

Supported by:

Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Supported by:

Federal Foreign Office

on the basis of a decision
by the German Bundestag

 **IKI** INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE


Ministarstvo
energetike i
rudarstva


Co-funded by
the European Union


german
cooperation
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implemented by
 giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (giz) GmbH

NACRT

PROGRAM RAZVOJA ZELENOG VODONIKA SA AKCIONIM PLANOM ZA PERIOD 2026-2028. GODINE

Podgorica, 2025. godine

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	6
Sažetak.....	9
2. PREGLED STRATEŠKOG I REGULATORNOG OKVIRA.....	11
2.1. Pregled nacionalnih politika i strategija.....	11
2.2. Usklađenost s EU i međunarodnim obavezama.....	15
2.3. Nacionalni regulatorni okvir	18
2.3.1. Zakon o energetici	21
2.3.2. Zakon o korišćenju energije iz obnovljivih izvora	21
3. ULOGA VODONIKA.....	23
3.1. Proizvodnja	24
3.2. Skladištenje	25
3.3. Transport	25
3.4. Upotreba vodonika.....	26
3.4.1. Vodonik u energetsom sektoru.....	26
3.4.2. Vodonik u industrijskim primjenama	27
3.4.3. Primjena vodonika u transportu.....	28
4. EKONOMSKI PREGLED.....	28
4.1. Industrijska proizvodnja.....	29
4.2. Energetski sektor	30
5. ANALIZA POTENCIJALA PRIMJENE ZELENOG VODONIKA U CRNOJ GORI.....	34
5.1. Obnovljiva energija	34
5.1.1. Hidropotencijal Crne Gore.....	37
5.1.2. Potencijal SE.....	35
5.1.3. Potencijal energije vjetra.....	36
5.1.4. Izazovi i barijere za korišćenje OIE u Crnoj Gori.....	37
5.2. SWOT analiza.....	37
5.3. Planiranje korišćenja zemljišta i infrastrukturni zahtjevi za zeleni vodonik	39
5.4. Scenariji za proizvodnju zelenog vodonika	41
5.4.1. Scenario umjerene primjene vodonične ekonomije u Crnoj Gori (MH2E)	42
5.4.2. Scenario ambiciozne primjene vodonične ekonomije u Crnoj Gori (AH2E).....	42
5.4.3. Analiza izračunatih parametara.....	44
5.5. Procjena mogućnosti upotrebe vodonika u industriji i ekonomiji	47
5.6. Izvještaj Evropske Zajednice o implementaciji Vodonične Ekonomije u Crnoj Gori	

.....	48
6.OPERATIVNI CILJEVI SA INDIKATORIMA I PRATEĆIM AKTIVNOSTIMA.....	48
6.1.Pregled operativnih ciljeva sa indikatorima.....	48
6.2.Opis aktivnosti nadležnih organa i tijela za praćenje sprovođenja strategije.....	55
6.3.Prikaz programa obuke za zaposlene u nadležnim organima i državnim institucijama.....	55
6.4.Konkretna aktivnosti za obezbjeđivanje ekološke i društvene odgovornosti.....	56
6.5.Saradnja između industrijskih subjekata i vlade.....	57
6.6.Međunarodna partnerstva.....	57
6.7.Istraživanje i razvoj (R&D) i obrazovanje.....	58
6.8.Sistem podrške za zeleni vodonik.....	61
6.9.Mjere podrške i podsticaji za proizvodnju vodonika.....	61
6.10.Mjere podrške i podsticaji za potrošnju vodonika.....	61
7.UPRAVLJANJE PROGRAMOM, MONITORING, IZVJEŠTAVANJE I EVALUACIJA	62
7.1.Monitoring i izvještavanje	63
7.2.Evaluacija Programa	63
7.3.Informisanje javnosti i vidljivost programa	63
8.ZAVRŠNE NAPOMENE.....	65

Lista skraćenica

mhe	Male hidroelektrane
VE	Vjetroelektrane
TEP	Termoelektrana Pljevlja
ADR	Sporazum o međunarodnom drumskom prevozu opasnih materija (<i>The Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road</i>)
AFIR	Uredba o infrastrukturi za alternativna goriva (<i>Alternative Fuels Infrastructure Regulation</i>)
AH2E	Ambiciozna vodonična ekonomija (scenario) (<i>Ambitious Hydrogen Economy scenario</i>)
AWE	Alkalni elektrolizer za vodu (<i>Alkaline Water Electrolyzer</i>)
PEM	Elektrolizeri sa polimernim elektrolitnim membranama
SOE	Elektrolizeri sa čvrstim oksidima
BAU	Redovno poslovanje (scenario) (<i>Business as usual scenario</i>)
CCEE	Crnogorski centar energetske efikasnosti
CCGT	Gasna turbina sa kombinovanim ciklusom (<i>Combined Cycle Gas Turbine</i>)
CCUS	Hvatanje, korišćenje i skladištenje vodonika (<i>Carbon Capture, Utilization and Storage</i>)
CHP	Kombinovana proizvodnja toplote i električne energije
EIA	Procjena uticaja na životnu sredinu (<i>Environmental Impact Assessment</i>)
EPCG	Elektroprivreda Crne Gore
FC(EV)	Gorivna ćelija
GHG	Gasovi sa efektom staklene bašte
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
HMZ	Hidrometeorološki zavod
HRS	Stanica za punjenje vodonika (<i>Hydrogen Refueling Station</i>)
IEA	Međunarodna agencija za energetiku (<i>International Energy Agency</i>)
MH2E	Umjerena ekonomija zasnovana na vodoniku (scenario) (<i>Moderate Hydrogen Economy scenario</i>)
MONSTAT	Uprava za statistiku Crne Gore
CGES	Crnogorski elektroprenosni sistem
Mt	Megatone
Mtoe	Milion tona ekvivalenta nafte
MVA	MegaVoltAmper
ICT-a	Informaciono komunikacione tehnologije
NEKP	Nacionalni energetske i klimatski plan Crne Gore (<i>National Energy and Climate Plan</i>)
OIE	Obnovljivi izvori energije (<i>Renewable Energy Sources</i>)
PEM	Polimerna elektrolitska membrana (<i>Polymer electrolyte membrane</i>)
FN	Fotonaponski (<i>Photovoltaic</i>)
R&D	Istraživanje i razvoj (<i>Research and Development</i>)
RED	Direktiva o obnovljivim izvorima energije (<i>Renewable Energy Directive II</i>)
REGAGEN	Regulatorna agencija za energetiku i regulisane komunalne djelatnosti
SE	Solarna elektrana
SOE	Elektrolizeri sa čvrstim oksidom (<i>Solid Oxide Electrolyzers</i>)
SOFC	Gorivna ćelija sa čvrstim oksidom (<i>Solid Oxide Fuel Cell</i>)
TEN-T	Transevropska transportna mreža (<i>Trans-European Transport Network</i>)
WAM	Scenario sa dodatnim mjerama (<i>With Additional Measures scenario</i>)

WEM	Scenario sa postojećim mjerama (<i>With Explicit Measures (scenario)</i>)
IKI	Internacionalna klimatska inicijativa
CDCPIII	Razvoj kapaciteta za klimatsku politiku u zemljama Jugoistočne, Istočne Evrope, Južnog Kavkaza i Centralne Azije, Faza III
COP21	Konferenciji UN o klimatskim promjenama
NDC	Nacionalno utvrđeni doprinosi
ICT	Informaciono komunikacione tehnologije
TWh	Teravat-sat
EJ	Exajoule
GW	Gigavat
MPa	Megapascal

Lista slika

Slika 1.1. Vrijednosni lanac vodonika	23
Slika 1.2. Boje vodonika	24
Slika 4.1. Ukupna proizvodnja i potrošnja energije 2024. godine (u TJ).....	31
Slika 4.2. Proizvodnja električne energije za period 2013.–2022.	32
Slika 4.3. Potrošnja energije u sektorima prerade metala i hemijskoj industriji (u GWh)	33
Slika 4.4. Uporedna potrošnja energije u industriji i domaćinstvima i poljoprivredi (u GWh). 33	
Slika 5.1. Teorijski potencijal glavnih rijeka (u GWh)	34
Slika 5.2. Globalno sunčevo zračenje a) srednje dnevne vrijednosti na godišnjem nivou, b) srednje dnevne vrijednosti na mjesečnom nivou	35
Slika 5.3. Stvarni energetski potencijal vjetra (u W/m ²) na visini od 50 m iznad površine tla 36	
Slika 5.4. Predviđena instalisana snaga iz OIE (u MW), prema NEKP scenarijima (u MW) . 41	
Slika 5.5 Predviđena cijena različitih tipova elektrolizera	45
Slika 5.6. Razvoj projekata u vezi sa nivelisanim troškovima proizvodnje zelenog vodonika u periodu od 2020. godine	46

Lista tabela

Tabela 5.1. Teorijski i tehnički iskoristiv hidropotencijal u Crnoj Gori.....	34
Tabela 5.2. Uslovi za korišćenje zemljišta za postrojenje za proizvodnju vodonika (kapacitet: 100 tona/dan, snaga elektrolizera: 220 MW), bez uključene proizvodnje iz OIE.	40
Tabela 5.3. Optimalna upotreba zemljišta po jedinici snage OIE	40
Tabela 5.4. Potražnja za energijom u Crnoj Gori po scenarijima prema nacrtu NEKP	41
Tabela 5.5. Očekivana energetska efikasnost elektrolizera do 2030., 2040. i 2050. godine 43	
Tabela 5.6. Izračunata proizvodnja električne energije u Crnoj Gori prema NEKP (u GWh). 43	
Tabela 5.7. Izračunati pokazatelji za zeleni vodonik u scenariju MH2E	43
Tabela 5.8. Izračunati pokazatelji za zeleni vodonik u scenariju AH2E	43
Tabela 5.9. Izračunati parametri za zemljište korišćeno za postrojenje za elektrolizu i potrebna voda u scenariju MH2E	44
Tabela 5.10. Izračunati parametri za zemljište korišćeno za postrojenja sa elektrolizerima i potrebna voda za postrojenja sa elektrolizerima u scenariju AH2E	44
Tabela 5.11. Struktura investicije u zeleni vodonik	44
Tabela 6.7.1. Ciljevi specifični za obrazovanje i istraživanje i razvoj (R&D)	60

1. UVOD

Savremeni svijet ulazi u novu energetska epohu obilježenu odlučnim usmjerenjem ka održivim, niskougljičnim izvorima energije. Nakon dominantne upotrebe drveta, prelaska na ugalj, zatim na električnu energiju, pa na fosilna goriva, današnji energetske sistemi suočavaju se sa izazovima koji zahtijevaju temeljnu transformaciju i strateško preusmjerenje ka rješenjima koja su ekološki prihvatljiva i dugoročno održiva. Energetske krize iz sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog vijeka jasno su pokazale koliko zavisnost od ograničenih izvora može ugroziti stabilnost države i kvalitet života građana. Istovremeno, rastuća svijest o ekološkim posljedicama korišćenja fosilnih goriva, naročito njihov doprinos emisiji gasova sa efektom staklene bašte, dodatno je ubrzala globalni zaokret ka obnovljivim izvorima energije. U tom kontekstu, vodonik se sve više prepoznaje kao jedan od ključnih nosilaca energije u budućnosti, dok donošenje Programa razvoja zelenog vodonika sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine u Crnoj Gori predstavlja promišljen korak ka uspostavljanju sistemskog okvira za razvoj i promociju vodoničnih tehnologija i ekonomije zasnovane na vodoniku, u okviru šire energetske tranzicije ka niskougljičnom društvu.

Cilj ovog dokumenta je uspostavljenje jasnog pravnog, institucionalnog i investicionog okvira za razvoj i primjenu zelenog vodonika, kao jednog od ključnih stubova energetske tranzicije. Dokument je usklađen sa Zakonom o korišćenju energije iz obnovljivih izvora („Službeni list CG“, broj 82/24) kojim su transponovane odredbe Direktive (EU) 2018/2001 Evropskog parlamenta o promociji korišćenja energije iz obnovljivih izvora (RED II) i ciljevima definisanim u krovim i strateškim dokumentima, uključujući Nacionalni energetske i klimatski plan (NEKP), Strategiju pametne specijalizacije, Program ekonomskih reformi za Crnu Goru za period 2025–2027, kao i obaveze preuzete kroz međunarodne sporazume i procese EU integracija – poput Pariškog sporazuma, Sofijske deklaracije o zelenoj agendi za Zapadni Balkan, Evropskog zelenog dogovora i drugim relevantnim propisima EU.

Evropska unija je jasno definisala svoje ambicije u pogledu razvoja zelenog vodonika kroz Evropski zeleni plan, sa ciljem da postane prvi klimatski neutralan kontinent do 2050. godine, zatim kroz paket mjera „Fit for 55“, koji operacionalizuje ciljeve smanjenja emisija za najmanje 55% do 2030. godine, Vodoničnu strategiju za klimatski neutralnu Evropu, kao i Strategiju za integraciju energetske sistema.

Crna Gora, kao zemlja kandidatkinja za članstvo u Evropskoj uniji, dijeli navedene ciljeve i obavezala se na njihovu realizaciju kroz usklađivanje sa relevantnim evropskim propisima i sprovođenje nacionalnih strateških dokumenata u oblasti energetske tranzicije i dekarbonizacije.

Sekretarijat Energetske zajednice je 2021. godine sproveo „Studiju o potencijalu za implementaciju tehnologija vodonika i njegovu upotrebu u Energetskoj zajednici“ za svaku ugovornu stranu, kojom su procijenjeni faktori za uvođenje vodonika, njegov potencijalni proizvodni kapacitet, dostupnost infrastrukture za isporuku i moguću primjenu vodonika. Iako studija pokazuje da su postojeći uslovi u Crnoj Gori trenutno manje povoljni za brzu implementaciju vodonika, jasno je da postoji potencijal za razvoj, posebno u kontekstu obnovljivih

izvora energije što predstavlja odgovor na izazove i prilike i dodatno otvara prostor za strateško planiranje i usmjerena ulaganja.

Prema Strategiji EU za vodonik, u prvom periodu od 2020. do 2024. godine, strateški cilj je omogućiti instalaciju elektrolizera snage najmanje 6 GW za proizvodnju do 1 Mt obnovljivog vodonika. Shodno izvještaju Međunarodne Agencije za Energetiku (IEA) Global Hydrogen Review 2024, globalno instalirani kapacitet vodonikovih elektrolizera dostigao je 1,4 GW na kraju 2023. godine.

U drugoj fazi, u periodu od 2025. do 2030. godine, vodonik bi trebalo da postane sastavni dio integrisanog energetskeg sistema, sa strateškim ciljem instalacije elektrolizera ukupnog kapaciteta od najmanje 40 GW za proizvodnju do 10 Mt obnovljivog vodonika, pri čemu se predviđa upotreba vodonika u energetici i saobraćaju.

U trećoj fazi, u periodu od 2031. do 2050. godine, planirana je šira primjena tehnologije obnovljivog vodonika u različitim sektorima.

Danas preovladava mišljenje da je široka upotreba zelenog vodonika jedno od rješenja za dekarbonizaciju industrijskih procesa i sektora u kojima je teško primijeniti direktnu elektrifikaciju, a budući da Crna Gora teži članstvu u Evropskoj uniji, mora staviti akcenat na čista energetska rješenja i diversifikaciju izvora energije.

Cilj Programa je povećanje konkurentnosti crnogorske ekonomije i postizanje karbonske neutralnosti u skladu sa Pariškim sporazumom, kao i drugim strateškim dokumentima EU, posebno Evropskim zelenim planom, Novom industrijskom strategijom za Evropu i inicijativom „Evropa na djelu: oporavak i priprema za naredne generacije”. Specifični ciljevi Programa su stvaranje stabilnog regulatornog okvira za ulaganja u vodoničnu ekonomiju, razvoj infrastrukture za zeleni vodonik, integracija zelenog vodonika u postojeći ekonomski sistem i dekarbonizacija relevantnih sektora, inovacije, obrazovanje, obuka i promovisanje upotrebe zelenog vodonika, kao i unapređenje energetske sigurnosti, diversifikaciju izvora i podizanje konkurentnosti crnogorske privrede.

Za uspješnu realizaciju Programa neophodna je koordinisana saradnja svih relevantnih aktera, od državnih institucija preko lokalnih samouprava, kao i relevantnih regionalnih i međunarodnih organizacija. U dokumentu su detaljno razrađeni ciljevi, indikatori, mjere i aktivnosti, uz jasno mapiranje njihove usklađenosti sa postojećim strateškim dokumentima i međunarodnim obavezama, čime se obezbjeđuje dosljedan i operativno primjenjiv okvir za razvoj zelenog vodonika u Crnoj Gori.

Program razvoja zelenog vodonika s Akcionim planom za period 2026 – 2028. godine je pripremljen uz podršku GIZ- a u okviru Internacionalne klimatske inicijative (IKI), Vlada Savezne Republike Njemačke za sprovođenje programa „Razvoj kapaciteta za klimatsku politiku u zemljama Jugoistočne, Istočne Evrope, Južnog Kavkaza i Centralne Azije, Faza III (CDCPIII). Pojedinačni i mali projektni oblici saradnje (pojedinačne mjere) sprovode se u partnerskim zemljama radi omogućavanja intervencija u oblasti klime manjeg obima i dodatnog jačanja kapaciteta za ambiciozno planiranje i sprovođenje klimatske politike. Među tim projektima nalazi



se i pojedinačna mjera pod nazivom „Tehnička i metodološka podrška Programu razvoja zelenog vodonika Crne Gore“.

Sažetak

Svjetski energetske sistemi prolaze kroz radikalnu transformaciju podstaknutu potrebom da se ublaže klimatske promjene. U tom kontekstu, zemlje širom svijeta razvijaju nove strategije i politike kako bi podstakle proizvodnju i upotrebu vodonika kroz smanjenje troškova i kreiranje potražnje. Kao jedno od ključnih niskougljeničnih rješenja, vodonik predstavlja stratešku komponentu dekarbonizacije i ima potencijal da značajno doprinese tranziciji Crne Gore ka klimatski neutralnom društvu.

Poglavlje 2 (*Pregled strateškog i regulatornog okvira*) daje osvrt na pregled relevantnih ključnih strateških dokumenata s osvrtom i na međunarodne obaveze.

Poglavlje 3 (*Uloga vodonika*) Vodonik, najrasprostranjeniji hemijski element u prirodi, posmatra se kao energetske nosilac zahvaljujući visokoj gravimetrijskoj gustini energije, ali zbog niske zapreminske gustine njegovo skladištenje i transport predstavljaju tehnički i bezbjednosni izazov; globalna proizvodnja iznosi oko 120 Mt godišnje, uglavnom parnim reformisanjem fosilnih goriva, što stvara značajan ugljenični otisak, dok zeleni vodonik dobijen elektrolizom iz OIE čini tek mali udio. Skladištenje se vrši pod visokim pritiskom, u kriogenim posudama ili hemijskim jedinjenjima, transport cjevovodima, drumskim i pomorskim putem, a upotreba u energetske sektoru najčešće je kroz gorivne ćelije i gasne turbine, gdje vodonik omogućava visoku efikasnost i smanjenje emisija, čime postaje centralni element buduće energetske tranzicije.

Poglavlje 4 (*Ekonomski pregled*) daje pregled makroekonomskih i energetske kretanja u Crnoj Gori tokom 2024. godine. Ističe se nastavak povoljnih trendova nakon snažnog rasta u 2023, sa realnim rastom od 3,4% u prvoj polovini godine, vođenim privatnom potrošnjom, rastom građevinarstva, trgovine i saobraćaja, dok industrijska proizvodnja bilježi pad zbog slabijih hidroloških uslova. Tržište rada pokazuje rast zaposlenosti i zarada uz pad nezaposlenosti, a turizam ostvaruje visoke prihode u poređenju sa pretkriznim periodom, iako nešto niže nego 2023. godine. Bankarski sektor je stabilan, sa rastom kredita i depozita, dok inflacija usporava na 1,2%. Strane direktne investicije bilježe snažan rast, posebno u kompanije i banke. Energetske sektor pokazuje da je ukupna proizvodnja električne energije iznosila 3.449 GWh, sa dominantnim učešćem TE Pljevlja (od 38,8%), dok obnovljivi izvori čine 61% proizvodnje, od čega hidroelektrane imaju učešće od 50,9%, vjetroelektrane učestvuju sa 8,5%, a solarne elektrane bilježe rast na 1,8%.

Poglavlje 5 (*Analiza potencijala primjene zelenog vodonika u Crnoj Gori*) Crnogorska ekonomija bilježi rast u turizmu, industriji, saobraćaju, trgovini i šumarstvu, dok kao kandidatkinja za EU mora uskladiti regulative i razviti sistemski pristup vodoničnoj ekonomiji; zemlja ima značajan solarni, hidro i vjetro potencijal, ali prepreke su nedostatak infrastrukture, kapaciteta mreže i vodosnabdijevanja; u okviru NEKP-a razmatrana su tri scenarija OIE i dva scenarija za vodonik – umjereni (MH2E) i ambiciozni (AH2E) – sa pilot projektima do 2030. i investicijama od 127 do 212 miliona eura do 2050, uz ukupne troškove od 381 do 635 miliona eura; kratkoročni ciljevi uključuju regulatorni okvir, finansijske podsticaje i pilot projekte, srednjoročni razvoj javno-privatnih partnerstava i jačanje istraživanja i obrazovanja, a dugoročni proizvodnju vodonika iz do 15% OIE uz vodeću ulogu privatnog sektora; tranzicija ka vodoniku treba da dovede do dekarbonizacije energetike, industrije, saobraćaja i turizma, razvoja infrastrukture, inovacija i

kadrova, te otvaranja mogućnosti za Power-to-X rješenja i nove poslovne modele u lancu vrijednosti vodonika.

Poglavlje 6 (*Operativni ciljevi sa indikatorima i pratećim aktivnostima*) pruža pregled na definisane operativne ciljeve i to **Operativni cilj 1:** Uspostavljanje institucionalnog, normativnog i standardizacijskog okvira za razvoj vodonične ekonomije; **Operativni cilj 2:** Jačanje administrativnih kapaciteta; **Operativni cilj 3:** Planiranje i razvoj infrastrukture za integraciju zelenog vodonika kao i **Operativni cilj 4:** Razvoj nauke, inovacija, obrazovanja i promocije u oblasti zelenog vodonika. Takođe, pruža prikaz stanja razvoja projekata u oblasti OIE, planiranih ili započetih s osvrtom na izazove u tom pogledu. S tim u vezi, za prevazilaženje izazova rješenje se vidi u međusektorskoj saradnji. Dodatno, u poglavlju je napravljen i osvrt na obezbjeđivanje ekološke i društvene odgovornosti.

Poglavlje 7 (*Upravljanje programom, monitoring, izvještavanje i evaluacija*) - Uspješno sprovođenje Programa razvoja zelenog vodonika u Crnoj Gori sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine zasniva se na jasno definisanoj institucionalnoj strukturi i koordinaciji svih aktera kroz Nacionalni savjet za vodonik, koji obezbjeđuje međusektorsku saradnju, praćenje realizacije mjera, evaluaciju i predlaganje korektivnih politika, uz partnerstva sa EU i međunarodnim organizacijama. Vlada i Savjet podstiču uključivanje javnih i privatnih preduzeća u dekarbonizaciju kroz zakonodavni okvir, finansijske podsticaje, uspostavljanje tržišta i tehničke standarde, dok se monitoring i izvještavanje sprovode kontinuirano, a evaluacija srednjoročno i završno radi prilagođavanja politika; transparentna komunikacija sa javnošću i edukacija građana, privrede i lokalnih zajednica jačaju povjerenje i podršku, a stabilan pravni okvir, efikasne procedure i mehanizmi podrške (dozvole, ugovori o otkupu, feed-in tarife) stvaraju pouzdano tržište; zeleni vodonik se prepoznaje kao ključni energetska nosilac do 2030. godine, sa primjenom u energetici, saobraćaju i industriji, gdje višak energije iz vjetra i sunca može biti pretvoren u vodonik radi skladištenja i jačanja otpornosti sistema. Takođe, transparentna komunikacija o ciljevima i rezultatima Programa razvoja zelenog vodonika sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine obezbjeđuje se kroz javnu dostupnost ključnih dokumenata, edukaciju i informisanje građana, privrede i lokalnih zajednica, te saradnju sa medijima, akademskom zajednicom i međunarodnim partnerima; cilj je jasno i pravovremeno predstavljanje napretka, jačanje povjerenja i podrške aktera, te stvaranje pozitivnog okruženja za razvoj vodonične ekonomije u Crnoj Gori.

Poglavlje 8 (*Završne napomene*) konstatuje se da je zeleni vodonik strateški prioritet Crne Gore do 2030. godine kao ključni energetska nosilac za tranziciju, dekarbonizaciju i sigurnost, što zahtijeva stabilan pravni okvir, efikasne procedure i mehanizme podrške radi privlačenja investicija u proizvodnju, skladištenje, distribuciju i upotrebu; njegova primjena se očekuje u energetici, saobraćaju i industriji, uz korišćenje viškova energije iz vjetra i sunca, razvoj balansiranja mreže i infrastrukture za punionice u skladu sa EU regulativom; Vlada treba da podstakne potražnju u industriji, uključi vodonik u projekte poput Jonsko-jadranskog gasovoda, razvije tehnologije elektrolize, skladištenja i gorivnih ćelija, te uspostavi sistem garancija o porijeklu u skladu sa EU; obrazovni sistem mora obezbijediti stručne kadrove i transfer znanja, dok bezbjednost zavisi od regulatornih okvira, standarda i saradnje svih aktera; Crna Gora treba da učestvuje u međunarodnim projektima i razvije infrastrukturu za transport i skladištenje, uz

promociju javne svijesti, čime bi ojačala imidž i ispunila ciljeve NEKP-a, Zelene agende i UN održivog razvoja.

Posljednje poglavlje je Akcioni plan za period od 2026-2028. godine - daje pregled operativnih ciljeva sa jasno definisanim indikatorima kao i aktivnostima za njihovu realizaciju.

2. PREGLED STRATEŠKOG I REGULATORNOG OKVIRA

2.1. Pregled nacionalnih politika i strategija

Razumijevanje aktuelnog razvojnog koncepta, zasnovanog na ocjenama o dostignutom nivou implementacije relevantnih politika, predstavlja jedan od preduslova za uspostavljanje okvira za razvoj zelenog vodnika kao i njegovu integraciju u ekonomski sistem. S tim u vezi, analizirane su relevantne politike kao i strateška dokumenta koje predstavljaju strateški razvojni okvir na nacionalnom nivou i stvoreni su osnovni preduslovi za prepoznavanje razvojnih potencijala i usmjerenja formulisanih u horizontalnim, tematskim politikama. Program razvoja zelenog vodnika s Akcionim planom 2026-2028. godine, povezuje se sa strateškim nacionalnim dokumentima, ali i dokumentima EU i regiona.

Nacionalni energetske klimatski plan Crne Gore (NEKP) predstavlja ključni strateški dokument kojim se definišu ciljevi, politike i mjere u oblastima obnovljivih izvora energije, energetske efikasnosti i smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte, u skladu sa politikom klimatske neutralnosti do 2050. godine. NEKP obuhvata pet dimenzija definisanih evropskom regulativom o upravljanju energetskom unijom – dekarbonizaciju, energetske efikasnost, sigurnost snabdijevanja, unutrašnje energetske tržište i istraživanje, inovacije i konkurentnost. Dokument ujedno predstavlja odgovor Crne Gore na obaveze koje proizilaze iz članstva u Energetskoj zajednici, Pariškog sporazuma, kao i sprovođenja Sofijske deklaracije o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan. U tom okviru, NEKP prepoznaje razvoj zelenog vodnika kao integralni dio procesa energetske tranzicije i predviđa izradu posebnog Programa razvoja zelenog vodnika kao sektorske strategije. Program razvoja zelenog vodnika Crne Gore proizilazi upravo iz tog strateškog okvira i ima za cilj operacionalizaciju mjera NEKP-a kroz razvoj regulatornog, institucionalnog i infrastrukturnog sistema za proizvodnju, skladištenje, distribuciju i upotrebu vodnika iz obnovljivih izvora. Time Program direktno doprinosi ispunjavanju nacionalnih ciljeva dekarbonizacije, povećanja udjela OIE i jačanja energetske otpornosti, kao i dugoročnoj viziji klimatske neutralnosti do 2050. godine.

Energetska politika Crne Gore do 2030. godine uzima u obzir tri glavna prioriteta: sigurnost snabdijevanja energijom, razvoj konkurentnog tržišta energije i održivi energetski razvoj u zemlji. Politika će uskoro biti ažurirana, u skladu sa Zakonom o energetici.

Strategija razvoja energetike (SRE) do 2030. godine sa Akcionim planom za 2016-2020. i Nacionalna strategija u oblasti klimatskih promjena (NSKP) do 2030. godine i odgovarajuće strateške procjene uticaja na životnu sredinu (SPUŽS) usvojene su 2012. i 2015. godine. NEKP će zamijeniti obje strategije za period nakon 2020. godine. Ovo važi i za **Nacionalni akcioni plan korišćenja energije iz obnovljivih izvora**.

Nacionalna strategija održivog razvoja (NSOR) do 2030. godine zajedno sa odgovarajućim Akcionim planom usvojena je 2016. godine, i integriše Agendu UN-a za održivi razvoj do 2030. godine. Dokument predstavlja strateški okvir za transpoziciju ciljeva održivog razvoja UN-a i definiše set indikatora za praćenje nacionalnog napretka u implementaciji politike održivog razvoja, što uključuje i uspostavljanje informacionog sistema izvještavanja zasnovanog na indikatorima.

Strategija niskougleničnog razvoja sa akcionim planom je u fazi izrade uz podršku Svjetske Banke. Treba napomenuti da **Strategija niskougleničnog razvoja (SNUR)** do 2050. godine kao i **Nacionalni plan adaptacije (NPA)** nisu pripremljeni već predviđeni nedavnim Zakonom o zaštiti od negativnih uticaja klimatskih promjena. Ovi dokumenti će biti usklađeni sa zahtjevima NEKP-a.

Strategija pametne specijalizacije Crne Gore predstavlja krovni dokument kojim se određuju prioritetne oblasti sa najvećim potencijalom za ulaganja u istraživanje, inovacije i razvoj zasnovan na znanju. Jedna od ključnih prioritetnih oblasti Strategije odnosi se na energiju i održivu životnu sredinu, koja obuhvata inovacije u oblasti obnovljivih izvora energije, energetske efikasnosti i niskougleničnih tehnologija. Takođe, Strategija koja ima za cilj jačanje ljudskih resursa u oblasti istraživanja i inovacija svakako je jedan od ključnih dokumenata u koje treba integrisati politiku razvoja vodonične ekonomije, imajući u vidu da je ažuriranje strategije u toku. U februaru 2024. godine počela je izrada novog S3 strateškog ciklusa, odnosno Strategije pametne specijalizacije Crne Gore (2026-2031).

Strategija naučnoistraživačke djelatnosti Crne Gore (2024-2028)¹ je najznačajniji sektorski strateški za oblast nauke i istraživanja u Crnoj Gori. Strategija utvrđuje tri strateška cilja: Poboljšanje okvirnih uslova za funkcionisanje naučnoistraživačke djelatnosti u Crnoj Gori; Jačanje ljudskih resursa i institucionalnih kapaciteta u oblasti nauke i istraživanja kao i snaženje međunarodne saradnje u nauci i istraživanjima. Takođe, Strategijom je utvrđeno devet prioriteta naučnoistraživačke djelatnosti do 2028. godine, od kojih se jedan odnosi na Energiju i održivu životnu sredinu. Ovo znači da su instrumenti naučnoistraživačke politike i mjere podrške u potpunosti stavljeni su službu razvoja identifikovanih prioriteta, te na ovaj način direktno doprinose ciljevima Programa razvoja zelenog vodnika.

Mapa puta za istraživačku infrastrukturu Crne Gore 2024-2028² je strateški dokument koji proističe iz procesa evropskih integracija i čija je svrha da doprinese dugoročnom i održivom razvoju nacionalnih istraživačkih infrastruktura, kao i integraciji Crne Gore u Evropski istraživački prostor (ERA) putem pristupa međunarodnim tijelima i panevropskim istraživačkim infrastrukturnim mrežama. Ciljevi Mape puta su: Analiza postojećih kapaciteta istraživačkih infrastruktura u Crnoj Gori; Izrada sistemskog pregleda postojećih kapaciteta nacionalnih

¹ <https://www.gov.me/clanak/strategija-naucnoistrazivacke-djelatnosti-2024-2028>

² <https://www.gov.me/clanak/usvojena-mapa-puta-za-istrazivacku-infrastrukturu-crne-gore-2024-2028>

infrastruktura i pružanje smjernica o načelima njihovog rada; Davanje smjernica za uspostavljanje efikasnog upravljačkog i informacionog okvira s ciljem postizanja koordinisanog i strateškog pristupa u upravljanju resursima, razvoju i omogućavanju vidljivosti i dugoročne održivosti infrastruktura i davanje smjernica za uspostavljanje okvira za izbor budućih članstava u međunarodnim istraživačkim tijelima i panevropskim istraživačkim infrastrukturama.

Nacionalna strategija za cirkularnu tranziciju do 2030. godine je strateški dokument koji predstavlja važan korak ka održivom razvoju Crne Gore, omogućavajući prilagođavanje na klimatske promjene i jačanje otpornosti ekonomije, dok se istovremeno omogućava kvalitet života građana uz zaštitu prirodnih resursa. Kako je cirkularna ekonomija politika u povoju, značajan dio dokumenta usmjeren je na sistemski pristup u smislu promjene načina razmišljanja i delovanja u pogledu korišćenja resursa, kao i na edukaciju MMSP i pružanje podrške njihovoj transformaciji ka održivim poslovnim modelima. Rezultati analiza za potrebu izrade ove strategije ukazali su da poljoprivreda, šumarstvo, građevinarstvo i turizam kao ključni sektori razvoja crnogorske ekonomije zapravo predstavljaju i prioritetna područja za cirkularnu tranziciju, tako da su prva četiri strateška cilja usmjerena upravo na ove sektore. Proizvodnja zelenog vodonika može biti direktno povezana sa cirkularnim tokovima. Višak električne energije iz OIE koristi se u elektrolizi za proizvodnju zelenog vodonika, čime se ta energija skladišti i vraća u sistem.

Industrijska politika Crne Gore 2024-2028³ je strateški dokument za razvoj konkurentnosti crnogorske ekonomije sa fokusom na industrijski sektor. Svrha donošenja dokumenta je da poveća konkurentnost crnogorske ekonomije i doprinese dinamičnom ekonomskom rastu, da ojača privredna društva kroz podršku koja će im omogućiti da maksimiziraju svoj potencijal rasta i konkurentnosti, kao i da podstakne održivi razvoj i povećanje broja radnih mjesta. S aspekta relevantnosti za Program, važnost Industrijske politike Crne Gore ogleda se u činjenici da je fokus stavljen na smanjenje upotrebe fosilnih goriva, povećanje korišćenja OIE kroz definisane ciljeve i aktivnosti koje uključuju razvoj infrastrukture i podsticanje energetske tranzicije uz veoma važnu komponentu jačanja obrazovanja i vještina za tehnološki razvoj industrije.

U nizu horizontalnih politika nalazi se i MMSP politika koja je uređena **Strategijom mikro, malih i srednjih preduzeća Crne Gore 2023-2026⁴**. Svrha donošenja ovog dokumenta je da ojača MMSP sektor kako bi postao ključni faktor u transformaciji Crne Gore ka digitalnoj i održivoj ekonomiji. Strategija utvrđuje tri strateška cilja: Unaprijeđen poslovni/regulatorni ambijent; Podrška transformaciji i jačanju konkurentnosti i poslovna organizovanost i pristup novim tržištima.

Strategija razvoja saobraćaja Crne Gore za period 2019-2035. godine utvrđuje stanje u oblasti saobraćaja, definiše infrastrukturne, organizacione i operativne ciljeve razvoja transportnog sistema, koji se realizuju kroz kratkoročne i dugoročne planove implementacije. Strategija utvrđuje planove za unapređenje ekonomskog razvoja, efikasnosti, sigurnosti, povezanosti i

³ <https://www.gov.me/dokumenta/46dc2fa2-6885-482c-8c59-8179a69c68b6>

⁴ <https://www.gov.me/dokumenta/3e145aba-089d-40bf-8bbb-6e7a91b3e873>

ekološke održivosti transportnog sistema zemlje, obezbjeđujući istovremeno integraciju sektora saobraćaja i završetak procesa usaglašavanja regulatornog okvira sektora saobraćaja sa pravnom tekovinom EU, ekološkim i bezbjednosnim standardima i obavezama. Najvažniji strateški cilj je ekološka održivost koja uključuje smanjenje emisije ugljen-dioksida, nivoa buke i uticaja na prirodno, istorijsko i društveno-ekonomsko okruženje.

Strategija razvoja turizma Crne Gore za period 2022 - 2025. godine izrađena je u cilju obezbjeđenja daljeg razvoja turizma, povećanja zaposlenosti, podizanja životnog standarda stanovništva, ravnomjernijeg regionalnog razvoja, ali i unapređenja globalne prepoznatljivosti zemlje. Takođe, Vlada Crne Gore je opredijeljena za kontinuirani održivi razvoj turizma, sa fokusom na efikasno korišćenje resursa, uz promociju Crne Gore kao održive, inkluzivne, zelene i pametne turističke destinacije. Zeleni i odgovorni turizam jedan je od strateških ciljeva. Neke od mjera su ekološka sertifikacija - dobrovoljni mehanizam potvrde kvaliteta održivog poslovanja. Proces sertifikacije podrazumijeva ekspertsku procjenu usaglašenosti poslovanja s određenim kriterijumima održivosti; e-mobilnost; povećanje energetske efikasnosti turističkih objekata mjerama uštede električne energije kao i energetski prelazak na obnovljive izvore energije - korišćenje solarne energije u turističkim objektima.

Strategija razvoja poljoprivrede i ruralnih područja u periodu 2023-2028. godine predstavlja strategiju razvoja Crne Gore, u kojoj se na dugoročno održiv način utvrđuju pravci upravljanja poljoprivrednim resursima. Ova strategija daje viziju i plan za sprovođenje strateške transformacije poljoprivrede i ruralnih područja u Crnoj Gori do 2028. godine, čime će se obezbijediti realizacija različitog niza aktivnosti i mjera. Važno je istaći Strateški cilj 2: Obezbijediti efikasno upravljanje prirodnim resursima Crne Gore i ostvariti ciljeve Zelene agende koja obuhvata ublažavanje klimatskih uticaja, uključujući smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte i poboljšanje sekvenciranja ugljenika, kao i promovisanje održive energije; podršku održivom razvoju i efikasno upravljanje prirodnim resursima kao što su voda, zemljište i vazduh, uključujući smanjenje zavisnosti od hemikalija kao i doprinos zaustavljanju procesa gubitka biodiverziteta.

Strategijom razvoja šuma i šumarstva Crne Gore za period 2023-2028. godine utvrđuju se ciljevi i smjernice za razvoj šuma i šumarstva, u skladu sa nacionalnom šumarskom politikom, mjere za unapređenje šuma, kao i orjentaciona finansijska sredstva za sprovođenje strategije i način njihovog obezbjeđenja. Nacionalna inventura šuma se vrši radi izrade strateških planskih dokumenata u šumarstvu i razmjene informacija u skladu sa zakonom (na nacionalnom i globalnom nivou). Važni strateški ciljevi su: Očuvanje i jačanje kapaciteta šuma za prilagođavanje i otpornost na klimatske promjene, uključujući prevenciju požara i druga rješenja kao i podsticanje održivosti i konkurentnosti industrija zasnovanih na šumama, bioenergiji i šire zelenoj industriji i cirkularnoj ekonomiji.

Strategija upravljanja otpadom do 2030. godine je usvojena 2015. godine. Strategija ima zadatak da definiše stremljenja države u pogledu uređenja sistema funkcionisanja, da u skladu sa zahtjevima zakonske regulative i preuzetim obavezama, ali i trenutnim realnim mogućnostima

Crne Gore kao države, definiše prioritete i usmjeri tokove razvoja i uređenja sistema upravljanja otpadom, da definiše jasne pravce kretanja i konkretne zadatke u pogledu postizanja željenih ciljeva u svim podoblastima koje sistem upravljanja otpadom čine kompletnim, da, ukoliko je moguće, definiše rokove za postizanje navedenih ciljeva, kao i da ustanovi način praćenja ostvarivanja zadatih ciljeva.

2.2. Usklađenost s EU i međunarodnim obavezama

Program razvoja zelenog vodonika je usklađen sa ključnim međunarodnim obavezama koje je Crna Gora preuzela, kao i sa relevantnim politikama i zakonodavstvom Evropske unije u oblasti energetike, klimatskih promjena i održivog razvoja, čime doprinosi ostvarivanju ciljeva dekarbonizacije i integracije u evropski klimatsko-energetski okvir. U tom smislu, Program se posebno nadovezuje na Pariški sporazum, Evropski zeleni plan, paket “Fit for 55”, EU Strategiju za vodonik, plan REPowerEU, kao i na Sofijsku deklaraciju o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan, potvrđujući opredjeljenje Crne Gore da prati evropske standarde i ubrza tranziciju ka niskouglednoj i održivoj ekonomiji.

U hijerarhiji međunarodnih obaveza u oblasti energetske politike, Crna Gora, kao kandidat za punopravno članstvo u EU usklađuje svoju pravnu tekovinu sa obavezama koje proističu iz pregovaračkog procesa sa Evropskom unijom, posebno u okviru Poglavlja 15 – Energetika, kao i sa obavezama koje Crna Gora ima kao ugovorna strana Energetske zajednice. U skladu sa tim, i Program razvoja zelenog vodonika potpuno je komplementarna politika. Program je takođe u skladu sa međunarodnim obavezama koje proizilaze iz članstva Crne Gore u NATO savezu, naročito u dijelu koji se odnosi na poštovanje standarda, transparentnost procedura i unapređenje investicionog ambijenta. Članstvom u NATO od 5. juna 2017. godine, Crna Gora je dodatno ojačala svoj međunarodni kredibilitet i atraktivnost za strane investitore, posebno iz partnerskih država članica Alijanse. Pored toga, Crna Gora je aktivna članica Svjetske banke i Međunarodnog monetarnog fonda (IMF), te primjenjuje značajan broj sporazuma o slobodnoj trgovini (FTA), koji doprinose stvaranju predvidivog i konkurentnog poslovnog okruženja. Na taj način, Program razvoja zelenog vodonika se uklapa u širi okvir međunarodnih ekonomskih i razvojnih obaveza države, doprinoseći stvaranju stabilnog i otvorenog tržišta zasnovanog na principima održivog razvoja i energetske sigurnosti.

Upravljanje energetske sektorom predstavlja posebno važnu oblast djelovanja institucija Evropske unije a podijeljena je na sljedeće podoblasti: električna energija, ugljovodonici, gas, obnovljivi izvori energije, energetska efikasnost i nuklearna sigurnost i zaštita od zračenja. Pariški sporazum i svi pripadajući ciljevi klimatske politike ključni su proces za postizanje ciljeva međunarodne klimatske politike. Pariški sporazum je pravno obavezujući međunarodni ugovor o klimatskim promjenama koji je usvojilo 196 strana ugovornica na Konferenciji UN o klimatskim promjenama (COP21) u Parizu, Francuska, 12. decembra 2015. godine. Crna Gora je potpisala Pariški sporazum 22. aprila 2016. godine, ratifikovala ga je na nacionalnom nivou 20. decembra 2017. godine, a u Crnoj Gori je stupio na snagu 19. januara 2018. godine. Sveobuhvatni cilj Pariškog sporazuma je zadržati povećanje globalne prosječne temperature ispod 2°C iznad predindustrijskih nivoa i nastaviti sa naporima da se povećanje temperature ograniči na 1,5°C

iznad predindustrijskih nivoa. Da bi se globalno zagrijavanje ograničilo na 1,5°C, emisije gasova sa efektom staklene bašte (GHG) moraju dostići vrhunac najkasnije do 2025. godine i pasti za 43% do 2030. godine⁵. Takođe, od 2020. godine zemlje potpisnice podnose svoje nacionalne klimatske akcione planove, poznate kao nacionalno utvrđeni doprinosi (NDC). Svaki sljedeći NDC treba da odražava sve veći stepen ambicije u odnosu na prethodnu verziju. Najnovije **ažuriranje NDC Crne Gore dostavljeno je u februaru 2025. godine**⁶. To ažuriranje uključuje cilj **smanjenja ukupnih nacionalnih emisija gasova sa efektom staklene bašte od najmanje 35% (osim LULUCF-a) do 2030. godine u poređenju sa baznom 1990. godinom.**

Sofijska deklaracija o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan⁷ koja ima za cilj da podrži i ubrza promjene i procese u regionu sa sveobuhvatnim ciljem rješavanja klimatskih promjena, Crna Gora se obavezala da će zajedno sa EU raditi na cilju ostvarenja karbonski neutralnog kontinenta do 2050. godine kroz uvođenje stroge klimatske politike i reformu energetske i transportnog sektora, uključujući neke važne aktivnosti, kao što je usklađivanje sa Zakonom o klimi EU⁸ sa vizijom postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine i postavljanje energetske i klimatske ciljeve do 2030. u skladu s okvirom Energetske zajednice i pravnom tekovinom EU. Ove obaveze su ponovljene na Samitu Zapadnog Balkana u Berlinu 3. novembra 2022. godine Berlinskom deklaracijom o energetske sigurnosti i zelenoj tranziciji na Zapadnom Balkanu⁹.

Crna Gora je pristupila Energetskoj zajednici u januaru 2007. godine i jedna je od devet strana ugovornica. Evropska unija je potpisnica Ugovora o Energetskoj zajednici i predstavlja je Evropska komisija koja služi kao stalni potpredsjednik organizacije. Energetska zajednica je međunarodna organizacija koja okuplja Evropsku uniju i njene susjede kako bi stvorila integrisano panevropsko energetske tržište. Organizacija je osnovana Ugovorom o uspostavljanju Energetske zajednice potpisanim u oktobru 2005. godine u Atini, Grčka, a na snazi je od jula 2006. godine. Ključni cilj Energetske zajednice je da proširi pravila i principe unutrašnjeg energetske tržišta EU na zemlje Jugoistočne Evrope, region Crnog mora i šire, na osnovu pravno obavezujućeg okvira. Usvajanjem Ugovora o Energetskoj zajednici, sve ugovorne strane su preuzele pravno obavezujuće obaveze usvajanja osnovnog energetske zakonodavstva EU, takozvanog "*acquis communautaire*".

Sekretarijat Energetske zajednice je 2021. godine sproveo „Studiju o potencijalu za implementaciju tehnologija vodonika (H2) i njegovoj upotrebi u Energetskoj zajednici“, koja je obuhvatila i Crnu Goru kao ugovornu stranu Energetske zajednice. Za svaku ugovornu stranu, studija je procijenila faktore za uvođenje vodonika, njegov potencijalni proizvodni kapacitet, dostupnost infrastrukture za isporuku i moguću primjenu vodonika. Studija je pokazala da je

⁵ https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement?gclid=Cj0KCQjwrMKmBhCJARIsAHuEAPSKNNsnsYOe5xd6yJGSVer6ScYXp4ZGCEz6-wl-96pMe4Ngl6BUEALw_wl

⁶ <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20NDC%20for%20Montenegro.pdf>

⁷ <https://www.rcc.int/docs/546/sofia-declaration-on-the-green-agenda-for-the-western-balkans-rn>

⁸ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_en

⁹ https://www.berlinprocess.de/uploads/documents/declaration-on-energy-security-and-green-transition-in-the-western-balkans_1686662540.pdf

većina ovih procijenjenih parametara relativno manje ili najmanje pogodna za promovisanje vodonika u Crnoj Gori.

Takođe, u decembru 2022. godine završeno je uključivanje paketa čiste energije u *acquis* Energetske zajednice. Ministarski savjet Energetske zajednice je 15. decembra 2022. usvojio ciljeve do 2030. godine za smanjenje potrošnje primarne i finalne energije, ubrzanje korišćenja OIE i GHG staklene bašte kako bi se postigla klimatska neutralnost do 2050. godine. Odlukom Ministarskog savjeta Energetske zajednice od 15. decembra 2022. godine¹⁰, Crna Gora je preuzela važne obaveze:

- Cilj za neto emisije gasova staklene bašte (GHG) u 2030. u odnosu na nivoe iz 1990. je minus 55,0% (2,42 MtCO₂eq), što isključuje emisije i uklanjanje u sektoru LULUCF (Korišćenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo).
- Ciljano učešće energije iz obnovljivih izvora u bruto finalnoj potrošnji energije do 2030. godine je 50%.
- Što se tiče energetske efikasnosti, Crna Gora se obavezala da će imati maksimalno učešće potrošnje primarne energije do 2030. godine od 0,92 Mtoe i maksimalno učešće finalne potrošnje energije do 2030. godine od 0,73 Mtoe.

Dodatno, Crna Gora, kao zemlja kandidatkinja za članstvo u EU, prepoznaje značaj OIE, zelene tranzicije i zelenog vodonika iz OIE, utemeljenog na zakonima, direktivama i smjernicama koje je usvojila EU:

1. **Evropski zeleni plan – prvi klimatski neutralan kontinent do 2050. godine;**
2. **Strategija za vodonik za klimatski neutralnu Evropu i**
3. **Evropska strategija za integraciju energetskih sistema.**

Evropska komisija je 11. decembra 2019. predstavila **Evropski zeleni plan**, najambiciozniji paket mjera koji bi trebalo da omogući evropskim građanima i preduzećima da imaju koristi od održive zelene tranzicije. Mjere praćene početnim mapama glavnih politika kreću se od ambicioznog smanjenja emisija, do ulaganja u vrhunska istraživanja i inovacije, te preko očuvanja evropskog prirodnog okruženja. Podržane ulaganjima u zelene tehnologije, u održiva rješenja i nova preduzeća, Zeleni plan može biti nova strategija rasta EU. Evropski zeleni plan pruža mapu puta s aktivnostima za jače pokretanje efikasne upotrebe resursa prelaskom na čistu, kružnu ekonomiju i zaustavljanje klimatskih promjena, retrogradno uticanje na gubitak biološke raznolikosti i smanjenje zagađenja. Predstavlja potrebne investicije i raspoložive alate za finansiranje i objašnjava kako da se obezbijedi pravedna i sveobuhvatna tranzicija. Evropski zeleni plan pokriva sve sektore ekonomije, posebno transport, energetiku, poljoprivredu, zgrade i industrije poput čelika, cementa, ICT-a, tekstila i hemikalija.

Takođe, Evropska komisija je 2020. godine predstavila **Strategiju za vodonik za klimatski neutralnu Evropu** i definiše ulogu vodonika kao ključnog energenta u ostvarivanju cilja klimatske

¹⁰ https://www.energy-community.org/dam/jcr:421f0dca-1b16-4bb5-af86-067bc35fe073/Decision_02-2022-MC_CEP_2030targets_15122022.pdf

neutralnosti do 2050. godine. Strategija prepoznaje zeleni vodonik, proizveden elektrolizom vode pomoću električne energije iz obnovljivih izvora, kao prioritetni oblik energije budućnosti i osnovu za dekarbonizaciju sektora koji je teško elektrifikovati – industrije, transporta i grijanja. Dokument predviđa postepeni razvoj tržišta i infrastrukture za vodonik kroz tri faze – od instaliranja najmanje 6 GW kapaciteta elektrolizera i proizvodnje do 1 milion tona obnovljivog vodonika do 2024. godine, do širenja kapaciteta na 40 GW i 10 miliona tona godišnje do 2030. godine, te potpunu integraciju vodonika u evropski energetske sistem do 2050. godine.

Prema Strategiji EU za vodonik, u prvom periodu od 2020. do 2024. godine, strateški cilj je omogućiti instalaciju elektrolizera snage najmanje 6 GW za proizvodnju do 1 Mt obnovljivog vodonika. Shodno izvještaju Međunarodne Agencije za Energetiku (IEA) Global Hydrogen Review 2024, globalno instalirani kapacitet vodonikovih elektrolizera dostigao je 1,4 GW na kraju 2023. godine.

U skladu s ovim ciljevima, **Program razvoja zelenog vodonika Crne Gore sa Akcinim planom za period 2026-2028. godine** doprinosi sprovođenju evropske vizije uspostavljanjem regulatornih, institucionalnih i infrastrukturnih pretpostavki za proizvodnju, skladištenje i upotrebu obnovljivog vodonika, čime Crna Gora postepeno pristupa evropskom prostoru čiste energije i inovacija.

Evropska strategija za integraciju energetske sistema predstavlja ključni okvir za ubrzanje prelaska na čistu, povezanu i klimatski neutralnu energetiku u Evropskoj uniji. Strategija promoviše uspostavljanje integrisanog pristupa u proizvodnji, prenosu, distribuciji i potrošnji energije, sa ciljem da se povežu ranije odvojeni sektori – električna energija, grijanje, saobraćaj i industrija – u jedinstven, fleksibilan sistem zasnovan na obnovljivim izvorima. U tom kontekstu, zeleni vodonik ima centralnu ulogu kao energetske nosilac koji omogućava povezivanje sektora i skladištenje energije iz obnovljivih izvora, čime se podržava dekarbonizacija industrije, saobraćaja i energetike. Strategija predviđa finansijsku podršku za razvoj novih tehnologija i infrastrukture za vodonik, kao i reformu tržišta i zakonodavstva koja treba da omogući njegovu bržu integraciju u energetske sistem. Na taj način, Program razvoja zelenog vodonika Crne Gore sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine se usklađuje sa vizijom Evropske unije o integrisanom, klimatski neutralnom i tehnološki naprednom energetske sistemu, doprinoseći povezivanju sektora, unapređenju energetske efikasnosti i razvoju novih industrijskih lanaca zasnovanih na obnovljivoj energiji.

2.3. Nacionalni regulatorni okvir

Energetika predstavlja jedno od najvažnijih strateških područja djelovanja Evropske unije, pri čemu upravljanje energetske sektorom ima ključnu ulogu u radu njenih institucija. Države članice kontinuirano unapređuju energetska tržišta, povećavaju stepen međusobne integracije i primjenjuju napredne tehnologije, u cilju jačanja energetske sigurnosti, konkurentnosti i održivosti.

Usklađivanje crnogorskog zakonodavstva sa pravnom tekovinom EU u poglavlju Energetika (Poglavlje 15) podržano je članstvom Crne Gore u Energetskoj zajednici, s obzirom na to da pravni okvir Ugovora o osnivanju Energetske zajednice obuhvata, između ostalog, pravnu

tekovinu Evropske unije koja se odnosi na električnu energiju, gas, OIE, strateške rezerve naftnih derivata, energetska efikasnost i zaštitu životne sredine.

Pregovaračko poglavlje 15 obuhvata sljedeće pod-oblasti: električna energija, ugljovodonici, gas, OIE, energetska efikasnost, nuklearna bezbjednost i zaštita od zračenja. U okviru ovog poglavlja, Crna Gora ima tri završna mjerila, gdje drugo završno mjerilo glasi: „Crna Gora da se uskladi s pravnom tekovinom o unutrašnjem energetskom tržištu, uključujući razdvajanje svih energetskih subjekata u skladu s nekim od modela definisanih pravnom tekovinom“ s tim u vezi, neophodno je usklađivanje s novim energetskim paketima (Paket čiste energije I i Paket čiste energije II). S tim u vezi, Crna Gora je usvojila Zakon o korišćenju energije iz obnovljivih izvora („Sl.list CG“ broj 82/24) a u narednom periodu je potrebno usvojiti i Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o energetici, kao i Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prekograničnoj razmjeni električne energije i prirodnog gasa.

Vlada Crne Gore nadležna je za sprovođenje političko-regulatornog okvira za razvoj i primjenu zelenog vodonika. Ovaj okvir obuhvata i međunarodne obaveze koje Crna Gora ima prema Evropskoj uniji, Ujedinjenim nacijama i drugim relevantnim međunarodnim organizacijama. U cilju efikasnog oblikovanja i implementacije regulatornog okvira, neophodna je koordinisana saradnja svih zainteresovanih strana, uključujući nadležne institucije, privredne subjekte, proizvođače, dobavljače i krajnje korisnike.

Zakonodavni okvir koji se odnosi na izgradnju, proizvodnju, transport, skladištenje i upotrebu zelenog vodonika u Crnoj Gori može se podijeliti na sljedeće segmente:

- Propisi u oblasti planiranja i izgradnje;
- Propisi u oblasti energetike;
- Propisi u oblasti zaštite životne sredine i klimatskih promjena;
- Propisi u oblasti upravljanja vodama;
- Propisi u oblasti bezbjednosti u proizvodnji i upotrebi zelenog vodonika;
- Drugi propisi.

Propisi u oblasti planiranja i izgradnje definisani su Zakonom o prostornom planiranju i izgradnji objekata („Službeni list CG“, br. 51/08, drugi zakon, [34/11](#), [40/11](#) - drugi zakon, [47/11](#), [35/13](#), [39/13](#) i [33/14](#). Prestao da važi 14.10.2017. godine, osim odredbi čl. 7, 16, 63, 64, 65, 67, 67a i 162c koje će se primjenjivati do donošenja plana generalne regulacije Crne Gore - vidi: [čl. 244](#) Zakona - 64/17. [11/19](#) - Odluka US CG) i Zakonom o koncesijama („Službeni list CG“, br. 08/09, 79/19, 125/23, 82/24 i 82/25).

Propisi u oblasti energetike obuhvataju:

- Zakon o ratifikaciji Sporazuma između Evropske zajednice i Republike Crne Gore o formiranju energetske zajednice („Službeni list CG“, broj 66/06);
- Zakon o energetici („Službeni list CG“, broj 28/25);
- Zakon o korišćenju energije iz obnovljivih izvora („Službeni list CG“ broj 82/24);
- Zakon o efikasnom korišćenju energije („Službeni list CG“, br. 57/14, 03/15, 25/19, 140/22 i 84/24).

Zakonodavni okvir koji reguliše autorizaciju, sertifikaciju i licenciranje u oblasti zaštite životne sredine i klimatskih promjena obuhvata:

- Zakon o životnoj sredini („Službeni list CG“, br. 52/16, 73/19 - drugi zakon, 73/19 - drugi zakon i 84/24 - drugi zakon);
- Zakon o strateškoj procjeni uticaja na životnu sredinu („Službeni list CG“, br. 40/11, 59/11, 52/16 i 84/24);
- Zakon o procjeni uticaja na životnu sredinu („Službeni list CG“, br. 75/18 i 84/24 - drugi zakon);
- Zakon o hemikalijama („Službeni list CG“, br. 51/17);
- Zakon o zaštiti vazduha („Službeni list CG“, br. 25/10, 40/11 - drugi zakon, 43/15 (čl. 29 i 30 nisu u prečišćenom tekstu), 73/19 - drugi zakon i 84/24 - drugi zakon);
- Zakon o upravljanju otpadom („Službeni list CG“, br. 34/24 i 92/24);
- Zakon o nacionalnim parkovima („Službeni list CG“, br. 39/16 i 84/24);
- Zakon o zaštiti prirode („Službeni list CG“, br. 18/19 i 84/24);
- Zakon o zaštiti od negativnih uticaja klimatskih promjena („Službeni list CG“, broj 73/19 i 84/24);
- Zakon o ratifikaciji Kjoto Protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih Nacija o promjeni klime („Službeni list CG“, broj 17/07).

Propisi u oblasti upravljanja vodama utvrđeni su:

- Zakonom o vodama („Službeni list CG“, br. 27/07, 32/11, 47/11) i
- Zakonom o finansiranju upravljanja vodama („Službeni list CG“, br. 65/08, 74/10, 40/11, drugi zakon, 40/11 - drugi zakon i 82/20)

Propisi u oblasti bezbjednosti u proizvodnji i upotrebi zelenog vodonika obuhvataju:

- Zakon o zaštiti i zdravlju na radu („Službeni list CG“, br. 34/14 i 44/18);
- Zakon o zaštiti i spašavanju („Službeni list CG“, br. 13/07, 05/08, 86/09 – drugi zakon, 32/11, 54/16, 146/21, 03/23 i 82/25);
- Zakon o zapaljivim tečnostima i gasovima („Službeni list CG“, br. 31/10, 40/11 i 48/15);
- Zakon o prevozu opasnih materija („Službeni list CG“, br. 33/14, 13/18, 84/24 i 89/25);
- Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju usaglašenosti („Službeni list CG“, br. 53/11 i 03/23);
- Zakon o standardizaciji („Službeni list CG“, broj 145/21).

Ostali propisi relevantni za postupke autorizacije, sertifikacije i licenciranja za zeleni vodonik uključuju:

- Zakon o poljoprivrednom zemljištu („Službeni list CG“, br. 15/92, 59/92, i 32/11);
- Zakon o morskom dobru („Službeni list CG“, br. 27/94 – drugi zakon, 51/08 – drugi zakon, 21/09 – drugi zakon i 40/11);
- Zakon o svojinsko-pravnim odnosima („Službeni list CG“, broj 29/25);
- Zakon o zaštiti kulturnih dobara („Službeni list CG“, br. 49/10, 40/11, drugi zakon, 44/17, 18/19, 84/24 - drugi zakon i 92/25);

- Zakon o državnoj imovini („Službeni list CG“, broj 21/09, 40/11 – drugi zakon i 23/25).

2.3.1. Zakon o energetici

Zakonom o energetici („Službeni list CG“, br. 28/25) usvojenim u martu 2025. godine transponovana je Direktiva (EU) 2019/944 o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište električne energije. Ova Direktiva uspostavlja zajednička pravila za proizvodnju, prenos, distribuciju i skladištenje energije i snabdijevanje električnom energijom, zajedno s odredbama o zaštiti potrošača, kako bi se stvorila istinski integrisana, konkurentna, fleksibilna, pravedna i transparentna tržišta električne energije orijentisana na potrošače u EU. S tim u vezi, Zakonom o energetici uređene su energetske djelatnosti, uslovi i način njihovog obavljanja radi obezbjeđenja sigurnog, pouzdanog i održivog snabdijevanja energijom, kao i načini organizovanja i funkcionisanja tržišta električne energije i gasa. Zakon postavlja osnove za integraciju novih tehnologija i energetske nosilaca, u postojeći energetski sistem Crne Gore, u skladu sa ciljevima dekarbonizacije i energetske tranzicije.

Ovim zakonom se definišu energetske djelatnosti koje obuhvataju proizvodnju, prenos, distribuciju, skladištenje i snabdijevanje električnom energijom, čime se stvaraju institucionalni i regulatorni preduslovi za buduću proizvodnju, skladištenje i distribuciju vodonika kao energetske nosača. Takođe, Zakon uređuje uslove za sigurnost i pouzdanost energetske sistema, kao i obavezu planiranja razvoja energetske kapaciteta na način koji omogućava uvođenje novih, niskouglednih tehnologija, među kojima su i tehnologije za korišćenje vodonika.

Zakonom su prepoznate nadležnosti državnih organa u planiranju i praćenju razvoja energetske sektora, kao i u usklađivanju nacionalnog zakonodavstva sa pravnom tekovinom Evropske unije. Poseban značaj za razvoj vodoničnih tehnologija imaju odredbe koje se odnose na energetske infrastrukturu, skladištenje energije, balansiranje sistema i energetske zajednice, koje predstavljaju osnov za uspostavljanje regulatornih rješenja u oblasti proizvodnje, transporta i upotrebe vodonika.

Ovim zakonom se, između ostalog, omogućava i razvoj tržišta novih energetske nosilaca, unapređenje konkurentnosti i podsticanje investicija u inovativne energetske tehnologije, čime se stvaraju preduslovi za integraciju zelenog vodonika u nacionalni energetski miks i za njegovo usklađivanje sa politikama EU u okviru pregovaračkog poglavlja 15 – Energetika.

2.3.2. Zakon o korišćenju energije iz obnovljivih izvora

Zakon o korišćenju energije iz obnovljivih izvora („Sl. list CG“, broj 82/24) predstavlja ključni zakonodavni osnov za ubrzanje energetske tranzicije i značajan korak u usklađivanju nacionalnog zakonodavstva sa pravnom tekovinom Evropske unije u oblasti obnovljive energije. Njegovim usvajanjem Crna Gora je u najvećoj mjeri implementirala **Direktivu (EU) 2018/2001 o promociji korišćenja energije iz obnovljivih izvora (RED II)**. Potpuna implementacija direktive predviđena je kroz donošenje podzakonskih akata definisanih zakonom, čime će se omogućiti puna operativna primjena propisanih rješenja.

Zakon strateški promoviše korišćenje OIE kao javni interes od nacionalnog značaja, sa ciljem dekarbonizacije energetske sektora, smanjenja zavisnosti od fosilnih goriva, povećanja energetske sigurnosti i diversifikacije izvora snabdijevanja. Uspostavlja okvir za planiranje ciljeva

udjela OIE u ukupnoj potrošnji energije, uvodi administrativne procedure za razvoj projekata iz OIE, definiše podsticajne modele za proizvođače, uređuje izdavanje garancija porijekla energije, uključujući i obnovljive gasove i vodonik, te omogućava formiranje zajednica obnovljive energije i status kupca-proizvođača.

Posebno je značajno što zakon obuhvata i sektor transporta, omogućavajući korišćenje energije iz OIE kao alternativnog goriva, što otvara prostor za uvođenje tehnologija zasnovanih na zelenom vodoniku. Ujedno, prepoznaje potrebu za transparentnim i efikasnim administrativnim procedurama, što je od posebnog značaja za buduće projekte proizvodnje i distribucije zelenog vodonika.

Ovim zakonom uspostavlja se regulatorni osnov za razvoj tržišta obnovljive energije i podstiče uvođenje inovativnih tehnologija, **uključujući i proizvodnju vodonika iz obnovljivih izvora**, čime se stvaraju preduslovi za njegovu integraciju u energetske sistem Crne Gore.

Planiranje udjela energije iz obnovljivih izvora i administrativne procedure (čl. 8–11)

Ovo poglavlje definiše da se cilj za obavezni udio energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj finalnoj potrošnji energije, kao i ciljevi u oblastima električne energije, grijanja i hlađenja i saobraćaja, određuju NEKP-om.

Pored toga, ovo poglavlje sadrži odredbe koje se odnose na procjenu i mjerenje potencijala OIE, postupak izdavanja dozvola za sprovođenje projekata i informacije o korišćenju energije iz obnovljivih izvora.

Garancija o porijeklu (čl. 52–61)

Odredbe ovog poglavlja propisuju da se garancija o porijeklu izdaje proizvođačima energije iz obnovljivih izvora za električnu energiju, gas, uključujući i vodonik, ili toplotu, kao i uslove pod kojima se garancija o porijeklu može izdati.

Pored toga, ovo poglavlje propisuje sadržaj garancije o porijeklu, prenos i prestanak važenja garancije o porijeklu, te uređuje evidenciju izdatih, prenesenih, iskorišćenih i povučenih garancija o porijeklu koju vodi operater tržišta električne energije.

Korišćenje energije iz obnovljivih izvora u saobraćaju (čl. 76 – 80)

Ovo poglavlje definiše da Uredba Vlade Crne Gore utvrđuje obaveze snabdjevača gorivima koja se koriste u saobraćaju u vezi sa ostvarivanjem udjela energije iz obnovljivih izvora u saobraćaju utvrđenog u NEKP-u, kao i druge mjere za postizanje tog udjela. Pored toga, ovo poglavlje sadrži odredbe koje se odnose na šemu podsticaja za korišćenje obnovljivih izvora energije u sektoru saobraćaja, kvalitet i kontrolu kvaliteta biogoriva, kao i podatke o karakteristikama tih goriva.

Programi udjela obnovljive energije (član 77)

Da bi se do 2030. godine ostvario planirani udio energije iz obnovljivih izvora u finalnoj potrošnji energije u saobraćaju, Ministarstvo predlaže Vladi donošenje programa podsticaja za korišćenje OIE u sektoru saobraćaja. Programom podsticaja mogu se predvidjeti podsticaji za:

- proizvodnju biogoriva, pod uslovom da ta biogoriva ispunjavaju kriterijume kvaliteta i

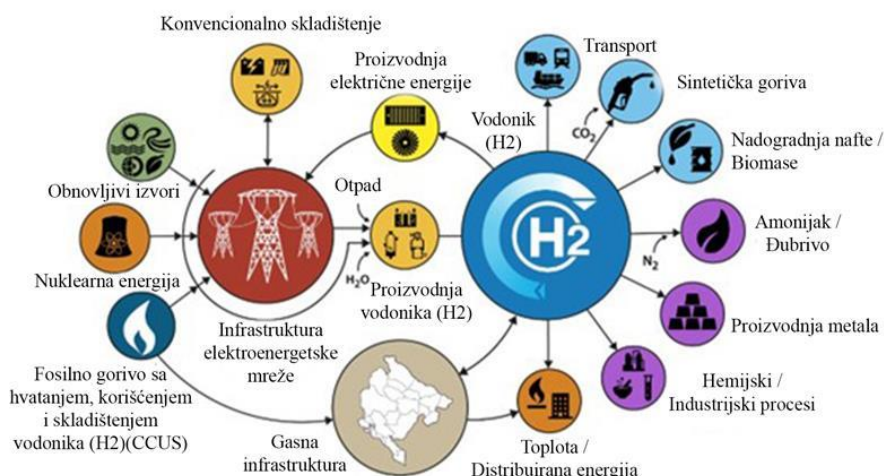
kriterijeme održivosti u skladu sa Zakonom i da, kada se koriste u motornim vozilima, postižu smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte u poređenju sa konvencionalnim gorivima;

- elektrifikaciju sektora saobraćaja;
- proizvodnju alternativnih goriva u sektoru javnog prevoza, međugradskog i pomorskog saobraćaja; i
- izgradnju infrastrukture za alternativna goriva na autoputevima, državnim i lokalnim putevima, kao i u morskim i riječnim lukama.

3. ULOGA VODONIKA

Vodonik je najrasprostranjeniji hemijski element u prirodi. Sa energetskeg stanovišta, vodonik se može posmatrati kao gorivo, bilo da se koristi za direktno sagorijevanje ili primjenom tehnologija gorivnih ćelija. Vodonik se smatra nosiocem energije: posjeduje visoku gravimetrijsku gustinu energije i kao takav može se koristiti za skladištenje energije dobijene drugim metodama proizvodnje. Nažalost, ima veoma nisku zapreminsku gustinu energije. To znači da standardni načini skladištenja vodonika (kao gas pod visokim pritiskom u bocama ili u kriogeno-tečnom stanju u specijalnim posudama – Dewarovim posudama) nijesu naročito efikasni, uz otvorena pitanja bezbjednosti i cijene. Vodonik je izuzetno zapaljiv, lako difunduje u čelike koji nijesu otporni na kiseline i veoma lako curi iz instalacija, zbog čega skladištenje, transport i upotreba vodonika predstavljaju tehničke izazove za održivu vodoničnu ekonomiju, te zahtijevaju sistemsko upravljanje gubicima i stalno unapređenje bezbjednosnih mjera.

Lanac vrijednosti vodonika prikazan je na slici 1.1.



Slika 1.1. Vrijednosni lanac vodonika¹¹

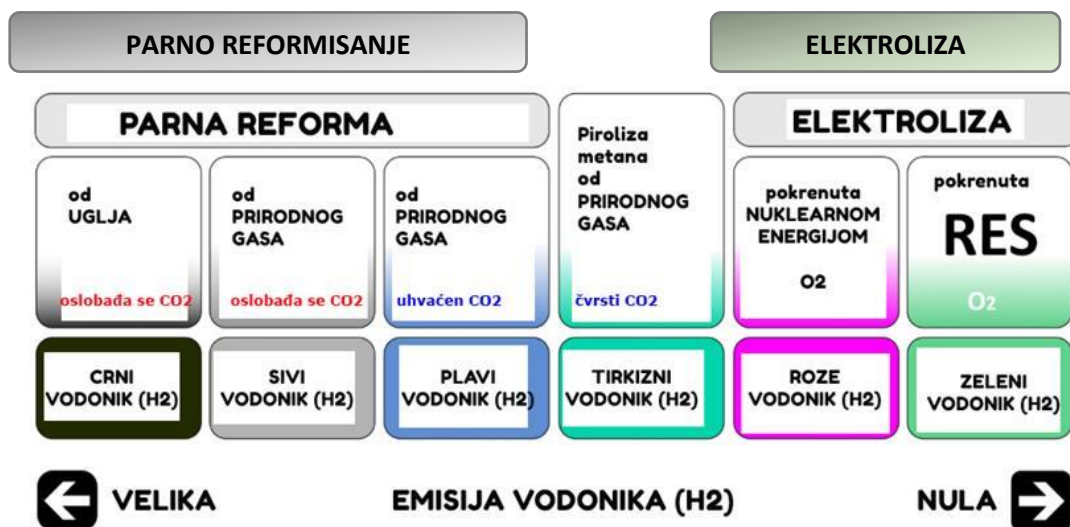
¹¹Adapted from: DoE Hydrogen Program Plan 2020,
URL: <https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/hydrogen-program-plan-2020.pdf>
(Plan programa za vodonik Ministarstva energetike SAD (DoE))

3.1. Proizvodnja

Globalno se godišnje proizvede oko 120 Mt vodonika, što je energetskekvivalentno 4000 TWh, odnosno 14,4 EJ. Ova količina čini oko 4% ukupne svjetske finalne potrošnje energije, uključujući i neenergetske namjene. Trenutno se oko 95% ukupno proizvedenog vodonika dobija procesom parnog reformisanja iz uglja, biomase ili prirodnog gasa. Na takav način dobijaju se tzv. crni i sivi vodonik (vidi sliku 1.2).

Procjenjuje se da trenutni ugljenični otisak vodonika iznosi između 70 i 100 Mt CO₂ godišnje samo na nivou EU. Alternativna proizvodnja vodonika elektrolizom vode zahtijeva veliku količinu energije, približno 50–55 kWh/kg vodonika. Vodonik dobijen elektrolizom iz OIE (vjetar, solarna energija itd.) naziva se **zeleni vodonik**. Udio elektrolizera u ukupnoj proizvodnji vodonika u EU iznosi svega oko 0.3%¹².

Elektroliza vode predstavlja poželjnu alternativu parnom reformisanju, jer omogućava proizvodnju čistog vodonika korišćenjem električne energije iz obnovljivih izvora. Postoje tri dominantne tehnologije za elektrolizu vode: AWE, PEM i Elektrolizeri sa čvrstim oksidima. AWE je ranije bio najčešći u upotrebi, dok su preostale dvije tehnologije u gotovo zreloj fazi razvoja, uzimajući u obzir troškove, efikasnost i trajnost, koji se često identifikuju kao ključni izazovi¹³. PEM tehnologija se pojavljuje kao dominantna za male i mobilne primjene.



Slika 1.2. Boje vodonika

Do 2050. godine, globalna proizvodnja zelenog vodonika mogla bi dostići kapacitet od 5000 GW. Ostvarenje ovog cilja, u funkciji podrške neto-nultim emisijama, zahtijevaće proizvodnju čak 21.000 TWh obnovljive energije. Do 2050. godine, ostvarenje ovog ambicioznog cilja zahtijevaće značajna ulaganja u iznosu od 11,7 triliona američkih dolara, usmjerena na razvoj elektrolizera,

¹² Clean Hydrogen Monitor 2023, Hydrogen Europe, 2022 data (Izveštaj „Čisti vodonik – pregled 2023“)

¹³ Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges - Renewable and Sustainable Energy Reviews 146 (2021) 111180 (Sistemi energije zasnovani na vodoniku: Kritički pregled tehnologija, primjena, trendova i izazova)

proširenje kapaciteta obnovljivih izvora i modernizaciju gasovodne infrastrukture¹⁴.

3.2. Skladištenje

Zbog veoma niske zapreminske gustine energije u poređenju sa konvencionalnim gorivima, za skladištenje značajnih količina vodonika potrebni su veći rezervoari. Uspješna tehnologija skladištenja vodonika mora zadovoljiti bar jedan od sljedeća tri kriterijuma: visok pritisak, niska temperatura i/ili upotreba materijala koji mogu hemijski vezati velike količine vodonika. Na osnovu primjene ovih kriterijuma, tehnologije skladištenja dijele se na fizičke i one koje se zasnivaju na upotrebi materijala za vezivanje vodonika.

Za skladištenje velikih količina vodonika dobijenog, na primjer, korišćenjem viškova energije iz elektroenergetске mreže, neophodni su rezervoari velike zapremine. Prva opcija su vještački stvorene slane pećine, prije svega zbog inertnosti vodonika u kontaktu sa solju. Tipični zapreminski kapaciteti su reda veličine stotina hiljada kubnih metara sa radnim pritiskom od 20 MPa. Druga opcija su prirodna skladišta koja se već koriste za prirodni gas.

Likvefakcija vodonika, odnosno pretvaranje iz gasovitog u tečno stanje, vrši se na temperaturi od -250 °C. Ova metoda se koristi za skladištenje i transport srednjih i velikih količina vodonika u velikim kriogenim posudama u kamionima, željezničkim vagonima i pomorskom saobraćaju. Druga kriogena opcija uključuje superkritični kriogeni gas dobijen bez likvefakcije. Ova metoda omogućava gustinu skladištenja za 15% veću od gustine tečnog vodonika.

Skladištenje vodonika u materijalima u čvrstom stanju često predstavlja najsigurniji i najefikasniji način skladištenja vodonika. Za ovakav način skladištenja potrebna je hemijska reakcija kako bi se vodonik oslobodio ili vezao, kao što je vezivanje u kovalentnim i jonskim jedinjenjima, poput amonijaka (15,1 mas.% H₂) i metanola (8,9 mas.% H₂), kao i hemijski vezanog vodonika u metalima – metalni hidridi (do 7,6 mas.% H₂). Metode skladištenja vodonika u čvrstom stanju još uvijek nijesu tehnološki u potpunosti razvijene, iako postoje uspješni prototipi i komercijalna rješenja.

3.3. Transport

Danas se vodonik obično transportuje kao komprimovani gas, kamionima ili kroz cjevovode ili kao tečni vodonik u kriogenim posudama. Skladištenje i transport vodonika u materijalima u obliku hemijskih jedinjenja predstavlja moguću alternativu, posebno u slučaju dužih transportnih relacija (zbog bezbjednosti i troškova), dok se svi oblici transporta mogu koristiti za lokalne, regionalne i kontinentalne potrebe.

Komprimovani gasoviti vodonik, u smješi sa prirodnim gasom ili kao čisti vodonik, predviđen je za transport kroz postojeću gasovodnu mrežu. Takav pristup predstavlja ekonomski efikasan način snabdijevanja potrošača većim količinama vodonika kroz postojeću mrežu gasovoda. Smatra se da se smješe sa niskim udjelom vodonika ($\leq 5\div 15/20\%$) mogu distribuirati postojećom mrežom

¹⁴ IRENA. Hydrogen: A renewable energy perspective. Tech. rep. Paris, Sept. 2019 (IRENA. Vodonik : Iz perspektive obnovljive energije. Tehnički izvještaj. Pariz, septembar 2019.)
URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Sep/Hydrogen-A-renewable-energy-perspective>

bez značajnog rizika od tehničkih oštećenja ili kvarova. Ipak, naučna i inženjerska zajednica još uvijek nije zauzela jedinstven stav o ovom pitanju i mogućim bezbjednosnim rizicima koje ono nosi.

Vodonik se takođe transportuje drumskim saobraćajem u namjenskim transportnim jedinicama pod visokim pritiskom. Kategorije se kao opasna materija, zbog reaktivnosti sa drugim supstancama, a prevoz opasnih materija u drumskom, željezničkom, pomorskom i vazdušnom saobraćaju vrši se u skladu sa Zakonom o prevozu opasnih materija („Sl. list CG“, br. 33/14, 13/18 i 84/24) i potvrđenim međunarodnim ugovorima kojima se uređuje prevoz opasnih materija, kao što je Međunarodni sporazum o prevozu opasnih materija – ADR, koji je Crna Gora ratifikovala 2006. godine. Ukoliko se prevoz komprimovanog vodonika sprovodi u skladu sa ADR propisima, navedeni transport se smatra bezbjednim.

U Evropi trenutno ne postoje kontejneri odobreni za željeznički transport vodonika, niti cisterni za prevoz komprimovanog ili tečnog vodonika, iako je razvoj specijalizovanih vagona, poput onih koje razvija DB Cargo, u poodmakloj fazi. Nasuprot tome, Kina i Sjedinjene Američke Države već raspolažu određenim tipovima vozila namijenjenih ovoj svrsi. Pomorski transport vodonika, bilo u tečnom stanju ili u nekom drugom obliku, može igrati ključnu ulogu u prevazilaženju geografskog disbalansa između potražnje za zelenim vodonikom i raspoloživih regionalnih proizvodnih kapaciteta. U tom kontekstu, članstvo Crne Gore u Međunarodnoj pomorskoj organizaciji od 2006. godine predstavlja važan institucionalni okvir za buduće uključivanje u međunarodne tokove transporta vodonika.

Takođe, kada je u pitanju pomorski transport, neophodno je uzeti u obzir odredbe člana 73 Zakona o prevozu opasnih materija („Sl. list CG“, br. 33/14, 13/18 i 84/24), gdje se navodi: „Prilikom prevoza opasnih materija u pomorskom saobraćaju primjenjuju se, pored mjera bezbjednosti za prevoz opasnih materija propisanih ovim zakonom, i mjere sigurnosti i bezbjednosti utvrđene propisima kojima se uređuje sigurnost pomorske plovidbe i zaštita mora od zagađivanja sa plovnih objekata, kao i mjere sigurnosti i bezbjednosti utvrđene potvrđenim međunarodnim ugovorima iz oblasti pomorske plovidbe.“

3.4. Upotreba vodonika

3.4.1. Vodonik u energetsom sektoru

U elektroenergetskom sektoru, vodonik se koristi za proizvodnju električne energije putem gorivnih ćelija (FC) ili gasnih turbina. Energetska efikasnost gorivnih ćelija u proizvodnji električne energije kreće se od 40 do 60%¹⁵, dok se gasne turbine često kombinuju sa parnim turbinama u okviru sistema poznatog kao kombinovani ciklus (CCGT), pri čemu ukupna efikasnost može dostići i do 64%.

U prošlosti su istraživani različiti tipovi gorivnih ćelija, ali je danas fokus uglavnom na dva tipa: **gorivne ćelije sa membranom od polimernog elektrolita (PEM FC)**, za upotrebu u automobilima i drugim prevoznim sredstvima i **gorivne ćelije sa čvrstim oksidima (SOFC)**,

¹⁵ Fuel cells, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (Gorivne ćelije, Kancelarija za energetska efikasnost i obnovljive izvore energije) URL: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/fuel-cells>.

uglavnom za stacionarne sisteme za kogeneraciju električne i toplotne energije. Najveća prednost korišćenja vodonika u gorivnim ćelijama je to što je praktično jedini produkt reakcije voda, pa je to gorivo najprihvatljivije sa stanovišta smanjenja emisije gasova sa efektom staklene bašte. Glavni nedostatak PEM gorivnih ćelija u primjeni na vozilima na vodonik jeste njihova visoka cijena, budući da se katalizatori i dalje zasnivaju na plemenitim metalima. Zbog toga su ova vozila znatno skuplja u poređenju sa konvencionalnim automobilima i električnim vozilima.

Gorivne ćelije mogu proizvesti najveću količinu električne energije u poređenju sa bilo kojom drugom tehnologijom kombinovane proizvodnje toplotne i električne energije (CHP). Zahvaljujući svojoj svestranosti i prilagodljivosti, mogu se primjenjivati u širokom rasponu, od napajanja pojedinačnih domaćinstava do velikih poslovnih objekata i industrijskih postrojenja. Ova primjena nudi izuzetno visoku efikasnost, koja dostiže do 95%.

Alternativna metoda za proizvodnju vodonika iz OIE jeste korišćenje perioda proizvodnje „viška“ električne energije iz obnovljivih izvora. Tokom tih perioda, elektroenergetski sistem nije u mogućnosti da potroši ili prenese svu proizvedenu električnu energiju, što zahtijeva smanjenje kapaciteta. Umjesto da se višak električne energije isključi, on se može iskoristiti za napajanje sistema elektrolizera za proizvodnju vodonika.

Vodonik predstavlja obećavajuću opciju za sezonsko dugoročno skladištenje energije. Kombinovanjem proizvodnje vodonika iz obnovljivih izvora sa njegovim skladištenjem, može se obezbijediti dugoročna fleksibilnost i stabilnost sistema. Sezonske vremenske promjene utiču na energetski učinak sistema na vjetar i solarnu energiju, ističući potrebu za skladištenjem energije kako bi se sistem dopunio tokom perioda viška kapaciteta i snabdijevao tokom nedostatka kapaciteta tokom sezone.

3.4.2. Vodonik u industrijskim primjenama

Vodonik ima značajnu ulogu u smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte u energetski intenzivnim industrijama poput proizvodnje amonijaka i metanola, kao i prerade nafte, koja je povezana sa visokim nivoima zagađenja.

Primarna industrijska metoda za proizvodnju amonijaka danas je Haber-Bosch proces, koji podrazumijeva hemijsku reakciju vodonika i azota pod specifičnim uslovima pritiska i temperature, u prisustvu metalnog katalizatora. Proizvodnja amonijaka trenutno predstavlja primjer najveće industrijske primjene vodonika.

Metanol (CH_3OH) je ključna komponenta u hemijskoj i farmaceutskoj industriji, kao i u proizvodnji sintetičkih ugljovodonika. Zeleni vodonik se može koristiti sa ugljen-dioksidom za proizvodnju metanola pod uslovima visokog pritiska i temperature, uz pomoć katalizatora.

Vodonik se takođe koristi u različitim procesima u industriji prerade nafte, kao što su hidrotretiranje¹⁶, hidrokreiranje¹⁷ i hidrodesulfurizacija¹⁸. Ovi procesi pomažu u smanjenju uticaja

¹⁶ Hidrotretiranje je katalitički proces u rafinaciji nafte koji koristi vodonik za uklanjanje nečistoća iz naftnih frakcija, obezbeđujući usklađenost sa ekološkim standardima, poboljšavajući kvalitet proizvoda.

¹⁷ Hidrokreiranje je proces u kojem se molekuli ugljovodonika iz nafte razlažu na jednostavnije molekule, kao što su benzin ili kerozin, uz dodatak vodonika pod visokim pritiskom i u prisustvu katalizatora.

¹⁸ Hidrodesulfurizacija (HDS) je standardni katalitički proces za uklanjanje sumpora iz naftnih derivata.

na životnu sredinu proizvoda na bazi nafte, poboljšavaju njihov kvalitet i smanjuju sadržaj sumpora.

Pored toga, vodonik može pomoći u smanjenju emisije ugljen-dioksida u industriji čelika. Metoda proizvodnje čelika u visokoj peći sa bazičnim kiseonikom, koja se u velikoj mjeri oslanja na ugali i koks kao redukciona sredstva, trenutno rezultira visokom emisijom ugljenika. Cilj ove industrije je da postigne karbonski neutralnu proizvodnju čelika korišćenjem vodonika kao čistog redukcionog sredstva u procesu koji se naziva direktna redukcija.

Vodonik je takođe ključan u procesu pretvaranja nezasićenih masti u zasićena ulja i masti. Prehrambena industrija koristi vodonik za proizvodnju hidrogenizovanih biljnih ulja, koja su ključna u proizvodnji margarina i putera. U serijskom procesu, zasićena ulja i masti se hidrogenizuju u zagrijanom rezervoaru.

Savremeni veliki električni generatori često koriste gasoviti vodonik kao rashladno sredstvo za rotor, prvenstveno zbog njegove niske gustine, visoke toplotne provodnosti i velike specifične toplote. Ove osobine čine vodonik izuzetno efikasnim u odvajanju toplote i održavanju stabilnosti sistema.

3.4.3. Primjena vodonika u transportu

Procjenjuje se da je sektor transporta odgovoran za 27% ukupnih globalnih emisija gasova sa efektom staklene bašte, što sektor transporta čini jednim od ključnih područja za dekarbonizaciju. U tom kontekstu, primjena vodonika predstavlja značajan potencijal za smanjenje emisija ugljendioksida. Vozila sa gorivnim ćelijama na vodonik i ona sa direktnim sagorijevanjem vodonika mogu se primjenjivati kako kod lakih vozila poput putničkih automobila i kombi vozila, tako i kod teških vozila kao što su kamioni i autobusi. Osim drumskog saobraćaja, vodonik se sve više razmatra i za upotrebu u pomorskom transportu, čime se dodatno proširuju mogućnosti njegove integracije u održive transportne sisteme.

Radi postizanja klimatske neutralnosti u EU, Evropski parlament je nedavno usvojio Uredbu o infrastrukturi za alternativna goriva (AFIR Uredba (EU) 2023/1804), kojom se postavljaju obavezni minimalni nacionalni ciljevi za uspostavljanje infrastrukture za alternativna goriva. Takođe se predviđa da će se HRS za automobile i kamione postavljati od 2030. godine u svim urbanim čvorištima i na svakih 200 kilometara duž glavne TEN-T mreže. Ove HRS stanice moraju imati ekvivalent minimalnog kumulativnog kapaciteta od 1 tonu dnevno. Pored toga, HRS stanice moraju biti opremljene dispenzerom od 700 bara.

Takođe se navodi da se mora obezbijediti da vozači vozila na vodonik mogu lako i transparentno plaćati ovu uslugu, a operateri stanica za punjenje moraće da pruže sveobuhvatne informacije o dostupnosti, vremenu čekanja ili cijeni.

4. EKONOMSKI PREGLED

Nakon snažnog ekonomskog rasta Crne Gore u 2023. godini, koji je rezultat uspješne turističke sezone, priliva nerezidenata i pozitivnih kretanja na tržištu rada, povoljni makroekonomski trendovi nastavljaju se i tokom 2024. godine. U prvoj polovini 2024. godine, realni ekonomski rast Crne Gore iznosio je 3,4%, pri čemu je ključni generator rasta bila privatna potrošnja, sa

doprinosom od 6,5 %.

Tokom 2024. godine, sektori građevinarstva, trgovine i saobraćaja ostvaruju rast, dok industrijska proizvodnja bilježi pad, pod uticajem nepovoljnih hidroloških uslova i posljedično niže proizvodnje električne energije. Pozitivni trendovi nastavljaju da karakterišu tržište rada, koje bilježi izrazito povoljne parametre u prethodnim godinama, sa rastom zaposlenosti i prosječnih neto zarada, uz kontinuirani pad stope nezaposlenosti. U sektoru turizma zabilježen je rast broja noćenja u kolektivnom smještaju, dok su prihodi od turizma u prvih devet mjeseci 2024. godine iznosili 1,31 milijardu eura, što predstavlja blagi pad u odnosu na 2023, prvenstveno zbog smanjenog priliva nerezidenata. Ipak, u poređenju sa pretkriznom 2019. godinom, prihodi od turizma bilježe snažan rast od 29,0%. Bankarski sektor karakteriše postepeni pad kamatnih stopa i snažni porast novoodobrenih kredita, uz stabilnost i visoki nivo likvidnosti. Rast ukupnih depozita od 2,8% u prvih deset mjeseci 2024. godine dodatno potvrđuje signale povjerenja građana i kompanija u bankarski sektor.

Inflacija registruje primjetna pozitivna kretanja, krećući se paralelno sa inflacijom u Evropskoj uniji i na nivoima koji su najniži još od perioda pandemije. Godišnja stopa inflacije u 2024. godini značajno je usporila i u oktobru iznosi 1,2%. Neto strane direktne investicije u prvih devet mjeseci porasle su za 18,8% na godišnjem nivou, pri čemu su investicije u kompanije i banke zabilježile rast od 44,0%, što ukazuje na oporavak investicione aktivnosti.

Na osnovu navedenih makroekonomskih kretanja, prognozirani rast crnogorske ekonomije u 2024. godini iznosi 3,8%.¹⁹

4.1. Industrijska proizvodnja

Kada je riječ o industrijskoj proizvodnji, zabilježen je blag rast u sektorima rudarstva i eksploatacije kamena, kao i u snabdijevanju električnom energijom. Međutim, prerađivačka industrija bilježi postepeni pad. Uprkos tome, prerađivačka industrija ostaje dominantni dio industrijske proizvodnje, sa učešćem od 55%.

Analizom rasta proizvodnje po sektorima uočava se da su sektori snabdijevanja električnom energijom, gasom i parom zabilježili rast od 33%, dok je rudarstvo rude i kamena ostvarilo rast od 2%. S druge strane, sektor prerađivačke industrije zabilježio je pad od 10%. U sektoru rudarstva i vađenja kamena, zabilježen je značajan pad od 33% u proizvodnji u oblasti ostalog rudarstva (nemetalni mineralni proizvodi itd.). Međutim, drugi sektori su ostvarili rast proizvodnje, sa povećanjem od 14% u eksploataciji metalnih ruda i 9% u eksploataciji uglja.

U okviru prerađivačke industrije, sedam oblasti zabilježilo je rast proizvodnje. U ove oblasti spadaju: proizvodnja duvanskih proizvoda (rast preko 200%), štampanje i umnožavanje audio i video zapisa (rast od 31%), proizvodnja pića (rast od 24%), proizvodnja proizvoda od drveta, plute itd. (rast od 22%), proizvodnja osnovnih farmaceutskih proizvoda i preparata (rast od 18%), proizvodnja prehrambenih proizvoda (rast od 15%) i proizvodnju gumenih i plastičnih proizvoda (rast od 6%).

¹⁹ Program ekonomskih reformi 2025-2027.

S druge strane, osam sektora zabilježilo je pad proizvodnje. To su: proizvodnja osnovnih metala (pad od 47%), proizvodnja metalnih proizvoda osim mašina i uređaja (pad od 39%), proizvodnja hemikalija i hemijskih proizvoda (pad od 27%), proizvodnja papira i papirnih proizvoda (pad od 22%), proizvodnja mašina i opreme na drugom mjestu nepomenuta (pad od 22%), proizvodnja namještaja (pad od 7%), proizvodnja odjeće (pad od 4%) i proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala (pad od 3%).

U narednom periodu, fokus donosioca odluka treba da bude na unapređenju zakonodavnog okvira i poslovnog ambijenta za nove investicije. Takođe, podsticajne mjere treba usmjeriti na jačanje konkurentnosti, posebno u sektorima zelene energije, poljoprivrede, turizma i digitalizacije, odnosno digitalne transformacije društva, što bi moglo dovesti do restrukturiranja i održivog razvoja crnogorske ekonomije.

Trenutno u Crnoj Gori ne postoje značajni proizvođači ni potrošači sivog vodonika. Takođe, u Crnoj Gori trenutno ne postoji razvijena infrastruktura za transport i snabdijevanje prirodnim gasom. Ipak, scenariji energetske potrošnje do 2030. godine predviđaju gasifikaciju većih gradova, izgradnju elektrana na prirodni gas i uspostavljanje gasovoda za njegov transport²⁰. U tom kontekstu, izgradnja Jonsko-jadranskog gasovoda je definisana kao prioritetni infrastrukturni projekat od strane Ministarstva energetike i rudarstva. U tom kontekstu, planiranje gasne infrastrukture u Crnoj Gori treba da uključi i perspektivu njenog budućeg korišćenja za transport vodonika.

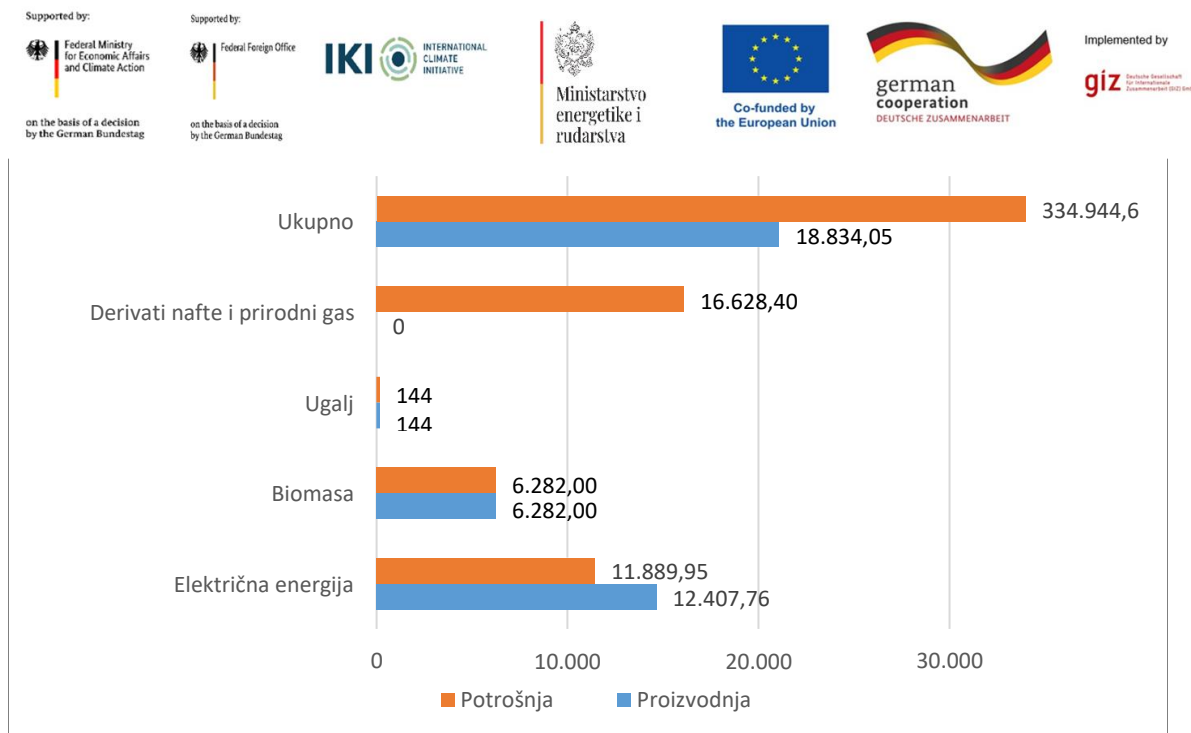
U skladu sa evropskim ciljevima dekarbonizacije, Hrvatska je, u ime Crne Gore i Albanije, podnijela Evropskoj komisiji inicijativu za dodjelu statusa PMI (Project of Mutual Interest) za H2 IAP projekat, koji bi omogućio transport prirodnog gasa i gasovitog vodonika. Time bi Crna Gora dobila stratešku poziciju za buduće povezivanje sa evropskom vodoničnom mrežom (European Hydrogen Backbone) i za pristup regionalnim i međunarodnim tokovima zelenog vodonika.

4.2. Energetski sektor

U 2024. godini, u Crnoj Gori proizvedeno je 3.449,07 GWh električne energije. U 2024. godini proizvodnja TE „Pljevlja“ je i dalje dominantna u energetsom miksu i predstavlja 38,79% ukupno ostvarene proizvodnje. Udio OIE i visokoefikasne kogeneracije u ukupnoj proizvodnji električne energije u 2024. godini iznosio je 61,21%. U Crnoj Gori, proizvodnja električne energije prvenstveno zavisi od hidroelektrana, kod kojih je tokom 2024. godine zabilježen pad proizvodnje. Struktura proizvodnje, ostvarena tokom 2024. godine, pokazuje da učešće hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji električne energije iznosi 50,94%. Učešće TEP u ukupnoj proizvodnji iznosilo je 38,82%. Učešće VE je 8,46%, dok su SE svoje učešće povećale sa 0,31% u 2023. godini na 1,78% u 2024. godini. U 2024. godini proizvodnja iz OIE ostvarena je u iznosu od 2.108,76 GWh što čini oko 61% ukupne proizvodnje, a proizvodnja TEP je iznosila 1.337,84 GWh ili oko 39% ukupne proizvodnje²¹.

²⁰ Strategija razvoja energetike Crne Gore do 2030. godine, Maj, 2014.

²¹ Izvještaj o realizaciji energetskog bilansa za 2024. godinu



Slika 4.1 Ukupna proizvodnja i potrošnja energije 2024. godine (u TJ)

Početak eksploatacije energije sunčevog zračenja u cilju proizvodnje električne energije u komercijalne svrhe u Crnoj Gori desio se 2019. godine, ulaskom u pogon SE „Invicta“, instalisane snage 416 kW. Nakon toga, do kraja 2024. godine, ušlo je u rad još osam fotonaponskih elektrana (SE „DG“, SE „Bar-Kod“, SE „Alliance“, SE „FSCG“, SE „Milenijum“, SE „Čevo“, SE „KAP“ i SE „Voli Trade 1“), tako da je ukupna instalisana snaga solarnih elektrana u Crnoj Gori na kraju 2024. godine iznosila 9,499 MW. Osim toga, do kraja 2024. godine na distributivni sistem je bilo priključeno 4.833 fotonaponskih sistema u režimu kupca-proizvođača, ukupne instalisane snage 24,051 MW. Od avgusta 2020. godine do kraja 2024. godine, CGES je primio 29 zahtjeva za priključenje solarnih elektrana, ukupne zahtijevane instalisane snage 4.151,3 MW. Od toga, CGES je zaključio osam ugovora o izgradnji infrastrukture za priključenje i priključenju solarnih elektrana, ukupne instalisane snage 2.198,5 MW. Na kraju 2024. godine, ukupna instalisana snaga svih elektrana u Crnoj Gori, uključujući kupce – proizvođače, iznosila je 1.081,454 MW²².

Takođe, Ministarstvo energetike i rudarstva je u julu objavilo javni poziv za dodjelu premija kroz aukcijski model ugovora o razlikama (Contract for Difference – CfD), kao podsticajnu mjeru usklađenu sa RED II Direktivom za izgradnju projekata iz OIE. Poziv obuhvata kvotu od 250 MW za solarnu tehnologiju, uz ograničenje ponuđačima da se mogu prijaviti za maksimalno 50% ukupnog planiranog kapaciteta, što praktično najavljuje razvoj novih projekata ukupne snage snage od 500 MW instaliranog kapaciteta.

Tokom 2024. godine pušteno je u rad dodatnih 5,25 MW kapaciteta, čime je ukupno instalisani kapacitet dostigao 33,5 MW. Ipak, velike solarne elektrane još uvijek nijesu izgrađene. U cilju razvoja ovog segmenta, Vlada Crne Gore je 2018. godine zaključila Ugovor o zakupu zemljišta za izgradnju solarne elektrane Briska Gora. Prva faza projekta predviđa instalaciju kapaciteta od

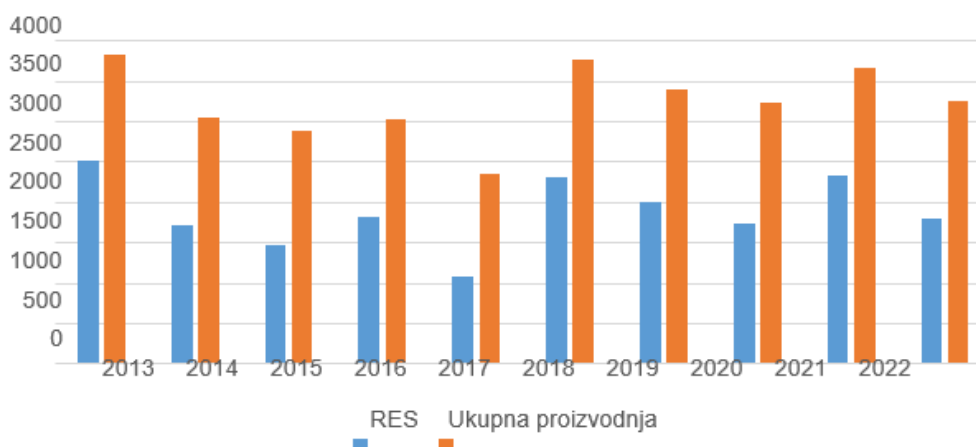
²² Izvještaj o realizaciji energetskog bilansa za 2024. godinu

50 MW, dok druga faza obuhvata dodatnih 200 MW, čime bi se značajno unaprijedila proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora. Takođe, razvoj SE u Crnoj Gori nameće potrebu **za povećanjem kapaciteta distributivne mreže**, stoga je neophodno da distributivna mreža bude projektovana tako da u budućnosti ne bude ograničavajući faktor.

Takođe, Crna Gora je izdala dozvole za 4 GW SE i VE, što značajno premašuje postojeći kapacitet elektroenergetske mreže.

U Crnoj Gori su do sada izgrađene dvije velike hidroelektrane: HE „Piva“ na istoimenoj rijeci u opštini Plužine, sa instalisanom snagom od 3x120 MVA i HE „Perućica“ na teritoriji opštine Nikšić na Glavi Zete, koja ima sedam agregata sa ukupnom nominalnom aktivnom snagom od 330 MVA.

U periodu do 2022. godine, ukupno 38 malih hidroelektrana bilo je priključeno na distributivni energetska sistem Crne Gore, od kojih 24 imaju snagu manju od 1 MW. Krajem avgusta 2022. godine, EPCG je dobila koncesiju za korišćenje akumulacije Otilovići, u svrhu izgradnje mHE Otilovići sa instalisanim kapacitetom od 2,96 MW i procijenjenom godišnjom proizvodnjom od 11 GWh električne energije.



Slika 4.2. Proizvodnja električne energije za period 2013.–2022²³.

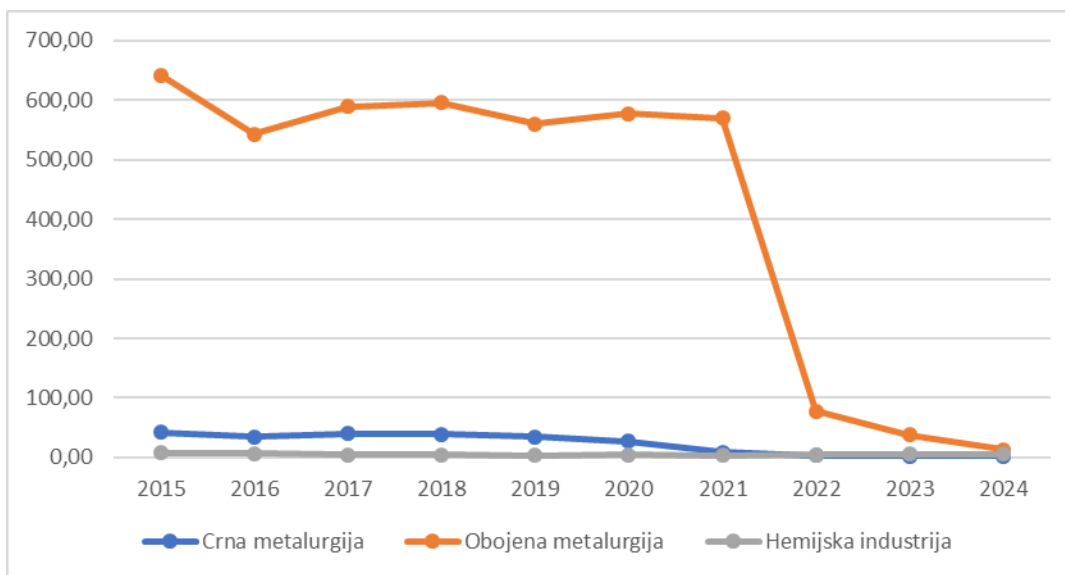
Kada je riječ o ukupnoj proizvodnji i potrošnji energije u Crnoj Gori u 2024. godini (vidi sliku 4.1):

- Ukupna proizvodnja električne energije iz OIE u 2024. godini je iznosila 7.591,55 TJ, što u odnosu na ukupnu proizvodnju električne energije od 12.407,76 TJ iznosi oko 61,18%.
- Proizvedena energija uglja (isključujući ugalj koji se transformiše u električnu energiju u TEP) u 2024. godini je iznosila 144 TJ, dok je proizvodnja energije iz biomase procijenjena na 6.282 TJ.
- Iz navedenih podataka se može zaključiti da je učešće energije iz OIE u ukupnoj proizvodnji energije u 2024. godini iznosilo 73,66%.
- Ukupan promet naftnih derivata za potrebe potrošnje u Crnoj Gori u 2024. godini ostvaren je u količini od 387.572 tona, što je za 31.613 tona ili 7,54% manje od plana. U odnosu na 2023.

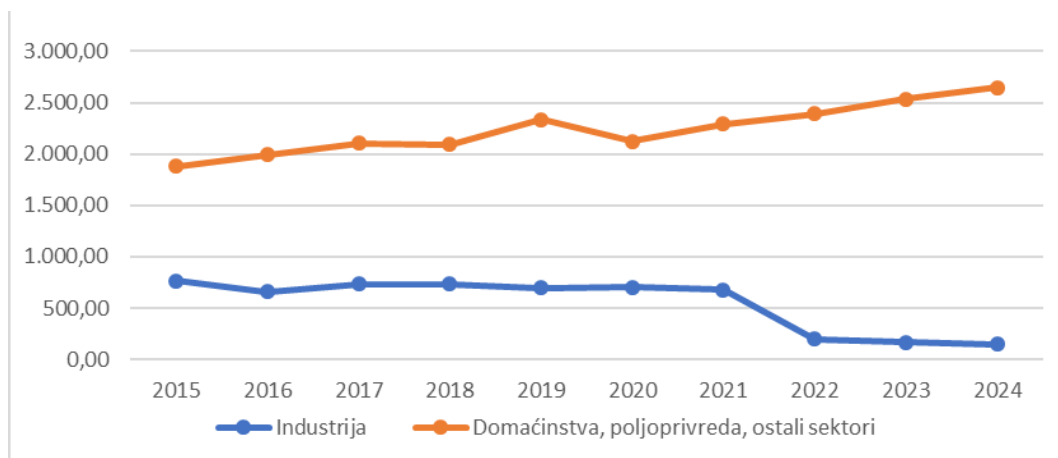
²³ Bilansi električne energije, MONSTAT 2013-2023

godinu potrošnja je veća za 10.962 tona ili za 2,91%. U odnosu na 2023. godinu ostvareno je najveće povećanje potrošnje kod mlaznog goriva, motornih benzina, ekodizela i lož ulja, a do izvjesnog pada je došlo i kod ostalih derivata.

Trendovi potrošnje energije po sektorima u crnogorskoj ekonomiji prikazani su na slikama 4.3. i 4.4²⁴. Uočava se desetogodišnji trend smanjenja potrošnje energije u energetski intenzivnim privrednim sektorima, uz istovremeni porast potrošnje energije u domaćinstvima i poljoprivredi.



Slika 4.3. Potrošnja energije u sektorima prerade metala i hemijskoj industriji (u GWh)



Slika 4.4. Uporedna potrošnja energije u industriji i domaćinstvima i poljoprivredi (u GWh)

²⁴ Bilansi električne energije, MONSTAT 2013-2023

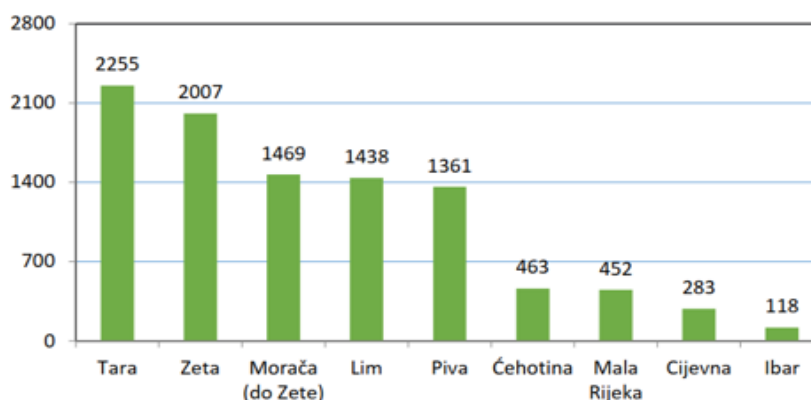
5. ANALIZA POTENCIJALA PRIMJENE ZELENOG VODONIKA U CRNOJ GORI

5.1. Obnovljiva energija²⁵

Obnovljiva energija predstavlja održivu opciju za zamjenu fosilnih goriva i uspostavljanje otpornog i održivog energetskog sistema u Crnoj Gori. Iskorišćavanjem OIE, Crna Gora može obezbijediti pouzdano i pristupačno snabdijevanje električnom energijom koje podržava ekonomski rast, uz smanjenje zavisnosti od uvoza.

5.1.1. Hidropotencijal Crne Gore

Crna Gora je bogata vodnim potencijalom. Prosječni oticaj vode procjenjuje se na 40 litara/s/km², što svrstava Crnu Goru u 4% teritorije svijeta sa najvišim prosječnim oticajem. Teorijski potencijal glavnih rijeka prikazan je na slici 5.1.



Slika 5.1. Teorijski potencijal glavnih rijeka (u GWh)²⁶

U Crnoj Gori je u prethodnom periodu obavljen veliki broj hidrometrijskih mjerenja na lokacijama malih rijeka koje se mogu koristiti za izgradnju malih hidroelektrana. Rezultati ispitivanja²⁷ pokazali su da brojni mali vodotoci imaju opravdane mogućnosti za izgradnju više malih hidroelektrana ukupne instalisane snage veće od 10 MW.

Na osnovu izvještaja REGAGEN-a iz 2024. godine, procijenjen je zbirni teorijski i tehnički iskoristiv hidropotencijal svih vodotokova u Crnoj Gori (vidi Tabelu 5.1).

Tabela 5.1. Teorijski i tehnički iskoristiv hidropotencijal u Crnoj Gori²⁸

Glavni vodotoci	Teorijski potencijal [TWh]	Tehnički iskoristiv hidropotencijal [TWh]
Glavni	9,8	3,7 – 4,6

²⁵ Ovo poglavlje je ograničeno na razmatranje tehničkog potencijala tehnologija do objavljivanja (nacrt) NEKP-a.

²⁶ Ministarstvo održivog razvoja i turizma „Bazne studije za potrebe izrade Prostornog plana Crne Gore“ Podgorica, 2018. godine.

²⁷ M. Bošković, M. Popović, N. Alilović, Hidrološka obrada za profile malih (mini, mikro) hidroelektrana (mHE) na pritokama glavnih vodotoka u Crnoj Gori, Hidrometeorološki zavod Crne Gore - Hidrološki sektor, Podgorica, jun 2011.

²⁸ Regulatorna agencija za energetiku i regulisane komunalne djelatnosti REGAGEN, „Izveštaj o stanju energetskog sektora Crne Gore za 2024. godinu“, Podgorica, jul 2025. godine

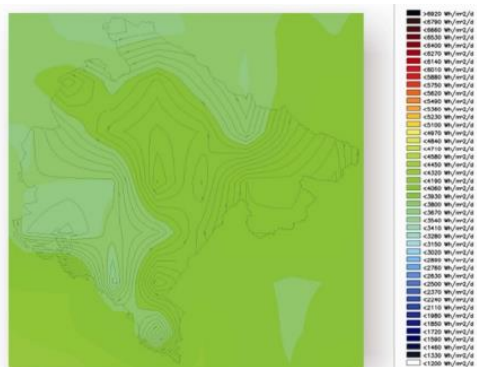
Manji	0,8 – 1,0	0,4
Ukupno	10,6 – 10,8	4,1 – 5,0

5.1.2. Potencijal SE

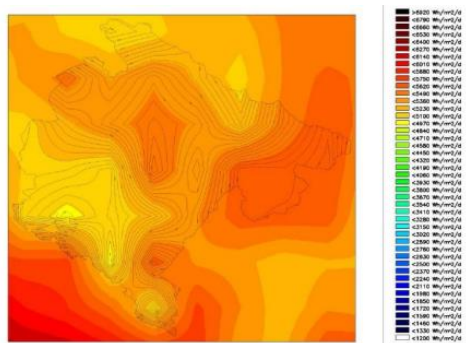
Region jugoistočne Evrope raspolaže značajnim potencijalom za korišćenje obnovljivih izvora energije, pri čemu se solarna energija izdvaja kao posebno perspektivna. Crna Gora se ističe kao jedna od zemalja sa najpovoljnijim uslovima za razvoj solarnih kapaciteta, zahvaljujući više od 2.000 sunčanih sati godišnje na nacionalnom nivou, dok primorska područja bilježe i preko 2.500 sunčanih sati što potvrđuje da Crna Gora raspolaže izuzetno povoljnim uslovima za razvoj solarne energetike i unapređenje energetske održivosti.

Na osnovu srednjih dnevnih vrijednosti globalnog sunčevog zračenja na godišnjem i mjesečnom nivou (npr. za maj), (Slika 5.2), jasno se uočava da područje Podgorice, primorski region (posebno područja oko Budve i Ulcinja), kao i sjeveroistočni djelovi Crne Gore, raspolažu izuzetnim solarnim potencijalom. Prosječna godišnja količina globalnog zračenja na teritoriji Crne Gore kreće se između 3.200 i 4.450 Wh/m² dnevno, što ukazuje na široku prostornu raspoloživost solarne energije. Uz pretpostavku da je prosječna godišnja solarna insolacija 1.450 kWh/m², teorijski potencijal sunčevog zračenja na nivou države može se procijeniti na oko 20 PWh godišnje.

a)



b)



Slika 5.2. Globalno sunčevo zračenje a) srednje dnevne vrijednosti na godišnjem nivou, b) srednje dnevne vrijednosti na mjesečnom nivou²⁹.

²⁹ C. Barbieli, G. Cassulo, Procjena potencijala obnovljivih izvora energije u Republici Crnoj Gori, Ministarstvo za zaštitu životne sredine, kopna i mora Republike Italije, Februar 2007.g., URL: <https://www.gov.me/dokumenta/3afb730-ab89-4bb8-838c-36ed98b1674d>.

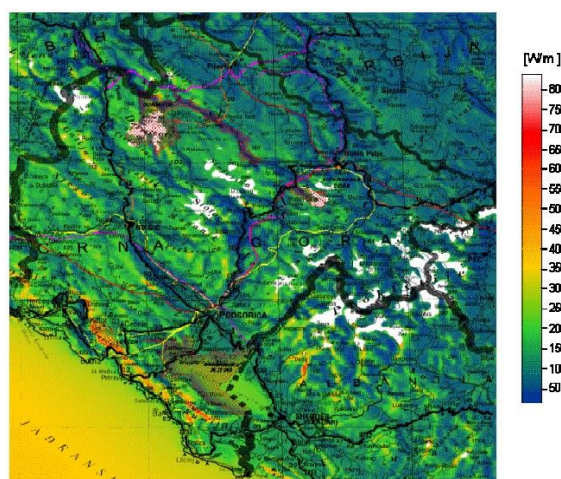
Procjena proizvodnje električne energije na teritoriji Crne Gore iz solarnih elektrana sprovedena je kroz dvije stručne studije^{30, 31}.

5.1.3. Potencijal energije vjetra

Detaljnija istraživanja potencijala vjetra u Crnoj Gori započela su 2002. godine.

Prema studiji zasnovanoj na podacima mjerenja brzine vjetra samo za primorski region, koju je sproveo Hidrometeorološki zavod (HMZ)³², za primorski pojas od Ulcinja do Herceg Novog, širine 20 km i površine oko 1000 km², prosječna brzina vjetra iznosi >7 m/s, a prosječna snaga vjetra je 400–600 W/m². U planinskim predjelima i brdima duž crnogorske obale (lokacije iznad Budve, Tivta, Kotora itd.) prosječna snaga vjetra na visinama od 50 m može prelaziti 1.000 W/m². Prema ovoj studiji, snaga vjetra u rasponu od 1.000–1.500 MW mogla bi se iskoristiti u primorskom regionu.

Druga studija³³ procijenila je da Crna Gora ima vjetropotencijal od 100 MW u oblastima sa velikim brzinama vjetra (brzine vjetra iznad 7 m/s – vidi sliku 5.3). Potencijal se povećava na 400 MW ako se u obzir uzmu i zone srednjeg potencijala.



Slika 5.3. Stvarni energetski potencijal vjetra (u W/m²) na visini od 50 m iznad površine tla³⁴

Na kraju, nedavna studija³⁵ o potencijalu crnogorske obale za korišćenje energije vjetra na moru

³⁰ „Solarna energija u sektoru turizma u Crnoj Gori“, CCEE, Podgorica, 2015

³¹ C. Barbieli, G. Cassulo, Procjena potencijala obnovljivih izvora energije u Republici Crnoj Gori, Ministarstvo za zaštitu životne sredine, kopna i mora Republike Italije, Februar 2007.g., URL: <https://www.gov.me/dokumentacija/3afbf730-ab89-4bb8-838c-36ed98b1674d>.

³² D. Mikicic et al., Wind Energy Potential in the World and in Serbia and Montenegro, 2006, URL: https://www.researchgate.net/publication/275921886_Wind_energy_potential_in_the_world_and_in_Serbia_and_Montenegro

³³ C. Barbieli, G. Cassulo, Procjena potencijala obnovljivih izvora energije u Republici Crnoj Gori, Ministarstvo za zaštitu životne sredine, kopna i mora Republike Italije, 2007, URL: <https://www.gov.me/dokumentacija/3afbf730-ab89-4bb8-838c-36ed98b1674d>

³⁴ C. Barbieli, G. Cassulo, Procjena potencijala obnovljivih izvora energije u Republici Crnoj Gori, Ministarstvo za zaštitu životne sredine, kopna i mora Republike Italije, 2007, URL: <https://www.gov.me/dokumentacija/3afbf730-ab89-4bb8-838c-36ed98b1674d>

³⁵ Bogdanović et al, Energies 2024,17, 1852

pokazalo je da bi se u crnogorskim vodama mogle izgraditi vjetroelektrane s tehničkim potencijalom ukupnog kapaciteta od oko 2.300 MW, što uključuje 2.034 MW za plutajuće konstrukcije, 127 MW za fiksne konstrukcije i 138 MW za fiksne *jacket* strukture.

5.1.4. Izazovi i barijere za korišćenje OIE u Crnoj Gori

Korišćenje OIE u Crnoj Gori suočava se sa nizom barijera koje obuhvataju političke, administrativne, ekonomske, tržišne, infrastrukturne i društvene aspekte.

Političke barijere uključuju nedostatak jasnih politika i nedovoljnu institucionalnu podršku, kako na nacionalnom nivou, tako i od strane lokalnih samouprava.

Administrativne prepreke odnose se na ograničenu transparentnost, pravnu neizvjesnost i složene birokratske procedure.

Ekonomske barijere obuhvataju visoke početne investicione troškove, nedostatak finansijskih podsticaja i značajne troškove održavanja.

Tržišni izazovi proizlaze iz strukturne dominacije malog broja učesnika, nestabilnosti cijena i niske likvidnosti tržišta.

Infrastrukturne barijere uključuju ograničene kapacitete elektroenergetske mreže i nedovoljnu povezanost ključnih energetske sistema.

Društveni aspekti - Kada se govori o ulaganju u OIE u Crnoj Gori, veoma je važno da društvo prihvati i sagleda njihov značaj. U tom smislu, potrebno je organizovati informativne kampanje i aktivnosti podizanja svijesti.

5.2. SWOT analiza

Uzimajući u obzir aktuelne okolnosti u oblasti ekonomije i energetskog sektora, kao i prepoznatljiv potencijal Crne Gore za korišćenje OIE u proizvodnji i upotrebi zelenog vodonika, sprovedena je SWOT analiza radi sagledavanja ključnih prednosti, slabosti, prilika i prijetnji u ovom domenu.

Među **PREDNOSTIMA**, treba naglasiti visok udio OIE u proizvodnji električne energije i ogroman potencijal za razvoj, strateški prostorni položaj za izvoz vodonika (obala i blizina mora, geopolitičko okruženje itd.), mogućnost integracije OIE, potencijal za niske i predvidive troškove rada i održavanja, učešće u međunarodnim konvencijama o klimatskim i ekološkim pitanjima i veliki potencijal za rast.

Ipak, veoma visoka cijena proizvodnje vodonika i njegovih proizvoda, uz slabu dostupnost i visoke troškove malih elektrolizera, odsustvo infrastrukture za vodonik, usporen tempo usvajanja regulatornog okvira, i dalje značajne rezerve fosilnih goriva, nekompletna prateća politika i nemogućnost podsticanja razvoja OIE, slaba mreža snabdjevača (konsultanata, inženjera, preduzetnika, dobavljača itd.), nedovoljno učešće privatnog sektora, nerazvijen sektor istraživanja i razvoja i nedovoljna i neravnomjerna distribucija vode u Crnoj Gori predstavljaju najveće **SLABOSTI**.

Mogućnost za veću integraciju OIE, mogućnost za sezonsko skladištenje energije i sposobnost upravljanja fluktuacijama snage u cilju dostizanja ciljeva ugljenične neutralnosti, dalji razvoj sektora transporta i njegova dekarbonizacija, diversifikacija energetskog miksa radi smanjenja

zavisnosti od uvoza energije, stvaranje novih vještina i radnih mjesta, diversifikacija kompanija iz energetskog sektora, smanjenje uticaja na životnu sredinu, unapređenje energetske sigurnosti i nacionalne samostalnosti, pojava tržišta zelenog vodonika i porast stranih investicija su među najvažnijim **PRILIKAMA**.

Na kraju, tehnološka nerazvijenost vodoničnih tehnologija u poređenju sa dostupnijim jeftinijim konkurentskim tehnologijama, kao i konkurencija sa drugim obnovljivim izvorima, stalno prisutni regulatorni i politički izazovi i bezbjednosni problemi, neadekvatan zakonodavni okvir, nedostatak dobavljača, investitora i potencijalnih kupaca, odsustvo poslovnih modela podrške spadaju u najveće **PRIJETNJE**.

PREDNOSTI	SLABOSTI
	• Visoka cijena proizvodnje vodonika i njegovih proizvoda
• Izvrsni resursi obnovljive energije sa ogromnim razvojnim potencijalom	• Nedovoljna infrastruktura za vodonik
• Smanjenje troškova proizvodnje obnovljive energije u budućnosti	• Niska energetska efikasnost
• Strateški geografski položaj za izvoz vodonika	• Usporen tempo usvajanja regulatornog okvira
• Potencijal za skladištenje energije visoke gustine	• Značajne rezerve fosilnih goriva (lignit)
• Integracija sa povremenim obnovljivim izvorima energije	• Ograničen kapacitet za apsorpciju obnovljive energije u okviru postojeće elektroenergetske mreže
• Garantovano napajanje iz OIE sistema	• Nepotpuna prateća politika, nemogućnost stimulacije razvoja OIE
• Potencijal za male i predvidive troškove rada i održavanja (O&M)	• Nedostatak propisa i standarda (bezbjednosna pitanja, tehničke specifikacije itd.)
• Bezbjednost snabdijevanja električnom energijom i energijom	• Slaba dostupnost i visoka cijena malih elektrolizera
• Učešće u međunarodnim konvencijama o klimatskim i ekološkim pitanjima	• Nedostatak postprodajne podrške
• Potreba za korišćenjem obnovljivih izvora zbog povećanja potražnje u budućnosti	• Nedostatak iskustva sa trajanjem komponenti i sistema
• Prednosti zelenog vodonika u poređenju sa drugim obnovljivim izvorima	• Slaba mreža snabdijevanja (konsultanti, inženjeri, preduzetnici, dobavljači itd.)
• Veliki potencijal za rast	• Nedostatak nacionalne strategije za vodonik
	• Nedostatak adekvatnog regulatornog okvira za razvoj vodoničnih tehnologija
	• Nedovoljno učešće privatnog sektora
	• Nedovoljno znanje javnosti o prednostima zelenog vodonika
	• Nedovoljno razvijen sektor istraživanja i razvoja

PRILIKE	PRIJETNJE
• Integracija obnovljivih izvora energije	
• Mogućnost sezonskog skladištenja energije i upravljanja energetske viškovima	• Jeftine tehnologije kao konkurencija
• Ciljevi ugljenične neutralnosti	• Regulatorni i politički izazovi
• Sektor mobilnosti	• Bezbjednosna pitanja
• Industrijska primjena	• Niska cijena fosilnih goriva
• Diversifikacija energetske miksa pomaže smanjenju zavisnosti od uvoza energije	• Niski ekološki standardi u elektroenergetskom sektoru
• Unaprijeđena međunarodna saradnja olakšava obezbjeđivanje finansijske i tehničke podrške	• Neodgovarajući plan komercijalizacije
• Dug i komplikovan put do regionalne elektroenergetske povezanosti	• Neadekvatan zakonodavni okvir (standardi, propisi, dozvole za instalaciju)
• Nove mogućnosti za zapošljavanje	• Slabo interesovanje i nizak prioritet od strane komunalnih preduzeća i glavnih dobavljača vodonikovih komponenti/sistema
• Diversifikacija kompanija uključenih u energetske sektor	• Nedostatak dobavljača, investitora i potencijalnih kupaca
• Smanjenje karbonskog otiska na životnu sredinu	• Tehnološka nerazvijenost i nepovoljna pozicija u poređenju sa drugim izvorima energije
• Poboljšanje energetske bezbjednosti i nacionalne samostalnosti	• Veći izazovi za ulazak kako tehnologija napreduje
• Pojava tržišta zelenog vodonika	• Nestabilna politička volja za uvođenje vodoničke tehnologije na tržište
• Podrška finansijskom rastu i otvaranju radnih mjesta	
• Vodonik u cirkularnoj ekonomiji	
• Strane investicije	
• Stvaranje novih vještina	
• Uspostavljanje tržišta vodonika i industrijskih standarda	
• Dekarbonizacija obalnog i pomorskog javnog i teretnog transporta na kratkim relacijama	

5.3. Planiranje korišćenja zemljišta i infrastrukturni zahtjevi za zeleni vodonik

Prilikom razmatranja infrastrukturnih uslova za postrojenja za proizvodnju zelenog vodonika, neophodno je razlikovati nekoliko tehničkih karakteristika:

1. Proizvodnja obnovljive električne energije iz vjetrova ili fotonaponskih panela,
2. Elektrolizeri sa pratećom opremom,
3. Priprema i proizvodnja prečišćene i dejonizovane vode neophodne za elektrolizu,
4. Izgradnja elektroenergetskih koridora,
5. Izgradnja pristupnih puteva.

Uslovi u pogledu korišćenja zemljišta za postrojenja za proizvodnju vodonika prikazani su u Tabeli

5.2.

Tabela 5.2. Uslovi za korišćenje zemljišta za postrojenje za proizvodnju vodonika (kapacitet: 100 tona/dan, snaga elektrolizera: 220 MW), bez uključene proizvodnje iz OIE³⁶.

Jedinice	Potreban prostor (ha):
Elektrolizer sa pratećom opremom	38,85
Priprema i proizvodnja vode	6,47
Koridori elektroenergetskih vodova (širina 30,48–91,44 m)	32,37
Pristupni putevi (širina 15,24 m)	18,21
Ukupno	95,90

Specifična upotreba zemljišta po MW snage elektrolizera iznosi 0.43 ha/MW snage elektrolizera. Elektrolizer sa proizvodnjom vodonika od 485 m³/ha može biti postavljen na površini od 13,5 m x 4 m³⁷. Za proizvodnju obnovljive energije potrebne za elektrolizu iz vjetra i sunca, neophodno je obezbijediti odgovarajuću površinu (Tabela 5.3)³⁸.

Tabela 5.3. Optimalna upotreba zemljišta po jedinici snage OIE

OIE	Godišnji broj radnih sati (h); Efikasnost elektrolizera 80%, izračunata na osnovu više toplotne vrijednosti vodonika	Specifična upotreba zemljišta po jedinici snage (km ² /GW)
Solarna (FN)	2.100	16,5
Vjetar	4.000	170

Postrojenja za elektrolizu zauzimaju znatno manje prostora od dijela postrojenja koji proizvodi obnovljivu električnu energiju. Prilikom projektovanja postrojenja za proizvodnju zelenog vodonika, treba imati u vidu da fotonaponske elektrane (1.21–2 ha/MW) i vjetroelektrane (0.2–0.81 ha/MW) zauzimaju značajne površine zemljišta, što može značajno uticati na korišćenje zemljišta kao prirodnog resursa. Takođe, trasu prenosne linije do elektrolizera treba razmotriti sa aspekta zaštite životne sredine.

Za proizvodnju 1 kg vodonika, teoretski je potrebno 9 kg vode kao sirovine. Međutim, elektrolizeri koriste ultračistu vodu, koja se mora pripremiti pomoću odgovarajućih tehnoloških postupaka. Prerađena voda se demineralizuje kombinacijom reverzne osmoze i procesa jonske razmjene. Industrijska praksa je pokazala da je za proizvodnju 1 kg vodonika potrebno oko 20 kg vode.³⁹

Potrošnja vode za elektrolizu treba pažljivo razmatrati kada se raspolaze ograničenim vodenim resursima.

³⁶ NREL Zeleni vodonik: Kratak vodič za subjekte za upravljanje zemljištem (NREL Green Hydrogen: A Briefing for Land Managers) URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/83885.pdf>

³⁷ Ad van Wijk u saradnji sa kompanijom Hydrogen Europe, Vodonik – nosilac energije i roba bez ugljenika, novembar 2021. (Ad van Wijk in partnership with Hydrogen Europe, Hydrogen - a carbon-free energy carrier and commodity)

³⁸ URL: <https://balancepower.co.uk/news-insights/understanding-the-land-requirements-for-renewable-energy>

³⁹ URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy23osti/83885.pdf>

5.4. Scenariji za proizvodnju zelenog vodonika

U ovom dokumentu, dekarbonizacija svih aspekata crnogorskog društva posmatra se kao obaveza koju će nametnuti budući Integrirani NEKP, a koju Crna Gora preuzima usvajanjem Pariškog klimatskog sporazuma, Zelene agende za Zapadni Balkan i ostalih međunarodnih dokumenata.

Kada je riječ o NEKP Crne Gore, razmatrana su tri različita scenarija buduće upotrebe obnovljivih izvora energije (OIE) u Crnoj Gori:

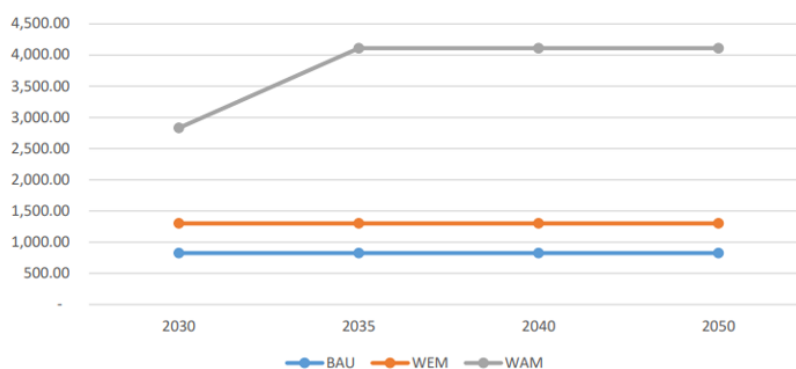
1. Scenarij „regularnog poslovanja“ – **BAU**,
2. Scenarij sa postojećim mjerama – **WEM**,
3. Scenarij sa dodatnim mjerama, sa TE Pljevlja tretiranom prema WEM – **WAM**.

Potražnja za energijom u Crnoj Gori po scenarijima prema nacrtu NEKP prikazana je u Tabeli 5.4.

Tabela 5.4. Potražnja za energijom u Crnoj Gori po scenarijima prema nacrtu NEKP

Scenario	2030.	2035.	2040.	2050.
WAM + Pljevlja prema WEM (miliona GJ)	32,27	31,36	30,31	28,61
WEM (miliona GJ)	32,46	31,81	31,01	29,86
BAU (miliona GJ)	34,73	35,08	35,14	35,00

Prema predviđanjima NEKP-a, kapaciteti OIE će već biti zasićeni u smislu potencijala do 2035. godine. Nakon tog perioda, može se očekivati samo porast udjela OIE namijenjenog proizvodnji vodonika.



Slika 5.4. Predviđena instalisana snaga iz OIE (u MW), prema NEKP scenarijima (u MW)

Razmatrana su dva scenarija za buduću upotrebu zelenog vodonika u Crnoj Gori, zasnovana na WAM scenariju NEKP-a:

1. Scenarij **umjerene primjene vodonične ekonomije** u Crnoj Gori (MH2E) i

2. Scenario **ambiciozne primjene vodonične ekonomije** u Crnoj Gori (AH2E).

U okviru oba scenarija MH2E i AH2E, tri različita tipa ciljeva su uzeti u obzir: kratkoročni, srednjoročni i dugoročni ciljevi. Za 2030. godinu nije predviđen namjenski OIE za proizvodnju vodonika. Sprovođenje demonstracionog projekta sa instalisanom snagom od 1 MW u MH2E (3 MW u AH2E) za elektroliznu proizvodnju zelenog vodonika, kao i pokrivanje cijelog lanca proizvodnje–skladištenja–transporta–upotrebe vodonika, planira se prije uvođenja kapaciteta iz namjenskih OIE, koji se očekuju kasnije.

5.4.1. Scenario umjerene primjene vodonične ekonomije u Crnoj Gori (MH2E)

Kratkoročni cilj razmatran u MH2E je:

- Demonstracioni projekat elektrolizera snage 1 MW do 2030. godine. Za 2030. godinu nije predviđen namjenski OIE za proizvodnju vodonika. Demonstracioni projekat sa 1 MW za proizvodnju zelenog vodonika elektrolizom vode, koji pokriva cjelokupni lanac proizvodnje-skladištenja-transporta-korišćenja vodonika, biće realizovan u okviru MH2E scenarija.

Srednjoročni cilj razmatran u MH2E je:

- da se **1.5% proizvedene obnovljive električne energije** iz solarne i energije vjetra koristi za proizvodnju zelenog vodonika do 2035. godine.

Dugoročni ciljevi razmatrani u MH2E su:

- da se **5% proizvedene obnovljive električne energije** iz solarne i energije vjetra koristi za proizvodnju zelenog vodonika do 2040. godine.
- **9% proizvedene obnovljive električne energije** iz solarne i energije vjetra koristi za proizvodnju zelenog vodonika do 2050. godine.

5.4.2. Scenario ambiciozne primjene vodonične ekonomije u Crnoj Gori (AH2E)

Kratkoročni cilj razmatran u AH2E je:

- Demonstracioni projekat **elektrolizera snage 3 MW** do 2030. godine.

Srednjoročni cilj razmatran u AH2E je:

- da se **3% proizvedene obnovljive električne energije** iz solarne i energije vjetra koristi za proizvodnju zelenog vodonika do 2035. godine.

Dugoročni ciljevi razmatrani u MH2E su:

- da se **8% proizvedene obnovljive električne energije** iz solarne i energije vjetra koristi za proizvodnju zelenog vodonika do 2040. godine.
- da se **15% proizvedene obnovljive električne energije** iz solarne i energije vjetra koristi za proizvodnju zelenog vodonika do 2050. godine.

Da bi se izvršili odgovarajući proračuni za scenarije, korišćeni su podaci o očekivanim vrijednostima energetske efikasnosti elektrolizera do 2030., 2040. i 2050. godine (vidi Tabelu 5.5.) za proizvodnju vodonika.

Tabela 5.5. Očekivana energetska efikasnost elektrolizera do 2030., 2040. i 2050. godine⁴⁰

Godina	2030.	2040.	2050.
Očekivana energetska efikasnost elektrolizera (%)	65	68	70,5

Takođe, usvojene su sljedeće vrijednosti:

- Faktor iskorišćenja kapaciteta elektrolizera od 0,5 i
- Niža toplotna vrijednost vodonika od 33,3 kWh/kg (120 MJ/kg ili 3,00 kWh/Nm³).

Izračunate vrijednosti (obnovljiva električna energija korišćena za proizvodnju zelenog vodonika, kapacitet elektrolizera i proizvedena količina zelenog vodonika) dobijene su za oba scenarija, kako je prikazano u Tabelama 5.6, 5.7 i 5.8. Za proračun proizvedene električne energije korišćen je godišnji rad fotonaponske elektrane od 1.500 sati i vjetroelektrane od 3.000 sati.

Tabela 5.6. Izračunata proizvodnja električne energije u Crnoj Gori prema NEKP (u GWh).

	2030.	2035.	2040.	2050.
Solarna	2.621	4.159	4.159	4.159
Vjetar	953	953	953	953
Ukupno	3.574	5.112	5.112	5.112

Tabela 5.7. Izračunati pokazatelji za zeleni vodonik u scenariju MH2E

Godina	Obnovljiva električna energija korišćena za proizvodnju zelenog vodonika (GWh)		Kapacitet elektrolizera (MW)	Proizvedena količina zelenog vodonika (tona)	Proizvedena električna energija iz zelenog vodonika (GWh)
	% OIE	GWh			
2030.	-	-	1.00	85,50	2,85
2035.	1,5	76,68	17.51	1.496,76	49,84
2040.	5	255,60	58.36	5.219,46	173,81
2050.	9	460,08	105.04	9.740,43	324,36

Tabela 5.8. Izračunati pokazatelji za zeleni vodonik u scenariju AH2E

Godina	Obnovljiva električna energija korišćena za	Kapacitet elektrolizera (MW)	Proizvedena količina zelenog vodonika (tona)	Energetski sadržaj iz zelenog
--------	---	------------------------------	--	-------------------------------

⁴⁰ Reference: Giampieri, A., Ling-Chin, J., & Roskilly, A. P. (2024). Techno-economic assessment of offshore wind-to-hydrogen scenarios: A UK case study. international journal of hydrogen energy, 52, 589-617 (Giampieri, A., Ling-Chin, J., & Roskilly, A. P. (2024). Tehno-ekonomska procjena scenarija prelaska sa energije vjetro na vodonik na moru: Studija slučaja Ujedinjenog Kraljevstva)

	proizvodnju zelenog vodonika (GWh)				vodonika (GWh)
	% OIE	GWh			
2030.	-	-	3,00	256,49	8,54
2035.	3	153,36	35,01	2.993,51	99,68
2040.	8	408,96	93,37	8.351,14	278,09
2050.	15	766,80	175,07	16.234,05	540,59

Površine zemljišta potrebne za postrojenja za elektrolizu i voda potrebna za elektrolizere u scenarijima prikazane su u Tabelama 5.9 i 5.10.

Tabela 5.9. Izračunati parametri za zemljište korišćeno za postrojenje za elektrolizu i potrebna voda u scenariju MH2E

Godina	Zemljište korišćeno za postrojenje za elektrolizu (0,43 ha/MW) (ha)	Energetski sadržaj za elektrolizere (Mt ili hiljade m³)
2030.	0,43	1,71
2035.	7,52	29,92
2040.	25,1	104,38
2050.	45,15	194,72

Tabela 5.10. Izračunati parametri za zemljište korišćeno za postrojenja sa elektrolizerima i potrebna voda za postrojenja sa elektrolizerima u scenariju AH2E

Godina	Zemljište korišćeno za postrojenje za elektrolizu (0,43 ha/MW) (ha)	Potrebna količina vode za elektrolizere (Mt ili hiljade m³)
2030.	1,29	5,13
2035.	15,05	59,85
2040.	40,14	167,01
2050.	75,25	324,55

5.4.3. Analiza izračunatih parametara

Danas se trošak investicija u elektrolizerski sistem kreće u rasponu od 500–1.400 \$/kW za AWE, 1.100–1.800 \$/kW za PEM, dok za SOE iznosi između 2.800–5.600 \$/kW. Struktura investicionog troška u zeleni vodonik prikazana je u Tabeli 5.11.

Tabela 5.11. Struktura investicije u zeleni vodonik

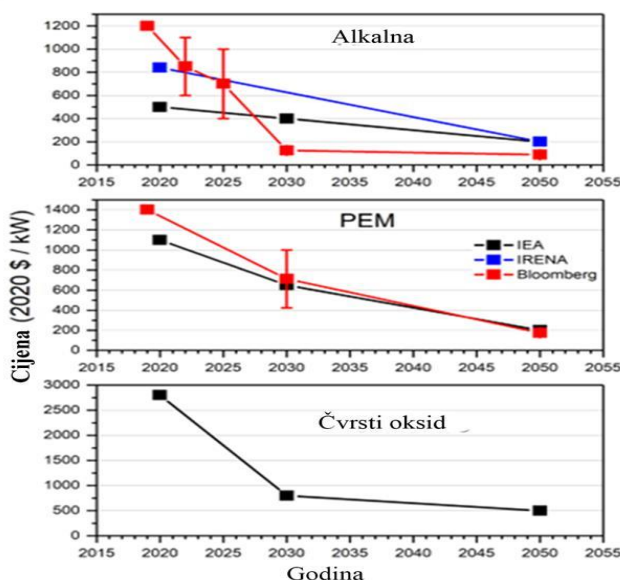
Investiciona stavka	Proizvodnja električne energije iz vjetera ili FN panela	Elektrolizerski sistem	Troškovi održavanja i pripreme vode	Ostali troškovi
------------------------	--	---------------------------	---	--------------------

% ukupne investicije	50-55	30-35	12-16	8-10
----------------------	-------	-------	-------	------

Zeleni vodonik je opcija koja omogućava nultu emisiju tokom proizvodnje i ima ključnu ulogu u dostizanju globalnih Neto nula ciljeva. Trenutno, proizvodnja zelenog vodonika košta četiri puta više od sivog vodonika i više nego dvostruko u odnosu na plavi vodonik, sa cijenama u rasponu od 5,5 \$/kg do 9,5 \$/kg vodonika.

Predviđeno uvođenje vodonika u crnogorski energetska sistem do 2050. godine očekuje se uz značajan pad cijene elektrolizera (vidi sliku 5.5).

Nakon početnih demonstracionih projekata 2030. godine, dobijeni podaci ukazuju da je do 2035. godine u MH2E scenariju očekivana instalacija elektrolizera kapaciteta 17,50 MW, dok se do 2040. godine očekuje 58,35 MW. U 2050. godini može se dostići 105 MW elektrolizera.



Slika 5.5 Predviđena cijena različitih tipova elektrolizera^{41, 42, 43}

U AH2E scenariju, do 2035. godine očekivana je instalacija elektrolizera kapaciteta 35 MW, a do 2040. godine 93,36 MW. U 2050. godini, prema ambicioznom scenariju, može se očekivati 175 MW elektrolizera za proizvodnju zelenog vodonika.

Ako se vodonik koristi za skladištenje energije, a gorivne ćelije za ponovnu proizvodnju električne

⁴¹ IEA. The Future of Hydrogen. Tech. rep. Paris, 2019, (IEA. Budućnost vodonika. Tehnički izvještaj. Pariz, 2019.)
URL: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

⁴² Bloomberg New Energy Finance. Hydrogen: The Economics of Production From Renewables. Tech.rep. 2019 (Bloomberg New Energy Finance. Vodonik: Ekonomija proizvodnje iz obnovljivih izvora. Teh. izvještaj. 2019.)

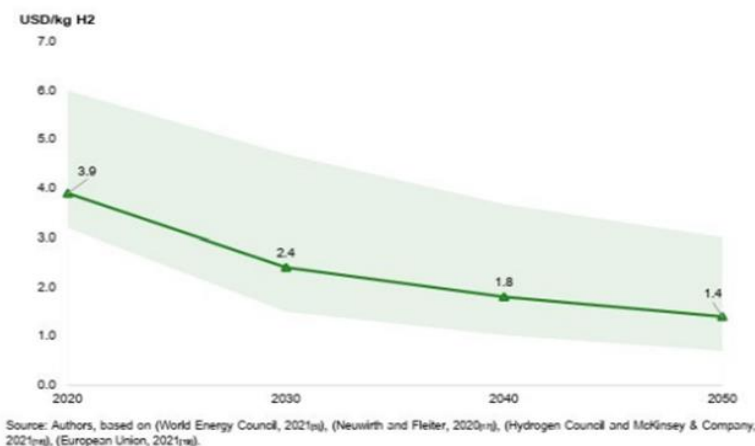
⁴³ IRENA. Hydrogen: A renewable energy perspective. Tech. rep. Paris, Sept. 2019. (Vodonik: Iz perspektive obnovljive energije. Tehnički izvještaj. Pariz, septembar 2019.)
URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Sep/Hydrogen-A-renewable-energy-perspective> .

energije, efikasnost ovog procesa iznosi 50–60 %, ali se ta energija može prodavati na tržištu u vrijeme kada nema električne energije i to po znatno višim cijenama.

Ukoliko je pretpostavljena prosječna investicija od 1,21 milion eura po MW do 2050. godine, preliminarna procjena ukazuje da je za izgradnju postrojenja za elektrolizu u Crnoj Gori potrebno investirati između 127 miliona eura (scenario umjerene implementacije vodonične ekonomije) i 211,75 miliona eura (scenario ambiciozne implementacije vodonične ekonomije) do 2050. godine. Ove investicije uključuju troškove elektrolizera, kompresora i rezervoara za skladištenje vodonika. Ovo ne uključuje troškove električne energije iz vjetra i solarne energije.

Prema Tabeli 5.11, možemo primijetiti da trošak sistema elektrolizera iznosi 1/3 ukupnog troška za postrojenje za zeleni vodonik. Uzimajući ovu činjenicu u obzir, može se zaključiti da će ukupni trošak za zeleni vodonik u MH2E scenariju i AH2E scenariju iznositi 381, odnosno 635,25 miliona eura.

Trošak proizvodnje zelenog vodonika zavisi od tri glavna faktora: **investicije u elektrolizer vode, godišnjeg vremena rada i cijene obnovljive energije** koja napaja elektrolizer. U 2022. godini, raspon cijena za elektrolizer vode za proizvodnju zelenog vodonika iznosi 500–5.600 \$/kW. Na globalnom nivou, cijena obnovljive energije značajno je opala od 2010. godine, pri čemu solarna energija košta oko 48 \$/MWh, a energija vjetra se kreće od 33–75 \$/MWh. Iako je cijena električne energije iz obnovljivih izvora snižena, trošak proizvodnje vodonika je zapravo porastao zbog visoke cijene elektrolizera. Razvoj projekata sa nivelisanim troškovima proizvodnje zelenog vodonika u periodu od 2020. do 2050. godine prikazani su na slici 5.6.



Slika 5.6. Razvoj projekata u vezi sa nivelisanim troškovima proizvodnje zelenog vodonika u periodu od 2020. godine

Podaci iz Tabela 5.9 i 5.10 ukazuju da je za izgradnju postrojenja za elektrolizu u Crnoj Gori potrebno obezbijediti maksimalno 45,15 hektara zemljišta u MH2E scenariju i maksimalno 75,24 hektara u AH2E scenariju. Takođe je neophodno uzeti u obzir da li to zemljište pripada zaštićenoj prirodnoj zoni ili kulturnom dobru.

Potrebno je razmotriti i mogućnost korišćenja napuštenih rudarskih područja, napuštenih komunalnih deponija i zatvorenih energetske postrojenja (Termoelektrana Pljevlja nakon

dekonstrukcije i demontaže) za instalaciju fotonaponskih panela i vjetroparkova, kao i infrastrukture za vodonik.

U martu 2024. godine, Ministarstvo energetike i rudarstva potpisalo je Memorandum o razumijevanju sa organizacijom The Nature Conservancy i Eko-timom o saradnji na promociji razvoja solarne i vjetroenergije. Ovaj memorandum će olakšati izradu i implementaciju nacionalne studije o pozicioniranju solarnih i vjetroelektrana u Crnoj Gori, kako bi se pomoću nje identifikovala područja za razvoj obnovljivih izvora energije uz istovremeno očuvanje prirodnih i društvenih vrijednosti.

U 2020. godini, preduzeća zadužena za javno vodosnabdijevanje i kanalizaciju obradila su 121,3 miliona m³ vode. Podzemne i izvorske vode čine 82% ukupne količine obrađene vode, površinske vode 1,6 %, a ostali sistemi vodosnabdijevanja 18.2%⁴⁴. Uzimajući ove činjenice u obzir, može se zaključiti da količina vode potrebna za rad postrojenja za elektrolizu u Crnoj Gori (maksimalno 194,72 i 324,55 Mt vode u MH2E, odnosno AH2E scenariju) **neće uticati na održivost vodosnabdijevanja u Crnoj Gori**. Neophodno je uzeti u obzir i moguću izgradnju ovih postrojenja u primorskom dijelu Crne Gore, gdje postoji problem sa vodosnabdijevanjem i gdje je ono ugroženo klimatskim promjenama. Takođe treba napomenuti da korišćenje morske vode povećava operativne troškove postrojenja za elektrolizu.

5.5. Procjena mogućnosti upotrebe vodonika u industriji i ekonomiji

Razvoj sektora zelenog vodonika nudi ogromne mogućnosti za razvoj poslovanja u lancu vrijednosti vodonika.

- **Pretvaranje električne energije u vodonik:** odnosi se na niz procesa koji koriste vodonik za pretvaranje, skladištenje i ponovno pretvaranje električne energije dobijene iz izvora energije vjetra i sunca.
- **Vodonik u saobraćaju:** korišćenje vodoničnih gorivnih ćelija i vozila sa sagorijevanjem u gradskom saobraćaju kao laka vozila (putnička vozila i kombiji) ili teška vozila (kamioni i autobusi), kao i u pomorskom prevozu na kratke relacije.
- **Vodonik u industriji i turizmu:** upotreba zelenog vodonika kao hemijskog izvora ili nosioca energije u industrijskim procesima u okviru procesa dekarbonizacije. Korišćenje zelenog vodonika i tehnologije gorivnih ćelija može obezbijediti decentralizovano snabdijevanje energijom za hotele i druge turističke objekte.
- **Snabdijevanje materijalom i djelovima za proizvodnju i upotrebu vodonika:** mreže dobavljača i distributera, istraživanje, razvoj i prenos tehnologije za napredne materijale i djelove su ključni za razvoj sektora zelenog vodonika.
- **Tretman vode za elektrolizu:** voda je osnovni izvor za proizvodnju zelenog vodonika, i neophodno je njeno prečišćavanje do ultračiste vode.
- **Izgradnja i održavanje opreme za procese s vodonikom:** ključni faktori za buduće uvođenje zelene ekonomije u Crnoj Gori.
- **Digitalizacija sektora zelenog vodonika:** ključna za širenje vodonične ekonomije; podstiče tehnološke inovacije, uklanja prepreke u lancu vrijednosti, omogućava brži i efikasniji rast i

⁴⁴ Izvor: URL: <https://www.monstat.org/eng/novosti.php?id=3301>

optimizaciju lanca vrijednosti vodonika, i poboljšava ekonomske rezultate.

- **Nove finansijske usluge:** uključuju nove finansijske proizvode i modele koji podstiču investicije u zeleni vodonik.
- **Ostale usluge:** uključuju inženjerske konsultantske usluge, opremu za testiranje, sertifikaciju, komunikaciju i marketing, organizaciju događaja itd.
- **Cirkularna ekonomija:** olakšava upravljanje resursima koji se koriste u lancu vrijednosti vodonika kroz primjenu održivih 3R praksi (smanji, ponovo upotrijebi, recikliraj).

5.6. Izvještaj Energetske zajednice o Implementaciji Vodonične Ekonomije u Crnoj Gori

Okvir uporedne procjene korišćen u Izvještaju Energetske zajednice o zemljama članicama iz 2021. godine zasnivao se na pet kriterijuma: pokretači vodonika, potencijalni kapacitet proizvodnje vodonika, infrastruktura za isporuku, potencijalne primjene vodonika i socioekonomski uslovi. Crna Gora je rangirana kao pretposlednja među svih devet ugovornih strana, sa posebno slabim rezultatima po kriterijumima 2, 3 i 4. Da je ta situacija bolja i/ili da se može poboljšati u kraćem vremenskom periodu od predviđenog, otvoreno je za raspravu.

- **Potencijal za kapacitet proizvodnje vodonika** – Crna Gora ima veliki potencijal za korišćenje obnovljivih izvora energije, kako vjetra tako i sunca – scenarija NEKP-a predviđaju brzo povećanje kapaciteta za solarnu i energiju vjetra u relativno kratkom periodu, sa dostignutim pragom zasićenja već 2035. godine.
- **Infrastruktura za isporuku** – uprkos evidentnom nedostatku gasne infrastrukture, izgradnja Jadransko-jonskog gasovoda u Crnoj Gori trenutno je prioritet. Takođe, postoji mogućnost drumskog i željezničkog transporta i mogućnost skladištenja vodonika na lokacijama u blizini OIE.
- **Potencijalne primjene vodonika** u Crnoj Gori su power-to-X i dekarbonizacija transporta i, u manjoj mjeri, industrije. Treba napomenuti da će upotreba vodonika u sektorima relevantnim za Crnu Goru uskoro postati konkurentna (npr. Power-to-X: baterijsko skladištenje i reverzibilne hidroelektrane se smatraju održivim alternativama vodoniku). Iako su cijene velikih sistema za skladištenje vodonika i baterijskih sistema uporedive, postoji jasan trend pada cijena relevantnih vodoničkih tehnologija u budućnosti. Konkretno u Crnoj Gori postoji problem sezonskih nestašica i viškova, kao i promjenjive godišnje proizvodnje električne energije usljed klimatskih promjena, što daje prednost tehnologijama skladištenja vodonika u odnosu na baterije (koje su pogodnije za kratkoročno skladištenje i redovne cikluse punjenja/praznjenja). Istovremeno, tehnologija reverzibilnih hidroelektrana kao održiva alternativa vodoniku i baterijama nije planirana u Crnoj Gori u bliskoj budućnosti.

6. OPERATIVNI CILJEVI SA INDIKATORIMA I PRATEĆIM AKTIVNOSTIMA

6.1. Pregled operativnih ciljeva sa indikatorima

Programom razvoja zelenog vodonika s Akcionim planom za period 2026-2028.godine definisana su četiri operativna cilja i to:

Operativni cilj 1: Uspostavljanje institucionalnog, normativnog i standardizacijskog okvira za razvoj vodonične ekonomije

1. Indikator	Obrazovan Nacionalni savjet za vodonik
2. Indikator	Broj donijetih zakonskih i podzakonskih akata, tehničkih i bezbjednosnih standarda u oblasti zelenog vodonika i alternativnih goriva

Operativni cilj 2: Jačanje administrativnih kapaciteta

1. Indikator	Povećan broj zaposlenih u MEIR koji će se baviti implementacijom i koordinacijom H2 politike
2. Indikator	Broj održanih obuka u oblasti H2 – minimum šest
3. Indikator	Broj lokalnih samopurava koje su razvile smjernice i prilagodile postojeće interne akte u skladu sa nacionalnom politikom u oblasti zelenog vodonika

Operativni cilj 3: Planiranje i razvoj infrastrukture za integraciju zelenog vodonika

1. Indikator	Izrađena i usvojena Nacionalna mapa vodonične infrastrukture
2. Indikator	Izradjena Studija izvodljivosti sa finasijskom procjenom za Pilot projekat za proizvodnju zelenog vodonika

Operativni cilj 4: Razvoj nauke, inovacija, obrazovanja i promocije u oblasti zelenog vodonika

1. Indikator	Broj formiranih obrazovnih programa na srednjoškolskom nivou
2. Indikator	Broj formiranih obrazovnih programa na visokoškolskom nivou
3. Indikator	Broj zaključenih ugovora o stipendiranju
4. Indikator	Broj realizovanih ili u toku istraživačko-inovacionih projekata u oblasti zelenog vodonika

OPERATIVNI CILJ 1 - Uspostavljanje institucionalnog, normativnog i standardizacijskog okvira za razvoj vodonične ekonomije;

Stvaranje pravnog organizacionog i tehničkog temelja je neophodna polazna osnova ako bi se vodonična ekonomija u Crnoj Gori razvijala na održiv, siguran i konkurentan način.

S tim u vezi, u cilju ispunjenja predmetnog cilja definisane su sljedeće aktivnosti koje će doprinijeti njegovoj realizaciji:

1.1. Osnivanje Nacionalnog savjeta za vodonik – centralno savjetodavno i stručno tijelo koje će biti zaduženo za koordinisanje i praćenje aktivnosti u vezi sa razvojem i promocijom vodonične ekonomije

Formiranjem Nacionalnog savjeta za vodonik stvara se centralno savjetodavno i stručno tijelo koje će imati zadatak da koordinira, usmjerava i prati sve aktivnosti vezane za razvoj i promociju vodonične ekonomije u Crnoj Gori.

1.2. Usvajanje tehničkih i bezbjednosnih standarda i protokola za zeleni vodonik

Cilj je da se kroz uvođenje i usvajanje ovih standarda osigura proizvodnja, skladištenje, transport i korišćenje zelenog vodonika na siguran i pouzdan način i u skladu sa međunarodnim praksama i standardima.

1.3. Unapređenje podsticajnih mjera za zeleni vodonik – garancije porijekla, politike povoljnih kredita, poreskih olakšica i drugih podsticaja u lancu vrijednosti vodonika

Cilj je stvaranje regulatornog i ekonomskog okvira koji će podstaći proizvodnju, distribuciju i korišćenje zelenog vodonika kroz različite finansijske i fiskalne mehanizme, čime se ubrzava razvoj vodonične ekonomije i privlače investicije.

1.4. Usklađivanje nacionalnog zakonodavstva sa pravnom tekovinom EU u oblasti zelenog vodonika

Cilj ove aktivnosti je da se kroz usklađivanje s pravnom tekovinom s EU omogući da Crna Gora bude spremna za aktivno učešće u evropskoj vodoničnoj ekonomiji i da koristi sve prednosti zajedničkog tržišta i fondova.

1.5. Izrada nacionalnog političkog okvira za razvoj infrastrukture za alternativna goriva

Cilj ove aktivnosti je da Crna Gora dobije jasan politički i regulatorni okvir za razvoj infrastrukture za alternativna goriva, što je preduslov za energetske tranziciju i usklađivanje sa EU.

1.6. Implementirati EU Uredbu 2023/1804 o uspostavljanju infrastrukture za alternativna goriva

Kroz implementaciju ove aktivnosti biće uspostavljen jedinstven, evropski kompatibilan sistem infrastrukture za alternativna goriva, čime se otvara put ka održivom transportu i punoj integraciji u evropsko tržište.

OPERATIVNI CILJ 2 - Jačanje administrativnih kapaciteta

Imajući u vidu da zelena tranzicija zahtjeva inovativan pristup i modernizaciju energetskog sektora, istu je nemoguće realizovati bez obučanih kadrova koji će podržati i omogućiti ovaj proces. S tim u vezi, jačanje kapaciteta u ovoj oblasti jedan je od prioriteta zelene tranzicije i od suštinske je važnosti za praćenje savremenih globalnih trendova u istraživanju i industriji. Podjednako važan aspekt predstavlja uticaj i obrazovna uloga ovog sektora u podizanju svijesti javnosti o značaju, potrebi i prednostima uvođenja vodoničnih tehnologija i njihove uloge u predstojećoj zelenoj tranziciji.

U cilju ispunjenja predmetnog cilja definisane su sljedeće aktivnosti koje će doprinijeti njegovoj realizaciji:

2.1. Jačanje kadrovskih kapaciteta zaposlenih u MEIR

Kao institucija nadležna za planiranje i sprovođenje energetske tranzicije, neophodno je da jača administrativne kapacitete kako bi se osiguralo da Ministarstvo bude nosilac energetske tranzicije i razvoja vodonične ekonomije.

2.2. Usklađivanje Pravilnika o unutrašnjoj organizaciji i sistematizaciji rada MEIR

Cilj je da se kroz Pravilnik jasno prepoznaju nadležnosti i radna mjesta potrebna za razvoj i sprovođenje politika u oblasti zelenog vodonika.

2.3. Edukacija kadrova u oblasti zelenog vodonika

Sektorska saradnja u cilju razvoja vještina, koja će obuhvatiti državne organe, industriju, socijalne partnere, obrazovne institucije, kao i institucije koje organizuju obuke predstavljaju ključnu polugu za razvoj oblasti zelenog vodonika. Neophodno je planirati aktivnosti koje ukazuju na potrebu za dodatnom obukom i unapređenjem vještina službenika na državnom i lokalnom nivou, posebno onih koji su uključeni u proces izdavanja dozvola, uz uvažavanje specifičnosti njihove uloge. U tom smislu, Vlada Crne Gore i nadležna ministarstva se podstiču da preduzimaju mjere i obezbijede dovoljno mogućnosti za obuku.

2.4. Uspostavljanje redovne i strukturirane saradnje sa jedinicama lokalne samouprave u oblasti planiranja, praćenja, promocije razvoja i edukacije zelenog vodonika

Čvrsta saradnja s lokalnom samoupravom je ključna u cilju sprovođenja energetske tranzicije, stoga cilj ove aktivnosti je da se kroz stalnu i strukturiranu saradnju sa opštinama obezbijedi da razvoj zelenog vodonika bude inkluzivan, koordinisan i održiv na svim nivoima upravljanja.

2.5. Unapređenje rada Uprave za statistiku (MONSTAT) u prikupljanju podataka i izvještavanju u vezi sa zelenim vodonikom

Kroz ovu aktivnost cilj je da MONSTAT postane ključna institucija za praćenje i izvještavanje o zelenom vodoniku, pružajući kvalitetne podatke za politiku, investicije i javnost.

2.6. Evaluacija i praćenje efekata vladinog finansiranja projekata vezanih za vodonik i usvojenih politika

Cilj je da se kroz evaluaciju i praćenje obezbijedi da državna ulaganja i politike u oblasti vodonika daju mjerljive rezultate, uz transparentnost i mogućnost prilagođavanja budućih mjera.

OPERATIVNI CILJ 3 - Planiranje i razvoj infrastrukture za integraciju zelenog vodonika

Crna Gora mora planirati i razviti kompletnu infrastrukturu za zeleni vodonik, od proizvodnje do krajnje upotrebe, kako bi se osigurala njegova integracija u energetski sistem i tržište.

Realizacija ovog cilja planirana je kroz sljedeće aktivnosti:

3.1. Izgradnja i unaprijeđenje prenosne mreže za prijem električne energije iz obnovljivih izvora

Cilj je da se kroz izgradnju i modernizaciju prenosne mreže obezbijedi siguran i efikasan prijem električne energije iz obnovljivih izvora, čime se stvara osnova za održiv energetska sistem i samim tim za proizvodnju zelenog vodonika.

3.2. Izgradnja i unaprijeđenje distributivne mreže za prijem električne energije iz obnovljivih izvora

Cilj je da se kroz izgradnju i modernizaciju distributivne mreže obezbijedi siguran, efikasan i održiv prijem električne energije iz obnovljivih izvora, čime se jača energetska sigurnost i podržava tranzicija ka čistoj energiji.

3.3. Unapređenje balansiranja sistema električne energije iz fotonaponskih sistema i vjetroelektrana

Cilj je da se kroz razvoj fleksibilnih kapaciteta, digitalizaciju i regionalnu saradnju obezbijedi efikasno balansiranje proizvodnje iz fotonaponskih sistema i vjetroelektrana, čime se jača sigurnost i održivost elektroenergetskog sistema.

3.4. Izrada Nacionalne mape vodonične infrastrukture koja uključuje lokacije za proizvodnju, skladištenje, punionice, cjevovode/transportna sredstva, priključke na mrežu

Nacionalna mapa će biti strateški alat za koordinisani razvoj vodonične infrastrukture, od proizvodnje do krajnje upotrebe.

3.5. Identifikacija prioritetnih lokacija za proizvodnju, skladištenje i distribuciju vodonika

Cilj je da se kroz identifikaciju prioritetnih lokacija obezbijedi strateški i koordinisan razvoj proizvodnje, skladištenja i distribucije vodonika u Crnoj Gori.

3.6. Razvoj kriterijuma za izbor lokacija za H₂ projekte

Razvojem kriterijuma cilj je da se obezbijedi objektivan i strateški izbor lokacija za H₂ projekte, koji će biti ekonomski isplativi, bezbjedni i održivi.

3.7. Studija izvodljivosti sa finasijskom procjenom za Pilot projekat za proizvodnju zelenog vodonika elektrolizom vode (instalisanе snage od 1 MW do 3 MW) i obuhvatanje cijelog lanca proizvodnje–skladištenja–transporta–upotrebe vodonika

Studija će dati kompletan pregled izvodljivosti i finasijske opravdanosti pilot projekta za proizvodnju zelenog vodonika, uključujući sve faze od elektrolize do krajnje upotrebe.

3.8. Identifikovati sve promjene potrebne za efikasnu integraciju vodonika u energetske sisteme na tržišnoj osnovi

Cilj ove aktivnosti je da se izvrši identifiakcija regulatornih, infrastrukturnih, tehničkih i tržišnih promjena kako bi vodonik postao dio energetskog sistema na tržišnoj osnovi, uz punu usklađenost sa EU praksom.

OPERATIVNI CILJ 4 - Razvoj nauke, inovacija, obrazovanja i promocije u oblasti zelenog vodonika

Uzimajući u obzir trenutno stanje u obrazovnom sistemu, naučnoistraživačkom sektoru i sektoru razvoja u oblasti obnovljivih izvora energije, posebno vodonika i tehnologija povezanih sa vodonikom, jasno je da postoji značajan prostor za unapređenje. Jačanje kapaciteta u ovoj oblasti jedan je od prioriteta zelene tranzicije i od suštinske je važnosti za praćenje savremenih globalnih trendova u istraživanju i industriji. Podjednako važan aspekt predstavlja uticaj i obrazovna uloga ovog sektora u podizanju svijesti javnosti o značaju, potrebi i prednostima uvođenja vodoničnih tehnologija i njihove uloge u predstojećoj zelenoj tranziciji.

Aktivnosti za ispunjenje predmetnog cilja su sljedeće:

4.1. Unapređenje postojećih programa i modula na srednjoškolskom nivou usmjerenih na OIE i zeleni vodonik

Unapređenjem postojećih programa, Crna Gora bi podstakla razvoj novih generacija tehničara i inženjera spremnih za rad u energetsom i ekološkom sektoru, čime bi se doprinijelo održivom razvoju i energetske nezavisnosti, a obrazovni sistem bi se uskladio sa evropskim Zelenim planom, otvarajući mogućnosti za obezbjeđenje sredstava iz EU fondova i uključivanje u međunarodne projekte.

4.2. Uspostavljanje novih obrazovnih programa na srednjoškolskom nivou usmjerenih na OIE i zeleni vodonik

Uvođenjem sadržaja o zelenom vodoniku u srednje stručne škole⁴⁵, Crna Gora bi podstakla razvoj novih generacija tehničara i inženjera spremnih za rad u energetsom i ekološkom sektoru, čime bi se doprinijelo održivom razvoju i energetske nezavisnosti, a obrazovni sistem bi se uskladio sa evropskim Zelenim planom, otvarajući mogućnosti za obezbjeđenje sredstava iz EU fondova i uključivanje u međunarodne projekte. Potražnja za inženjerima i tehničarima biće velika u cilju uspješne implementacije vodonične ekonomije u crnogorskom društvu.

4.3. Podsticanje regionalne saradnje u oblasti istraživanja, razvoja i promocije vodonične ekonomije kroz multisektorska partnerstva sa državama regiona

Neophodno je jačati međunarodnu saradnju i unaprijediti razmjenu informacija o potrebama za razvojem obnovljivih izvora energije i investicionim prilikama za projekte velikih razmjera. Intenziviranje međunarodne i regionalne saradnje trebalo bi ostvariti kroz učešće u regionalnim centrima i relevantnim međunarodnim organizacijama.

⁴⁵ U okviru Obrazovnog programa - elektrotehničar energetike, već postoji predmet „Obnovljivi izvori energije“, koji se izučava na prvoj godini, sa fondom od samo dva časa sedmično. Iako ovaj predmet uvodi osnovne pojmove vezane za obnovljive izvore energije, to je trenutno jedina direktna veza srednjeg stručnog obrazovanja sa temom zelenog vodonika. Ovaj sadržaj predstavlja dobru osnovu, ali je potrebno dalje razvijati programe koji će detaljnije obraditi tehnologije vodonika, njegove prednosti, procese proizvodnje, skladištenja i primjene. Uvođenje dodatnih teorijskih i praktičnih modula iz ove oblasti značajno bi unaprijedilo kompetencije učenika i njihovu spremnost za buduće energetske izazove.

4.4. Pristupanje Crne Gore relevantnoj međunarodnoj asocijaciji za razvoj vodonične ekonomije (npr. Hydrogen Europe, European Clean Hydrogen Alliance) u cilju jačanja saradnje, istraživanja i pristupa evropskim inicijativama

Članstvo u nekoj od međunarodnih asocijacija je ključno za razmjenu iskustva i znanja sa zemljama koje uspješno proizvode zeleni vodonik.

4.5. Pripremanje priručnika, publikacija i materijala za promociju ekonomije bazirane na vodoniku

Cilj je da se kroz priručnike, publikacije i promotivne materijale obezbijedi široko razumijevanje i prihvatanje vodonične ekonomije, od stručnjaka do građana. Jačanjem i promovisanjem javne svijesti o značaju zelenog vodonika može se u značajnoj mjeri smanjiti otpor javnosti prema prihvatanju novih tehnologija u ekonomskom sistemu Crne Gore.

4.6. Razvijanje i promovisanje programa stipendiranja i upućivanja studenata na postdiplomske studije iz oblasti zelenog vodonika (sa obavezom povratka i profesionalnog angažmana)

Cilj je da se kroz stipendiranje i obavezni povratak mladih stručnjaka obezbijedi stalni priliv znanja i ekspertize u Crnu Goru, što je ključno za razvoj vodonične ekonomije.

4.7. Učešće u međunarodnim naučnim projektima koji imaju za cilj promovisanje i razvoj vodoničnih tehnologija i vodonične ekonomije

Crna Gora treba da učestvuje u međunarodnim projektima vezanim za zeleni vodonik i da sarađuje sa partnerskim organizacijama širom svijeta koje promovišu upotrebu vodonika. Učešćem u pomenutim inicijativama, Crna Gora može unaprijediti svoj imidž na međunarodnoj sceni, dok istovremeno radi na ispunjenju ciljeva utvrđenih Nacionalnim energetske i klimatskim planom (NEKP), kao i ciljeva Zelene agende za Zapadni Balkan i Ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih nacija.

4.8. Podsticanje istraživanja i razvoja novih tehnologija za efikasnu proizvodnju, transport, skladištenje i upotrebu vodonika

Cilj je da se kroz podsticanje istraživanja i razvoja stvore inovativna rješenja za cijeli lanac vodonika, od proizvodnje do krajnje upotrebe.

4.9. Korišćenje tekućih i budućih projekata zelenog vodonika za informisanje javnosti o prednostima ekonomije zasnovane na vodoniku

Cilj je da se kroz praktične primjere tekućih i budućih projekata javnost upozna sa prednostima vodonične ekonomije i motiviše na aktivno učešće u njenom razvoju.

4.10. Uspostavljanje mehanizama za efikasan transfer znanja i inovacionih rješenja iz naučno-istraživačkih institucija u privredni sektor u oblasti zelenog vodonik

Cilj je da se kroz uspostavljanje mehanizama za transfer znanja obezbijedi direktna veza između nauke i privrede, čime se ubrzava razvoj i primjena zelenog vodonika.

4.11. Saradnja Vlade (ministarstava), lokalne samouprave, privrede, akademskog sektora, regulatornih organa i NVO sektora na mapiranju potencijala za uspostavljanje lanca vrijednosti vodonika

Cilj je da se kroz zajedničko djelovanje Vlade, lokalnih samouprava, privrede, akademskog sektora, regulatora i NVO sektora obezbijedi mapiranje potencijala i planiranje kompletnog lanca vrijednosti vodonika u Crnoj Gori.

6.2. Opis aktivnosti nadležnih organa i tijela za praćenje sprovođenja strategije

Praćenje sprovođenja Programa razvoja zelenog vodonika sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine povjereno je Ministarstvu energetike i rudarstva, koje koordinira aktivnosti, prikuplja i sistematizuje podatke, izrađuje analize i priprema godišnje i završne izvještaje, dok Nacionalni savjet za vodonik, kao savjetodavno i stručno tijelo, obezbjeđuje međusektorsku saradnju, prati realizaciju mjera, predlaže korektivne intervencije i organizuje evaluaciju; posebna organizaciona jedinica u Ministarstvu pruža stručnu podršku Savjetu, a delegirani predstavnici energetske subjekata, operatora mreže i organa uprave odgovorni su za monitoring i izvještavanje o realizaciji ciljeva i indikatora, dok Uprava za statistiku (MONSTAT) prikuplja i obrađuje podatke o zelenom vodoniku, čime se obezbjeđuje transparentan, koordinisan i efikasan sistem praćenja implementacije Programa.

6.3. Prikaz programa obuke za zaposlene u nadležnim organima i državnim institucijama

Razvoj projekata u oblasti OIE, planiranih ili započetih (prema ovom Programu), neophodno je značajno ubrzati kako bi se na vrijeme postiglo neophodno povećanje kapaciteta.

Obrada sve većeg broja dozvola za projekte zahtijevaće dovoljan broj adekvatno obučenog osoblja u organima nadležnim za izdavanje dozvola i kod operatora mreže, kao i osoblja odgovornog za procjene uticaja na životnu sredinu i postupke po žalbama.

Postoji niz prepreka za realizaciju projekata u oblasti OIE, uključujući složenost važećih pravila za odabir lokacija i izdavanje administrativnih odobrenja za projekte, probleme u vezi sa mrežom, ograničenja u prilagođavanju tehničkih specifikacija tokom procesa izdavanja dozvola, kao i nedostatak kadra u nadležnim institucijama i kod operatora mreže. Kao rezultat toga, realizacija projekata u ovoj oblasti može trajati i do 10 godina.

Međusektorska saradnja u cilju razvoja vještina, koja će obuhvatiti državne organe, industriju, socijalne partnere, obrazovne institucije, kao i institucije koje organizuju obuke predstavlja jedno od mogućih rješenja ovog problema. Zajednički cilj mora biti prevazilaženje nedostatka stručnih kadrova u industrijskom sektoru, putem uključivanja kompanija, zaposlenih, državnih i lokalnih organa, socijalnih partnera, udruženja, ustanova za stručno obrazovanje i obuke, Privredne komore Crne Gore, kao i Zavoda za zapošljavanje Crne Gore, kako bi se ulagalo u programe usavršavanja i prekvalifikacije. Takođe je neophodno planirati aktivnosti koje ukazuju na potrebu za obukom i unapređenjem vještina službenika na državnom i lokalnom nivou, naročito onih koji su uključeni u proces izdavanja dozvola, uz uvažavanje specifičnosti njihovih uloga. U tom smislu, Vlada Crne Gore i nadležna ministarstva se podstiču da preduzimaju mjere i obezbijede dovoljno mogućnosti za obuku.

Edukacija donosi odluku o procesu izdavanja dozvola je od ključne važnosti. Obuke bi trebalo da uključe izradu studije slučaja koje se odnose na različite primjere situacija karakterističnih za izdavanje dozvola, sa fokusom na praktične vještine. Razvijanje programa tipa „obuka za predavače“ i formiranje mreža doprinijeće bržem prenosu znanja stvaranju održivog sistema razvoja kompetencija.

Razvoj programa obuke za službenike državnih organa i institucija trebalo bi da bude sastavni dio godišnjih planova Vlade i nadležnih ministarstava, uz obezbjeđivanje odgovarajućeg budžeta za realizaciju tih planova.

S obzirom na ograničeno iskustvo u razvoju projekata vezanih za vodonik, moguće je da svi izazovi još uvijek nijesu poznati. Kao dio Strategije EU za vodonik, u cilju podrške širokoj primjeni tehnologija čistog vodonika do 2030. godine, Evropski savez za čisti vodonik (*European Clean Hydrogen Alliance*) je osnovan u julu 2020. godine. Savez objedinjuje aktere iz oblasti proizvodnje obnovljivog i niskougljeničnog vodonika, potražnje u industriji, saobraćaju i drugim sektorima, kao i prenosa i distribucije vodonika.

Među članovima Saveza nalaze se predstavnici privrede, javnih institucija, civilnog društva, finansijskih organizacija i drugih relevantnih učesnika. Radne grupe Evropskog saveza za čisti vodonik su objavile nekoliko izvještaja posvećenih podsticanju primjene čistog vodonika. Jedan od njih, pod nazivom *Izdavanje dozvola za projekte čistog vodonika u Evropi - prepreke i najbolje prakse* objavljen 29. novembra 2024. godine, ima za cilj identifikaciju i otklanjanje osnovnih uzroka kašnjenja u postupcima izdavanja dozvola. Izvještaj pruža kvantitativni pregled glavnih prepreka sa kojima se suočavaju promotori projekata u oblasti vodoničnih tehnologija, kao i uvid u najbolje prakse. Projekti u oblasti vodoničnih tehnologija u Evropi otežani su brojnim proceduralnim i tehnološkim barijerama koje usporavaju izdavanje dozvola i komplikuju realizaciju projekata. Unapređenje standardizacije postupaka izdavanja dozvola, bolja komunikacija između nadležnih organa i razvoj propisa specifičnih za oblast vodoničnih tehnologija su od ključnog značaja za podsticanje razvoja projekata i ostvarenje dugoročnih klimatskih ambicija u EU. Prema rezultatima studije, ispitanici smatraju da su najveći izazovi u oblasti izdavanja dozvola prisutni u južnoj Evropi, a potom u centralnoj i istočnoj Evropi, dok se sjeverna Evropa, ističe po blagovremenoj obradi zahtjeva i jasnoj komunikaciji. Prevazilaženje identifikovanih prepreka i primjena najboljih praksi doprinijeće uspostavljanju efikasnijih i transparentnijih procedura izdavanja dozvola za projekte u oblasti vodoničnih tehnologija širom Evrope. Pomenuta studija može biti dobar putokaz za identifikovanje izazova u pogledu izdavanja dozvola za projekte čistog vodonika i u Crnoj Gori.

6.4. Konkretni aktivnosti za obezbjeđivanje ekološke i društvene odgovornosti

Crna Gora je zemlja kandidatkinja za članstvo u EU i ostvaruje napredak u oblastima zaštite životne sredine i klimatskih promjena, saobraćaja, energetike i regionalne politike. Zakonodavstvo u oblasti životne sredine je i dalje u procesu usklađivanja, a procedure za izdavanje saglasnosti i dozvola za izvođače su prilično slične onima u zemljama EU.

Član 2 Direktive o procjeni uticaja na životnu sredinu (Direktiva 2011/92/EU Evropskog parlamenta i Savjeta od 13. decembra 2011. o procjeni uticaja određenih javnih i privatnih

projekata na životnu sredinu), koja je dio crnogorskog Zakona o procjeni uticaja na životnu sredinu (Zakon EIA), izričito propisuje da se EIA može integrisati sa drugim procedurama. Ovo nudi značajan potencijal za pojednostavljivanje izdavanja ekoloških dozvola kada su potrebne višestruke procjene životne sredine koje proizilaze iz više direktiva (Direktiva o EIA, Direktiva o SEA, Direktive o staništima i pticama, Direktive o industrijskim emisijama, Direktive o okvirima za vode, Direktive Seveso, itd.) i kada je uključeno više nadležnih organa.

6.5. Saradnja između industrijskih subjekata i vlade

U skladu sa Preporukom Komisije (EU) 2024/1343 o ubrzanju procedura za izdavanje dozvola za obnovljive izvore energije i projekte povezane infrastrukture, Vlada Crne Gore trebalo bi da preduzme neophodne korake za unapređenje saradnje između industrijskih subjekata i Vlade.

Dobra prilika je to što će sprovođenje programa za dekarbonizaciju od strane Vlade i kompanija povesti i jedne i druge u istom pravcu – ka ostvarenju napretka.

Sa jedne strane, Vlada bi trebalo da pruži jasnu viziju investitorima o tome kako i kada će biti obezbijeđeni preduslovi (planski dokumenti, regulatorni okviri za dozvole, neophodna infrastruktura itd.) za proizvodnju vodonika.

Vlada treba da pruži konkretne informacije o rokovima za donošenje odluka u vezi sa projektima i ključnim odlukama o potražnji kako bi podržala vlastite procese donošenja odluka i povratila povjerenje. Vlada mora imati jasnu sliku o tome kako i kada će infrastruktura za vodonik – transportna i skladišna infrastruktura – biti razvijena širom zemlje, npr. podsticanjem izgradnje stanica za punjenje vodonika i nabavke teretnih vozila na vodonik.

Sa druge strane, industrija i trgovinska udruženja treba da rade zajedno na procjeni obima ekonomske prilike koju predstavlja vodonik, kako se ta prilika ne bi potcijenila.

Vlada bi imala koristi od dodatnih podataka koji bi pružili potpunu sliku o tome koliko radnih mjesta bi vodonična ekonomija mogla da stvori.

Zajednički zadatak Vlade i industrijskih subjekata trebalo bi da bude povezivanje industrije, Vlade i akademske zajednice kako bi se osiguralo zadovoljenje kratkoročnih i dugoročnih potreba za vještinama u okviru razvoja vodonika.

Vladine politike trebalo bi da olakšaju javno-privatnu saradnju i podstaknu saradnju između javnog i privatnog sektora u cilju finansiranja istraživačkih inicijativa, razvoja pilot projekata itd.

6.6. Međunarodna partnerstva

Mogućnost međunarodnog partnerstva između Crne Gore i država članica EU, kao i zemalja van EU, je značajna. Takođe, poželjna je saradnja sa Evropskim savezom za čisti vodonik, budući da Crna Gora ispunjava kriterijume za članstvo. To bi omogućilo Crnoj Gori pristup najsavremenijim projektima i inovacijama i povezivanje sa investitorima zainteresovanim za ulaganja u Crnu Goru u pravcu jačanja infrastrukturnih i proizvodnih kapaciteta zemlje, ka bržoj i efikasnijoj zelenoj tranziciji zasnovanoj na vodoniku.

Kako bi se ubrzalo uvođenje čistog vodonika u svim djelovima lanca vrijednosti, rad Evropskog saveza za čisti vodonik se zasniva na okruglim stolovima, radnim grupama i partnerstvu za elektrolizere.

Primjer 1: Radna grupa za izdavanje dozvola pripremila je izvještaj koji mapira „uska grla“ u procesu izdavanja dozvola i identifikuje dobre prakse i preporuke politika. Ovaj izvještaj bi mogao biti izuzetno koristan alat za relevantne institucije Crne Gore.

Primjer 2: Izvještaji Evropskog saveza za čisti vodonik sa okruglih stolova o preprekama i mjerama ublažavanja sadrže informacije, između ostalog, o glavnim preprekama koje utiču na uvođenje proizvodnje, prenosa, distribucije i upotrebe obnovljivih izvora energije i niskougleničnih izvora energije širom Evrope. Učešće u okruglim stolovima pomoglo bi crnogorskoj administraciji i zainteresovanim stranama da zajednički razvijaju projekte na obostranu korist.

Članovi Saveza su predstavnici industrijskih kompanija koje djeluju u lancu vrijednosti vodonika, visokorangirani predstavnici sindikata, organizacija civilnog društva, investitora i istraživačke zajednice zainteresovanih za vodonik, kao i nacionalni i regionalni javni organi uključeni u razvoj vodonika.

Kako bi se stvorile prilike za uvoz vodonika ili tehnološku saradnju, Vlada Crne Gore i nadležna ministarstva moraju uspostaviti partnerstva u oblasti energetike ili vodonika, ili potpisati memorandume o razumijevanju sa državama članicama EU i zemljama van EU.

Dobar primjer su partnerstva i memorandumi o vodoniku između EU i drugih zemalja, kao i partnerstva i memorandumi o vodoniku između pojedinih država članica EU (Njemačke, Nizozemske i Poljske) i zemalja van EU.

6.7. Istraživanje i razvoj (R&D) i obrazovanje

Uzimajući u obzir trenutno stanje u obrazovnom sistemu, naučnoistraživačkom sektoru i sektoru razvoja u oblasti obnovljivih izvora energije, posebno vodonika i tehnologija povezanih sa vodonikom, jasno je da postoji značajan prostor za unapređenje. Jačanje kapaciteta u ovoj oblasti jedan je od prioriteta zelene tranzicije i od suštinske je važnosti za praćenje savremenih globalnih trendova u istraživanju i industriji. Podjednako važan aspekt predstavlja uticaj i obrazovna uloga ovog sektora u podizanju svijesti javnosti o značaju, potrebi i prednostima uvođenja vodoničnih tehnologija i njihove uloge u predstojećoj zelenoj tranziciji.

Ulaganje u specijalizovani obrazovni program, prilagođen specifičnim potrebama zemlje, neophodno je za dugoročno stvaranje kvalifikovane radne snage u Crnoj Gori. Ovaj program, koji vremenom može prerasti u sveobuhvatan nastavni plan i program za obuku, počinje ciljno orijentisanim modulima i seminarima u obliku zajedničkih master programa u saradnji sa regionalnim i međunarodnim institucijama. Međunarodni program razmjene sa partnerskim zemljama predstavlja ostvarivo kratkoročno rješenje.

Saradnja sa inostranim partnerima koji mogu da ponude respektabilne ekspertize, može omogućiti crnogorskim stručnjacima praktično usavršavanje i sticanje ključnih vještina u relativno kratkom roku. Ovakav pristup dodatno podstiče transfer znanja i jača međunarodne mreže saradnje.

Strategija koja uključuje međunarodnu razmjenu i postepen razvoj nacionalnog obrazovnog programa može donijeti i neposredne i dugoročne prednosti, omogućavajući Crnoj Gori da izgradi kvalifikovanu radnu snagu u relevantnoj oblasti.

Neophodni koraci u vezi sa budućom ulogom obrazovanja, naučnih istraživanja i razvoja u vodoničnoj ekonomiji u Crnoj Gori su:

1. Uvođenjem sadržaja o zelenom vodoniku u srednje stručne škole, Crna Gora bi podstakla razvoj novih generacija tehničara i inženjera spremnih za rad u energetskom i ekološkom sektoru, čime bi se doprinijelo održivom razvoju i energetskoj nezavisnosti, a obrazovni sistem bi se uskladio sa evropskim Zelenim planom, otvarajući mogućnosti za obezbjeđenje sredstava iz EU fondova i uključivanje u međunarodne projekte.
2. Potražnja za inženjerima i tehničarima biće velika u cilju uspješne implementacije vodonične ekonomije u crnogorskom društvu. Stoga je ključno obezbijediti kvalitetan pristup obrazovanju i razvoju karijere počev od srednjoškolskog nivoa do visokog obrazovanja. Ovaj proces podrazumijeva pažljivo osmišljavanje novih ili unapređenje postojećih programa i modula u srednjim školama, na univerzitetima i institutima.
3. Obrazovne i istraživačke institucije Crne Gore moraju aktivno podsticati inovacije i izgradnju kapaciteta u ovoj oblasti. Uspostavljanje novih programa master i doktorskih studija usmjerenih na vodonične tehnologije doprinijeće razvoju istraživanja, obrazovanju stručnog kadra i rješavanju budućih energetskih potreba države. Nastavni plan dvogodišnjeg master programa trebalo bi da obuhvati teme poput tehnologija za proizvodnju, skladištenje i transport vodonika, kao i njegovu primjenu u različitim sektorima i industriji. Program bi bio otvoren za inženjere i stručnjake sa srodnim diplomama koji su zainteresovani za obnovljive izvore energije i vodonične tehnologije, kao i za zaposlene u tom sektoru koji žele da unaprijede svoje znanje u ovoj oblasti. Osim toga, potrebno je uključiti i primjenu vodonika kao gasa u naučno-istraživačkim laboratorijama za hromatografske tehnike, kao i za katalitičke hidrogenizacije u organskoj sintezi.
4. Program doktorskih studija trebalo da se fokusira na napredne vodonične tehnologije, ekonomske modele i zaštitu životne sredine kako bi se ubrzao razvoj inovativnih i efikasnih tehnologija za zeleni vodonik.
5. Do 2040. godine, kao rezultat uspostavljanja obrazovnih programa povezanih sa zelenim vodonikom na srednjoškolskom i visokoškolskom nivou, očekuje se do 200 učenika sa stečenim IV i V stepenom stručnog obrazovanja i do 20 studenata koji su stekli VI-VIII nivo kvalifikacije visokog obrazovanja što će predstavljati ključni korak ka jačanju naučno-istraživačkog potencijala i tehnološke baze za razvoj i primjenu vodoničnih tehnologija. Obuka i obrazovanje doprinijeće i jačanju saradnje između naučnih institucija i privrednih subjekata, kao i većem interesovanju za međunarodne, a posebno regionalne veze, što će dovesti do razvoja novih privrednih grana u Crnoj Gori sa visokom dodatom vrijednošću.
6. Neophodno je nove obrazovne module integrisati u postojeće studijske programe na univerzitetima, kao i kreirati nove obrazovne programe koji će biti usmjereni na segmente vodonične ekonomije i obrazovanje novih generacija visoko kvalifikovanih stručnjaka specijalizovanih za vodonične tehnologije. Razvoj inženjerskih vještina i obuke stručnjaka i eksperata su neophodni za stvaranje lokalnih kapaciteta za održavanje i razvoj vodoničnih tehnologija. Jačanje saradnje između crnogorskih istraživačkih institucija i kompanija iz vodoničnog sektora doprinijeće povezivanju istraživanja koja se realizuju u akademskoj zajednici i biznis sektora, uz podršku rastućih kapaciteta za realizaciju različitih istraživačkih

projekata, uključujući primijenjena istraživanja.

7. Bezbjednost sistema i moguće negativne posljedice novih tehnologija zasnovanih na vodoniku moraju se ozbiljno razmotriti. Negativna percepcija javnog mnjenja može u velikoj mjeri usporiti proces tranzicije, što u vremenu ambiciozne i ubrzane dekarbonizacije može biti glavni razlog za nedovoljnu upotrebu vodonika i dodatna kašnjenja u procesu dekarbonizacije. Stoga je neophodno razvijati i promovisati druge, značajno bezbjednije načine skladištenja vodonika od onih pod visokim pritiskom (na primjer, korišćenjem metalnih hidrida).
8. Razvoj obrazovne infrastrukture i istraživačkog centra za zeleni vodonik nije samo projekat, već strateški poduhvat od velikog značaja. On podrazumijeva uspostavljanje obrazovne laboratorijske infrastrukture za proizvodnju vodonika (npr. elektrolizom), skladištenje vodonika i gorivne ćelije. Pored toga, dio ovog strateškog pristupa predstavlja i kreiranje platformi za e-učenje na daljinu o vodoničnim tehnologijama (vebinari, predavanja, saradnje).
9. Centar za zeleni vodonik Univerziteta Crne Gore, kao novo istraživačko središte, biće platforma koja povezuje industriju, akademsku zajednicu, javni sektor, društvo i druge zainteresovane strane. Uključivanje istraživača sa Univerziteta Crne Gore u ovaj zajednički istraživački poduhvat je od suštinskog značaja za unapređenje tranzicije ka čistoj energiji i rješavanje istraživačkih izazova u vezi sa proizvodnjom, skladištenjem, distribucijom i krajnjom upotrebom obnovljivog vodonika. Struktura centra omogućiće fokus na proizvodnju, skladištenje/distribuciju i krajnju upotrebu zelenog vodonika, kao i na zaštitu životne sredine, ekonomske modele, društvenu održivost i bezbjednost.
10. Neophodno je jačati međunarodnu saradnju i unaprijediti razmjenu informacija o potrebama za razvojem obnovljivih izvora energije i investicionim prilikama za projekte velikih razmjera. Inteziviranje međunarodne i regionalne saradnje trebalo bi ostvariti kroz učešće u regionalnim centrima i povezanim međunarodnim organizacijama.

Specifični ciljevi u oblasti obrazovanja, istraživanja i razvoja u oblasti obnovljivih izvora energije, a posebno vodonika i vodoničnih tehnologija, prikazani su u Tabeli 6.7.1.

Tabela 6.7.1. Ciljevi specifični za obrazovanje i istraživanje i razvoj (R&D)

Cilj	Pokazatelj	Početna vrijednost	Ciljna vrijednost	
		2023./2024.	2040.	2050.
Povećanje broja istraživača/inženjera	Broj istraživača / inženjera	<20	>20	>50
Povećanje broja učenika stručnog obrazovanja	Broj stručno kvalifikovanog osoblja	0	>200	
Povećanje broja nacionalnih projekata	Broj projekata	0	10	>20
Povećanje broja međunarodnih projekata	Broj projekata	<5	10	>20
Podsticanje razvoja nauke i istraživanja i razvoja (R&D) vodoničnih tehnologija	Broj патената povezanih s	0	5	10

	vodoničnom ekonomijom			
Novi studijski programi i moduli posvećeni vodoničnim tehnologijama	Broj programa i modula	Nema ih	2	>5

6.8. Sistem podrške za zeleni vodonik

Razvoj tržišta zelenog vodonika, naročito u početnoj fazi, nije moguć bez Vladinih mjera podrške i inicijativa. Potrebno je prevazići niz administrativnih prepreka, kao što su sporo izdavanje dozvola, birokratija i nedostatak kvalifikovanog osoblja. Sistem podrške za projekte u oblasti vodonika odnosi se na dvije vrste mjera i podsticaja: za proizvodnju i potrošnju vodonika.

6.9. Mjere podrške i podsticaji za proizvodnju vodonika

Mjere i podsticaji uključuju finansijsku podršku u smislu pokrivanja troškova uspostavljanja postrojenja za proizvodnju vodonika (kao što su elektrolizeri, kompresori, skladišni kapaciteti i sistemi za hvatanje ugljenika) ili njihovog funkcionisanja (kao što su snabdijevanje električnom energijom ili vodom). Primarni cilj je podsticanje izgradnje infrastrukture sa kapacitetom za proizvodnju vodonika.

Danas se više pažnje posvećuje pomoći u rješavanju finansijskih pitanja potrebnih za izgradnju mjesta za proizvodnju vodonika, dok se operativni troškovi ne razmatraju dovoljno.

Mjere i podsticaji za proizvodnju uglavnom su fokusirani na projekte implementacije, kao i na istraživanje i razvoj. Ovi podsticaji uključuju finansijsku podršku za proizvodnju vodonika (povoljni krediti, bankarske garancije), operativnu podršku (smanjenje naknada za potrošnju vode), poreske olakšice za proizvodnju vodonika, smanjenje poreza na električnu energiju, subvencije za upravljanje varijabilnim obnovljivim izvorima energije (smanjenje troškova balansiranja mreže), i propise koji, između ostalog, olakšavaju direktno povezivanje obnovljivih izvora energije sa elektrolizerima.

Da bi vodonik imao širu primjenu u Crnoj Gori, ključan je sistem sertifikacije kojim se potvrđuje njegovo porijeklo i klasifikacija kao niskougljeničnog ili obnovljivog goriva, materijala ili metode skladištenja energije.

6.10. Mjere podrške i podsticaji za potrošnju vodonika

Mjere i podsticaji za potrošnju odnose se na mehanizme finansijske podrške za vodonik kada se isporuči krajnjem korisniku. To može uključivati dodjelu grantova ili finansijske mjere za unapređenje objekata ili opreme za korišćenje vodonika, ili ponudu direktne finansijske podrške kako bi se vodonik učinio privlačnijim potrošačima. Glavni cilj je učiniti tržište vodonika atraktivnijim i za proizvođače i za potrošače u poređenju sa tržištima fosilnih goriva. Mnoge zemlje su uvele ove vrste podsticaja kako bi ispunile pravila EU koja za cilj imaju smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte. Ove mjere mogu biti dio sistema trgovine emisijama (ETS), Direktive o obnovljivim izvorima energije (RED 2) i Uredbe o uspostavljanju infrastrukture za alternativna goriva.

7. UPRAVLJANJE PROGRAMOM, MONITORING, IZVJEŠTAVANJE I EVALUACIJA

Uspješno sprovođenje Programa razvoja zelenog vodonika zahtijeva jasno definisanu institucionalnu strukturu, koordinaciju svih relevantnih aktera, te uspostavljanje mehanizama za praćenje realizacije i procjenu ostvarenih rezultata. U cilju obezbjeđivanja efikasnog upravljanja Programom, predviđeno je formiranje Nacionalnog savjeta za vodonik, kao međuresorsko tijelo zaduženo za strateško usmjeravanje, koordinaciju i nadzor nad sprovođenjem aktivnosti definisanih Programom razvoja zelenog vodonika sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine.

Nacionalni savjet obezbjeđuje međusektorsku saradnju između državnih organa, regulatora, jedinica lokalne samouprave, energetskih subjekata, naučno-istraživačkih institucija i predstavnika privrede, kao i komunikaciju sa međunarodnim partnerima u oblasti razvoja vodonične ekonomije. Savjet prati realizaciju mjera, razmatra usklađenost aktivnosti sa ciljevima Programa, predlaže korektivne intervencije, inicira izmjene i dopune Programa kada je to potrebno, i daje preporuke za unapređenje politika u oblasti zelenog vodonika.

Uspostavljanje lanca vrijednosti vodonika nije moguće bez partnerstva sa zemljama u regionu, Evropskom unijom i kroz članstvo u međunarodnim organizacijama. Vlada i Nacionalni savjet za vodonik će raditi na uspostavljanju partnerstava sa međunarodnim organizacijama i državama. Vlada Crne Gore će kroz imenovana tijela za praćenje implementacije vodonične ekonomije podsticati javna preduzeća i preduzeća u većinskom državnom vlasništvu, da uključe zeleni vodonik u svoje poslovne planove i strategije kako bi ostvarili ciljeve dekarbonizacije. Od presudne važnosti za uspješne projekte jeste partnerstvo između Vlade, lokalnih samouprava, industrije i Privredne komore Crne Gore.

Navedene mjere će se sprovoditi kroz sljedeće aktivnosti:

- usvajanje podsticajnog zakonodavnog okvira,
- povećanje znanja i svijesti o ulozi zelenog vodonika u procesu energetske tranzicije,
- uspostavljanje tržišta zelenog vodonika,
- obezbjeđivanje podsticajnog finansiranja za projekte u oblasti vodonika,
- primjena (zelenog) vodonika u privrednim djelatnostima,
- uvođenje tehničkih standarda bezbjednosti i protokola u primjeni vodoničnih tehnologija.

Vlada Crne Gore će težiti ka lakšem i bržem prihvatanju ovih projekata u lokalnim zajednicama i poboljšanju opšte percepcije javnosti kroz jačanje saradnje sa civilnim društvom u implementaciji projekata vezanih za vodonik.

Vlada Crne Gore, odnosno nadležno Ministarstvo energetike i rudarstva, u saradnji sa MONSTAT-om, biće zaduženo za praćenje ostvarenih ciljeva, koji će prikupljati informacije o napretku primjene vodonika. Na osnovu tih podataka, Nacionalni savjet za vodonik i Vlada će predlagati mjere za unapređenje sprovođenja strategije za vodonik.

Upravljanje Programom zasniva se na principima efikasnosti, transparentnosti, integrisanog planiranja i zasnovanosti na dokazima, uz obaveznu primjenu metodologije strateškog planiranja i upravljanja javnim politikama.

7.1. Monitoring i izvještavanje

Monitoring sprovođenja Programa vrši se kontinuirano, kroz praćenje realizacije operativnih ciljeva i pripadajućih indikatora učinka, odnosno navedenih aktivnosti sa jasno definisanim indikatorima rezultata. Monitoring obuhvata:

- zbirno praćenje sprovođenja aktivnosti iz Akcionog plana,
- mjerenje ostvarenja indikatora učinka i rezultata,
- procjenu pravovremenosti sprovođenja mjera,
- identifikovanje prepreka u implementaciji i predlaganje rješenja.

Nadležni organi i institucije uključene u sprovođenje Programa imaju obavezu da Nacionalnom savjetu dostavljaju periodične informacije i izvještaje o realizaciji aktivnosti iz svoje nadležnosti. Minimalni standard izvještavanja obuhvata polugodišnje izvještaje koje pripremaju nosioci aktivnosti, dok Nacionalni savjet priprema godišnji konsolidovani izvještaj o sprovođenju Programa.

Godišnji izvještaj se dostavlja Vladi Crne Gore radi razmatranja, usvajanja i daljeg postupanja.

7.2. Evaluacija Programa

Evaluacija Programa sprovodi se radi procjene efekata sprovedenih mjera, utvrđivanja stepena ostvarenja operativnih ciljeva i identifikovanja potrebe za prilagođavanjem javnih politika u oblasti zelenog vodonika.

Evaluacija obuhvata:

- procjenu relevantnosti i koherentnosti ciljeva,
- procjenu efikasnosti i efektivnosti sprovedenih aktivnosti,
- uticaj sprovođenja Programa na razvoj vodonične ekonomije, energetske tranziciju i održivost sistema,
- procjenu koristi za privredu, naučno-istraživački sektor i društvo.

Nacionalni savjet, u saradnji sa nadležnim ministarstvima, organizuje srednjoročnu evaluaciju tokom 2027. godine i završnu evaluaciju Programa po isteku planskog perioda. Rezultati evaluacije koriste se za unapređenje budućih javnih politika u oblasti vodonika i pokreću proces izrade novog strateškog dokumenta po isteku važenja Programa.

7.3. Informisanje javnosti i vidljivost programa

Transparentna komunikacija o ciljevima, aktivnostima i očekivanim rezultatima Programa predstavlja važan element podrške njegovoj implementaciji. Informisanje javnosti obezbjeđuje se u skladu sa Komunikacionom strategijom Vlade Crne Gore i načelima otvorene uprave, kroz jasno, pravovremeno i pristupačno prezentovanje informacija o napretku realizacije Programa.

Nadležne institucije obezbjeđuju javnu dostupnost svih ključnih dokumenata, uključujući Program, prateće akcione planove, izvještaje o implementaciji i rezultate evaluacije. Poseban fokus stavlja

se na edukaciju i informisanje građana, privrede, lokalnih samouprava i stručne zajednice o značaju razvoja zelenog vodonika, kao i o mogućnostima za uključanje u aktivnosti i projekte.

Komunikacija se ostvaruje putem:

- zvaničnih internet stranica nadležnih institucija i Nacionalnog savjeta za vodonik,
- objavljivanja saopštenja, informacija i izvještaja,
- organizovanja radionica, javnih konsultacija i promotivnih događaja,
- saradnje sa medijima, stručnom i akademskom zajednicom,
- međunarodne vidljivosti kroz komunikaciju sa EU institucijama i partnerima.

Informisanje javnosti ima za cilj da podstakne razumijevanje uloge zelenog vodonika u energetskej tranziciji, unaprijedi povjerenje u proces, obezbijedi podršku ključnih aktera i doprinese stvaranju pozitivnog okruženja za razvoj vodonične ekonomije u Crnoj Gori.

8. ZAVRŠNE NAPOMENE

Zeleni vodonik je prepoznat kao jedan od ključnih energetske nosilaca i strateških prioriteta Crne Gore do 2030. godine, imajući u vidu njegov značaj u procesu energetske tranzicije, dekarbonizacije i jačanja energetske sigurnosti. U tom cilju, potrebno je uspostaviti stabilan i predvidljiv pravni okvir koji će omogućiti privlačenje investicija u infrastrukturu za proizvodnju, skladištenje, distribuciju i upotrebu zelenog vodonika, kako iz javnog, tako i iz privatnog sektora. Posebno je važno da se obezbijedi dugoročna i transparentna regulativa, u kombinaciji sa administrativnim sistemom koji omogućava efikasne procedure. Uspostavljanje mehanizama podrške — kao što su unapređeni procesi izdavanja dozvola, dugoročni ugovori o otkupu, feed-in tarife i garantovane otkupne cijene — bi doprinijelo smanjenju investicionih rizika i stvaranju pouzdanog tržišta za zeleni vodonik. **Područja u kojima se zeleni vodonik može koristiti u Crnoj Gori uglavnom su usmjerena na energetiku, saobraćaj i djelimično industriju.**

Crnogorski energetske sektor može koristiti višak električne energije iz vjetroelektrana i solarnih elektrana priključenih na mrežu za proizvodnju vodonika. Na taj način, energija se može skladištiti i prodavati po višim cijenama u periodima velike potražnje i ograničene ponude energije. Integracija skladištenja vodonika sa obnovljivim izvorima energije (vjetar i sunce) može obezbijediti otpornost i fleksibilnost energetske sistema. Sezonske oscilacije u proizvodnji energije iz vjetera i sunca jasno ukazuju na potrebu za tehnologijama skladištenja energije koje mogu održati kontinuitet snabdijevanje u periodu nestašica i obezbijediti dopunu rezervi tokom perioda viškova energije.

Unapređenje infrastrukture za prijem energije iz solarnih i vjetroenergetskih sistema je od suštinskog značaja, jer se vodonik proizvodi iz tih izvora. Preporučuje se i razvoj efikasnog sistema balansiranja elektroenergetske mreže Crne Gore paralelno sa povećanjem kapaciteta obnovljivih izvora energije.

U cilju obezbjeđenja značajne mreže za transport vozila na vodonik širom EU, do 2030. godine (u skladu sa Uredbom (EU) 2023/1804), potrebno je uspostaviti infrastrukturu za snabdijevanje vodonikom u svim urbanim područjima i na svakih 200 kilometara duž glavne TEN-T EU mreže koja treba da omogućiti punjenje i za putnička i teretna vozila. Crna Gora sprovodi aktivnosti na implementiranju odredbi navedene Uredbe. Pilot projekti koje bi predvodila država mogu poslužiti za izgradnju infrastrukture za transport vodonika, poput punionica vodonika, kako bi se ovi resursi integrirali u urbani i obalski transport do 2030. godine. Ova inicijativa je posebno značajna za urbanu mobilnost i održivi transport u većim gradovima ili opštinama sa izraženim turističkim potencijalom.

Danas je potrošnja vodonika u crnogorskom industrijskom sektoru zanemarljiva. U Crnoj Gori ne postoji infrastruktura potrebna za proizvodnju hemijskih proizvoda, preradu nafte ili proizvodnju mineralnih đubriva. Kako bi se smanjila zavisnost od uvoza, Vlada bi trebalo da podstakne potražnju za zelenim vodonikom, naročito u industrijskim granama koje bi imale najveću korist od njegove primjene, prije svega u hemijskoj industriji i proizvodnji mineralnih đubriva. Takođe, bilo bi korisno podsticati upotrebu vodonika kao izvora energije u industriji.

Mreža prirodnog gasa u Crnoj Gori još nije uspostavljena. Kako je projekat Jonsko-jadranskog gasovoda na listi prioritetnih infrastrukturnih projekata Vlade (Single Project Pipeline), pri njegovoj realizaciji, treba predvidjeti mogućnost transporta i gasovitog vodonika.

Politike i pravni okviri za državnu podršku ranim projektima u oblasti vodoničnih tehnologija trebalo bi da budu zasnovani na principima održivosti, zaštite životne sredine i smanjenja emisije ugljen-dioksida, kako bi se postavili temelji za industriju zelenog vodonika. Ovakav pristup mora obuhvatiti rješavanje tehničkih izazova povećanja obima projekta u oblasti zelenog vodonika, što podrazumijeva intervencije u više oblasti, a to su poboljšanje efikasnosti elektrolize, napredne tehnologije za skladištenje vodonika, primjenu gorivnih ćelija i uključivanje obnovljivih izvora energije, poput solarne i energije vjetra, u elektroenergetsku mrežu, uz podsticaje za istraživanje i razvoj.

Kao zemlja kandidat za članstvo u EU, Crna Gora se obavezala da integriše i primjenjuje propise EU u oblasti energetike i klimatskih politika na nacionalnom nivou. Osnovni princip na kojem se zasniva sistem garancija o porijeklu jeste da se svaka jedinica električne energije iz obnovljivih izvora može sertifikovati samo jednom. Ovi instrumenti omogućavaju praćenje gdje se isporučuje energija iz obnovljivih izvora, dok zeleni sertifikati pokazuju ispunjavanje uslova u skladu sa pravilima EU za različite programe podrške. Stoga su snabdjevači energijom dužni da svojim potrošačima jasno predoče ovu informaciju, koristeći garancije o porijeklu koje potvrđuju da električna energija potiče isključivo od određenih proizvođača. Ovi sertifikati se takođe mogu razmjenjivati unutar EU ili van njenih granica. Direktiva o obnovljivim izvorima energije (RED II) je proširena i uključuje garancije o porijeklu za zeleni vodonik i biometan.

Potrebno je uspostaviti međunarodni sistem pouzdanog praćenja garancijama o porijeklu, kako bi se omogućilo praćenje i upravljanje efektima zelenog vodonika na programe klimatskih promjena. Ukoliko bi inicijative vezane za vodonik dovele do povećane upotrebe fosilnih goriva, smanjenja energetske efikasnosti i usporavanja elektrifikacije, postojala bi opasnost od *carbon lock-in* efekta, zbog čega je tačno i transparentno mjerenje emisije gasova sa efektom staklene bašte od suštinskog značaja. Stoga, neophodno je razvijanje sveobuhvatnog političkog i pravnog okvira za uspješnu integraciju energetske sistema na bazi vodonika u procese dekarbonizacije. Pored toga, poželjno je učešće u međunarodnim raspravama o načinu uspostavljanja sistema za provjeru *garancija o porijeklu za zeleni vodonik*.

Obrazovni sistem u Crnoj Gori treba da obezbijedi znanje koje je potrebno za upravljanje upotrebom zelenog vodonika, što uključuje tehničke kompetencije za projektovanje, instalaciju, upravljanje i održavanje sistema i tehnologija zelenog vodonika. Pored toga, radna snaga mora posjedovati i vještine u oblasti kontrole kvaliteta, procedura bezbjednosti, zaštite životne sredine i društveno-ekonomskih aspekata. Brz transfer tehnologija iz naučne zajednice u industriju je od ključne važnosti za usvajanje naprednih vodoničnih tehnologija vodonika.

Bezbjednost energetske sistema zasnovanog na vodoniku u Crnoj Gori zavisi od dobrih regulatornih okvira, naprednih bezbjednosnih tehnologija i standardizovane upotrebe opreme. U ovom procesu neophodna je saradnja svih relevantnih aktera - državne institucije, proizvođači, distributeri i krajnji korisnici, kako bi zajednički identifikovali rizike i obezbijedili odgovarajuće propise. Kako zeleni vodonik bude dobijao sve veći značaj, biće nužno uspostaviti obavezujuće

standarde u cilju usklađivanja zahtjeva i olakšanja međunarodne trgovine. Tehnički kodovi i standardi predstavljaju osnovu za uspješno uvođenje vodoničnih proizvoda na tržište, dok kontinuirana istraživanja i razvoj imaju ključnu ulogu u njihovom unapređenju i primjeni.

Crna Gora treba da učestvuje u međunarodnim projektima vezanim za zeleni vodonik i sarađuje sa partnerskim organizacijama širom svijeta koje promovišu upotrebu vodonika. Dugoročno gledano, potrebno je razmotriti mogućnost uključivanja u regionalno tržište zelenog vodonika i istražiti potencijal za njegov izvoz. Da bi se to postiglo, neophodno je uspostaviti odgovarajuću infrastrukturu, uključujući kapacitete za skladištenje, kompresorske sisteme i sisteme dizajnirane za olakšan transport. Veće količine vodonika mogu se transportovati željeznicom, korišćenjem specijalizovanih vagona. Pored izgradnje infrastrukture, od presudne važnosti su i mjere koje obuhvataju uspostavljanje bezbjednosnih procedura i obuku stručnog kadra. Primjeri dobre prakse u ovoj oblasti se mogu naći u Australiji, Čileu, Južnoj Koreji, Kanadi i Njemačkoj. Jačanjem i promovisanjem javne svijesti o značaju zelenog vodonika može se u značajnoj mjeri smanjiti otpor javnosti prema prihvatanju novih tehnologija u ekonomskom sistemu Crne Gore.

Učešćem u ovim inicijativama, Crna Gora može unaprijediti svoj imidž na međunarodnoj sceni, dok istovremeno radi na ispunjenju ciljeva utvrđenih Nacionalnim energetske i klimatskim planom (NEKP), kao i ciljeva Zelene agende za Zapadni Balkan i Ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih nacija.