Slika 7. Ulaganje u istraživanje i inovacije u EU-u namijenjeno prioritetima energetske unije u pogledu istraživanja i inovacija, po industrijskim sektorima⁶⁵

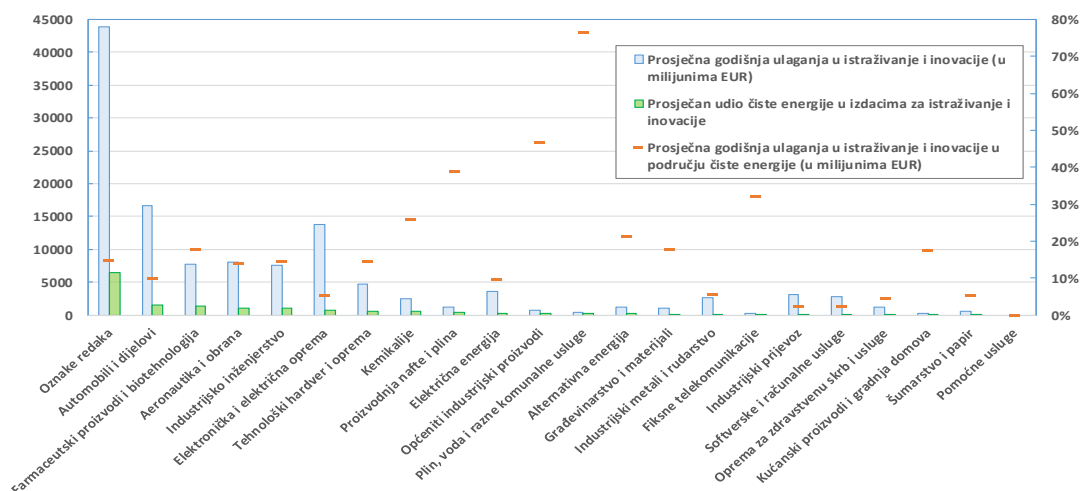
⁶¹ To je šira definicija onoga što tehnologije čiste energije uključuju od one koja se upotrebljava u ovom izvješću. Na primjer, ta šira definicija uključuje istraživanje i inovacije u području energetske učinkovitosti u industriji.

⁶² Pritom neka od vodećih društava troše oko 5 % na čistu energiju.

⁶³ *The oil and gas industry in energy transitions, world energy outlook special report* (Industrija nafte i plina u energetske tranziciji, tematsko izvješće o svjetskoj energetske budućnosti), IEA, siječanj 2020., <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>

⁶⁴ *The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices* (Energetska tranzicija i teške odluke naftnih poduzeća) – Institut za energetiku Sveučilišta u Oxfordu, srpanj 2019.; Rob West, osnivač društva Thunder Said Energy i znanstveni suradnik Instituta za energetiku Sveučilišta u Oxfordu (OIES) i Bassam Fattouh, ravnatelj OIES-a, stranica 4.

⁶⁵ Sektori koji najviše ulažu. Petogodišnji prosjek (2012.–2016.) po sektoru; trećinu društava (manji ulagači koji nisu uvršteni na burzu) nije moguće svrstati u neki određeni sektor.



Izvor 7. JRC⁴⁹

Ulaganje rizičnog kapitala u čistu energiju posljednjih se godina povećava, no i dalje je nisko (nešto više od 6–7 %) u usporedbi s ulaganjem privatnog sektora u istraživanje i inovacije. U 2020. je zasad uočeno znatno globalno usporavanje ulaganja rizičnog kapitala u tehnologije čiste energije⁶⁶.

Patentiranje u području tehnologija čiste energije⁶⁷ doseglo je vrhunac 2012., no nakon toga uslijedio je pad.⁶⁸ No unatoč tom kretanju, razina patentiranja za određene tehnologije koje su sve važnije za prelazak na čistu energiju (npr. baterije) ostala je ista ili se čak povećala.

EU i Japan međunarodni su predvodnici u pogledu patenata visoke vrijednosti⁶⁹ u području tehnologija čiste energije. Patenti u području čiste energije čine 6 % svih izuma visoke vrijednosti u EU-u. EU ima sličan udio kao Japan, a među konkurentskim gospodarstvima premašuje Kinu (4 %), SAD i ostatak svijeta (5 %) i nalazi se tik iza Koreje (7 %). U EU-u se nalazi četvrtina od vodećih 100 društava koja se bave patentima visoke vrijednosti u području čiste energije. Većina izuma koje financiraju multinacionalna poduzeća sa sjedištem u EU-u proizvode se u Europi te ih uglavnom proizvode društva kćeri koja se nalaze u istoj zemlji.⁷⁰ Zahtjevi za zaštitu izuma iz EU-a podnose se uglavnom uredima, a prema tome i tržištima, za intelektualno vlasništvo u SAD-u i Kini.

2.5. Oporavak od bolesti COVID-19⁷¹

Za vrijeme pandemije pokazalo se da je europski energetska sustav otporan na šokove koje je pandemija uzrokovala⁷² i pritom je na zamahu dobila zelenija kombinacija izvora energije, dok se proizvodnja energije iz ugljena smanjila za 34 %. Iz obnovljivih je

⁶⁶ JRC⁵² i analiza JRC-a koja se temelji na podacima društva Pitchbook i na podacima IEA-e o ulaganju poduzetničkog kapitala u čiste tehnologije.

⁶⁷ Tehnologije niskougljične energije u okviru prioriteta energetske unije u pogledu istraživanja i inovacija.

⁶⁸ Osim u Kini, u kojoj raste broj lokalnih primjena i pritom se ne traži međunarodna zaštita. (Vidjeti i: *Are Patents Indicative of Chinese Innovation?* (Jesu li patenti dobar pokazatelj kineskih inovacija?) <https://chinapower.csis.org/patents/>)

⁶⁹ Za skupine patenata visoke vrijednosti (izume) podnosi se zahtjev većem broju ureda, tj. za njih se traži zaštita u više zemalja/na većem broju tržišta.

⁷⁰ Veće se iznimke mogu objasniti poticajima, jezikom i zemljopisnom blizinom.

⁷¹ Na temelju istraživanja JRC-a o posljedicama bolesti COVID-19 na energetska sustav i energetske lance vrijednosti.

⁷² SWD(2020) 104 – Energetska sigurnost: dobre prakse za ublažavanje rizika od pandemije.

izvora u drugom kvartalu 2020. proizvedeno 43 % električne energije, što je dosad najveći udio⁷³. Sektor čiste energije bio je manje pogođen i na tržištu dionica te se brže oporavio od sektora fosilnih goriva. Društva i sektori uspješnije su se suočili s krizom zahvaljujući digitalizaciji, koja je ujedno pridonijela pojavi novih digitalnih primjena.

Iako se energetske lance vrijednosti u EU-u oporavljaju, ova je kriza pokazala koliko je važno optimirati i potencijalno regionalizirati lance opskrbe radi smanjenja rizika od budućih poremećaja i povećanja otpornosti. Komisija stoga nastoji utvrditi ključne lance opskrbe za energetske tehnologije, analizirati potencijalne slabosti i poboljšati njihovu otpornost⁷⁴. Ključni energetske prioritete tijekom oporavka uključuju energetske učinkovitost, posebno u okviru vala obnove, obnovljive izvore energije, vodik i integraciju energetskog sustava. Osim toga, postoji bojazan od toga da pandemija utječe na ulaganja i dostupna sredstva za istraživanje i inovacije, kao što se dogodilo i u prijašnjim gospodarskim krizama.

Mjerama oporavka može se iskoristiti potencijal stvaranja radnih mjesta koji pružaju sektori energetske učinkovitosti i obnovljive energije⁷⁵, među ostalim i sektor istraživanja i inovacija, kako bi se povećala zaposlenost i istodobno ostvarila veća održivost. Potpora ulaganju u istraživanje i inovacije, među ostalim u korporativno istraživanje i inovacije, ima veći pozitivan utjecaj na zaposlenost u sektorima srednje i visoke tehnologije kao što su tehnologije čišće energije⁷⁶. Istodobno su potrebne prijelomne niskougljične tehnologije, primjerice u energetski intenzivnim industrijama, što će zahtijevati brže ulaganje u istraživanje i inovacije za demonstraciju i uvođenje tih tehnologija.

3. NAGLASAK NA KLJUČNIM TEHNOLOGIJAMA I RJEŠENJIMA U PODRUČJU ČISTE ENERGIJE

U sljedećem odjeljku analiziraju se, na temelju pokazatelja iz tablice 1., najvažnije vrijednosti u pogledu konkurentnosti za svaku od šest prethodno analiziranih tehnologija, ali i *stanje, lanac vrijednosti i svjetsko tržište*. Rezultati EU-a uspoređeni su, u mjeri u kojoj je to moguće, s drugim ključnim regijama (npr. SAD, Azija). Popratni dokument Prelazak na čistu energiju – Izvješće o tehnologijama i inovacijama⁷⁷ sadržava detaljniju analizu drugih važnih tehnologija čiste i niskougljične energije potrebnih za postizanje klimatske neutralnosti.

3.1. Obnovljivi izvori energije na moru – vjetar

Tehnologija: ukupan instalirani kapacitet energije vjetra na moru 2019. je iznosio 12 GW⁷⁸. Scenarijima EU-a predviđeno je da će do 2050. kapacitet energije vjetra na moru u EU-u iznositi oko 300 GW⁷⁹. U svijetu su se posljednjih godina drastično

⁷³ Tromjesečno izvješće o europskim tržištima električne energije, godište 13., izdanje 2. https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis_en?redir=1

⁷⁴ Tu analizu podupire studija čiji bi zaključci trebali biti objavljeni u travnju 2021.

⁷⁵ Procjenjuje se da će ista razina trošenja stvoriti gotovo trostruko više radnih mjesta nego u industrijama fosilnih goriva. Izvor: Heidi Garrett-Peltier, *Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model* (Zeleno i smeđe: usporedba utjecaja sektora energetske učinkovitosti, obnovljive energije i fosilnih goriva na zapošljavanje s pomoću modela ulaznih i izlaznih podataka), *Economic Modelling*, godište 61., 2017., 439.–447.

⁷⁶ Istraživanje Europske komisije za praćenje napretka koje provodi Misija za inovacije: Gospodarski utjecaji istraživanja i razvoja u sektoru čiste energije i COVID-19, 2020., *webinar* Misije za inovacije, 6. svibnja 2020.

⁷⁷ SWD(2020) 953.

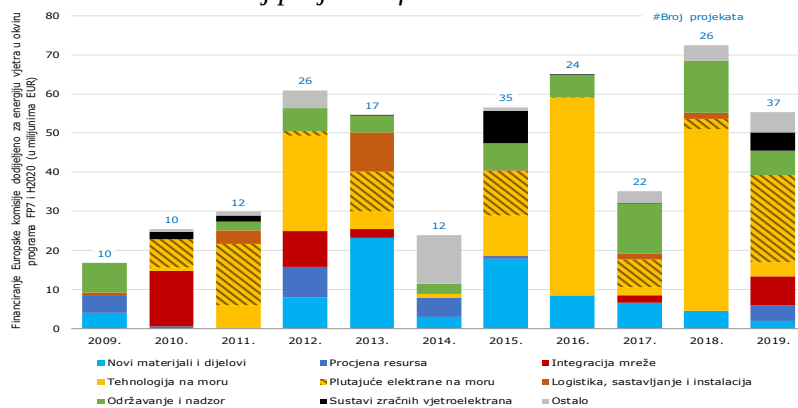
⁷⁸ GWEC, *Global Wind Energy Report 2019* (Globalno izvješće o energiji vjetra na moru za 2019.) (2020.).

⁷⁹ Prema scenariju CTP-MIX iz COM(2020) 562 final.

smanjili troškovi, a potražnja je potaknuta novim natjecajima koji su provedeni u raznim dijelovima svijeta i gradnjom vjetroelektrana bez subvencija. Energija vjetra na moru imala je znatnih koristi od pomaka u području energije vjetra na kopnu, posebno od ekonomije razmjera (npr. razvoj materijala i zajednički dijelovi), čime se omogućava rad koji je usmjeren na najinovativnije elemente te tehnologije (kao što su plutajuće odobalne vjetroelektrane, novi materijali i dijelovi). Za novije projekte energije vjetra na moru uočeni su iznimno povećani faktori kapaciteta. Prosječan proizvodni kapacitet turbina povećao se s 3,7 MW (2015.) na 6,3 MW (2018.), i to zahvaljujući stalnom radu u području istraživanja i inovacija.

Istraživanja i inovacije u području energije vjetra na moru uglavnom se odnose na povećanje turbina, plutajuće objekte (posebno na projektiranje potkonstrukcija), razvoj infrastrukture i digitalizaciju. Oko 90 % financiranja istraživanja i inovacija u području energije vjetra u EU-u dolazi iz privatnog sektora⁸⁰. Na razini EU-a istraživanje i razvoj u području energije vjetra na moru podupire se od 1990-ih. Za energiju vjetra na moru, a posebno plutajuće objekte, posljednjih su godina dodijeljena znatna sredstva (slika 8.). Takvi obrasci istraživanja i inovacija pokazuju da bi EU razvojem novih tržišnih segmenata mogao ostvariti konkurentsku prednost: na primjer, sveobuhvatan lanac opskrbe energijom vjetra na moru EU-a (proširen i na neiskorištene morske bazene EU-a), vodstvo u industriji plutajućih objekata na moru usmjereno na tržišta s većim dubinama ili na nove koncepte, npr. zračne vjetroelektrane, ili razvoj lučke infrastrukture kojom se mogu ostvariti ambiciozni ciljevi (i sinergije s drugim sektorima, npr. s proizvodnjom vodika u lukama). Kretanja u pogledu patentiranja potvrđuju konkurentnost Europe u području energije vjetra. Akteri EU-a imaju vodeću ulogu u izumima visoke vrijednosti⁸¹ i štite svoje znanje u patentnim uredima izvan svojeg domaćeg tržišta.

Slika 8. Kretanje financijskih sredstava Europske komisije dodijeljenih za istraživanje i inovacije, kategorizirano prema prioritetima istraživanja i inovacija za energiju vjetra u okviru programa FP7 i H2020 i broj projekata financiranih od 2009. do 2019.



Izvor 8. JRC 2020.⁸²

⁸⁰ Izvješće JRC-a o tržištu tehnologije – energija vjetra (2019.).

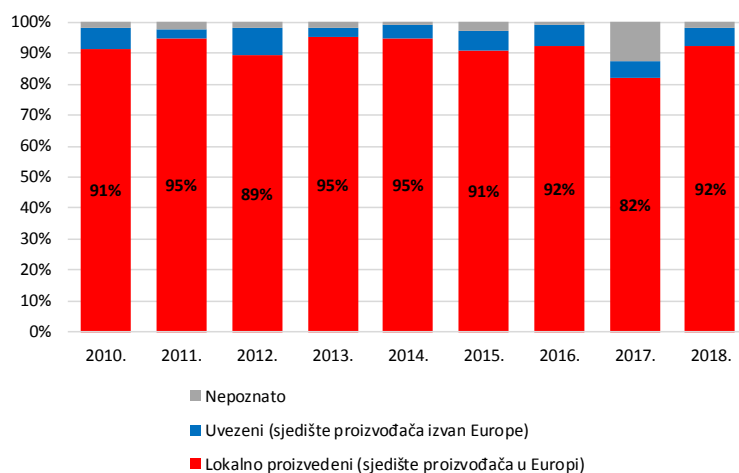
⁸¹ To znači da su patenti zaštićeni u drugim patentnim uredima izvan zemlje izdavanja i odnose se na skupine patenata koje uključuju zahtjeve za izdavanje patenata u više patentnih ureda. Oko 60 % svih izuma EU-a povezanih s vjetrom zaštićeno je u drugim zemljama (usporedbe radi, samo je 2 % kineskih izuma zaštićeno u drugim patentnim uredima izvan Kine).

⁸² JRC 2020., Low Carbon Energy Observatory, Wind Energy Technology Development Report (Opservatorij za niskougljičnu energiju, Izvješće o razvoju tehnologije: energija vjetra, 2020.), Europska komisija, 2020., JRC120709.

Druge novije inovacije usmjerene su na logistiku/lanac opskrbe, npr. na razvoj zupčanika vjetroelektrana koji su dovoljno kompaktni da stanu u standardni brodski kontejner⁸³, ali i na primjenu pristupa kružnoga gospodarstva tijekom cijelog životnog ciklusa instalacija. U sljedećih deset godina očekuje se porast inovacija i kretanja povezanih sa supervodljivim generatorima, naprednim materijalima za tornjeve i dodanom vrijednošću energije vjetra na moru (sustavna vrijednost vjetra). Tim u okviru Strateškog plana za energetska tehnologija (plan SET) koji se bavi energijom vjetra na moru utvrdio je da je većina tih područja ključna za zadržavanje europske konkurentnosti u budućnosti. Europa trenutačno ima vodeću ulogu u svim dijelovima lanca opskrbe sustavima za očitavanje i praćenje za vjetroelektrane na moru, što uključuje i istraživanje i proizvodnju⁸⁴.

Lanac vrijednosti: s tržišnog su aspekta društva EU-a ispred svojih konkurenata u pružanju odobalnih generatora svih raspona snage, što svjedoči o dobro razvijenom europskom tržištu energije na moru i sve većoj veličini novoinstaliranih turbina⁸⁵. Europski proizvođači (Siemens, Gamesa Renewable Energy, MHI Vestas i Senvion⁸⁶) lokalno su proizveli oko 93 % odobalnog kapaciteta koji je 2019. instaliran u Europi.

Slika 9. Novoinstalirani kapaciteti za energiju vjetra (kopneni i na moru) – lokalni u odnosu na uvezene, pod pretpostavkom europskog jedinstvenog tržišta



Izvor 9. JRC 2020.⁸⁷

Svjetsko tržište: udio EU-a⁸⁸ u globalnom izvozu povećao se s 28 % u 2016. na 47 % u 2018., a osam od vodećih deset svjetskih izvoznica bile su zemlje EU-a, dok su im glavni konkurenti u svijetu bile Indija i Kina. Od 2009. do 2018. trgovinska bilanca EU-a⁸⁹ ostala je pozitivna i imala je uzlazno kretanje.

Kada je riječ o globalnim tržišnim projekcijama, očekuje se da će u Aziji (uključujući Kinu) kapacitet energije vjetra na moru do 2030. dosegnuti oko 95 GW (od predviđenog

⁸³ Plan SET, Plan za uvođenje energije vjetra na moru (2018.).

⁸⁴ Studija ICF-a, koju je naručila Glavna uprava za unutarnje tržište, industriju, poduzetništvo te male i srednje poduzetnike – *Climate neutral market opportunities and EU competitiveness study* (Studija o klimatski neutralnim tržišnim mogućnostima i konkurentnosti EU-a) (2020.).

⁸⁵ Izvješće JRC-a o tržištu tehnologije – energija vjetra (2019.).

⁸⁶ Može se očekivati još jača tržišna koncentracija nakon nesolventnosti Senviona i zatvaranja njegova postrojenja za proizvodnju turbina u Bremerhavenu krajem 2019.

⁸⁷ JRC 2020., *Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe* (Činjenice i podaci o obnovljivim izvorima energije na moru u Europi), JRC121366 (u izradi).

⁸⁸ EU uključujući Ujedinjenu Kraljevinu.

⁸⁹ EU uključujući Ujedinjenu Kraljevinu.

svjetskog kapaciteta od približno 233 GW do 2030.)⁹⁰. Gotovo polovina svjetskih ulaganja u energiju vjetra na moru u 2018. odvijala se u Kini⁹¹. Scenarijem CTP-MIX predviđeno je da će do 2030. kapacitet energije vjetra na moru u EU-u iznositi 73 GW. Trenutačno je u nacionalnim energetske i klimatskim planovima predviđeno postizanje 55 GW kapaciteta energije vjetra na moru do 2030.

Čini se da plutajući objekti postaju prihvatljivo rješenje za zemlje i regije EU-a koje nemaju plića vodna područja (plutajuće odobalne vjetroelevtrane za dubine od 50 do 1000 metara) i da bi mogli otvoriti nova tržišta na područjima kao što su Atlantski ocean, Sredozemlje, a možda i Crno more. Planiraju se ili se već provode brojni projekti koji će do 2024. omogućiti instalaciju plutajućeg kapaciteta u europskim vodama od 350 MW. Nadalje, sektor energije vjetra EU-a nastoji do 2050. instalirati plutajuće odobalne vjetroelevtrane u europskim vodama s kapacitetom od 150 GW kako bi se postigla klimatska neutralnost⁹². Svjetsko tržište energije s plutajućih odobalnih vjetroelevtrana pruža velike komercijalne mogućnosti društvima iz EU-a. Iz tog se izvora do 2030. očekuje ukupno 6,6 GW, uz znatne kapacitete u određenim azijskim zemljama (Južna Koreja i Japan) i na europskim tržištima (Francuska, Norveška, Italija, Grčka, Španjolska) od 2025. do 2030. Budući da Kina ima obilne resurse u pogledu energije vjetra na plićim vodnim područjima, ne očekuje se da će u srednjoročnom razdoblju graditi plutajuće vjetroelevtrane znatnog kapaciteta⁹³. Zahvaljujući plutajućim objektima može se smanjiti i podvodni utjecaj na okoliš, posebno u fazi gradnje.

Energija vjetra na moru konkurentan je sektor na svjetskom tržištu. Novi zahtjevi svjetskog tržišta, primjerice za energijom koju proizvode plutajuće vjetroelevtrane, mogli bi postati ključni za ostvarivanje i zadržavanje konkurentnosti industrije EU-a u rastućoj industriji energije vjetra na moru. Pritom je ključno pitanje hoće li se države članice okrenuti energiji vjetra. Trenutačan nesklad između predviđanja iz nacionalnih energetske i klimatske planova za 2030. (55 GW energije vjetra na moru) i scenarija EU-a (73 GW⁹⁴) pokazuje da treba povećati ulaganja. Pozitivan utjecaj razvoja energije vjetra na moru na lance opskrbe u morskim bazenima važan je za regionalni razvoj (lokacija proizvodnje, sastavljanje turbina blizu tržišta, utjecaj na lučku infrastrukturu). U strategiji za obnovljivu energiju na moru⁹⁵ definirat će se skup mjera za prevladavanje poteškoća i poboljšanje mogućnosti povezanih s energijom na moru.

3.2. Obnovljivi izvori energije na moru – energija oceana

Tehnologija: tehnologije za iskorištavanje energije plime i oseke te energije valova najnaprednije su među tehnologijama energije oceana i imaju znatan potencijal u brojnim državama članicama i regijama⁹⁶. Tehnologije za iskorištavanje energije plime i oseke još su u pretkomercijalnoj fazi. Zahvaljujući konvergenciji dizajna ta se tehnologija razvila i njome je proizvedena znatna količina električne energije (više od 30 GWh od 2016.⁹⁷). Diljem Europe i svijeta razvijeni su brojni projekti i prototipovi. No većina tehnoloških

⁹⁰ GWEC 2020, *Global Offshore Wind Report* (Globalno izvješće o energiji vjetra na moru), 2020.

⁹¹ IRENA – *Future of wind* (Budućnost energije vjetra) (2019., str. 52.).

⁹² ETIPWind, *Floating Offshore Wind. Delivering climate neutrality* (Plutajuće odobalne vjetroelevtrane. Postizanje klimatske neutralnosti) (2020.).

⁹³ GWEC 2020, *Global Offshore Wind Report* (Globalno izvješće o energiji vjetra na moru), 2020.

⁹⁴ Scenarij CTP-MIX iz COM(2020) 562 final.

⁹⁵ Očekuje se da će biti objavljena krajem 2020.

⁹⁶ Postoji znatan potencijal za razvoj energije plime i oseke u Francuskoj, Irskoj i Španjolskoj, kao i lokalizirani potencijal u drugim državama članicama. Kada je riječ o energiji valova, visok je potencijal prisutan u Atlantskom oceanu, a lokaliziran u Sjevernom, Baltičkom, Sredozemnom i Crnom moru.

⁹⁷ Registar jamstava o podrijetlu energije iz obnovljivih izvora Ofgem. <https://www.renewablesandchp.ofgem.gov.uk/>

pristupa u području energije valova trenutno je na razini tehnološke spremnosti (TRL) od 6–7 i snažno je usmjerena na istraživanje i inovacije. Bolji rezultati u području energije valova većinom su ostvareni u okviru projekata koji su u tijeku u EU-u. Taj je sektor u posljednjih pet godina pokazao otpornost⁹⁸, a postignut je i znatan tehnološki napredak zahvaljujući uspješnom razvoju oglednih i pionirskih elektrana⁹⁹.

Dugoročnim scenarijima predviđa se ograničena primjena tehnologije za iskorištavanje energije oceana. Zbog visokog troška pretvarača energije valova i energije plime i oseke te ograničenih informacija o učinkovitosti iskorištavanje energije oceana ograničeno je¹⁰⁰. U europskom zelenom planu istodobno je istaknuta ključna uloga koju će morska obnovljiva energija imati u prelasku na klimatski neutralno gospodarstvo te se u odgovarajućim tržišnim i političkim uvjetima očekuje znatan doprinos (2,6 GW do 2030.¹⁰¹ i 100 GW u europskim vodama do 2050.¹⁰²). Demonstracijske aktivnosti koje su u tijeku pokazuju da se troškovi mogu brzo smanjiti: podaci iz projekata u okviru programa Obzor 2020. ukazuju na to da se trošak energije plime i oseke od 2015. do 2018. smanjio za više od 40 %^{103,104}.

Lanac vrijednosti: Europa predvodi cijeli lanac opskrbe¹⁰⁵ i sustav inovacija¹⁰⁶ u području energije oceana. Europski klaster koji se sastoji od specijaliziranih istraživačkih ustanova, projekatana i dostupnosti istraživačke infrastrukture omogućio je Europi da razvije i zadrži svoj sadašnji konkurentni položaj.

Svjetsko tržište: EU je i dalje svjetski predvodnik unatoč povlačenju Ujedinjene Kraljevine iz Unije i promjenama na tržištu tehnologija za iskorištavanje energije valova te energije plime i oseke. Društva iz EU-a razvila su 70 % svjetskih kapaciteta za energiju oceana¹⁰⁷. U sljedećem će desetljeću projektanti iz EU-a morati ojačati svoj konkurentski položaj. Očekuje se da će se kapaciteti za energiju oceana u sljedećih pet godina povećati na 3,5 GW, dok se do 2030. očekuje povećanje i do 10 GW¹⁰⁸.

⁹⁸ Europska komisija (2017.) Studija o iskustvima stečenima tijekom razvoja energije oceana, EUR 27984.

⁹⁹ Magagna & Uihlein (2015.) *2014 JRC Ocean Energy Status Report* (Izvešće JRC-a o stanju energije oceana za 2014.).

¹⁰⁰ Očekuje se da će rezultati energetskog modeliranja EU-a u nadolazećim godinama pokazati da je došlo do potvrde valjanosti i smanjenja troška u pogledu tih tehnologija.

¹⁰¹ Europska komisija (2018.) *Market study on ocean energy. 2.2GW of tidal stream and 423MW of wave energy* (Tržišna studija energije oceana, 2,2 GW energije plime i oseke i 423 MW energije valova).

¹⁰² Europska komisija (2017.) *Ocean energy strategic roadmap: building ocean energy for Europe* (Strateški plan za energiju oceana: razvoj energije oceana za Europu).

¹⁰³ JRC (2019.) *Technology Development Report LCEO: Ocean Energy* (Izvešće Opservatorija za niskougljičnu energiju (LCEO) o razvoju tehnologije: energija oceana).

¹⁰⁴ Osim toga, istraživanje i inovacije u područjima naprednih i hibridnih materijala, novi proizvodni postupci i aditivna proizvodnja s pomoću inovativnih 3D tehnologija mogli bi omogućiti dodatno smanjenje troškova. To bi moglo pridonijeti i smanjenju potrošnje energije, skraćanju razdoblja koje protekne od ideje do realizacije i poboljšanju kvalitete povezane s proizvodnjom velikih lijevanih komponenti.

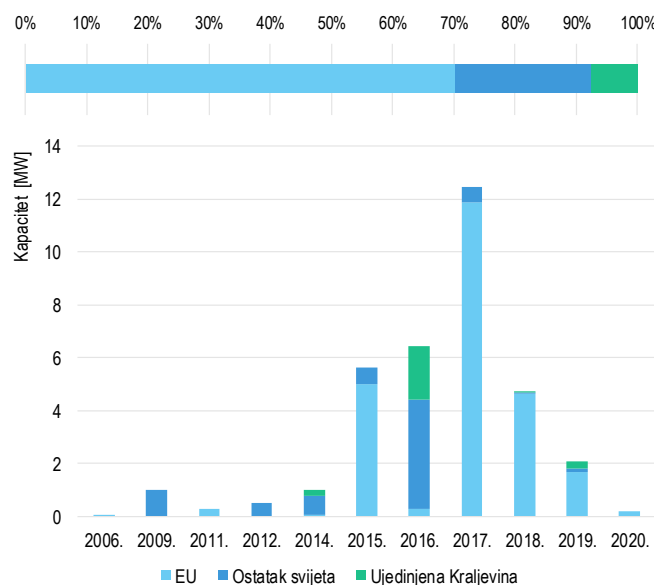
¹⁰⁵ JRC (2017.) *Supply chain of renewable energy technologies in Europe* (Lanac opskrbe tehnologijama za iskorištavanje obnovljive energije u Europi).

¹⁰⁶ JRC (2014.) *Overview of European innovation activities in marine energy technology* (Pregled europskih inovacijskih aktivnosti u području tehnologije za iskorištavanje morske energije).

¹⁰⁷ JRC (2020.) – *Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe* (Činjenice i podaci o obnovljivim izvorima energije na moru u Europi), JRC121366 (u izradi).

¹⁰⁸ EURActive (2020.) <https://www.euractiv.com/section/energy/interview/irena-chief-europe-is-the-frontrunner-on-tidal-and-wave-energy/>

Slika 10. Instalirani kapacitet prema podrijetlu tehnologije



Izvor 10. JRC 2020.¹⁰⁹

Od 2000. do 2015. 838 društava iz 26 zemalja EU-a¹¹⁰ podnijelo je zahtjeve za patente ili je bilo uključeno u podnošenje zahtjeva za patente u području energije oceana¹¹¹. EU je već dugo tehnološki predvodnik u razvoju tehnologija za iskorištavanje energije oceana zahvaljujući stalnoj potpori istraživanju i inovacijama. Od 2007. do 2019. ukupni izdaci za istraživanje i inovacije u području energije valova te energije plime i oseke iznosili su 3,84 milijarde EUR, a većina tog iznosa (2,74 milijarde EUR) došla je iz privatnog sektora. U istom je razdoblju iz nacionalnih programa za istraživanje i inovacije izdvojeno 463 milijuna EUR za razvoj energije valova te energije plime i oseke, dok su sredstva EU-a namijenjena istraživanju i inovacijama iznosila gotovo 650 milijuna EUR (među ostalim iz projekata u okviru programa NER300 i Interreg (koje je sufinancirao Europski fond za regionalni razvoj))¹¹². U prosjeku je tijekom izvještajnog razdoblja jedna milijarda EUR javnih sredstava (sredstava EU-a¹¹³ i nacionalnih sredstava) potaknula priljev od 2,9 milijardi EUR privatnog ulaganja.

I dalje je potrebno znatno smanjiti troškove kako bi tehnologije u području energije plime i oseke te energije vjetera iskoristile svoj potencijal u kombinaciji izvora energije, a za to su nužne pojačane (tj. pojačana stopa projekata u vodi) i stalne (tj. kontinuitet projekata) demonstracijske aktivnosti. Unatoč pomacima u pogledu razvoja i demonstracije tehnologije, taj sektor i dalje ima poteškoća sa stvaranjem održivog tržišta. Nacionalna je potpora niska, o čemu svjedoče ograničene obveze u pogledu kapaciteta za energiju oceana u nacionalnim energetske i klimatskim planovima u odnosu na 2010., ali i nedostatak jasne namjenske potpore za demonstracijske projekte ili za razvoj inovativnih sustava naknada za nove tehnologije obnovljive energije. Time se ograničavaju mogućnosti za razvoj poslovnog modela i utvrđivanje održivih načina za razvoj i

¹⁰⁹ JRC (2020.) – *Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe* (Činjenice i podaci o obnovljivim izvorima energije na moru u Europi), JRC121366 (u izradi).

¹¹⁰ EU uključujući Ujedinjenu Kraljevinu.

¹¹¹ JRC (2020.) *Technology Development Report Ocean Energy 2020* (Izvešće o razvoju tehnologije: energija oceana, 2020.) Ažurirana verzija.

¹¹² Izračun JRC-a, 2020.

¹¹³ Sredstva EU-a dodijeljena do 2020., uključujući primatelje iz Ujedinjene Kraljevine.

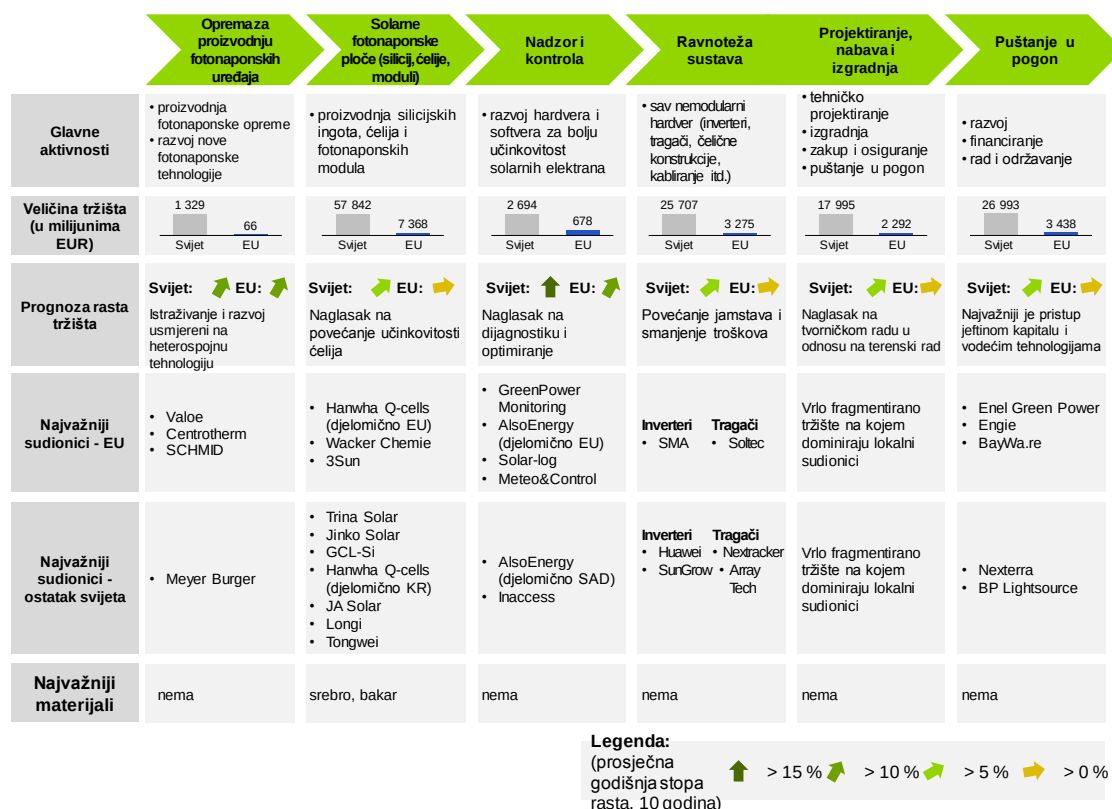
primjenu te tehnologije. Posebni poslovni modeli za energiju oceana stoga moraju biti usmjereniji, osobito kada se zbog njezine predvidljivosti može poboljšati njezina vrijednost, ali i potencijal za dekarbonizaciju malih zajednica i otoka EU-a¹¹⁴. Predstojećom strategijom za obnovljivu energiju na moru pruža se prilika za podupiranje razvoja energije oceana te se EU-u omogućava potpuno iskorištavanje resursa u cijelom EU-u.

3.3. Solarna fotonaponska energija

Tehnologija: solarna fotonaponska energija postala je najbrže rastuća energetska tehnologija na svijetu. Potražnja za njom neprestano raste, a ona postaje najkonkurentnija opcija za proizvodnju električne energije na sve većem broju tržišta i u sve većem broju primjena. Na taj rast utječu sve niži troškovi solarnih fotonaponskih sustava (EUR/W) i sve konkurentniji trošak proizvedene električne energije (EUR/MWh).

Ukupni instalirani fotonaponski kapacitet u EU-u¹¹⁵ iznosio je 134 GW u 2019. te se očekuje da će se do 2030. povećati na 370 GW, a do 2050. na 1 051 GW¹¹⁶. S obzirom na znatan predviđeni rast fotonaponskog kapaciteta u EU-u i cijelom svijetu, Europa bi trebala imati značajnu ulogu u cijelom lancu vrijednosti. Europska društva trenutačno ostvaruju različite rezultate u raznim segmentima lanca vrijednosti fotonaponske tehnologije (slika 11.).

Slika 11. Europski sudionici u lancu vrijednosti fotonaponske industrije



Izvor 11. Studija o konkurentnosti provedena u okviru projekta ASSET

¹¹⁴ Europska komisija (2020.), Izvješće EU-a o plavom gospodarstvu, 2020.

¹¹⁵ EU uključujući Ujedinjenu Kraljevinu.

¹¹⁶ Prema predviđanjima iz procjene učinka priložene Planu za postizanje klimatskog cilja (COM(2020) 562 final.)

Lanac vrijednosti: društva EU-a uglavnom su konkurentna u silaznom dijelu lanca vrijednosti. Prvenstveno su uspjela ostati konkurentna u segmentima praćenja, kontrole i ravnoteže sustava, a neka od njih imaju vodeću ulogu u proizvodnji invertora i u području solarnih tragača. Društva EU-a zadržala su vodstvo i u segmentu primjene, u kojem su etablirani sudionici kao što su Enerparc, Engie, Enel Green Power ili BayWa.re uspjeli steći novi tržišni udio u raznim dijelovima svijeta¹¹⁷. Nadalje, proizvodnja opreme i dalje ima snažno uporište u Europi (npr. Meyer Burger, Centrotherm, Schmid).

Svjetsko tržište: EU je izgubio tržišni udio u nekim uzlaznim dijelovima lanca vrijednosti (npr. u proizvodnji solarnih fotonaponskih ćelija i modula). Najveća dodana vrijednost prisutna je na samom kraju uzlaznog dijela (u osnovnom i primijenjenom istraživanju i razvoju te u dizajnu) i na samom kraju silaznog dijela (u marketingu, distribuciji i upravljanju robnim markama). Iako se aktivnosti s najnižom dodanom vrijednošću odvijaju u sredini lanca vrijednosti (proizvodnja i sastavljanje), društvima je u interesu da steknu dobar položaj u tim segmentima radi smanjenja rizika i troškova financiranja. U EU-u se još nalazi jedan od vodećih proizvođača polisilicija (Wacker Polysilicon AG), koji sam može proizvesti solarne ćelije ukupnog kapaciteta od 20 GW i koji znatan dio proizvedenog polisilicija izvozi u Kinu¹¹⁸. Svjetska proizvodnja fotonaponskih ploča trenutačno je procijenjena na 57,8 milijardi EUR, a na EU otpada 7,4 milijarde EUR (12,8 %) tog iznosa. EU i dalje zauzima relativno visok udio ukupne vrijednosti tog segmenta zahvaljujući proizvodnji polisilicijskih ingota. No udio proizvodnje fotonaponskih ćelija i modula drastično se smanjio. Svih deset najvećih proizvođača fotonaponskih ćelija i modula sada proizvodi većinu svojih proizvoda u Aziji¹¹⁹.

Kapitalni izdaci postrojenja za proizvodnju polisilicija, solarnih ćelija i modula iznimno su se smanjili od 2010. do 2018. Uz inovacije u proizvodnji, to bi trebalo omogućiti EU-u da iznova razmotri industriju za proizvodnju fotonaponskih proizvoda i promijeni situaciju¹²⁰.

Prisutnost EU-a na samim krajevima uzlaznog i silaznog dijela lanca vrijednosti mogla bi pružiti temelj za ponovnu izgradnju fotonaponske industrije. To bi zahtijevalo usmjerenost na specijalizaciju ili proizvode visoke učinkovitosti/vrijednosti, kao što su proizvodnja opreme i invertora te fotonaponski proizvodi prilagođeni specifičnim potrebama građevinskog sektora, prometa (fotonaponski proizvodi ugrađeni u vozila) i/ili poljoprivrede (dvojna upotreba zemlje s fotonaponskom energijom za poljoprivredu) ili potražnji za solarnim energetske postrojenjima visoke učinkovitosti/kvalitete kako bi se optimizirala upotreba raspoloživih površina i resursa. Modularnost te tehnologije omogućava ugradnju fotonaponskih uređaja za brojne primjene, posebno u gradskom okruženju. Te nove fotonaponske tehnologije, koje se sada približavaju komercijalnoj fazi, mogle bi pružiti nov temelj za ponovnu izgradnju te industrije¹²¹. Veliko znanje

¹¹⁷ Studija o konkurentnosti provedena u okviru projekta ASSET, 2020.

¹¹⁸ Izvješće JRC-a o stanju u fotonaponskom sektoru, 2011.

¹¹⁹ Izumi K., *PV Industry in 2019* (Fotonaponska industrija u 2019.), izvješće o kretanju programa PVPS IEA-e, konferencija ETIP PV-a *Ready for the TW era*, svibanj 2019., Bruxelles.

¹²⁰ Arnulf Jäger-Waldau, Ioannis Kougias, Nigel Taylor, Christian Thiel, *How photovoltaics can contribute to GHG emission reductions of 55% in the EU by 2030* (Kako fotonaponska energija može pridonijeti smanjenju emisija stakleničkih plinova od 55 % u EU-u do 2030.), *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, godište 126, 2020., 109836, ISSN 1364-0321.

¹²¹ Slijedi nekoliko primjera najvažnijih inicijativa za proizvodnju fotonaponskih proizvoda u Europi. i. Projekt „Ampere” u okviru programa Obzor 2020. kojim se podupire konstruiranje probne linije za proizvodnju silicijskih heterospojnih solarnih ćelija i modula. 3Sun Factory (Catania, Italija) proizvodi jednu od najučinkovitijih fotonaponskih tehnologija koje se temelje na tom pristupu. ii. Fotonaponska inicijativa u Oxfordu za proizvodnju fotonaponskih solarnih ćelija koje se temelje na materijalima poznatima kao perovskiti prima zajam EIB-a u okviru

istraživačkih ustanova EU-a, stručna radna snaga te postojeći i novi dionici u tom sektoru temelj su za ponovnu uspostavu snažnog europskog lanca opskrbe fotonaponskom energijom¹²². Da bi ostala konkurentna, takva bi industrija trebala razviti svjetski utjecaj. Izgradnja velike industrije za proizvodnju fotonaponskih proizvoda EU-a smanjila bi i opasnost od prekida u opskrbi i rizika u području kvalitete.

3.4. Proizvodnja obnovljivog vodika s pomoću elektrolize

U ovom je odjeljku riječ o proizvodnji obnovljivog vodika i o konkurentnosti tog prvog segmenta lanca vrijednosti vodika¹²³. Vodik je ključan za pohranu energije proizvedene električnom energijom iz obnovljivih izvora i za dekarbonizaciju sektora koje je teško elektrificirati. Cilj je strategije EU-a za vodik integrirati elektrolizatore snage 40 GW za proizvodnju obnovljivog vodika¹²⁴ i proizvodnju do 10 milijuna tona vodika iz obnovljivih izvora unutar energetskog sustava EU-a do 2030., uz izravna ulaganja od 24 milijarde EUR do 42 milijarde EUR^{125,126}.

Tehnologija: kapitalni trošak elektrolizatora smanjio se u prošlom desetljeću za 60 % i očekuje se da će se još prepoloviti do 2030. u usporedbi sa sadašnjom situacijom zahvaljujući ekonomiji razmjera¹²⁷. Trošak obnovljivog vodika¹²⁸ trenutačno iznosi od 3 EUR do 5,5 EUR po kilogramu pa je on skuplji od vodika koji ne potječe iz obnovljivih izvora (2 EUR (2018.) po kilogramu vodika¹²⁹).

Manje od 1 % svjetske proizvodnje vodika danas potječe iz obnovljivih izvora¹³⁰. Prema predviđanjima za 2030. trošak obnovljivog vodika iznositi će 1,1–2,4 EUR/kg¹³¹, što je

instrumenta za pokazne projekte u području energetike InnovFin. iii. Patentirana heterospojna/SmartWire tehnologija Meyer Burgera, koja je učinkovitija od trenutačne standardne mono-PERC tehnologije, ali i od drugih heterospojnih tehnologija koje su trenutačno dostupne.

¹²² *Assessment of Photovoltaics (PV)* (Procjena fotonaponske energije (PV)), završno izvješće, Trinomics (2017.).

¹²³ Čini se da je proizvodnja vodika na mjestu potrošnje, a zatim i upotreba na istom tom mjestu u industrijskim primjenama, obećavajući obrazac koji bi mogao omogućiti da se brže ostvare uvjeti za šire uvođenje tog nositelja energije, u skladu s ciljem klimatski neutralnog gospodarstva i strategije za vodik. U ovom izvješću nije razmotrena konkurentnost drugih segmenata lanca vrijednosti, kao što su prijevoz vodika, njegovo skladištenje i pretvorba za krajnju potrošnju (npr. mobilnost, zgrade). Komisija je osnovala europski savez za čisti vodik kao platformu dionika koja okuplja relevantne sudionike.

¹²⁴ Obnovljivi vodik (koji se često naziva „zeleni vodik”) vodik je koji se proizvodi elektrolizatorima napajanim električnom energijom iz obnovljivih izvora, i to s pomoću postupka u kojem se voda razdvaja na vodik i kisik.

¹²⁵ Strategija za vodik za klimatski neutralnu Europu, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

¹²⁶ Osim toga, od sada do 2030. bit će potreban iznos između 220 milijardi EUR i 340 milijardi EUR za povećanje kapaciteta solarnih generatora i vjetrogeneratora te povezivanje 80–120 GW tih kapaciteta s elektrolizatorima kako bi se osigurala potrebna električna energija.

¹²⁷ Iz strategije za vodik: na temelju procjena troškova IEA-e, IRENA-e i BNEF-a. Troškovi elektrolizatora smanjit će se s 900 EUR/kW na 450 EUR/kW EUR ili manje u razdoblju nakon 2030. te na 180 EUR/kW nakon 2040. Troškovi hvatanja i skladištenja ugljika povećali bi troškove reformiranja prirodnog plina s 810 EUR/kWh2 na 1 512 EUR/kWh2. Procjenjuje se da će 2050. ti troškovi iznositi 1 152 EUR/kWh2 (IEA, 2019.).

¹²⁸ Najveća učinkovitost alkalnog elektrolizatora iznosi oko 50 kWh/kgH₂ (oko 67 % temelji se na nižoj vrijednosti zagrijavanja vodika), a za PEM elektrolizu 55 kWh/kgH₂ (oko 60 % temelji se na nižoj vrijednosti zagrijavanja vodika). Elektrolizator s krutim oksidom (SOE) troši manje energije (približno 40 kWh/kgH₂), no potreban je izvor topline da bi se osigurala neophodne visoke temperature (>600 °C). https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf

¹²⁹ <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2> Originalan iznos 1,7 USD – upotrijebljeni devizni tečaj: (1 EUR = 1,18 USD).

¹³⁰ Međunarodna agencija za energiju, *Hydrogen Outlook* (Budućnost vodika), lipanj 2019., str. 32. – procjene iz 2018.

¹³¹ COM(2020) 301 final.

jeftinije od niskougljičnog vodika proizvedenog iz fosilnih goriva¹³² i gotovo jednako konkurentno kao vodik proizveden iz fosilnih goriva¹³³.

Zajedničko poduzeće za gorive ćelije i vodik (FCH JU) od 2008. do 2018. poduprlo je 246 projekata za razvoj različitih tehnoloških primjena povezanih s vodikom, pri čemu je ukupno uloženo 916 milijuna EUR, što je dopunjeno privatnim i nacionalnim/regionalnim ulaganjima u iznosu od 939 milijuna EUR. U okviru programa Obzor 2020. (2014.–2018.) dodijeljeno je više od 90 milijuna EUR za razvoj elektrolizatora, što je dopunjeno privatnim sredstvima u iznosu od 33,5 milijuna EUR^{134,135}. Na nacionalnoj razini Njemačka je izdvojila najviše sredstava, dodijelivši 39 milijuna EUR¹³⁶ projektima za razvoj elektrolizatora u razdoblju od 2014. do 2018.¹³⁷ U Japanu je društvo Asahi Kasei primilo bespovratna sredstava od više milijuna dolara za razvoj svojeg alkalnog elektrolizatora¹³⁸.

Najveći broj zahtjeva za patente povezane s vodikom, elektrolizatorima i gorivim ćelijama podnesen je od 2000. do 2016. u Aziji (uglavnom u Kini, Japanu i Južnoj Koreji). No i EU ima vrlo dobre rezultate te je u područjima vodika i elektrolizatora prijavio najviše skupina patenata „visoke vrijednosti”. Međutim, Japan je prijavio najviše skupina patenata „visoke vrijednosti” u području gorivih ćelija.

Lanac vrijednosti: glavne tehnologije za elektrolizu vode uključuju alkalnu elektrolizu (AEL), elektrolizu polimerne elektrolitne membrane (PEMEL) i elektrolizu s krutim oksidom (SOEL)¹³⁹:

- AEL je razvijena tehnologija na čije operativne troškove utječu troškovi električne energije i visoki kapitalni troškovi. Potrebno je daljnje istraživanje koje se odnosi na rad pri visokom tlaku i povezivanje s dinamičkim opterećenjem.
- PEMEL može dostići znatno veću gustoću struje¹⁴⁰ od AEL-a i SOEL-a i potencijalno može omogućiti daljnje smanjenje kapitalnih troškova. Posljednjih je godina u EU-u (u Njemačkoj, Francuskoj, Danskoj i Nizozemskoj) otvoreno nekoliko velikih

¹³² Odnosi se na vodik proizveden iz fosilnih goriva uz hvatanje ugljika, što je potkategorija vodika proizvedenog iz fosilnih goriva u čijoj se proizvodnji hvataju nastali staklenički plinovi.

¹³³ Odnosi se na vodik proizveden različitim procesima u kojima se kao sirovina upotrebljavaju fosilna goriva, COM(2020) 301 final.

¹³⁴ JRC 2020., *Current status of Chemical Energy Storage Technologies* (Trenutačno stanje tehnologija za skladištenje kemijske energije), str. 63.
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf

¹³⁵ U usporedbi s 472 milijuna EUR ukupnih sredstava koje je dodijelio FCH JU i 439 milijuna EUR iz drugih izvora financiranja.

¹³⁶ To uključuje i privatna i javna sredstva.

¹³⁷ JRC 2020., *Current status of Chemical Energy Storage Technologies* (Trenutačno stanje tehnologija za skladištenje kemijske energije), str. 63.
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf

¹³⁸ Yoko-moto, K., ažurirane informacije o zemlji: Japan, na 6. međunarodnoj radionici o infrastrukturi i prijevozu vodika, 2018.

¹³⁹ Razvija se nova vrsta visokotemperaturnog elektrolizatora, koja je trenutačno na veoma niskoj razini tehnološke spremnosti (TRL): protonski keramički elektrolizatori (PCEL), s potencijalnom prednošću proizvodnje čistog suhog stlačenog vodika pri najvećem tlaku elektrolizatora, po čemu se razlikuje od drugih tehnologija elektrolizatora.

¹⁴⁰ Elektroliza je postupak koji se odvija na određenoj podlozi. Dakle, pri poboljšanju svežnja elektrolizatora ne može se iskoristiti povoljan omjer površine/obujma kao za postupke koji se temelje na obujmu. Ostanu li sve ostalo jednako, udvostručavanjem ili utrostručavanjem veličine svežnja elektrolizatora gotovo će se udvostručiti ili utrostručiti troškovi ulaganja, pa to povećanje neće izravno dovesti do štednje. Zbog toga je važna povećana površinska gustoća snage koja se omogućava pristupom PEMEL. Postigne li se veća proizvodnja vodika na određenoj površini elektrolizatora, smanjuju se kapitalni troškovi i ukupan otisak postrojenja.

postrojenja (s kapacitetom koji se mjeri u megavatima), što je EU-u omogućilo da uhvati korak u pogledu AEL-a. Riječ je o tehnologiji koja je spremna za tržište i uključuje istraživanja koja su uglavnom usmjerena na povećanje površinske gustoće snage, a njome se jamči istodobno smanjenje upotrebe ključnih sirovina¹⁴¹ i trajnost radnih sposobnosti.

- SOEL pokazuje najveću učinkovitost. Međutim, postrojenja su relativno manja, obično još imaju kapacitet od približno 100 kW, zahtijevaju stalan rad i treba ih povezati s izvorom topline¹⁴². Iako je SOEL općenito još u fazi razvoja, na tržištu je moguće naručiti proizvode dobivene tom tehnologijom.

Instalirani kapacitet za elektrolizu vode u EU-u 2019. bio je približno 50 MW¹⁴³ (oko 30 % AEL-a i 70 % PEMEL-a), a približno 30 MW tog kapaciteta nalazilo se 2018. u Njemačkoj¹⁴⁴.

AEL nema ključne komponente u svojem lancu opskrbe. Zahvaljujući tehničkim sličnostima s industrijom klor-alkalne elektrolize, u kojoj se upotrebljavaju mnogo veća postrojenja, može imati koristi od tehnoloških preklapanja i ustaljenih lanaca vrijednosti¹⁴⁵. PEMEL i SOEL dijele određene rizike u pogledu troškova i opskrbe u svojim lancima vrijednosti gorivih ćelija¹⁴⁶. To se posebno odnosi na ključne sirovine¹⁴⁷ u slučaju PEMEL-a i na rijetke zemne metale u slučaju SOEL-a.

PEMEL mora izdržati korozivna okruženja i stoga zahtijeva primjenu skupljih materijala, kao što je upotreba titanija za bipolarne ploče. U troškovima sustava najveći udio zauzima svežanj elektrolizatora¹⁴⁸ (40–60 %), a slijedi ga energetska elektronika (15–21 %). Ključne su komponente koje utječu na troškove svežnja slojevi sklopova membranskih elektroda (MEA), koji sadržavaju plemenite metale¹⁴⁹. Komponente ćelija koje se temelje na rijetkim zemnim metalima i upotrebljavaju se za elektrode i elektrolite SOEL-a najviše utječu na troškove povezane sa svežnjem. Procijenjeno je da svežnjevi čine oko 35 % ukupnih troškova sustava SOEL-a¹⁵⁰.

Svjetsko tržište: europska su društva u dobrom položaju za iskorištavanje rasta tržišta. EU ima proizvođače u svim trima glavnim područjima tehnologije elektrolizatora¹⁵¹ i jedina je regija koja nudi dobro definiran tržišni proizvod dobiven SOEL-om. Drugi se sudionici nalaze u Ujedinjenoj Kraljevini, Norveškoj, Švicarskoj, SAD-u, Kini, Kanadi, Rusiji i Japanu.

¹⁴¹ Uglavnom skupina platinskih metala, a posebno iridij.

¹⁴² U nedavno započetom europskom projektu¹⁴² trenutno se radi na instalaciji kapaciteta od 2,5 MW u industrijskom okruženju.

¹⁴³ <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a02a0c80-77b2-462e-a9d5-1099e0e572ce/IEA-Hydrogen-Project-Database.xlsx>

¹⁴⁴ <https://www.dwg-info.de/wp-content/uploads/2015/06/DVGW-2955-Brosch%C3%BCre-Wasserstoff-RZ-Screen.pdf>

¹⁴⁵ <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>

¹⁴⁶ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118394>

¹⁴⁷ Iridij je trenutno ključan samo za PEM elektrolizu, no ne i za sustave gorivih ćelija. Budući da je to jedan od najrjeđih elemenata u Zemljinoj kori, vjerojatno je da će svako opterećenje zbog povećane dodatne potražnje imati velike posljedice na dostupnost i cijenu.

¹⁴⁸ Svežanj je skup svih ćelija.

¹⁴⁹ <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>

¹⁵⁰ https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014_h2_production_cost_solid_oxide_electrolysis.pdf

¹⁵¹ AEL pruža devet proizvođača iz EU-a (četiri u Njemačkoj, dva u Francuskoj, dva u Italiji i jedan u Danskoj), dva u Švicarskoj i jedan u Norveškoj, dva u SAD-u, tri u Kini i tri u drugim zemljama (Kanada, Rusija i Japan). PEMEL pruža šest dobavljača iz EU-a (četiri u Njemačkoj, jedan u Francuskoj i jedan u Danskoj), jedan dobavljač iz Ujedinjene Kraljevine i jedan iz Norveške, dva dobavljača iz SAD-a i dva dobavljača iz drugih zemalja. SOEL pružaju dva dobavljača iz EU-a (Njemačka i Francuska).

Procjenjuje se da globalni promet za sustave elektrolizatora vode trenutno iznosi od 100 do 150 milijuna EUR godišnje. Procjene iz 2018. pokazuju da bi proizvodnja elektrolizom vode u veoma kratkom vremenu (između jedne i dvije godine) mogla dosegnuti kapacitet od 2 GW (globalno). Europski proizvođači potencijalno bi mogli pružati oko jedne trećine povećanog svjetskog kapaciteta¹⁵².

Strategija za vodik EU-a usmjerena je na postizanje znatnog kapaciteta proizvodnje obnovljivog vodika do 2030. To povećanje s trenutno instaliranog kapaciteta za elektrolizu vode od 50 MW na 40 GW do 2030. bit će golem zadatak koji će zahtijevati stvaranje kapaciteta za održiv lanac vrijednosti u EU-u. Taj bi se rad trebao temeljiti na inovacijskom potencijalu cijelog spektra tehnologija elektrolizatora i na vodećem položaju društava iz EU-a u svim tehnološkim pristupima povezanim s elektrolizom duž cijelog lanca vrijednosti, od dobavljanja dijelova do sposobnosti završne integracije. Zbog veće proizvodnje elektrolizatora u industrijskom opsegu očekuju se znatna smanjenja troškova.

3.5. Baterije

Baterije su ključan čimbenik za prelazak na klimatski neutralno gospodarstvo koji nastojimo postići do 2050., ali i za uvođenje čiste mobilnosti i integraciju sve većih udjela različitih obnovljivih izvora energije koja će biti moguća zahvaljujući skladištenju energije. Ova je analiza usmjerena na tehnologiju litij-ionskih (Li-ionskih) baterija. Za to postoji nekoliko razloga:

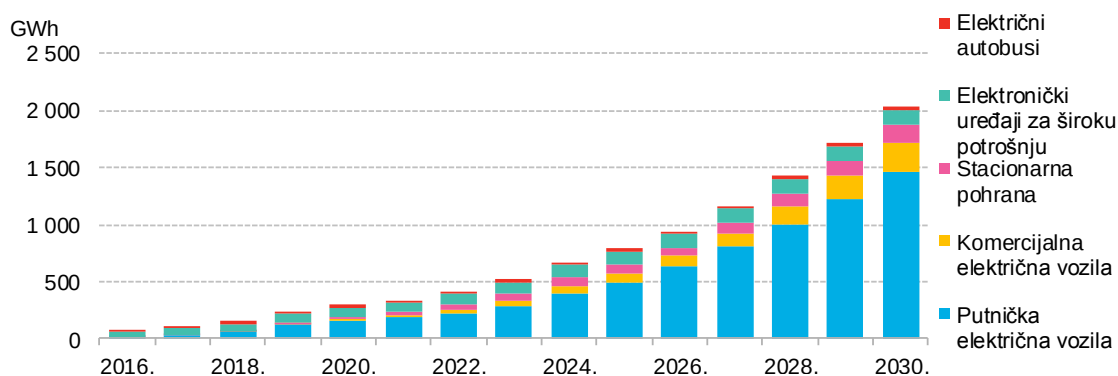
- vrlo visok stupanj razvijenosti te tehnologije i njezine spremnosti za tržište,
- visoka učinkovitost pri cikličnom pražnjenju i punjenju,
- velika predviđena potražnja, i
- njezina očekivana šira primjena, i to u električnim vozilima, električnim plovilima i letjelicama u budućnosti ili u stacionarnim i drugim industrijskim primjenama, čime se otvaraju znatne tržišne mogućnosti.

Tehnologija: očekuje se da će se svjetska potražnja za litij-ionskim baterijama povećati s približno 200 GWh u 2019. na približno 800 GWh u 2025. i da će do 2030. premašiti 2 000 GWh. Prema najoptimističnijem scenariju mogla bi do 2040. dosegnuti 4 000 GWh¹⁵³.

¹⁵² https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204_bro_a4_indwede-studie_kurzfassung_en_v03.pdf

¹⁵³ Izvor: Izvješće Zajedničkog istraživačkog centra Znanost za politiku: Tsiropoulos I., Tarvydas D., Lebedeva N., *Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications – Scenarios for costs and market growth* (Primjene litij-ionskih baterija za mobilnost i u stacionarnim sustavima za skladištenje – scenariji troškova i rasta tržišta), EUR 29440 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luksemburg, 2018., doi:10.2760/87175.

Slika 12. Potražnja u prošlosti i predviđena godišnja potražnja za litij-ionskim baterijama, prema primjeni



Izvor 12. Bloombergova dugoročna prognoza o skladištenju energije, 2019.: Bloomberg NEF, podaci društva Avicenne o elektroničkim uređajima za široku potrošnju

Do tog predviđenog rasta, koji se uglavnom temelji na električnim vozilima (posebno na putničkim vozilima), doći će zbog velikih tehnoloških poboljšanja koja se očekuju i daljnjih smanjenja troškova. Cijene litij-ionskih baterija, koje su 2010. premašivale 1 100 USD/kWh, smanjile su se 2020. u realnim vrijednostima za 87 % i sada iznose 156 USD/kWh¹⁵⁴. Očekuje se da će prosječne cijene do 2025. iznositi približno 100 USD/kWh¹⁵⁵. Kada je riječ o učinkovitosti, energetska gustoća litij-ionske tehnologije znatno se povećala posljednjih godina, utrostručivši se od svoje komercijalizacije 1991.¹⁵¹ Očekuje se da će nova generacija litij-ionskih baterija donijeti dodatni potencijal za optimizaciju¹⁵⁶.

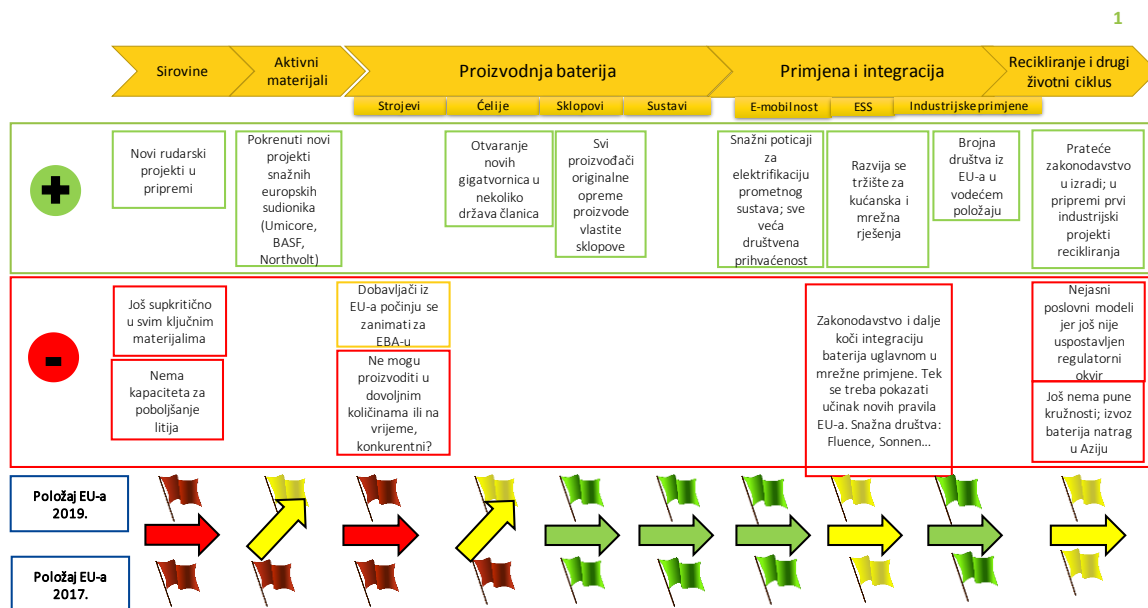
Lanac vrijednosti: na slici 14. prikazan je lanac vrijednosti baterija i položaj EU-a u različitim segmentima. Industrija EU-a ulaže u rudarstvo, proizvodnju i preradu sirovina i naprednih materijala (katodnih i anodnih materijala te materijala za elektrolite) i u modernu proizvodnju ćelija, sklopova i baterija. Pritom nastoji povećati konkurentnost svojom kvalitetom, opsegom, a posebno održivošću.

¹⁵⁴ L. Trahey, F. R. Brushetta, N. P. Balsara, G. Ceder, L. Cheng, Y.-M. Chiang, N. T. Hahn, B. J. Ingram, S. D. Minter, J. S. Moore, K. T. Mueller, L. F. Nazar, K. A. Persson, D. J. Siegel, K. Xu, K. R. Zavadil, V. Srinivasan i G. W. Crabtree, *Energy storage emerging: A perspective from the Joint Center for Energy Storage Research* (Počeci skladištenja energije: perspektiva Zajedničkog centra za istraživanje skladištenja energije), PNAS, 117 (2020.) 12550.–12557.

¹⁵⁵ BNEF 2019. Istraživanje o cijenama baterija.

¹⁵⁶ Nadolazeće izvješće JRC-a (2020.), *Technology Development Report LCEO: Battery storage* (Izvješće LCEO-a o razvoju tehnologije: skladištenje energije u baterijama).

Slika 13. Procjena položaja EU-a u raznim dijelovima vrijednosnog lanca baterija, 2019.



Izvor 13. InnoEnergy (2019.).

Svjetsko tržište: svjetsko tržište litij-ionskih baterija za električne automobile trenutačno vrijedi 15 milijardi EUR godišnje (od čega na EU otpada 450 milijuna EUR godišnje (2017.).¹⁵⁷). Prema opreznim procjenama to će tržište 2025. vrijediti 40–55 milijardi EUR godišnje, a 2040. 200 milijardi EUR godišnje.¹⁵⁸ EU je 2018. imao samo oko 3 % svjetskog kapaciteta proizvodnje litij-ionskih baterija, dok je Kina imala oko 66 %¹⁵⁹. Smatra se da je europska industrija snažnija u silaznim segmentima koji se temelje na vrijednosti, kao što su proizvodnja i integracija baterijskih sklopova i recikliranje baterija, te da je općenito slaba u uzlaznim segmentima koji se temelje na cijeni, kao što su proizvodnja materijala, dijelova i čelija.^{160,161} Tržište pomorskih baterija raste i procjenjuje se da će do 2025. vrijediti više od 800 milijuna EUR godišnje. Od toga će više od pola otpadati na Europu, koja već sada ima vodeći položaj u tom tehnološkom sektoru.¹⁶²

Komisija je prepoznala da EU mora što prije ponovno postati konkurentan na tržištu baterija pa je 2017. osnovala Europski savez za baterije, a 2018. je donijela strateški akcijski plan za baterije.¹⁶³ Riječ je o sveobuhvatnom okviru politike s regulatornim i

¹⁵⁷ https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616_li-ion_batteries_two-pager_final.pdf

¹⁵⁸ Bloombergova dugoročna prognoza o skladištenju energije 2019., str. 55.–56.

¹⁵⁹ Kapacitet proizvodnje; Bloombergova dugoročna prognoza o skladištenju energije, 2019., str. 55.–56.

¹⁶⁰ Izvješće Zajedničkog istraživačkog centra Znanost za politiku: Steen M., Lebedeva N., Di Persio F., Boon-Brett L., *EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications – Opportunities and Actions* (Konkurentnost EU-a u području naprednih litij-ionskih baterija za e-mobilnost i stacionarne sustave za pohranu – mogućnosti i djelovanje), EUR 28837 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luksemburg, 2017. doi:10.2760/75757.

¹⁶¹ Izvješće Zajedničkog istraživačkog centra Znanost za politiku: Lebedeva, N., Di Persio F., Boon-Brett L., *Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe* (Vrijednosni lanac litij-ionskih baterija i mogućnosti za Europu povezane s njima), EUR 28534 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luksemburg, 2016., doi:10.2760/6060.

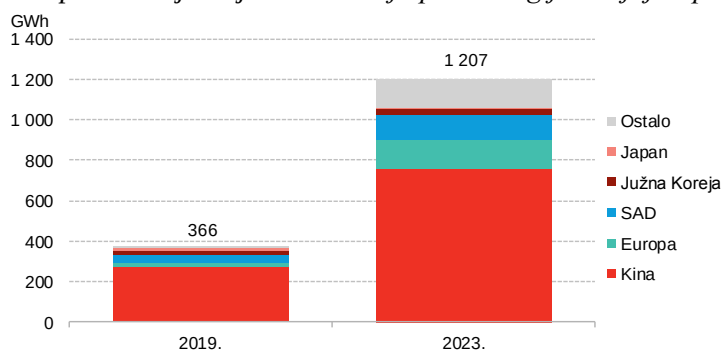
¹⁶² <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/marine-battery-market-210222319.html>

¹⁶³ COM(2019) 176 Izvješće o provedbi strateškog akcijskog plana za baterije: razvoj strateškog vrijednosnog lanca baterija u Europi. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/EN/COM-2019-176-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>

Mjere uključuju a) jačanje programa Obzor 2020. dodatnim sredstvima za istraživanje baterija, b) stvaranje posebne tehnološke platforme, točnije europske tehnološke i inovacijske platforme (ETIP) „Baterije u Europi” za koordinaciju istraživanja, razvoja i inovacija na regionalnoj, nacionalnoj i europskoj razini, c) razvoj posebnih instrumenata za sljedeći Okvirni program za istraživanje Obzor Europa, d) izradu novih propisa o održivosti i e)

financijskim instrumentima kojima se želi poduprijeti uspostava potpunog ekosustava vrijednosnog lanca baterija u Europi. Osim toga, veliki proizvođači baterija i baterijskih ćelija počeli su otvarati nova proizvodna postrojenja (npr. Northvolt). Trenutačno su najavljena ulaganja u čak 22 tvornice baterija (od kojih se neke tek grade), čiji bi kapacitet do 2030. trebao dosegnuti 500 GWh¹⁶⁴.

Slika 14. Kapacitet proizvodnje litij-ionskih ćelija prema regiji u kojoj se postrojenje nalazi



Izvor 14. BloombergNEF, 2019.

EU ima prednosti koje može razvijati kako bi poboljšao svoj položaj u industriji baterija, posebno u području naprednih materijala i kemijskih svojstava baterija te u recikliranju, u kojem je pionirsko zakonodavstvo EU-a omogućilo razvoj dobro strukturirane industrije. Direktiva o baterijama trenutačno se revidira. Međutim, da bi stekao znatan tržišni udio na novom i brzorastućem tržištu punjivih baterija, potrebno je stalno djelovanje tijekom duljeg razdoblja i dodatna ulaganja u kapacitet proizvodnje. To mora biti potkrijepljeno istraživanjem i inovacijama kako bi se poboljšala učinkovitost baterija i pritom jamčilo ispunjavanje standarda kvalitete i sigurnosti na razini EU-a, ali i kako bi se jamčila dostupnost sirovina i prerađenih materijala te ponovna upotreba ili recikliranje i održivost cijelog vrijednosnog lanca baterija. Potreban je i novi sveobuhvatni zakonodavni okvir EU-a kojim se utvrđuju čvrsti standardi za učinkovitost i održivost baterija koje se stavljaju na tržište EU-a. To će pomoći industriji da planira ulaganja i osigura visoke standarde održivosti u skladu s ciljevima europskog zelenog plana. Komisija će uskoro donijeti svoj prijedlog.

Iako će poboljšanje položaja u pogledu litij-ionske tehnologije vjerojatno biti glavno područje interesa u sljedećih nekoliko desetljeća, potrebno je razmotriti i druge nove i obećavajuće tehnologije baterija (kao što su baterije u potpuno čvrstom stanju, post-litij-ionske i redoks protočne baterije). One su važne za primjene čije zahtjeve ne može ispuniti litij-ionska tehnologija.

3.6. Pametne elektroenergetske mreže

Elektrifikacija se u svim scenarijima za 2050. povećava¹⁶⁵ pa je pametni elektroenergetski sustav ključan ako EU želi postići ciljeve zelenog plana. Pametan

poticanje ulaganja u okviru programa Važni projekti od zajedničkog europskog interesa (IPCEI). Priopćenje za tisak IP/19/6705, „Državna potpora: Komisija je odobrila javnu potporu u iznosu od 3,2 milijarde EUR koju je sedam država članica izdvojilo za paneuropski istraživački i inovacijski projekt u svim segmentima vrijednosnog lanca baterija”, 9. prosinca 2019. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705.

¹⁶⁴ EBA 2020.

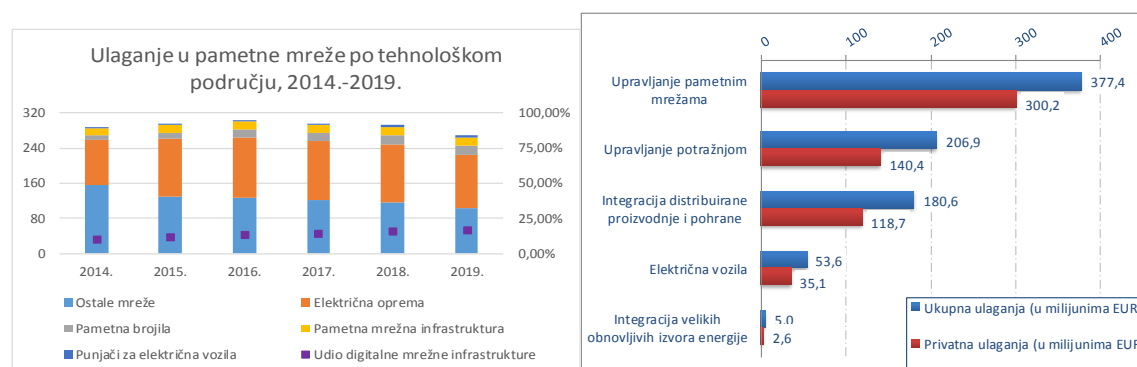
¹⁶⁵ „Udio električne energije u krajnjoj energetskej potražnji u najmanju će se ruku udvostručiti i iznositi do 53 %, dok će se proizvodnja električne energije znatno povećati radi postizanja nulte neto stope emisija stakleničkih plinova, čak do 2,5 puta više od današnjih razina ovisno o odabranim opcijama za energetske tranziciju.”, Komunikacija

sustav omogućava učinkovitiju integraciju sve većih udjela proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i povećanja u pogledu skladištenja električne energije i/ili uređaja koji troše energiju (npr. električnih vozila) u energetsom sustavu. To se odnosi i na sve veći broj uređaja koji rade na električnu energiju, kao što su električna vozila. Zahvaljujući sveobuhvatnom nadzoru i praćenju mreže, pametni sustavi stvaraju vrijednost i tako što smanjuju potrebu za ograničavanjem obnovljivih izvora energije i ujedno potrošačima omogućavaju konkurentne i inovativne energetske usluge. Podaci IEA-e pokazuju da bi ulaganje u poboljšanu digitalizaciju do 2040. smanjilo to ograničavanje u Europi za 67 TWh¹⁶⁶. Samo je u Njemačkoj 2019. zabilježeno ograničenje od 6,48 TWh, a na mjere stabilizacije mreže potrošeno je 1,2 milijarde EUR¹⁶⁷. Za takve je sustave potrebno osigurati kibernsigurnost, što zahtijeva posebne sektorske mjere¹⁶⁸.

U ulaganjima u digitalnu mrežnu infrastrukturu dominira hardver, kao što su pametna brojlara i punjači za električna vozila. U Europi su ulaganja u 2019. ostala stabilna i iznosila su približno 42 milijarde EUR¹⁶⁹, s time da je veći dio tih sredstava bio dodijeljen za modernizaciju i obnavljanje postojeće infrastrukture.

Slika 15. (lijevo) Globalno ulaganje u pametne mreže po tehnološkom području, 2014.–2019.¹⁷⁰ (u milijardama USD)

Slika 16. (desno) Globalno ulaganje europskih operatora prijenosnih sustava posljednjih godina po kategorijama (2018.)¹⁷¹



Obzor 2020. glavni je izvor potpore za ulaganja u istraživanje i inovacije u području pametnih mreža u EU-u te je putem njega od 2014. do 2020. osigurana približno jedna

„Čist planet za sve – Europska strateška dugoročna vizija za prosperitetno, moderno, konkurentno i klimatski neutralno gospodarstvo”, str. 9.

¹⁶⁶ S time da je odaziv na potražnju činio 22 TWh, a pohrana 45 TWh – <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

¹⁶⁷ To uključuje troškove ograničavanja, ponovne otpreme i nabave pričuvne električne energije. Ti su troškovi viši u Njemačkoj nego drugdje u Europi, no svejedno su dobar pokazatelj troška ograničavanja. Zahlen zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen - Gesamtjahr 2019, BNetzA, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netze_Systemsicherheit/Netze_Systemsicherheit_node.html, str. 3

¹⁶⁸ To su prije svega zahtjevi u stvarnom vremenu (npr. prekidač strujnog kruga mora reagirati unutar nekoliko milisekundi), kaskadni učinci i kombinacija naslijeđene i pametne/najnovije tehnologije. Vidjeti Preporuku Komisije o kibernsigurnosti u energetsom sektoru, C(2019) 2400 final.

¹⁶⁹ Izvorna je brojka 50 milijardi USD; <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2020>

¹⁷⁰ <https://www.iea.org/reports/tracking-energy-integration-2020/smart-grids>

¹⁷¹ <https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/publications/dsoobservatory2018.pdf>

milijarda EUR. U projekte posvećene digitalizaciji uloženo je 100 milijuna EUR, s time da se i u mnogim drugim projektima pametnih mreža znatan udio proračuna izdvaja za digitalizaciju.¹⁷² Slika 16. pokazuje da javno ulaganje u pametne mreže, uključujući ono u okviru Obzora 2020., čini znatan udio ukupnih ulaganja operatora prijenosnih sustava. Treba spomenuti da operatori prijenosnih sustava imaju male proračune za istraživanje i inovacije, koji iznose približno 0,5 % njihova godišnjeg proračuna^{173,174}.

Uredbom o smjernicama za transeuropsku energetska infrastrukturu (Uredba TEN-E) podupiru se i ulaganja u pametne elektroenergetske mreže kao jedno od 12 prioriteta područja, no ulaganja u (prekogranične) pametne mreže mogla bi imati koristi od viših razina potpore regulatornih tijela tako da ih se uključi u nacionalne planove za razvoj mreže i da postanu potencijalni primatelji financijske pomoći EU-a u obliku bespovratnih sredstava za studije i radove, ali i inovativnih financijskih instrumenata u okviru Instrumenta za povezivanje Europe (CEF). Od 2014. do 2019. u okviru CEF-a osigurano je do 134 milijuna EUR financijske pomoći za različite projekte pametne elektroenergetske mreže u EU-u.

Detaljnije se procjenjuju sljedeće dvije ključne tehnologije: sustavi prijenosa istosmjerne struje visokog napona (ISVN) i digitalna rješenja za rad mreže i za integraciju obnovljivih izvora energije.

i) Sustavi prijenosa istosmjerne struje visokog napona (ISVN)

Tehnologija: zbog veće potražnje za troškovno učinkovitim rješenjima za prijenos električne energije na velike udaljenosti, posebno u EU-u, kojima se električna energija proizvedena u vjetroelektranama na moru doprema na kopno, povećava se potražnja za ISVN tehnologijama. Podaci društva Guidehouse Insights pokazuju da će se europsko tržište ISVN sustava povećati s 1,54 milijarde EUR u 2020. na 2,74 milijarde EUR u 2030., i to po stopi rasta¹⁷⁵ od 6,1 %^{176,177}. Smatra se da svjetsko tržište vrijedi približno 12,5 milijardi EUR (2020.), s time da se u ISVN najviše ulaže u Aziji, u kojoj veći dio tržišta zauzima ultra-ISVN¹⁷⁸. ISVN oprema vrlo je skupa, stoga i projekti za gradnju ISVN priključaka iziskuju velike troškove. S obzirom na tehnološku kompleksnost ISVN sustava, njihovu instalaciju uglavnom provode proizvođači¹⁷⁹.

Analiza lanca vrijednosti: lanac vrijednosti za ISVN mreže može se raščlaniti prema različitim hardverskim komponentama koje su potrebne za ISVN priključak¹⁸⁰. Velik dio

¹⁷² Procjenjuje se da je to barem polovina ukupne potpore za pametne mreže u okviru Obzora 2020.

¹⁷³ To dodatno potkrepljuju podaci o podržanim koja su razmotrena u CETIR-u (SWD(2020) 953), vidjeti odjeljak 3.17.

¹⁷⁴ Plan za istraživanje, razvoj i inovacije Europske mreže operatora prijenosnih sustava za električnu energiju (ENTSO-E) 2020.–2030., srpanj 2020., str. 25.

¹⁷⁵ Stope rasta u ovom poglavlju navode se kao prosječne godišnje stope rasta (CAGR).

¹⁷⁶ Guidehouse Insights (2020.) *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview* (Pregled naprednih tehnologija za prijenos i distribuciju). Pronađeno na <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>

¹⁷⁷ U energetskim modelima EU-a (npr. Primes) ISVN nije modeliran zasebno, pa nisu dostupni dugoročniji podaci. No očito je da se očekuje postojan rast tržišta za ISVN, posebno uzme li se u obzir rast tržišta energije na moru.

¹⁷⁸ UISVN se ne primjenjuje u EU-u. Posebno je koristan u prijenosu električne energije na vrlo velike udaljenosti, koji u EU-u nema toliku važnost. Interes za UISVN u EU-u manji je i zbog težeg ishođenja dozvole, primjerice zato što su tornjevi s kabelima viši od uobičajenih tornjeva za visokonaponske kabele. Svjetsko tržište za UISVN procjenjuje se na 6,5 milijardi EUR, što se uglavnom odnosi na Kinu.

¹⁷⁹ Usporedbe radi, ISVN sustave po načelu „ključ u ruke” često pružaju inženjerska, nabavna i građevinska poduzeća.

¹⁸⁰ Najvažnije komponente pretvaračkih stanica uključuju transformatore, pretvarače, prekidače i energetska elektronika koja služi za pretvaranje struje iz izmjenične (AC) u istosmjernu (DC) i obrnuto. Mrežom vođeni pretvarači (LCC), poznati i kao pretvarači sa strujnim međukrugom (CSC), i pretvarači s naponskim međukrugom (VSC) glavne su komercijalne ISVN tehnologije pretvarača. S obzirom na to da su složenije od ISVN podstanica,

troška ISVN sustava čine pretvarači (oko 32 %) i kabeli (oko 30 %)¹⁸¹. U lancu vrijednosti pretvaračkih stanica energetska elektronika¹⁸² ima ključnu ulogu u utvrđivanju učinkovitosti i veličine opreme. Specifične energetske primjene čine tek malen dio svjetskog tržišta elektroničkih komponenti¹⁸³, no mreže na moru i vjetroturbine ovise o njihovu dobrom funkcioniranju u uvjetima na moru. Ulaganja u istraživanje i inovacije u području ISVN tehnologija uglavnom su privatna. Javno financiranje na razini EU-a u okviru Obzora 2020. skromnih je razmjera, no pojačano je nedavno dovršenim projektom pod nazivom Promotion¹⁸⁴.

Svjetsko tržište: svjetsko ISVN tržište uglavnom predvode tri društva, Hitachi ABB Power Grids, Siemens i GE¹⁸⁵. Siemens i Hitachi ABB Power Grids imaju oko 50 % tržišta u većini tržišnih segmenata, dok kabelska poduzeća¹⁸⁶ zauzimaju oko 70 % tržišta u EU-u, a glavni su im konkurenti Japanci. Još jedan dobavljač, China XD Group, dominira kineskim tržištem.

Dosad su dobavljači zasebno prodavali sustave po načelu „ključ u ruke”, koji su se postavljali kao ISVN priključci od točke do točke. U odobalnoj mreži budućnosti koja je međusobno povezanija ISVN sustavi različitih proizvođača morat će biti međusobno povezani. Zbog toga se javljaju tehnološki izazovi povezani s održavanjem kontrole nad mrežom¹⁸⁷ i, posebno, s osiguravanjem interoperabilnosti ISVN opreme i sustava. Nadalje, budući da sve komponente treba instalirati na platformama na moru, važno je smanjiti njihovu veličinu, a postoji i potreba za razvojem rješenja u području energetske elektronike koja su posebno namijenjena energetskim primjenama na moru.

ii) Digitalna rješenja za rad mreže i za integraciju obnovljivih izvora energije

Tehnologija i lanac vrijednosti: predviđa se da će se tržište tehnologija za upravljanje mrežom vrlo brzo povećati. IEA je procijenila da bi te tehnologije u cijelom svijetu potencijalno mogle dovesti do uštede od 20 milijardi USD zahvaljujući smanjenju troškova rada i održavanja, ali i od približno 20 milijardi USD zbog toga što je izbjegnuto ulaganje u mrežu¹⁸⁸. To se tržište sastoji od različitih tehnologija i usluga u lancu vrijednosti koje je teško jasno razdvojiti, a koje se počinju integrirati zbog sve veće potrebe za integriranim rješenjima u pogledu upravljanja pohranom, odaziva na potražnju, distribuiranih obnovljivih izvora energije i same mreže. U ovom se izvješću naglašavaju dva aspekta.

LCC i VSC stanice ujedno su i skuplje¹⁸⁰. Unatoč integraciji zajedničkih tehnologija, ISVN transformatori i pretvaračke stanice nisu standardizirani, a dizajn i troškovi uvelike ovise o lokalnim specifikacijama projekta.

¹⁸¹ U EU-u su troškovi kabela obično viši: izvješće o konkurentnosti koje je za Europsku komisiju izrađeno u okviru projekta ASSET.

¹⁸² Energetska elektronika osnovna je tehnologija za integraciju proizvodnje i potrošnje istosmjerne struje (DC) koja se upotrebljava u raznim dijelovima (budućeg) energetskog sustava, kao što su fotonaponske instalacije, vjetrenjače, baterije i ISVN pretvarači. Tehnologija energetske elektronike temelji se na tehnologiji poluvodiča i omogućava kontrolu napona ili struje, primjerice radi upravljanja mrežom i pretvaranja električne energije iz izmjenične u istosmjernu. Stoga je mogla biti razmotrena u različitim dijelovima ovog izvješća, no zbog posebnog pitanja povezanog s energijom vjetra na moru i mrežama smještena je u ovaj dio.

¹⁸³ Ukupno tržište energetske elektronike, tj. pasivnih, aktivnih i elektromehaničkih komponenti, procijenjeno je 2019. na 316 milijardi EUR: Globalni tržišni udio aktivnih elektroničkih komponenti, prema krajnjim korisnicima, 2018. www.grandviewresearch.com

¹⁸⁴ <https://www.promotion-offshore.net/>

¹⁸⁵ Guidehouse Insights (2020.) *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview* (Pregled naprednih tehnologija za prijenos i distribuciju). Pronađeno na <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>

¹⁸⁶ Prysmian, Nexans i NKT Cables tri su glavna europska kabelska poduzeća.

¹⁸⁷ Ključne tehnologije u tom području uključuju pretvarače za oblikovanje mreže i prekidače istosmjerne struje.

¹⁸⁸ <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

Energetske usluge koje se temelje na softveru i podacima, a koje su ključne za optimizaciju integracije obnovljivih izvora energije, uključujući na lokalnoj razini, putem daljinskog upravljanja različitim tehnologijama, posebno obnovljivim izvorima energije i virtualnim elektranama¹⁸⁹. To je brzorastuće tržište koje bi se prema procjenama trebalo povećati s 200 milijuna EUR (globalno¹⁹⁰) u 2020. na milijardu EUR u 2030.^{191,192} Ono čini temelj nove industrije koja pruža energetske usluge energetskim poduzećima (među ostalim mrežnim operatorima), ali i poslovnim i privatnim potrošačima energije. Zahvaljujući kombinaciji povećanja udjela obnovljivih izvora energije i politika potpore tržištu Europa je postala pokretačka sila za tržišta virtualnih elektrana, s udjelom od 45 % u ukupnim svjetskim ulaganjima 2020. To se većinom odnosi na sjeverozapadnu Europu, uključujući nordijske zemlje. U Europi bi Njemačka do 2028. trebala imati oko jedne trećine godišnjeg kapaciteta cjelokupnog tržišta virtualnih elektrana.

Digitalne tehnologije za poboljšanje rad i održavanje mreže, što je tržište koje je uglavnom usmjereno na mrežne operatore. To tržište isto tako raste i očekuje se da će do 2030. u EU-u dosegnuti 0,2 milijarde EUR u području softverskih platformi za prediktivno održavanje i 1,2 milijarde EUR u području senzora za internet stvari. Očekuje se da će tržište interneta stvari od 2020. do 2030. rasti po stopi od 8,8 %.

Svjetsko tržište: EU ima snažan položaj u oba dijela. Mnoga globalna društva imaju sjedišta u Europi (Schneider Electric SE i Siemens). Najveći su im konkurenti društva iz SAD-a, koja uključuju i nekoliko inovativnih novoosnovanih poduzeća. Tržište senzora za internet stvari i hardvera za nadzorne uređaje sastoji se od nekoliko velikih sudionika sa širokim portfeljima te desetaka srednjih i malih poduzeća u posebnim tržišnim nišama. Nekoliko globalnih društava (Hitachi ABB¹⁹³, IBM, Schneider Electric SE, Oracle, GE, Siemens i C3.ai) dominira tržištem softverskih rješenja, na koje se novi sudionici teško probijaju. Svjetsko tržište digitalnih usluga prikazano je na slici 17.

Slika 17.: Najveći ključni tržišni sudionici i tržišni udio u području digitalnih usluga, globalno, 2020.

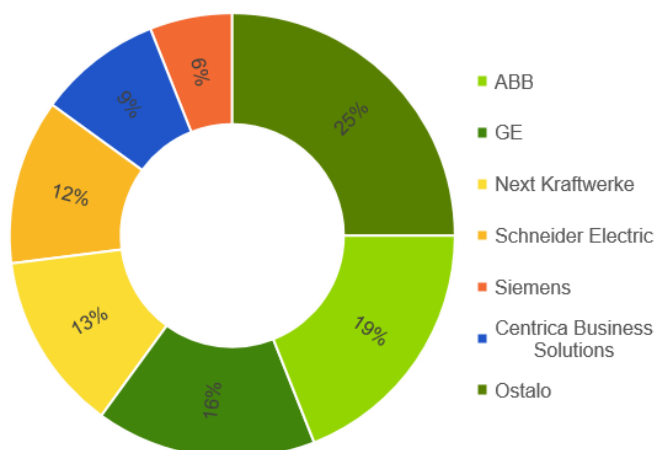
¹⁸⁹ To uključuje sustav upravljanja distribuiranim izvorima energije (DERMS), virtualnu elektranu (VPP) i analitiku distribuiranih izvora energije. Za detaljniji opis vidjeti odjeljak 3.17.4. CETTIR-a (SWD(2020) 953).

¹⁹⁰ Nažalost, podaci za EU nisu dostupni.

¹⁹¹ Izvješće o konkurentnosti koje je za Europsku komisiju izrađeno u okviru projekta ASSET – poglavlje 10.3.2. Upravljanje mrežom (Digitalne tehnologije).

¹⁹² To su znatna tržišta, što je očito usporedimo li ih s etabliranim tržištima kao što je tržište sustava upravljanja električnom energijom u zgradama, koje je 2020. vrijedilo 1,2 milijarde EUR (izvor: izvješće o konkurentnosti koje je za Europsku komisiju izrađeno u okviru projekta ASSET). U odjeljku 3.17.4. CETTIR-a (SWD(2020) 953) ta je tehnologija opisana zajedno sa sustavima za upravljanje električnom energijom u kućanstvima i tržištem energetskih agregatora. Očekuje se da bi se ta tržišta mogla postupno integrirati s tržištima koja su opisana ovdje.

¹⁹³ Posljedice prodaje ABB-a Hitachiju (<https://new.abb.com/news/detail/64657/abb-completes-divestment-of-power-grids-to-hitachi>) tek treba detaljnije razmotriti.



Izvor 15. Studija o konkurentnosti provedena u okviru projekta ASSET

Nekoliko dobavljača nafte i plina i drugi pružatelji energetske usluge provode strateška ulaganja u tehnologije za upravljanje mrežom, posebno u usluge, te su kupili ili uložili u manja novoosnovana poduzeća na europskom tržištu i tržištu SAD-a. Shell i Eneco uložili su u njemačka društva Sonnen¹⁹⁴ i Next Kraftwerke¹⁹⁵, a Engie je uložio u Kiwi Power iz Ujedinjene Kraljevine¹⁹⁶. Čini se da taj trend potvrđuje činjenica da je 65 od 200 poduzeća u koja su društva za naftu u plin nedavno uložila pripadalo području digitalizacije, koje se nalazi na trećem mjestu nakon uzlaznih konvencionalnih poduzeća i sektora obnovljivih izvora energije¹⁹⁷.

Softverske platforme dostižu sve veću zrelost, a digitalne tehnološke primjene za pružanje mrežnih usluga usporedno s time i dalje pokreću inovacije na tržišnom prostoru. Količine podataka relativno su male u usporedbi s drugim sektorima pa prilike za inovacije ne leže ni u količini podataka ni u tehnologijama za analizu podataka¹⁹⁸, već u dostupnosti različitih i distribuiranih izvora podataka i u pristupu tim podacima koji su potrebni pružateljima softvera da bi svojim klijentima pružali integrirana rješenja. Stoga su ključne interoperabilne platforme na razini tržišta za jednostavan pristup podacima i jednostavnu razmjenu podataka.

3.7. Daljnja saznanja o drugim tehnologijama i rješenjima u području čiste i niskougljične energije

Kao što je opisano u popratnom radnom dokumentu službi Komisije, EU ima snažan konkurentan položaj u **energiji vjetera na kopnu** i u **tehnologijama hidroenergije**. Veliki razmjeri tržišta energije vjetera na kopnu¹⁹⁹ i sve veći kapacitet izvan Europe pružaju obećavajuće izgleda industriji EU-a koja ima relativno dobar položaj u lancu

¹⁹⁴ Shell posjeduje 100 % dionica Sonnen: <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2019/smart-energy-storage-systems.html>, 15. veljače 2019.

¹⁹⁵ Eneco posjeduje manjinski udio od 34 %: <https://www.next-kraftwerke.com/news/eneco-group-invests-in-next-kraftwerke>, 8. svibnja 2017.

¹⁹⁶ Engie posjeduje nešto manje od 50 % udjela, no najveći je dioničar: <https://theenergyst.com/engie-acquires-dsr-aggregator-kiwi-power/>, 26. studenoga 2018.

¹⁹⁷ *The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices* (Energetska tranzicija i teške odluke naftnih poduzeća) – Institut za energetiku Sveučilišta u Oxfordu, srpanj 2019.; Rob West, osnivač društva Thunder Said Energy i znanstveni suradnik Instituta za energetiku Sveučilišta u Oxfordu (OIES) i Bassam Fattouh, ravnatelj OIES-a, str. 6.

¹⁹⁸ Za više informacija vidjeti odjeljak 3.17. CETTIR-a (SWD(2020) 953).

¹⁹⁹ Prihodi sektora energije vjetera EU-a 2019.: 86,1 milijarda EUR.

vrijednosti energije vjetra²⁰⁰. Slično tome, ključni elementi za konkurentnost industrije **hidroenergije** uključuju važnost tržišta²⁰¹ i velik udio EU-a u svjetskom izvozu (48 %). No za obje će te tehnologije biti neophodno usmjeriti istraživanja na prilike za obnavljanje/preuređenje najstarijih instalacija radi povećanja njihove društvene prihvaćenosti i smanjenja otiska. Za **obnovljiva goriva** ključno je pitanje prelazak s prve²⁰² na drugu i treću generaciju goriva kako bi se povećala održivost sirovina i optimizirala njihova upotreba. Da bi se to postiglo, potrebno je širenje opsega i provođenje demonstracijskih projekata.

Kada je riječ o tržištima **tehnologija geotermalne energije** (tržište od približno jedne milijarde EUR) i **tehnologija solarne toplinske energije** (tržište od približno 3 milijarde EUR), da bi se povećao tržišni udio EU-a potrebno je i dalje upotrebljavati postojeće i nove toplinske primjene za zgrade (posebno za geotermalnu energiju) i industriju (posebno za solarnu toplinsku energiju), ali i dodatno unaprijediti inovacijski potencijal radi opsežnije integracije tih tehnologija. Razvoj tehnologija za **hvatanje i skladištenje ugljika** (CCS) trenutačno koči nedostatak održivih poslovnih modela i tržišta. U području tehnologija **nuklearne energije** društva iz EU-a konkurentna su duž cijelog lanca vrijednosti. Zadržavanje konkurentnosti trenutačno se temelji na razvoju i gradnji prema rasporedu te na jamčenju sigurnosti tijekom cijelog životnog ciklusa nuklearnog postrojenja, s posebnim naglaskom na odlaganju radioaktivnog otpada i razgradnji postrojenja koja se zatvaraju. Razvijaju se tehnološke inovacije kao što su mali modularni reaktori kako bi EU zadržao konkurentnost u području nuklearne energije.

Zgrade, na koje otpada 40 % potrošnje energije u EU-u, ključan su sektor u kojem treba smanjiti potrošnju energije. EU ima snažan položaj u određenim sektorima²⁰³, kao što su montažne građevinske komponente²⁰⁴, sustavi centraliziranog grijanja, tehnologije toplinskih crpki i sustavi za upravljanje energijom u kućanstvima/zgradama. U energetske učinkovitoj industriji rasvjetnih tijela²⁰⁵ EU ima dugu tradiciju dizajniranja i pružanja inovativnih i visokoučinkovitih rasvjetnih sustava. Zadržavanje konkurentnosti ovisi o masovnoj proizvodnji velikih razmjera koja je moguća za rasvjetne uređaje koji se temelje na poluvodičima. Azijski su dobavljači u mnogo povoljnijem položaju jer mogu postići mnogo veće kapacitete (ekonomije razmjera). S druge strane, europski industrijski sektor tradicionalno se odlikuje visokom razinom vještina u inovativnom dizajnu i novim pristupima.

Naposljetku, energetska tranzicija ne odnosi se samo na različite tehnologije, već i na uključivanje tih tehnologija u sustav. Da bi se ostvario prelazak na gospodarstva i društva s nultom neto stopom emisija, **građani** moraju biti u samom središtu svih djelovanja²⁰⁶, i to tako da se pobliže razmotre glavni motivacijski čimbenici i strategije radi uključivanja

²⁰⁰ Europski proizvođači čine oko 35 %, a kineski proizvođači gotovo 50 %.

²⁰¹ Trenutačno tržište skupine EU28: 25 milijardi EUR

²⁰² Promet industrije biogoriva EU27 iznosio je 14 milijardi EUR u 2017. – uglavnom sirovine prve generacije.

²⁰³ U ovom prvom izvješću nisu razmotreni svi sektori zbog ograničenja u pogledu raspoloživosti podataka. Sektori koje tek treba analizirati uključuju ovojnicu zgrade i metode/modeliranje/projektiranje u građevinarstvu.

²⁰⁴ Proizvodna vrijednost skupine EU28 povećala se s 31,85 milijardi EUR (2009.) na 44,38 milijardi EUR (2018.). U istom se tom razdoblju izvoz skupine EU28 u ostatak svijeta povećao s 0,83 milijarde EUR na 1,88 milijardi EUR. S druge strane, uvoz je bio relativno stabilan, povećavši se s 0,18 milijardi EUR u 2009. na 0,26 milijardi EUR u 2018., uz najnižu vrijednost od 0,15 milijardi EUR u razdoblju 2012.–2013.

²⁰⁵ Očekuje se da će se europsko tržište rasvjete povećati sa 16,3 milijarde EUR u 2012. na 19,8 milijardi EUR u 2020. – Centar za promicanje uvoza iz zemalja u razvoju (CBI) nizozemskog Ministarstva vanjskih poslova, Elektronička rasvjeta u Nizozemskoj, 2014.

²⁰⁶ Strategije uključivanja moraju biti usmjerene na pojedince i zajednice te bi trebale uključivati gospodarske poticaje, ali i promicanje promjena u ponašanju pojedinaca na temelju negospodarskih čimbenika, kao što je pružanje povratnih informacija o potrošnji energije koje se doživljava kao društvena norma.

i smještaja potrošača energije u širi društveni kontekst. Sadašnji pravni okvir na razini EU-a potrošačima energije i građanima pruža jasnu priliku za preuzimanje inicijative i ostvarivanje koristi od energetske tranzicije. Na temelju uočenih trendova urbanizacije **gradovi** mogu imati ključnu ulogu u razvoju sveobuhvatnog i integriranog pristupa²⁰⁷ energetske tranziciji i njezinoj povezanosti s drugim sektorima, kao što su mobilnost, IKT i gospodarenje otpadom ili vodom. To pak zahtijeva istraživanje i inovacije u tehnologijama, ali i u postupcima, znanju i povećanju kapaciteta koje uključuje gradska tijela, poduzeća i građane.

ZAKLJUČCI

U ovom se izvješću **prije svega** prikazuje gospodarski potencijal sektora čiste energije. O tome svjedoči i nedavna procjena učinka plana za postizanje klimatskih ciljeva do 2030.²⁰⁸ Time se potvrđuje da europski zeleni plan itekako može poslužiti kao strategija rasta EU-a u energetske sektoru. Dokazi u ovoj analizi pokazuju da sektor tehnologija čiste energije nadmašuje konvencionalne izvore energije i, u usporedbi s njima, stvara veću dodanu vrijednost i zaposlenost te produktivniju radnu snagu. Sektor čiste energije sve je važniji u gospodarstvu EU-a, što je u skladu s povećanom potražnjom za čistim tehnologijama.

Istodobno se smanjuju javna i privatna ulaganja u istraživanje i inovacije u području čiste energije, što ugrožava razvoj ključnih tehnologija potrebnih za dekarbonizaciju gospodarstva i postizanje ambicioznih ciljeva europskog zelenog plana. Taj pad ulaganja bi negativno utjecao i na dosad zabilježeni rast gospodarstva i zapošljavanja. Nadalje, energetske sektor ne ulaže mnogo u istraživanje i inovacije u usporedbi s drugim sektorima, a unutar energetske sektora u istraživanje i inovacije najviše ulažu društva za naftu i plin. Iako ima pozitivnih znakova, kao što je sve veće ulaganje društava za naftu i plin u tehnologije čiste energije (npr. u energiju vjetra, fotonaponske instalacije i digitalne tehnologije), te su tehnologije i dalje tek malen dio njihovih aktivnosti.

EU mora promijeniti dosadašnji smjer ako želi postati prvi klimatski neutralan kontinent i predvoditi svjetski prelazak na čistu energiju. Potrebno je znatno povećanje javnog i privatnog ulaganja u istraživanje i inovacije da bi EU nastavio svoj put prema dekarbonizaciji. Posebno dobra prilika za to bit će buduća ulaganja u gospodarski oporavak. Na nacionalnoj će razini Komisija potaknuti države članice da razmotre mogućnost utvrđivanja nacionalnih ciljeva za ulaganje u istraživanje i inovacije kako bi poduprle tehnologije čiste energije u okviru općeg poziva na povećanje javnih ulaganja u istraživanje i razvoj u području klimatskih ambicija. Komisija će surađivati i s privatnim sektorom na povećanju njegovih ulaganja u istraživanje i inovacije.

Drugo, ciljevi EU-a za smanjenja emisija CO₂, obnovljive izvore energije i energetske učinkovitost potaknuli su ulaganja u nove tehnologije i inovacije koje su dovele do globalno konkurentnih industrija. To pokazuje da je snažno domaće tržište ključan čimbenik industrijske konkurentnosti u području tehnologija čiste energije te da će biti pokretač ulaganja u istraživanje i inovacije. No zbog ključnih značajki tržišta energije (posebno zbog visoke kapitalne intenzivnosti, dugih ciklusa ulaganja, nove tržišne

²⁰⁷ Uključujući tehnologije, sveobuhvatno urbanističko planiranje, kombinaciju velikih javnih i privatnih ulaganja te suradnju među tvorcima politika, gospodarskim sudionicima i građanima.

²⁰⁸ COM(2020) 562 final.

dinamike, i to u kombinaciji s niskom stopom povrata ulaganja) teško je privući dovoljne razine ulaganja u taj sektor, što utječe na njegovu sposobnost za inovacije.

Iskustvo s proizvodnjom solarnih fotonaponskih uređaja u EU-u pokazuje da snažno domaće tržište nije dovoljno samo po sebi. Potrebno je utvrditi ciljeve za stvaranje potražnje za novim tehnologijama, ali i izraditi politike kojima se podupire sposobnost industrije EU-a da odgovori na tu potražnju. To uključuje razvoj platformi za suradnju na razini industrije za posebne tehnologije (npr. baterije i vodik). Za druge tehnologije možda će biti potrebne dodatne takve mjere u suradnji s državama članicama i industrijom.

Treće, mogu se donijeti konkretni zaključci na temelju šest analiziranih tehnologija za koje se očekuje da će imati sve važniju ulogu u kombinaciji izvora energije u EU-u do 2030. i 2050. U solarnoj fotonaponskoj industriji postoje znatne tržišne mogućnosti u dijelovima lanca vrijednosti u kojima specijalizacije ili proizvodi visoke učinkovitosti/visoke vrijednosti imaju ključnu ulogu. Slično tome, kada je riječ o baterijama, aktualni oporavak konkurentnosti EU-a u segmentu proizvodnje ćelija u okviru inicijativa kao što je Europski savez za baterije nadovezuje se na čvršći položaj europske industrije u silaznim segmentima koji se temelje na vrijednosti kao što su proizvodnja i integracija baterijskih sklopova i recikliranje baterija. Prije nego je potrebno vratiti konkurentnost u obje te tehnologije zbog njihove predviđene potražnje, modularnosti i mogućnosti prelijevanja (npr. ugradnje fotonaponskih uređaja u zgrade, vozila ili drugu infrastrukturu).

U sektorima energije oceana, obnovljivog vodika i energije vjetra EU trenutačno ima prednost „prvog pristupanja” tržištu. No očekivano višestruko povećanje kapaciteta tržišta ukazuje na to da će se struktura te industrije neizbježno promijeniti: potrebno je udružiti stručno znanje iz različitih poduzeća, a države članice i privatni sektor moraju restrukturirati i udružiti svoje lance vrijednosti kako bi ostvarili potrebne ekonomije razmjera i pozitivna prelijevanja. Na primjer, trenutačan vodeći položaj EU-a na tržištu elektrolizatora, i to u cijelom lancu vrijednosti od dobavljanja dijelova do sposobnosti završne integracije, pruža znatnu mogućnost prelijevanja među sektorima baterija, elektrolizatora i gorivih ćelija. Najavljeni europski savez za čisti vodik dodatno će ojačati svjetski vodeći položaj Europe u tom području. Kada je riječ o energiji oceana, tehnologije za njezino iskorištavanje tek trebaju postati komercijalno isplative i potrebno je utvrditi programe financijske potpore kako bi se zadržao i ojačao sadašnji vodeći položaj EU-a.

Industriji energije vjetra na moru, koja je pokazala da ima inovacijski kapacitet kojim se pomiču granice tehnologije (npr. plutajuće odobalne vjetroeletre), potrebna je perspektiva rastućeg domaćeg tržišta, ali i stalno financiranje istraživanja i inovacija kako bi imala koristi od rasta na svjetskim tržištima. Sektori pametne mreže i ISVN sustava u EU-u isto tako dobro napreduju i, iako je riječ o malom tržištu u usporedbi s energijom vjetra ili solarnom fotonaponskom energijom, ono je važno zato što stvara vrijednost za sve što je priključeno na mrežu. S obzirom na njezin regulirani karakter, vlade i regulatori u EU-u imaju ključnu ulogu u iskorištavanju prednosti te industrije.

Četvrto, prelazak na čiste tehnologije znači i prelazak s ovisnosti EU-a o fosilnim gorivima na sve veću upotrebu ključnih sirovina u energetske tehnologijama. No ta ovisnost nije toliko izravna kao u slučaju ovisnosti o fosilnim gorivima, a materijali mogu ostati u gospodarstvu zahvaljujući ponovnoj uporabi i recikliranju. Time se može poboljšati otpornost lanaca opskrbe tehnologijama čiste energije i unaprijediti otvorena

strateška neovisnost EU-a. Postoji jasna potreba za istraživanjem i inovacijama te ulaganjima u dizajn kako bi se komponente tehnologija čiste energije mogle u većoj mjeri ponovno upotrijebiti i reciklirati i kako bi se materijali mogli zadržati u gospodarstvu što je dulje moguće i na najvećoj mogućoj razini vrijednosti/učinkovitosti. S prelaskom na sve veću kružnost povezano je i sudjelovanje u međunarodnim forumima kao što su G20, ministarski sastanci o čistim oblicima energije i Misija za inovacije, što će EU-u omogućiti da pokreće stvaranje ekoloških standarda za nove tehnologije i da dodatno učvrsti svoje globalno vodstvo te će ublažiti rizik od prekida u opskrbi i rizike u pogledu održivosti i kvalitete tehnologija.

Peto, Europska komisija razradit će metodologiju za procjenu konkurentnosti u suradnji s državama članicama i dionicima radi poboljšanja makroekonomske analize sektora čiste energije, što uključuje i potrebu za više podataka. Poboljšanom metodologijom poduprijet će se oblikovanje politike istraživanja i inovacija koja pomaže u stvaranju konkurentne, dinamične i otporne industrije čiste tehnologije. Godišnja procjena konkurentnosti sektora čiste energije bit će komplementarna s okvirom nacionalnih energetske i klimatskih planova, Strateškog plana za energetske tehnologije i Industrijskog foruma za čistu energiju. Cilj stalne i poboljšane procjene je omogućivanje sektoru čiste energije da u potpunosti ispuni svoju ulogu u nastojanju da europski zeleni plan postane strategija EU-a za rast u praksi.