

Bruxelles, 17. studenoga 2022.
(OR. en)

14916/22

ENER 605
CLIMA 610
RECH 604
COMPET 915
IND 483
TRANS 719
EMPL 435

POP RATNA BILJEŠKA

Od:	Glavna tajnica Europske komisije, potpisala direktorica Martine DEPREZ
Datum primitka:	15. studenoga 2022.
Za:	Thérèse BLANCHET, glavna tajnica Vijeća Europske unije
Br. dok. Kom.:	COM(2022) 643 final
Predmet:	IZVJEŠĆE KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU I VIJEĆU Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije

Za delegacije se u prilogu nalazi dokument COM(2022) 643 final.

Priloženo: COM(2022) 643 final



Bruxelles, 15.11.2022.
COM(2022) 643 final

IZVJEŠĆE KOMISIJE EUROPSKOM PARLAMENTU I VIJEĆU

Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Sveukupna konkurentnost sektora čiste energije u EU-u	3
2.1. Kontekst: novosti	3
2.1.1. <i>Cijene i troškovi energije: najnovija kretanja</i>	3
2.1.1. <i>Globalni resursi i lanci opskrbe materijalima: slabe točke i poremećaji</i>	5
2.1.2. <i>Učinak pandemije bolesti COVID-19 i oporavak</i>	7
2.1.3. <i>Ljudski kapital i vještine</i>	10
2.2. Kretanja u području istraživanja i inovacija	12
2.3. Globalno tržišno natjecanje u području čiste energije	16
2.4. Okruženje za financiranje inovacija u EU-u	17
2.5. Učinci systemske promjene	21
3. Usmjerenost na ključne tehnologije i rješenja u području čiste energije.....	22
3.1. Solarni fotonaponski sustavi	23
3.2. Energija vjetra na moru i na kopnu	25
3.3. Dizalice topline za primjenu u zgradama	27
3.4. Baterije	29
3.5. Proizvodnja vodika iz obnovljivih izvora elektrolizom vode	31
3.6. Obnovljiva goriva	33
3.7. Pametne tehnologije za upravljanje energijom	35
3.8. Glavni zaključci o ostalim tehnologijama čiste energije	39
4. Zaključak.....	42
PRILOG I. Metodološki okvir za procjenu konkurentnosti EU-a	45

1. UVOD

Ničim izazvana i neopravdana agresija Rusije na Ukrajinu uvelike je poremetila svjetski energetska sustav. Pokazala je pretjeranu ovisnost EU-a o ruskim fosilnim gorivima i istaknula potrebu da se poveća otpornost energetska sustava EU-a, koji se već suočio s izazovima za vrijeme krize uzrokovane pandemijom bolesti COVID-19¹. Zbog rekordno visokih cijena energije i rizika od nestašice u cijelom EU-u još je važnije ubrzati usporednu zelenu i digitalnu tranziciju na temelju europskog zelenog plana² te osigurati sigurniji, pristupačniji, otporniji i neovisniji energetska sustav.

Godinu 2022. obilježio je plan REPowerEU³, ključni element političkog odgovora EU-a na tu nezapamćenu krizu. Riječ je o planu za što brže postupno ukidanje ovisnosti EU-a o uvozu ruske energije s pomoću mjera uštede energije, diversifikacije opskrbe energijom i ubrzanog uvođenja energije iz obnovljivih izvora.

Osim toga, Komisija je u Komunikaciji „Štednja plina za sigurnu zimu”⁴ iznijela plan za smanjenje upotrebe plina u EU-u za 15 % do sljedećeg proljeća. Vijeće je donijelo dvije uredbe – o skladištenju i o koordiniranim mjerama za smanjenje potražnje za plinom⁵. U rujnu 2022. Vijeće je postiglo dogovor o Komisijinu prijedlogu „Uredbe o hitnoj intervenciji za rješavanje problema visokih cijena energije”⁶ kako bi se ublažio učinak cijena energije na potrošače u EU-u, uz istodobno rješavanje nezapamćene nestabilnosti i nesigurnosti u EU-u i na globalnim tržištima energije. Konkretno, ta intervencija uključuje smanjenje potrošnje energije, uvođenje gornje granice prihoda za proizvodnju električne energije iz inframarginalnih tehnologija te privremeni obvezni solidarni doprinos poduzeća koja proizvode fosilna goriva.

Za ostvarivanje ciljeva plana REPowerEU bit će potrebno dodatno kumulativno ulaganje od 210 milijardi EUR do 2027., uz ulaganje koje je već potrebno za ostvarivanje klimatske neutralnosti do 2050.⁷ Tim će se ulaganjem poduprijeti znatno ubrzanje primjene i povećanje udjela tehnologija čiste energije (npr. solarna fotonaponska energija, energija vjetera, dizalice topline, tehnologije uštede energije, biometan i vodik iz obnovljivih izvora), što je od ključne važnosti za hitno rješavanje energetskih i klimatskih pitanja. Za prevladavanje povezanih tehnoloških i netehnoloških izazova bit će potreban i snažan i konkurentan sektor čiste energije EU-a.

Planom REPowerEU potvrđuje se predanost ostvarivanju dugoročnog cilja europskog zelenog plana za postizanje klimatske neutralnosti EU-a do 2050. i potpunoj provedbi paketa „Spremni za 55 %”, koji je predstavljen u srpnju 2021.⁸ Za ostvarivanje ciljeva europskog

¹ COM(2021) 952 final i SWD(2021) 307 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

² COM(2019) 640 final („Europski zeleni plan”).

³ COM(2022) 230 final („Plan REPowerEU”).

⁴ COM(2022) 360 final („Štednja plina za sigurnu zimu”).

⁵ SL L 173, 30.6.2022. Uredba (EU) 2022/1032 Europskog parlamenta i Vijeća od 29. lipnja 2022. o izmjeni uredbi (EU) 2017/1938 i (EZ) br. 715/2009 u pogledu skladištenja plina; SL L 206, 8.8.2022. Uredba Vijeća (EU) 2022/1369 od 5. kolovoza 2022. o koordiniranim mjerama za smanjenje potražnje za plinom.

⁶ COM(2022) 473 final („Prijedlog uredbe Vijeća o hitnoj intervenciji za rješavanje problema visokih cijena energije”).

⁷ COM(2021) 557 final („Izmjena Direktive 2018/2001, Uredbe 2018/1999 i Direktive 98/70/EZ u pogledu promicanja energije iz obnovljivih izvora”).

⁸ COM(2021) 550 final („Spremni za 55 %: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti”).

zelenog plana EU će morati osmisliti, provesti i povećati inovativna rješenja za energetska učinkovitost i energiju iz obnovljivih izvora. Polovina smanjenja emisija stakleničkih plinova koje se očekuje do 2050. zahtijevat će tehnologije koje još nisu spremne za tržište⁹, tako da su aktivnosti istraživanja i inovacija ključna komponenta potrebna za povećanje tehnološkog suvereniteta i globalne konkurentnosti EU-a.

Unutar tog okvira i u skladu s prethodnim izdanjima u ovom trećem godišnjem izvješću o napretku u pogledu konkurentnosti¹⁰ predstavlja se sadašnje i predviđeno stanje različitih tehnologija i rješenja za proizvodnju čiste energije i proizvodnju energije s niskim emisijama ugljika¹¹. Njime se isto tako mapiraju aspekti istraživanja, inovacija i konkurentnosti cjelokupnog sustava čiste energije EU-a¹².

Izdanje za 2021. bilo je važno za ocjenu gospodarskog oporavka nakon krize uzrokovane bolešću COVID-19 jer je u njemu istaknuto kako poboljšanja konkurentnosti mogu kratkoročno i srednjoročno ublažiti gospodarski i socijalni učinak pandemije.

U ovogodišnjem izvješću treba uzeti u obzir poziv EU-a na intenzivnije uvođenje tehnologija čiste energije te učinak energetske krize na sektor. U tom kontekstu izvješće se temelji na dostupnim podacima kako bi se pružio uvid u načine za jačanje konkurentnosti EU-a u strateškim energetskim lancima vrijednosti, uz istodobno povećanje penetracije tehnologija čiste energije EU-a. Isto tako, zbog tekućih geopolitičkih, energetskih i klimatskih kretanja koja se brzo mijenjaju, većina ažuriranih kvantitativnih podataka ne može uvijek odražavati dosad nezabilježenu situaciju na odgovarajući način. Stoga je ovo izvješće usmjereno na napredak ostvaren do kraja 2021., a temelji se na konsolidiranim podacima koji su bili dostupni do tada. Noviji podaci navedeni su ako su bili dostupni i pouzdani. Međutim, takvi su podaci rijetki i stoga još ne mogu u potpunosti odražavati učinak trenutačne energetske krize na konkurentnost tehnologija čiste energije. Kad god je to moguće te kako bi se uzeli u obzir nedavni izazovi s kojima se suočio sektor čiste energije i njihov utjecaj na taj sektor, analiza se temelji na već vidljivim posljedicama i kvalitativnim ocjenama za 2022.; međutim, puni će se učinak moći ocijeniti tek u izvješću o napretku za sljedeću godinu.

Konkurentnost je složen i višedimenzionalan koncept, koji se ne može definirati s pomoću jednog pokazatelja¹³. Stoga se u ovom izvješću ocjenjuje konkurentnost cjelokupnog sustava čiste energije EU-a (odjeljak 2.) te posebnih tehnologija i rješenja čiste energije (odjeljak 3.) analizom utvrđenog skupa pokazatelja (Prilog I.). Počevši od ove godine, Opservatorij

⁹ Europska komisija, Glavna uprava za istraživanje i inovacije, *Research and innovation to REPower the EU* (Istraživanje i inovacije za ostvarivanje plana REPower u EU-u), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022., <https://data.europa.eu/doi/10.2777/74947>

¹⁰ Izvješće Komisije Europskom parlamentu i Vijeću „Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije” (prvo izdanje: COM(2020) 953 final; drugo izdanje: COM(2021) 952 final).

¹¹ Među njima su: solarna fotonaponska energija, energija vjetra na moru i na kopnu, dizalice topline za primjenu u zgradama, baterije, proizvodnja obnovljivog vodika s pomoću elektrolize, obnovljiva goriva, pametne tehnologije za upravljanje energijom, hidroenergija, energija oceana, geotermalna energija, hvatanje, upotreba i skladištenje ugljika, bioenergija, koncentrirana solarna energija i toplina, nuklearna energija.

¹² U ovom izvješću sustav čiste energije obuhvaća tri segmenta tržišta:

1. obnovljivu energiju, uključujući proizvodnju i ugradnju opreme i proizvodnju obnovljive energije,

2. energetska učinkovitost i sustave gospodarenja energijom koji uključuju tehnologije i aktivnosti kao što su pametna brojila, pametne mreže, skladištenje energije i obnova zgrada te

3. električnu mobilnost, koja uključuje komponente kao što su baterije i gorivne ćelije neophodne za električna vozila i infrastrukturu za punjenje.

¹³ Na temelju zaključaka Vijeća za konkurentnost od 28. srpnja 2020.

Komisije za tehnologiju čiste energije provest će dubinsku analizu utemeljenu na dokazima, koja će biti osnova za ovo izvješće¹⁴.

Ovo se izvješće objavljuje u skladu s člankom 35. stavkom 1. točkom (m) Uredbe o upravljanju energetsom unijom i djelovanjem u području klime¹⁵ i prilaže se izvješću o stanju energetske unije¹⁶.

2. SVEUKUPNA KONKURENTNOST SEKTORA ČISTE ENERGIJE U EU-U

2.1. Kontekst: novosti

2.1.1. Cijene i troškovi energije: najnovija kretanja

Kako je navedeno u prethodnim izvješćima o napretku u pogledu konkurentnosti, u posljednjem desetljeću cijene električne energije i plina za industriju u EU-u bile su više nego u većini zemalja skupine G-20 koje nisu članice EU-a. Ničim izazvana i neopravdana invazija Rusije na Ukrajinu povećala je ionako rekordne cijene zabilježene 2021. u EU-u i mnogim drugim regijama svijeta. Veleprodajne cijene plina u Europi u prvom tromjesečju 2022. bile su pet puta veće u odnosu na prethodnu godinu, a u kolovozu 2022. dosegnule su povijesni vrhunac, da bi se zatim snizile. Budući da elektrane na plin često određuju cijene na europskim tržištima, to je dovelo do sličnih kretanja veleprodajnih cijena električne energije¹⁷. Utjecale su i na troškove proizvodnje u nekim sektorima, konkretno u energetski intenzivnim industrijama. Povećavala se i cijena proizvodâ. Peto izvješće Cijene i troškovi energije¹⁸, koje treba donijeti krajem 2022., donijet će ažurirane kvantitativne podatke i analizu.

Od 2021. EU i države članice već su poduzeli nekoliko mjera kako bi pridonijeli ublažavanju učinka visokih cijena energije¹⁹. Komisijin Prijedlog uredbe o hitnoj intervenciji za rješavanje problema visokih cijena energije, kako je dogovoreno na sastanku Vijeća u rujnu 2022., uključuje alate za smanjenje upotrebe plina za proizvodnju električne energije za približno 4 % tijekom zime, pritom smanjujući pritisak na cijene, te prijedlog za prikupljanje više od 140 milijardi EUR za države članice kako bi se pridonijelo ublažavanju učinka visokih cijena energije na potrošače²⁰.

Iako je utjecaj tog trenda na lance vrijednosti tehnologija čiste energije i dalje neujednačen, može ukazivati na poboljšanje njihove konkurentnosti, osobito u usporedbi s neobnovljivim alternativama²¹. Primjerice, proizvodnja solarne fotonaponske energije već predstavlja najjeftiniji način proizvodnje energije u sve većem broju zemalja. Međutim, kad je riječ o

¹⁴ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

¹⁵ SL L 328, 21.12.2018. Uredba (EU) 2018/1999 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o upravljanju energetsom unijom i djelovanjem u području klime.

¹⁶ COM(2022) 547 final („Stanje energetske unije 2022.”).

¹⁷ Europska komisija, Glavna uprava za energetiku, Opservatorij za energetske tržište, Tromjesečno izvješće o europskim tržištima plina, svezak 15.

¹⁸ Prethodno izdanje za 2020.: COM(2020) 951 final („Cijene i troškovi energije u Europi”).

¹⁹ Mjere uključuju Komisijine komunikacije COM(2021) 660 final („Paket mjera za djelovanje i potporu za suočavanje s rastom cijena energije”) i COM(2022) 138 final („Sigurnost opskrbe i osiguravanje priuštivih cijena energije”).

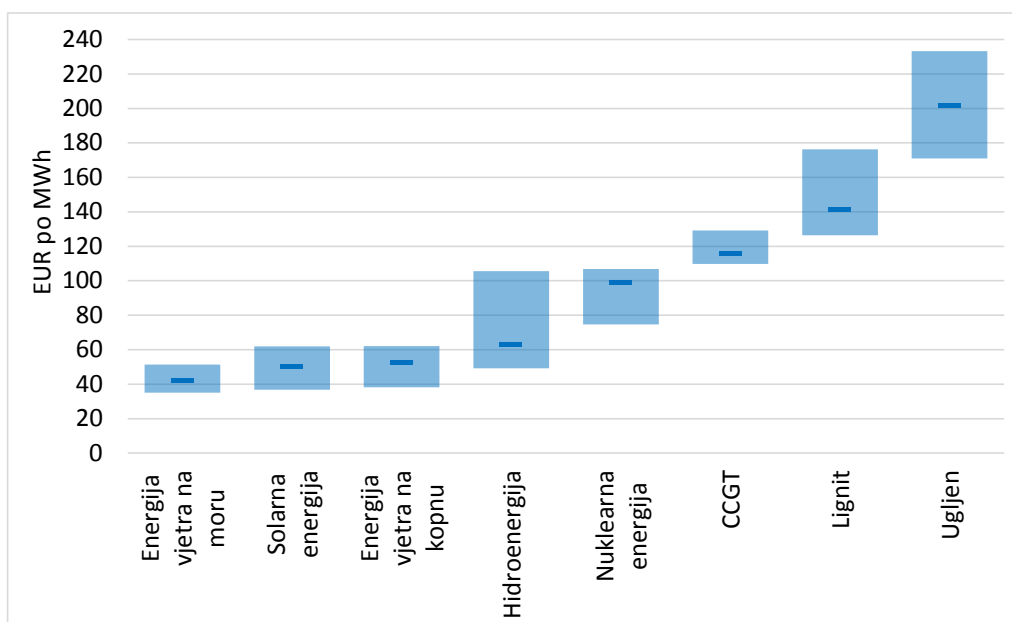
²⁰ COM(2022) 473 final („Prijedlog uredbe Vijeća o hitnoj intervenciji za rješavanje problema visokih cijena energije”).

²¹ Međunarodna agencija za obnovljivu energiju (IRENA), [World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway \(Pogled na svjetske energetske tranzicije: ostvarivanje scenarija od 1,5 °C\)](#), Abu Dhabi.

produktivni obnovljivog vodika s pomoću elektrolize vode, trošak električne energije jedan je od glavnih čimbenika koji utječe na ekonomsku održivost elektrolizatora.

Slika 1 pruža veći uvid u troškove tehnologija čiste energije. Daje pregled izračuna ukupnih srednjih troškova proizvodnje energije (LCOE) za 2021. za niz reprezentativnih uvjeta²² u cijelom EU-u. Rezultati pokazuju da su tehnološka postrojenja s niskim varijabilnim troškovima (uključujući varijabilne operativne troškove i troškove goriva) 2021. bila vrlo troškovno konkurentna. Nalaz je još konkretniji kad je riječ o proizvodnji električne energije iz solarne energije i energije vjetra, čiji se LCOE nalazi u rasponu od 40 do 60 EUR/MWh. Osim toga, čini se da su 2021. postrojenja s plinskim turbinama s kombiniranim ciklusom (CCGT) u prosjeku bila konkurentnija od proizvodnje energije s pomoću ugljena. CCGT je profitirao od prvenstvenog dispečiranja u prva tri tromjesečja 2021., dok je promjena vrste goriva postala važna tek u četvrtom tromjesečju 2021. To je omogućilo znatno više faktore kapaciteta za CCGT u 2021.²³ Rast cijena plina i dalje je pogodovao prelasku s plina na ugljen u prvom tromjesečju 2022., unatoč povećanju cijena ugljika. Međutim, nerazmjernost se počeo smanjivati zbog visokih cijena ugljena na početku drugog tromjesečja 2022., a nedavne objave nekih država članica o privremenom povećanju upotrebe elektrana na ugljen dovele su do očekivanja da će cijene ugljena dodatno rasti u narednim mjesecima.

Slika 1: Pregled ukupnih srednjih troškova proizvodnje energije (LCOE) za pojedina tehnološka postrojenja za 2021. Svjetloplave trake prikazuju raspon u okviru EU27. Debele plave linije označavaju medijan.



Izvor: Simulacija modela METIS Zajedničkog istraživačkog centra, 2022.²⁴

²² Podatkovne točke prikazane su za podatke od prvog do trećeg interkvartilnog raspona kako bi se filtrirale netipične vrijednosti.

²³ Modeliranim faktorima kapaciteta mogla bi se u određenoj mjeri precijeniti stvarna promjena vrste goriva, a time i razlike između faktora kapaciteta (vidjeti odjeljak 2.1. u Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. i Koolen, D., [Simulating the electricity price hike in 2021 \(Simulacija povećanja cijena električne energije 2021.\)](#), JRC127862, EUR 30965 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022.).

²⁴ JRC127862 Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S. i Koolen, D., [Simulating the electricity price hike in 2021 \(Simulacija povećanja cijena električne energije 2021.\)](#), EUR 30965 EN, Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022.

Vrlo visoke cijene električne energije osigurale su veliku financijsku korist proizvođačima električne energije s nižim graničnim troškovima (npr. oni koji posluju u sektorima energije vjetra i solarne energije). Komisija je stoga predložila uredbu o hitnoj intervenciji za rješavanje problema visokih cijena energije²⁵, o kojoj je postignut politički dogovor na izvanrednom sastanku Vijeća za energetiku održanom 30. rujna. Ta uredba uključuje privremeno uvođenje gornje granice prihoda i preraspodjelu prihoda od inframarginalnih tehnologija kako bi se ublažile poteškoće za potrošače energije i društvo općenito. Uključuje i obvezni privremeni solidarni doprinos koji se primjenjuje na dobit poduzeća koja posluju u sektorima sirove nafte, prirodnog plina, ugljena i rafinerija, koja se znatno povećala u usporedbi s prethodnim godinama. Trenutačna energetska kriza, odnosno kriza fosilnih goriva, najnoviji je podsjetnik na potrebu za promjenom paradigme kako bi se osigurala buduća stabilnost.

U okviru plana REPowerEU poziva se na znatno ubrzanje primjene i povećanje udjela energije iz obnovljivih izvora u proizvodnji energije, industriji, zgradama i prometu – ne samo radi bržeg ostvarivanja energetske neovisnosti EU-a i poticanja zelene tranzicije, već i radi smanjenja cijena električne energije i uvoza fosilnih goriva do kojeg će doći s vremenom²⁶. Mjere će uključivati poticanje razvoja energije iz obnovljivih izvora, što će zahtijevati infrastrukturu za električnu energiju koja će odgovarati toj svrsi. Kako bi se ostvarili ciljevi plana REPowerEU, uvođenje energije iz obnovljivih izvora treba kombinirati s mjerama za uštedu energije i energetska učinkovitost²⁷.

2.1.1. Globalni resursi i lanci opskrbe materijalima: slabe točke i poremećaji

Zajedno s problemima pouzdanosti postojećih lanaca opskrbe, osobito kad je riječ o opskrbi prirodnim plinom, pandemija bolesti COVID-19 i trenutačni geopolitički kontekst doveli su do poremećaja u određenim globalnim lancima opskrbe materijalima i resursima, te su stoga utjecali na sektor čiste energije. EU se uvelike oslanja na opskrbu iz trećih zemalja, a usporednu zelenu i digitalnu tranziciju omogućit će pristup sirovinama. Najnovija kretanja u okviru globalnih lanaca opskrbe materijalima i resursima ukazala su na potrebu za hitnim jačanjem otpornosti EU-a i sigurnosti njegove opskrbe energijom ostvarivanjem neovisnosti u pogledu materijala i resursa te tehnološkim suverenitetom.

Dostupnost materijala i otpornost lanaca opskrbe preduvjeti su za provedbu plana REPowerEU jer povećanje potražnje za čistim tehnologijama ide ruku pod ruku s povećanjem potražnje za resursima kao što su metali i minerali. Tehnologije koje se uvelike oslanjaju na uvezene sirovine ili na komponente koje sadržavaju te sirovine uključuju tehnologije vjetra (trajni magneti, elementi rijetkih zemalja), solarne fotonaponske tehnologije (srebro, germanij, galij, indij, kadmij, metalni silicij) i baterije (kobalt, litij, grafit, mangan, nikal)²⁸. Međunarodna agencija za energiju (IEA) predviđa da će se zbog

²⁵ COM(2022) 473 final („Prijedlog uredbe Vijeća o hitnoj intervenciji za rješavanje problema visokih cijena energije”).

²⁶ Vidjeti odjeljak 3., 6. stranicu dokumenta COM(2022) 230 final („Plan REPowerEU”).

²⁷ COM(2022) 360 final („Štednja plina za sigurnu zimu”).

²⁸ Europska komisija, *Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU - a foresight study* (Kritični materijali za strateške tehnologije i sektore u EU-u – prognostička studija), 2020., <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>.

najavljenog uvođenja energije iz obnovljivih izvora ukupna globalna potražnja za mineralima udvostručiti ili čak učetverostručiti do 2040.²⁹

Naglo povećanje cijena sirovina utječe na troškove tehnologija čiste energije. Cijene robe koja je potrebna za te tehnologije, kao što su litij i kobalt, više su se nego udvostručile 2021., dok su se cijene bakra i aluminijska približno povećale za između 25 % i 40 %³⁰. Iste se godine preokrenuo desetogodišnji trend smanjivanja troškova vjetroturbina i solarnih fotonaponskih modula: u usporedbi s 2020. njihove su se cijene povećale za 9 %, odnosno 16 %. Baterijski sklopovi bit će 2022. najmanje 15 % skuplji nego 2021.³¹

Novi je izazov izbjeći zamjenjivanje ovisnosti o fosilnim gorivima ovisnošću o uvezenim sirovinama i tehnološkom znanju potrebnom za njihovu preradu i izradu komponenata. Primjerice, Kina gotovo ima monopol kad je riječ o vađenju i preradi elemenata rijetkih zemalja koji su ključni za tehnologije čiste energije, u kombinaciji sa snažnim tržišnim položajem u okviru njihova lanca proizvodnje.

Poteškoća ovisnosti o resursima sastoji se od tri dijela. Prvo, EU se suočava s povećanom konkurencijom kad je riječ o pristupu kritičnim sirovinama, s obzirom na to da druge zemlje sve više nastoje izgraditi vlastiti kapacitet i potencijalno ograničiti svoj izvoz. Polovina od 30 kritičnih sirovina s popisa EU-a³² uvozi se u omjerima većima od 80 % volumena, što je osobito zabrinjavajuće ako je opskrba koncentrirana u svega nekoliko zemalja.

Drugo, unatoč znatnom napretku koji je postignut u smislu kružnog gospodarstva i stopa recikliranja (sad se reciklira više od 50 % određenih metala³³, što pokriva više od 25 % njihove potrošnje³⁴), sekundarne sirovine same neće biti dovoljne da se odgovori na veliku potražnju koja i dalje raste. Sekundarne sirovine predstavljaju i dodatne poteškoće (npr. veći troškovi recikliranja određenih materijala, tehnička izvedivost i nedovoljna dostupnost sklopova za zamjenu na kraju životnog vijeka). Međutim, s povećanjem troškova primarnih materijala i količine dostupnih sklopova za zamjenu na kraju životnog vijeka poboljšat će se ekonomija recikliranja. Sekundarne sirovine stoga će biti važan izvor opskrbe nakon 2030., pod uvjetom da potrebno ulaganje započne odmah. Vrlo je važan i inovativan dizajn koji omogućuje recikliranje.

Treće, postoji teoretski potencijal da se vađenjem sirovina iz europskog tla pokrije od 5 % do 55 % potreba koje će Europa imati 2030.³⁵ Međutim, jačanje domaćih kapaciteta za vađenje

²⁹ IEA, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions \(Uloga kritičnih minerala u tranziciji prema čistoj energiji\)](#), revidirana verzija iz svibnja 2022.

³⁰ Kim, T., [Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies \(Kritični minerali ugrožavaju višedesetljetni trend smanjenja troškova za tehnologije čiste energije\)](#), internetske stranice IEA-e, svibanj 2022.

³¹ IEA, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions \(Uloga kritičnih minerala u tranziciji prema čistoj energiji\)](#), revidirana verzija iz svibnja 2022.

³² COM(2020) 474 final, Pouzdanost opskrbe kritičnim sirovinama: put prema većoj sigurnosti i održivosti.

³³ Željezo, cink ili platina.

³⁴ Europska komisija – Glavna uprava za energetiku: Guevara Opinska, L., Gérard, F., Hoogland, O., et al., *Study on the resilience of critical supply chains for energy security and clean energy transition during and after the COVID-19 crisis: final report* (Studija o otpornosti lanaca opskrbe kritičnih za sigurnost opskrbe energijom i prelazak na čistu energiju za vrijeme i nakon krize uzrokovane pandemijom bolesti COVID-19: završno izvješće), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2021., <https://data.europa.eu/doi/10.2833/946002>.

³⁵ KU Leuven, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge* (Metali za čistu energiju: Putovi za rješavanje europskog problema sirovina), 2022.

ometaju dugotrajni postupci dobivanja dozvola i pitanja povezana s okolišem, nedostatan kapacitet za rafiniranje te nedostatak kvalificirane radne snage i stručnog znanja. Novi Prijedlog uredbe o baterijama³⁶ primjer je vodeće inicijative s pomoću koje će Europa preuzeti vodstvo u kružnom gospodarenju baterijama – od održivog vađenja sirovina do recikliranja.

Manjak resursa kao što su zemljište i voda – za postavljanje solarnih elektrana, vjetroelektrana ili proizvodnju bioenergije odnosno elektrolizu vode za proizvodnju obnovljivog ugljika – može ograničiti daljnje uvođenje tehnologija čiste energije u EU-u na željenoj razini. Olakšavanjem višestruke upotrebe prostora, kao što je agri-PV (kombinacija poljoprivrede i proizvodnje solarne fotonaponske energije) i određivanjem lokacija u okviru prostornog planiranja morskog područja za istodobne aktivnosti, kao što su ribarstvo i proizvodnja energije iz obnovljivih izvora na moru, može se pridonijeti uklanjanju tih ograničenja. Isto tako, pri oblikovanju kombinacije izvora energije iznimno je važno da države članice uzmu u obzir dostupnost vode.

Učinkovit pristup ovisnosti EU-a o uvozu sirovina potrebnih za razvoj tehnologija čiste energije bit će ključan za osiguravanje buduće konkurentnosti sektora (u smislu troškova, tehnološkog suvereniteta i otpornosti) i ostvarivanje ciljeva usporedne zelene i digitalne tranzicije. Komisija je 2020. objavila akcijski plan³⁷ za ublažavanje rizika za sigurnost opskrbe. To je uključivalo mjere za diversifikaciju nabave iz trećih zemalja (npr. sklapanjem strateških partnerstava za sirovine), jačanje kružnog gospodarstva (npr. ekološkim dizajnom, istraživanjem i inovacijama ili mapiranjem dostupnosti kritičnih sirovina u urbanim rudnicima ili jalovini) te iskorištavanje domaćeg potencijala (npr. korištenje tehnologija za promatranje Zemlje). Osim osiguravanja opskrbe EU će možda morati osigurati i strateške rezerve ako je opskrba ugrožena. Stoga je predsjednica Europske komisije u svojem govoru o stanju Unije 14. rujna 2022. najavila Europski akt o kritičnim sirovinama.

2.1.2. Učinak pandemije bolesti COVID-19 i oporavak

Višestruki gospodarski učinak pandemije bolesti COVID-19 bio je velika prijetnja sektoru čiste energije u EU-u u razdoblju 2020.–2021.

S jedne strane, u odnosu na prihod od 163 milijarde EUR u 2020. i bruto dodanu vrijednost (BDV) od 70 milijardi EUR EU-ova industrija energije iz obnovljivih izvora povećala se za 9 %, odnosno za 8 %, u odnosu na vrijednosti iz 2019. Ukupno je ostvarila otprilike četiri puta više dodane vrijednosti po euru prihoda³⁸ nego industrija fosilnih goriva te približno 70 % više nego cjelokupan sektor proizvodnje EU-a³⁹. Međutim, taj se omjer blago pogoršao 2020., što ukazuje na sve veće propuštanje (npr. u obliku uvoza).

U 2021. znatno se povećala EU-ova proizvodnja⁴⁰ većine tehnologija i rješenja za čistu energiju, čime se preokrenuo trend zabilježen 2020. EU-ova proizvodnja baterija zabilježila

³⁶ COM(2020) 798 final, („Uredba Europskog parlamenta i Vijeća o baterijama i otpadnim baterijama, stavljanju izvan snage Direktive 2006/66/EZ i izmjeni Uredbe (EU) br. 2019/1020”).

³⁷ COM(2020) 474 final („Pouzdanost opskrbe kritičnim sirovinama: put prema većoj sigurnosti i održivosti”).

³⁸ Bruto dodana vrijednost po euru prihoda industrije fosilnih goriva manja je od 0,10 EUR (Strukturna poslovna statistika Eurostata).

³⁹ Omjer BDV-a i prihoda za proizvodnju (NACE C) u EU-u iznosi oko 0,25 EUR (Eurostat SBS_NA_IND_R2 data).

⁴⁰ To se odnosi na vrijednost proizvodnje u novčanim jedinicama (EUR).

je godinu rekordnih rezultata u kojoj se, zahvaljujući većoj aktivaciji kapaciteta, vrijednost proizvodnje učtverostručila u usporedbi s vrijednostima iz 2020. Proizvodnja dizalica topline, vjetroelektrana i solarnih fotonaponskih modula povećala se 2021. za 30 % (bila je to rekordna godina za dizalice topline, vjetroelektrane su se vratile na pretpandemijske razine, a preokrenut je i trend smanjenja proizvodnje solarnih i fotonaponskih modula, koji je bio prisutan od 2011.). Proizvodnja biogoriva, uglavnom biodizela, povećala se za 40 % i znatno se proširila među državama članicama, dok se proizvodnja bioenergije (npr. peleti, ostaci od proizvodnje škroba i drvena sječka) povećala za 5 %. Proizvodnja vodika⁴¹ povećala se za gotovo 50 % jer je Nizozemska 2021. više nego udvostručila svoju proizvodnju.

Istodobno povećanje cijena koje je započelo 2021. ipak može dati pretjerano pozitivnu sliku povećanja proizvodnje. Osim toga, u području određenih tehnologija zabilježeno je povećanje uvoza kako bi se udovoljilo sve većoj potražnji u EU-u. Primjerice, 2021. bila je godina s najvećim relativnim povećanjem trgovinskog deficita u EU-u kad je riječ o dizalicama topline (390 milijuna EUR u 2021. u usporedbi s 40 milijuna EUR u 2020., pri čemu je 2020. bila prva godina u kojoj se trgovinski višak EU-a pretvorio u deficit), nakon kojih su slijedila biogoriva (2,3 milijarde EUR u 2021., 1,4 milijarde EUR u 2020.) i solarni fotonaponski sustavi (9,2 milijarde EUR u 2021., 6,1 milijarda EUR u 2020.). Međutim, EU je održao pozitivnu trgovinsku bilancu u području tehnologije energije vjetra (2,6 milijardi EUR u 2021., 2 milijarde EUR u 2020.) i tehnologije hidroenergije, unatoč trendu smanjenja koji je prisutan od 2015. (211 milijuna EUR u 2021., 232 milijuna EUR u 2020.).

Politike gospodarskog oporavka EU-a, kao što je Mehanizam za oporavak i otpornost (RRF) u okviru instrumenta NextGenerationEU⁴², ključni su pokretači preusmjerenja i povećanja ulaganja u sektor čiste energije. U listopadu 2022. Vijeće je postiglo dogovor⁴³ o prijedlogu Europske komisije⁴⁴ da se u planove za oporavak i otpornost država članica doda posebno poglavlje povezano s planom REPowerEU kako bi se mogli financirati ključna ulaganja i reforme koji će pridonijeti ostvarivanju ciljeva tog plana⁴⁵.

Reforme i ulaganja koje države članice predlažu u svojim planovima za oporavak i otpornost dosad su premašili ciljeve u pogledu rashoda i u području klime i u području digitalizacije (najmanje 37 %, odnosno 20 % rashoda u okviru planova za oporavak i otpornost)⁴⁶. U okviru 26⁴⁷ planova za oporavak i otpornost koje je Komisija odobrila do 8. rujna 2022. mjere u vrijednosti otprilike 200 milijardi EUR posvećene su klimatskoj tranziciji, a mjere u

⁴¹ To uključuje sav vodik, neovisno o načinu proizvodnje.

⁴² COM(2020) 456 final („Europa na djelu: oporavak i priprema za sljedeću generaciju”).

⁴³ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/10/04/repowereu-council-agrees-its-position/>

⁴⁴ COM(2022) 231 final („Prijedlog uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o izmjeni Uredbe (EU) 2021/241 u pogledu poglavlja o planu REPowerEU u planovima za oporavak i otpornost i o izmjeni Uredbe (EU) 2021/1060, Uredbe (EU) 2021/2115, Direktive 2003/87/EZ i Odluke (EU) 2015/1814”).

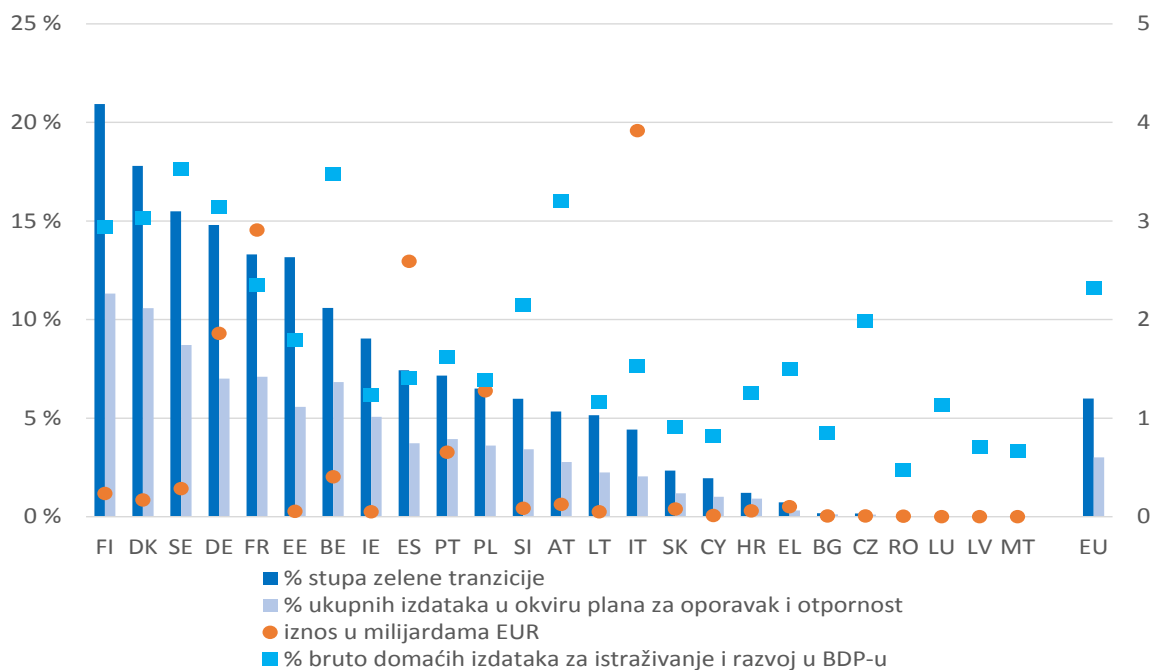
⁴⁵ Prijedlog uključuje dodatne preraspodjele proračuna EU-a za nadopunu 225 milijardi EUR zajmova u okviru Mehanizma za oporavak i otpornost koji su i dalje dostupni i poziva na povećanje sredstava tog mehanizma. Europska komisija pokrenula je bilateralne rasprave s državama članicama kako bi se utvrdile reforme i ulaganja koji bi potencijalno mogli biti prihvatljivi za financiranje na temelju novih poglavlja o planu REPowerEU. Unijino financiranje dopunjuje ostala dostupna javna i privatna financiranja, koja će imati ključnu ulogu u osiguravanju ulaganja potrebnih za ostvarivanje plana REPowerEU.

⁴⁶ Napredak u provedbi planova za oporavak i otpornost može se uživo pratiti putem tablice pokazatelja za oporavak i otpornost, internetske platforme koju je Komisija uspostavila u prosincu 2021.

⁴⁷ AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HR, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK.

vrijednosti 128 milijardi EUR digitalnoj transformaciji⁴⁸, što čini 40 %, odnosno 26 % ukupnih sredstava dodijeljenih tim državama članicama (bespovratna sredstva i zajmovi).

Slika 2: Istraživanje, razvoj i inovacije u području zelenih djelatnosti u planovima za oporavak i otpornost kao udio (lijeva os) i kao apsolutni iznos (desna os). Intenzitet istraživanja i razvoja u odnosu na BDP (desna os) isto je tako dan za usporedbu.



Izvor: Zajednički istraživački centar na temelju podataka Glavne uprave za gospodarske i financijske poslove (GU ECFIN)

Dvadeset pet planova za oporavak i otpornost koje je Vijeće odobrilo do 8. rujna 2022. sadržava mjere povezane s istraživanjem i inovacijama s ukupnim proračunom od 47 milijardi EUR⁴⁹ (uključujući tematska i horizontalna ulaganja⁵⁰). Od tog je iznosa 14,9 milijardi EUR predviđeno za ulaganja u istraživanje, razvoj i inovacije u području zelenih djelatnosti (Slika 2).

⁴⁸ U planovima za oporavak i otpornost trebalo je navesti i obrazložiti u kojoj se mjeri svakom mjerom pridonosi klimatskom cilju u potpunosti (100 %), djelomično (40 %) odnosno kojom se mjerom ne utječe (0 %) na klimatski cilj. Doprinosi klimatskom cilju izračunani su na temelju Priloga VI. Uredbi o Mehanizmu za oporavak i otpornost. Kombiniranjem koeficijenata s procjenama troškova svake mjere može se izračunati u kojoj se mjeri planovima doprinosi klimatskom cilju.

⁴⁹ Vrijednosti se temelje na metodologiji označavanja stupova za tablicu pokazatelja za oporavak i otpornost i odgovaraju mjerama dodijeljenima područjima politike „istraživanje, razvoj i inovacije u području zelenih djelatnosti”, „mjere povezane s digitalizacijom u području istraživanja, razvoja i inovacija” te „istraživanje, razvoj i inovacije kao primarna ili sekundarna područja politike”. Vijeće još nije odobrilo nizozemski plan za oporavak i otpornost, te stoga još nisu dostupni podaci koji se dobivaju metodologijom označavanja stupova. Više informacija o tablici za oporavak i otpornost dostupno je na https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/.

⁵⁰ Tematska ulaganja u istraživanja i inovacije uključuju ulaganja usmjerena na zelenu tranziciju, digitalne tehnologije i zdravlje, dok horizontalna ulaganja u istraživanje i inovacije podrazumijevaju međusektorske mjere kojima se, primjerice, jačaju ekosustavi inovacija, nadograđuje infrastruktura za istraživanja i daje potpora poslovnim inovacijama. Za više informacija tablica za oporavak i otpornost dostupna je na: https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/.

2.1.3. Ljudski kapital i vještine

Najnoviji podaci o **ljudskom kapitalu** na svjetskoj razini pokazuju da, iako je sektor čiste energije pokazao otpornost za vrijeme pandemije bolesti COVID-19, 2021. povećali su se nedostaci i manjkovi vještina, što će se prema očekivanjima nastaviti 2022.

Broj zaposlenih u širem sektoru čiste energije EU-a⁵¹ dosegao je 1,8 milijuna u 2019., uz prosječno godišnje povećanje od 3 % od 2015.⁵², što čini 1 % ukupnog broja zaposlenih u EU-u. Za usporedbu, broj zaposlenih u cjelokupnom gospodarstvu povećao se u prosjeku za 1 % godišnje⁵³, dok je zaposlenost u industriji fosilne energije u posljednjem desetljeću zabilježila pad od prosječno 2 %⁵⁴. Kad je riječ o zaposlenosti u sektoru „energije iz obnovljivih izvora”, Kina je 2020. zauzela prvo mjesto na svijetu (39 %), nakon čega je slijedio EU (11 %)⁵⁵, što je ukupno činilo 12 milijuna radnih mjesta⁵⁶.

Sastav radnih mjesta u širem europskom sektoru čiste energije izmijenio se na nekoliko načina⁵⁷. Industrija dizalica topline⁵⁸ prestiže sektore proizvodnje energije iz krutih biogoriva⁵⁹ i vjetra kao najveći poslodavac. To je uglavnom posljedica povećanja ugradnje dizalica topline. Taj će se trend vjerojatno nastaviti s provedbom plana REPowerEU i novom ponudom proizvoda koji su dostupni za sektor obnove⁶⁰. Osim toga, sektor čiste energije u prosjeku je 20 % produktivniji od cjelokupnog gospodarstva. Radna produktivnost od 2015. povećavala se brže u sektoru čiste energije (2,5 % godišnje) nego u cjelokupnom gospodarstvu (1,8 % godišnje). To se povećanje temeljilo na sektoru e-mobilnosti (5 % godišnje) i obnovljivih izvora (4 % godišnje), pri čemu su, ovisno o tehnologijama, zabilježeni različiti trendovi.

Međutim, gotovo 30 % europskih poduzeća uključenih u proizvodnju električne opreme⁶¹ zabilježilo je 2022. **manjak radne snage**, koji je dosegao još veće razine od onih iz 2018.

⁵¹ Vrijednosti u izvješću koje se odnose na sektor čiste energije temelje se na podacima Eurostata u okviru EGSS-a (kategorije „CREMA13A”, „CREMA13B” i „CEPA1”). CREMA13A (proizvodnja energije iz obnovljivih izvora) obuhvaća razvoj tehnologija potrebnih za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. CREMA13B (ušteda topline/energije i upravljanje njima) obuhvaća dizalice topline, pametna brojila, aktivnosti energetske obnove, izolacijske materijale te dijelove pametnih mreža. CEPA1 (zaštita zraka i klime) obuhvaća električna i hibridna vozila, autobuse i ostala čišća i učinkovitija vozila te infrastrukturu za punjenje koja je ključna za upravljanje električnim vozilima (to uključuje i komponente kao što su baterije, gorivne ćelije i električni pogonski sklopovi koji su ključni za električna vozila).

⁵² Podaci Eurostata [env_ac_egss1].

⁵³ Podaci Eurostata [lfsi_emp_a].

⁵⁴ Podaci Eurostata [sbs_na_ind_r2].

⁵⁵ Međunarodna agencija za obnovljivu energiju (IRENA) i Međunarodna organizacija rada (ILO), *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021* (Obnovljiva energija i radna mjesta – godišnji pregled, 2021.), Abu Dhabi i Ženeva.

⁵⁶ To uključuje izravno i neizravno zapošljavanje.

⁵⁷ EurObserv'ER. *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report (Stanje obnovljivih izvora energije u Europi – Izdanje za 2021., 20. izvješće EurObserv'ER-a)*, 2022. Ta vrijednost uključuje dizalice topline.

⁵⁸ Dizalice topline činile su 24 % svih radnih mjesta u području obnovljivih izvora, dok su kruta biogoriva i energija vjetra pojedinačno doprinijeli s 20 %. Na temelju: EurObserv'ER. *The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report (Stanje obnovljivih izvora energije u Europi – Izdanje za 2021., 20. izvješće EurObserv'ER-a)*, 2022.

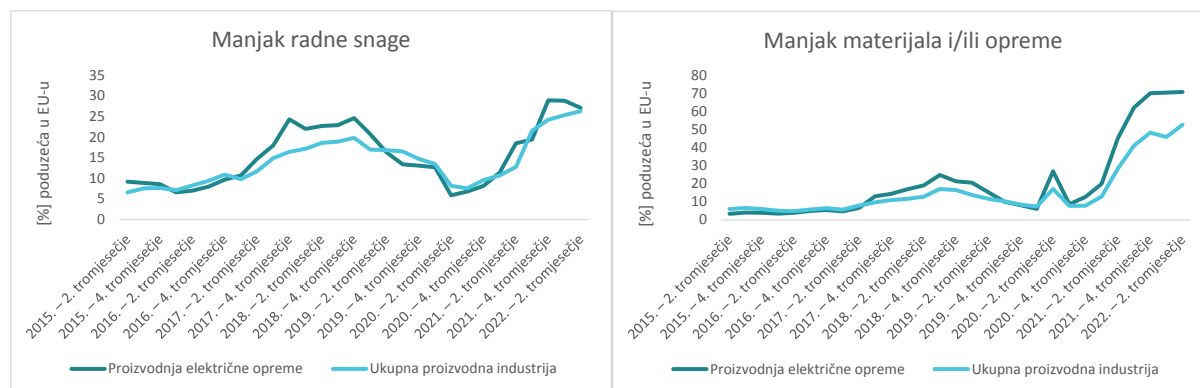
⁵⁹ Revizije metodologije posebno su utjecale na podatke o biogorivu, koji su ažurirani na temelju podataka iz projekta ADVANCEFUEL programa Obzor 2020.

⁶⁰ Europsko udruženje za dizalice topline (EHPA). *European Heat Pump Market and Statistics Report 2021* (Izvješće o europskom tržištu dizalica topline i statističkim podacima za 2021.), 2022.

⁶¹ Oznaka NACE „27 – Proizvodnja električne opreme” korištena je kao zamjenska oznaka za industrijsku proizvodnju čiste energije jer su tom kategorijom obuhvaćene mnoge tehnologije čiste energije. Korištena je i kao zamjenska oznaka

To je uglavnom posljedica cjelokupnog gospodarskog oporavka od pandemije u kombinaciji sa sporim tempom kojim se u sektoru čiste energije izgrađuju kapaciteti za razvoj vještina potrebnih za zelenu i digitalnu tranziciju⁶². Budući da se 2022. više od 70 % europskih poduzeća uključenih u proizvodnju električne opreme suočilo s nedostatkom materijala, takva kretanja pokazuju sve veći rizik od poremećaja u lancu opskrbe čistom energijom (Slika 3).

Slika 3: Nedostatak radne snage i materijala s kojim su se suočili europski proizvođači električne opreme i ukupan proizvodni sektor EU-a [%].



Izvor: Zajednički istraživački centar na temelju anketnih podataka prikupljenih od poduzeća i dobivenih od GU-a ECFIN⁶³

Planom REPowerEU poziva se na intenzivniji rad na rješavanju nedostatka kvalificirane radne snage u različitim segmentima tehnologije čiste energije. U tu svrhu i na temelju postojećih aktivnosti na razini EU-a⁶⁴ u planu se najavljuje potpora razvoju vještina putem programa ERASMUS+⁶⁵ i Zajedničkog poduzeća za čisti vodik⁶⁶. Posebne mjere predlažu se i u strategiji EU-a za solarnu energiju⁶⁷. Industrijski forum za čistu energiju donio je 2022. Zajedničku izjavu o vještinama⁶⁸, u kojoj se obvezao poduzeti konkretne korake za rješavanje

za industrijske sektore obnovljivih izvora energije u industrijskoj strategiji EU-a (COM(2020) 108 final i njezina nedavno ažurirana verzija COM(2021) 350 final).

⁶² Sporost je posljedica raznih neusklađenosti u pogledu radnih mjesta (npr. prostorne, sektorske, profesionalne i vremenske). Brza promjena usmjerena prema zelenoj i digitalnoj tranziciji u suprotnosti je s vremenom potrebnim za izgradnju kapaciteta za razvoj vještina. Vidjeti, primjerice:

- Czako, V., *Skills for the clean energy transition* (Vještine za prelazak na čistu energiju), 2022., (u pripremi);
- Asikainen, T., Bitat, A., Bol, E., Czako, V., Marmier, A., Muench, S., Murauskaitė-Bull, I., Scapolo, F. i Stoermer, E., *The future of jobs is green* (Budućnost radnih mjesta je zelena), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2021., [doi:10.2760/218792_JRC126047](https://doi.org/10.2760/218792_JRC126047);
- Cedefop (Europski centar za razvoj strukovnog osposobljavanja), *An ally in the green transition – VET, especially apprenticeship, can provide the skills needed for greening jobs – and in turn help shape them* (Saveznik u zelenoj tranziciji – strukovno obrazovanje i osposobljavanje, a posebno naukovanje, mogu osigurati vještine potrebne za poslove ozelenjavanja – i zatim pomoći pri njihovom oblikovanju), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022., <http://data.europa.eu/doi/10.2801/712651>.

⁶³ Anketni podaci prikupljeni od poduzeća i potrošača [industry_subsectors_q8_nace2].

⁶⁴ Primjerice, Program vještina za Europu iz 2020., njegova glavna inicijativa pakt za vještine i partnerstva s industrijskim sektorima te mehanizam za pravednu tranziciju.

⁶⁵ Erasmus +, <https://www.erasmuskills.eu/eskills/>.

⁶⁶ Zajedničko poduzeće za čisti vodik, *Strategic Research and Innovation Agenda 2021–2027* (Strateški istraživački i inovacijski program za razdoblje 2021.–2027.), <https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2022-02/Clean%20Hydrogen%20JU%20SRIA%20-%20approved%20by%20GB%20-%20clean%20for%20publication%20%28ID%2013246486%29.pdf>.

⁶⁷ COM(2022) 221 final („Strategija EU-a za solarnu energiju”).

⁶⁸ Zajednička izjava o vještinama u sektoru čiste energije, objavljena 16. lipnja 2022. Dostupno na: https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16_en.

utvrđenog nedostatka kvalificirane radne snage⁶⁹. Vijeće je 2022. donijelo i preporuku kojom poziva države članice da donesu mjere kojima se nastoje riješiti aspekti zapošljavanja i socijalni aspekti klimatskih, energetske i okolišnih politika⁷⁰. Europska komisija predložila je 12. listopada 2022. da 2023. bude Europska godina vještina kako bi EU postao privlačniji kvalificiranim radnicima⁷¹.

Rodna neravnoteža radne snage u energetske sektoru i u području istraživanja i inovacija povezanih s energijom i dalje je prisutna, iako uglavnom nedostaju dosljedni i kontinuirani podaci razvrstani prema spolu⁷². Nedovoljna zastupljenost žena u procesima donošenja odluka u energetske poduzećima te u visokom obrazovanju u područjima znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike (STEM) odražava se u manjem udjelu patentnih prijava sa ženama izumiteljicama (samo 20 % u svim kategorijama patenata 2021.⁷³ i tek nešto više od 15 % u kategoriji tehnologija za ublažavanje klimatskih promjena⁷⁴), u manjem udjelu *start-up* poduzeća koja osnivaju ili suosnivaju žene (manje od 15 % u EU-u 2021.)⁷⁵ te u manjim iznosima kapitala koji se ulaže u poduzeća koja vode žene (samo 2 % u *start-up* poduzeća koje vode isključivo žene i 9 % u ona koje vode miješani timovi u EU-u 2021.)⁷⁶.

EU ulaže dodatne napore kako bi osigurao uravnotežen i ravnopravan ekosustav. Inicijative uključuju strategiju za rodnu ravnopravnost za razdoblje 2020.–2025.⁷⁷, inicijativu „Women TechEU” pokrenutu 2022.⁷⁸, novi kriterij prihvatljivosti obuhvaćen programom Obzor Europa⁷⁹ te konkretne ciljne mjere iz Novog programa za inovacije iz 2022.⁸⁰ Uklanjanje razlika među spolovima neće pridonijeti samo prevladavanju izazova s kojima se EU suočava u pogledu radnih mjesta i vještina, a kako bi se ostvarila usporedna zelena i digitalna tranzicija, nego i poduprijeti uključivanje žena u ta područja rada i time riješiti društvene izazove.

2.2. Kretanja u području istraživanja i inovacija

Sve veća okolišna, geopolitička, gospodarska i socijalna nestabilnost u svijetu zahtijeva fleksibilnu politiku istraživanja i inovacija EU-a kojom se može učinkovito odgovoriti na kriznu situaciju te ujedno osigurati provedbu europskog zelenog plana.

⁶⁹ Primjerice, procjenjuje se da će 800 000 radnika morati proći osposobljavanje za rad u lancu vrijednosti za baterije kako bi se ostvarili ciljevi plana REPowerEU. Oko 400 000 radnika morat će proći osposobljavanje i usavršavanje u lancu vrijednosti za dizalice topline, ne uključujući stručnjake koji trenutačno rade u sektoru dizalica topline i očekuju umirovljenje za nekoliko godina (vidjeti bilješku 69.).

⁷⁰ 2022/C 243/04, Preporuka Vijeća o osiguravanju pravedne tranzicije prema klimatskoj neutralnosti.

⁷¹ COM(2022) 526 final.

⁷² COM(2020) 953 final, COM(2021) 952 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

⁷³ Odnosi se na izume kod kojih najmanje jedan od izumitelja dolazi iz Europe. Vrijednosti se temelje na podacima Europskog patentnog ureda za 2022.

⁷⁴ Međunarodna agencija za energiju, <https://www.iea.org/commentaries/gender-diversity-in-energy-what-we-know-and-what-we-dont-know>.

⁷⁵ Izvršna agencija za Europsko vijeće za inovacije i MSP-ove (EISMEA), 2022.

⁷⁶ Izvešće IDC-a, *European Women in Venture Capital* (Europske žene u rizičnom kapitalu), 2022.

⁷⁷ Europska komisija, Strategija za rodnu ravnopravnost.

⁷⁸ Izvršna agencija za Europsko vijeće za inovacije i MSP-ove (EISMEA), 2022. https://eisma.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-techeu_en

⁷⁹ Program Obzor Europa sadržava novi kriterij prihvatljivosti u skladu s kojim istraživačke organizacije koje podnose zahtjeve za financiranje moraju imati akcijski plan za rodnu ravnopravnost usmjeren na ostvarivanje rodne ravnoteže od 50 % u svim tijelima za donošenje odluka i ocjenjivanje povezanim s programom Obzor Europa. Više informacija dostupno je na: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en#gender-equality-plans-as-an-eligibility-criterion-in-horizon-europe.

⁸⁰ COM(2022) 332 final („Novi program za inovacije”).

Politika istraživanja i inovacija EU-a određuje smjer inovacija i portfelj tehnologija čiste energije. Najveći program istraživanja i inovacija na svijetu, Obzor Europa (s proračunom od 95,5 milijardi EUR namijenjenim za istraživanje i inovacije u razdoblju 2021.–2027.) i drugi EU-ovi programi financiranja (npr. inovacijski fond i financiranje kohezijske politike) namijenjeni su jačanju europskog ekosustava za istraživanje i inovacije i lakšem ostvarivanju ciljeva politike EU-a⁸¹. Uz zajednički i koordinirani rad u državama članicama (posebno u okviru provedbe Strateškog plana za energetske tehnologije (plan SET))⁸² aktivnosti istraživanja i razvoja povećavaju otpornost sektora čiste energije EU-a.

Većina država članica EU-a povećala je 2020. svoja javna ulaganja za istraživanje i inovacije u prioritete u području energetske unije EU-a^{83,84} za više od 4 milijarde EUR, koliko je dosad prijavljeno. Očekuje se da će konačan ukupan iznos za 2020. u apsolutnim vrijednostima biti usporediv s vrijednostima iz vremena prije financijske krize. Međutim, ako se mjeri kao udio u bruto domaćem proizvodu (BDP), razina javnog ulaganja u istraživanje i inovacije na nacionalnoj razini i razini EU-a i dalje je manja od razina iz 2014. (Slika 4).

Slika 4: Javna ulaganja u istraživanje i inovacije u području čiste energije u državama članicama EU-a kao udio u BDP-u od početka provedbe programa Obzor 2020.⁸⁵



Izvor: JRC na temelju podataka IEA-e⁸⁶ i vlastitog rada⁸⁷.

U 2020. korištenjem sredstava iz programa Obzor 2020. kojima se podupiru prioritete istraživanja i inovacija u području energetske unije dodane su 2 milijarde EUR doprinosima nacionalnih programa država članica. Iako je sam iznos nacionalnih doprinosa među glavnim

⁸¹ Europska komisija, Glavna uprava za istraživanje i inovacije, *Science, Research and Innovation Performance of the EU report 2022* (Izveštaje o uspješnosti EU-a u području znanosti, istraživanja i inovacija za 2022.), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022.

⁸² Plan SET glavni je alat EU-a za usklađivanje politika i financiranja koji se odnose na istraživanje i inovacije u području tehnologija čiste energije na razini EU-a i na nacionalnoj razini te za poticanje privatnih ulaganja. Za više informacija: https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en.

⁸³ Obnovljivi izvori energije, pametan sustav, učinkoviti sustavi, održivi promet, hvatanje, upotreba i skladištenje ugljika (CCUS) i nuklearna sigurnost, COM(2015) 80 final („Paket mjera za energetske uniju”).

⁸⁴ JRC, Informacijski sustav plana SET (SETIS): https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

⁸⁵ „OP EU-a” znači okvirni program EU-a, a „nije dostupno” odnosi se na zemlje koje nisu dostavile nikakve podatke.

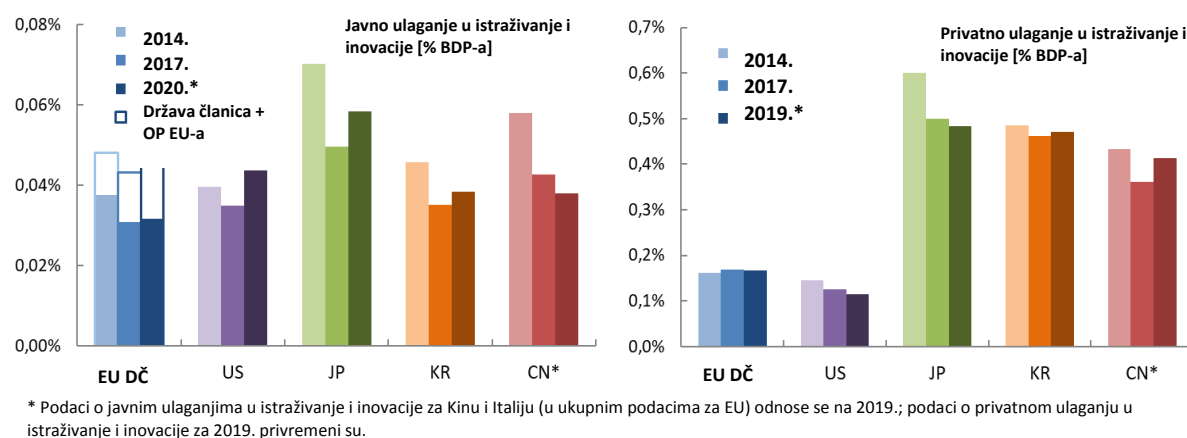
⁸⁶ Prilagođeno iz izdanja IEA-ine baze podataka proračuna za aktivnosti istraživanja, razvoja i demonstracije u području energetske tehnologije za 2022.

⁸⁷ JRC SETIS, https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

gospodarstvima i dalje malen, EU je 2020. zahvaljujući uključivanju sredstava programa Obzor 2020. zauzeo drugo mjesto među glavnim gospodarstvima kad je riječ o javnim ulaganjima u istraživanje i inovacije u području čiste energije (Slika 5)⁸⁸, izraženo i kao apsolutna potrošnja (6,6 milijardi EUR, s SAD-om koji vodi s 8 milijardi EUR) i kao udio u BDP-u (0,046 %, s Japanom koji vodi s 0,058 %, ali tik ispred SAD-a i Južne Koreje⁸⁹).

U skladu s globalnim procjenama korporativni sektor u prosjeku ulaže u istraživanje i inovacije u području čiste energije najmanje trostruko više od državnog sektora⁹⁰. Ulaganja poslovnog sektora EU-a čine 80 % potrošnje na istraživanje i inovacije u okviru prioriteta istraživanja i inovacija u području energetske unije. Procijenjena privatna ulaganja u istraživanje i inovacije u EU-u 2019. iznosila su 0,17 % BDP-a (Slika 5) i 11 % ukupne potrošnje poslovnog sektora na istraživanje i inovacije. Procjene za EU pokazuju da su od 2014. ulaganja u apsolutnim iznosima (18–22 milijarde EUR godišnje) bila usporediva s ulaganjima SAD-a i Japana. Međutim, iako su ulaganja EU-a prema postotku BDP-a nadmašila ulaganja SAD-a, razina EU-a i dalje je niža od one glavnih gospodarstava s kojima se nadmeće (Japan, Južna Koreja i Kina).

Slika 5: Javno i privatno financiranje istraživanja i inovacija u okviru prioriteta istraživanja i inovacija u području energetske unije u glavnim gospodarstvima kao udio u BDP-u



Izvor: JRC na temelju podataka IEA-e⁹¹ i vlastita rada Misije za inovacije⁹².

Od 2014. polovina država članica EU-a povećala je svoju **aktivnost patentiranja** u skladu s prioritetima istraživanja i inovacija u području energetske unije, uz prvake zelenih inovacija kao što su Njemačka i Danska, koje ostvaruju izvrsne rezultate i u apsolutnim vrijednostima i u udjelu zelenih patenata u njihovu cjelokupnom portfelju inovacija. EU je i dalje najveći

⁸⁸ Grafikon se preklapa s prve dvije kategorije slike 4 za EU. Dvije vrijednosti neznatno se razlikuju jer je vrijednost za Italiju na Slika 5 procjena.

⁸⁹ Te vrijednosti uključuju sredstva država članica i okvirnog programa EU-a. Prošlogodišnje izvješće odnosilo se samo na sredstva država članica, koja su isto tako prikazana na slici 5 te su i dalje manja od sredstava drugih glavnih gospodarstava prikazanih kao udio u BDP-u.

⁹⁰ IEA, *Tracking clean energy innovation - A framework for using indicators to inform policy* (Praćenje inovacija u području čiste energije – Okvir za primjenu pokazatelja pri donošenju utemeljenih politika), 2020.

⁹¹ Prilagođeno iz izdanja IEA-ine baze podataka proračuna za aktivnosti istraživanja, razvoja i demonstracije u području energetske tehnologije za 2022.

⁹² Podaci po zemljama Misije za inovacije, šesti ministarski sastanak Misije za inovacije, 2021., http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI_2021v0527.pdf.

podnositelj patentnih prijava na svijetu u područjima klime i okoliša (23 %), energije (22 %) i prometa (28 %).

Na svjetskoj razini 2020. bilo je nešto manje **znanstvenih publikacija** posvećenih energetske tehnologijama s niskom razinom emisije ugljika nego u razdoblju 2016.–2019. U EU-u taj je broj zabilježio blaže povećanje u razdoblju 2016.–2019. (u usporedbi s globalnim prosjekom) i znatnije smanjenje 2020. EU je na svjetskoj razini pridonio s malo više od 16 % znanstvenih članaka, ali nastavio je proizvoditi više nego dvostruki broj publikacija po glavi stanovnika u odnosu na globalni prosjek⁹³.

Takav je trend uglavnom posljedica sve većeg broja znanstvenih publikacija u drugim područjima i činjenice da se čini da gospodarstva s visokom razinom dohotka više ne dominiraju u područjima povezanim s čistom energijom i inovacijama⁹⁴. Prije deset godina EU je bio predvodnik u energetske istraživanjima, ali veliko poboljšanje kvantitete i kvalitete kineskih ostvarenja u području energetske istraživanja gurnulo je EU na drugo mjesto. Kineski istraživači prednjače kad je riječ o najcitiranijim publikacijama povezanim s energijom (s udjelom od 39 %)⁹⁵. Unatoč tome, europski znanstvenici ostvaruju suradnje i objavljuju u međunarodnim publikacijama o temama čiste energije u mjeri koja je znatno veća od globalnog prosjeka te u EU-u postoji veća razina suradnje između javnog i privatnog sektora. Okvirni program za istraživanja i inovacije Obzor 2020., Europski fond za regionalni razvoj i sedmi okvirni program za istraživanje i inovacije nalaze se među 20 globalno najpriznatijih sustava financiranja kojima se podupiru znanstvena istraživanja u području čiste energije u razdoblju 2016.–2020.⁹⁶

Potreba za poboljšanjem praćenja javne i privatne djelatnosti istraživanja i inovacija u području čiste energije te kvantitativne ocjene konkurentnosti istaknuta je u posljednjem izdanju izvješća⁹⁷ te je od tada postala još važnija. Preispitivanjem plana SET i planiranim ažuriranjem nacionalnih energetske i klimatske planova (NEPC-ovi)⁹⁸ u lipnju 2024.⁹⁹ daje se poticaj jačanju dijaloga o istraživanju i inovacijama u području čiste energije te konkurentnosti između EU-a i njegovih država članica.

⁹³ Europska komisija, Glavna uprava za istraživanje i inovacije, Provençal, S., Khayat, P., Campbell, D., *Publications as a measure of innovation performance in the clean energy sector: assessment of bibliometric indicators* (Publikacije kao pokazatelj uspješnosti u području inovacija u sektoru čiste energije: procjena bibliometrijskih pokazatelja), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022.

⁹⁴ Schneegans S., Straza, T. i Lewis, J. (urednici), *UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development* (Znanstveno izvješće UNESCO-a: Utrka s vremenom za pametniji razvoj), UNESCO Publishing, Pariz, 2021.

⁹⁵ Europska komisija, Glavna uprava za istraživanje i inovacije, *Science, Research and Innovation Performance of the EU report 2022* (Izvješće o uspješnosti EU-a u području znanosti, istraživanja i inovacija za 2022.), Ured za publikacije Europske unije, Luxembourg, 2022.

⁹⁶ Elsevier, *Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research* (Metode za ostvarivanje neutralnosti: učinak istraživanja u području čiste energije), 2021. Dostupno na: https://www.elsevier.com/data/assets/pdf_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf. Publikacije se smatraju energetske istraživanjem za ostvarivanje nultih neto stopa emisija ako unapređuju znanje o istraživanju i inovacijama u području čiste energije i metode ostvarivanja budućnosti s nultim neto stopama emisija. Podaci se prikupljaju iz baze podataka Scopus.

⁹⁷ COM (2021) 952 final i SWD(2021) 307 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

⁹⁸ Dodatne pojedinosti o NEPC-ovima: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en.

⁹⁹ SL L 328, 21.12.2018. Uredbom (EU) 2018/1999 o upravljanju energetske unijom i djelovanjem u području klime utvrđuje se redovita revizija NEPC-ova kako bi ih se uskladilo s najnovijim kretanjima u području politika. Nacrti NEPC-ova očekuju se do lipnja 2023.

2.3. Globalno tržišno natjecanje u području čiste energije

Na svjetskoj razini hitna obveza da se ubrza energetska tranzicija dovela je do osmišljavanja brojnih rješenja utemeljenih na čistoj energiji, od nišnih tehnologija do globalne industrije i međunarodnih lanaca vrijednosti. Procjenjuje se da će do 2050. globalna tržišta energije iz obnovljivih izvora vrijediti 24 bilijuna EUR, a energetske učinkovitosti 33 bilijuna EUR¹⁰⁰.

Vodstvo EU-a u području znanosti, njegova jaka industrijska baza i ambiciozni okvirni uvjeti za čistu energiju osiguravaju dobar tehnološki temelj za očekivani tržišni razvoj više tehnologija čiste energije. EU od 2014. drži dobar položaj u području **patenata zaštićenih na međunarodnoj razini**, potvrđujući time kretanja istaknuta u prošlogodišnjem izvješću¹⁰¹. EU je i dalje na drugom mjestu, odmah iza Japana¹⁰², kad je riječ o patentima visoke vrijednosti, a predvodnik je u području energije iz obnovljivih izvora te dijeli vodstvo s Japanom u području energetske učinkovitosti, uglavnom zahvaljujući tome što se specijalizirao za materijale i tehnologije za izgradnju zgrada. Podaci EU-a o patentiranju ukazuju i na njegovo vodstvo u području obnovljivih goriva, baterija i e-mobilnosti te tehnologija hvatanja, skladištenja i upotrebe ugljika.

Očekuje se da će se većina novih ulaganja u tehnologije čiste energije plasirati izvan EU-a, a potrebnim sirovinama trguje se na međunarodnom tržištu¹⁰³. Zbog toga su snažna prisutnost i utjecaj EU-a u globalnim lancima vrijednosti te njegov pristup tržištima trećih zemalja od ključne važnosti. Vlade trećih zemalja poduzimaju sve više mjera (uvođenje prepreka za pristup tržištu, zahtjevi za lokalni sadržaj i druge diskriminirajuće mjere ili prakse), čime se ipak može poremetiti **dinamika međunarodne trgovine i ulaganja**. Te mjere mogu negativno utjecati na europska radna mjesta, rast i poreznu osnovicu te smanjiti koristi koje bi EU inače ostvario kao prvi pokretač u tom području. Stvaraju i vidljiv rizik od „onečišćenja” jer mogu potaknuti druge treće zemlje da poduzmu slične mjere, što uzrokuje neučinkovitosti u međunarodnim lancima opskrbe te dugoročno utječe na poticaje za ulaganja u taj sektor. To bi pak moglo povećati sveukupne troškove tranzicije i narušiti trenutačnu predanost opće javnosti globalnoj dekarbonizaciji.

Svijetom se i dalje širi zabrinutost zbog učinka dominacije tehnologija razvijenih uz potporu države i subvencija, zatvorenih tržišta, različitih pravila zaštite intelektualnog vlasništva, politika u području inovacija i konkurentnosti u tom sektoru, osobito onih koje provodi Kina, ali i druge treće zemlje. I trenutačna geopolitička kriza utjecala je na tržišno natjecanje na globalnom tržištu čiste energije, a tek će se vidjeti na koji način nove nacionalne mjere za ubrzavanje domaćeg uvođenja tehnologija čiste energije (npr. američki Zakon o smanjenju inflacije¹⁰⁴) mogu negativno utjecati na globalnu sliku tržišnog natjecanja u području čiste energije.

¹⁰⁰ IRENA, *Global energy transformation: a roadmap to 2050* (Globalna energetska transformacija: plan za 2050.), Abu Dhabi, 2019.

¹⁰¹ COM(2021) 952 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

¹⁰² Za skupine patenata visoke vrijednosti (izume) podnosi se zahtjev većem broju ureda (tj. za njih se traži zaštita u više zemalja odnosno na većem broju tržišta).

¹⁰³ IEA, *Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector* (Nulta neto razina emisija do 2050.: plan za globalni energetski sektor), 2021.

¹⁰⁴ [INFORMATIVNI ČLANAK: *The Inflation Reduction Act Supports Workers and Families* \(Zakonom o smanjenju inflacije pomaže se radnicima i obiteljima\) | Bijela kuća.](#)

Unutar tog okvira **međunarodnom suradnjom u području istraživanja i inovacija** neće se samo dodatno ubrzati prelazak na čistu energiju, nego će se i suzbijati poremećaji na globalnom energetsom tržištu. Programima i politikama EU-a, kao što su Obzor Europa i Erasmus+, dosljedno se podupirala suradnja u području istraživanja i inovacija s pouzdanim partnerima na globalnoj razini. Komunikacija Komisije „Globalni pristup istraživanju i inovacijama”¹⁰⁵ pruža poboljšani okvir za razvoj međunarodne suradnje. U Komunikaciji Komisije „Vanjsko djelovanje EU-a u području energetike u svijetu koji se mijenja”¹⁰⁶ predviđa se intenziviranje takve suradnje i razvoj partnerstava radi podupiranja zelene tranzicije kad je riječ o ključnim temama kao što su obnovljivi i niskougljični vodik, pristup sirovinama i inovacije. Osim toga, u Komunikaciji Komisije „Novi EIP za istraživanje i inovacije”¹⁰⁷ poziva se na ažuriranje i razvoj vodećih načela za vrednovanje znanja. Kodeks prakse za pametnu upotrebu intelektualnog vlasništva očekuje se do kraja 2022.¹⁰⁸ Komisija nastoji unaprijediti međunarodnu suradnju u području energetskih inovacija i tehnologije daljnjim sudjelovanjem u Misiji za inovacije¹⁰⁹ i Forumu o čistim oblicima energije. Nadalje, u okviru nove strategije EU-a za globalnu povezivost „Global Gateway”¹¹⁰, Komunikacije Komisije „Revizija trgovinske politike”¹¹¹ i međunarodnog partnerstva za pravednu energetska tranziciju s Južnom Afrikom¹¹² naglašava se važnost produbljivanja međunarodne suradnje i trgovinskih odnosa radi iskorištavanja konkurentnosti tehnologija čiste energije u sinergiji s otvorenošću i privlačnošću jedinstvenog tržišta EU-a.

Bit će potrebno kombinirati međunarodnu suradnju u području istraživanja, prijenos tehnologije, trgovinsku politiku i energetska diplomaciju kako bi se osigurali nesmetana trgovina i ulaganja u tehnologije, usluge i sirovine potrebne za tranziciju i u EU-u i izvan njega. EU će morati i dodatno iskoristiti svoj potencijal za unapređivanje inovacija kako bi se izbjegao rizik od povećanja njegove ovisnosti o drugim velikim gospodarstvima zbog uvoznih tehnologija potrebnih za energetska tranziciju i arhitekturu novog energetskog sustava.

2.4. Okruženje za financiranje inovacija u EU-u¹¹³

Rješenjima u području klimatskih tehnologija¹¹⁴ jačaju se konkurentnost i tehnološki suverenitet EU-a. Osim uvođenja razvijenijih tehnologija proizvodnje, imat će ključnu ulogu u postizanju ugljične neutralnosti do 2050.¹¹⁵

¹⁰⁵ COM(2021) 252 final („Europska strategija za međunarodnu suradnju u svijetu koji se mijenja”).

¹⁰⁶ JOIN(2022) 23 final („Vanjsko djelovanje EU-a u području energetike u svijetu koji se mijenja”).

¹⁰⁷ COM(2020) 628 final („Novi EIP za istraživanje i inovacije”).

¹⁰⁸ Nove smjernice za vrednovanje rezultata programa Obzor Europa već su dostupne na: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/437645>.

¹⁰⁹ <http://mission-innovation.net/>. Nakon prvih pet uspješnih godina pokrenuta je Misija za inovacije verzija 2.0 (MI 2.0) s novim skupom „misija”.

¹¹⁰ JOIN(2021) 30 final („Global Gateway”), Zajednička komunikacija Europskog parlamenta, Vijeća, Europskog gospodarskog i socijalnog odbora, Odbora regija i Europske investicijske banke.

¹¹¹ COM(2021) 66 final („Revizija trgovinske politike – otvorena, održiva i odlučna trgovinska politika”).

¹¹² Partnerstvo za pravednu energetska tranziciju s Južnom Afrikom (europa.eu).

¹¹³ Analiza predstavljena u ovom odjeljku temelji se na podacima društva PitchBook. PitchBook trenutačno u svojoj vertikali za klimatske tehnologije sadržava podatke o više od 2 750 društava rizičnog kapitala (u usporedbi s više od 2 250 u vrijeme objave izvješća o CPR-u za 2021.). Vrijednosti za povijesna ulaganja u rizični kapital u izvješćima o CPR-u za 2020. i 2021. stoga se ne mogu izravno uspoređivati.

¹¹⁴ Vertikala za klimatske tehnologije platforme PitchBook sadržava podatke o 2 760 poduzeća koja razvijaju tehnologije namijenjene ublažavanju učinaka klimatskih promjena ili prilagodbi tim učincima. Većina poduzeća u toj vertikali

U posljednjih šest godina područje klimatskih tehnologija u EU-u privlači sve veće ulaganje rizičnog kapitala¹¹⁶, koje je predvodnik u području inovacija. S obzirom na dugotrajan proces razvoja klimatskih tehnologija, potrebna je znatna količina kapitala za cijeli ciklus financiranja *start-up* poduzeća, potrebna su ulaganja u istraživanje i inovacije¹¹⁷ te djelovanje vlade kako bi razvoj rješenja klimatskih tehnologija bio povezan s manje rizika i kako bi se dodatno potaknulo sudjelovanje privatnog sektora.

Ulaganje rizičnog kapitala u **području klime** u cijelom je svijetu pokazalo zavidnu otpornost na utjecaj pandemije, uz više razine ulaganja već 2020. (20,2 milijarde EUR) i nove rekordne razine 2021. (40,5 milijardi EUR, što čini povećanje od 100 % u usporedbi s 2020.¹¹⁸). U okviru tog iznosa *start-up* poduzeća i rastuća poduzeća u području klimatskih tehnologija koja imaju sjedište u EU-u privukla su 2021. 6,2 milijarde EUR ulaganja rizičnog kapitala, što je više od dvostruko u odnosu na razinu iz 2020.¹¹⁹ To čini 15,4 % globalnih ulaganja rizičnog kapitala u području klimatskih tehnologija. Godina 2021. bila je i prva godina u kojoj su ulaganja u kasnijoj fazi u poduzeća u području klimatskih tehnologija sa sjedištem u EU-u bila viša u odnosu na takva ulaganja u Kini¹²⁰. Međutim, ulaganja u ranoj fazi zabilježila su 2021. novi porast u SAD-u i Kini, ali dosegnula su vrhunac u EU-u (Slika 6).

usmjerena je na smanjenje emisija primjenom tehnologija i postupaka dekarbonizacije. Primjene u okviru vertikale te industrije uključuju proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, dugoročno skladištenje energije, elektrifikaciju prometa, inovacije u području poljoprivrede, poboljšanje industrijskih procesa te tehnologije rudarenja.

¹¹⁵ Odjeljak je osmišljen u bliskoj suradnji s Opservatorijem Europske komisije za tehnologiju čiste energije: Georgakaki, A. et al, *Clean Energy Technology Observatory Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report* (Opća strateška analiza tehnologije čiste energije u Europskoj uniji Opservatorija za čistu energiju – Izvješće o stanju za 2022.), Europska komisija, 2022., JRC131001.

¹¹⁶ Sklapanje poslova povezano s rizičnim kapitalom definira se kao sklapanje poslova u ranoj fazi (uključujući idejnu fazu, fazu razvoja ideje / inkubatora, poslovnog anđela, početnu fazu, financiranje sredstvima serije A i B do kojeg dolazi u roku od pet godina od datuma osnivanja poduzeća) te kao sklapanje poslova u kasnijoj fazi (najčešće financiranje sredstvima serija od B do Z+ i/ili financiranje koje se odvija više od pet godina nakon datuma osnivanja poduzeća, neobjavljene serije i porast/širenje privatnog vlasničkog kapitala).

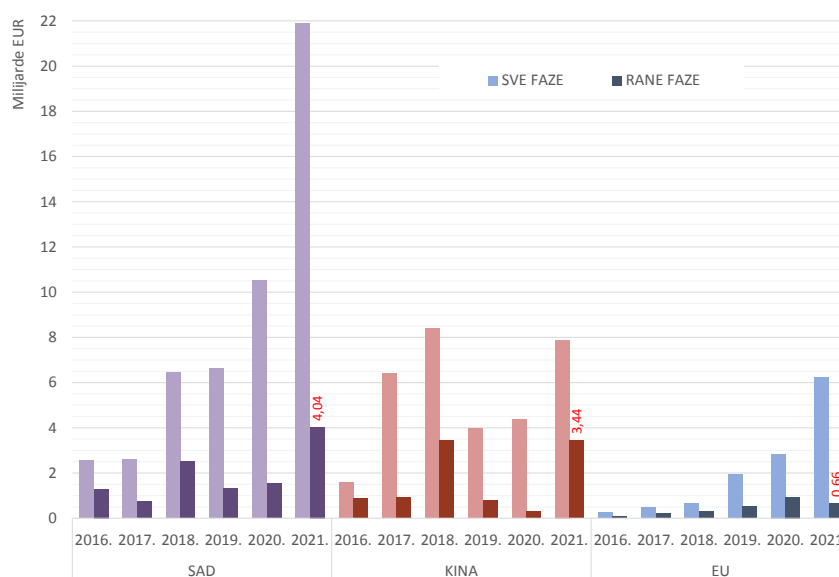
¹¹⁷ Time se uvodi pojam *deep-green start-up* poduzeća (*start-up* poduzeća koja koriste najsuvremenije tehnologije za savladavanje izazova povezanih s okolišem, kao što su proizvodnja zelenih baterija i električni zrakoplovi). *Deep-green* poduzeća nalaze se na sjecištu klimatskih tehnologija i tehnologija koje se temelje na bitnim znanstvenim ili tehničkim postignućima (*deep-tech* poduzeća odnose se na primjenu znanstvenih otkrića u inženjerstvu, matematici, fizici i medicini; za njih su karakteristični dugi ciklusi istraživanja i razvoja te neispitani poslovni modeli).

¹¹⁸ Prema razradi JRC-a na temelju podataka platforme PitchBook, to čini 5,2 % ukupnog financiranja rizičnim kapitalom 2021. (4,6 % u 2020.).

¹¹⁹ COM(2021) 952 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

¹²⁰ Samo ulaganja u švedskog proizvođača baterija za električna vozila Northvolt posljednjih su godina znatno utjecala na opće trendove ulaganja rizičnog kapitala u poduzeća EU-a u području klimatskih tehnologija. Kako je poduzeće napredovalo prema kasnijim fazama ulaganja, početna ulaganja u europska poduzeća u području klimatskih tehnologija 2021. smanjila su se, dok su se ulaganja kasnije faze povećala i prvi put dosegnula veću vrijednost od one o kojoj je izvijestila Kina.

Slika 6: Ulaganja rizičnog kapitala u start-up poduzeća i rastuća poduzeća u području klimatskih tehnologija



Izvor: Razrada JRC-a na temelju podataka platforme Pitchbook

Područje energetike činilo je 22 % globalnih ulaganja rizičnog kapitala u području klimatskih tehnologija u 2021. (proizvodnja čiste energije¹²¹ činila je 13,2 %, a mrežne tehnologije¹²² 8,7 %). Uz razine gotovo četiri puta veće (x 3,8) u odnosu na 2020.¹²³ područje energetike i dalje je iza područja mobilnosti i prometa (46 %), ali prvi je put preteklo područje hrane i upotrebe zemljišta (19,6 %).

Ulaganja rizičnog kapitala u energetska poduzeća u EU-u potvrdila su kontinuirani rast zabilježen u posljednje četiri godine (za do 60 % u 2020.). Unatoč tom dobrom rezultatu, relativni udio ulaganja rizičnog kapitala EU-a u energetiku prepolovio se 2021. Uz 10 % ulaganja rizičnog kapitala u energetska poduzeća EU zauzima treće mjesto, znatno iza SAD-a (62 %) i Kine (13,3 %), koji su oboje 2021. zabilježili izvanredne razine ulaganja zahvaljujući sklapanju velikih poslova u području proizvodnje čiste energije.

Unatoč pozitivnoj dinamici financiranja rizičnim kapitalom u EU-u i poticanju ulagača rizičnog kapitala da ulažu u poduzeća u području klimatskih tehnologija sa sjedištem u EU-u, strukturne prepreke i društveni izazovi¹²⁴ i dalje kočće rastuća poduzeća EU-a u području klimatskih tehnologija u usporedbi s drugim velikim gospodarstvima. Taksonomijom EU-a za održive djelatnosti ipak se pruža okvir za olakšavanje trajnih ulaganja te se definiraju

¹²¹ Uključujući solarnu energiju, energiju vjetra, nuklearnu energiju, energiju iz otpada, energiju oceana i hidroenergiju te geotermalnu energiju.

¹²² Uključujući dugotrajno skladištenje energije, upravljanje mrežom, analitiku, baterijske tehnologije, pametnu mrežu i proizvodnju čistog vodika.

¹²³ Ulaganja u tehnologije proizvodnje čiste energije glavni su pokretač tog rasta. Zbog znatnih velikih ulaganja u nuklearnu fuziju u SAD-u te u energiju vjetra u Kini ta su se ulaganja povećala 2,4 puta brže od ulaganja u mrežne tehnologije i ulaganja rizičnog kapitala u području klimatskih tehnologija općenito.

¹²⁴ COM(2020) 953 final („Izvešće o napretku u pogledu konkurentnosti u području čiste energije”) i COM(2022) 332 final („Novi program za inovacije”).

okolišno održive gospodarske djelatnosti. Osim toga, EU-ova se politika inovacija tijekom godina proširila, a s njom se promijenio i institucionalni kontekst¹²⁵.

U okviru trećeg stupa programa Obzor Europa „Inovativna Europa” osigurani su alati za podupiranje *start-up* poduzeća, rastućih poduzeća te malih i srednjih poduzeća (MSP-ovi). U tom kontekstu Europsko vijeće za inovacije (EIC), s proračunom od 10,1 milijardu EUR za razdoblje 2021.–2027., glavni je inovacijski program EU-a za utvrđivanje, razvoj i povećanje najnaprednijih tehnologija i inovacija. Programom Obzor Europa podupiru se i inicijativa europskih inovacijskih ekosustava i Europski institut za inovacije i tehnologiju (EIT). Zajednica znanja i inovacija EIT InnoEnergy izgradila je najveći održivi ekosustav energetskih inovacija na svijetu te usto predvodi kretanje prema dekarboniziranom EU-u do 2050. vođenjem triju industrijskih lanaca vrijednosti (Europski savez za baterije, Europski centar za ubrzavanje razvoja zelenog vodika i europska inicijativa za solarnu energiju).

Kad je riječ o **programima financiranja sredstvima EU-a**, inovacijski fond jedan je od najvećih svjetskih fondova¹²⁶ za demonstraciju čistih inovativnih tehnologija i njihovo uvođenje na industrijskoj razini. Program InvestEU važan je element plana oporavka EU-a jer se njime podupire pristup financiranju za MSP-ove, poduzeća srednje tržišne kapitalizacije i druga poduzeća te dostupnost tog financiranja. U okviru kohezijske politike osiguravaju se opsežna i dugoročna ulaganja, osobito za MSP-ove, u inovacije i industrijske lance vrijednosti kako bi se promicao razvoj niskougljičnih tehnologija i tehnologija u području obnovljivih izvora energije te poslovnih modela. Nadalje, Europska investicijska banka (EIB) i Europski investicijski fond (EIF) učinkovito podupiru razvoj *deep-tech* tehnologija, koji je EU-u potreban za ostvarivanje ciljeva održivosti. Drugim programima financiranja, kao što su Modernizacijski fond i predloženi Socijalni fond za klimatsku politiku¹²⁷, nastoji se olakšati usmjeravanje prihoda od politika povezanih s klimom kako bi se poduprla energetska tranzicija.

Tim programima i drugim inicijativama EU-a, kao što je unija tržišta kapitala (CMU)¹²⁸, nastoji se dodatno mobilizirati privatne ulagače za financiranje *start-up* poduzeća u području klimatskih tehnologija i *deep-tech*¹²⁹ tehnologija u području klime. Primjerice, pionirsko partnerstvo između Europske komisije i mreže Breakthrough Energy Catalyst¹³⁰ još je jedan primjer načina na koji se mogu poticati ulaganja u kritične klimatske tehnologije povezivanjem javnih i privatnih sektora.

Stvaranje sinergija između programa i instrumenata EU-a te povećavanje kohezije između lokalnih inovacijskih sustava EU-a može pomoći EU-u da postane globalni predvodnik u području klimatskih tehnologija, smanjujući time razvojni raskorak između EU-a i drugih velikih gospodarstava iskorištavanjem njegovih raznolikih talenata, intelektualnog vlasništva

¹²⁵ COM(2022) 332 final („Novi program za inovacije”).

¹²⁶ 38 milijardi EUR potpore u razdoblju 2020.–2030., uz pretpostavku da je cijena ugljika 75 EUR/tCO₂.

¹²⁷ https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/delivering-european-green-deal/social-climate-fund_en

¹²⁸ https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/capital-markets-union_en

¹²⁹ *Deep-tech start-up* poduzeća temelje se na znanstvenim spoznajama te su za njih karakteristični dugi ciklusi istraživanja i razvoja te neispitani poslovni modeli. *Deep-tech start-up* poduzeća u području klime upotrebljavaju najsuvremenije tehnologije usmjerene na savladavanje izazova povezanih s okolišem.

¹³⁰ Partnerstvo Komisije i mreže Breakthrough Energy Catalyst (europa.eu); https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/IP_21_2746.

i industrijskih kapaciteta. Europskom ljestvicom uspjeha u inoviranju za 2022.¹³¹ ističe se važnost uspostave paneuropskog ekosustava inovacija, a Komunikacija Komisije „Novi europski program za inovacije”¹³² iz 2022. već predstavlja korak naprijed jer je usmjerena na iskorištavanje prednosti ekosustava inovacija EU-a¹³³.

2.5. Učinci sistemske promjene

Kako bi se ostvarili usporedna zelena i digitalna tranzicija i ciljevi europskog zelenog plana i paketa „Spremni za 55 %”, sektor čiste energije EU-a mora ubrzati promjenu paradigme koja je već započela: treba ukinuti stroge podjele među sektorima i ojačati suradnju u horizontalnim područjima (npr. ključna uloga sirovina, digitalizacija energetskeg sustava i interakcija različitih tehnologija u industrijskim procesima, pojedinačnim zgradama i gradovima). Primjeri te sustavne transformacije uključuju: tehnologije čiste energije povezane sa zgradama, digitalizaciju energetskeg sustava te energetske zajednice i suradnju na podnacionalnoj razini.

Tehnologije čiste energije povezane sa zgradama: obvezna solarna fotonaponska postrojenja na krovovima i udvostručavanje trenutne stope uvođenja pojedinačnih dizalica topline¹³⁴ pridonijet će ostvarivanju klimatskih i energetskeg ciljeva. Za ostvarivanje tih ciljeva u sektoru zgrada trebat će i integrirati cijeli niz komplementarnih rješenja za nove zgrade, kao što su učinkovite metode izolacije i kontrolni sustavi, ali i mjere za učinkovito korištenje resursa. To bi trebalo ići ruku pod ruku s povećanjem stope obnove i poticanjem dubinske obnove. Skladištenje energije na lokaciji (baterije) još je jedan važan element za povećanje udjela dizalica topline i izbjegavanje ekstremnih vrhunaca u proizvodnji i prijenosu/distribuciji električne energije. Osim dostupnosti proizvoda, za sektore čiste energije EU-a i njegovu konkurentnost važne su vještine ugradnje i operativne usluge za različite tehnologije.

Digitalizacija energetskeg sustava: digitalizacija se eksponencijalno povećava: samo u posljednjih pet godina utrostručio se internetski promet, a oko 90 % podataka u današnjem svijetu nastalo je u posljednje dvije godine¹³⁵. Zbog decentralizacije energije – na razini proizvodnje te putem milijuna povezanih pametnih uređaja, dizalica topline i električnih automobila – mijenja se lokalni energetskeg sustav. Procjena za Hamburg (Njemačka) pokazala je znatan potencijal za uštedu: ulaganjem 2 milijuna EUR u pametno punjenje radi smanjenja najveće potražnje može se izbjeći potreba za ulaganjem 20 milijuna EUR potrebnih za jačanje mreže kako bi se zadovoljile potrebe 9 % električnih vozila u gradu¹³⁶.

¹³¹ Europska komisija, Europska ljestvica uspjeha u inoviranju za 2022., Godišnje izvješće, 2022.

¹³² COM(2022) 332 final („Novi program za inovacije”).

¹³³ U Komunikaciji navodi se da će EU iznijeti konkretne mjere za poboljšanje pristupa financiranju za *start-up* poduzeća i rastuća poduzeća EU-a, poboljšanje pravila kojima će se inovatorima omogućiti da eksperimentiraju s novim idejama, stvaranje „regionalnih inovacijskih dolina”, privlačenje i zadržavanje talenta u EU-u te poboljšanje oblikovanja politika u području inovacija jasnom terminologijom, pokazateljima i skupovima podataka te političkom potporom državama članicama.

¹³⁴ COM(2022) 230 („Plan RePowerEU”).

¹³⁵ Međunarodna agencija za energiju, *Digitalization and Energy* (Digitalizacija i energija), 2017., <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d-1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf>.

¹³⁶ Stromnetz Hamburg, *Elektromobilität – Netzausbaustrategie und Restriktionen im Hamburger Verteilnetz*, Hamburg, 2018., <https://www.hamburg.de/contentblob/10993526/1f90214d9b07e4de6323c078ff779d9d/data/d-anlage-13-pra%CC%88sentation-snh-20180504-energienetzbeirat-snh.pdf>.

Bez inteligentnog upravljanja lokalnim potrebama za energijom, ograničenja kapaciteta u distribucijskim mrežama mogu usporiti prelazak na čistu energiju. Međutim, bez odgovarajućih mjera za učinkovitost, kao što je uporaba otpadne topline iz podatkovnih centara, određena digitalna rješenja mogu povećati potrošnju energije i emisije stakleničkih plinova.

Energetske zajednice i suradnja na podnacionalnoj razini: najmanje dva milijuna europskih građana sudjeluje u više od 8 400 energetskih zajednica te je od 2000. provelo više od 13 000 projekata¹³⁷. Energetske zajednice predstavljaju važnu platformu za testiranje i područje za primjenu tehnologija i rješenja u području čiste energije. Procjenjuje se da ukupni kapaciteti za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora koje su instalirale energetske zajednice u Europi trenutačno iznose najmanje 6,3 GW (tj. oko 1–2 % instaliranog kapaciteta na nacionalnoj razini). Najveći dio instaliranog kapaciteta čini energija proizvedena solarnim fotonaponskim sustavima. Zatim slijede kopnene vjetroelektrane. Razvojem participativnih modela za više tehnologija čiste energije, osobito onih usmjerenih na kućanstva s nižim dohotkom, može se potaknuti razvoj većeg broja energetskih zajednica u cijelom EU-u te ujedno pridonijeti rješavanju problema energetskog siromaštva.

Poboljšanje interakcije među horizontalnim područjima, uzimajući u obzir međuovisnosti između različitih sektora na razini država članica i na razini EU-a, ključno je za ubrzavanje uvođenja i širenja tehnologija čiste energije te za jačanje konkurentnosti EU-a na globalnom tržištu čiste energije¹³⁸.

3. USMJERENOST NA KLJUČNE TEHNOLOGIJE I RJEŠENJA U PODRUČJU ČISTE ENERGIJE

U ovom odjeljku nalazi se ocjena konkurentnosti niza tehnologija i rješenja u području čiste energije ključnih za proizvodnju i skladištenje energije te za integraciju energetskog sustava. U njemu se daje i uvid u način na koji se tehnologija i tržište razvijaju kako bi ostvarili ciljeve europskog zelenog plana i plana REPowerEU. Ovaj odjeljak uključuje analizu solarne fotonaponske energije, energije vjetra, dizalica topline za primjenu u zgradama, baterija, proizvodnje vodika elektrolizom, obnovljivih goriva i digitalne infrastrukture. Usto pruža pregled drugih važnih tehnologija¹³⁹. Ta analiza potkrijepljena dokazima – koja se temelji na pokazateljima navedenima u Prilogu I. – provedena je u okviru Komisijina internog Opservatorija za tehnologije čiste energije, kojim upravlja Zajednički istraživački centar. Detaljna izvješća specifična za pojedine tehnologije dostupna su na internetskim stranicama Opservatorija za tehnologije čiste energije¹⁴⁰.

¹³⁷ Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T. i Dufner, S., *The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe - Preliminary estimates at European and country level from the COMETS inventory* (Doprinos proizvođača potrošača energetskoj tranziciji u Europi – Preliminarne procjene na europskoj razini i razini država iz popisa COMETS-a), kolovoz 2021., <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>.

¹³⁸ SAPEA (Znanstveni savjeti europskih akademija za politike), *A systemic approach to the energy transition in Europe* (Sustavni pristup energetskoj tranziciji u Europi), Berlin, 2021., <https://doi.org/10.26356/energytransition>.

¹³⁹ Hidroenergija, energija oceana, geotermalna energija, koncentrirana solarna energija i toplina, hvatanje, upotreba i skladištenje ugljika, bioenergija, nuklearna energija.

¹⁴⁰ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

3.1. Solarni fotonaponski sustavi¹⁴¹

U posljednjem desetljeću solarni fotonaponski sustavi bili su najbrže rastuća tehnologija proizvodnje energije na svijetu. U svim scenarijima za ostvarivanje klimatski neutralnog energetskog sustava¹⁴² središnja se uloga dodjeljuje fotonaponskoj tehnologiji. U nedavnoj komunikaciji Strategija EU-a za solarnu energiju¹⁴³ poziva se na instalaciju novog kapaciteta fotonaponskog sustava od približno 450 GWac u razdoblju 2021.–2030. S obzirom na postojeći trend instaliranja istosmjernog kapaciteta – koji je od 1,25 do 1,3 puta veći od izmjeničnog kapaciteta – kako bi se optimizirala upotreba priključka na mrežu¹⁴⁴, to bi podiglo ukupni nominalni fotonaponski kapacitet u EU-u na približno 720 GWp. Strategijom EU-a za solarnu energiju uklanjaju se glavna uska grla i prepreke ulaganju kako bi se ubrzalo uvođenje solarne energije, osigurala sigurnost opskrbe i povećale socioekonomske koristi od fotonaponske energije u cijelom lancu vrijednosti¹⁴⁵. Komisija je u listopadu 2022. službeno poduprla Savez EU-a za solarnu fotonaponsku industriju, jednu od konkretnih inicijativa u okviru strategije EU-a za solarnu energiju, a koja je usmjerena na širu primjenu proizvodnih tehnologija za inovativne solarne fotonaponske proizvode i komponente¹⁴⁶.

Analiza tehnologije: prosječna učinkovitost modula koji se temelje na silicijskim ćelijama povećala se s 15,1 % u 2011. na 20,9 % u 2021.¹⁴⁷ To je posljedica upotrebe pločica izrezanih na veće komade i solarnih ćelija veće učinkovitosti, uključujući oblikovanje višespojnih ćelija. Europa ima znatno stručno znanje i predvodnik je u razvoju obećavajuće tehnologije na bazi perovskita, za koju nekoliko europskih poduzeća, kao što su Evolar (Švedska), Saule Technologies (Poljska) i Solaronix (Francuska), trenutačno postavlja proizvodne linije.

Strategijom EU-a za solarnu energiju¹⁴⁸ nastoji se preokrenuti silazni trend zabilježen u javnom i privatnom financiranju fotonaponske industrije¹⁴⁹. Unatoč tome EU je i dalje značajan inovator u tom području, sa znatnim brojem publikacija i patentnih prijava

¹⁴¹ Analiza Opservatorija za tehnologije čiste energije koja se temelji na dokazima (Chatzipanagi, A. *et al*, Opservatorij za tehnologije čiste energije: *Photovoltaics in the European Union 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Fotonaponska tehnologija u Europskoj uniji 2022., Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta), Europska komisija, 2022., doi: 10.2760/812610 JRC130720) osim ako nije drukčije naznačeno.

¹⁴² Osobito scenariji koje predviđaju nevladine organizacije kao što su Greenpeace, Energy Watch Group, Bloomberg New Energy Finance, IEA, IRENA te udruženja u okviru fotonaponske industrije.

¹⁴³ COM(2022) 221 final („Strategija EU-a za solarnu energiju”).

¹⁴⁴ Kougias I. *et al*, *The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan* (Uloga fotonaponskih sustava u europskom zelenom planu i planu za oporavak), 2021., (doi: [10.1016/j.rser.2021.111017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111017)). AC: izmjenična struja; DC: istosmjerna struja.

¹⁴⁵ Glavne mjere najavljene u strategiji EU-a za solarnu energiju uključuju inicijativu EU-a za solarne krovove, Komisijin paket za izdavanje dozvola – uključujući zakonodavni prijedlog, preporuke i smjernice, veliko partnerstvo na razini EU-a za vještine u području energije iz obnovljivih izvora na kopnu, uključujući solarnu energiju te Savez EU-a za solarnu fotonaponsku industriju. Konkretno, inicijativom EU-a za solarne krovove uvela bi se obveza ugradnje solarnih krovovih sustava za: i. sve nove javne i komercijalne zgrade korisne površine veće od 250 m² do 2026., ii. sve postojeće javne i komercijalne zgrade korisne površine veće od 250 m² do 2027. te iii. sve nove stambene zgrade do 2029. Očekuje se da će se kombinacijom tih mjera znatno povećati ulaganje u imovinu povezanu s fotonaponskim sustavima i kapaciteti za proizvodnju fotonaponskih sustava u EU-u.

¹⁴⁶ https://ec.europa.eu/info/news/commission-kicks-work-european-solar-photovoltaic-industry-alliance-2022-oct-11_en

¹⁴⁷ VDMA, *International Technology Roadmap for Photovoltaic* (Međunarodni tehnološki plan za fotonaponske proizvode), 2022.

¹⁴⁸ Osobito se nastoji razviti vodeća inicijativa za istraživanje i inovacije u području solarne energije u okviru sljedećeg programa rada Obzora Europa, uspostaviti stup istraživanja i inovacija u okviru predloženog Saveza EU-a za solarnu fotonaponsku industriju te izraditi zajednički program za istraživanje i inovacije u području solarne energije s državama članicama u okviru europskog istraživačkog prostora.

¹⁴⁹ Najnoviji podaci dostupni su za 2018. i 2019.

zabilježenih u razdoblju 2017.–2019. Njemačka sama zauzima peto mjesto na svijetu u patentiranju izuma visoke vrijednosti u području fotonaponske energije.

Analiza lanca vrijednosti: i podaci o proizvodnji i novi investicijski projekti potvrđuju dominaciju Azije, a osobito Kine, u području proizvodnje fotonaponskih sustava. Sav dodatan kapacitet za proizvodnju polisilicija od 80 000 t najavljen početkom 2021. (koji treba dodati ukupnom kapacitetu od ~650 000 t u 2020.) te kapacitet od 118 000 t koji je već u izgradnji u Kini¹⁵⁰. Silicijske solarne ćelije, koje se uglavnom proizvode u Kini, čine više od 95 % svjetske proizvodnje. Međutim, EU zadržava znatan udio u segmentima proizvodnje opreme za proizvodnju (50 %) i invertera (15 %) u okviru lanca vrijednosti fotonaponskih sustava.

Analiza svjetskog tržišta: svjetska ulaganja u nove kapacitete za proizvodnju solarne energije povećala su se 2021. za 19 % i dosegla 205 milijardi USD (242,5 milijardi EUR¹⁵¹). Međutim, 2021. došlo je do daljnjeg pogoršanja trgovinske bilance EU-a jer se njegov uvoz povećao, dok je izvoz ostao stabilan i iznosi 13 % svjetskog izvoza. Viši troškovi materijala u mnogim industrijskim sektorima 2021. i 2022. doveli su do iznimnog i dosad nezabilježenog povećanja troškova proizvodnje ćelija i modula te je tako prekinut desetogodišnji trend smanjenja troškova. Međutim, konkurentnost fotonaponske energije dodatno se poboljšala u usporedbi s neobnovljivim izvorima električne energije¹⁵². Stoga se povećava broj zemalja u kojima je proizvodnja fotonaponske električne energije najjeftiniji izvor. Povećanje cijena fosilnih goriva zbog prirodnih katastrofa, nesreća ili međunarodnih sukoba može samo pridonijeti tom trendu.

Može se zaključiti da najnoviji dostupni podaci za 2021. i 2022. potvrđuju prethodno uočeni trend¹⁵³. EU je potvrdio svoj položaj jednog od najvećih tržišta fotonaponskih sustava i važnog inovatora, posebno u novim fotonaponskim tehnologijama i primjenama (kao što su poljoprivredni fotonaponski sustavi, fotonaponski sustavi integrirani u zgrade i plutajući fotonaponski sustavi). Međutim, EU u velikoj mjeri ovisi o uvozu iz Azije za nekoliko ključnih komponenti (pločica, ingota, ćelija i modula) te zadržava znatnu prisutnost samo u segmentima proizvodnje opreme i invertera (u kojima trenutačno dolazi do zastoja zbog nedostatka čipova¹⁵⁴). Dodatni zastoji koji nastaju zbog nedovoljne cjenovne pristupačnosti (posebno za kućanstva s niskim dohotkom i MSP-ove), predugog vremena čekanja (npr. zbog nedovoljnog broja kvalificiranih instalatera fotonaponskih sustava) već negativno utječu na opsežno uvođenje fotonaponskih sustava. U okviru mjera i vodećih djelovanja najavljenih u strategiji EU-a za solarnu energiju pružaju se glavne prilike za ulaganje u fotonaponske sustave i razvoj kapaciteta za proizvodnju fotonaponskih sustava u EU-u te diversifikaciju

¹⁵⁰ Jäger-Waldau, Arnulf (2022.) *Overview of the Global PV Industry* (Pregled globalne fotonaponske industrije). U: Letcher, Trevor M. (ur.) *Comprehensive Renewable Energy* (Sveobuhvatni pregled energije iz obnovljivih izvora), 2. izdanje, svezak 1., str. 130.–143. Oxford: Elsevier. Doi. 10.1016/B978-0-12-819727-1.00054-6.

¹⁵¹ Prema prosječnom deviznom tečaju od 1,1827 EUR za 1 USD za 2021. Vidjeti https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

¹⁵² Tomu je tako jer su se cijene prirodnog plina, nafte i ugljena u istom razdoblju povećale znatno brže. Vidjeti <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>.

¹⁵³ COM(2021) 952 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

¹⁵⁴ Izvješće EU-a o anketi o čipovima. [Europsko izvješće o anketi o čipovima | Unutarnje tržište, industrija, poduzetništvo te mali i srednji poduzetnici \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/economy_finance/eu-chip-report).

uvoza. Istodobno, stalni tehnološki napredak prema učinkovitijem i održivijem dizajnu ćelija i proizvodnim postupcima omogućio je daljnje poboljšanje konkurentnosti fotonaponskih tehnologija u usporedbi s energijom iz neobnovljivih izvora bez obzira na povećanje troškova sirovina. Ti su elementi dodatni poslovni argumenti za poticanje proizvodnje i uvođenja u EU-u, uključujući inovativne primjene.

3.2. Energija vjetra na moru i na kopnu¹⁵⁵

Energija vjetra ima središnju ulogu u klimatskoj i energetskej politici EU-a jer je ubrzano uvođenje energije vjetra presudno za ostvarenje europskog zelenog plana te ciljeva iz paketa „Spremni za 55 %” i plana REPowerEU. U planu REPowerEU poziva se na bržu instalaciju kapaciteta za energiju vjetra, s 510 GW kapaciteta koji će se instalirati do 2030.¹⁵⁶, a predviđa se da će udio instaliranih kapaciteta za proizvodnju energije u EU-u iznositi 31 %¹⁵⁷.

EU je svjetski predvodnik u istraživanju i inovacijama u području energije vjetra od 2014., s javnim ulaganjima u razdoblju 2014.–2021. od 883 milijuna EUR te se trenutačno 38 % svih inovativnih poduzeća nalazi u njemu i ima najveći broj *start-up* poduzeća i inovativnih korporacija. Međutim, 2021. u EU-u je instalirano samo 11 GW energije vjetra (10 GW energije vjetra na kopnu i 1 GW energije vjetra na moru), a predviđanja za 2022. još uvijek su ispod brzine potrebne za ostvarenje ciljeva iz plana REPowerEU. Kina trenutačno zauzima vodeće mjesto prema kumulativnom kapacitetu vjetroelektrana s kapacitetom od 338 GW, uglavnom zbog povećanog uvođenja 2021. Iste godine EU je dosegnuo oko 190 GW kumulativnog instaliranog kapaciteta.

Kako bi se ostvarili ciljevi iz plana REPowerEU, ubrzanje uvođenja energije vjetra bit će od presudne važnosti i zahtijevat će jasne portfelje ulaganja i pretvaranje političkih ciljeva u stvarne provedbene mjere, uključujući donošenje obveza za pojednostavnjenje postupka izdavanja dozvola za vjetroelektrane.

Analiza tehnologije: ukupni instalirani kapacitet vjetroelektrana na kopnu u svijetu 2021. iznosio je 769 GW, gotovo tri puta više nego desetljeće ranije¹⁵⁸, pri čemu je samo 2021. instaliran kapacitet od 72 GW. Godina 2021. ujedno je bila rekordna godina za odobalne vjetroelektrane, s 21 GW novog kapaciteta instaliranog na globalnoj razini, što je više nego trostruko u odnosu na prethodni rekord postavljen 2020. Ukupni instalirani kapacitet u svijetu iznosio je 55 GW u 2021.¹⁵⁹ Kina zauzima prvo mjesto u povećanju instaliranih kapaciteta u svijetu s 30,6 GW kapaciteta vjetroelektrana na kopnu i 16,9 GW kapaciteta odobalnih vjetroelektrana instaliranog 2021.

¹⁵⁵ Analiza Opservatorija za tehnologije čiste energije koja se temelji na dokazima (Telsnig, T. et al., Opservatorij za tehnologije čiste energije: *Wind Energy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Energija vjetra u Europskoj uniji – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, 2022., doi:10.2760/855840, JRC130582.), osim ako nije drukčije naznačeno.

¹⁵⁶ SWD(2022) 230 final („Provedba akcijskog plana REPowerEU: potrebe za ulaganjima, ubrzano uvođenje vodika i postizanje ciljeva za biometan”). Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

¹⁵⁷ SWD(2022) 230 final (Prema projekcijama za 2030. na temelju modela PRIMES za neto instalirani kapacitet električne energije iz plana REPowerEU), slika 3: neto instalirani kapacitet iz plana REPowerEU za 2030. (GWe). Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

¹⁵⁸ *Renewable Capacity Statistics 2022* (Statistika obnovljivog kapaciteta 2022.), IRENA, Abu Dhabi, 2022.

¹⁵⁹ *Renewable Capacity Statistics 2022* (Statistika obnovljivog kapaciteta 2022.), IRENA, Abu Dhabi, 2022.

EU je krajem 2021. imao ukupan instalirani kapacitet vjetroelektrana na kopnu od 173 GW i ukupan instalirani kapacitet odobalnih vjetroelektrana od približno 16 GW. Ukupan kapacitet vjetroelektrana iznosio je oko 14 % ukupne potrošnje električne energije u EU-u. U 2021. godini zabilježen je i drugi najveći godišnji doprinos kopnenih vjetroelektrana u EU-u od 2010. (godišnje uvođenje od 10 GW)¹⁶⁰. Međutim, 2021. u EU-u je instaliran samo 1 GW kapaciteta odobalnih vjetroelektrana¹⁶¹. Dionici u sektoru ističu izdavanje dozvola kao jednu od glavnih prepreka za kontinuirano i masovno korištenje energije vjetra jer dovodi do kašnjenja i manjeg broja dovršenih projekata. To pak utječe na profitabilnost lanca opskrbe. Komisija je u okviru paketa REPowerEU iznijela pravne prijedloge i smjernice za ubrzavanje postupka izdavanja dozvola.

Analiza lanca vrijednosti: sektor energije vjetra razvio se u globalnu industriju s oko 800 proizvodnih pogona. Većina ih se nalazi u Kini (45 %) i Europi (31 %)¹⁶². EU je zadržao vodeću ulogu u području patenata visoke vrijednosti u tehnologijama energije vjetra te je njegov udio u razdoblju 2017.–2019. u izumima visoke vrijednosti iznosio 59 %. Proizvođači turbina iz EU-a i dalje prednjače u pogledu kvalitete, tehnološkog razvoja te ulaganja u istraživanje i inovacije. Sektor energije vjetra u EU-u ima i velike kapacitete za proizvodnju komponenti velike dodane vrijednosti (npr. tornjevi, mjenjači i lopatice) te uređaja koje mogu upotrebljavati i drugi industrijski sektori (npr. generatori, pretvarači energije i kontrolni sustavi). Proizvodni lanac vrijednosti EU-a za odobalne vjetroelektrane uglavnom nabavlja komponente od proizvođača iz EU-a. Za razliku od toga, za vjetroelektrane na kopnu proizvođači izvorne opreme u EU-u komponente nabavljaju od brojnih različitih stranih dobavljača.

Mnoge sirovine za generatore uvoze se uglavnom iz Kine. Moguće prepreke povećanju obujma proizvodnje sirovina kako bi se ostvarili ciljevi za 2030. mogle bi predstavljati probleme za industriju vjetra u EU-u. Dodatne su prepreke i povećanje cijena resursa 2021. i nesigurnost u opskrbi. Industrija je ujedno upozorila na mogući negativan utjecaj na okoliš povezan s recikliranjem kompozitnih lopatica. Stoga su i nacionalni istraživački programi u području energije vjetra i oni na razini EU-a sve više usmjereni na kružnost.

Analiza svjetskog tržišta: EU je tijekom posljednjeg desetljeća zadržao pozitivnu trgovinsku bilancu s ostatkom svijeta, koja se kretala između 1,8 i 2,8 milijardi EUR. Međutim, EU od 2018. ima negativne trgovinske bilance s Kinom i Indijom. Kineski proizvođači originalne opreme prvi su put 2020. prestigli svoje partnere u EU-u u smislu udjela na svjetskom tržištu. Međutim, na vodećim tržištima EU-a sudjeluje znatan broj domaćih proizvođača¹⁶³.

Iz navedenog se može zaključiti da sektor energije vjetra EU-a i dalje ima vodeću ulogu u svijetu u području istraživanja i inovacije i patenata visoke vrijednosti. Ta vodeća pozicija temelji se na proizvodnim kapacitetima, radnoj snazi i vještinama kojima raspolaže.

¹⁶⁰ *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026* (Energija vjetra u Europi: statistički podaci za 2021. i prognoza za razdoblje 2022.–2026.), WindEurope, Belgija, 2022.

¹⁶¹ *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026* (Energija vjetra u Europi: statistički podaci za 2021. i prognoza za razdoblje 2022.–2026.), WindEurope, Belgija, 2022.

¹⁶² Slijede Indija (7 %), Brazil (5 %) i Sjeverna Amerika (4,5 %). Vidjeti i: WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe* (Energija vjetra i gospodarski oporavak u Europi), Belgija, 2020.

¹⁶³ WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe* (Energija vjetra i gospodarski oporavak u Europi), 2020.

Međutim, kako bi se ostvarili ciljevi za 2030., industrija će morati više nego udvostručiti trenutačnu godišnju stopu instaliranja kapaciteta u EU-u.

Očekuje se da će se provedbom Direktive o energiji iz obnovljivih izvora¹⁶⁴, nedavnim prijedlogom njezine izmjene¹⁶⁵ te odgovarajućim preporukama i smjernicama Komisije iz 2022.¹⁶⁶ prevladati glavne prepreke za uvođenje povezane s izdavanjem dozvola. Jasnim prethodnim navođenjem planova vjetroelektrana država članica omogućit će se i pravodobna priprema budućih kapaciteta. Istodobno, istraživanjem i inovacijama u području kružnosti potaknut će se napredak industrije tako da se poduzmu mjere za uklanjanje problema povezanih s okolišem i poremećaja u opskrbi te će se na taj način poboljšati konkurentnost sektora energije vjetra u EU-u.

3.3. Dizalice topline za primjenu u zgradama

Na razini EU-a dizalice topline sve se više podupiru u okviru europskog zelenog plana, paketa „Spremni za 55 %” i plana REPowerEU¹⁶⁷. U planu REPowerEU poziva se na udvostručenje trenutačne stope uvođenja pojedinačnih dizalica topline, što bi dovelo do ukupnog uvođenja 10 milijuna dizalica topline u sljedećih pet godina i 30 milijuna do 2030. te bi ga pratilo povećanje proizvodnih kapaciteta EU-a. U planu se ujedno poziva na bržu primjenu velikih dizalica topline u mrežama centraliziranog grijanja i hlađenja. Opsežno zajedničko uvođenje krovnih fotonaponskih (i solarnih toplinskih) sustava te dizalica topline, uz pametne kontrole koje odgovaraju na opterećenje mreže i cjenovne signale, pridonijelo bi dekarbonizaciji grijanja i smanjilo poteškoće povezane s integracijom u mrežu.

Analiza tehnologije: dizalice topline za primjenu u zgradama komercijalno su dostupni proizvodi. Mogu se razvrstati prema izvoru iz kojeg crpe toplinsku energiju (zrak, voda ili tlo), mediju u koji prenose toplinu (zrak ili voda), namjeni (hlađenje ili grijanje prostora, grijanje vode u kućanstvu) i ciljnim tržišnim segmentima (poslovne ili stambene zgrade i mreže).

Kad je riječ o dizalicama topline koje se uglavnom upotrebljavaju za grijanje prostora i vode u domaćinstvu, instalirani kapaciteti izmjereni za taj sektor iznose gotovo 17 milijuna jedinica u Europi krajem 2021., dok je 2021. prodano 2,18 milijuna jedinica, što čini prosječnu godišnju stopu rasta od 17 % u posljednjih pet godina i od 20 % u posljednje tri godine¹⁶⁸.

Aktivnosti istraživanja i inovacija za pojedinačne dizalice topline potaknute su potražnjom za učinkovitijim, kompaktnijim i tihim jedinicama, većim rasponom temperature okoline, digitalizacijom radi optimalne integracije s energetske mrežama te lokalnom proizvodnjom i skladištenjem energije. Podupiru ih i novi propisi EU-a za veću energetske učinkovitost i manji učinak na okoliš za životnog ciklusa, uključujući kružnost materijala i rashladna

¹⁶⁴ SL L 328, 21.12.2018. Direktiva (EU) 2018/2001 od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora.

¹⁶⁵ COM(2021) 557 final („Prijedlog direktive Europskog parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive (EU) 2018/2001 Europskog parlamenta i Vijeća, Uredbe (EU) 2018/1999 Europskog parlamenta i Vijeća i Direktive 98/70/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu promicanja energije iz obnovljivih izvora te o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća (EU) 2015/652”).

¹⁶⁶ SWD(2022) 0149 final („Smjernice za države članice o dobrim praksama radi ubrzanja postupaka izdavanja dozvola za projekte u području energije iz obnovljivih izvora”).

¹⁶⁷ COM(2022) 230 final („Plan REPowerEU”).

¹⁶⁸ Europsko udruženje za dizalice topline (EHPA), 2022., <https://www.ehpa.org/market-data/>.

sredstva s niskim potencijalom globalnog zagrijavanja. Istraživanje i inovacije u području komercijalnih dizalica topline, na primjer, odnosi se na integraciju istovremene opskrbe toplinom i hladnoćom sa skladištenjem toplinske energije.

Položaj EU-a u području istraživanja i inovacija čvrst je i poboljšava se. EU zauzima vodeće mjesto u području patenata za dizalice toplinske za „uglavnom grijanje” za primjenu u zgradama. U razdoblju 2017.–2019. 48 % patenata za „izume visoke vrijednosti” prijavljeno je u EU-u, a slijede Japan (12 %), Sjedinjene Američke Države (8 %), Koreja (7 %) i Kina (5 %)¹⁶⁹. U razdoblju 2014.–2022. u okviru programa Obzor 2020. osigurano je ukupno 277 milijuna EUR za projekte u području dizalica topline za primjenu u zgradama.

Analiza lanca vrijednosti: prihod u području proizvodnje, ugradnje i održavanja dizalica topline u EU-u 2020. iznosio je 41 milijardu EUR te je u posljednje tri godine rastao po prosječnoj godišnjoj stopi od 21 %. U tom je sektoru 2020. bilo izravno i neizravno zaposleno 318 800 ljudi, što je prosječni godišnji rast od 18 % u posljednje tri godine. Ti podaci uključuju sve vrste dizalica topline, među ostalim dizalice topline zrak – zrak koje se koriste za hlađenje i/ili grijanje¹⁷⁰.

Za proizvodnju dizalica topline nisu potrebne kritične sirovine, ali na njih utječe trenutačna svjetska nestašica poluvodiča.

Analiza svjetskog tržišta: u EU-u se lanac vrijednosti za dizalice topline za „uglavnom grijanje” sastoji od brojnih MSP-ova i nekoliko velikih aktera. Udio uvezenih dizalica topline povećava se, a trgovinski deficit 2021. dosegao je 390 milijuna EUR, za razliku od viška od 202 milijuna EUR zabilježenog prije pet godina¹⁷¹. Uvoz iz Kine udvostručio se 2021. te je dosegao 530 milijuna EUR.

Može se zaključiti da se uvođenje dizalica topline već ubrzalo, ali treba ga dodatno ubrzati kako bi se ostvarili ciljevi iz plana REPowerEU. Dobavljači sa sjedištem u EU-u moraju povećati proizvodnju kako bi mogli sudjelovati u zadovoljavanju sve veće potražnje EU-a za dizalicama topline. Neka industrijska udruženja tvrde da bi brže ukidanje rashladnih sredstava s visokim potencijalom globalnog zagrijavanja usporilo povećanje potražnje za određene primjene, ali datumi zabrane iz prijedloga o izmjeni Uredbe o fluoriranim stakleničkim plinovima¹⁷² osmišljeni su kako bi se industriji osiguralo dovoljno vremena za prilagodbu. Nedovoljan broj obučanih instalatera i visoki početni troškovi mogli bi usporiti uvođenje u EU-u.

Industrija poziva na uspostavu platforme Akcelerator dizalica topline, u okviru koje bi se okupili predstavnici Komisije, država članica i samog sektora. Platforma bi se poduprla jasnim i održivim političkim poticajima kojima bi se stvorilo povjerenje u dugoročno planiranje, osigurao povoljan regulatorni okvir, smanjili troškovi putem veće suradnje i istraživanja i inovacija te razvio pakt za vještine u području dizalica topline. U okviru plana REPowerEU Komisija će poduprijeti mjere koje poduzimaju države članice kako bi udružile

¹⁶⁹ Lyons, L. et al., Opservatorij za čistu energiju: *Heat Pumps in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Dizalice topline u Europi – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, 2022., JRC130874.

¹⁷⁰ Na temelju podataka konzorcija EurObserv'ER, 2020.

¹⁷¹ Baza podataka COMEXT, kod 841861.

¹⁷² COM(2022) 150 final („Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o fluoriranim stakleničkim plinovima, izmjeni Direktive (EU) 2019/1937 i stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 517/2014”).

svoje javne resurse putem potencijalnih važnih projekata od zajedničkog europskog interesa usmjerenih na revolucionarne tehnologije i inovacije duž lanca vrijednosti dizalica topline te uspostavile opsežno partnerstvo za vještine u okviru pakta za vještine.

3.4. Baterije

Baterije će imati važnu ulogu u ostvarenju ciljeva europskog zelenog plana i provedbi plana REPowerEU¹⁷³ jer mogu smanjiti ovisnost o uvozu goriva u prometnom sektoru i osigurati maksimalnu upotrebu električne energije iz obnovljivih izvora i smanjiti ograničenja. Očekuje se da će više od 50 milijuna električnih vozila prometovati na cestama EU-a do 2030.¹⁷⁴ (s najmanje 1,5 TWh baterija) i više od 80 GW/160 GWh stacionarnih baterija¹⁷⁵. EU postupno prelazi na nove automobile s nultim emisijama do 2035., u skladu s ciljem da cijeli vozni park EU-a od 270 milijuna vozila do 2050. bude bez emisija (uglavnom električna). E-mobilnost je glavni pokretač potražnje za baterijama. Očekuje se da će litijske baterije dominirati tržištem znatno nakon 2030., ali paralelno se razvijaju i druge tehnologije.

Analiza tehnologije: unatoč prekidima u opskrbi čipovima i magnezijem uvođenje tehnologije baterija u EU-u doseglo je svoj vrhunac: 1,7 milijuna novih električnih vozila prodano je 2021. te je taj segment dosegao 18 % tržišta (u usporedbi s 3 % u 2019. i 10,5 % u 2020.)¹⁷⁶ i premašio broj vozila prodanih u Kini (16 %). Prodaja električnih vozila u pojedinim državama članicama kretala se od 1,3 % na Cipru do 45 % u Švedskoj. Brzo raste i tržište stacionarnih baterija u EU-u te se predviđa da će do kraja 2022. dosegnuti 8 GW/13,7 GWh¹⁷⁷. Međutim, potrebno je dodatno ubrzati kako bi se smanjila ovisnost o vršnim plinskim elektranama u skladu s ciljevima iz plana REPowerEU-a.

Prosječna cijena baterija smanjila se 2021. za 6 % na oko 116 EUR/kWh¹⁷⁸ na svjetskom tržištu i na oko 150 EUR/kWh na tržištu EU-a. To je nastavak dugoročnog trenda. Međutim, zbog povećanja cijena 2022. uzrokovanih šokovima na strani ponude, taj se trend sad mijenja (na primjer, u proljeće 2022. cijena litijeva karbonata povećala se za 974 % u odnosu na 2021.¹⁷⁹). Baterijski sklopovi bit će 2022. najmanje 15 % skuplji nego 2021.¹⁸⁰ Trošak sustava primjene litij-ionskih baterija na razini mreže iznosio je 2021. oko 350 EUR/kWh¹⁸¹, a za sustave za kućno skladištenje otprilike dvostruko više.

Analiza lanca vrijednosti: gotovo sva masovna proizvodnja litij-ionskih baterija u EU-u 2021. i dalje je u rukama azijskih proizvođača s poslovnim nastanom u EU-u (Mađarska i Poljska). Izgradnja novih gigatvornica znači da će EU (posebno Njemačka i Švedska) postupno

¹⁷³ COM(2022) 230 final („Plan REPowerEU“).

¹⁷⁴ Scenariji politika za ostvarivanje europskog zelenog plana, Europska komisija, 2021. Dostupno na: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en.

¹⁷⁵ Scenariji politika za ostvarivanje europskog zelenog plana, Europska komisija, 2021. Dostupno na: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en.

¹⁷⁶ Udruženje europskih proizvođača automobila (ACEA), veljača 2022., <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-9-1-hybrid-19-6-and-petrol-40-0-market-share-full-year-2021/>.

¹⁷⁷ Europsko izvješće o tržištu za skladištenje energije, šesto izdanje (EMMES 6.0), <https://ease-storage.eu/publication/emmes-6-0-june-2022/>.

¹⁷⁸ BNEF, *Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh* (Cijene baterijskih sklopova smanjile su se na prosječno 132 USD/kWh), 30. studenoga 2021. Devizni tečaj od 0,8826 EUR za 1 USD na dan 30. studenoga 2021.

¹⁷⁹ Energy Storage News, *BloombergNEF predicts 30% annual growth for global energy storage market to 2030* (BloombergNEF predviđa godišnji rast globalnog tržišta skladištenja energije od 30 % do 2030.), 4. travnja 2022.

¹⁸⁰ IEA, *Global EV outlook 2022* (Globalna prognoza za električna vozila za 2022.), 2022.

¹⁸¹ Na temelju podataka iz internetskog seminara koje je organiziralo istraživačko poduzeće Aurora Energy Research 21. travnja 2022. pod nazivom „How high can battery costs get?“ (Koliko visoki troškovi baterija mogu postati?).

povećati svoj udio na tom tržištu. Švedski Northvolt proizveo je svoju prvu baterijsku ćeliju dobivenu od 100 % recikliranog nikla, mangana i kobalta krajem 2021., a s komercijalnim isporukama započeo je 2022. Taj proizvođač navodi da ima vrlo učinkovit proces recikliranja s uporabom do 95 % metala baterija¹⁸².

Očekuje se da će EU do kraja 2022. dosegnuti više od 75 GWh¹⁸³ instaliranih proizvodnih kapaciteta (u usporedbi s 44 GWh sredinom 2021.). Projekti koji su trenutačno u tijeku pokazuju da je EU na dobrom putu da zadovolji 69 % potražnje za baterijama do 2025. i 89 % do 2030.¹⁸⁴ To je uglavnom zahvaljujući inicijativama Europskog saveza za baterije¹⁸⁵.

Segment sirovina na početku proizvodnog lanca i dalje je najmanje otporan segment u lancu vrijednosti baterija. Unatoč nekoliko inicijativa EU-a nedostatak u ponudi sirovina za baterije povećao se 2021.¹⁸⁶ Potrošene baterije i dalje se uglavnom šalju u Aziju na recikliranje¹⁸⁷.

EU brzo napreduje u području tehnologije za proizvodnju litij-ionskih baterija (posebno najuspješnijih podvrsta NMC¹⁸⁸), ali presporo napreduje u tehnologijama stacionarnih baterija koje se temelje na lako dostupnim sirovinama (npr. protočne baterije i natrij-ionske baterije, pri čemu potonje imaju i dobar potencijal za proizvodnju električnih vozila, među ostalim i s obzirom na razvoj događaja u Kini). EU ujedno sporije prihvaća jeftiniju tehnologiju litij-željezo-fosfata (LFP), koja se sve više upotrebljava u Aziji i manje ovisi o kritičnim sirovinama.

Analiza svjetskog tržišta: Kina kontrolira 80 % svjetskog kapaciteta za preradu sirovina za litij-ionske baterije, 77 % kapaciteta za proizvodnju ćelija i 60 % kapaciteta za proizvodnju komponenata za baterije¹⁸⁹. Trgovinski deficit EU-a u području litij-ionskih baterija nastavio se povećavati 2021. te je dosegnuo 5,3 milijarde EUR¹⁹⁰ (povećanje od 25 % u odnosu na 2020.). Otrprilike 19 % svjetske proizvodnje električnih vozila¹⁹¹ nalazi se u EU-u, ali vrlo mali dio proizvodnje na početku lanca opskrbe (uz iznimku prerade kobalta). Proizvodnja i uvođenje električnih autobusa u EU-u (krajem 2021. u EU-u je prometovalo 7 356 električnih autobusa) neznatni su u usporedbi s Kinom, koja posjeduje više od 90 % svjetskog voznog parka od 670 000 električnih autobusa¹⁹².

Može se zaključiti da EU sve više gradi prijeko potrebne tehnološke kapacitete za jeftinije/dugoročno skladištenje (npr. tehnologije za natrij-ionske baterije, baterije na bazi

¹⁸² NorthVolt.com, *Northvolt produces first fully recycled battery cell* (Northvolt proizveo prvu potpuno recikliranu baterijsku ćeliju), 12. studenoga 2021.

¹⁸³ Uključujući LG Chem (Poljska): 32 GWh, Samsung SDI (Mađarska): 20 GWh, Northvolt (Švedska): 16 GWh, SK Innovation (Mađarska): 7,5 GWh ([Benchmark Minerals: Europski kapacitet gigatvornica za proizvodnju električnih vozila ušesterostručit će se i doseći 789,2 GWh do 2030. – Kongres zelenih automobila](#)). Ostali proizvođači, npr. SAFT, MES i Leclanché doprinose manjim kapacitetima, ali povećavaju svoj obujam proizvodnje.

¹⁸⁴ EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries* (Doprinos ministarskom sastanku na visokoj razini o baterijama), veljača 2022.

¹⁸⁵ [Europski savez za baterije \(europa.eu\)](#).

¹⁸⁶ EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries* (Doprinos ministarskom sastanku na visokoj razini o baterijama), veljača 2022.

¹⁸⁷ EBA250, program industrijskog razvoja Europskog saveza za baterije, <https://www.eba250.com/>.

¹⁸⁸ NMC = nikal mangan kobalt.

¹⁸⁹ Willuhn, M., *National lithium-ion battery supply chains ranked* (Rangirani nacionalni lanci opskrbe litij-ionskim baterijama), PV Magazine, 16. rujna 2020.

¹⁹⁰ Podaci za 2022. iz baze podataka COMEXT.

¹⁹¹ Na temelju podataka o proizvodnji Prodcoma za 2021. za EU i podataka IAE-a o svjetskoj prodaji električnih vozila za 2021.

¹⁹² Prognoza IEA-e za električna vozila za 2022.

cinka, protočne baterije) te postiže dobre rezultate u području konačnih proizvoda (posebno proizvodnji i uvođenju električnih vozila, uz iznimku segmenta električnih autobusa). Istodobno brzo smanjuje zaostatak u proizvodnji ćelija kad je riječ o tehnologiji litij-ionskih baterija te je na dobrom putu da do 2030. postane samodostatan u proizvodnji baterija. Nedostatak domaćih sirovina i napredne proizvodnje materijala trajni su problem unatoč trenutačnim inicijativama koje se poduzimaju u tom pogledu. EU nastoji poduzeti dodatne mjere za savladavanje tih prepreka na svim razinama, od vađenja do rafiniranja te od prerade do recikliranja, npr. najavljenim Europskim aktom o kritičnim sirovinama.

3.5. Proizvodnja vodika iz obnovljivih izvora elektrolizom vode

Vodik iz obnovljivih izvora¹⁹³ ima velik potencijal za doprinos klimatskim i energetske ciljevima EU-a. Može se upotrebljavati kao gorivo za sektore koje je teško elektrificirati (npr. prijevoz na velike udaljenosti i prijevoz teških tereta), kao kemijska sirovina (npr. gnojiva i druge kemikalije) i u industrijskim procesima (npr. proizvodnja čelika ili cementa). Predviđa se da će vodik i njegovi derivati 2050. činiti 12 % globalne kombinacije izvora energije¹⁹⁴, ali vodik iz obnovljivih izvora koji se dobiva elektrolizom vode trenutačno čini samo 0,1 % ukupne proizvodnje u EU-u.

U okviru plana REPowerEU dodatno su se pojačali ciljevi politike iz strategije za vodik do 2020.¹⁹⁵ postavljanjem ciljeva za 2030. u pogledu vodika iz obnovljivih izvora i niskougljičnog vodika na 10 Mt domaće proizvodnje i 10 Mt uvoza (djelomično u obliku amonijaka). Uspostavom Europske banke za vodik ubrzan će se proizvodnja i potreba vodika iz obnovljivih izvora te poduprijeti koordinirani razvoj potrebne infrastrukture¹⁹⁶.

Komisija i vodeći proizvođači elektrolizatora iz EU-a obvezali su se da će do 2025. udeseterostručiti proizvodne kapacitete za proizvodnju vodika na 17,5 GW¹⁹⁷. Osim toga, u planovima za oporavak i otpornost država članica oko 10,6 milijardi EUR predviđeno je za tehnologije vodika, a Komisija je 2022. (srpanj i rujna) odobrila dva važna projekta od zajedničkog europskog interesa za ulaganja u iznosu od 5,4 i 5,2 milijarde EUR, u kojima će sudjelovati 15, odnosno 13 država članica.

Analiza tehnologije: u svjetskom kapacitetu od 300 MW u 2020.¹⁹⁸ na Europu se 2021. odnosilo 135 MW instaliranog kapaciteta (uključujući Ujedinjenu Kraljevinu i zemlje EFTA-e). Elektrolizatori s protonski propusnom membranom čine 55 %, a alkalni elektrolizatori 44 % instaliranog kapaciteta raspoređenog na europskom području (uključujući EFTA-u i Ujedinjenu Kraljevinu)¹⁹⁹.

¹⁹³ Europska komisija definira vodik iz obnovljivih izvora kao vodik koji se proizvodi s pomoću električne energije iz obnovljivih izvora ili koji se dobiva iz biomase koja ispunjava zahtjev za smanjenja emisija CO₂ od 70 % (u usporedbi s fosilnim gorivima). Europska komisija definirala je prag za „niskougljični vodik” u paketu za dekarbonizaciju plina i vodika od 15. prosinca 2021. (COM(2021) 803 final).

¹⁹⁴ IRENA, *Geopolitics of Energy Transformation: the Hydrogen Factor* (Geopolitika energetske transformacije: faktor vodika), Abu Dhabi, 2022.

¹⁹⁵ COM(2020) 301 final („Strategija za vodik za klimatski neutralnu Europu”).

¹⁹⁶ Kako je najavljeno u govoru o stanju Unije 2022. održanom 14. rujna 2022. dostupnom na https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/SPEECH_22_5493.

¹⁹⁷ Zajednička izjava od 5. svibnja 2022., <https://ec.europa.eu/documents/50014/>.

¹⁹⁸ *Global Hydrogen Review (Globalni pregled napretka u području vodika)*, IEA, 2021.

¹⁹⁹ *The Clean Hydrogen Monitor* (Izvjешće o čistom vodik), Hydrogen Europe, 2021.

Ukupni srednji troškovi proizvodnje energije glavni su čimbenik koji utječe na gospodarsku održivost ulaganja u elektrolizatore, a povećanje cijena električne energije i dalje je jedna od glavnih prepreka za postizanje gospodarske održivosti konkurentne proizvodnje elektrolizatora vodika.

Troškovi europske proizvodnje vodika iz obnovljivih izvora kreću se od srednje vrijednosti (za 2020.) od 6,8 EUR/kgH₂ (proizvodnja na bazi solarne fotonaponske energije) do srednje vrijednosti od 5,5 EUR/kgH₂ (proizvodnja za koju se koristi energija vjetra)²⁰⁰. Očekuje se da će se troškovi elektrolizatora smanjiti zbog elektrolize visoke temperature i to s 2 130 EUR/kW u 2020. na 520 EUR/kW 2030. Ciljani troškovi za elektrolizatore s protonski propusnom membranom i alkalne elektrolizatore za 2030. iznose 500 EUR/kW, odnosno 300 EUR/kW²⁰¹.

Analiza lanca vrijednosti: proizvodni kapacitet elektrolizatora za proizvodnju vodika elektrolizom vode u Europi je za 2021. procijenjen na 2,5 GW godišnje²⁰². Svjetski proizvodni kapacitet procijenjen je na oko 6–7 GW godišnje (oko dvije trećine alkalnih elektrolizatora i trećina elektrolizatora s protonski propusnom membranom i za europska i svjetska tržišta)²⁰³.

Obujam proizvodnje u Europi manji je nego u Kini i SAD-u. Procjenjuje se da kineska poduzeća raspolažu polovinom svjetskih kapaciteta za proizvodnju alkalnih elektrolizatora, a američka poduzeća imaju većinski udio u svjetskoj proizvodnji elektrolizatora s protonski propusnom membranom. Europa zauzima vodeće mjesto s obzirom na broj proizvodnih poduzeća te u proizvodnji elektrolizatora s krutim oksidom, ali ovisi o zemljama kao što su Kina, Rusija i Južna Afrika za opskrbu nužnim kritičnim sirovinama te samo 1–3 % tih sirovina može nabaviti na domaćem tržištu²⁰⁴.

Potrošnja vode (trenutačno oko 17 l/kgH₂) povezana s uvođenjem veće proizvodnje vodika iz obnovljivih izvora povećat će pritisak na slatkovodne resurse, pa bi nove lokacije postrojenja za proizvodnju elektrolizatora trebala biti u skladu s Okvirnom direktivom o vodama²⁰⁵ kako bi se spriječilo da dođe do zastoja u proizvodnji povezanih s vodom.

Analiza svjetskog tržišta: samo 0,2 % ukupne europske potražnje za vodikom (iz neobnovljivih izvora) od 8,4 milijuna tona isporučuje se putem međunarodne trgovine²⁰⁶. Iako međunarodna trgovina vodikom još uvijek nije uspostavljena, postoje znatne trgovinske mogućnosti za buduću opskrbu EU-a vodikom iz obnovljivih izvora, kako je utvrđeno u planu REPowerEU.

²⁰⁰ *The Clean Hydrogen Monitor* (Izvešće o čistom vodikom), Hydrogen Europe, 2021.

²⁰¹ *Strategic Research and Innovation Agenda 2021-2027* (Strateški program za istraživanje i inovacije za razdoblje od 2021. do 2027.), Partnerstvo za čisti vodik.

²⁰² Zajednička izjava sa sastanka na vrhu europskih proizvođača elektrolizatora u Bruxellesu, 5. svibnja 2022.

²⁰³ BNEF, 2021. Napominjemo da se procjene godišnjeg proizvodnog kapaciteta razlikuju ovisno o izvoru.

²⁰⁴ Dolci, F. et al., Opservatorij za tehnologiju čiste energije: *Hydrogen Electrolysis – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Proizvodnja vodika elektrolizom – Izvešće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, JRC130683.

²⁰⁵ SL L 327, 22.12.2000. Direktiva 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike.

²⁰⁶ Hydrogen Europe, *The Clean Hydrogen Monitor* (Izvešće o čistom vodikom), 2021. Godišnja potražnja za vodikom uključuje Island, Norvešku, Švicarsku i Ujedinjenu Kraljevinu.

Može se zaključiti da bez većih montažnih sustava, veće automatizacije i ekonomije razmjera EU ne može biti konkurentan Kini u području alkalne tehnologije.

Visoke cijene električne energije i oslanjanje na uvoz kritičnih sirovina koje isporučuje samo nekoliko dobavljača trenutno su temeljni nedostaci lanaca vrijednosti za proizvodnju elektrolizatora u EU-u. Potrebno je sklopiti dugoročne sporazume o suradnji. Postoji i potreba za posebnim istraživanjem alternativa rijetkim metalima i drugim kritičnim sirovinama trenutno potrebnima za elektrolizu vode. Nadalje, dugoročni uspjeh ovisi o održivoj opskrbi vodom i dostatnim kapacitetima recikliranja u EU-u, kao i o sveobuhvatnom pristupu privlačenju potražnje i ponude. Potpora regulatornim okvirima i okvirima financiranja EU-a te velika ulaganja putem sredstava za financiranje oporavka, važnih projekata od zajedničkog europskog interesa, kohezijske politike, Obzora Europa, Zajedničkog poduzeća za čisti vodik²⁰⁷ i Inovacijskog fonda presudni su za konkurentnost industrije vodika iz obnovljivih izvora EU-a.

3.6. Obnovljiva goriva

Tehnologije za obnovljiva goriva mogu kratkoročno znatno doprinijeti dekarbonizaciji prometa i osiguravanju sigurnosti opskrbe energijom i energetske diversifikacije. U planu REPowerEU²⁰⁸ posebno se izdvaja biometan²⁰⁹, koji je ključan za diversifikaciju opskrbe plinom u EU-u povećanjem njegove proizvodnje dvaput iznad cilja EU-a za 2030., čime se biometan stavlja na vrh prioriteta energije iz obnovljivih izvora.

Zakonodavnim prijedlozima za ostvarivanje ciljeva paketa „Spremni za 55 %”²¹⁰ potaknula bi se znatna potražnja za obnovljivom energijom u prometnom sektoru 2030., što je uvelike iznad ciljeva za udjele naprednih biogoriva i obnovljivih goriva nebiološkog podrijetla utvrđenih u revidiranom Prijedlogu direktive o energiji iz obnovljivih izvora II²¹¹. Razlog tomu jesu cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova od 13 % u prometnom sektoru (što se vjerojatno neće ostvariti samo elektrifikacijom) i viši ciljevi smanjenja emisija stakleničkih plinova od 40 %, odnosno 61 % u revidiranim prijedlozima Uredbe o raspodjeli tereta²¹² i Direktive o sustavu trgovanja emisijama²¹³ (ako ih treba ostvariti uz jednake doprinose iz prometnog sektora). U planu REPowerEU predlaže se daljnje povećanje potrebnih količina goriva iz obnovljivih izvora. Za razliku od cestovnog prometa, za koji se očekuje da će se

²⁰⁷ Zajedničko poduzeće za čisti vodik dodijelilo je 150,5 milijuna EUR, u okviru programa Obzor 2020. na raspolaganje je stavljeno 130 milijuna EUR, a iz Inovacijskog fonda pružena je potpora za četiri projekta u ukupnom iznosu od 240 milijuna EUR do sredine 2022.

²⁰⁸ COM(2022) 230 final („Plan REPowerEU”).

²⁰⁹ Posebno ako se proizvodi od organskog otpada i ostataka, čime se dobiva napredno biogorivo ako se upotrebljava u prometnom sektoru.

²¹⁰ COM(2021) 550 final („Spremni za 55 %: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti”).

²¹¹ COM(2021) 557 final („Izmjena Direktive 2018/2001, Uredbe 2018/1999 i Direktive 98/70/EZ u pogledu promicanja energije iz obnovljivih izvora”).

²¹² COM/2021/555 final („Prijedlog uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o izmjeni Uredbe (EU) 2018/842 o obvezujućem godišnjem smanjenju emisija stakleničkih plinova u državama članicama od 2021. do 2030. kojim se doprinosi mjerama u području klime za ispunjenje obveza u okviru Pariškog sporazuma”).

²¹³ COM/2021/551 final („Prijedlog direktive Europskog parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive 2003/87/EZ o uspostavi sustava trgovanja emisijama jedinicama stakleničkih plinova unutar Unije, Odluke (EU) 2015/1814 o uspostavi i funkcioniranju rezerve za stabilnost tržišta za sustav trgovanja emisijama stakleničkih plinova Unije i Uredbe (EU) 2015/757”).

dekarbonizacija u velikoj mjeri oslanjati na električnu energiju i vodik²¹⁴, u prijedlozima inicijativa ReFuelEU Aviation (Održiva goriva za zrakoplovstvo) i FuelEU Maritime (Održiva goriva za pomorstvo) predviđa se da će se 5 %, odnosno 6,5 % ukupne potrošnje kerozinskog mlaznog goriva i loživih ulja na brodovima u EU-u u zrakoplovnom i pomorskom sektoru zadovoljavati obnovljivim gorivima^{215, 216}.

Analiza tehnologije: postoje komercijalni putovi (npr. anaerobna razgradnja na biometan, hidrogenizirano biljno ulje i proizvodnja lignoceluloznog etanola), ali instalirani je kapacitet (0,43 Mt godišnje) malen, a planirana proizvodnja ograničena (1,85 Mt godišnje). Razne inovativne tehnologije (npr. rasplinjavanje biomase, sintetička goriva dobivena Fischer-Tropschovom sintezom, goriva dobivena pirolizom i proizvodnja biometanola) ispitane su u industrijskom okruženju i spremne su za primjenu. Ostvaruje se znatan napredak s nekoliko tehnologija sljedeće generacije. EU usmjerava svoje djelovanje na napredna biogoriva, koja se uglavnom temelje na otpadu i ostacima koji se ne mogu reciklirati, te ograničava svoju potporu za biogoriva koja se temelje na hrani i sirovinama.

Tehnologije za druga obnovljiva sintetička goriva (solarna goriva, mikrobna goriva druge generacije i mikroalge) uglavnom se još uvijek ispituju. Čak i za elektrogoriva najnaprednije tehnologije još nisu u komercijalnoj fazi jer još uvijek postoje tehnološke prepreke te zbog trenutačno visokih troškova elektrolize, velikih gubitaka pri pretvorbi (50 %) i visokih troškova prijevoza i distribucije²¹⁷.

Analiza lanca vrijednosti: glavna prepreka za uvođenje naprednih biogoriva na tržište je to što nisu dovoljno konkurentna postojećim konvencionalnim biogorivima dobivenima iz prehrambenih kultura. Procjenjuje se da je trošak naprednih biogoriva između 1,5 i 3 puta veći od tržišne cijene tradicionalnih biogoriva kao što su biodizel i bioetanol (čija je cijena 50–100 EUR/MWh). Napredna biogoriva imaju i velike kapitalne rashode (do 500 milijuna EUR za jedno postrojenje) i povezana su s dostupnošću održivih sirovina za biomasu. Postoji znatan potencijal da se kapitalni troškovi smanje za 25–50 %, a troškovi sirovina za 10–20 %, posebno istraživanjem i inovacijama, opsežnim uvođenjem i zajedničkom preradom u postojećim postrojenjima.

Financiranje biogoriva privatnim poduzetničkim kapitalom za istraživanje i inovacije²¹⁸ u prosjeku je iznosilo 250 milijuna EUR godišnje u razdoblju 2010.–2021. U tom su području vodeću ulogu imali SAD i Kanada (iako s različitim definicijama biogoriva), dok je udio EU-a u posljednjih pet godina iznosio samo 6 %. Međutim, EU ima dvostruko više patenata visoke vrijednosti od SAD-a. Kina ima najviše patenata s niskim inovacijskim potencijalom, a prijave patenata EU-a u porastu su u SAD-u i Kini.

²¹⁴ Glavni pokretači politike u tom sektoru su norme za emisije CO₂ i Uredba o infrastrukturi za alternativna goriva (AFIR) predložena u okviru paketa „Spremni za 55 %”.

²¹⁵ SWD(2021) 633 final („Procjena učinka priložena Prijedlogu uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o osiguravanju jednakih uvjeta za održivi zračni prijevoz”).

²¹⁶ COM(2021) 562 final („Prijedlog uredbe o uporabi obnovljivih i niskougličnih goriva u pomorskom prometu”).

²¹⁷ 50 % za elektrogoriva. Očekuje se da će se današnji troškovi elektrogoriva od 7 EUR po litri do 2050. smanjiti na 1–3 EUR/l zbog ekonomije razmjera, učinaka učenja i očekivanog smanjenja cijene električne energije iz obnovljivih izvora.

²¹⁸ Privatna ulaganja uključuju poduzetnički kapital, poslovne anđele, financiranja u početnoj fazi pokretanja poduzeća te bespovratna sredstva. U SAD-u je izvršeno 57 % ulaganja od 2010., 28 % u Kanadi i samo 10 % u cijelom EU-u (JRC, *CETO 2022 Advanced Biofuels report* (Izješće o naprednim biogorivima Opservatorija za tehnologiju čiste energije za 2022.)).

Analiza svjetskog tržišta: EU ima otprilike 7 % udjela na svjetskom tržištu biogoriva (tj. oko 105 milijardi EUR 2020.), a taj se udio uglavnom sastoji od biodizela prve generacije. Prihod je 2018. dosegnuo vrhunac od 14,4 milijarde EUR²¹⁹, a najveći prihod ostvaren je u Francuskoj, Njemačkoj i Španjolskoj. U cijelom lancu vrijednosti u EU-u izravno i neizravno otvoreno je 250 000 novih radnih mjesta. EU-u se nalazi i 29 % svjetskih inovacijskih poduzeća, dok ih najviše ima poslovni nastan u SAD-u i Japanu.

Sektor naprednih biogoriva tek se počeo razvijati. Broj komercijalnih postrojenja još uvijek je poprilično malen, a međunarodna trgovina vrlo ograničena. EU je svjetski predvodnik s 19 od 24 operativna komercijalna postrojenja za napredna biogoriva. Švedska i Finska imaju ih najviše (zajedno 12)²²⁰.

Svim se biogorivima može trgovati na međunarodnoj razini. Međunarodna trgovina manjeg je obima nego za fosilna goriva i jedva postoji za napredna biogoriva. Od 2014. uvoz biogoriva u EU stalno se povećava. Za biogorivo 2021. zabilježen je trgovinski deficit EU-a veći od 2 milijarde EUR, pri čemu se uglavnom uvozilo iz Argentine, Kine i Malezije. Nizozemska i Njemačka najveći su proizvođači u EU-u i svjetski izvoznici biogoriva.

Može se zaključiti da iako je instalirani i planirani kapacitet proizvodnje obnovljivih goriva za 2030. minimalan, a potencijal naprednih biogoriva iz održivih sirovina u EU-u ograničen, taj sektor ipak može pridonijeti ciljevima smanjenja emisija stakleničkih plinova iz paketa „Spremni za 55 %” i u dovoljnoj mjeri nadoknaditi svako zaostajanje u području elektrifikacije prometa. Još uvijek postoje neki tehnički i gospodarski rizici koji se moraju otkloniti kako bi se u potpunosti ostvario potencijal obnovljivih goriva u prometnom sektoru. Troškovi svih obnovljivih goriva, a posebno sintetičkih goriva, i dalje su visoki jer se oslanjaju na cijene energije iz obnovljivih izvora i vodika. Međutim, napredna biogoriva oslanjaju se na lokalne održive izvore biomase i kratke lance opskrbe koji dovode do otvaranja velikog broja radnih mjesta za kvalificirane radnike, smanjuju energetska siromaštvo i potiču konkurentnost industrije. EU zauzima vodeći položaj na tom tržištu u operativnim komercijalnim postrojenjima za napredna biogoriva i inovacijama visoke vrijednosti. Poduzeća iz EU-a trenutačno su među prvih deset na svijetu, ali postoji mogućnost da bi mogla izgubiti tehnološko vodstvo zbog nedovoljno privatnog financiranja. Stoga bi, osim domaće proizvodnje energije, trebalo razmotriti i izvozni potencijal temeljnih europskih tehnologija.

3.7. Pametne tehnologije za upravljanje energijom

Pri oblikovanju politika na razini EU-a i na nacionalnoj razini posljednjih godina jasno je prepoznata važnost pametnih elektroenergetskih mreža. U strategiji EU-a za integraciju

²¹⁹ U izvješću o naprednim biogorivima navodi se da je 2020. Francuska ostvarila najveći prihod (nešto više od 2 500 milijuna EUR), a slijede je Njemačka i Španjolska (oko 1 500 milijuna EUR svaka) te Mađarska, Rumunjska i Poljska (nešto manje od 1 000 milijuna EUR svaka) (vidjeti Opservatorij za tehnologiju čiste energije: *Advanced biofuels in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Napredna biogoriva u Europskoj uniji – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), JRC130727).

²²⁰ Švedska ima osam tvornica, Finska četiri, Španjolska i Italija po dvije, a Francuska i Nizozemska po jednu. Izvan EU-a u SAD-u nalaze se dvije tvornice, a u Kini, Indoneziji, Japanu i Norveškoj po jedna (JRC, *CETO 2022 Advanced Biofuels report* (Izvješće o naprednim biogorivima Opservatorija za tehnologiju čiste energije za 2022.)).

energetskog sustava iz 2020.²²¹ prepoznata je važnost pametnih mreža za ostvarenje ciljeva Unije u području energetske i klimatske politike. U revidiranoj Uredbi o transeuropskoj energetskoj infrastrukturi iz 2022.²²² pametno uvođenje električne energije navodi se kao prioritetno tematsko područje²²³. U svojim planovima za oporavak i otpornost države članice prepoznale su potencijal digitalnih rješenja za poboljšanje pametne tehnologije elektroenergetskih mreža²²⁴. Elektrifikacija i unapređivanje mreže napreduju, ali treba poduzeti dodatne mjere za jačanje elektroenergetske infrastrukture kako bi se proveo plan REPowerEU. Poteškoće uključuju smanjenje potrošnje, razmjenu podataka među različitim sudionicima, fleksibilnost, interoperabilnost i tehnološku spremnost. U akcijskom planu EU-a za digitalizaciju energetskog sustava²²⁵ iznesen je niz mjera za prevladavanje tih prepreka.

S obzirom na velik broj i širok raspon različitih pametnih energetskih tehnologija, u ovom se odjeljku iznosi procjena relevantnih tehnoloških i tržišnih kretanja samo za tri ključne tehnologije: i. napredne mjerne infrastrukture, ii. kućanske sustave upravljanja energijom i iii. pametno punjenje električnih vozila.

i) Napredna mjerna infrastruktura (AMI)

Sustavi AMI nude²²⁶ mnoge prednosti i za pružatelje energetske usluga i za potrošače, uključujući manje račune za električnu energiju boljim upravljanjem potrošnjom, bolje praćenje mreže, a time i bolje upravljanje prekidima napajanja, manje troškove ažuriranja mreže zbog boljeg upravljanja razdobljima velike potrošnje električne energije i bolju kontrolu korisnika korištenjem napredne korisničke infrastrukture (tj. pametnih aplikacija i internetskih portala)²²⁷.

Uvođenje inteligentnih mjernih sustava u EU-u napreduje, ali treba ga dodatno ubrzati. Samo 43 % potrošača imalo je 2020. na raspolaganju pametna električna brojila (što odgovara približno 123 milijuna jedinica u EU-u i Ujedinjenoj Kraljevini)²²⁸. Funkcije koje nude sustavi AMI-ja razlikuju se: u većini zemalja u okviru tih sustava putem sučelja brojila stavljaju se na raspolaganje detaljni podaci o potrošnji (npr. razina potrošnje/datum/vrijeme) i/ili podaci o kumulativnoj potrošnji.

²²¹ COM (2020) 299 final („Energija za klimatski neutralno gospodarstvo: strategija EU-a za integraciju energetskog sustava”).

²²² SL L 152, 3.6.2022. Uredba (EU) 2022/869 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2022. o smjernicama za transeuropsku energetsku infrastrukturu, izmjeni uredaba (EZ) br. 715/2009, (EU) 2019/942 i (EU) 2019/943 i direktiva 2009/73/EZ i (EU) 2019/944 te stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 347/2013.

²²³ Uredbom se zahtijeva da projekti pametnih mreža pridonose najmanje dvama od sljedećih kriterija: i. sigurnosti opskrbe, ii. integraciji tržišta, iii. sigurnosti mreže, fleksibilnosti i kvaliteti opskrbe i iv. pametnoj integraciji sektora.

²²⁴ Europska komisija, Tablica pokazatelja oporavka i otpornosti. Tematska analiza: Digitalne javne usluge, prosinac 2021.

²²⁵ COM (2022) 552 final, Digitalizacija energetskog sustava – akcijski plan EU-a.

²²⁶ Sustavi AMI sastoje se od različitih komponenti. Pametna brojila najvažniji su dio, a podupiru ih komunikacijske mreže i sustavi za upravljanje podacima.

²²⁷ *Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems – Results from the Smart Grid Investment Grant Program* (Napredne mjerne infrastrukture i sustavi za kupce – Rezultati iz programa investicijskih potpora za pametnu mrežu), Ured za isporuku električne energije i energetsku pouzdanost, Ministarstvo energetike SAD-a, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf.

²²⁸ Estonija, Španjolska, Italija, Finska i Švedska: 90 %, Danska, Francuska, Luksemburg, Malta, Nizozemska i Slovenija: 70–90 %, Latvija i Portugal: 50–70 %, Grčka, Austrija i Ujedinjena Kraljevina: 20–50 % (Vitiello, S., Andreadou, N., Ardelean, M. i Fulli, G., *Smart Metering Roll-Out in Europe: Where do we stand? Cost Benefit Analyses in the Clean Energy Package and Research Trends in the European Green Deal* (Uvođenje pametnih brojila u Europi: aktualno stanje. Analiza troškova i koristi u paketu za čistu energiju i istraživački trendovi u europskom zelenom planu), *Energies*, svezak 15., str. 2340., 2022., <https://doi.org/10.3390/en15072340>).

Iskorištavanje punog potencijala sustava AMI zahtijevat će daljnju integraciju s kućanskim sustavima upravljanja energijom i pametnim uređajima (uključujući pametno punjenje električnih vozila) te s novim energetskekim uslugama.

ii) Kućanski sustav upravljanja energijom (HEMS)

Sve veće uvođenje pametnih uređaja²²⁹ upućuje na to da bi HEMS trebao postati središte za prikupljanje, optimizaciju i eksternalizaciju podataka trećim stranama (npr. posrednicima u području električne energije i pružateljima usluga). Komisija priprema kodeks ponašanja za proizvođače uređaja za pametnu potrošnju energije kojim će se definirati zahtjevi u pogledu interoperabilnosti i načela za razmjenu podataka među uređajima, odnosno između sustava automatizacije kuća i zgrada, punjača za električna vozila, agregata i operatora distribucijskih sustava²³⁰.

Postojeća rješenja za upravljanje energijom u kućanstvu kreću se u rasponu od aplikacija za praćenje potrošnje energije izravno za potrošača do softverskih platformi s bijelim oznakama za komunalne korisnike, koje se kasnije mogu proširiti na krajnje korisnike. Osim „tradicionalnih” poduzeća s rezultatima u energetici i/ili elektronici²³¹, HEMS proizvode sad distribuiraju velika softverska poduzeća kao što su Google, Apple i Cisco²³². Taj trend pokazuje sve veću ulogu softverskog inženjerstva u uređajima povezanim s internetom stvari.

Očekuje se da će se potražnja za HEMS-om u narednim godinama znatno povećati. Na primjer, očekuje se da će njemačko tržište, najveće nacionalno tržište HEMS-a u EU-u, do 2027. porasti na gotovo 460 milijuna USD (544 milijuna EUR)²³³, a francusko tržište HEMS-a moglo bi u razdoblju od 2021. do 2027.²³⁴ imati prosječnu godišnju stopu rasta od 20,3 %. Te su vrijednosti odraz globalnih trendova. Globalno tržište HEMS-a procijenjeno je na 2,1 milijardu USD u 2021. (2,5 milijardi EUR²³⁵), a do 2027. moglo bi porasti na 6 milijardi USD (7 milijardi EUR²³⁶) (s prosječnom godišnjom stopom rasta od 16,5 % u razdoblju 2022.–2027.)²³⁷. Međutim, u ovoj fazi još uvijek nije jasno hoće li HEMS samo

²²⁹ Primjeri uključuju pametne termostate, pametne utikače, pametnu rasvjetu te distribuirane energetske uređaje kao što su solarni fotonaponski sustavi, električna vozila.

²³⁰ [Potpora razvoju prijedloga politika za uređaje za pametnu potrošnju energije | JRC – Pametni električni sustavi i interoperabilnost \(europa.eu\)](#).

²³¹ Npr. Fortum (FI), ENEL X (IT), Bosch (DE), NIBE (SE) i Schneider Electric (FR). Dobavljači HEMS-a detaljno su predstavljeni u izvješću Komisije o konkurentnosti za 2021. (SWD(2021) 307 final, [radni dokument službi Komisije](#)).

²³² Aplikacije Google Home, Apple Siri i Ciscova usluga upravljanja energijom primjeri su usluga za upravljanje energijom u kućanstvu.

²³³ U ovom se odlomku koristi prosječni devizni tečaj od 1,1827 EUR za 1 USD za 2021., https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁴ Delta-EE, <https://www.delta-ee.com/research-services/home-energy-management/>.

²³⁵ U ovom se odlomku koristi prosječni devizni tečaj od 1,1827 EUR za 1 USD za 2021., https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁶ U ovom se odlomku koristi prosječni devizni tečaj od 1,1827 EUR za 1 USD za 2021., https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁷ Grupa IMARC: *Home Energy Management System Market Size and Share 2022-2027* (Veličina tržišta i tržišni udio kućanskih sustava upravljanja energijom 2022.–2027.), <https://www.imarcgroup.com/home-energy-management-systems-market?msclkid=5440b237b02f11ecae445030f049ab37>.

pomoći potrošačima u optimizaciji njihove potrošnje i udobnosti ili će omogućiti i odgovarajuće upravljanje potražnjom i fleksibilnost.

iii) Pametno punjenje električnih vozila

Pametno punjenje električnih vozila bit će presudno za postizanje najveće moguće sinergije između električnih vozila, proizvodnje energije iz obnovljivih izvora i usluga mreže. Tempo uvođenja električnih vozila sugerira da se ne očekuje da će električna vozila dovesti do krize u području potražnje za električnom energijom u kratkoročnom do srednjoročnom razdoblju²³⁸, ali mogla bi preoblikovati krivulju opterećenja²³⁹. Učinak pametnog punjenja električnih vozila može biti veći u regijama i lokalnim područjima u kojima je prisutna visoka koncentracija električnih vozila, a mrežna infrastruktura nije dovoljno razvijena. Pametne tehnike punjenja električnih vozila potencijalno mogu pružiti usluge uravnoteženja za mrežu i smanjiti ograničavanje korištenja obnovljivih izvora energije, čime se smanjuje potreba za nadogradnjom mreže.

Pametno punjenje uključuje niz mogućnosti određivanja cijena i tehničkih mogućnosti punjenja, a ima tri oblika: jednosmjerno punjenje vozilo – mreža (V1G), dvosmjerno punjenje vozilo – mreža (V2G) i punjenje vozilo – kuća ili zgrada (V2H-B). Ključni dionici na tržištu pametnog punjenja električnih vozila jesu ABB (Švedska/Švicarska), Bosch Automotive Service Solutions Inc. (Njemačka), Schneider Electric (Francuska), GreenFlux i Alfen N.V. (Nizozemska), Virta (Finska), Driivz i Tesla (SAD).

Globalno tržište pametnog punjenja električnih vozila očito je u porastu, s procijenjenom vrijednošću od 1,52 milijarde USD (1,77 milijardi EUR²⁴⁰) 2020. i prosječnom godišnjom stopom rasta od 32,42 % od 2021. do 2031.²⁴¹ Međutim, za razliku od zrelijih V1G rješenja, V2G i V2H-B još nisu došli do faze masovnog uvođenja na tržište, iako se broj pilot-projekata i demonstracija povećava.

Šire uvođenje infrastrukture za pametno punjenje dovest će do dviju poteškoća: prvo, trebat će konsolidirati standardizaciju komunikacijskih sučelja između mjesta za punjenje, električnih vozila i distribucijske mreže; drugo, morat će se zadovoljiti sve veća potražnja za sirovinama²⁴².

Očekuje se da će sustavi AMI, HEMS i pametno punjenje električnih vozila i dalje napredovati. Uvođenje sustava AMI sporije je nego što je prvotno predviđeno. Potrebna je

²³⁸ Simulacije distribucijske mreže u Njemačkoj pokazuju da će zahtjevi za nadogradnju mreže biti prilično mali dok električna vozila ne dosegnu oko 20 % ukupnog voznog parka (VertgeWall, C.M. et al., *Modelling Of Location And Time Dependent Charging Profiles Of Electric Vehicles Based On Historical User Behaviour* (Modeliranje profila punjenja električnih vozila ovisno o lokaciji i vremenu na temelju prethodnog ponašanja korisnika), CIRED 2021., 26. Međunarodna konferencija i izložba o distribuciji električne energije, 2021.).

²³⁹ McKinsey&Company, McKinsey Center for Future Mobility, *The potential impact of electric vehicles on global energy systems* (Potencijalni utjecaj električnih vozila na globalne energetske sustave), 2018.

²⁴⁰ U ovom se odlomku koristi prosječni devizni tečaj od 1,1827 EUR za 1 USD za 2021., https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²⁴¹ Transparency market research, *Smart EV Charger Market: 2021–2031* (Tržište pametnih punjača za električna vozila u razdoblju 2021.–2031.), 2021.

²⁴² Sirovine kao što su nehrđajući čelik, bakar, aluminij, polikarbonati, elastomeri i termoplastični poliuretani koriste se za proizvodnju kritičnih komponenti stanica za punjenje električnih vozila (ograde, kabeli, priključci, kabelska izolacija i omotači te fleksibilni vodovi). Silicij i germanij ključne su sirovine za proizvodnju elektroničkih sklopova i ploča.

daljnja integracija s HEMS-om i pametnim uređajima kako bi se u potpunosti iskoristile mogućnosti sustava AMI. Sve veća prisutnost pametnih uređaja trebala bi dovesti do znatnog povećanja potražnje za sustavima HEMS. Svjetsko tržište za pametno punjenje električnih vozila isto bi trebalo početi rasti, ali da bi se to postiglo, trebat će savladati prepreke.

3.8. Glavni zaključci o ostalim tehnologijama čiste energije

U prethodnim odjeljcima pozornost je posvećena tehnologijama i rješenjima za čistu energiju analiziranim 2021.²⁴³ Druga glavna rješenja za čistu energiju predstavljena u ovom odjeljku obuhvaćena su pratećim izvješćima Opservatorija Komisije za tehnologiju čiste energije²⁴⁴. Te su tehnologije u različitim fazama razvoja i razvijaju se u različitim kontekstima. To znači da svaka od njih ima vlastite prepreke i prilike za postizanje konkurentnosti.

Primjerice, **hidroenergija**²⁴⁵ se znatno koristi u cijelom EU-u. Instalirani kapacitet 2021. iznosio je 151 GW, što je povećanje od +6 GW u odnosu na 2011., što odgovara približno 12 % neto proizvodnje električne energije u EU-u. Crpne hidroelektrane s kapacitetom od 44 GW predstavljaju sav kapacitet EU-a za skladištenje električne energije i osiguravaju fleksibilnost elektroenergetske mreže i kapacitet za skladištenje vode. S obzirom na to da ta postrojenja sve više zastarijevaju, održivo obnavljanje postojećih hidroenergetskih kapaciteta postaje sve važnije pitanje, kao i mogućnost da hidroenergetska postrojenja postanu otpornija na klimatske i tržišne promjene. EU je predvodnik u istraživanju i inovacijama, posjeduje 33 % svih izuma visoke vrijednosti na globalnoj razini (2017.–2019.) te se u njemu nalazi 28 % svih inovativnih poduzeća. Na svjetskom tržištu koje se sve više širi EU je u razdoblju 2019.–2021. ostvarivao i 50 % ukupnog svjetskog izvoza hidroenergije u vrijednosti od 1 milijarde EUR. Međutim, potpuno iskorištavanje njegova potencijala zahtijevat će od EU-a da prevlada poteškoće povezane s društvenom prihvaćenošću i učincima novih postrojenja i akumulacijskih sustava na okoliš. Učinci klimatskih promjena utječu i na hidroenergiju u Europi na različite načine, a akumulacijski sustavi mogu pridonijeti ublažavanju nekih od tih učinaka. Od presudne je važnosti prepoznati dodatne koristi (izvan proizvodnje energije) višenamjenskih akumulacijskih sustava i poticati održivije hidroenergetske tehnologije i mjere (tj. one s manjim utjecajem na okoliš).

Trenutačno se uvodi sve više mogućnosti za korištenje **energije oceana**²⁴⁶. Dugoročno gledano, s obzirom na potencijal resursa, energija oceana potencijalno bi mogla zadovoljiti do 10 % energetske potrebe EU-a. U strategiji EU-a za iskorištavanje energije iz obnovljivih izvora na moru iz 2020.²⁴⁷ predloženi su posebni ciljevi u pogledu kapaciteta za energiju oceana s dugoročnim ciljem od najmanje 40 GW do 2050. Poduzeća iz EU-a vodeća su u sektoru energije oceana, a većina poduzeća smještena je u državama članicama EU-a. Unutar i izvan EU-a povećava se uvođenje te vrste energije u smislu instaliranih kapaciteta.

²⁴³ COM(2021) 952 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

²⁴⁴ https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en

²⁴⁵ Quaranta, E. et al., Opservatorij za tehnologiju čiste energije, *Hydropower and Pumped Hydropower Storage in the European Union - 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Hidroenergija i crpni akumulacijski sustavi u Europskoj uniji – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, 2022., JRC130587.

²⁴⁶ Uključujući tehnologije za iskorištavanje energije valova, energije gradijenta saliniteta i pretvorbu termalne energije oceana.

²⁴⁷ COM(2020) 741 final („Strategija EU-a za iskorištavanje potencijala energije iz obnovljivih izvora na moru za klimatski neutralnu budućnost”).

Pojedinačni uređaji već dulje pridonose mreži²⁴⁸. Međutim, treba nastaviti smanjivati troškove i osigurati održivost kako bi se tehnologije energije valova i plime i oseke mogle sudjelovati na tržištu električne energije i kako bi bile konkurentne drugim izvorima obnovljive energije. Potrebno je i dodatno financiranje za ispitivanje i prihvaćanje na tržištu kako bi se omogućilo njihovo opsežno uvođenje.

Zabilježeno je povećano korištenje **geotermalne energije**²⁴⁹ u elektranama, ali i za centralizirano grijanje i hlađenje, iako sporo napreduje u usporedbi s drugim tehnologijama čiste energije. U Njemačkoj su 2021. puštene u pogon dvije dodatne geotermalne elektrane s kapacitetom od 1 MWe i 5 MWe²⁵⁰, čime je ukupan kapacitet EU-a dosegno 0,877 GWe, dok je ukupan instalirani kapacitet u svijetu iznosio oko 14,4 GWe. Ukupan instalirani geotermalni kapacitet centraliziranog grijanja i hlađenja dosegno je 2021. 2,2 GW u EU-u, s više od 262 sustava. Najveće povećanje kapaciteta zabilježeno je u Francuskoj, Nizozemskoj i Poljskoj. Napredni geotermalni sustavi (EGS) i dalje se suočavaju s nekoliko inovacijskih izazova i oni će zahtijevati daljnje istraživanje i inovacije. Smanjenje rizika ulaganja u projekte geotermalne energije presudno je za iskorištavanje ogromnog potencijala geotermalne energije. Glavni izazovi u EU-u odnose se na troškovnu i okolišnu učinkovitost.

Koncentrirana solarna i toplinska energija²⁵¹ može znatno pridonijeti proizvodnji električne energije na lokacijama s visokom izravnom insolacijom, ali dosad je iskorišten samo dio njezina potencijala. Instalirani kapacitet u cijelom svijetu iznosio je 2021. približno 6,5 GW, a u EU-u je instalirano 2,4 GW. Postoji i veliko tržište EU-a za toplinu iz industrijskih procesa, koja se djelomično može iskorištavati putem sustava za grijanje na koncentriranu solarnu energiju. Istraživanje tog potencijala za električnu energiju i toplinu iz industrijskih procesa uz pomoć financijskih i drugih mjera potpore omogućilo bi EU-u da poveća svoju konkurentnost na međunarodnoj razini. To je posebno važno s obzirom na to da kineske organizacije pomalo preuzimaju vodstvo kao međunarodni nositelji projekata u području koncentrirane solarne energije, što je područje u kojem su poduzeća iz EU-a tradicionalno imala vodeću ulogu. Zabilježen je znatan napredak u području koncentrirane solarne energije u smislu smanjenja troškova te pouzdanosti. Europske organizacije imaju vodeću ulogu u istraživanju i tehnološkom razvoju. Istraživači iz EU-a najvažniji su izdavači znanstvenih radova i autori patenata visoke vrijednosti, čime se povećava učinkovitost i smanjuju troškovi, kako je utvrđeno u planu provedbe strateškog plana za energetske tehnologije (plan SET)²⁵². Istraživanje i inovacije imat će presudnu ulogu u tom području te

²⁴⁸ Energija plime i oseke u okviru projekta MeyGen 1A (UK) u funkciji je od travnja 2018., elektrana na morske valove u Mutrikuu (ES) od srpnja 2011., a u Šetlandu se koristi energija plime i oseke od 2016.

²⁴⁹ Bruhn, D. et al., Opservatorij za tehnologiju čiste energije: *Deep Geothermal Energy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Geotermalna energija iz dubina u Europskoj uniji – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, 2022., JRC130585.

²⁵⁰ Europsko vijeće za geotermalnu energiju, *2021 EGEN Geothermal Market Report*. (Izvješće Europskog vijeća za geotermalnu energiju o geotermalnom tržištu za 2021.).

²⁵¹ Taylor, N. et al., Opservatorij za tehnologiju čiste energije: *Concentrated Solar Power and Heat in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Koncentrirana solarna i toplinska energija u Europskoj uniji – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, 2022., doi: 10.2760/080204, JRC130811.

²⁵² https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions/csp-ste_en

će i dalje dobivati konkretnu potporu na razini EU-a, kako je najavljeno u novoj strategiji EU-a za solarnu energiju.

Posljednjih je godina zabilježen ubrzani napredak u području **hvatanja, upotrebe i skladištenja ugljika**, ali u EU-u još uvijek radi samo mali broj postrojenja. Francuska, Njemačka i Nizozemska predvode u javnim i privatnim ulaganjima u istraživanje i inovacije u tom području te se u tim zemljama nalaze vodeća poduzeća za patentiranje. Postoje neke trajne prepreke koje sprečavaju razvoj područja hvatanja, upotrebe i skladištenja ugljika, a one se prvenstveno odnose na regulatornu provedbu²⁵³, ekonomičnost, rizik i nesigurnosti te prihvaćanje te tehnologije u javnosti. Jedanaest velikih projekata u području hvatanja i skladištenja ugljika te hvatanja i upotrebe ugljika odabrano je za potporu EU-a u okviru Inovacijskog fonda.

Bioenergija²⁵⁴ trenutačno čini gotovo 60 %²⁵⁵ energije iz obnovljivih izvora isporučene u EU. Bioenergija je i dalje važna za tranziciju energetske sektora u nekoliko država članica jer pridonosi dekarbonizaciji gospodarstva te istodobno povećava energetske sigurnost i diversifikaciju. Predviđeno povećanje biomase znači da je važno da EU osigura da se bioenergija nabavlja i upotrebljava na održiv način te da se izbjegnu negativni učinci na bioraznolikost te ponore i zalihe ugljika. Prijedlog revizije Direktive o energiji iz obnovljivih izvora uključuje strože kriterije održivosti za bioenergiju i uvodi zahtjev da države članice primjenjuju kaskadno načelo u svojim programima financijske potpore. Održivo proizveden biometan, koji se prvenstveno temelji na organskom otpadu i ostacima, može pridonijeti cilju iz plana REPowerEU-a da se smanji ovisnost EU-a o uvezenim fosilnim gorivima. Obveza da se do 2024. uvede odvojeno prikupljanje organskog otpada velika je prilika za održivu proizvodnju bioplina u narednim godinama. Bioenergija omogućuje fleksibilnu proizvodnju energije i uravnoteženje elektroenergetske mreže te ima presudnu ulogu za postizanje visokih udjela energije iz promjenjivih obnovljivih izvora, kao što su energija vjetra i solarna energija, u elektroenergetskim mrežama.

Nuklearna energija, sa 103 reaktora (101 GWe) u EU-u 2022., čini oko četvrtinu proizvodnje električne energije u EU-u i osigurava oko 40 % niskougljične električne energije u EU-u²⁵⁶. Uz obnovljive izvore energije nuklearna energija uključena je u strateški dugoročni plan EU-a za klimatski neutralno gospodarstvo do 2050. U planu REPowerEU dodatno se prepoznaje uloga nuklearnog vodika kao zamjene za prirodni plin u proizvodnji čistog vodika. Potencijalni udio nuklearne energije u budućoj kombinaciji niskougljičnih izvora energije ovisi o istraživanju i inovacijama kojima se nastoji postići da nuklearne tehnologije (konvencionalne i napredne) postanu sve sigurnije i čišće. Nekoliko komunalnih i istraživačkih organizacija iz najmanje sedam država članica EU-a pokazalo je zanimanje za nove male modularne nuklearne reaktore²⁵⁷ i njihovo povezivanje s dekarboniziranom proizvodnjom električne energije i proizvodnjom neelektrične energije, kao što su industrijsko i centralizirano grijanje i proizvodnja vodika. Zainteresirani industrijski i

²⁵³ Na primjer, ratifikacija Londonskog protokola.

²⁵⁴ Motola, V. et al, Opservatorij za tehnologiju čiste energije: *Bioenergy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Bioenergija u Europskoj uniji – Izvješće o stanju razvoja tehnologije, trendova, lanaca vrijednosti i tržišta za 2022.), Europska komisija, 2022., JRC130730.

²⁵⁵ Ta vrijednost uključuje biogoriva, koja čine oko 7 %.

²⁵⁶ Svjetsko nuklearno udruženje, *Nuclear Power in the European Union* (Nuklearna energija u Europskoj uniji), tablica „Nuklearna energija u EU-u”, preuzeto s internetske stranice 14. listopada 2022.

²⁵⁷ Europska komisija, *Small Modular Reactors and Medical Applications of Nuclear technologies* (Mali modularni reaktori i primjene nuklearnih tehnologija u medicini), Ured za publikacije EU-a, Luxembourg, 2022.

državni akteri EU-a usmjeravaju taj proces prema europskom industrijskom modelu za uvođenje malih modularnih nuklearnih reaktora početkom 2030-ih.

4. ZAKLJUČAK

Brzi razvoj i primjena tehnologija čiste energije proizvedenih u EU-u važni su za troškovno učinkovit, klimatski prihvatljiv i socijalno pravedan odgovor na trenutačnu energetska krizu.

Kao odgovor na cijene energije, koje su više nego ikad prije, EU je brzo predložio niz mjera kojima će se **zaštititi potrošači i poduzeća**, uključujući ranjiva kućanstva i dionike iz sektora čiste energije, te istodobno osigurati ostvarenje klimatskih i energetskih ciljeva za 2030. i 2050.

EU bi usporedno tome trebao nastaviti poduzimati dodatne mjere za **smanjenje ovisnosti o sirovinama i učinkovitu diversifikaciju njihove nabave** jer njihove sve veće cijene negativno utječu na konkurentnost tehnologija čiste energije. Cilj je najavljenog Europskog akta o kritičnim sirovinama ²⁵⁸pridonijeti ostvarenju tih ambicija. EU treba i **pojačati međunarodnu suradnju i riješiti pitanje manjka kvalificirane radne snage** u različitim segmentima tehnologije čiste energije te pritom osigurati rodno uravnoteženo i ravnopravno okruženje. Prijedlog da se 2023. proglasi Europskom godinom vještina korak je prema povećanju broja kvalificiranih radnika.

Iznimno je važno **povećati javna i privatna ulaganja u istraživanje i inovacije u području čiste energije te ubrzano i cjenovno pristupačno uvođenje tih tehnologija**. U tom su smislu regulatorni i financijski okviri EU-a od presudne važnosti. Zajedno s provedbom Novog europskog programa za inovacije, programi financiranja EU-a, **pojačana suradnja** među državama članicama i stalno **praćenje nacionalnih aktivnosti u području istraživanja i inovacija** od presudne su važnosti za osmišljavanje učinkovitog ekosustava EU-a za istraživanje i inovacije te za premošćivanje jaza između istraživanja i inovacija te prihvaćanja na tržištu, čime se jača konkurentnost EU-a.

Ovim se izvješćem potvrđuje²⁵⁹ da **EU i dalje ima vodeću ulogu u istraživanju u području čiste energije** te da ulaganja u istraživanje i inovacije stalno rastu (iako su još uvijek ispod razine prije financijske krize). Na globalnoj razini EU je i dalje predvodnik u području „zelenih” izuma i patenata visoke vrijednosti, s obzirom na to da podnosi najveći broj zahtjeva za patente u području klime i okoliša (23 %), energije (22 %) i prometa (28 %). Globalni udio znanstvenih publikacija u EU-u smanjio se, ali znanstvenici iz EU-a surađuju i na međunarodnoj razini objavljuju veliki broj publikacija u području čiste energije, koji je znatno iznad svjetskog prosjeka. Osim toga, u EU-u je prisutna viša razina javno-privatne suradnje.

Prihod i bruto dodana vrijednost sektora obnovljive energije EU-a nastavili su rasti od 2019., a proizvodnja većine tehnologija i rješenja za čistu energiju u EU-u nastavila se povećavati i 2021. Iako je EU zadržao pozitivnu trgovinsku bilancu u nekoliko tehnologija, kao što je

²⁵⁸ Kako je najavila predsjednica Europske komisije u govoru o stanju Unije 14. rujna 2022., dostupnom na https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/SPEECH_22_5493.

²⁵⁹ Kao i u prethodnom izdanju: COM(2021) 952 final i SWD(2021) 307 final („Napredak u pogledu konkurentnosti tehnologija čiste energije”).

energija vjetra, njegov se trgovinski deficit u drugim tehnologijama, kao što su dizalice topline, biogoriva i solarna fotonaponska energija, povećao. Taj opći trend djelomično je posljedica sve veće potražnje EU-a za takvim tehnologijama.

Kad je riječ o specifičnim tehnologijama čiste energije, izvješće pokazuje da je sektor **energije vjetra** EU-a 2022. i dalje imao vodeću ulogu u svijetu u području istraživanja i inovacija i patenata visoke vrijednosti te da održava pozitivnu trgovinsku bilancu. Međutim, konkurencija je i dalje jaka, a sektor energije vjetra morat će prevladati trenutačne nepovoljne okolnosti do kojih dolazi, među ostalim, i zbog sve veće globalne potražnje za rijetkim zemnim materijalima te poremećaja u lancu opskrbe. Sektor će morati udvostručiti svoj trenutačni godišnji kapacitet instalacije kako bi se ostvarili ciljevi iz plana REPowerEU. EU je 2022. potvrdio i svoj položaj jednog od najvećih tržišta **fotonaponskih sustava** i važnog inovatora, posebno u području novih fotonaponskih tehnologija. Iz perspektive lanca vrijednosti EU i dalje zaostaje za Azijom te pokazuje snažnu ovisnost o nekoliko ključnih sastavnica. Inovativna rješenja i kontinuirani tehnološki napredak nude dodatne mogućnosti za uvođenje u EU-u.

EU je na prekretnici u pogledu nekoliko tehnologija. Još uvijek je potrebno savladati nekoliko izazova kako bi se u potpunosti moglo iskoristiti te tehnologije. Sektor **dizalica topline** morat će dodatno ubrzati već brzo uvođenje i osigurati cjenovnu pristupačnost sustava (posebno za kućanstva s niskim dohotkom i MSP-ove), a dobavljači iz EU-a morat će povećati proizvodnju kako bi zadržali svoj tržišni udio u usporedbi s trećim zemljama. Kad je riječ o **proizvodnji baterija**, EU je na dobrom putu da do 2030. postane samodostatan, ali nedostatak sirovina iz domaćih izvora i kapaciteta za proizvodnju naprednih materijala i dalje su prepreke za ostvarivanje tog cilja. Potrebno je poduzeti dodatne mjere za povećanje kapaciteta recikliranja i uspostavljanje tehnoloških kapaciteta za jeftinije/dugoročno skladištenje. Kad je riječ o **proizvodnji vodika elektrolizom**, EU ima koristi od snažnog sveobuhvatnog pristupa privlačenju potražnje i ponude. Položaj EU-a u lancu vrijednosti razlikuje se (npr. ima vodeći položaj u elektrolizi krutih oksida, ali nije konkurentan u alkalnoj tehnologiji). Povećanje cijena električne energije i oslanjanje na kritične sirovine neke su od glavnih poteškoća koje treba savladati. EU ima daleko najveći broj operativnih komercijalnih postrojenja za **obnovljiva goriva** i inovacija visoke vrijednosti na svijetu. Iako s ograničenom instaliranom i planiranom proizvodnjom za 2030., obnovljiva goriva mogu pridonijeti ostvarenju svih ciljeva za smanjenje emisija iz paketa „Spremni za 55 %” ako se uklone određeni tehnički i gospodarski rizici. Inovacije u **digitalnoj energetskej infrastrukturi** EU-a bit će presudne kako bi se osigurala spremnost elektroenergetske mreže za budući energetski sustav. Potražnja za sustavima HEMS i pametnim punjačima električnih vozila povećava se i očekuje se da će se taj trend nastaviti, a u EU-u napreduje uvođenje inteligentnog sustava mjerenja (iako sporije nego što je planirano).

Općenito, unatoč obećavajućim pozitivnim trendovima uočenima u inovacijskom ekosustavu EU-a, potrebno je poduzeti dodatne mjere kako bi se uklonile strukturne prepreke i savladali društveni izazovi koji sprečavaju da se *start-up* i rastuća poduzeća u području klimatskih tehnologija s poslovnim nastanom u EU-u razvijaju jednako kao u drugim velikim gospodarstvima. Kako bi iskoristio svoj potencijal da postane globalni predvodnik u području klimatske tehnologije i *deep-tech* tehnologije, EU mora iskoristiti svoje raznolike talente, intelektualnu imovinu i industrijske kapacitete te potaknuti privatne ulagače da aktivnije

sudjeluju u financiranju *start-up* poduzeća u području klimatskih tehnologija i *deep-tech* tehnologija u području klime.

Komisija će nastaviti pratiti napredak sektora čiste energije te će dorađivati metodologiju i prikupljanje podataka u suradnji s državama članicama i dionicima. U tom će kontekstu Komisija ažurirati svoju metodologiju utemeljenu na dokazima za buduća izdanja izvješća o napretku u pogledu konkurentnosti. To će poslužiti kao temelj za donošenje političkih odluka i pomoći da EU do 2050. postane konkurentan, resursno učinkovit, otporan, neovisan i klimatski neutralan.

PRIOLOG I. METODOLOŠKI OKVIR ZA PROCJENU KONKURENTNOSTI EU-A²⁶⁰

Dio 1.: Sveukupna konkurentnost sektora čiste energije EU-a	Dio 2.: Tehnologije i rješenja za čistu energiju		
Makroekonomska analiza (agregirani podaci po državi članici i čistoj tehnologiji)	1. Tehnološka analiza – trenutna situacija i predviđanja	2. Analiza lanca vrijednosti u sektoru energetske tehnologije	3. Analiza svjetskog tržišta
<p>Najnovija kretanja</p> <ul style="list-style-type: none"> - cijene i troškovi energije: najnovija kretanja - izazovi održivosti i kružnosti za tehnologije čiste energije; ovisnost o (kritičnim) sirovinama u sektoru čiste energije EU-a i utjecaj na konkurentnost EU-a - posljedice pandemije bolesti COVID-19 i oporavak - ljudski kapital i vještine 	<p>Instalirani kapacitet, proizvodnja (danas i 2050.)</p>	<p>Prihod</p>	<p>Trgovina (uvoz, izvoz)</p>
<p>Kretanja u području istraživanja i inovacija</p> <ul style="list-style-type: none"> - javna i privatna ulaganja u istraživanje i inovacije - patenti i patenti visoke vrijednosti u EU-u i po državama članicama 	<p>Troškovi/ukupni srednji troškovi proizvodnje energije (LCoE)²⁶¹ (danas i 2050.)</p>	<p>Rast bruto dodane vrijednosti godišnji, % promjene</p>	<p>Predvodnici na svjetskom tržištu u odnosu na predvodnike na tržištu EU-a (tržišni udio)</p>
<p>Globalno tržišno natjecanje u području čiste energije</p>	<p>Javno financiranje istraživanja i inovacija (države članice i EU)</p>	<p>Broj poduzeća u lancu opskrbe, uključujući predvodnike na tržištu EU-a</p>	<p>Resursna učinkovitost i ovisnost²⁶²</p>
<p>Okruženje za financiranje inovacija u EU-u (u usporedbi s velikim gospodarstvima)</p>	<p>Privatno financiranje istraživanja i inovacija</p>	<p>Zaposlenost u segmentu lanca vrijednosti</p>	
<p>Uloga sustavnih promjena u sektoru čiste energije (npr. digitalizacija, zgrade, zajednice energije i suradnja između podnacionalnih razina vlasti)</p>	<p>Kretanja u pogledu patentiranja (uključujući patente visoke vrijednosti)</p>	<p>Energetski intenzitet/radna produktivnost</p>	
	<p>Razina znanstvenih publikacija</p>	<p>Proizvodnja zajednice Godišnje proizvodne vrijednosti</p>	

²⁶⁰ Analiza je provedena u bliskoj suradnji s Opservatorijem Europske komisije za tehnologiju čiste energije: pojedini za prvi dio sadržani su u Georgakaki, A. et al., *Clean Energy Technology Observatory Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report* (Opća strateška analiza tehnologije čiste energije u Europskoj uniji Opservatorija za čistu energiju – Izvješće o stanju za 2022.), Europska komisija, 2022., JRC131001. Za drugi dio izvješća o pojedinim tehnologijama dostupna su na https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en.

²⁶¹ I, ako je dostupno, ukupni srednji troškovi skladištenja (LCoS).

²⁶² Segmenti lanca vrijednosti koji ovise o kritičnim sirovinama.

