

Bruselj, 17. november 2022
(OR. en)

14916/22

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

SPREMNI DOPIS

Pošiljatelj:	za generalno sekretarko Evropske komisije: direktorica Martine DEPREZ
Datum prejema:	15. november 2022
Prejemnik:	Thérèse BLANCHET, generalna sekretarka Sveta Evropske unije
Št. dok. Kom.:	COM(2022) 643 final
Zadeva:	POROČILO KOMISIJE EVROPSKEMU PARLAMENTU IN SVETU Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij za čisto energijo

Delegacije prejmejo priloženi dokument COM(2022) 643 final.

Priloga: COM(2022) 643 final



Bruselj, 15.11.2022
COM(2022) 643 final

POROČILO KOMISIJE EVROPSKEMU PARLAMENTU IN SVETU

Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij za čisto energijo

Kazalo

1. Uvod.....	1
2. Splošna konkurenčnost sektorja čiste energije v EU	3
2.1 Ozadje: nedavni razvoj	3
2.1.1 <i>Cene energije in stroški: nedavni trendi</i>	3
2.1.1 <i>Svetovne verige oskrbe z viri in materiali: ranljivosti in motnje</i>	5
2.1.2 <i>Posledice COVID-19 in okrevanje</i>	7
2.1.3 <i>Človeški kapital ter znanja in spretnosti</i>	9
2.2 Raziskovalni in inovacijski trendi	12
2.3 Globalno konkurenčno okolje na področju čiste energije	15
2.4 Financiranje inovacij v EU	17
2.5 Vpliv sistemskih sprememb	20
3. Usmerjenost v tehnologije in rešitve za čisto energijo	21
3.1. Sončna fotovoltaika	22
3.2. Sektor vetrne energije na morju in na kopnem	24
3.3. Toplotne črpalke za uporabo v stavbah	26
3.4. Baterije	28
3.5. Proizvodnja obnovljivega vodika z elektrolizo vode	30
3.6. Goriva iz obnovljivih virov energije	32
3.7. Pametne tehnologije za upravljanje z energijo	34
3.8. Glavne ugotovitve o drugih tehnologijah za čisto energijo	38
4. Zaključek.....	40
PRILOGA I: Metodološki okvir za oceno konkurenčnosti EU	43

1. UVOD

Neizzvana in neupravičena vojaška agresija Rusije nad Ukrajino je močno oslabila svetovni energetske sistem. Pokazala je, da je EU preveč odvisna od ruskih fosilnih goriv, in poudarila potrebo po povečanju odpornosti energetskega sistema EU, ki ga je ogrozila že kriza zaradi COVID-19¹. Zaradi rekordno visokih cen energije in nevarnosti pomanjkanja oskrbe po vsej EU je še toliko bolj nujno, da se pospeši dvojni ekološki in digitalni prehod v okviru evropskega zelenega dogovora² ter zagotovi varnejši, cenovno dostopnejši, odpornejši in bolj neodvisen energetske sistem.

Leto 2022 je zaznamoval načrt REPowerEU³, ki je ključni element odziva politike EU na krizo brez primere. Je časovni načrt za čimprejšnjo odpravo odvisnosti EU od uvoza ruske energije z ukrepi za prihranek energije, diverzifikacijo oskrbe z energijo in pospešenim uvajanjem energije iz obnovljivih virov.

Poleg tega je Komisija s sporočilom „Varčujmo s plinom za varno zimo“⁴ predložila načrt za zmanjšanje uporabe plina v EU za 15 % do naslednje pomladi. Svet je sprejel dve uredbi o skladiščenju oziroma usklajenih ukrepih za zmanjšanje povpraševanja po plinu⁵. Septembra 2022 se je strinjal s predlogom Komisije za „uredbo o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije“⁶, da bi ublažili vpliv cen energentov na potrošnike v EU ter se hkrati odzvali na nestanovitnost in negotovost brez primere na trgih z energijo v EU in po svetu. Ta ukrep vključuje zlasti zmanjšanje porabe električne energije, zgornjo mejo prihodkov za podmejno proizvodnjo električne energije ter začasen in obvezen solidarnostni prispevek podjetij, ki proizvajajo fosilna goriva.

Za uresničitev ciljev načrta REPowerEU bodo poleg naložb, ki so že potrebne za zagotovitev podnebne nevtralnosti do leta 2050, do leta 2027 potrebne dodatne kumulativne naložbe v višini 210 milijard EUR⁷. Te naložbe bodo podprle obsežno povečanje in pospešitev uvajanja tehnologij za čisto energijo (npr. sončne fotovoltaične in vetrne tehnologije, toplotnih črpalk, energijsko varčnih tehnologij, biometana in obnovljivega vodika), kar je ključnega pomena pri spoprijemanju z nujnostjo energetskih in podnebnih ukrepov. Za premagovanje s tem povezanih tehnoloških in netehnoloških izzivov bo potreben tudi močan in konkurenčen sektor čiste energije v EU.

Načrt REPowerEU je potrdil zavezo za uresničitev dolgoročnega cilja iz evropskega zelenega dogovora, da bo EU do leta 2050 postala podnebno nevtralna, in za celovito izvajanje svežnja „Pripravljeni na 55“, ki je bil predstavljen julija 2021⁸. Da bi EU uresničila cilje evropskega zelenega dogovora, bo morala razviti, izvajati in razširiti inovativne rešitve na področju

¹ COM(2021) 952 final in SWD(2021) 307 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

² COM(2019) 640 final („Evropski zeleni dogovor“).

³ COM(2022) 230 final („Načrt REPowerEU“).

⁴ COM(2022) 360 final („Varčujmo s plinom za varno zimo“).

⁵ Uredba (EU) 2022/1032 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 29. junija 2022 o spremembi uredb (EU) 2017/1938 in (ES) št. 715/2009 glede skladiščenja plina (UL L 173, 30.6.2022, str. 17); Uredba Sveta (EU) 2022/1369 z dne 5. avgusta 2022 o usklajenih ukrepih za zmanjšanje povpraševanja po plinu (UL L 206, 8.8.2022, str. 1).

⁶ COM(2022) 473 final („Predlog uredbe Sveta o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije“).

⁷ COM(2021) 557 final („Sprememba Direktive (EU) 2018/2001, Uredbe (EU) 2018/1999 in Direktive 98/70/ES glede spodbujanja energije iz obnovljivih virov“).

⁸ COM(2021) 550 final („Pripravljeni na 55: uresničevanje podnebnega cilja EU za leto 2030 na poti do podnebne nevtralnosti“).

energijske učinkovitosti in energije iz obnovljivih virov. Za približno polovico zmanjšanj emisij toplogrednih plinov, predvidenih do leta 2050, so potrebne tehnologije, ki še niso pripravljene za trg⁹, zato so dejavnosti na področju raziskav in inovacij ključni element za povečanje tehnološke neodvisnosti in svetovne konkurenčnosti EU.

V tem okviru in v skladu s prejšnjimi izdajami je v tem tretjem letnem poročilu o napredku na področju konkurenčnosti¹⁰ predstavljeno trenutno in predvideno stanje na področju različnih tehnologij in rešitev za čisto in nizkoogljično energijo¹¹. V njem so prikazani tudi vidiki raziskav, inovacij in konkurenčnosti sistema čiste energije v EU kot celote¹².

Izdaja iz leta 2021 je bila pomembna za oceno okrevanja gospodarstva po COVID-19, saj je poudarila, kako se lahko z izboljšanjem konkurenčnosti kratko- in srednjeročno ublažijo gospodarske in socialne posledice pandemije.

V letošnjem poročilu je treba upoštevati poziv EU k večjemu uvajanju tehnologij za čisto energijo in vpliv energetske krize na ta sektor. To poročilo ob upoštevanju navedenega temelji na razpoložljivih podatkih, da bi zagotovilo vpogled v načine krepitev konkurenčnosti EU v strateških energetskih vrednostnih verigah ter hkrati povečalo prodor tehnologij EU za čisto energijo. Obenem najnovejši kvantitativni podatki zaradi stalnega in hitro spreminjajočega se razvoja na področju geopolitike, energije in podnebja ne morejo vedno ustrezno odražati edinstvenih razmer. Zato se to poročilo osredotoča na napredek, dosežen do konca leta 2021, in temelji na konsolidiranih podatkih, ki so bili do takrat na voljo. Novejši podatki so navedeni, če so bili na voljo in zanesljivi. Vendar jih ni veliko in zato še ne morejo v celoti odražati vpliva sedanje energetske krize na konkurenčnost tehnologij za čisto energijo. Kadar je mogoče in da bi se upoštevali nedavni izzivi, s katerimi se srečuje sektor čiste energije, ter njihov vpliv nanj, analiza temelji na že vidnih posledicah in kvalitativnih ocenah za leto 2022; vendar bo celoten vpliv mogoče oceniti šele v poročilu o napredku za naslednje leto.

Konkurenčnost je zapleten in večplasten koncept, ki ga ni mogoče opredeliti z enim samim kazalnikom¹³. V tem poročilu je zato ocenjena konkurenčnost sistema čiste energije v EU kot celote (oddelek 2) ter posameznih tehnologij in rešitev za čisto energijo (oddelek 3) z analizo določenega sklopa kazalnikov (Priloga I). Z letošnjim letom bo poglobljeno analizo

⁹ Evropska komisija, Generalni direktorat za raziskave in inovacije, „Research and innovation to REPower the EU“ (Raziskave in inovacije za nadomestitev stare zmogljivosti v EU z novo), Urad za publikacije Evropske unije, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/74947>.

¹⁰ Poročilo Komisije Evropskemu parlamentu in Svetu o napredku na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije (prva izdaja: COM(2020) 953 final; druga izdaja: COM(2021) 952 final).

¹¹ Te vključujejo: sončno fotovoltaično energijo, vetrno energijo na morju in na kopnem, toplotne črpalke za uporabo v stavbah, baterije, proizvodnjo obnovljivega vodika z elektrolizo vode, obnovljiva goriva, pametne tehnologije za upravljanje z energijo, vodno energijo, oceansko energijo, geotermalno energijo, zajemanje, uporabo in shranjevanje ogljika, bioenergijo, koncentrirano sončno energijo in toploto, jedrsko energijo.

¹² V tem poročilu sistem čiste energije zajema tri tržne segmente:

(1) energijo iz obnovljivih virov, vključno s proizvodnjo tehnologije zanjo, njeno namestitvijo in samo proizvodnjo energije;

(2) energijsko učinkovitost in sisteme upravljanja, ki vključujejo tehnologije in dejavnosti, kot so pametni števeci, pametna omrežja, skladiščenje in prenova stavb, ter

(3) električno mobilnost, ki vključuje sestavne dele, kot so baterije in gorivne celice, ki so bistvene za električna vozila in polnilno infrastrukturo.

¹³ Na podlagi sklepov Sveta za konkurenčnost z dne 28. julija 2020.

na podlagi dokazov, na kateri temelji to poročilo, izvajala opazovalnica Komisije za tehnologijo za čisto energijo (CETO)¹⁴.

To poročilo je objavljeno v skladu s členom 35(1), točka (m), uredbe o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov¹⁵, in je priloženo poročilu o stanju energetske unije¹⁶.

2. SPLOŠNA KONKURENČNOST SEKTORJA ČISTE ENERGIJE V EU

2.1 Ozadje: nedavni razvoj

2.1.1 Cene energije in stroški: nedavni trendi

Kot je navedeno v prejšnjih poročilih o napredku glede konkurenčnosti, so bile cene električne energije in plina za industrijo v EU v zadnjem desetletju višje kot v večini držav G20, ki niso članice EU. Zaradi neupravičene in neizzvane ruske invazije na Ukrajino so se zvišale že tako rekordno visoke cene, ki so bile leta 2021 zabeležene v EU in številnih drugih regijah sveta. Veleprodajne cene plina v Evropi so bile v prvem četrtletju leta 2022 petkrat višje kot leto prej, avgusta 2022 so dosegle doslej najvišjo raven, nato pa padle na nižje ravni. Ker plinske elektrarne pogosto določajo cene na evropskih trgih, je to vodilo v podoben trend pri veleprodajnih cenah električne energije¹⁷. Vplivale so tudi na proizvodne stroške v nekaterih sektorjih, zlasti v energetsko intenzivnih panogah. Zvišujejo se tudi cene blaga. Peto poročilo o cenah in stroških energije¹⁸, ki naj bi bilo sprejeto konec leta 2022, bo zagotovilo posodobljene kvantitativne podatke in analize.

EU in države članice so od leta 2021 že sprejele več ukrepov za ublažitev učinka visokih cen energije¹⁹. Predlog Komisije za uredbo o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije, s katerim se je Svet strinjal septembra 2022, vključuje orodja za zmanjšanje uporabe plina za proizvodnjo energije za približno 4 % pozimi, s čimer bi se zmanjšal pritisk na cene, in predlog, da se zbere več kot 140 milijard EUR za države članice, da bi se ublažil učinek visokih cen energije na potrošnike²⁰.

Čeprav je vpliv tega trenda na vrednostno verigo tehnologij za čisto energijo še vedno različen, lahko kaže na izboljšanje njihove konkurenčnosti, zlasti v primerjavi z neobnovljivimi alternativami²¹. Proizvodnja fotovoltaične sončne energije je na primer v vse več državah že zdaj najcenejši vir proizvodnje električne energije. Pri proizvodnji obnovljivega vodika z elektrolizo vode pa so stroški električne energije en od glavnih dejavnikov, ki vplivajo na ekonomsko upravičenost elektrolizatorjev.

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

¹⁵ Uredba (EU) 2018/1999 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 11. decembra 2018 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov (UL L 328, 21.12.2018, str. 1).

¹⁶ COM(2022) 547 („Stanje energetske unije 2022“).

¹⁷ Evropska komisija, Generalni direktorat za energijo, Opazovalnica za energetski trg, *Quarterly Report on European gas markets* (Četrtletno poročilo o evropskih trgih s plinom), zvezek 15.

¹⁸ Prejšnja izdaja iz leta 2020: COM(2020) 951 final („Cene in stroški energije v Evropi“).

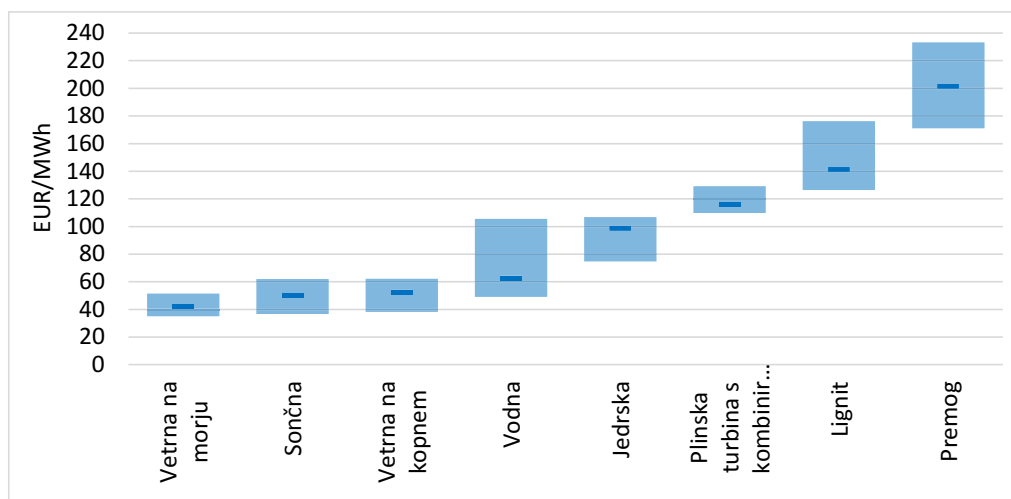
¹⁹ Ukrepi vključujejo Sporočilo Komisije COM(2021) 660 final (□, „Spopadanje z naraščajočimi cenami energije: nabor orodij za ukrepanje in podporo“) in Sporočilo COM(2022) 138 final („Zanesljivost oskrbe z energijo in dostopne cene energije“).

²⁰ COM(2022) 473 final („Predlog uredbe Sveta o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije“).

²¹ Mednarodna agencija za obnovljivo energijo (IRENA), [World Energy Transitions Outlook 2022:1.5 °C Pathway](#) (Obeti glede svetovnega energetskega prehoda za leto 2022: pot do 1,5 °C), Abu Dabi.

Slika 1 prikazuje več informacij o stroških tehnologij za čisto energijo. Na njej so prikazani izračuni diskontiranih lastnih cen proizvodnje energije za leto 2021 za vrsto reprezentativnih pogojev²² v vsej EU. Rezultati kažejo, da so bile tehnološke flote z nizkimi spremenljivimi stroški (vključno s spremenljivimi operativnimi stroški in stroški goriva) leta 2021 stroškovno zelo konkurenčne. Ta ugotovitev je najbolj zanesljiva pri proizvodnji električne energije iz sončne in vetrne energije, katerih diskontirana lastna cena proizvodnje energije se giblje med 40 in 60 EUR/MWh. Poleg tega se zdi, da je bila flota plinskih turbin s kombiniranim krožnim procesom (CCGT) leta 2021 v povprečju bolj konkurenčna kot proizvodnja električne energije iz premoga. V prvih treh četrtletjih leta 2021 je imela koristi od prednostnega dispečiranja, prehod na drugo gorivo pa je postal pomemben šele v četrtem četrtletju leta 2021. To je omogočilo bistveno višje faktorje zmogljivosti za plinske turbine s kombiniranim krožnim procesom v letu 2021²³. Dvig cen plina je v prvem četrtletju leta 2022 kljub povišanju cen ogljika še naprej podpiral prehod s plina na premog. Vendar se je zaradi visokih cen premoga v začetku drugega četrtletja leta 2022 razlika začela zmanjševati, nedavne napovedi nekaterih držav članic o začasnem povečanju uporabe elektrarn na premog pa so vzpodbudile pričakovanja, da se bodo cene premoga v prihodnjih mesecih še zvišale.

Slika 1: pregled diskontiranih lastnih cen proizvodnje energije za posamezno tehnološko floto za leto 2021 Svetlomodri stolpci prikazujejo razpon v EU-27. Odebeljene modre črte označujejo mediano.



Vir: Simulacija modela METIS Skupnega raziskovalnega središča, 2022²⁴.

Zelo visoke cene energije so prinesle velike finančne dobičke proizvajalcem električne energije z nižjimi mejnimi stroški (npr. tistim, ki delujejo v sektorjih vetrne in sončne energije). Komisija je zato predlagala uredbo o nujnem posredovanju za reševanje vprašanja visokih cen energije²⁵, v zvezi s katero je bil na izredni seji Sveta za energijo 30. septembra

²² Podatkovne točke so prikazane za prvo do tretje medkvartilno območje za filtriranje odstopanj.

²³ Modelirani faktorji zmogljivosti bi lahko do neke mere precenili dejansko menjavo goriva in s tem razlike v faktorjih zmogljivosti (glej oddelek 2.1 v Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S., in Koolen, D., *Simulating the electricity price hike in 2021* (Simulacija dviga cen električne energije v letu 2021), JRC127862, EUR 30965 EN, Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2022).

²⁴ Kanellopoulos, K., De Felice, M., Busch, S., in Koolen, D., *Simulating the electricity price hike in 2021* (Simulacija dviga cen električne energije v letu 2021), JRC127862, EUR 30965 EN, Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2022.

²⁵ COM(2022) 473 final („Predlog uredbe Sveta o nujnem posredovanju za obravnavo visokih cen energije“).

sprejet politični dogovor. Ta uredba vključuje začasno omejitev in prerazporeditev prihodkov od podmejnih tehnologij, da bi ublažili težave za odjemalce energije in družbo na splošno. Vključuje tudi obvezni začasni solidarnostni prispevek, ki se uporablja za dobičke podjetij, dejavnih v sektorjih surove nafte, zemeljskega plina, premoga in rafinerij, ki so se v primerjavi s prejšnjimi leti znatno povečali. Sedanja kriza na področju energije/fosilnih goriv je najnovejši opomnik, da je treba za zagotovitev stabilnosti v prihodnosti spremeniti paradigmo.

Načrt REPowerEU poziva k obsežni pospešitvi in povečanju obsega energije iz obnovljivih virov v proizvodnji električne energije, industriji, stavbah in prometu, in sicer ne le, da bi pospešili doseganje energetske neodvisnosti EU in spodbudili zeleni prehod, temveč da bi se sčasoma tudi znižale cene električne energije in zmanjšal uvoz fosilnih goriv²⁶. Ukrepi bodo vključevali spodbujanje energije iz obnovljivih virov, za kar bo potrebna ustrezna elektroenergetska infrastruktura. Za uresničitev ciljev načrta REPowerEU je treba uvajanje energije iz obnovljivih virov združiti z ukrepi za varčevanje z energijo in energijsko učinkovitost²⁷.

2.1.1 Svetovne verige oskrbe z viri in materiali: šibke točke in motnje

Zaradi pandemije COVID-19 in sedanjih geopolitičnih razmer ter pomislov glede zanesljivosti obstoječih dobavnih verig, zlasti dobave zemeljskega plina, je prišlo do motenj v nekaterih svetovnih verigah oskrbe z materiali in viri, kar je vplivalo na sektor čiste energije. EU je močno odvisna od dobave iz tretjih držav, dostop do surovin pa bo pripomogel k dvojnemu, ekološkemu in digitalnemu prehodu. Nedavni trendi v svetovnih verigah oskrbe z materiali in viri so pokazali, da je treba odpornost EU in zanesljivost oskrbe EU z energijo nujno okrepiti z neodvisnostjo glede materialov in virov ter tehnološko suverenostjo.

Razpoložljivost materialov in odpornost dobavnih verig je predpogoj za izvedbo načrta REPowerEU, saj povečano povpraševanje po čistih tehnologijah spremlja večje povpraševanje po virih, kot so kovine in minerali. Tehnologije, ki so močno odvisne od uvoženih surovin ali sestavnih delov, ki te snovi vsebujejo, vključujejo vetrno energijo (trajni magneti, elementi redke zemlje), sončno fotovoltaike (srebro, germanij, galij, indij, kadmij, silicijeva kovina) in baterije (kobalt, litij, grafit, mangan, nikelj)²⁸. Mednarodna agencija za energijo napoveduje, da se bo skupno svetovno povpraševanje po mineralih zaradi napovedanega uvajanja energije iz obnovljivih virov do leta 2040 podvojilo ali celo početrilo²⁹.

Naraščajoče cene surovin vplivajo na stroške tehnologij za čisto energijo. Cene surovin, potrebnih za te tehnologije, kot sta litij in kobalt, so se leta 2021 več kot podvojile, cene bakra in aluminija pa so se zvišale za približno od 25 % do 40 %³⁰. Istega leta se je obrnil

²⁶ Glej oddelek 3, stran 6 dokumenta COM(2022) 230 final („Načrt REPowerEU“).

²⁷ COM(2022) 360 final („Varčujmo s plinom za varno zimo“).

²⁸ Evropska komisija, *Critical Raw Materials for strategic technologies and sectors – a foresight study* (Kritične surovine za strateške tehnologije in sektorje – prognostična študija), 2020, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882?locale=sl>.

²⁹ IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (Vloga kritičnih mineralov pri prehodu na čisto energijo), revidirana različica iz maja 2022.

³⁰ Kim, T., *Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies* (Kritični minerali ogrožajo desetletja trajajoči trend zniževanja stroškov tehnologij za čisto energijo), spletišče IEA, maj 2022.

desetletje dolg trend zniževanja stroškov vetrnih turbin in fotovoltaičnih solarnih modulov: v primerjavi z letom 2020 so cene vetrnih turbin zvišale za 9 %, cene fotovoltaičnih solarnih modulov pa za 16 %. Baterijski sklopi bodo leta 2022 vsaj za 15 % dražji kot leta 2021³¹.

Nastajajoči izziv je preprečiti, da bi se odvisnost od fosilnih goriv nadomestila z odvisnostjo od uvoženih surovin ter tehnološkega znanja za njihovo predelavo in za proizvodnjo sestavnih delov. Kitajska ima na primer skoraj monopol pri rudarjenju in predelavi elementov redke zemlje, ki so ključni za tehnologije za čisto energijo, ter močan tržni položaj v njihovi proizvodni verigi.

Izziv glede odvisnosti od virov je sestavljen iz treh delov. Prvič, EU se srečuje s povečano konkurenco pri dostopu do kritičnih surovin, saj si druge države čedalje bolj prizadevajo, da bi povečale svojo zmogljivost in morda omejile izvoz. Polovica od 30 kritičnih surovin, ki jih je EU uvrstila na seznam³², se uvaža v več kot 80-odstotnem deležu, kar je še posebej zaskrbljujoče, če je dobava skoncentrirana v le nekaj državah.

Drugič, kljub velikemu napredku na področju krožnega gospodarstva in stopenj recikliranja (več kot 50 % nekaterih kovin³³ se zdaj reciklira, kar zajema več kot 25 % njihove porabe)³⁴, samo sekundarne surovine ne bodo zadostovale za zadovoljitev velikega, in še vedno rastočega, povpraševanja. Sekundarne surovine predstavljajo tudi dodatne izzive (npr. višji stroški recikliranja nekaterih materialov, tehnična izvedljivost in nezadostna razpoložljivost izrabljenih sklopov). Vendar se bo ekonomika recikliranja izboljšala, ko se bodo zvišali stroški primarnih materialov in povečala količina razpoložljivih izrabljenih sklopov. Sekundarne surovine bodo zato po letu 2030 pomemben vir dobave, vendar pod pogojem, da se bo potrebno vlaganje začelo že zdaj. Zelo pomembna je tudi inovativna zasnova, ki omogoča recikliranje.

Tretjič, s pridobivanjem surovin iz evropskih tal bi se lahko teoretično pokrilo od 5 % do 55 % evropskih potreb do leta 2030³⁵. Vendar spodbujanje domačih rudarskih zmogljivosti ovirajo dolgi postopki izdaje dovoljenj in okoljski pomisleki, nezadostne zmogljivosti za rafiniranje ter pomanjkanje kvalificirane delovne sile in strokovnega znanja. Novi predlog uredbe o baterijah³⁶ je primer vodilne pobude, s katero bo Evropa postala vodilna sila v krožnem gospodarstvu na področju baterij – od trajnostnega rudarjenja do recikliranja.

Pomanjkanje virov, kot sta zemlja in voda – bodisi za izbiro lokacije za sončno ali vetrno energijo ali bioenergijo bodisi za elektrolizo vode za proizvodnjo obnovljivega vodika – bi lahko omejilo nadaljnje uvajanje tehnologij za čisto energijo na želeni ravni v EU. Pri premagovanju teh omejitev lahko pomaga omogočanje večnamenske rabe prostora, kot je

³¹ IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (Vloga kritičnih mineralov pri prehodu na čisto energijo), revidirana različica iz maja 2022.

³² COM(2020) 474 final („Odpornost na področju kritičnih surovin: načrtovanje poti k večji zanesljivosti in trajnostnosti“).

³³ Železo, cink ali platina.

³⁴ Evropska komisija, Generalni direktorat za energijo: 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* (Študija o odpornosti kritičnih dobavnih verig za energetske varnost in prehod na čisto energijo med krizo zaradi COVID-19 in po njej: končno poročilo), Urad za publikacije Evropske 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* (Kovine za čisto energijo: načini reševanja izziva Evrope na področju surovin), 2022.

³⁶ COM(2020) 798 final, („Uredba Evropskega parlamenta in Sveta o baterijah in odpadnih baterijah, razveljavitvi Direktive 2006/66/ES in spremembi Uredbe (EU) 2019/1020“).

agrofotovoltaika (kombinacija kmetijstva in proizvodnje sončne fotovoltaične energije), in določanje lokacij v pomorskem prostorskem načrtovanju za sočasne dejavnosti, kot sta ribištvo in energija iz obnovljivih virov na morju. Hkrati je za države članice izjemno pomembno, da pri načrtovanju mešanice virov energije upoštevajo razpoložljivost vode.

Učinkovit pristop k odvisnosti EU od uvoza surovin, ki so potrebne za proizvodnjo tehnologij za čisto energijo, bo ključnega pomena za zagotovitev prihodnje konkurenčnosti sektorja (kar zadeva stroške, tehnološko neodvisnost in odpornost) ter za uresničevanje dvojnega, ekološkega in digitalnega prehoda. Komisija je leta 2020 objavila akcijski načrt³⁷ za zmanjšanje tveganja pri oskrbi. Ta je vključeval ukrepe za diverzifikacijo pridobivanja iz držav zunaj EU (npr. s strateškimi partnerstvi za surovine), spodbujanje krožnega gospodarstva (npr. z okoljsko primerno zasnovo, raziskavami in inovacijami ali kartiranjem razpoložljivosti kritičnih surovin v urbanih rudnikih ali jalovini) ter omogočanje domačega potenciala (npr. z uporabo tehnologije opazovanja Zemlje). EU bo morda morala poleg zagotavljanja dobave ustvariti tudi strateške rezerve tam, kjer je dobava ogrožena. Predsednica Evropske komisije je zato v svojem govoru o stanju v Uniji 14. septembra 2022 napovedala evropski akt o kritičnih surovinah.

2.1.2 Posledice COVID-19 in okrevanje

Mešani gospodarski učinek COVID-19 je bil velika grožnja za sektor čiste energije v EU v obdobju 2020–2021.

Po eni strani se je panoga energije iz obnovljivih virov v EU s prihodki v višini 163 milijard EUR leta 2020 in bruto dodano vrednostjo v višini 70 milijard EUR v primerjavi z letom 2019 povečala za 9 % oziroma 8 %. Na splošno je ustvarila približno štirikrat več dodane vrednosti na EUR prometa³⁸ kot industrija fosilnih goriv in skoraj 70 % več kot celotni proizvodni sektor EU³⁹. Vendar se je to razmerje leta 2020 nekoliko poslabšalo, kar kaže na večje uhajanje (npr. v obliki uvoza).

Leta 2021 se je proizvodnja večine tehnologij in rešitev za čisto energijo v EU⁴⁰ večinoma povečala in, tako da se je obrnil trend iz leta 2020. Za proizvodnjo baterij v EU je bilo leto uspešno, saj se je vrednost proizvodnje v primerjavi z letom 2020 povečala za štirikrat, ker je bilo na voljo več zmogljivosti. Proizvodnja v sektorjih toplotnih črpalk, vetrne energije in sončne fotovoltaike se je leta 2021 povečala za 30 % (za toplotne črpalke je bilo leto rekordno; sektor vetrne energije se je vrnil na raven pred pandemijo, sončna fotovoltaika pa je obrnila trend upadanja, beležen od leta 2011). Proizvodnja biogoriv, predvsem biodizla, je zrastle za 40 % in se med državami članicami močno povečala, proizvodnja bioenergije (npr. peletov, ostankov škroba in lesnih sekancev) pa se je povečala za 5 %. Proizvodnja vodika⁴¹ se je povečala za skoraj 50 %, saj je Nizozemska leta 2021 več kot podvojila svojo proizvodnjo.

³⁷ COM(2020) 474 final („Odpornost na področju kritičnih surovin: oris poti k večji zanesljivosti in trajnostnosti“).

³⁸ Bruto dodana vrednost na EUR prometa v industriji fosilnih goriv znaša manj kot 0,10 EUR (Eurostatova strukturna statistika podjetij).

³⁹ Razmerje med bruto dodano vrednostjo in prometom v sektorju proizvodnje (NACE C) v EU znaša približno 0,25 EUR (Eurostatovi podatki SBS_NA_IND_R2).

⁴⁰ To se nanaša na vrednost proizvodnje v denarju (EUR).

⁴¹ To velja za ves vodik, ne glede na način proizvodnje.

Zaradi hkratnega zvišanja cen, ki se je začelo leta 2021, se lahko kljub temu kaže pretirano pozitivna slika rasti proizvodnje. Poleg tega se je povečal uvoz nekaterih tehnologij, da bi se zadovoljilo naraščajoče povpraševanje v EU. Leta 2021 se je na primer najbolj relativno povečal trgovinski primanjkljaj EU v sektorju toplotnih črpalk (390 milijonov EUR leta 2021 v primerjavi s 40 milijoni EUR leta 2020, pri čemer je bilo leto 2020 prvo leto, ko se je trgovinski presežek EU spremenil v primanjkljaj), sledijo biogoriva (2,3 milijarde EUR leta 2021; 1,4 milijarde EUR leta 2020) in fotovoltaika (9,2 milijarde EUR leta 2021; 6,1 milijarde EUR leta 2020). Kljub temu je EU ohranila pozitivno trgovinsko bilanco na področju tehnologije vetrne energije (2,6 milijarde EUR leta 2021; 2 milijardi EUR leta 2020) in področju tehnologije hidroenergije, kljub trendu zmanjševanja, beleženemu od leta 2015 (211 milijonov EUR leta 2021; 232 milijonov EUR leta 2020).

Politike EU za oživitev gospodarstva, kot je mehanizem za okrevanje in odpornost v okviru NextGenerationEU⁴², so ključno gonilo preusmeritve in povečanja naložb v sektor čiste energije. Svet se je oktobra 2022 strinjal⁴³ s predlogom Evropske komisije⁴⁴, da se v načrte držav članic za oživitev in odpornost doda posebno poglavje v zvezi z načrtom REPowerEU za financiranje ključnih naložb in reform, ki bodo pripomogle k doseganju ciljev načrta REPowerEU⁴⁵.

Reforme in naložbe, ki so jih države članice predlagale v svojih načrtih za okrevanje in odpornost, so doslej presegle cilje glede odhodkov za podnebje in digitalno področje (vsaj 37 % oziroma 20 % načrtov za okrevanje in odpornost)⁴⁶. V 26⁴⁷ načrtih za okrevanje in odpornost, ki jih je Komisija odobrila do 8. septembra 2022, so bili ukrepi v vrednosti približno 200 milijard EUR namenjeni podnebnemu prehodu, 128 milijard EUR pa digitalni preobrazbi⁴⁸, kar predstavlja 40 % oziroma 26 % vseh dodeljenih sredstev teh držav članic (nepovratna sredstva in posojila).

⁴² COM(2020) 456 final („Čas za Evropo: obnova in priprava za naslednjo generacijo“).

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

⁴⁴ COM(2022) 231 final („Predlog uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o spremembi Uredbe (EU) 2021/241 glede poglavij REPowerEU v načrtih za okrevanje in odpornost ter spremembi Uredbe (EU) 2021/1060, Uredbe (EU) 2021/2115, Direktive 2003/87/ES in Sklepa (EU) 2015/1814“).

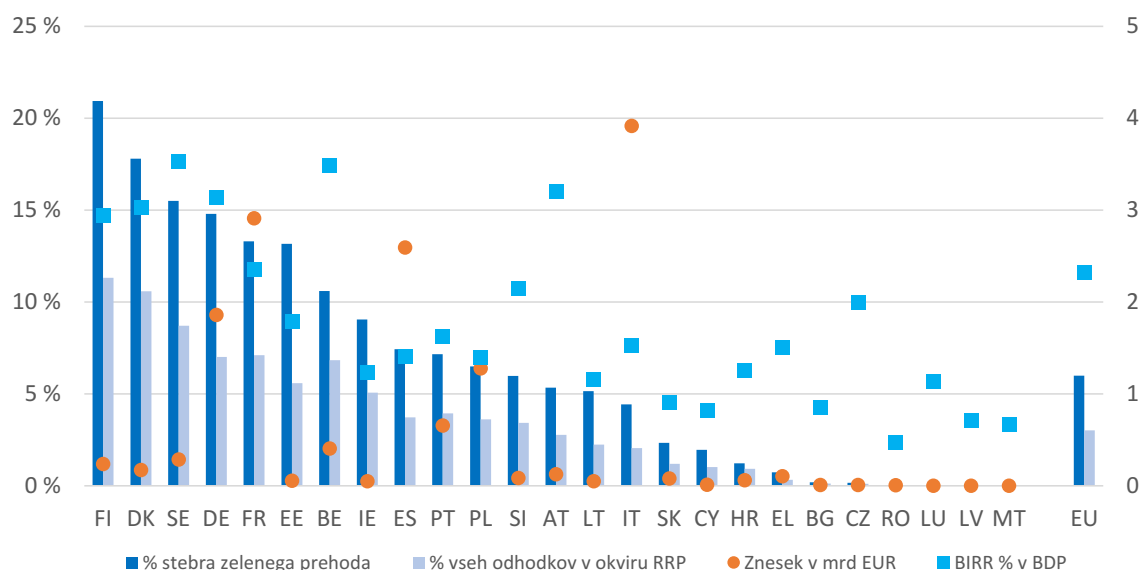
⁴⁵ Predlog vključuje dodatne prerazporeditve proračunskih sredstev EU za dopolnitev še vedno razpoložljivih 225 milijard EUR posojil v okviru mehanizma za okrevanje in odpornost ter poziva k povečanju sredstev za mehanizem za okrevanje in odpornost. Evropska komisija je začela dvostranske razprave z državami članicami, da bi določila reforme in naložbe, ki bi lahko bile upravičene do financiranja v okviru novih poglavij načrta REPowerEU. Financiranje EU dopolnjuje druga razpoložljiva javna in zasebna financiranja, ki bodo imela ključno vlogo pri zagotavljanju naložb, potrebnih za načrt REPowerEU.

⁴⁶ Napredek pri izvajanju načrtov za okrevanje in odpornost je mogoče spremljati v živo na platformi, imenovani preglednica kazalnikov okrevanja in odpornosti, ki jo je Komisija vzpostavila decembra 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 in SK.

⁴⁸ V načrtih za okrevanje in odpornost je bilo treba navesti in utemeljiti, v kolikšni meri posamezen ukrep vpliva na podnebni cilj, in sicer ali nanj vpliva v celoti (100 %), delno (40 %) ali nima vpliva (0 %). Prispevek k podnebnemu cilju je bil ustrezno izračunan na podlagi Priloge VI k uredbi o vzpostavitvi mehanizma za okrevanje in odpornost. Združevanje koeficientov z ocenami stroškov vsakega ukrepa omogoča izračun tega, koliko načrt prispeva k podnebnemu cilju.

Slika 2: raziskave, razvoj in inovacije na področju zelenih dejavnosti v načrtih za okrevanje in odpornost kot delež (leva os) in absolutni znesek (desna os) Za primerjavo je podana tudi intenzivnost raziskav in razvoja v primerjavi z BDP (desna os).



Vir: JRC na podlagi podatkov GD ECFIN.

25 načrtov za okrevanje in odpornost, ki jih je Svet odobril 8. septembra 2022, vključuje ukrepe, povezane z raziskavami in inovacijami, s skupnim proračunom 47 milijard EUR⁴⁹ (vključno s tematskimi in horizontalnimi naložbami⁵⁰). V okviru tega zneska je bilo 14,9 milijarde EUR dodeljenih naložbam v raziskave, razvoj in inovacije na področju zelenih dejavnosti (Slika 2).

2.1.3 Človeški kapital ter znanja in spretnosti

Najnovejši podatki o **človeškem kapitalu** na svetovni ravni kažejo, da je bil sektor čiste energije med pandemijo COVID-19 sicer odporen, vendar so se leta 2021 vrzeli v znanjih in spretnostih ter pomanjkanje znanj in spretnosti povečali, po pričakovanjih pa se bo ta trend nadaljeval tudi leta 2022.

Število zaposlenih v širšem sektorju čiste energije v EU⁵¹ je leta 2019 doseglo 1,8 milijona, pri čemer je bila od leta 2015⁵² povprečna letna rast 3-odstotna, predstavlja pa 1 % vseh

⁴⁹ Številke temeljijo na metodologiji označevanja stebrov za preglednico kazalnikov okrevanja in odpornosti ter ustrezajo ukrepom, dodeljenim področjem politike „raziskave, razvoj in inovacije na področju zelenih dejavnosti“, „ukrepi, povezani z digitalizacijo, na področju raziskav, razvoja in inovacij“ in „raziskave, razvoj in inovacije“ kot primarnem ali sekundarnem področjem politike. Svet še ni sprejel nizozemskega načrta za okrevanje in odpornost, zato podatki v okviru metodologije označevanja stebrov še niso na voljo. Več informacij o preglednici kazalnikov okrevanja in odpornosti je na voljo na povezavi https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/.

⁵⁰ Tematske naložbe v raziskave in inovacije vključujejo naložbe, namenjene zelenemu prehodu, digitalnim tehnologijam in zdravju, horizontalne naložbe v raziskave in inovacije pa vključujejo medsektorske ukrepe, ki na primer krepijo inovacijske ekosisteme, nadgrajujejo raziskovalno infrastrukturo in podpirajo poslovne inovacije. Za več informacij je na voljo preglednica kazalnikov okrevanja in odpornosti na povezavi: https://ec.europa.eu/economy_finance/recovery-and-resilience-scoreboard/.

⁵¹ Podatki o sektorju čiste energije v poročilu se nanašajo na podatke, ki temeljijo na Eurostatovem sistemu EGSS (kategorije „CREMA13A“, „CREMA13B“ in „CEPA1“). „CREMA13A“ (proizvodnja energije iz obnovljivih virov) vključuje proizvodno tehnologij, potrebnih za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov. „CREMA13B“ (varčevanje s toploto/energijo in njuno upravljanje) vključuje toplotne črpalke, pametne števec, dejavnosti energetske prenovne,

zaposlenih v EU. Za primerjavo, zaposlenost v celotnem gospodarstvu se je v zadnjem desetletju v povprečju povečala za 1 % na leto⁵³, zaposlenost v industriji fosilne energije pa se je v povprečju zmanjšala za 2 %⁵⁴. Kitajska je bila leta 2020 po številu svetovnih delovnih mest v sektorju „energije iz obnovljivih virov“, ki je skupno predstavljal 12 milijonov delovnih mest⁵⁵, prva na svetu (39 %), sledila ji je EU (11 %)⁵⁶.

Sestava delovnih mest v širšem sektorju čiste energije v EU se je spremenila na več načinov⁵⁷. Industrija toplotnih črpalk⁵⁸ prehitveva sektorja trdnih biogoriv⁵⁹ in vetrne energije kot največji delodajalec. To je zlasti posledica večjega števila vgrajenih toplotnih črpalk. Ta trend se bo verjetno nadaljeval z načrtom REPowerEU in novimi ponudbami izdelkov, ki so na voljo za sektor prenov⁶⁰. Poleg tega je sektor čiste energije v povprečju za 20 % bolj produktiven od celotnega gospodarstva. Od leta 2015 se produktivnost dela v sektorju čiste energije povečuje hitreje (2,5 % letno) kot v celotnem gospodarstvu (1,8 % letno). K temu povečanju sta prispevala sektorja e-mobilnosti (5 % letno) in energije iz obnovljivih virov (4 % letno), pri čemer so opazni različni trendi glede na tehnologije.

Vendar se skoraj 30 % podjetij v EU, ki se ukvarjajo s proizvodnjo električne opreme⁶¹, leta 2022 srečuje s **pomanjkanjem delovne sile**, pri čemer je ta stopnja še višja kot leta 2018. To je zlasti posledica splošnega okrevanja gospodarstva po pandemiji v povezavi s počasnostjo sektorja čiste energije pri krepitvi znanj in spretnosti, potrebnih za ekološki in digitalni prehod⁶². Več kot 70 % podjetij v EU, ki se ukvarjajo s proizvodnjo električnih

izolacijske materiale in dele pametnih omrežij. „CEPA1“ (varstvo zunanjega zraka in podnebja) vključuje električne in hibridne avtomobile, avtobuse in druga čistejša in učinkovitejša vozila ter polnilno infrastrukturo, ki je bistvena za delovanje električnih vozil (sem spadajo tudi sestavni deli, kot so baterije, gorivne celice in električni pogonski sistemi, ki so bistveni za električna vozila).

⁵² Eurostat [env_ac_egss1].

⁵³ Eurostat [lfsi_emp_a].

⁵⁴ Eurostat [sbs_na_ind_r2].

⁵⁵ To vključuje neposredno in posredno zaposlenost.

⁵⁶ Mednarodna agencija za obnovljivo energijo (IRENA) in Mednarodna organizacija dela (MOD), *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2021* (Obnovljiva energija in delovna mesta – letni pregled 2021), Abu Dabi in Ženeva.

⁵⁷ EurObserv'ER. [The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report](#) (Stanje obnovljivih virov energije v Evropi – izdaja 2021, 20. poročilo EurObserv'ER), 2022. Ta podatek vključuje toplotne črpalke.

⁵⁸ Toplotne črpalke so predstavljale 24 % vseh delovnih mest v sektorju energije iz obnovljivih virov, trdna biogoriva in vetrna energija pa po 20 %. Na podlagi: EurObserv'ER. [The State of Renewable Energies in Europe – Edition 2021 20th EurObserv'ER Report](#) (Stanje obnovljivih virov energije v Evropi – izdaja 2021, 20. poročilo EurObserv'ER), 2022.

⁵⁹ Metodološke spremembe so vplivale zlasti na podatke o biogorivih, ki so posodobljeni na podlagi podatkov na podlagi podatkov projekta ADVANCEFUEL, financiranega iz programa Obzorje 2020.

⁶⁰ Evropsko združenje za toplotne črpalke (EHPA). *European Heat Pump Market and Statistics Report 2021* (Evropski trg toplotnih črpalk in statistično poročilo za leto 2021), 2022.

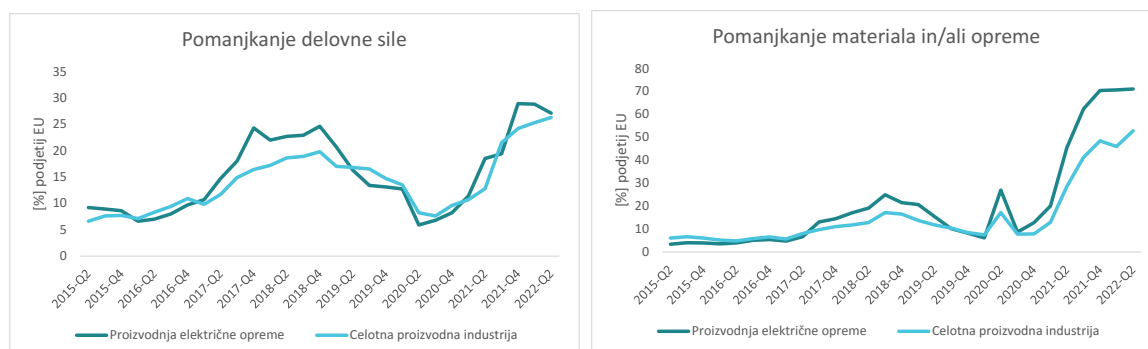
⁶¹ Koda NACE „27 – Proizvodnja električnih naprav“ se uporablja kot približek za industrijo proizvodnje čiste energije, saj številne tehnologije za čisto energijo spadajo v to kategorijo. Uporablja se tudi kot približek za industrijski sistem energije iz obnovljivih virov v industrijski strategiji EU (COM(2020) 108 final in njena najnovejša posodobljena različica COM(2021) 350 final).

⁶² Počasnost je posledica različnih neuskladenosti delovnih mest (npr. prostorskih, sektorskih, poklicnih in časovnih). V primerjavi s časom, ki je potreben za krepitev znanj in spretnosti, se spremembe v smeri prehoda na zeleno in digitalizacije dogajajo hitro. Glej na primer:

- Czako, V., *Skills for the clean energy transition* (Znanja in spretnosti za prehod na čisto energijo), 2022 (v pripravi);
- Asikainen, T., Bitat, A., Bol, E., Czako, V., Marmier, A., Muench, S., Murauskaite-Bull, I., Scapolo, F., in Stoermer, E., *The future of jobs is green* (Prihodnost delovnih mest je zelena), Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2021, [doi:10.2760/218792_JRC126047](https://doi.org/10.2760/218792_JRC126047);
- Cedefop (Evropski center za razvoj poklicnega usposabljanja), *An ally in the green transition – VET, especially apprenticeship, can provide the skills needed for greening jobs – and in turn help shape them* (Zaveznik pri

naprav, se leta 2022 srečuje s pomanjkanjem materialov, zato ti trendi kažejo na vse večje tveganje motenj v verigi oskrbe s čisto energijo (Slika 3).

Slika 3: pomanjkanje delovne sile in materiala pri proizvajalcih električnih naprav v EU in v celotnem proizvodnem sektorju EU [v %]



Vir: JRC na podlagi podatkov iz raziskave podjetij GD ECFIN⁶³.

Načrt REPowerEU poziva k okrepljenim prizadevanjem za odpravo pomanjkanja kvalificirane delovne sile v različnih segmentih tehnologije za čisto energijo. V ta namen in na podlagi že obstoječih dejavnosti v EU⁶⁴ je v načrtu napovedana podpora znanju in spretnostim preko programa ERASMUS+⁶⁵ in Skupnega podjetja za čisti vodik⁶⁶. V strategiji EU za sončno energijo so predlagani tudi posebni ukrepi⁶⁷. Industrijski forum za čisto energijo (CEIF) je leta 2022 sprejel skupno izjavo o znanjih in spretnostih⁶⁸ ter se zavezal, da bo sprejel konkretne ukrepe za odpravo opredeljenega pomanjkanja kvalificirane delovne sile⁶⁹. Svet je leta 2022 sprejel tudi priporočilo, v katerem je države članice pozval, da sprejmejo ukrepe, ki bodo obravnavali zaposlitvene in socialne vidike podnebne, energetske in okoljske politike⁷⁰. Evropska komisija je 12. oktobra 2022 predlagala, da se leto 2023 razglasi za evropsko leto znanj in spretnosti, da bi EU postala privlačnejša za kvalificirane delavce⁷¹.

Neravnovesje med spoloma med delovno silo v energetskega sektorju ter pri raziskavah in inovacijah, povezanih z energijo, se nadaljuje, čeprav doslednih in stalnih podatkov,

zelenem prehodu – poklicno izobraževanje in usposabljanje, zlasti vajeništvo, lahko zagotovi znanja in spretnosti, potrebne za prehod na zelena delovna mesta, in jih pomaga oblikovati), Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2022, <http://data.europa.eu/doi/10.2801/712651>.

⁶³ Podatki iz raziskave podjetij in potrošnikov [industry_subsectors_q8_nace2]

⁶⁴ Na primer program znanj in spretnosti za Evropo iz leta 2020, njen vodilni pakt za znanja in spretnosti, partnerstva z industrijskimi ekosistemi in mehanizem pravičnega prehoda.

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

⁶⁶ Skupno podjetje za čisti vodik, *Strategic Research and Innovation Agenda 2021–2027* (Strateški program za raziskave in inovacije za obdobje 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 za sončno energijo“).

⁶⁸ Skupna izjava o znanjih in spretnostih v sektorju čiste energije, objavljena 16. junija 2022. Na voljo na povezavi: <https://ec.europa.eu/info/news/clean-energy-industrial-forum-underlines-importance-deploying-renewables-2022-jun-16-sl>.

⁶⁹ Ocenjuje se na primer, da bo treba za doseganje ciljev načrta REPowerEU usposobiti 800 000 delavcev za delo v vrednostni verigi baterij. V vrednostni verigi toplotnih črpalk bo treba usposobiti in izpopolniti približno 400 000 delavcev, kar ne vključuje strokovnjakov, ki trenutno delajo na področju toplotnih črpalk in se bodo v naslednjih letih upokojili (glej sprotno opombo 69).

⁷⁰ 2022/C 243/04 („Priporočilo Sveta o zagotavljanju pravičnega prehoda na podnebno nevtralnost“).

⁷¹ COM(2022) 526 final.

razčlenjenih po spolu, večinoma ni⁷². Premajhna zastopanost žensk pri sprejemanju odločitev v energetskih podjetjih in v visokošolskem izobraževanju na področjih naravoslovja, tehnologije, inženirstva in matematike (STEM) se odraža v manjšem deležu patentnih prijav z izumiteljicami (le 20 % v vseh razredih patentov leta 2021⁷³ in nekaj več kot 15 % na področju tehnologij za blažnje podnebni spremembi⁷⁴), manjšem deležu zagonskih podjetij, ki jih ustanovijo ali soustanovijo ženske (manj kot 15 % v EU leta 2021)⁷⁵, in manjših zneskih kapitala, vloženega v podjetja pod vodstvom žensk (le 2 % v popolnoma ženskih zagonskih podjetjih in 9 % v mešanih ekipah v EU leta 2021⁷⁶).

EU krepi svoja prizadevanja za zagotovitev uravnovešenega in enakopravnega ekosistema. Pobude vključujejo strategijo za enakost spolov za obdobje 2020–2025⁷⁷, pobudo Women TechEU, ki se je začela izvajati leta 2022⁷⁸, novo merilo za upravičenost v okviru programa Obzorje Evropa⁷⁹ in konkretne ciljne ukrepe v novem programu za inovacije iz leta 2022⁸⁰. Zmanjševanje razlike med spoloma ne bo le pomagalo pri reševanju izzivov EU na področju delovnih mest ter znanj in spretnosti, da bi dosegli dvojni ekološki in digitalni prehod, temveč bo podprlo tudi vključevanje žensk na ta delovna področja in s tem reševalo družbene izzive.

2.2 Raziskovalni in inovacijski trendi

Zaradi vse večje okoljske, geopolitične, gospodarske in socialne nestabilnosti v svetu je potrebna prožna politika EU na področju raziskav in inovacij, ki se lahko učinkovito odzove na krizne razmere in hkrati zagotovi izvajanje evropskega zelenega dogovora.

Politika EU na področju raziskav in inovacij določa smer inovacij in portfelj tehnologij za čisto energijo. Namen največjega programa za raziskave in inovacije na svetu, Obzorje Evropa (s proračunom v višini 95,5 milijarde EUR, namenjenim raziskavam in inovacijam v obdobju 2021–2027), ter drugih programov financiranja EU (npr. sklada za inovacije in financiranje kohezijske politike) je okrepiti ekosistem EU za raziskave in inovacije ter pomagati pri doseganju ciljev politike EU⁸¹. Dejavnosti na področju raziskav in inovacij ter skupna in usklajena prizadevanja v državah članicah (zlasti v okviru strateškega načrta za energetsko tehnologijo (načrta SET))⁸² povečujejo odpornost sektorja čiste energije v EU.

⁷² COM(2020) 953 final, COM(2021) 952 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

⁷³ Za izume, pri katerih ima vsaj en izumitelj sedež v Evropi. Številke temeljijo na podatkih Evropskega patentnega urada za leto 2022.

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

⁷⁵ Izvajalska agencija Evropskega sveta za inovacije ter za mala in srednja podjetja (EISMEA), 2022.

⁷⁶ Poročilo IDC o evropskih ženskah v tveganem kapitalu, 2022.

⁷⁷ Evropska komisija, strategija za enakost spolov.

⁷⁸ Izvajalska agencija Evropskega sveta za inovacije ter za mala in srednja podjetja (EISMEA), 2022. https://eisma.ec.europa.eu/programmes/european-innovation-ecosystems/women-techeu_en.

⁷⁹ Obzorje Evropa vključuje novo merilo za upravičenost, v skladu s katerim morajo imeti raziskovalne organizacije, ki zaprosijo za financiranje, izvedljiv načrt za enakost spolov s ciljem, da je v vseh organih odločanja in pri ocenjevalcih, povezanih z Obzorjem Evropa, zastopanost obeh spolov 50-odstotna. Več informacij je na voljo 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.

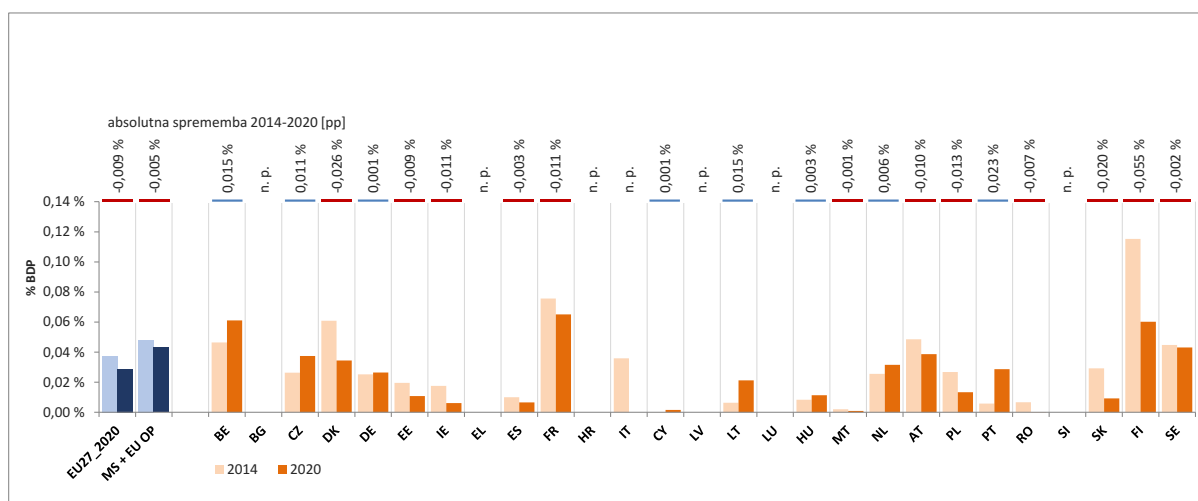
⁸⁰ COM(2022) 332 final („Novi evropski program za inovacije“).

⁸¹ Evropska komisija, Generalni direktorat za raziskave in inovacije, *Science, Research and Innovation Performance of the EU report 2022* (poročilo o uspešnosti EU na področju znanosti, raziskav in inovacij iz leta 2022), Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2022.

⁸² Načrt SET je glavno orodje EU za usklajevanje politik in financiranja raziskav in inovacij na področju tehnologij za čisto energijo na ravni EU in nacionalni ravni ter spodbujanje zasebnih naložb. Za več informacij glej: https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en.

Večina držav članic EU je do leta 2020 povečala svoje javne naložbe v prednostne naloge energetske unije EU na področju raziskav in inovacij⁸³, ⁸⁴, pri čemer se je do zdaj poročalo o več kot 4 milijardah EUR. Končne skupne številke za leto 2020 naj bi bile v absolutnem smislu primerljive z vrednostmi pred finančno krizo. Kljub temu so naložbe v javne raziskave in inovacije, merjene kot delež bruto domačega proizvoda (BDP), na nacionalni ravni in na ravni EU še vedno pod ravňjo iz leta 2014 (Slika 4).

Slika 4: javne naložbe v raziskave in inovacije na področju čiste energije v državah članicah EU kot delež BDP od začetka izvajanja programa Obzorje 2020⁸⁵



Vir: JRC na podlagi podatkov Mednarodne agencije za energijo⁸⁶ in lastnega dela⁸⁷.

Leta 2020 sta bili iz sredstev programa Obzorje 2020, ki podpirajo prednostne naloge energetske unije na področju raziskav in inovacij, dodani 2 milijardi EUR k prispevkom nacionalnih programov držav članic. Sami nacionalni prispevki med večjimi gospodarstvi ostajajo majhni, vendar se je EU z vključitvijo sredstev programa Obzorje 2020 uvrstila na drugo mesto med večjimi gospodarstvi glede javnih naložb v raziskave in inovacije na področju čiste energije v letu 2020 (Slika 5)⁸⁸, in sicer v absolutnih zneskih (6,6 milijarde EUR, pri čemer ZDA vodijo z 8 milijardami EUR) in kot delež BDP (0,046 %, pri čemer Japonska vodi z 0,058 %, EU pa je tik pred ZDA in Južno Korejo⁸⁹).

Glede na ocene na svetovni ravni podjetniški sektor v raziskave in inovacije na področju čiste energije v povprečju vlaga vsaj trikrat več kot vladni sektor⁹⁰. Naložbe poslovnega sektorja EU predstavljajo 80 % porabe za prednostne naloge energetske unije na področju raziskav in

⁸³ Energija iz obnovljivih virov, pametni sistemi, učinkoviti sistemi, trajnostni promet, zajemanje, uporaba in shranjevanje CO₂ ter jedrska varnost, COM(2015) 80 final („Sveženj za energetske unije“).

⁸⁴ JRC SETIS https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-and-innovation-data_en.

⁸⁵ „EU OP“ pomeni okvirni program EU, „n. p.“ pa se nanaša na države, ki niso predložile podatkov.

⁸⁶ Prilagojeno po zbirki podatkov Mednarodne agencije za energijo o proračunih za raziskave in razvoj na področju energetske tehnologije, izdaja iz leta 2022.

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

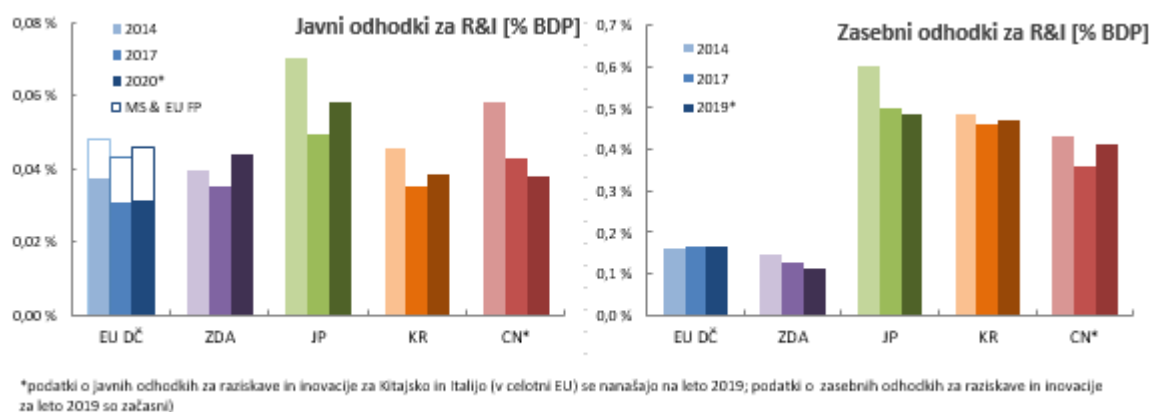
⁸⁸ Na grafu se prekrivata prvi dve kategoriji na sliki 4 za EU. Vrednosti na obeh slikah se nekoliko razlikujejo, saj Slika 5 za Italijo prikazuje oceno.

⁸⁹ Te številke vključujejo sredstva okvirnih programov držav članic in EU. V lanskem poročilu so bila navedena samo sredstva držav članic, ki so prav tako prikazana na sliki 5 in so še vedno nižja od sredstev drugih velikih gospodarstev kot delež BDP.

⁹⁰ IEA, *Tracking clean energy innovation – A framework for using indicators to inform policy* (Spremljanje inovacij na področju čiste energije – okvir za uporabo kazalnikov za oblikovanje politike), 2020.

inovacij. Leta 2019 so zasebne naložbe v raziskave in inovacije v EU po ocenah znašale 0,17 % BDP (Slika 5) ter 11 % skupne porabe poslovnega in podjetniškega sektorja za raziskave in razvoj. Ocene za EU kažejo, da so naložbe v absolutnem smislu (18–22 milijard EUR na leto) od leta 2014 primerljive z ZDA in Japonsko. Kljub temu, da so naložbe EU višje od naložb ZDA, pa so v odstotkih BDP še vedno nižje od drugih velikih konkurenčnih gospodarstev (Japonske, Južne Koreje in Kitajske).

Slika 5: Javno in zasebno financiranje raziskav in inovacij v okviru prednostnih nalog energetske unije na področju raziskav in inovacij v glavnih gospodarstvih kot delež BDP



Vir: JRC na podlagi podatkov Mednarodne agencije za energijo⁹¹, pobude Misija: inovativnost⁹² in lastnega dela.

Od leta 2014 je polovica držav članic EU povečala svojo **dejavnost v zvezi z vlaganjem patentov** v skladu s prednostnimi nalogami energetske unije na področju raziskav in inovacij, pri čemer so vodilne države na področju zelenih inovacij, kot sta Nemčija in Danska, zelo uspešne tako po absolutnem številu kot po deležu zelenih patentov v svojem celotnem portfelju inovacij. EU je še vedno največja prijaviteljica patentov na svetovni ravni na področjih podnebja in okolja (23 %), energije (22 %) in prometa (28 %).

Na svetovni ravni je bilo leta 2020 nekoliko manj **znanstvenih publikacij** o nizkoogljičnih energetskih tehnologijah kot v obdobju 2016–2019. V EU se to število v obdobju 2016–2019 ni veliko povečalo (v primerjavi s svetovnim povprečjem), v letu 2020 pa se je še bolj zmanjšalo. EU je na svetovni ravni prispevala le nekaj več kot 16 % znanstvenih člankov, vendar je bilo število objav, ki jih je pripravljala, še naprej dvakrat večje od svetovnega povprečja na prebivalca⁹³.

Ta trend je predvsem posledica čedalje večjega števila znanstvenih objav na drugih področjih in dejstva, da gospodarstva z visokimi dohodki ne prevladujejo več pri temah, povezanih s čisto energijo in inovacijami⁹⁴. EU je bila pred desetimi leti vodilna pri raziskavah na

⁹¹ Prilagojeno po zbirki podatkov Mednarodne agencije za energijo o proračunih za raziskave in razvoj na področju energetske tehnologije, izdaja iz leta 2022.

⁹² Misija: inovativnost, poudarki za posamezne države, 6. ministrski forum pobude Misija: inovativnost 2021, http://mission-innovation.net/wp-content/uploads/2021/05/MI_2021v0527.pdf.

⁹³ Evropska komisija, Generalni direktorat za raziskave in inovacije, Provençal, S., Khayat, P., in Campbell, D., *Publications as a measure of innovation performance in the clean energy sector: assessment of bibliometric indicators* (Objave kot merilo uspešnosti inovacij v sektorju čiste energije: ocena bibliometričnih kazalnikov), Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2022.

⁹⁴ Schneegans S., Straza, T., in Lewis, J. (uredniki), *UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development* (Znanstveno poročilo UNESCO: tekma s časom za pametnejši razvoj), UNESCO Publishing, Pariz, 2021.

področju energije, vendar je zaradi velikega izboljšanja količine in kakovosti kitajskih prispevkov k raziskavam na področju energije padla na drugo mesto. Kitajski raziskovalci so vodilni glede najbolj citiranih objav, povezanih z energijo (z 39-odstotnim deležem)⁹⁵. Kljub temu znanstveniki v EU sodelujejo in mednarodno objavljajo na področju čiste energije v obsegu, ki je precej nad svetovnim povprečjem, sodelovanje med javnim in zasebnim sektorjem v EU pa je na višji ravni. Okvirni program za raziskave in inovacije v okviru programa Obzorje 2020, Evropski sklad za regionalni razvoj in sedmi okvirni program za raziskave in inovacije so bili v obdobju 2016–2020 uvrščeni med 20 najbolj priznanih svetovnih shem financiranja, ki podpirajo znanost o čisti energiji⁹⁶.

Potreba po izboljšanju spremljanja javnih in zasebnih dejavnosti v zvezi z raziskavami in inovacijami na področju čiste energije ter kvantitativne ocene konkurenčnosti je bila poudarjena v zadnji izdaji poročila⁹⁷ in je od takrat postala še pomembnejša. Pregled načrta SET in načrtovana posodobitev nacionalnih energetskega in podnebne načrtov (NECN)⁹⁸, ki naj bi bila izvedena junija 2024⁹⁹, skupaj ustvarjata zagon za okrepitev dialoga med EU in njenimi državami članicami o raziskavah in inovacijah na področju čiste energije ter konkurenčnosti.

2.3 Globalno konkurenčno okolje na področju čiste energije

Nujna zaveza za pospešitev energetskega prehoda je po vsem svetu privedla do razvoja številnih rešitev za čisto energijo, vse od nižjih tehnologij do svetovne industrije in mednarodnih vrednostnih verig. Ocenjuje se, da bodo svetovni trgi do leta 2050 vredni 24 bilijonov EUR za energijo iz obnovljivih virov in 33 bilijonov EUR za energijsko učinkovitost¹⁰⁰.

Vodilni položaj EU na področju znanosti ter njena močna industrijska baza in ambiciozni okvirni pogoji na področju čiste energije zagotavljajo dobro tehnološko podlago za pričakovani tržni razvoj več tehnologij za čisto energijo. EU je od leta 2014 ohranila dober položaj na področju **mednarodno zaščitenih patentov** in s tem potrdila trend, ki je bil izpostavljen v lanskem poročilu¹⁰¹. EU ostaja na drugem mestu le za Japonsko pri inovacijah visoke vrednosti¹⁰², vodi pri energiji iz obnovljivih virov in si z Japonsko deli vodilno vlogo na področju energijske učinkovitosti, zlasti zaradi specializacije EU na področju materialov

⁹⁵ Evropska komisija, Generalni direktorat za raziskave in inovacije, *Science, Research and Innovation Performance of the EU report 2022*, (poročilo o uspešnosti EU na področju znanosti, raziskav in inovacij iz leta 2022), Urad za publikacije Evropske unije, Luxembourg, 2022.

⁹⁶ Elsevier, *Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research* (Načini za doseganje ničelne stopnje neto emisij: vpliv raziskav na področju čiste energije), 2021. Na voljo na povezavi: https://www.elsevier.com/data/assets/pdf_file/0006/1214979/net-zero-2021.pdf. Objave se štejejo za raziskave o energiji z neto ničelnimi emisijami, če izboljšajo znanje o raziskavah in inovacijah na področju čiste energije ter o načinu za doseganje ničelne stopnje neto emisij v prihodnosti. Podatki so pridobljeni iz zbirke podatkov Scopus.

⁹⁷ COM(2021) 952 final in SWD(2021) 307 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

⁹⁸ Več podrobnosti o nacionalnih energetskega in podnebne načrtih: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/national-energy-and-climate-plans-necps_en.

⁹⁹ Uredba (EU) 2018/1999 o upravljanju energetske unije in podnebne ukrepov (UL L 328, 21.12.2018) določa redne revizije nacionalnih energetskega in podnebne načrtov, da se uskladijo z najnovejšim razvojem politik. Osnutek nacionalnih energetskega in podnebne načrtov se pričakuje do junija 2023.

¹⁰⁰ IRENA, *Global energy transformation: a roadmap to 2050* (Globalno energetskega preoblikovanje: načrt do leta 2050), Abu Dabi, 2019.

¹⁰¹ COM(2021) 952 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

¹⁰² Patentne družine (inovacije) visoke vrednosti so tiste, ki so prijavljene pri več kot enem uradu (tj. tiste, ki vložijo vlogo za zaščito v več kot eni državi ali več kot enem trgu).

in tehnologij za stavbe. Podatki EU o patentiranju kažejo tudi na njeno vodilno vlogo na področju obnovljivih goriv, baterij in e-mobilnosti ter zajemanja, shranjevanja in uporabe ogljika.

Večina novih naložb v tehnologije za čisto energijo naj bi se izvajala zunaj EU, s potrebnimi surovinami pa se trguje na mednarodni ravni¹⁰³. Zato sta močna prisotnost in uspešnost EU v svetovnih vrednostnih verigah ter njen dostop do trgov tretjih držav bistvenega pomena. Povečanje števila ukrepov, ki jih sprejmejo vlade tretjih držav (uvedba ovir za dostop do trga, zahtev glede lokalnih vsebin in drugih diskriminatornih ukrepov ali praks), lahko kljub temu izkrivlja **dinamiko mednarodne trgovine in naložb**. Ti ukrepi lahko negativno vplivajo na delovna mesta, rast in davčno osnovo v EU ter zmanjšajo koristi, ki bi jih EU običajno imela, če bi bila na tem področju prva na trgu. Povzročajo tudi jasno tveganje „kontaminacije“, saj lahko spodbudijo druge tretje države, da sprejmejo podobne ukrepe, ki povzročijo neučinkovitost v mednarodnih dobavnih verigah in dolgoročno vplivajo na spodbude za naložbe v ta sektor. To bi posledično zvišalo stroške prehoda na splošno in bi lahko poslabšalo stalno zavezanost splošne javnosti k svetovnemu razogljčenju.

Po vsem svetu so še vedno prisotni in se krepijo tudi pomisleki glede vpliva prevlade tehnologije, podprte s strani države ali s subvencijami, zaprtih trgov, različnih pravil varstva intelektualne lastnine ter politik inovacij in konkurenčnosti v sektorju, zlasti tistih, ki jih izvaja Kitajska, pa tudi druge tretje države. Sedanja geopolitična kriza vpliva tudi na konkurenco na svetovnem trgu s čisto energijo in še vedno ni jasno, kako bodo novi nacionalni ukrepi za pospešitev uvajanja domačih tehnologij za čisto energijo (npr. ameriški zakon o zmanjšanju inflacije¹⁰⁴) morda negativno vplivali na globalno konkurenčno okolje na področju čiste energije.

V tem okviru **mednarodno sodelovanje na področju raziskav in inovacij** ne bo le pospešilo prehoda na čisto energijo, temveč bo tudi preprečilo motnje na svetovnem trgu z energijo. Programi in politike EU, kot sta Obzorje Evropa in Erasmus+, dosledno podpirajo sodelovanje na področju raziskav in inovacij z zanesljivimi svetovnimi partnerji. Sporočilo Komisije o globalnem pristopu k raziskavam in inovacijam¹⁰⁵ zagotavlja izboljššan okvir za razvoj mednarodnega sodelovanja. V sporočilu Komisije o zunanjem sodelovanju EU na področju energije v spreminjajočem se svetu¹⁰⁶ sta predvidena okrepitev takega sodelovanja in razvoj partnerstev v podporo zelenemu prehodu na ključnih področjih, kot so obnovljivi in nizkoogljivi vodik ter dostop do surovin in inovacij. Poleg tega Komisija v sporočilu Novi ERP za raziskave in inovacije¹⁰⁷ poziva k posodobitvi in razvoju vodilnih načel za valorizacijo znanja. Kodeks ravnanja za pametno uporabo intelektualne lastnine naj bi bil pripravljen do konca leta 2022¹⁰⁸. Komisija prispeva k pospeševanju mednarodnega sodelovanja pri inovacijah in tehnologiji na področju energije z nadaljnjim sodelovanjem v okviru pobude Misija: inovativnost¹⁰⁹ in ministrskega foruma za čisto energijo. Poleg tega je

¹⁰³ Mednarodna agencija za energijo (IEA), *Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector* (Ničelne neto emisije do leta 2050 – časovni načrt za svetovni energetski sektor), 2021.

¹⁰⁴ [INFORMATIVNI LIST: The Inflation Reduction Act Supports Workers and Families](#) | (Zakon o zmanjšanju inflacije v podporo delavcem in družinam) [Bela Hiša](#).

¹⁰⁵ COM(2021) 252 final („Evropska strategija za mednarodno sodelovanje v spreminjajočem se svetu“).

¹⁰⁶ JOIN(2022) 23 final („Zunanje sodelovanje EU na področju energije v spreminjajočem se svetu“).

¹⁰⁷ COM(2020) 628 final („Novi ERP za raziskave in inovacije“).

¹⁰⁸ Nov vodnik o vrednotenju rezultatov programa Obzorje Evropa je že na voljo na spletni strani: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/437645>.

¹⁰⁹ <http://mission-innovation.net/> Po prvih petih uspešnih letih se je začel izvajati projekt MI 2.0 z novim sklopom „misij“.

v novi strategiji EU za globalno povezljivost Global Gateway¹¹⁰, sporočilu Komisije o pregledu trgovinske politike¹¹¹ in mednarodnem partnerstvu z Južno Afriko za pravičen energetske prehod¹¹² poudarjen pomen poglobitve mednarodnega sodelovanja in trgovinskih odnosov za povečanje konkurenčnosti tehnologij za čisto energijo v sinergiji z odprtostjo in privlačnostjo enotnega trga EU.

Mednarodno raziskovalno sodelovanje, prenos tehnologije, trgovinska politika in energetska diplomacija si bodo morali skupaj prizadevati, da bi zagotovili neizkrivljeno trgovino in naložbe v tehnologije, storitve in surovine, ki so potrebne za prehod, in sicer v EU in zunaj nje. EU bo morala tudi še naprej izkoriščati svoj potencial za povečanje obsega inovacij, da bi se izognila tveganju povečanja odvisnosti od drugih velikih gospodarstev pri uvozu tehnologij, ki so potrebne za energetske prehod in v novi strukturi energetskega sistema.

2.4 Financiranje inovacij v EU¹¹³

Rešitve na področju podnebnih tehnologij¹¹⁴ spodbujajo konkurenčnost in tehnološko suverenost EU. Skupaj s sprejetjem zrelejših proizvodnih tehnologij bodo imele ključno vlogo pri doseganju ogljične nevtralnosti do leta 2050¹¹⁵.

Področje podnebnih tehnologij v EU je v zadnjih šestih letih pritegnilo vse več naložb tveganega kapitala¹¹⁶, ki je v ospredju inovacij. Podnebne tehnologije lahko za zrelost potrebujejo dolgo pripravljalo obdobje, zato so v celotnem življenjskem ciklu financiranja zagonskih podjetij nujno potrebni precejšen kapital, naložbe v raziskave in inovacije¹¹⁷, vladni ukrepi za zmanjšanje tveganja pri razvoju rešitev na področju podnebne tehnologije in dodatno spodbujanje sodelovanja zasebnega sektorja.

¹¹⁰ JOIN(2021) 30 final („Strategija Global Gateway“), skupno sporočilo Komisije in visokega predstavnika Unije za zunanje zadeve in varnostno politiko Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru, Odboru regij in Evropski investicijski banki.

¹¹¹ COM(2021) 66 final („Pregled trgovinske politike – odprta, trajnostna in odločna trgovinska politika“).

¹¹² Partnerstvo z Južno Afriko za pravični energetske prehod (europa.eu).

¹¹³ Analiza, predstavljena v tem oddelku, temelji na podatkih družbe PitchBook. Družba PitchBook ima v svoji vertikali podnebnih tehnologij trenutno opredeljenih več kot 2 750 podjetij tveganega kapitala (v primerjavi z več kot 2 250 v času objave poročila o napredku na področju konkurenčnosti iz leta 2021). Podatki o preteklih kapitalskih naložbah tveganega kapitala v poročilih o napredku na področju konkurenčnosti iz let 2020 in 2021 zato niso neposredno primerljivi.

¹¹⁴ Vertikala podnebnih tehnologij družbe PitchBook je izbor 2 760 družb, ki razvijajo tehnologije za blažitev posledic podnebnih sprememb ali prilagajanje nanje. Večina družb v tej vertikali se osredotoča na zmanjševanje naraščajočih emisij s tehnologijami in procesi za razogljičenje. Uporaba v tej industrijski vertikali vključuje proizvodnjo energije iz obnovljivih virov, dolgotrajno shranjevanje energije, elektrifikacijo prometa, inovacije v kmetijstvu, izboljšave industrijskih procesov in rudarske tehnologije.

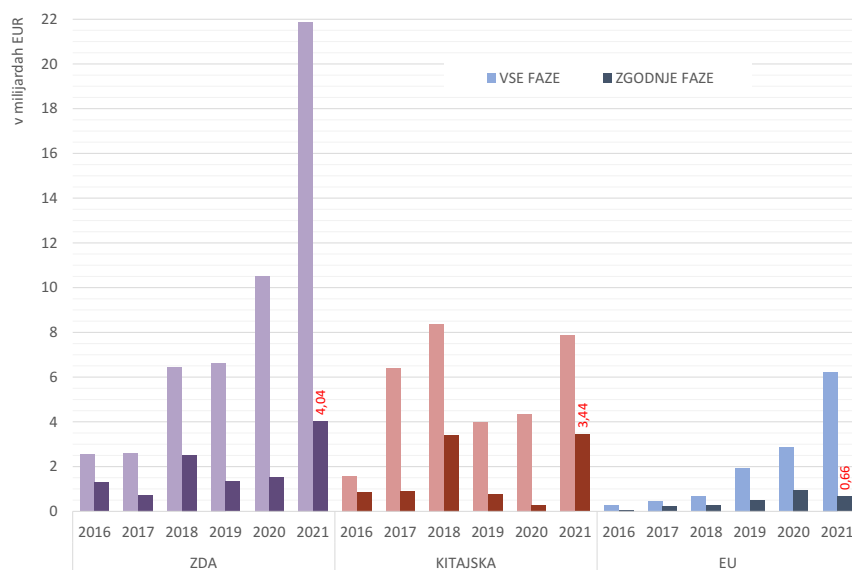
¹¹⁵ Ta oddelek je bil pripravljen v tesnem sodelovanju z opazovalnico Evropske komisije za tehnologijo za čisto energijo: Georgakaki, A. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Splošna strateška analiza tehnologije za čisto energijo v Evropski uniji – poročilo o stanju za leto 2022), Evropska komisija, 2022, JRC131001.

¹¹⁶ Posli s tveganim kapitalom so opredeljeni kot posli v zgodnji fazi (vključno s predsemensko fazo, pospeševalcem/inkubatorjem, angelom, semensko fazo ter serijama A in B, ki se zgodijo v petih letih od datuma ustanovitve podjetja) in posli v poznejši fazi (običajno serije B do serije Z+ in/ali več kot pet let po datumu ustanovitve podjetja, nerazkrite serije in rast/razširitev zasebnega kapitala).

¹¹⁷ Tako je nastal pojem inovacijsko intenzivnih zelenih zagonskih podjetij (tj. zagonskih podjetij, ki za reševanje okoljskih izzivov uporabljajo najsodobnejšo tehnologijo, kot so proizvodnja zelenih baterij in električna letala). Inovacijsko intenzivna zelena podjetja so na stičišču med podjetji s področja podnebnih tehnologij in inovacijsko intenzivnimi podjetji (inovacijsko intenzivna podjetja so podjetja, ki uporabljajo znanstvena odkritja v inženirstvu, matematiki, fiziki in medicini. Zanje so značilni dolgi cikli raziskav in razvoja ter nepreverjeni poslovni modeli).

Naložbe tveganega kapitala na **področju podnebja** so po vsem svetu pokazale izjemno odpornost na pandemijo, saj so bile že leta 2020 na višji ravni (20,2 milijarde EUR), leta 2021 pa so dosegle nove rekordne vrednosti (40,5 milijarde EUR, kar je 100-odstotno povečanje v primerjavi z letom 2020¹¹⁸). V okviru te številke so zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi na področju podnebnih tehnologij s sedežem v EU leta 2021 pritegnila 6,2 milijarde EUR naložb tveganega kapitala, kar za več kot dvakrat presega raven iz leta 2020¹¹⁹. To predstavlja 15,4 % svetovnih naložb tveganega kapitala v podnebne tehnologije. Leto 2021 je bilo tudi prvo leto, v katerem so bile poznejše naložbe v podnebne tehnologije v EU višje kot na Kitajskem¹²⁰. Vendar so naložbe v zgodnjih fazah v ZDA in na Kitajskem leta 2021 dosegle nove najvišje vrednosti, v EU pa so bile na vrhuncu (Slika 6).

Slika 6: naložbe tveganega kapitala v zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi s področja podnebnih tehnologij



Vir: podatki JRC na podlagi podatkov družbe PitchBook.

Področje energetike je leta 2021 predstavljalo 22 % svetovnih naložb tveganega kapitala v podnebne tehnologije (proizvodnja čiste energije¹²¹ in omrežne tehnologije¹²² so predstavljale 13,2 % oziroma 8,7 %). S skoraj štirikrat višjimi ravnmi (x 3,8) kot leta 2020¹²³ področje energetike še vedno zaostaja za področjem mobilnosti in prometa (46 %), vendar je prvič prehitelo področje prehrane in rabe zemljišč (19,6 %).

¹¹⁸ Po podatkih JRC, ki temeljijo na podatkih družbe PitchBook, to predstavlja 5,2 % vseh sredstev tveganega kapitala v letu 2021 (4,6 % v letu 2020).

¹¹⁹ COM(2021) 952 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

¹²⁰ Ekskluzivne naložbe v švedskega razvijalca baterij za električna vozila Northvolt pomembno vplivajo na splošne trende naložb tveganega kapitala v podjetja s področja podnebnih tehnologij v EU v zadnjih letih. Ko je podjetje prešlo v poznejše naložbene faze, so se leta 2021 zgodnje naložbe v podjetja EU s področja podnebnih tehnologij zmanjšale, poznejše naložbe pa so povečale in prvič dosegle višjo vrednost, kot je bila sporočena na Kitajskem.

¹²¹ Vključno s sončno, vetrno in jedrsko energijo, energijsko predelavo ter oceansko, vodno in geotermalno energijo.

¹²² Vključno z dolgoročnim shranjevanjem energije, upravljanjem omrežja, analitiko, tehnologijo baterij, pametnim omrežjem in proizvodnjo čistega vodika.

¹²³ Glavno gonilo te rasti so naložbe v tehnologije za proizvodnjo čiste energije. Zaradi konkretno velikih naložb v jedrsko fuzijo v ZDA in vetrno energijo na Kitajskem so se povečale 2,4-krat hitreje kot naložbe v omrežne tehnologije in naložbe tveganega kapitala v podnebne tehnologije na splošno.

V EU so naložbe tveganega kapitala v energetska podjetja potrdile trajnostno rast, zabeleženo v zadnjih štirih letih (za 60 % več kot leta 2020). Kljub temu dobremu rezultatu se je relativni delež naložb tveganega kapitala EU v energetiko leta 2021 prepolovil. EU je z 10 % naložb tveganega kapitala v energetska podjetja na tretjem mestu, daleč za ZDA (62 %) in Kitajsko (13,3 %), v katerih so se leta 2021 izvedle izjemne ravni naložb, ki so bile posledica obsežnih poslov na področju proizvodnje čiste energije.

Kljub pozitivni dinamiki financiranja s tveganim kapitalom v EU in privlačnosti podnebnih tehnologij v EU za vlagatelje tveganega kapitala strukturne ovire in družbeni izzivi¹²⁴ v primerjavi z drugimi večjimi gospodarstvi še vedno zavirajo podjetja v razširitveni fazi na področju podnebnih tehnologij v EU. Taksonomija EU za trajnostne dejavnosti kljub temu zagotavlja okvir za spodbujanje trajnih naložb in opredeljuje okoljsko trajnostne gospodarske dejavnosti. Poleg tega se je inovacijska politika EU z leti razširila, spremenilo pa se je tudi institucionalno okolje¹²⁵.

V okviru tretjega stebra programa Obzorje Evropa „Inovativna Evropa“ so na voljo orodja za podporo zagonskim podjetjem, podjetjem v razširitveni fazi ter malim in srednjim podjetjem (MSP). V tem okviru je Evropski svet za inovacije s proračunom 10,1 milijarde EUR v obdobju 2021–2027 vodilni inovacijski program EU za opredelitev, razvoj in razširitev revolucionarnih tehnologij in prelomnih inovacij. Program Obzorje Evropa podpira tudi pobudo Evropski inovacijski ekosistemi in Evropski inštitut za inovacije in tehnologijo (EIT). Portfelj skupnosti znanja in inovacij InnoEnergy pri EIT je vzpostavil največji trajnostni energetski inovacijski ekosistem na svetu in z vodenjem treh industrijskih vrednostnih verig (evropsko zavezništvo za baterije, evropski center za pospeševanje zelenega vodika in evropska pobuda za sončno energijo) vodi prehod na razogljiveno EU do leta 2050.

Kar zadeva **programe financiranja EU**, je sklad za inovacije eden največjih na svetu¹²⁶ za predstavitev čistih inovativnih tehnologij in njihovo uporabo na industrijski ravni. Program InvestEU je pomemben element načrta EU za okrevanje, ki podpira dostop do finančnih sredstev in njihovo razpoložljivost za MSP, podjetja s srednje veliko tržno kapitalizacijo in druga podjetja. Kohezijska politika zagotavlja obsežne in dolgoročne naložbe, zlasti za MSP, v inovacije in industrijske vrednostne verige, da bi spodbudila razvoj tehnologij za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov in nizkoogljicnih tehnologij ter poslovnih modelov. Poleg tega Evropska investicijska banka (EIB) in Evropski investicijski sklad (EIF) učinkovito podpirata razvoj inovacijsko intenzivne tehnologije, ki jo EU potrebuje za doseganje svojih ciljev glede trajnostnosti. Drugi programi financiranja, kot sta sklad za modernizacijo in predlagani Socialni sklad za podnebje¹²⁷, so namenjeni usmerjanju prihodkov iz politik, povezanih s podnebjem, v podporo energetskega prehodu.

Cilj teh programov in drugih pobud EU, kot je unija kapitalskih trgov¹²⁸, je dodatno mobilizirati zasebne vlagatelje pri financiranju zagonskih podjetij s področja podnebnih

¹²⁴ COM(2020) 953 final („Poročilo o napredku na področju konkurenčnosti čiste energije“) in COM(2022) 332 final („Novi evropski program za inovacije“).

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

¹²⁶ 38 milijard EUR podpore v obdobju 2020–2030 ob predpostavki, da bo cena ogljika znašala 75 EUR/tono CO₂.

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

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

tehnologij in inovacijsko intenzivnih¹²⁹ zagonskih podjetij s področja podnebnih tehnologij. Pionirsko partnerstvo med Evropsko komisijo in programom Breakthrough Energy Catalyst¹³⁰ je še en primer, kako s sodelovanjem javnega in zasebnega sektorja spodbuditi naložbe v kritične podnebne tehnologije.

Ustvarjanje sinergij med programi in instrumenti EU ter povečanje kohezije med lokalnimi inovacijskimi ekosistemi EU lahko pomagata EU, da postane vodilna v svetu na področju podnebnih tehnologij in tako z izkoriščanjem svojih različnih talentov, intelektualnih sredstev in industrijskih zmogljivosti zapolni vrzel v širitvi med EU in drugimi večjimi gospodarstvi. Evropski sistem inovacijskih kazalnikov za leto 2022¹³¹ poudarja pomen vzpostavitve vseevropskega inovacijskega ekosistema, sporočilo Komisije „Novi evropski program za inovacije“¹³² iz leta 2022 pa že predstavlja korak naprej, saj je njegov cilj izkoristiti prednosti inovacijskega ekosistema EU¹³³.

2.5 Vpliv sistemskih sprememb

Da bi se dosegel dvojni ekološki in digitalni prehod ter uresničili cilji evropskega zelenega dogovora in svežnja „Pripravljeni na 55“, mora sektor čiste energije v EU pospešiti spremembo paradigme, ki se že izvaja, in sicer potrebo po odpravi ovir med sektorji in okrepitvi sodelovanja na horizontalnih področjih (npr. ključna vloga surovin, digitalizacija energetskega sistema ter interakcija različnih tehnologij v industrijskih procesih, posameznih stavbah in mestih). Primeri tega preoblikovanja sistema vključujejo: tehnologije za čisto energijo, povezane s stavbami, digitalizacijo energetskega sistema ter energetske skupnosti in sodelovanje na podnacionalni ravni.

Tehnologije za čisto energijo, povezane s stavbami: obvezne sončne fotovoltaične naprave na strehah in podvojitve sedanjega obsega uporabe individualnih toplotnih črpalk¹³⁴ bodo pripomogle k doseganju podnebnih in energetskih ciljev. Da bi se ti cilji dosegli, bo moral gradbeni sektor vključiti širok nabor dopolnilnih rešitev za nove stavbe, kot so učinkovite izolacijske metode in nadzorni sistemi, pa tudi ukrepi za učinkovito rabo virov. To bi moralo potekati vzporedno s povečanjem stopnje prenove in spodbujanjem celovite prenove. Shranjevanje energije na kraju samem (baterije) je še en pomemben element, ki omogoča večji delež toplotnih črpalk in preprečuje ekstremne konice pri proizvodnji in prenosu/distribuciji električne energije. Poleg razpoložljivosti izdelkov so za sektorje čiste energije v EU in njeno konkurenčnost ključnega pomena tudi spretnosti glede namestitve in operativne storitve za različne tehnologije.

¹²⁹ Inovacijsko intenzivna zagonska podjetja temeljijo na znanstvenem znanju in imajo običajno dolge cikle raziskav in razvoja ter nepreverjene poslovne modele. Inovacijsko intenzivna zagonska podjetja s področja podnebnih tehnologij so podjetja, ki za reševanje okoljskih izzivov uporabljajo najsodobnejšo tehnologijo.

¹³⁰ Partnerstvo Komisije in programa Breakthrough Energy Catalyst (europa.eu): https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/IP_21_2746.

¹³¹ Evropska komisija, Evropski sistem inovacijskih kazalnikov za leto 2022, letno poročilo, 2022.

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

¹³³ V sporočilu je navedeno, da bo EU sprejela konkretne ukrepe za izboljšanje dostopa do financiranja za zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi v EU, izboljšanje pravil, ki inovatorjem omogočajo eksperimentiranje z novimi idejami, pomoč pri oblikovanju „regionalnih inovacijskih dolin“, privabljanje in zadržanje talentov v EU ter izboljšanje oblikovanja inovacijske politike z jasno terminologijo, kazalniki in naborom podatkov ter politično podporo državam članicam.

¹³⁴ COM(2022) 230 final („Načrt RePowerEU“).

Digitalizacija energetskega sistema: digitalizacija se eksponentno širi: internetni promet se je samo v zadnjih petih letih potrojil, približno 90 % podatkov na svetu pa je bilo ustvarjenih v zadnjih dveh letih¹³⁵. Decentralizacija energije – na ravni proizvodnje in z milijoni povezanih pametnih naprav, toplotnih črpalk in električnih avtomobilov – spreminja lokalni energetski sistem. Ocena za Hamburg (Nemčija) je pokazala znaten potencial za prihranek stroškov: z naložbo 2 milijona EUR v pametno polnjenje, da se zmanjša konično povpraševanje, se je mogoče izogniti potrebi po naložbi 20 milijonov EUR za potrebno okrepitev omrežja, da bi zadostili 9-odstotnemu deležu električnih vozil v mestu¹³⁶. Omejitve zmogljivosti distribucijskih omrežij lahko brez pametnega upravljanja lokalnih energetskih potreb upočasnijo prehod na čisto energijo. Vendar lahko nekatere digitalne rešitve brez ustreznih ukrepov za izboljšanje učinkovitosti, kot je recikliranje odpadne toplote iz podatkovnih centrov, povečajo porabo energije in emisije toplogrednih plinov.

Energetske skupnosti in sodelovanje na podnacionalni ravni: vsaj dva milijona evropskih državljanov je od leta 2000 vključenih v več kot 8 400 energetskih skupnosti in je izvedlo več kot 13 000 projektov¹³⁷. Energetske skupnosti so pomemben preskusni poligon in področje uporabe tehnologij in rešitev za čisto energijo. Skupne zmogljivosti za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov, ki so jih namestile energetske skupnosti v Evropi, so trenutno ocenjene na najmanj 6,3 GW (tj. približno 1–2 % nameščenih zmogljivosti na nacionalni ravni). Glavni delež nameščenih zmogljivosti predstavlja sončna fotovoltaika. Sledi ji vetrna energija na kopnem. Razvoj participativnih modelov za več tehnologij za čisto energijo, namenjenih zlasti gospodinjstvom z nižjimi dohodki, lahko spodbudi razvoj več energetskih skupnosti po vsej EU in hkrati prispeva k odpravljanju energetske revščine.

Krepitev interakcije med horizontalnimi področji ob upoštevanju soodvisnosti med različnimi sektorji na ravni držav članic in EU je ključnega pomena za pospešitev uvajanja in razširjanja tehnologij za čisto energijo ter krepitev konkurenčnosti EU na svetovnem trgu s čisto energijo¹³⁸.

3. USMERJENOST V TEHNOLOGIJE IN REŠITVE ZA ČISTO ENERGIJO

V tem oddelku je predstavljena ocena konkurenčnosti različnih tehnologij in rešitev za čisto energijo, ki so ključne za proizvodnjo energije, shranjevanje in povezovanje sistemov. Zagotavlja tudi vpogled v to, kako se tehnologija in trg razvijata, da bi izpolnila cilje evropskega zelenega dogovora in načrta REPowerEU. Ta oddelek vključuje analizo sončne fotovoltaične energije, vetrne energije, toplotnih črpalk za uporabo v stavbah, baterij, proizvodnje vodika z elektrolizo, obnovljivih goriv in digitalne infrastrukture. Zagotavlja tudi

¹³⁵ Mednarodna agencija za energijo, Digitalization and Energy (Digitalizacija in 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>.

¹³⁷ Schwanitz, V. J., Wierling, A., Zeiss, J. P., von Beck, C., Koren, I. K., Marcroft, T., in Dufner, S., *The contribution of collective prosumers to the energy transition in Europe – Preliminary estimates at European and country level from the COMETS inventory*, (Prispevek vseh proizvajalcev-odjemalcev k energetskemu prehodu v Evropi – predhodne ocene na evropski ravni in ravni držav na podlagi popisa, pripravljenega v okviru projekta COMETS), avgust 2021, <https://doi.org/10.31235/osf.io/2ymuh>.

¹³⁸ SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies – Znanstveni nasveti evropskih akademij za politike), *A systemic approach to the energy transition in Europe* (Sistemiški pristop k energetskemu prehodu v Evropi), Berlin, 2021, <https://doi.org/10.26356/energytransition>.

pregled drugih pomembnih tehnologij¹³⁹. Ta z dokazi podprta analiza, ki temelji na kazalnikih iz Priloge I, je bila izvedena v okviru notranjega opazovalnega centra Komisije za tehnologijo za čisto energijo (CETO), ki ga izvaja Skupno raziskovalno središče. Poglobljena poročila o posameznih tehnologijah so na voljo na spletišču CETO¹⁴⁰.

3.1. Sončna fotovoltaika¹⁴¹

Sončna fotovoltaika je v zadnjem desetletju najhitreje rastoča tehnologija za proizvodnjo električne energije na svetu. V vseh scenarijih za podnebno nevtralen energetski sistem¹⁴² ima fotovoltaika osrednjo vlogo. V nedavnem sporočilu o evropski strategiji za sončno energijo¹⁴³ je bilo pozvano k vzpostavitvi približno 450 GWac novih zmogljivosti fotovoltaičnih sistemov v obdobju 2021–2030. Glede na sedanji trend nameščanja zmogljivosti enosmernega toka, ki je 1,25– do 1,3–krat večja od zmogljivosti izmeničnega toka, da se optimizira uporaba omrežne povezave¹⁴⁴, bi tako skupna nominalna zmogljivost fotovoltaike v EU znašala približno 720 GWp. Strategija EU za sončno energijo obravnava glavna ozka grla in ovire za naložbe, da bi se pospešilo uvajanje, zagotovila zanesljivost oskrbe in čim bolj povečale socialno-ekonomske koristi fotovoltaične energije v celotni vrednostni verigi¹⁴⁵. Zaveznitvo industrije solarne fotovoltaike EU, ki je ena od konkretnih pobud strategije EU za sončno energijo, je Komisija uradno potrdila oktobra 2022, njegov cilj pa je razširiti proizvodne tehnologije inovativnih sončnih fotovoltaičnih izdelkov in sestavnih delov¹⁴⁶.

Analiza tehnologije: povprečna učinkovitost modulov s silicijevimi celicami se je s 15,1 % leta 2011 povečala na 20,9 % leta 2021¹⁴⁷. To je posledica uporabe večjih rezin in sončnih celic z višjim izkoristkom, vključno z zasnovami z večspojnimi celicami. Evropa ima pomembno strokovno znanje in izkušnje ter vodilno vlogo na področju obetavne tehnologije

¹³⁹ Vodna energija, oceanska energija, geotermalna energija, koncentrirana sončna energija in toplota, zajemanje, uporaba in shranjevanje ogljika, bioenergija, jedrska energija.

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

¹⁴¹ Analiza na podlagi dokazov, ki jo je izvedel CETO (Chatzipanagi, A. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Photovoltaics in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Fotovoltaika v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, doi: 10.2760/812610, JRC130720), razen če ni navedeno drugače.

¹⁴² Zlasti scenariji, ki so jih predvidele nevladne organizacije, kot so Greenpeace, Energy Watch Group, Bloomberg New Energy Finance, Mednarodna agencija za energijo in Mednarodna agencija za obnovljivo energijo ter združenja fotovoltaične industrije.

¹⁴³ COM(2022) 221 final („Strategija EU za sončno energijo“).

¹⁴⁴ Kougias I. et al, *The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan* (Vloga fotovoltaike pri evropskem zelenem dogovoru in načrtu za okrevanje), 2021 (doi: [10.1016/j.rser.2021.1111017](https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.1111017)). AC: izmenični tok; DC: enosmerni tok.

¹⁴⁵ Vodilni ukrepi, napovedani v strategiji EU za sončno energijo, vključujejo pobudo EU za strešne solarne panele, sveženj Komisije o izdaji dovoljenj, ki vključuje zakonodajni predlog, priporočila in smernice, obsežno partnerstvo EU za znanja in spretnosti na področju energije iz obnovljivih virov na kopnem, vključno s sončno energijo ter zaveznitvo industrije solarne fotovoltaike EU. Zlasti bi se z evropsko pobudo za strešne solarne panele uvedla obvezna namestitve strešnih sončnih panelov za (i) vse nove javne in poslovne stavbe, katerih uporabna tlorisna površina presega 250 m², do leta 2026; (ii) vse obstoječe javne in poslovne stavbe, katerih uporabna tlorisna površina presega 250 m², do leta 2027, in (iii) vse nove stanovanjske stavbe do leta 2029. Pričakuje se, da se bodo s temi ukrepi skupaj znatno povečale naložbe v fotovoltaična sredstva in proizvodne zmogljivosti za fotovoltaiko v EU.

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

¹⁴⁷ VDMA, *International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV)* (Mednarodni tehnološki načrt za fotovoltaiko), 2022.

perovskitnih sončnih celic, za katero več podjetij iz EU, kot so Evolar (Švedska), Saule Technologies (Poljska) in Solaronix (Francija), trenutno vzpostavlja proizvodne linije.

Cilj strategije EU za sončno energijo¹⁴⁸ je obrniti trend upadanja javnega in zasebnega financiranja fotovoltaične industrije¹⁴⁹. EU kljub temu ostaja močna inovatorica na tem področju, saj je v obdobju 2017–2019 zabeležila veliko število objav in patentnih prijav. Nemčija je sama na petem mestu na svetu po patentiranju izumov visoke vrednosti na področju fotovoltaike.

Analiza vrednostne verige: podatki o proizvodnji in novi naložbeni projekti potrjujejo prevlado Azije, zlasti Kitajske, na področju proizvodnje fotovoltaike. Vse dodatne zmogljivosti za proizvodnjo 80 000 ton polisilicija, ki so bile napovedane v začetku leta 2021 (dodale se bodo k skupni zmogljivosti, ki je leta 2020 znašala približno 650 000 ton), in za proizvodnjo 118 000 ton, ki so že v izgradnji, se gradijo na Kitajskem¹⁵⁰. Silicijeve sončne celice, ki se večinoma proizvajajo na Kitajskem, predstavljajo več kot 95 % svetovne proizvodnje. EU kljub temu ohranja znaten delež v segmentih proizvodnje proizvodne opreme (50 %) in inverterjev (15 %) v vrednostni verigi fotovoltaike.

Analiza svetovnega trga: naložbe v nove sončne elektrarne po vsem svetu so se leta 2021 povečale za 19 % in dosegle 205 milijard USD (242,5 milijarde EUR¹⁵¹). Vendar se je leta 2021 trgovinska bilanca EU še poslabšala, saj se je njen uvoz povečal, njen izvoz pa je ostal nespremenjen in je predstavljal 13 % svetovnega izvoza. Stroški materiala, ki so se v letih 2021 in 2022 zvišali v številnih industrijskih sektorjih, so povzročili izjemno povečanje proizvodnih stroškov celic in modulov brez primere, kar je obrnilo desetletni trend zmanjševanja stroškov. Kljub temu se je konkurenčnost fotovoltaike v primerjavi z neobnovljivimi viri električne energije še izboljšala¹⁵². Število držav, v katerih je proizvodnja fotovoltaične električne energije najcenejši vir, se zato povečuje. Zvišanje cen fosilnih goriv zaradi naravnih nesreč, nesreč ali mednarodnih konfliktov lahko ta trend le še okrepi.

Najnovejši razpoložljivi podatki za leti 2021 in 2022 potrjujejo prej opaženi trend¹⁵³. EU je potrdila svoj položaj enega največjih trgov za fotovoltaiko in močnega inovatorja, zlasti na področju novih fotovoltaičnih tehnologij in aplikacij (kot so agrofotovoltaika, v stavbe vgrajena fotovoltaika in plavajoča fotovoltaika). Vendar je EU močno odvisna od uvoza iz Azije za več ključnih sestavnih delov (rezin, ingotov, celic in modulov) in ohranja večjo prisotnost le v segmentih proizvodnje proizvodne opreme in inverterjev (ki se trenutno

¹⁴⁸ Njen cilj je zlasti razviti vodilno pobudo za raziskave in inovacije na področju sončne energije v naslednjem delovnem programu programa Obzorje Evropa, vzpostaviti steber za raziskave in inovacije v predlaganem zavezništvu industrije solarne fotovoltaike EU ter skupaj z državami članicami pripraviti skupni strateški program za raziskave in inovacije na področju sončne energije.

¹⁴⁹ Najnovejši podatki so na voljo za leti 2018 in 2019.

¹⁵⁰ Jäger-Waldau, A., *Overview of the Global PV Industry* (Pregled svetovne fotovoltaične industrije), 2022. V: Letcher, Trevor M. (ur.) *Comprehensive Renewable Energy* (Celovita energija iz obnovljivih virov), 2. izdaja, zv. 1, str. 130–143. Oxford: Elsevier. Doi. 10.1016/B978-0-12-819727-1.00054-6.

¹⁵¹ Ob uporabi povprečnega menjalnega tečaja 1,1827 EUR za 1 USD v letu 2021. Glej https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

¹⁵² Cene zemeljskega plina, nafte in premoga so se namreč v istem obdobju višale veliko hitreje. Glej <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022>.

¹⁵³ COM(2021) 952 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

srečujejo z ozkim grlom zaradi pomanjkanja vezij¹⁵⁴). Dodatna ozka grla zaradi omejitev cenovne dostopnosti (zlasti za gospodinjstva z nizkimi dohodki in MSP), predolgi čakalni dob (npr. zaradi nezadostno usposobljenih monterjev fotovoltaičnih naprav) že vplivajo na obsežno uvajanje fotovoltaike. Ukrepi in vodilni ukrepi, napovedani v strategiji EU za sončno energijo, zagotavljajo glavne priložnosti za naložbe v fotovoltaična sredstva in razvoj proizvodnih zmogljivosti za fotovoltaiko v EU, pa tudi za diverzifikacijo uvoza. Hkrati stalni tehnološki napredek proti učinkovitejšim in trajnostnim zasnovam celic in proizvodnih postopkov omogoča nadaljnje izboljšanje konkurenčnosti fotovoltaičnih tehnologij v primerjavi z neobnovljivimi viri energije, čeprav so se stroški surovin zvišali. Ti elementi krepijo poslovne razloge za povečanje proizvodnje in uporabe v EU, vključno z inovativnimi načini uporabe.

3.2. Sektor vetrne energije na morju in na kopnem¹⁵⁵

Vetrna energija ima osrednjo vlogo v podnebni in energetske politiki EU, saj je pospešitev uvajanja vetrne energije bistvena za uresničitev ciljev evropskega zelenega dogovora, svežnja „Pripravljeni na 55“ in načrta REPowerEU. Načrt REPowerEU poziva k hitrejši namestitvi zmogljivosti za proizvodnjo vetrne energije, pri čemer naj bi bile do leta 2030 nameščene zmogljivosti za proizvodnjo 510 GW vetrne energije¹⁵⁶, kar naj bi predstavljalo 31-odstotni delež nameščenih zmogljivosti za proizvodnjo električne energije v EU¹⁵⁷.

EU je od leta 2014 vodilna na svetu pri raziskavah in inovacijah na področju vetrne energije, za kar je v obdobju 2014–2021 namenila 883 milijonov EUR javnih sredstev, in trenutno gosti 38 % vseh inovativnih podjetij, med katerimi je največji bazen zagonskih podjetij in inovativnih korporacij. Vendar je bilo leta 2021 v EU nameščenih le 11 GW vetrne energije (10 GW vetrne energije na kopnem in 1 GW vetrne energije na morju), obeti za leto 2022 še vedno ne dohajajo hitrosti, potrebne za doseganje ciljev načrta REPowerEU. Kitajska je trenutno vodilna po skupnem številu vetrnih elektrarn z zmogljivostjo 338 GW, zlasti zaradi povečane stopnje uvajanja v letu 2021. V istem letu je EU dosegla približno 190 GW skupne nameščene zmogljivosti.

Za uresničitev ciljev načrta REPowerEU bo bistveno, da se pospeši uvajanje vetrne energije, za kar bodo potrebni jasni naložbeni načrti in prenos ciljev politike v dejanske izvedbene ukrepe, vključno s sprejetjem zavez za lažje izdajanje dovoljenj za vetrne elektrarne.

¹⁵⁴ Poročilo EU o raziskavi o vezjih. [European Chips Report |](#) (Poročilo o vezjih v Evropi) [Notranji trg, industrija, podjetništvo ter mala in srednja podjetja \(europa.eu\)](#).

¹⁵⁵ Analiza na podlagi dokazov, ki jo je izvedel CETO (Telsnig, T. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Wind Energy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Vetrna energija v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, doi:10.2760/855840, JRC130582), razen če ni navedeno drugače.

¹⁵⁶ SWD(2022) 230 final, *Implementing the REPower EU Action plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets* (Izvajanje akcijskega načrta REPowerEU: naložbene potrebe, pospeševalnik za vodik in doseganje ciljev glede biometana). Na voljo na povezavi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

¹⁵⁷ SWD(2022) 230 final (glede na „projekcije modeliranja na osnovi modela PRIMES za neto nameščeno zmogljivost iz načrta REPowerEU leta 2030“), slika 3: Neto nameščena zmogljivost v načrtu REPowerEU leta 2030 (GWe). Na voljo na povezavi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230&from=EN>.

Analiza tehnologije: skupna svetovna nameščena zmogljivost vetrnih elektrarn na kopnem je leta 2021 znašala 769 GW, kar je skoraj trikrat več kot pred desetletjem¹⁵⁸, samo leta 2021 pa je bilo nameščenih 72 GW zmogljivosti. Leto 2021 je bilo rekordno tudi za vetrne elektrarne na morju, saj je bilo po vsem svetu nameščenih 21 GW novih zmogljivosti, kar je več kot trikrat več od prejšnjega rekorda iz leta 2020. Skupna svetovna nameščena zmogljivost je leta 2021 znašala 55 GW¹⁵⁹. Kitajska je bila vodilna pri povečanju svetovne nameščene zmogljivosti s 30,6 GW zmogljivosti vetrnih elektrarn na kopnem in 16,9 GW zmogljivosti vetrnih elektrarn na morju, nameščenih leta 2021.

V EU je konec leta 2021 skupna nameščena zmogljivost vetrnih elektrarn na kopnem znašala 173 GW, skupna nameščena zmogljivost vetrnih elektrarn na morju pa približno 16 GW. Skupna zmogljivost vetrnih elektrarn je bila enaka približno 14 % celotne porabe električne energije v EU. Leta 2021 je bil tudi zagotovljen drugi najvišji letni prispevek zmogljivosti vetrnih elektrarn na kopnem v EU od leta 2010 (10 GW letnega izkoristka¹⁶⁰). Vendar je bilo v EU leta 2021 izkoriščene le 1 GW energije iz vetrnih elektrarn na morju¹⁶¹. Akterji v industriji poudarjajo, da je izdajanje dovoljenj ena od glavnih ozkih grl za nadaljnjo in množično izkoriščanje vetrne energije, saj je razlog za zamude in manjše število dokončanih projektov. To pa povzroča pritisk na dobičkonosnost dobavne verige. Komisija je v okviru svežnja REPowerEU pripravila pravne predloge in smernice za pospešitev izdajanja dovoljenj.

Analiza vrednostne verige: sektor vetrne energije se je razvil v svetovno industrijo s približno 800 proizvodnimi obrati. Največ jih je na Kitajskem (45 %) in v Evropi (31 %)¹⁶². EU je ohranila vodilno vlogo, kar zadeva patente visoke vrednosti na področju tehnologij za vetrno energijo: njen delež izumov visoke vrednosti v obdobju 2017–2019 je bil 59-odstoten. Proizvajalci turbin v EU so še naprej vodilni na področju kakovosti, tehnološkega razvoja ter naložb v raziskave in inovacije. Vetrna industrija EU ima tudi visoke proizvodne zmogljivosti za sestavne dele z visoko dodano vrednostjo (npr. stolpi, menjalniki in lopatice) in za naprave, ki jih lahko uporabljajo tudi drugi industrijski sektorji (npr. generatorji, pretvorniki energije in nadzorni sistemi). Proizvodna vrednostna veriga EU za vetrne elektrarne na morju sestavne dele večinoma dobavlja pri proizvajalcih iz EU. Nasprotno pa proizvajalci originalne opreme v EU sestavne dele za vetrne elektrarne na kopnem dobavljajo pri številnih različnih tujih dobaviteljih.

Veliko surovin za generatorje se večinoma uvaža iz Kitajske. Morebitne težave pri povečanju proizvodnje surovin za doseg ciljev do leta 2030 bi lahko pomenile izziv za vetrno industrijo EU. Oviro predstavljata tudi zvišanje cen virov v letu 2021 in negotovost glede oskrbe. V industriji so izraženi tudi okoljski pomisleki v zvezi z recikliranjem kompozitnih lopatic.

¹⁵⁸ IRENA, *Renewable Capacity Statistics 2022* (Statistični podatki o zmogljivosti za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov za leto 2022), Abu Dabi, 2022.

¹⁵⁹ IRENA, *Renewable Capacity Statistics 2022* (Statistični podatki o zmogljivosti za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov za leto 2022), Abu Dabi, 2022.

¹⁶⁰ WindEurope, *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022–2026* (Vetrna energija v Evropi – statistični podatki za leto 2021 in obeti za obdobje 2022–2026), Belgija, 2022.

¹⁶¹ WindEurope, *Wind Energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022–2026* (Vetrna energija v Evropi – statistični podatki za leto 2021 in obeti za obdobje 2022–2026), Belgija, 2022.

¹⁶² Sledijo jima Indija (7 %), Brazilija (5 %) in Severna Amerika (4,5 %). Glej tudi: WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe* (Vetrna energija in okrevanje gospodarstva v Evropi), Belgija, 2020.

Nacionalni raziskovalni programi in raziskovalni programi EU na področju vetrne energije se zato vse bolj osredotočajo na krožnost.

Analiza svetovnega trga: EU je v zadnjem desetletju ohranjala pozitivno trgovinsko bilanco s preostalim svetom, ki se je gibala med 1,8 in 2,8 milijarde EUR. Vendar ima EU od leta 2018 negativno trgovinsko bilanco s Kitajsko in Indijo. Kar zadeva svetovni tržni delež, so kitajski proizvajalci originalne opreme leta 2020 prvič prehiteli proizvajalce originalne opreme iz EU. Kljub temu je na vodilnih trgih EU znatno število domačih proizvajalcev¹⁶³.

Skratka, vetrni sektor EU ostaja vodilni v svetu glede raziskav in inovacij ter patentov visoke vrednosti. K temu prispevajo proizvodne zmogljivosti, delovna sila ter znanja in spretnosti, ki jih ima na voljo. Vendar bo morala industrija, da bi dosegla cilje do leta 2030, več kot podvojiti sedanjo letno stopnjo nameščanja zmogljivosti v EU.

Z izvajanjem direktive o energiji iz obnovljivih virov¹⁶⁴, nedavnim predlogom za njeno spremembo¹⁶⁵ ter ustreznimi priporočili in smernicami Komisije iz leta 2022¹⁶⁶ naj bi se odpravile glavne ovire, povezane z dovoljenji za uporabo. Jasna predhodna navedba načrtov držav članic glede namestitve vetrnih elektrarn bo omogočila tudi pravočasno pripravo prihodnjih zmogljivosti. Vzporedno s tem bodo raziskave in inovacije na področju krožnosti z obravnavanjem okoljskih pomislekov in motenj v dobavi zagotovile napredek industrije ter tako izboljšale konkurenčnost sektorja vetrne energije v EU.

3.3. Toplotne črpalke za uporabo v stavbah

Toplotne črpalke dobivajo vse večjo podporo na ravni EU v okviru evropskega zelenega dogovora, svežnja „Pripravljeni na 55“ in načrta REPowerEU¹⁶⁷. Načrt REPowerEU poziva k podvojitvi trenutne hitrosti uvajanja posameznih toplotnih črpalk, s čimer bi v naslednjih petih letih skupno namestili 10 milijonov toplotnih črpalk in 30 milijonov toplotnih črpalk do leta 2030, kar bi spremljalo povečanje proizvodne zmogljivosti EU. Poziva tudi k hitrejši uporabi velikih toplotnih črpalk v omrežjih za daljinsko ogrevanje in hlajenje. Široka skupna uvedba strešnih fotovoltaičnih (in sončnih toplotnih) sistemov ter toplotnih črpalk s pametnimi krmilnimi napravami, ki se odzivajo na obremenitev omrežja in cenovne signale, bi prispevala k razogljičenju ogrevanja in zmanjšala izzive pri vključevanju v omrežje.

Analiza tehnologije: toplotne črpalke za uporabo v stavbah so komercialno dostopni izdelki. Razvrstijo se lahko glede na vir, iz katerega pridobivajo toplotno energijo (zrak, voda ali zemlja), medij, na katerega prenašajo toploto (zrak ali voda), namen (hlajenje/ogrevanje prostorov, ogrevanje vode v gospodinjstvu) in tržne segmente (poslovne ali stanovanjske stavbe ter omrežja).

¹⁶³ WindEurope/Wood Mackenzie, *Wind energy and economic recovery in Europe* (Vetrna energija in okrevanje gospodarstva v Evropi), Belgija, 2020.

¹⁶⁴ Direktiva (EU) 2018/2001 z dne 11. decembra 2018 o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov (UL L 328, 21.12.2016, str. 82).

¹⁶⁵ COM(2021) 557 final („Predlog direktive Evropskega parlamenta in Sveta o spremembi Direktive (EU) 2018/2001 Evropskega parlamenta in Sveta, Uredbe (EU) 2018/1999 Evropskega parlamenta in Sveta in Direktive 98/70/ES Evropskega parlamenta in Sveta glede spodbujanja energije iz obnovljivih virov ter razveljavitvi Direktive Sveta (EU) 2015/652“).

¹⁶⁶ SWD(2022) 149 final („Smernice za države članice o dobrih praksah za pospešitev postopkov izdaje dovoljenj za projekte na področju energije iz obnovljivih virov“).

¹⁶⁷ COM(2022) 230 final („Načrt REPowerEU“).

Kar zadeva toplotne črpalke, ki se večinoma uporabljajo za ogrevanje prostorov in sanitarne vode, je bilo konec leta 2021 v Evropi v tem sektorju nameščenih skoraj 17 milijonov enot, prodaja pa je leta 2021 dosegla 2,18 milijona enot, kar pomeni 17-odstotno skupno letno stopnjo rasti v zadnjih petih letih in 20-odstotno v zadnjih treh letih¹⁶⁸.

Dejavnosti na področju raziskav in inovacij za posamezne toplotne črpalke so posledica povpraševanja po učinkovitejših, kompaktnjših in tišjih enotah, večjih območjih delovanja glede na temperaturo okolice, digitalizaciji za optimalno povezovanje z energetskimi omrežji ter lokalni proizvodnji in shranjevanju energije. Spodbujajo jih tudi spreminjajoči se predpisi EU za večjo energijsko učinkovitost in manjši vpliv življenjskega cikla na okolje, vključno s krožnostjo materialov in hladilnimi sredstvi z majhnim potencialom globalnega segrevanja. Raziskave in inovacije na področju komercialnih toplotnih črpalk obravnavajo na primer integracijo hkratne oskrbe s toploto in hladom s shranjevanjem toplotne energije.

Položaj EU na področju raziskav in inovacij je močan in se izboljšuje. EU vodi na področju patentov za „toplotne črpalke za uporabo v stavbah, namenjene zlasti za ogrevanje“. V obdobju 2017–2019 je bilo 48 % patentov za „inovacije visoke vrednosti“ prijavljenih v EU, sledijo Japonska (12 %), ZDA (8 %), Koreja (7 %) in Kitajska (5 %)¹⁶⁹. V obdobju 2014–2022 je bilo v okviru programa Obzorje 2020 za projekte toplotnih črpalk za uporabo v stavbah zagotovljeno financiranje v skupni višini 277 milijonov EUR.

Analiza vrednostne verige: prihodki od proizvodnje, namestitve in vzdrževanja toplotnih črpalk v EU so leta 2020 znašali 41 milijard EUR, v zadnjih treh letih pa so se v povprečju povečevali za 21 % na leto. Leta 2020 je bilo neposrednih in posrednih delovnih mest 318 800, kar pomeni 18-odstotno povprečno letno rast v zadnjih treh letih. Ti podatki vključujejo vse vrste toplotnih črpalk, vključno s toplotnimi črpalkami zrak-zrak, ki se uporabljajo za hlajenje in/ali ogrevanje¹⁷⁰.

Za proizvodnjo toplotnih črpalk niso potrebne kritične surovine, vendar nanje vpliva trenutno pomanjkanje polprevodnikov po vsem svetu.

Analiza svetovnega trga: v EU vrednostna veriga „toplotnih črpalk, namenjenih zlasti za ogrevanje“ zajema številna MSP in nekaj velikih akterjev. Delež uvoženih toplotnih črpalk se povečuje, trgovinski primanjkljaj pa je leta 2021 dosegel 390 milijonov EUR v nasprotju s presežkom v višini 202 milijonov EUR, zabeleženim pred petimi leti¹⁷¹. Uvoz iz Kitajske se je leta 2021 podvojil in dosegel 530 milijonov EUR.

Toplotne črpalke se hitro uvajajo, vendar je treba za dosego ciljev načrta REPowerEU njihovo uvajanje še pospešiti. Dobavitelji s sedežem v EU morajo povečati proizvodnjo, da bi zadostili vse večjemu povpraševanju po toplotnih črpalkah v EU. Nekatera industrijska združenja trdijo, da bi se zaradi hitrejšega opuščanja hladilnih sredstev z visokim potencialom globalnega segrevanja upočasnilo postopno povečevanje specifičnih uporab,

¹⁶⁸ Evropsko združenje za toplotne črpalke (EHPA), 2022, <https://www.ehpa.org/market-data/>.

¹⁶⁹ Lyons, L. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Heat Pumps in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Toplotne črpalke v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, JRC130874.

¹⁷⁰ Na podlagi podatkov EurObserv'ER, 2020.

¹⁷¹ COMEXT, oznaka 841861.

vendar so datumi prepovedi v predlogu za spremembo uredbe o F-plinih¹⁷² določeni tako, da ima industrija dovolj časa za prilagoditev. Zaradi pomanjkanja usposobljenih monterjev in visokih začetnih stroškov se lahko upočasni uvajanje v EU.

Industrija poziva k vzpostavitvi platforme za pospeševanje toplotnih črpalk, ki bi združevala Komisijo, države članice in sam sektor. Platforma bi bila podprta z jasnimi in trajnimi političnimi signali, s katerimi bi se ustvarilo zaupanje v dolgoročno načrtovanje, zagotovil ugoden regulativni okvir, z večjim sodelovanjem ter raziskavami in inovacijami znižali stroški ter oblikoval pakt za znanja in spretnosti, osredotočen na toplotne črpalke. Komisija bo v okviru načrta REPowerEU podprla prizadevanja držav članic za združevanje njihovih javnih sredstev preko morebitnih pomembnih projektov skupnega evropskega interesa, osredotočenih na prelomne tehnologije in inovacije vzdolž vrednostne verige toplotnih črpalk ter za vzpostavitev obsežnega partnerstva za znanja in spretnosti v okviru pakta za znanja in spretnosti.

3.4. Baterije

Baterije bodo imele ključno vlogo pri doseganju ciljev evropskega zelenega dogovora in izvajanju načrta REPowerEU¹⁷³, saj lahko zmanjšajo odvisnost od uvoza goriv v prometu, zagotovijo kar največjo uporabo električne energije iz obnovljivih virov in zmanjšajo omejitve. Pričakuje se, da bo do leta 2030 po cestah EU vozilo več kot 50 milijonov električnih vozil¹⁷⁴ (z zmogljivostjo baterij vsaj 1,5 TWh) in zmogljivostjo stacionarnih baterij več kot 80 GW/160 GWh¹⁷⁵. EU se počasi premika proti cilju glede brezemisijских novih vozil do leta 2035, kar je v skladu s ciljem, da bi moral biti leta 2050 brezemisijски celoten vozni park EU z 270 milijoni vozil (večinoma električnih). E-mobilnost je glavno gonilo povpraševanja po baterijah. Pričakuje se, da bodo litij-ionske baterije prevladovale na trgu tudi po letu 2030, vendar se vzporedno razvijajo tudi druge tehnologije.

Analiza tehnologije: kljub motnjam v dobavi čipov in magnezija je uporaba baterijske tehnologije v EU dosegla rekordno raven: leta 2021 je bilo prodanih 1,7 milijona novih električnih vozil, kar predstavlja 18 % trga (v primerjavi s 3 % leta 2019 in 10,5 % leta 2020¹⁷⁶), EU pa je prehitela Kitajsko (16 %). Nacionalna prodaja električnih vozil se je gibala od 1,3 % na Cipru do 45 % na Švedskem. Hitro raste tudi trg stacionarnih baterij v EU, ki naj bi do konca leta 2022 dosegel 8 GW/13,7 GWh¹⁷⁷. Vendar je treba v skladu s cilji načrta REPowerEU še pospešiti zmanjševanje odvisnosti od plinskih vršnih elektrarn.

Leta 2021 se je povprečna cena baterije na svetovnem trgu znižala za 6 % na približno 116 EUR/kWh¹⁷⁸, na trgu EU pa na približno 150 EUR/kWh. S tem se nadaljuje dolgoročni

¹⁷² COM(2022) 150 final („Predlog Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o fluoriranih toplogrednih plinih, spremembi Direktive (EU) 2019/1937 in razveljavitvi Uredbe (EU) št. 517/2014“).

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

¹⁷⁴ Scenariji politik za izvajanje evropskega zelenega dogovora, Evropska komisija, 2021. Na voljo na povezavi: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en.

¹⁷⁵ Scenariji politik za izvajanje evropskega zelenega dogovora, Evropska komisija, 2021. Na voljo na povezavi: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/policy-scenarios-delivering-european-green-deal_en.

¹⁷⁶ Evropsko združenje proizvajalcev avtomobilov (ACEA), februar 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 European Market Monitor on Energy Storage (Spremljanje evropskega trga za shranjevanje energije), šesta izdaja (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* (Cene baterijskega sklopa so se znižale na povprečno 132 USD/kWh), 30. november 2021. Menjalni tečaj 0,8826 EUR za 1 USD na dan 30. novembra 2021.

trend. Ker pa so se leta 2022 cene zaradi pretresov na strani ponudbe zvišale, se trend zdaj obrača (spomladi 2022 se je na primer cena litijevega karbonata v primerjavi z letom 2021 zvišala za 974 %¹⁷⁹). Baterijski sklopi bodo leta 2022 vsaj za 15 % dražji kot leta 2021¹⁸⁰. Stroški sistema pri uporabi litij-ionskih baterij v omrežju so leta 2021 znašali približno 350 EUR/kWh¹⁸¹, za domače sisteme shranjevanja pa so znašali približno dvakrat toliko.

Analiza vrednostne verige: skoraj vso množično proizvodnjo litij-ionskih baterij v EU leta 2021 so še vedno izvajali azijski proizvajalci s sedežem v EU (Madžarska in Poljska). Gradnja novih megatovarn pomeni, da bo EU (zlasti Nemčija in Švedska) postopoma postajala vse bolj pomembna. Švedska družba Northvolt je konec leta 2021 izdelala svoj prvi baterijski člen iz 100-odstotno recikliranega niklja, mangana in kobalta, komercialne dobave pa je začela leta 2022. Družba navaja, da ima zelo učinkovit postopek recikliranja, pri katerem se pridobi do 95 % kovin iz baterij¹⁸².

EU naj bi do konca leta 2022 dosegla več kot 75 GWh¹⁸³ nameščene proizvodne zmogljivosti (v primerjavi s 44 GWh sredi leta 2021). Projekti, ki se trenutno izvajajo, kažejo, da je EU na dobri poti, da do leta 2025 zadosti 69 % povpraševanja po baterijah, do leta 2030 pa 89 %¹⁸⁴. Za to so v veliki meri zaslužne pobude evropskega zavezništva za baterije¹⁸⁵.

Segment surovin višje v verigi ostaja najmanj odporen v vrednostni verigi baterij. Kljub številnim pobudam EU se je leta 2021 vrzel v dobavi s surovinami za baterije povečala¹⁸⁶. Izrabljene baterije se še vedno večinoma pošiljajo v recikliranje v Azijo¹⁸⁷.

EU hitro napreduje pri litij-ionski tehnologiji (zlasti pri najuspešnejšem sklopu NMC¹⁸⁸), vendar prepočasi napreduje pri tehnologijah za stacionarne baterije, ki temeljijo na surovinah, ki jih je v izobilju (npr. tekoče baterije in natrij-ionske baterije – slednje imajo glede na razvoj na Kitajskem med drugim tudi dober potencial za električna vozila). EU tudi počasneje uvaja cenejšo litij (ionsko)-železovo fosfatno tehnologijo, ki se vse bolj uporablja v Aziji in je manj odvisna od kritičnih surovin.

Analiza svetovnega trga: Kitajska nadzoruje 80 % svetovne zmogljivosti za rafiniranje surovin za litij-ionske baterije, 77 % zmogljivosti za proizvodnjo členov in 60 % zmogljivosti

¹⁷⁹ Energy Storage News, *BloombergNEF predicts 30 % annual growth for global energy storage market to 2030* (BloombergNEF napoveduje 30-odstotno letno rast svetovnega trga za shranjevanje energije do leta 2030), 4. april 2022.

¹⁸⁰ Mednarodna agencija za energijo (IEA), *Global EV Outlook 2022* (Svetovni pregled stanja na področju električnih vozil za leto 2022), 2022.

¹⁸¹ Na podlagi spletnega seminarja družbe Aurora Energy Research z dne 21. aprila 2022 „How high can battery costs get?“ (Kako visoki so lahko stroški baterij)?

¹⁸² NorthVolt.com, *Northvolt produces first fully recycled battery cell* (Northvolt izdelal prvi v celoti reciklirani baterijski člen), 12. november 2021.

¹⁸³ Vključno z LG Chem (Poljska): 32 GWh; Samsung SDI (Madžarska): 20 GWh; Northvolt (Švedska): 16 GWh; SK Innovation (Madžarska): 7,5 GWh ([Benchmark Minerals: Europe's EV gigafactory capacity pipeline to grow 6-fold to 789.2 GWh to 2030 - Green Car Congress](#)) (Zmogljivost proizvodnje električnih vozil evropske megatovarne se bo do leta 2030 šestkrat povečala na 789,2 GWh). Drugi proizvajalci, npr. SAFT, MES in Leclanché, prispevajo z manjšimi zmogljivostmi, vendar povečujejo obseg proizvodnje.

¹⁸⁴ EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries* (Prispevek za ministrsko srečanje na visoki ravni o baterijah), februar 2022.

¹⁸⁵ [Evropsko zavezništvo za baterije \(europa.eu\)](#).

¹⁸⁶ EIT InnoEnergy, *Contribution for High-Level ministerial meeting on batteries* (Prispevek za ministrsko srečanje na visoki ravni o baterijah), februar 2022.

¹⁸⁷ EBA250, program industrijskega razvoja evropskega zavezništva za baterije, <https://www.eba250.com/>.

¹⁸⁸ NMC = nikelj-mangan-kobalt.

za proizvodnjo sestavnih delov za baterije¹⁸⁹. Trgovinski primanjkljaj EU na področju litij-ionskih baterij se je leta 2021 še naprej povečeval in dosegel 5,3 milijarde EUR¹⁹⁰ (25 % več kot leta 2020). EU proizvede približno 19 % svetovne proizvodnje električnih vozil,¹⁹¹ vendar ima zelo majhen delež v zgornjem delu dobavne verige (razen predelave kobalta). Proizvodnja in uvajanje električnih avtobusov v EU (ob koncu leta 2021 je bilo v obtoku 7 356 električnih avtobusov) sta zanemarljiva v primerjavi s Kitajsko, ki ima več kot 90 % svetovne zaloge 670 000 električnih avtobusov¹⁹².

EU vse bolj krepi nujno potrebne tehnološke zmogljivosti na področju cenejšega skladiščenja/dolgoročnejšega skladiščenja (npr. tehnologije za natrij-ionske, cinkove in tekoče baterije) in je močna na področju končnih izdelkov (zlasti pri proizvodnji in uvajanju električnih vozil, razen segmenta električnih avtobusov). Hitro dohiteva tudi na področju proizvodnje členov z litij-ionsko tehnologijo in je na dobri poti, da do leta 2030 postane skoraj samozadostna pri proizvodnji baterij. Pomanjkanje domačih surovin in proizvodnje naprednih materialov je kljub trenutnim tekočim pobudam stalen problem. EU namerava povečati prizadevanja za obravnavanje teh izzivov od pridobivanja do rafiniranja, od predelave do recikliranja, na primer z napovedanim evropskim zakonom o kritičnih surovinah.

3.5. Proizvodnja obnovljivega vodika z elektrolizo vode

Obnovljivi vodik¹⁹³ ima velik potencial za prispevanje k podnebnim in energetskim ciljem EU. Uporablja se lahko kot gorivo v sektorjih, ki jih je težko elektrificirati (npr. prevoz na dolge razdalje in težki tovorni promet), kot kemična surovina (npr. gnojila in druge kemikalije) ter v industrijskih procesih (npr. proizvodnja jekla ali cementa). Vodik in njegovi derivati naj bi po napovedih leta 2050 predstavljali 12 % svetovne mešanice energetskih virov¹⁹⁴, vendar obnovljivi vodik z elektrolizo vode trenutno predstavlja le 0,1 % celotne proizvodnje v EU.

Načrt REPowerEU je še dodatno okreпил cilje politike iz strategije za vodik iz leta 2020¹⁹⁵ in določil cilje za leto 2030 za obnovljivi in nizkoogljični vodik na 10 milijonov ton domače proizvodnje in 10 milijonov ton uvoza (deloma v obliki amoniaka). Vzpostavitev evropske banke za vodik bo pospešila proizvodnjo in uporabo obnovljivega vodika ter pripomogla k usklajenemu razvoju potrebnih infrastruktur¹⁹⁶.

¹⁸⁹ Willuhn M., *National lithium-ion battery supply chains ranked* (Razvrstitev nacionalnih dobavnih verig litij-ionskih baterij), PV Magazine, 16. september 2020.

¹⁹⁰ Podatki COMEXT za leto 2022.

¹⁹¹ Na podlagi podatkov Prodcom o proizvodnji v EU za leto 2021 in podatkov IEA o prodaji električnih vozil v svetu za leto 2021.

¹⁹² Mednarodna agencija za energijo (IEA), *Global EV Outlook 2022* (Svetovni pregled stanja na področju električnih vozil za leto 2022), 2022.

¹⁹³ Evropska komisija opredeljuje obnovljivi vodik kot vodik, ki je proizveden z uporabo električne energije iz obnovljivih virov ali pridobljen iz biomase, ki izpolnjuje 70-odstotno zmanjšanje emisij CO₂ (v primerjavi s fosilnimi gorivi). Prag za „nizkoogljični vodik“ je opredelila v svežnju o razogljičenju plina in vodika z dne 15. decembra 2021 (COM(2021) 803 final).

¹⁹⁴ IRENA, *Geopolitics of Energy Transformation: the Hydrogen Factor*, (Geopolitika energetske preobrazbe: dejavnik vodika), Abu Dabi, 2022.

¹⁹⁵ COM(2020) 301 final („Strategija za vodik za podnebno nevtralno Evropo“).

¹⁹⁶ Kot je bilo 14. septembra 2022 napovedano v govoru o stanju v Uniji leta 2022 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/SPEECH_22_5493.

Komisija in vodilni proizvajalci elektrolizatorjev v EU so se zavezali, da bodo do leta 2025 desetkrat povečali proizvodne zmogljivosti na 17,5 GW proizvodnje vodika¹⁹⁷. Poleg tega države članice v okviru načrtov za oživitve in odpornost za vodikove tehnologije namenjajo približno 10,6 milijarde EUR, Komisija pa je leta 2022 (julija in septembra) odobrila dva pomembna projekta skupnega evropskega interesa za 5,4 in 5,2 milijarde EUR naložb, ki vključujeta 15 oziroma 13 držav članic.

Analiza tehnologije: Evropa (vključno z Združenim kraljestvom in državami Efte) je leta 2021 od svetovne zmogljivosti 300 MW v letu 2020¹⁹⁸ predstavljala 135 MW nameščene zmogljivosti. Membrane za izmenjavo protonov in alkalni elektrolizatorji predstavljajo 55 % oziroma 44 % nameščenih zmogljivosti na evropskem ozemlju (vključno z EFTA in Združenim kraljestvom)¹⁹⁹.

Izravnani stroški električne energije so glavni dejavnik, ki vpliva na ekonomsko upravičenost naložb v elektrolizatorje, naraščajoče cene električne energije pa so še naprej eden ključnih izzivov za ekonomsko upravičenost konkurenčne proizvodnje vodika z elektrolizatorji.

Stroški evropske proizvodnje vodika iz obnovljivih virov se gibljejo od (2020) mediane 6,8 EUR/kgH₂ (proizvodnja na osnovi sončne fotovoltaike) do mediane 5,5 EUR/kgH₂ (proizvodnja na osnovi vetra)²⁰⁰. Pričakuje se, da se bodo stroški elektrolizatorjev znižali zaradi visokotemperaturne elektrolize: z 2 130 EUR/kW leta 2020 na 520 EUR/kW leta 2030. Ciljni stroški za membrane za izmenjavo protonov in alkalne elektrolizatorje za leto 2030 znašajo 500 EUR/kW oziroma 300 EUR/kW²⁰¹.

Analiza vrednostne verige: proizvodna zmogljivost elektrolizatorjev vode za leto 2021 je bila v Evropi ocenjena na 2,5 GW/leto²⁰². Svetovna proizvodna zmogljivost je bila ocenjena na približno 6–7 GW/leto (približno dve tretjini alkalnih elektrolizatorjev in ena tretjina elektrolizatorjev z membranami za izmenjavo protonov na evropskem in svetovnem trgu)²⁰³.

Obseg proizvodnje v Evropi je manjši kot na Kitajskem in v ZDA. Ocenjuje se, da imajo kitajska podjetja polovico svetovne proizvodne zmogljivosti alkalne elektrolize, ameriška podjetja pa večino svetovne proizvodnje elektrolize z membranami za izmenjavo protonov. Evropa je vodilna po številu proizvodnih podjetij in na področju visokotemperaturne elektrolize, vendar je pri dobavi potrebnih kritičnih surovin odvisna od držav, kot so Kitajska, Rusija in Južna Afrika, pri čemer jih lahko na domačem trgu dobavi le 1–3 %.²⁰⁴

Poraba vode (trenutno približno 17 l/kgH₂), povezana z uvajanjem dodatne proizvodnje obnovljivega vodika, bo povečala obremenitev sladkovodnih virov, zato morajo biti nove

¹⁹⁷ Skupna izjava z dne 5. maja 2022, <https://ec.europa.eu/documents/50014/>.

¹⁹⁸ IEA, *Global Hydrogen Review* (Svetovni pregled stanja na področju vodika), 2021.

¹⁹⁹ Hydrogen Europe, *The Clean Hydrogen Monitor* (Spremljanje čistega vodika), 2021.

²⁰⁰ Hydrogen Europe, *The Clean Hydrogen Monitor* (Spremljanje čistega vodika), 2021.

²⁰¹ Partnerstvo za čisti vodik, *Strategic Research and Innovation Agenda 2021–2027*, (Strateški program za raziskave in inovacije za obdobje 2021–2027).

²⁰² Skupna izjava vrha o elektrolizatorjih, Bruselj, 5. maj 2022.

²⁰³ BNEF, 2021. Opozoriti je treba, da so v različnih virih navedene različne ocene letne proizvodne zmogljivosti.

²⁰⁴ Dolci, F. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Hydrogen Electrolysis – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Elektroliza vodika – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, JRC130683.

lokacije elektrolizatorjev skladne z okvirno direktivo o vodah²⁰⁵, da se preprečijo ozka grla v proizvodnji zaradi vode.

Analiza svetovnega trga: le 0,2 % skupnega evropskega letnega povpraševanja po (neobnovljivem) vodik, ki znaša 8,4 milijona ton, se pokrije z mednarodno trgovino²⁰⁶. Čeprav mednarodno trgovanje z vodikom dejansko še vedno ne poteka, obstajajo pomembne trgovinske priložnosti za prihodnjo oskrbo EU z vodikom iz obnovljivih virov, kot je opredeljeno v načrtu REPowerEU.

Skratka, EU brez večjih sistemov montaže, večje avtomatizacije in ekonomije obsega ne more tekmovati s Kitajsko na področju alkalnih tehnologij.

Sedanje visoke cene električne energije in odvisnost od uvoza kritičnih surovin, ki so skoncentrirane pri nekaj dobaviteljih, so temeljne slabosti vrednostnih verig elektrolizatorjev v EU. Potrebni so dolgoročni sporazumi o sodelovanju. Opraviti je treba tudi posebne raziskave alternativ redkim kovinam in drugim kritičnim surovinam, ki so trenutno potrebne za elektrolizo vode. Poleg tega je dolgoročni uspeh odvisen od trajnostne oskrbe z vodo in zadostnih zmogljivosti za recikliranje v EU ter celovitega pristopa k povečevanju povpraševanja in ponudbe. Za konkurenčnost industrije obnovljivega vodika v EU so ključnega pomena podpora regulativnih okvirov in okvirov financiranja EU ter velike naložbe preko sredstev za okrevanje, pomembnih projektov skupnega evropskega interesa, kohezijske politike, programa Obzorje Evropa, Skupnega podjetja²⁰⁷ za čisti vodik in sklada za inovacije.

3.6. Goriva iz obnovljivih virov energije

Tehnologije obnovljivih goriv lahko kratkoročno pomembno prispevajo k razogljičenju prometa ter zagotavljanju zanesljive oskrbe z energijo in diverzifikacije energije. V načrtu REPowerEU²⁰⁸ je zlasti biometan²⁰⁹ opredeljen kot ključen za diverzifikacijo oskrbe EU s plinom, in sicer s povečanjem njegove proizvodnje za dvakrat glede na cilj EU za leto 2030, zaradi česar je biometan na vrhu prednostnih nalog na področju energije iz obnovljivih virov.

Z zakonodajnimi predlogi svežnja „Pripravljeni na 55“²¹⁰ bi se v prometnem sektorju leta 2030 doseglo precejšnje povpraševanje po energiji iz obnovljivih virov, in sicer precej nad cilji za deleže naprednih biogoriv in obnovljivih goriv nebiološkega izvora, določenimi v revidiranem predlogu RED II²¹¹. Razlog za to so cilj glede 13-odstotnega prihranka toplogrednih plinov v prometu (ki ga verjetno ne bo mogoče doseči samo z elektrifikacijo) ter višja cilja glede 40- in 61-odstotnega prihranka toplogrednih plinov v revidiranih predlogih

²⁰⁵ Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (UL L 327, 22.12.2000).

²⁰⁶ Hydrogen Europe, *Clean Hydrogen Europe* (Čisti vodik v Evropi), 2021. Letno povpraševanje po vodik vključuje Islandijo, Norveško, Švico in Združeno kraljestvo.

²⁰⁷ Skupno podjetje za čisti vodik je dodelilo 150,5 milijona EUR, v okviru programa Obzorje 2020 je bilo danih na voljo 130 milijonov EUR, sklad za inovacije pa je do sredine leta 2022 z 240 milijoni EUR podprl štiri projekte.

²⁰⁸ COM(2022) 230 final („Načrt REPowerEU“).

²⁰⁹ Zlasti kadar je proizveden iz organskih odpadkov in ostankov, kar pomeni, da se v prometnem sektorju uporablja kot napredno gorivo.

²¹⁰ COM(2021) 550 final („Pripravljeni na 55: uresničevanje podnebne cilja EU za leto 2030 na poti do podnebne nevtralnosti“).

²¹¹ COM(2021) 557 final („Sprememba Direktive (EU) 2018/2001, Uredbe (EU) 2018/1999 in Direktive 98/70/ES glede spodbujanja energije iz obnovljivih virov“).

uredbe o porazdelitvi prizadevanj²¹² in direktive o sistemu trgovanja z emisijami²¹³ (če jih bo mogoče doseči z enakim prispevkom prometa). V načrtu REPowerEU je predlagano nadaljnje povečanje zahtevanih količin obnovljivih goriv. V nasprotju s cestnim prometom, katerega razogljičenje naj bi večinoma temeljilo na električni energiji in vodiku²¹⁴, je v predlogih RefuelEU za letalstvo in FuelEU za pomorstvo napovedano, da bodo obnovljiva goriva zagotovila 5 % in 6,5 % skupne porabe letalskega in ladijskega goriva v EU v letalskem in pomorskem sektorju^{215, 216}.

Analiza tehnologije: komercialne poti obstajajo (npr. anaerobna presnova v biometan, hidrogenirano rastlinsko olje in proizvodnja etanola iz lesne celuloze), vendar je nameščenih zmogljivosti malo (0,43 Mt/leto), načrtovana proizvodnja pa je omejena (1,85 Mt/leto). Različne inovativne tehnologije (npr. uplinjanje biomase do sintetičnih goriv Fischer-Tropsch, goriva, pridobljena s pirolizo, in proizvodnja biometanola) so bile predstavljene v industrijskem okolju in so pripravljene na uvedbo. Opazen napredek dosegajo številne tehnologije naslednje generacije. EU svoje ukrepe osredotoča na napredna biogoriva, ki večinoma temeljijo na odpadkih in ostankih, ki jih ni mogoče reciklirati, ter omejuje podporo biogorivom, ki temeljijo na hrani in surovinah.

Tehnologije za druga obnovljiva sintetična goriva (sončna goriva, mikrobnna goriva druge generacije in goriva iz mikroalg) se večinoma še vedno razvijajo v laboratorijih. Tudi pri e-gorivih najnaprednejše tehnologije še niso komercialne zaradi še vedno obstoječih tehnoloških izzivov, trenutno visokih stroškov elektrolize, velikih izgub pri pretvorbi (50 %) ter visokih stroškov prevoza in distribucije²¹⁷.

Analiza vrednostne verige: glavni izziv za uveljavitev naprednih biogoriv na trgu je njihova konkurenčnost z obstoječimi konvencionalnimi biogorivi, pridobljenimi iz poljščin za prehrano. Stroški naprednih biogoriv so ocenjeni na 1,5- do 3-kratnik tržne cene tradicionalnih biogoriv, kot sta biodizel in bioetanol (50–100 EUR/MWh). Pri naprednih biogorivih so prisotne tudi visoke naložbe v osnovna sredstva (do 500 milijonov EUR za en obrat), goriva pa so povezana z razpoložljivostjo trajnostne surovine za biomaso. Obstaja znaten potencial za zmanjšanje stroškov kapitala za 25–50 % in stroškov surovin za 10–20 %, in sicer z raziskavami in inovacijami, obsežnim uvajanjem in soproizvodnjo v obstoječih obratih.

²¹² COM(2021) 555 final („Predlog uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o spremembi Uredbe (EU) 2018/842 o zavezujočem letnem zmanjšanju emisij toplogrednih plinov za države članice v obdobju od 2021 do 2030 kot prispevku k podnebnim ukrepom za izpolnitev zavez iz Pariškega sporazuma“).

²¹³ COM(2021) 551 final („Predlog direktive Evropskega parlamenta in Sveta o spremembi Direktive 2003/87/ES o vzpostavitvi sistema za trgovanje s pravicami do emisije toplogrednih plinov v Uniji, Sklepa (EU) 2015/1814 o vzpostavitvi in delovanju rezerve za stabilnost trga za sistem Unije za trgovanje z emisijami toplogrednih plinov ter Uredbe (EU) 2015/757“).

²¹⁴ Glavna gonilna sila politike v tem sektorju so standardi emisij CO₂ in uredba o infrastrukturi za alternativna goriva, predlagana kot del svežnja „Pripravljeni na 55“.

²¹⁵ SWD(2021) 633 final, ocena učinka, priložena predlogu uredbe Evropskega parlamenta in Sveta o zagotavljanju enakih konkurenčnih pogojev za trajnostni zračni prevoz.

²¹⁶ COM(2021) 562 final („Predlog uredbe o uporabi obnovljivih in nizkoogljičnih goriv v pomorskem prevozu“).

²¹⁷ 50 % pri e-gorivih. Pričakuje se, da se bodo sedanji stroški e-goriva v višini 7 EUR/liter do leta 2050 zmanjšali na 1–3 EUR/liter zaradi ekonomije obsega, učinkov učenja in pričakovane znižanja cene električne energije iz obnovljivih virov.

Zasebno financiranje raziskav in inovacij na področju biogoriv s tveganim kapitalom²¹⁸ je v obdobju 2010–2021 v povprečju znašalo 250 milijonov EUR na leto. Prevladujeta ZDA in Kanada (čeprav z različnimi opredelitvami biogoriv), medtem ko je bil delež EU v zadnjih petih letih le 6-odstoten. Vendar je EU v vodstvu z dvakrat več patenti visoke vrednosti kot ZDA. Kitajska ima največ patentov z nizko stopnjo inovativnosti, patentne prijave EU pa se v ZDA in na Kitajskem povečujejo.

Analiza svetovnega trga: EU ima približno 7-odstotni delež na svetovnem trgu biogoriv (v letu 2020 je bil vreden približno 105 milijard EUR), ustvarjen večinoma iz biodizla prve generacije. Leta 2018 je promet dosegel 14,4 milijarde EUR²¹⁹, največ v Franciji, Nemčiji in Španiji. V vrednostni verigi v EU je bilo ustvarjenih 250 000 neposrednih in posrednih delovnih mest. V EU je tudi 29 % svetovnih inovacijskih podjetij, ki jih je največ v ZDA in na Japonskem.

Sektor naprednih biogoriv se šele razvija. Število komercialnih obratov je še vedno precej nizko, mednarodna trgovina pa je zelo omejena. EU je vodilna na svetu z 19 od 24 delujočih komercialnih obratov za napredna biogoriva. Največ jih imata Švedska in Finska (skupaj jih imata 12)²²⁰.

Z vsemi biogorivi je mogoče mednarodno trgovati. Mednarodna trgovina je manjša kot pri fosilnih gorivih, pri naprednih biogorivih pa je skorajda ni. Uvoz biogoriv v EU se od leta 2014 stalno povečuje. Njen trgovinski primanjkljaj na področju biogoriv je leta 2021 znašal več kot 2 milijardi EUR, saj je uvažala predvsem iz Argentine, Kitajske in Malezije. Nizozemska in Nemčija sta največji proizvajalki v EU in svetovni izvoznici biogoriv.

Skratka, čeprav je nameščena in načrtovana zmogljivost proizvodnje obnovljivih goriv za leto 2030 minimalna in je potencial naprednih biogoriv iz trajnostnih surovin v EU omejen, lahko ta sektor glede prihrankov emisij toplogrednih plinov kljub temu prispeva k izpolnjevanju ciljev svežnja „Pripravljeni na 55“ in zadostno pokrije morebitni zaostanek pri elektrifikaciji prometa. Da bi v celoti izkoristili potencial obnovljivih goriv v prometu, je treba odpraviti nekatera tehnična in gospodarska tveganja. Stroški vseh obnovljivih goriv, zlasti sintetičnih, so še vedno visoki, saj so odvisni od cen energije iz obnovljivih virov in vodika. Kljub temu napredna biogoriva temeljijo na lokalnih trajnostnih virih biomase in kratkih dobavnih verigah, ki ustvarjajo veliko število kvalificiranih delovnih mest, zmanjšujejo energetske revščine in spodbujajo industrijsko konkurenčnost. EU je nedvomno vodilna na trgu, kar zadeva delujoče komercialne obrate za napredna biogoriva in inovacije visoke vrednosti. Podjetja EU so trenutno med desetimi najboljšimi na svetu, vendar jim zaradi pomanjkanja zasebnega financiranja grozi, da bodo vodilni položaj na področju

²¹⁸ Zasebne naložbe vključujejo tvegani kapital, kapital poslovnih angelov in semenski kapital ter nepovratna sredstva. Od leta 2010 je bilo 57 % naložb izvedenih v ZDA, 28 % v Kanadi in le 10 % v celotni EU (poročilo JRC CETO 2022, poročilo Advanced Biofuels (Napredna biogoriva)).

²¹⁹ V poročilu o naprednih biogorivih je navedeno, da je bil leta 2020 največji promet v Franciji (nekaj več kot 2 500 milijonov EUR), sledijo ji Nemčija in Španija (vsaka približno 1 500 milijonov EUR) ter Madžarska, Romunija in Poljska (vsaka nekaj manj kot 1 000 milijonov EUR) (glej *Clean Energy Technology Observatory: Advanced Biofuels in the European union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Napredna biogoriva v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), JRC130727).

²²⁰ Švedska ima osem obratov, Finska štiri, Španija in Italija po dva, Francija in Nizozemska pa po enega. Zunaj EU imajo ZDA dva obrata, Kitajska, Indonezija, Japonska in Norveška pa po enega (JRC CETO 2022, poročilo Advanced Biofuels (Napredna biogoriva)).

tehnologije izgubila. Zato bi bilo treba poleg doma proizvedene energije upoštevati tudi izvozni potencial temeljnih evropskih tehnologij.

3.7. Pametne tehnologije za upravljanje z energijo

EU in nacionalne politike so v zadnjih letih jasno priznale pomen pametnih omrežij električne energije. V strategiji EU za povezovanje energetskega sistema iz leta 2020²²¹ je bil priznan pomen pametnih omrežij za doseganje ciljev energetske in podnebne politike EU. V revidirani uredbi o vseevropski energetske infrastrukturi iz leta 2022²²² je uvedba pametne električne energije navedena kot prednostno tematsko področje²²³. Države članice so v svojih načrtih za okrevanje in odpornost priznale potencial digitalnih rešitev za nadgradnjo energetske omrežij v pametna omrežja²²⁴. Omrežje je vedno bolj elektrificirano in pametnejše, vendar je treba okrepiti elektroenergetsko infrastrukturo, da bi lahko izvedli načrt REPowerEU. Izzivi vključujejo zmanjšanje porabe, izmenjavo podatkov med različnimi akterji, prožnost, interoperabilnost in tehnološko pripravljenost. Akcijski načrt EU za digitalizacijo energetskega sistema²²⁵ predstavlja več ukrepov za premagovanje teh ovir.

Zaradi velikega števila in širokega nabora pametnih energetske tehnologij se ta oddelek osredotoča na predstavitev ocene ustreznega tehnološkega in tržnega razvoja samo za tri ključne tehnologije: (i) napredna merilna infrastruktura, (ii) sistemi upravljanja z energijo v domovih in (iii) pametno polnjenje električnih vozil.

i) Napredna merilna infrastruktura

Sistemi napredne merilne infrastrukture²²⁶ ponujajo številne prednosti za ponudnike energetske storitev in za potrošnike, med drugim nižje račune za električno energijo zaradi boljšega upravljanja porabe, boljšo preverljivost omrežja in s tem boljše upravljanje izpadov, nižje stroške posodobitve omrežja zaradi boljšega upravljanja električne energije ob konicah in boljši nadzor odjemalcev z uporabo napredne infrastrukture za odjemalce (tj. pametnih aplikacij in spletnih portalov)²²⁷.

Uvajanje inteligentnih merilnih sistemov v EU napreduje, čeprav ga je treba še pospešiti. Leta 2020 je bilo le 43 % odjemalcev opremljenih s pametnimi števci električne energije (kar

²²¹ COM(2020) 299 final („Gonilo za podnebno nevtralno gospodarstvo: strategija EU za povezovanje energetskega sistema“).

²²² Uredba (EU) 2022/869 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2022 o smernicah za vseevropsko energetske infrastrukturo, spremembi uredb (ES) št. 715/2009, (EU) 2019/942 in (EU) 2019/943 ter direktiv 2009/73/ES in (EU) 2019/944 in razveljavitvi Uredbe (EU) št. 347/2013 (UL L 152, 3.6.2022, str. 45).

²²³ Projekti pametnega omrežja morajo v skladu z Uredbo prispevati k najmanj dvema od naslednjih meril: (i) zanesljivost oskrbe, (ii) povezovanje trgov, (iii) varnost omrežja, prožnost in kakovost oskrbe ter (iv) pametno povezovanje sektorjev.

²²⁴ Evropska komisija, *Preglednica kazalnikov okrevanja in odpornosti. Tematska analiza: digitalne javne storitve*, december 2021.

²²⁵ COM(2022) 552 final („Digitalizacija energetskega sistema – akcijski načrt EU“).

²²⁶ Sistemi napredne merilne infrastrukture so sestavljeni iz različnih sestavnih delov. Osrednji del so pametni števci, ki jih dopolnjujejo komunikacijska omrežja in sistemi za upravljanje podatkov.

²²⁷ Advanced Metering Infrastructure and Customer Systems, *Results from the Smart Grid Investment Grant Program* (Rezultati programa nepovratnih sredstev za naložbe v pametna omrežja), Urad za dobavo električne energije in zanesljivost oskrbe z energijo, Ministrstvo za energijo ZDA
https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf.

pomeni približno 123 milijonov enot v EU in Združenem kraljestvu)²²⁸. Funkcionalnosti, ki jih ponuja napredna merilna infrastruktura, se razlikujejo: v večini držav preko vmesnika števca ponujajo podrobne informacije o podatkih o porabi (npr. raven porabe/datum/čas) in/ali informacije o kumulativnih podatkih o porabi.

Da bi se izkoristil celotni potencial napredne merilne infrastrukture, bo potrebno nadaljnje povezovanje s sistemi upravljanja z energijo v domovih in pametnimi napravami (vključno s pametnim polnjenjem električnih vozil) ter z novimi energetske storitvami.

ii) Sistem upravljanja z energijo v domovih

Povečevanje uvajanja pametnih naprav²²⁹ kaže, da mora sistem upravljanja z energijo v domovih postati vozlišče za združevanje, optimizacijo in posredovanje podatkov tretjim osebam (npr. energetske posrednikom in ponudnikom storitev). Komisija pripravlja kodeks ravnanja za proizvajalce energijsko pametnih naprav, v katerem bodo opredeljene zahteve glede interoperabilnosti in načela za izmenjavo podatkov med napravami, sistemi za avtomatizacijo domov in stavb, polnilnimi postajami za električna vozila, agregati in upravljavci distribucijskega omrežja²³⁰.

Trenutne rešitve za upravljanje energije v domovih zajemajo vse od aplikacij za spremljanje porabe energije neposredno do uporabnikov do platform programske opreme brez blagovne znamke za uporabnike javnih storitev, ki jih je pozneje mogoče razširiti na končne uporabnike. Izdelke sistemov upravljanja z energijo v domovih zdaj poleg „tradicionalnih“ podjetij z izkušnjami na področju energetike in/ali elektronike²³¹ distribuirajo tudi velika podjetja za programsko opremo, kot so Google, Apple in Cisco²³². Ta trend poudarja vse večjo vlogo programskega inženiringa v napravah interneta stvari (IoT).

Povpraševanje po sistemih upravljanja z energijo v domovih naj bi se v prihodnjih letih znatno povečalo. Nemški trg, ki je največji nacionalni trg sistemov upravljanja z energijo v domovih v EU, naj bi se do leta 2027 na primer povečal na skoraj 460 milijonov USD (544 milijonov EUR²³³), francoski trg sistemov upravljanja z energijo v domovih pa naj bi v obdobju 2021–2027 dosegel 20,3-odstotno sestavljeno letno stopnjo rasti²³⁴. To odraža

²²⁸ Estonija, Španija, Italija, Finska in Švedska: 90 %; Danska, Francija, Luksemburg, Malta, Nizozemska in Slovenija: 70–90 %; Latvija in Portugalska: 50–70 %; Grčija, Avstrija in Združeno kraljestvo: 20–50 % (Vitiello, S., Andreadou, N., Ardelean, M., in 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* (Uvajanje pametnega merjenja električne energije v Evropi: kakšno je stanje? Analize stroškov in koristi v svežnju o čisti energiji in raziskovalni trendi na področju evropskega zelenega dogovora), *Energies*, zv. 15, str. 2340, 2022, <https://doi.org/10.3390/en15072340>.

²²⁹ Primeri vključujejo pametne termostate, pametne vtičnice, pametno razsvetljavo, pa tudi naprave za distribuirano energijo, kot so sončna fotovoltaika in električna vozila.

²³⁰ [Support on the development of policy proposals for energy smart appliances | JRC Smart Electricity Systems and Interoperability \(europa.eu\)](#) (Podpora razvoju predlogov politike za pametne energetske naprave, JRC, Pametni električni sistemi in interoperabilnost).

²³¹ Npr. Fortum (FI), ENEL X (IT), Bosch (DE), NIBE (SE) in Schneider Electric (FR). Prodajalci sistemov upravljanja z energijo v domovih so bili podrobno predstavljeni v poročilu Komisije o konkurenčnosti za leto 2021 (SWD(2021) 307 final, [delovni dokument služb Komisije](#)).

²³² Primeri storitev upravljanja z energijo v domovih so Googlov Home, Applova Siri in Ciscova storitev za upravljanje energije.

²³³ V tem odstavku je uporabljen povprečni menjalni tečaj 1,1827 EUR za 1 USD v letu 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/>.

svetovne trende. Svetovni trg sistemov upravljanja z energijo v domovih je bil leta 2021 ocenjen na 2,1 milijarde USD (2,5 milijarde EUR²³⁵), do leta 2027 pa bi se lahko povečal na 6 milijard USD (7 milijard EUR²³⁶) (s 16,5-odstotno sestavljeno letno stopnjo rasti v obdobju 2022–2027)²³⁷. Vendar na tej stopnji še ni jasno, ali bodo sistemi upravljanja z energijo v domovih potrošnikom pomagali le pri optimizaciji porabe in udobja ali pa bodo omogočali tudi odzivanje na povpraševanje in prilagodljivost v velikem obsegu.

iii) Pametno polnjenje električnih vozil

Pametno polnjenje električnih vozil bo ključnega pomena za povečanje sinergij med električnimi vozili, proizvodnjo energije iz obnovljivih virov in storitvami omrežij. Zaradi hitrosti uvajanja električnih vozil ni pričakovati, da bi električna vozila kratko- ali srednjeročno povzročila krizo v odjemu električne energije²³⁸, vendar bi lahko spremenila krivuljo obremenitve²³⁹. Učinek pametnega polnjenja električnih vozil je lahko večji v regijah in na lokalnih območjih, kjer se velika koncentracija električnih vozil srečuje z manj zanesljivo omrežno infrastrukturo. Tehnike pametnega polnjenja električnih vozil lahko potencialno zagotavljajo izravnalne storitve za omrežje in zmanjšujejo omejevanje energije iz obnovljivih virov, s čimer se zmanjša potreba po nadgradnji omrežja.

Pametno polnjenje vključuje različne cenovne in tehnične možnosti polnjenja ter je na voljo v treh oblikah: enosmerno polnjenje od vozila do omrežja (V1G), dvosmerno polnjenje od vozila do omrežja (V2G) in polnjenje od vozila do doma ali stavbe (V2H-B). Ključni akterji na trgu pametnega polnjenja električnih vozil so ABB (Švedska/Švica), Bosch Automotive Service Solutions Inc. (Nemčija), Schneider Electric (Francija), GreenFlux in Alfen N.V. (Nizozemska), Virta (Finska), Driivz in Tesla (ZDA).

Svetovni trg pametnega polnjenja električnih vozil se očitno razvija, saj je njegova vrednost v letu 2020 ocenjena na 1,52 milijarde USD (1,77 milijarde EUR²⁴⁰), v obdobju 2021–2031 pa bo njegova sestavljena letna stopnja rasti 32,42-odstotna²⁴¹. Vendar načina polnjenja V2G in V2H-B v nasprotju z zrejšimi rešitvami polnjenja V1G še nista dosegla faze širokega uvajanja na trg, čeprav se število pilotnih projektov in predstavitev povečuje.

²³⁵ V tem odstavku je uporabljen povprečni menjalni tečaj 1,1827 EUR za 1 USD v letu 2021. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁶ V tem odstavku je uporabljen povprečni menjalni tečaj 1,1827 EUR za 1 USD v letu 2021. https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html.

²³⁷ IMARC group: *Home Energy Management System Market Size and Share 2022-2027* (Velikost in delež trga sistema upravljanja z energijo v domovih v obdobju 2022–2027), <https://www.imarcgroup.com/home-energy-management-systems-market?msclkid=5440b237b02f11ecae445030f049ab37>.

²³⁸ Simulacije distribucijskega omrežja v Nemčiji kažejo, da so potrebe po posodobitvi omrežja dokaj nizke, dokler delež električnih vozil ne doseže približno 20 % vseh vozil. (VertgeWall, C.M. et al., *Modelling Of Location And Time Dependent Charging Profiles Of Electric Vehicles Based On Historical User Behaviour* (Modeliranje lokacijsko in časovno odvisnih profilov polnjenja električnih vozil na podlagi preteklega vedenja uporabnikov), CIRED 2021 – 26. mednarodna konferenca in razstava o distribuciji električne energije, 2021).

²³⁹ McKinsey&Company, MMcKinseyjev center za prihodnjo mobilnost, *The potential impact of electric vehicles on global energy systems* (Potencialni vpliv električnih vozil na globalne energetske sisteme), 2018.

²⁴⁰ V tem odstavku je uporabljen povprečni menjalni tečaj 1,1827 EUR za 1 USD v letu 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* (Trg pametnih polnilnih postaj za električna vozila: obdobje 2021–2031), 2021.

Uvajanje pametne polnilne infrastrukture v velikem obsegu bo prineslo dva izziva: prvič, treba bo utrditi standardizacijo komunikacijskih vmesnikov med polnilnimi mesti, električnimi vozili in distribucijskim omrežjem; drugič, zadostiti bo treba vse večjemu povpraševanju po surovinah²⁴².

Pričakuje se, da bodo sistemi napredne merilne infrastrukture, upravljanja z energijo v domovih in pametnega polnjenja električnih vozil dosegali nadaljnji napredek. Uvedba sistemov napredne merilne infrastrukture je počasnejša, kot je bilo prvotno predvideno. Da bi se v celoti izkoristile priložnosti, ki jih prinašajo sistemi napredne merilne infrastrukture, je potrebno nadaljnje povezovanje s sistemi upravljanja z energijo v domovih in pametnimi napravami. Zaradi vse večje prisotnosti pametnih naprav bi se moralo znatno povečati povpraševanje po sistemih upravljanja z energijo v domovih. Razviti bi se moral tudi svetovni trg za pametno polnjenje električnih vozil, vendar bo treba premagati izzive.

3.8. Glavne ugotovitve o drugih tehnologijah za čisto energijo

Zgornji oddelki se osredotočajo na tiste tehnologije in rešitve za čisto energijo, ki so bile analizirane v letu 2021²⁴³. Druge glavne rešitve za čisto energijo, predstavljene v tem oddelku, so zajete v spremljajočih poročilih CETO²⁴⁴. Te tehnologije so na različnih razvojnih stopnjah in se razvijajo v različnih okoliščinah. To pomeni, da se vsaka srečuje s svojim sklopom izzivov in priložnosti na področju konkurenčnosti.

Vodna energija²⁴⁵ je na primer precej razširjena po vsej EU. Nameščena zmogljivost je leta 2021 znašala 151 GW, kar je povečanje za 6 GW v primerjavi z letom 2011, ustreza pa približno 12 % neto proizvodnje električne energije v EU. Zmogljivost shranjevanja v črpalnih elektrarnah, ki zajema 44 GW, v EU predstavlja skoraj celotno zmogljivost shranjevanja električne energije v EU ter zagotavlja prožnost električnega omrežja in zmogljivost shranjevanja vode. Flota se stara, zato postaja trajnostna obnova obstoječih hidroenergetskih zmogljivosti vse pomembnejša, hkrati pa je to priložnost, da hidroenergetska flota postane bolj odporna na podnebne in tržne spremembe. EU je vodilna na področju raziskav in inovacij, saj je njenih 33 % vseh izumov visoke vrednosti na svetu (2017–2019) in gosti 28 % vseh inovativnih podjetij. Na globalno rastočem trgu je zagotovila tudi 50 % vsega svetovnega izvoza vodne energije v vrednosti 1 milijarde EUR v obdobju 2019–2021. Vendar pa bo morala EU, da bi v celoti izkoristila potencial vodne energije, premagati izzive, povezane z družbeno sprejemljivostjo ter vplivi novih naprav in akumulacijskih jezer na okolje. Učinki podnebnih sprememb na različne načine vplivajo tudi na vodno energijo v Evropi, akumulacijska jezera pa lahko prispevajo k blaženju nekaterih od teh učinkov. Bistveno je, da se priznajo dodatne koristi (poleg proizvodnje energije)

²⁴² Surovine, kot so nerjavno jeklo, baker, aluminij, polikarbonati, elastomeri in termoplastični poliuretani, se uporabljajo za proizvodnjo ključnih sestavnih delov polnilnih postaj za električna vozila (ohišja, kabli, priključki, izolacija in obloge kablov ter gibke cevi). Silicij in germanij sta ključni surovini za proizvodnjo elektronskih vezij in plošč.

²⁴³ COM(2021) 952 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

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

²⁴⁵ Quaranta, E. et al., *Clean Energy Technology Observatory, Hydropower and Pumped Hydropower Storage in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Vodna energija in shranjevanje v črpalnih hidroelektrarnah v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, JRC130587.

večnamenskih akumulacijskih jezer ter da se spodbujajo bolj trajnostne tehnologije (tj. z manj vpliva) in ukrepi na področju vodne energije.

Vedno bolj se uporablja **oceanska energija**²⁴⁶. Oceanska energija lahko glede na potencial virov dolgoročno pokrije do 10 % potreb EU po energiji. V strategiji EU za energijo iz obnovljivih virov na morju do leta 2020²⁴⁷ so predlagani posebni cilji glede zmogljivosti za oceansko energijo z dolgoročnim ciljem vsaj 40 GW do leta 2050. Podjetja iz EU so vodilna v sektorju oceanske energije, saj ima večina podjetij sedež v državah EU. V EU in zunaj nje se povečuje število nameščenih zmogljivosti. Posamezne naprave že dalj časa prispevajo k omrežju²⁴⁸. Vendar je za uveljavitev tehnologij energije valovanja in plimovanja na trgu električne energije in njihovo konkurenčnost v primerjavi z drugimi obnovljivimi viri energije potrebno stalno zmanjševanje stroškov in zagotavljanje trajnosti. Da se omogoči njihova obsežna uvedba, so potrebna dodatna sredstva za preizkušanje in uveljavljanje na trgu.

Kar zadeva **geotermalno**²⁴⁹ **energijo**, se povečuje rast na področju elektrarn ter na področju sistemov daljinskega ogrevanja in hlajenja, čeprav počasi v primerjavi z drugimi tehnologijami za čisto energijo. Leta 2021 so v Nemčiji zagnali dve dodatni geotermalni elektrarni z zmogljivostjo 1 MWe in 5 MWe²⁵⁰, s čimer se je skupna zmogljivost EU povečala na 0,877 GWe, skupna svetovna nameščena zmogljivost pa je bila približno 14,4 GWe. Leta 2021 je skupna nameščena zmogljivost geotermalnega daljinskega ogrevanja in hlajenja v EU dosegla 2,2 GWth z več kot 262 sistemi. Rast je največja v Franciji, na Nizozemskem in Poljskem. Izboljšani geotermalni sistemi se še vedno srečujejo s številnimi izzivi na področju inovacij, zaradi katerih bodo potrebne nadaljnje raziskave in inovacije. Zmanjšanje tveganja naložb v projekte geotermalne energije je ključnega pomena za izkoriščanje velikega potenciala geotermalne energije. V EU se glavni izzivi nanašajo na stroškovno učinkovitost in okoljsko uspešnost.

Koncentrirana sončna energija in toplota²⁵¹ lahko bistveno prispeva k proizvodnji električne energije na lokacijah z visoko neposredno osončenostjo, vendar je bil doslej izkoriščen le del njenega potenciala. Leta 2021 je bilo po vsem svetu nameščene približno 6,5 GW zmogljivosti, od tega 2,4 GW v EU. V EU obstaja tudi velik trg za industrijske procesne toplote, ki ga je mogoče deloma izkoristiti s sistemi za koncentrirano sončno toploto. Raziskovanje tega potenciala za energijo in procesno toploto s finančnimi in drugimi

²⁴⁶ Vključno s tehnologijami za pretvorbo energije valovanja, energije plimovanja, gradienta slanosti in toplotne energije oceanov.

²⁴⁷ COM(2020) 741 final („Strategija EU za izkoriščanje možnosti energije iz obnovljivih virov na morju za podnebno nevtrarno prihodnost“).

²⁴⁸ Projekt Meygen 1A za energijo plimovanja (Združeno kraljestvo) deluje od aprila 2018, projekt Mutriku za energijo valovanja (ES) od julija 2011, projekt Shetland za energijo plimovanja pa od leta 2016.

²⁴⁹ Bruhn, D. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Deep Geothermal Energy in the European Union- 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Globoka geotermalna energija v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, JRC130585.

²⁵⁰ Evropski svet za geotermalno energijo, *2021 EGEC Geothermal Market Report* (Poročilo EGEC o geotermalnem trgu za leto 2021).

²⁵¹ Taylor, N. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Concentrated Solar Power and Heat in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*, (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Koncentrirana sončna energija in toplota v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), Evropska komisija, 2022, doi: 10.2760/080204, JRC130811.

podpornimi ukrepi bi EU omogočilo boljše soočanje z mednarodno konkurenco. To je še posebej pomembno, ker se kitajske organizacije uveljavljajo kot mednarodni razvijalci projektov koncentrirane sončne energije in toplote, torej na področju, kjer so bila podjetja EU tradicionalno vodilna. Koncentrirana sončna energija in toplota sta dosegli znaten napredek pri zniževanju stroškov in uveljavljanju kot zanesljiva možnost. Evropske organizacije imajo vodilno vlogo pri raziskavah in tehnološkem razvoju. Raziskovalci EU so vodilni v izdajanju znanstvenih člankov in avtorji patentov visoke vrednosti, ki povečujejo učinkovitost in zmanjšujejo stroške, kot je določeno v izvedbenem načrtu za koncentrirano sončno energijo in toploto iz strateškega načrta za energetske tehnologije (načrta SET)²⁵². Pri tem bodo imele ključno vlogo raziskave in inovacije, na ravni EU pa se bo še naprej zagotavljala konkretna podpora, kot je napovedano v novi strategiji EU za sončno energijo.

Napredek pri **zajemanju, uporabi in shranjevanju ogljika** se je v zadnjih letih pospešil, vendar v EU še vedno obratuje le majhno število naprav. Francija, Nemčija in Nizozemska so vodilne države po javnih in zasebnih naložbah v raziskave in inovacije ter po podjetjih, ki največ patentirajo. Obstajajo nekatere stalne ovire za razvoj zajemanja, uporabe in shranjevanja ogljika, zlasti glede izvajanja predpisov²⁵³, ekonomike, tveganja in negotovosti ter sprejemanja v javnosti. Za podporo EU iz sklada za inovacije je bilo izbranih 11 obsežnih projektov zajemanja in shranjevanja ogljika ter zajemanja in uporabe ogljika.

Bioenergija²⁵⁴ trenutno predstavlja skoraj 60 %²⁵⁵ energije iz obnovljivih virov v EU. Bioenergija ostaja pomembna za prehod energetskih sektorjev več držav članic, saj prispeva k razogljičenju gospodarstva, hkrati pa povečuje energetske varnost in diverzifikacijo. EU mora zaradi predvidenega povečanja biomase zagotoviti, da se bioenergija pridobiva in uporablja trajnostno ter da se preprečijo negativni vplivi na biotsko raznovrstnost ter ponore in zaloge ogljika. Predlog revizije direktive o energiji iz obnovljivih virov vključuje strožja trajnostna merila za bioenergijo in uvaja zahtevo, da države članice v svojih shemah finančne podpore uporabljajo načelo kaskadne uporabe. Trajnostno proizveden biometan, ki temelji na organskih odpadkih in ostankih, lahko zlasti prispeva k cilju načrta REPowerEU za zmanjšanje odvisnosti EU od uvoza fosilnih goriv. Obveznost ločenega zbiranja organskih odpadkov do leta 2024 predstavlja veliko priložnost za trajnostno proizvodnjo bioplina v prihodnjih letih. Bioenergija zagotavlja prožno proizvodnjo električne energije, s čimer uravnava električno omrežje, in ima ključno vlogo pri omogočanju visokega deleža energije iz različnih obnovljivih virov, kot sta veter in sonce, v omrežjih električne energije.

Jedrsko energija s 103 reaktorji za proizvodnjo energije (101 GWe) v EU leta 2022 proizvaja približno četrtino električne energije v EU in zagotavlja približno 40 % nizkoogljicne električne energije v EU²⁵⁶. Jedrska energija je poleg energije iz obnovljivih virov vključena v strateški dolgoročni načrt EU za podnebno nevtrarno gospodarstvo do leta 2050. V načrtu REPowerEU je nadalje priznana vloga vodika na podlagi jedrske energije pri nadomeščanju zemeljskega plina pri proizvodnji vodika iz nefosilnih virov. Potencialni

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

²⁵³ Na primer ratifikacija Londonskega protokola.

²⁵⁴ Motola, V. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Bioenergija v Evropski uniji – poročilo o razvoju tehnologije, trendih, vrednostnih verigah in trgih za leto 2022), European Commission, 2022, JRC130730.

²⁵⁵ Ta podatek vključuje biogoriva, ki predstavljajo približno 7 %.

²⁵⁶ World Nuclear Association, *Nuclear Power in the European Union* (Jedrska energija v Evropski uniji), preglednica „EU nuclear power“, spletno mesto obiskano 14. oktobra 2022.

prispevek jedrske energije k prihodnji nizkoogljični mešanici energetskih virov je odvisen od raziskav in inovacij, katerih cilj so vedno varnejše in čistejše jedrske tehnologije (konvencionalne in napredne). Več javnih služb in raziskovalnih organizacij iz najmanj sedmih držav članic EU je pokazalo zanimanje za nove manjše in modularne jedrske reaktorje (SMR)²⁵⁷, ki jih povezujejo z razogljiveno električno energijo in proizvodnjo neelektrične energije, kot sta industrijsko in daljinsko ogrevanje ter proizvodnja vodika. Zainteresirani industrijski in državni akterji v EU spodbujajo proces oblikovanja evropskega industrijskega modela za uvedbo manjših in modularnih jedrskih reaktorjev v začetku leta 2030.

4. ZAKLJUČEK

Hiter razvoj in uvedba domačih tehnologij za čisto energijo v EU sta ključna za stroškovno učinkovit, podnebju prijazen in socialno pravičen odziv na sedanjo energetsko krizo.

EU se je zaradi rekordno visokih cen energije hitro odzvala z vrsto ukrepov, ki bodo **zaščitili potrošnike in podjetja**, vključno z ranljivimi gospodinjstvi in akterji v industriji tehnologij za čisto energijo, ter hkrati zagotovili doseganje podnebnih in energetskih ciljev za leti 2030 in 2050.

Hkrati bi si morala EU še naprej prizadevati za zmanjšanje **odvisnosti od surovin in učinkovito diverzifikacijo oskrbe z njimi**, saj njihove naraščajoče cene močno vplivajo na konkurenčnost tehnologij za čisto energijo. Napovedani evropski akt o kritičnih surovinah²⁵⁸ naj bi prispeval k uresničitvi teh ambicij. EU mora tudi **poglobiti mednarodno sodelovanje in odpraviti pomanjkanje kvalificirane delovne sile** v različnih segmentih tehnologije za čisto energijo ter hkrati zagotoviti uravnoteženo in enakopravno okolje glede na spol. Predlog, da se leto 2023 razglasi za evropsko leto spretnosti, je korak k povečanju števila kvalificiranih delavcev.

Ključnega pomena je **več javnih in zasebnih naložb v raziskave in inovacije na področju čiste energije, povečanje obsega in cenovno dostopna uvedba**. Regulativni in finančni okviri EU imajo pri tem ključno vlogo. Programi financiranja EU, **okrepljeno sodelovanje** med državami članicami ter stalno **spremljanje nacionalnih dejavnosti na področju raziskav in inovacij** so skupaj z izvajanjem novega evropskega programa za inovacije ključni za oblikovanje učinkovitega ekosistema raziskav in inovacij v EU ter za premostitev vrzeli med raziskavami in inovacijami ter uporabo na trgu, s čimer se krepi konkurenčnost EU.

To poročilo potrjuje²⁵⁹, da je **EU ohranila vodilno vlogo v raziskavah na področju čiste energije** in da se naložbe v raziskave in inovacije stalno povečujejo (čeprav so pod ravno pred finančno krizo). Na svetovni ravni EU ostaja vodilna na področju „zelenih“ izumov in patentov visoke vrednosti, saj je največja svetovna prijaviteljica patentov na področjih

²⁵⁷ Evropska komisija, *Small Modular Reactors and Medical Applications of Nuclear technologies* (Majhni modularni reaktorji in uporaba jedrskih tehnologij v medicini), Urad za publikacije EU, Luxembourg, 2022.

²⁵⁸ Kot je predsednica Evropske komisije 14. septembra 2022 napovedala v svojem govoru o stanju v Uniji leta 2022 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sl/SPEECH_22_5493.

²⁵⁹ Kot v prejšnji izdaji: COM(2021) 952 final in SWD(2021) 307 final („Napredek na področju konkurenčnosti tehnologij čiste energije“).

podnebja in okolja (23 %), energije (22 %) in prometa (28 %). Delež znanstvenih publikacij v EU na svetovni ravni se je zmanjšal, vendar znanstveniki EU sodelujejo in mednarodno objavljajo na področju čiste energije v obsegu, ki je precej nad svetovnim povprečjem. Poleg tega je v EU višja raven javno-zasebnega sodelovanja.

Promet in bruto dodana vrednost sektorja energije iz obnovljivih virov v EU se od leta 2019 še naprej povečujeta, enak trend pa se je v letu 2021 pokazal tudi pri proizvodnji večine tehnologij in rešitev za čisto energijo v EU. Čeprav je EU ohranila pozitivno trgovinsko bilanco pri številnih tehnologijah, npr. za vetrno energijo, se je trgovinski primanjkljaj povečal pri drugih, kot so toplotne črpalke, biogoriva in sončna fotovoltaika. Ta splošni trend je deloma posledica čedalje večjega povpraševanja EU po takih tehnologijah.

Kar zadeva posamezne tehnologije za čisto energijo, je iz poročila razvidno, da **vetrni** sektor EU leta 2022 ostaja vodilni v svetu na področju raziskav in inovacij ter patentov visoke vrednosti in da ohranja pozitivno trgovinsko bilanco. Vendar konkurenca ostaja močna in vetrna industrija bo morala premagati trenutne neugodne razmere, tudi zaradi čedalje večjega svetovnega povpraševanja po redkih zemeljskih materialih in motenj v dobavni verigi. Da bi se izpolnili cilji načrta REPowerEU, bo moral sektor podvojiti svojo sedanjo letno nameščeno zmogljivost. EU je leta 2022 potrdila svoj položaj enega največjih trgov za **fotovoltaike** in močnega inovatorja, zlasti na področju nastajajočih fotovoltaičnih tehnologij. Z vidika vrednostne verige EU še vedno zaostaja za Azijo, saj je močno odvisna od več ključnih sestavnih delov. Inovativne rešitve in stalen tehnološki napredek ponujajo dodatne možnosti za uvedbo v EU.

EU je na razpotju v zvezi z več tehnologijami. Da bi se lahko v celoti izkoristile, je treba premagati še več izzivov. Sektor **toplotnih črpalk** bo moral pospešiti že tako hitro rastoče uvajanje in zagotoviti cenovno dostopnost sistemov (zlasti za gospodinjstva z nizkimi dohodki in MSP), dobavitelji iz EU pa bodo morali povečati proizvodnjo, da bi ohranili svoj tržni delež v primerjavi s tretjimi državami. Kar zadeva **proizvodnjo baterij**, je EU na dobri poti, da do leta 2030 skoraj doseže samozadostnost, vendar pomanjkanje surovin, pridobljenih na domačem trgu, in zmogljivost za proizvodnjo naprednih materialov še vedno predstavljata izziv. Potrebna je nadaljnja pozornost za povečanje zmogljivosti recikliranja in vzpostavitev tehnološke zmogljivosti na področju cenejšega/dolgoročnejšega skladiščenja. Kar zadeva **proizvodnjo vodika z elektrolizo**, je za EU koristno, da ima trden celovit pristop k povečevanju povpraševanja in ponudbe. Položaj EU v vrednostni verigi je različen (EU je npr. vodilna na področju visokotemperaturne elektrolize, vendar ni konkurenčna pri alkalni tehnologiji). Med glavnimi izzivi so zvišanja cen električne energije in odvisnost od ključnih surovin. EU je nedvomno vodilna na trgu, kar zadeva delujoče komercialne obrate za **obnovljiva goriva** in inovacije visoke vrednosti. Čeprav je nameščena proizvodnja obnovljivih goriv in njihova načrtovana proizvodnja do leta 2030 omejena, lahko obnovljiva goriva prispevajo k vsem ciljem pobude „Pripravljeni na 55“ glede zmanjšanje emisij, če bodo obravnavana nekatera tehnična in gospodarska tveganja. Inovacije na področju **digitalne energetske infrastrukture** EU bodo ključne za zagotovitev, da bo elektroenergetsko omrežje primerno za prihodnji energetski sistem. Povpraševanje po sistemih upravljanja z energijo v domovih in pametnem polnjenju električnih vozil se povečuje in bo po pričakovanjih naraščalo, v EU pa napreduje uvajanje inteligentnih merilnih sistemov (čeprav počasneje, kot je bilo predvideno).

Na splošno so kljub obetavnim pozitivnim trendom v inovacijskem ekosistemu EU potrebna nadaljnja prizadevanja za odpravo strukturnih ovir in družbenih izzivov, ki bolj kot v drugih velikih gospodarstvih zavirajo zagonska podjetja in podjetja v razširitveni fazi s področja podnebnih tehnologij s sedežem v EU. Da bi EU izkoristila svoj potencial in postala vodilna na področju podnebnih tehnologij in inovacijsko intenzivnih tehnologij, mora izkoristiti svoje raznolike talente, intelektualna sredstva in industrijske zmogljivosti ter spodbuditi zasebne vlagatelje, da dejavneje sodelujejo pri financiranju zagonskih podjetij s področja podnebnih tehnologij in inovacijsko intenzivnih zagonskih podjetij s področja podnebnih tehnologij.

Komisija bo še naprej spremljala napredek sektorja čiste energije ter v sodelovanju z državami članicami in deležniki nadalje razvijala metodologijo in zbiranje podatkov. V tem okviru bo Komisija posodobila svojo na dokazih temelječo metodologijo za prihodnje izdaje poročila o napredku konkurenčnosti. To bo prispevalo k političnim odločitvam in pripomoglo k temu, da bo EU do leta 2050 konkurenčna, varčna z viri, odporna, neodvisna in podnebno nevtralna.

PRILOGA I: METODOLOŠKI OKVIR ZA OCENO KONKURENČNOSTI EU²⁶⁰

Del 1: splošna konkurenčnost sektorja čiste energije v EU	Del 2: tehnologije in rešitve za čisto energijo		
Makroekonomska analiza zbirno, po državah članicah in čistih tehnologijah)	1. Analiza tehnologije Trenutno stanje in obeti	2. Analiza vrednostne verige v sektorju energetske tehnologije	3. Analiza svetovnega trga
<p>Nedavni razvoj</p> <ul style="list-style-type: none"> - cene energije in stroški: nedavni trendi, - trajnostni in krožni izzivi tehnologij za čisto energijo; odvisnost sektorja čiste energije EU od (kritičnih) surovin in vpliv na konkurenčnost EU, - učinek pandemije COVID-19 in okrevanje, - človeški kapital ter znanja in spretnosti. 	<p>Nameščena zmogljivost, proizvodnja (danes in leta 2050)</p>	<p>Promet</p>	<p>Trgovina (uvoz, izvoz)</p>
<p>Raziskovalni in inovacijski trendi</p> <ul style="list-style-type: none"> - javne in zasebne naložbe na področju raziskav in inovacij, - patentiranje in patenti visoke vrednosti v EU in po državah članicah. 	<p>Stroški/diskontirana lastna cena proizvodnje energije²⁶¹ (danes in leta 2050)</p>	<p>Rast bruto dodane vrednosti Letno, sprememba v %</p>	<p>Vodilna podjetja na svetovnem trgu v primerjavi z vodilnimi podjetji na trgu EU (tržni delež)</p>
<p>Globalno konkurenčno okolje na področju čiste energije</p>	<p>Javna sredstva za raziskave in inovacije (države članice in EU)</p>	<p>Število podjetij v dobavni verigi, vključno z vodilnimi podjetji na trgu EU</p>	<p>Učinkovita raba virov in odvisnost od virov²⁶²</p>
<p>Financiranje inovacij v EU (v primerjavi z velikimi gospodarstvi)</p>	<p>Zasebna sredstva za raziskave in inovacije</p>	<p>Zaposlenost v segmentu vrednostne verige</p>	
<p>Vloga sistemskih sprememb v sektorju čiste energije (npr. digitalizacija, stavbe, energetske skupnosti in sodelovanje na podnacionalni ravni).</p>	<p>Trendi v zvezi s patentiranjem (vključno s patenti visoke vrednosti)</p>	<p>Energijska intenzivnost/produktivnost dela</p>	
	<p>Raven znanstvenih publikacij</p>	<p>Proizvodnja v skupnosti Letne vrednosti proizvodnje</p>	

²⁶⁰ Ocena je bila pripravljena v tesnem sodelovanju z opazovalnico Evropske komisije za tehnologijo za čisto energijo: podrobnosti za del 1 so navedene v Georgakaki, A. et al, *Clean Energy Technology Observatory: Overall Strategic Analysis of Clean Energy Technology in the European Union – 2022 Status Report* (Opazovalnica za tehnologijo za čisto energijo: Splošna strateška analiza tehnologije za čisto energijo v Evropski uniji – poročilo o stanju za leto 2022), Evropska komisija, 2022, JRC131001. Posamezna tehnološka poročila za del 2 so na voljo na https://setis.ec.europa.eu/publications/clean-energy-technology-observatory-ceto_en.

²⁶¹ In, če je na voljo, diskontirana lastna cena skladiščenja.

²⁶² Segmenti vrednostne verige, ki so odvisni od kritičnih surovin.