

VJEŠTINE ZA PAMETNU SPECIJALIZACIJU U CRNOJ GORI

Usklađivanje vještina, tehnologija i
produktivnosti u prioritetnoj oblasti
„Energija i održiva životna sredina“

Ovaj izvještaj pripremila je Evropska fondacija za obuku (ETF – European Training Foundation). Fondazione Giacomo Brodolini i Erre Quadro dali su doprinos opisu analitičke logike i metodologije predstavljenih u poglavljima 1.3 i 2.2, u okviru ugovora sa kompanijom IBF Impact. Njihov rad obuhvata analizu патената predstavljenu na Slici 2 i u Tabeli 2, povezanu analizu u Poglavlju 2.1, kao i primjenu tehnika semantičkog uparivanja zasnovanih na ESCO klasifikaciji, korišćenih za izradu slika 3 i 4.

Autori: Pirita Vuorinen (ETF), Miloš Bogdanović (lokalni ekspert)

Recenzent: Cristina Mereuta (ETF)

Vještačka inteligencija (AI): Microsoft 365 Copilot (BizChat; sesija bizchat.20251216.441) korišćen je kao podrška pri poređenju rezultata globalne analize патената sa nalazima konsultacija sa relevantnim akterima, radi identifikacije obrazaca i tema koji se ponavljaju u različitim izvorima dokaza, kao i za uređivanje i lekturu teksta. Takođe je korišćen za izradu radne verzije kratkog pregleda.

Rukopis završen u aprilu 2026. godine.

© European Training Foundation (ETF), 2026.



Osim ako nije drugačije naznačeno, ponovno korišćenje ovog dokumenta dozvoljeno je u skladu sa licencom Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)). To znači da je ponovno korišćenje dozvoljeno pod uslovom da se na odgovarajući način navede izvor i označe sve izvršene izmjene. Za svako korišćenje ili reprodukciju fotografija ili drugog materijala koji nije u vlasništvu Evropske fondacije za obuku potrebno je pribaviti dozvolu direktno od nosilaca autorskih prava.

Prilikom citiranja ovog izvještaja, molimo koristite sljedeći navod:

Evropska fondacija za obuku (2026), *Vještine za pametnu specijalizaciju u Crnoj Gori: Usklađivanje vještina, tehnologija i produktivnosti u prioritetnoj oblasti „Energija i održiva životna sredina“*, Torino, Italija.

IZRAZI ZAHVALNOSTI

Evropska fondacija za obuku izražava iskrenu zahvalnost Savici Vujičić, vršiteljki dužnosti generalne direktorice Direktorata za inovacije i pametnu specijalizaciju u Ministarstvu prosvjete, nauke i inovacija Crne Gore, za njeno snažno liderstvo i kontinuiranu podršku tokom ovog posla. Posebna zahvalnost upućuje se i Tijani Đoković Vlahović.

Ministarstvo je imalo ključnu ulogu u omogućavanju aktivnog učešća relevantnih aktera, uključujući organizaciju i finansiranje tri konsultativna sastanka uživo, kao i podršku učešću tokom svih krugova konsultacija. Time je obezbijeđeno snažno uključivanje ključnih aktera, posebno predstavnika privrede, što je značajno doprinijelo relevantnosti, kvalitetu i validaciji nalaza.

SADRŽAJ

IZRAZI ZAHVALNOSTI	3
KRATAK PREGLED	5
Četiri vodeća tehnološka klastera sa najvećim uticajem	5
Ključna uska grla u oblasti vještina	5
Četiri prioritetne oblasti djelovanja	6
1. UVOD	8
1.1 Sektor obnovljive energije u konkurentnosti i zelenoj tranziciji Evrope	8
1.2 Kontekst pametne specijalizacije i ciljevi politika u Crnoj Gori	8
1.3 Analitička logika i metodologija: od tehnologija do vještina i zanimanja	9
2. TEHNOLOŠKI RAZVOJ U PRIORITETNOJ OBLASTI „ENERGIJA I ODRŽIVA ŽIVOTNA SREDINA“	11
2.1 Analiza globalnih patentnih trendova	11
2.2 Ocjena spremnosti za primjenu tehnologija i njihova relevantnost za lokalni kontekst	12
3. UTICAJ TEHNOLOŠKOG RAZVOJA NA POTRAŽNJU ZA VJEŠTINAMA U PRIORITETNOJ OBLASTI „ENERGIJA I ODRŽIVA ŽIVOTNA SREDINA“	16
3.1 Potražnja za vješinama koja proizlazi iz tehnoloških promjena	16
3.2 Zanimanja oblikovana novim tehnologijama	18
3.3 Sistemska ograničenja koja oblikuju potražnju za vješinama i usvajanje tehnologija	21
4. OPERACIONALIZACIJA PAMETNE SPECIJALIZACIJE	23
4.1 Tehnološki klasteri sa visokim uticajem i prioriteti u pogledu povezanih vještina	23
4.2 Mobilisanje ekosistema vještina za podršku usvajanju tehnologija	24
AKRONIMI	29
REFERENCE	30

KRATAK PREGLED

Oblast „Energija i održiva životna sredina“ u Crnoj Gori ima snažne temelje u hidroenergiji i rastuću bazu u solarnoj i vjetroenergiji, ali su konkurentnost i produktivnost sve više ograničeni nedostatkom vještina, niskim nivoom spremnosti za napredne tehnologije i izraženim deficitima na nivou tehničara.

Pametna specijalizacija, kao EU pristup politici inovacija usmjeren na jačanje ekonomske konkurentnosti, zahtijeva jasan strateški fokus. Ostvarivanje njenih ciljeva zavisi od prioritizacije manjeg broja tehnoloških klastera sa visokim potencijalom uticaja, rješavanja ključnih uskih grla u oblasti vještina, posebno u oblasti instalacije, rada i integracije sistema, kao i mobilisanja ekosistema vještina oko jasno definisanih prioritetnih oblasti djelovanja koje podržavaju zelenu i digitalnu energetska tranziciju.

Četiri vodeća tehnološka klastera sa najvećim uticajem

Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora i sistemi za skladištenje energije u baterijama (Battery Energy Storage Systems - BESS)

Solarni paneli, vjetroturbine, hidroenergetski sistemi, baterijski sistemi za skladištenje energije, priključenje na mrežu i rješenja za balansiranje elektroenergetskog sistema.

Digitalna simulacija, modeliranje i upravljanje energijom zasnovano na algoritmima

Simulacioni i prediktivni modeli, alati za predviđanje, optimizacija zasnovana na podacima, sistemi upravljanja i kontrole energije zasnovani na vještačkoj inteligenciji.

Tehnologije digitalizacije pametnih mreža i mikromreža

Digitalni sistemi za monitoring i kontrolu mreža, platforme za distribuirano upravljanje energijom, podaci u realnom vremenu i analitika mreža.

Tehnologije upravljanja energijom i energetske efikasnosti

Sistemi za energetska pregled i monitoring, digitalne platforme za upravljanje energijom, rješenja za efikasnost na nivou objekata i sistema.

Ključna uska grla u oblasti vještina

Izražen manjak tehničara i operatera

Tehničari energetike, instalateri, radnici na održavanju, operateri postrojenja i tehničari za mrežu su u kritičnom deficitu. Ovi profili su ključni za instalaciju, rad i održavanje postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, sistema za skladištenje energije i mrežne infrastrukture.

Slabe praktične vještine i vještine potrebne za neposredno uključivanje u rad

Programi stručnog i visokog obrazovanja i dalje su u velikoj mjeri teorijski usmjereni. Ograničeno praktično iskustvo sa savremenom opremom, digitalnim alatima za monitoring, bezbjednosnim procedurama i realnim radnim okruženjem, smanjuje spremnost radne snage.

Nedovoljne digitalne i analitičke vještine na operativnom nivou

Mnogi tehničari i operateri nemaju praktične kompetencije u oblasti monitoringa sistema, rukovanja podacima, dijagnostike i digitalnih tokova rada. Ovo ograničava primjenu pametnih mreža, BESS i sistema za upravljanje energijom zasnovanih na vještačkoj inteligenciji.

Ograničene vještine u oblasti baterija i skladištenja energije

Uprkos velikom globalnom značaju, Crnoj Gori nedostaju praktično iskustvo i kapaciteti za obuku u oblasti BESS sistema. Vještine u oblasti bezbjednosti baterija, instalacije, dijagnostike i prediktivnog održavanja su nedovoljno razvijene.

Nedovoljno razvijeni mehanizmi obrazovanja odraslih i prekvalifikacije

Mogućnosti obrazovanja odraslih su ograničene, fragmentirane i slabo povezane sa sistemom sertifikacije. Nedostatak kratkih modularnih kurseva, mikrokredencijala i priznavanja prethodnog učenja, usporava unapređenje vještina i prekvalifikaciju.

Četiri prioritetne oblasti djelovanja

Prioritetna oblast djelovanja 1: Ojačati praktične vještine za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora i upotrebu baterijskih sistema

Fokusirati se na instalaciju, puštanje u rad, bezbjednost, održavanje i integraciju sistema u oblasti solarne i vjetroenergije, kao i BESS sistema. Obezbijediti kontinuiran priliv tehničara i inženjera spremnih za neposredno uključivanje u rad, sposobnih da podrže sve intenzivnije korišćenje obnovljivih izvora energije.

Uloge u ekosistemu vještina:

- **Stručno obrazovanje i osposobljavanje (Vocational Education and Training - VET):** Učiniti tehnologije obnovljivih izvora energije i baterija ključnim sadržajima kurikuluma; proširiti učenje zasnovano na radu i obuke iz oblasti bezbjednosti.
- **Visoko obrazovanje:** Ojačati primijenjeno inženjerstvo, integraciju sistema, dijagnostiku i laboratorijsko učenje povezano sa stvarnim projektima.
- **Obrazovanje odraslih i organizacije za podršku poslovanju (Business Support Organisations - BSOs):** Organizovati sertifikovane kratke kurseve, ubrzane programe prekvalifikacije i savjetodavnu podršku na licu mjesta za kompanije.

Prioritetna oblast djelovanja 2: Integrisati digitalne i analitičke kompetencije u planiranje i funkcionisanje energetske sistema

Izgraditi vještine na nivou tehničara i inženjera u oblasti simulacija, modeliranja, monitoringa sistema i optimizacije zasnovane na podacima. Omogućiti efikasnu upotrebu digitalnih alata u upravljanju mrežom, predviđanju i operativnom donošenju odluka.

Uloge u ekosistemu vještina:

- **VET:** Integrisati u praktičnu obuku obavezne module iz oblasti digitalizacije, kao i alate za dijagnostiku i monitoring sistema.
- **Visoko obrazovanje:** Proširiti sadržaje iz oblasti simulacija, algoritama, analize podataka i vještačke inteligencije, kroz primijenjene projekte i laboratorijski rad.
- **Obrazovanje odraslih i BSOs:** Proširiti ponudu kratkih modularnih kurseva, mikrokredencijala i savjetodavnih usluga povezanih sa digitalnim energetske sistemima.

Prioritetna oblast djelovanja 3: Pripremiti radnu snagu za pametne mreže, mikromreže i rješenja energetske efikasnosti

Razviti operativne vještine u oblasti digitalnog upravljanja mrežom, distribuiranih energetske sistema i energetske efikasnosti u objektima i industriji. Podržati otpornost sistema i rast produktivnosti kroz modernizovanu tehničku obuku.

Uloge u ekosistemu vještina:

- **VET:** Modernizovati programe iz oblasti elektrotehnike i energetike uvođenjem sadržaja o pametnim mrežama, mikromrežama i energetske efikasnosti, uz podršku praktičnog učenja.
- **Visoko obrazovanje:** Ojačati interdisciplinarnu module koji povezuju energetiku, digitalne sisteme i optimizaciju efikasnosti.
- **Obrazovanje odraslih i BSOs:** Obezbijediti modularne obuke, demonstracione projekte i savjetodavnu podršku, na nivou kompanija, u oblasti energetske efikasnosti i digitalizacije mreže.

Prioritetna oblast djelovanja 4: Razvijati vještine radne snage u oblasti upravljanja energijom i energetske efikasnosti

1. Ojačati praktične vještine u oblasti upravljanja energijom, energetske pregleda i optimizacije efikasnosti u zgradama, infrastrukturi i industrijskim sistemima. Fokusirati se na smanjenje gubitaka energije, unapređenje operativnih performansi i podršku dekarbonizaciji uz optimalne troškove, kroz bolje korišćenje alata za monitoring, podataka i tehnologija energetske efikasnosti.

Izgraditi radnu snagu sposobnu da primjenjuje mjere energetske efikasnosti u realnim radnim uslovima, uz snažan naglasak na kompetencije na nivou tehničara.

2. Uloge u ekosistemu vještina:
3. **VET:** Integrisati upravljanje energijom i energetske efikasnost kao osnovni sadržaj kurikuluma u programima iz oblasti elektrotehnike i energetike. Ojačati praktičnu obuku u oblasti energetskih pregleda, mjernih alata, senzorskog monitoringa i osnovne optimizacije energetske efikasnosti u objektima i sistemima.
4. **Visoko obrazovanje:** Proširiti primijenjene module iz oblasti upravljanja energijom, optimizacije efikasnosti i sistema u objektima. Ojačati interdisciplinarno učenje koje povezuje elektrotehniku, digitalni monitoring, tehnologije u zgradama i analizu performansi sistema kroz laboratorijski rad i primijenjene projekte.
5. **Obrazovanje odraslih i BSOs:** Organizovati kratke, modularne kurseve unapređenja vještina (dokvalifikacije) za tehničare, inženjere i upravničke objekte, sa fokusom na praktične mjere energetske efikasnosti. Obezbijediti savjetodavne usluge, na nivou kompanija, demonstracione projekte i obuke prije uvođenja, kako bi se podržalo uvođenje sistema upravljanja energijom i rješenja za energetske efikasnost.

Ključna poruka za donosioce odluka

6. Energetska tranzicija i buduća konkurentnost Crne Gore manje zavise od pristupa tehnologijama, a više od dostupnosti vještina potrebnih za njihovu primjenu, pri čemu **akutni manjak kadra na nivou tehničara** predstavlja **najkritičnije usko grlo**. Iako zemlja ima snažne temelje u hidroenergiji i rastuće kapacitete u solarnoj i vjetroenergiji, postoji rizik zaostajanja u oblastima skladištenja energije u baterijama, digitalnih simulacija, pametnih mreža i naprednog upravljanja energijom, kao tehnologija koje oblikuju globalnu produktivnost i potražnju za vještinama. Prevazilaženje ovog jaza zahtijeva jasan **fokus na ograničen broj tehnoloških klastera sa visokim uticajem, kao i brz zaokret ka praktičnim, radno primjenjivim i digitalno podržanim vještinama** u okviru stručnog obrazovanja, visokog obrazovanja i obrazovanja odraslih. Jačanje cjeloživotnog učenja (Lifelong Learning - LLL), modularnih programa unapređenja vještina i mehanizama prekvalifikacije, kao i unapređenje koordinacije između obrazovnih ustanova, energetskih kompanija i javnih institucija, od ključnog su značaja za smanjenje nesklada između ponude i potražnje za vještinama, ograničavanje oslanjanja na eksterno angažovanje i osiguravanje da ulaganja u energetski sektor rezultiraju dugoročnom produktivnošću, energetskom sigurnošću i konkurentnošću.

1. UVOD

1.1 Sektor obnovljive energije u konkurentnosti i zelenoj tranziciji Evrope

Energetska sigurnost kao osnova konkurentnosti Evrope. Kako EU napreduje ka klimatskoj neutralnosti, obnovljiva energija ima centralnu ulogu u jačanju ekonomske otpornosti, stabilizaciji cijena i podršci dugoročnoj produktivnosti. Energetski sistem Evrope i dalje je u velikoj mjeri izložen spoljnim šokovima zbog visoke zavisnosti od uvoza, koja je premašila 60% u 2022. godini, a uglavnom je posljedica uvoza nafte i naftnih derivata. Ova zavisnost povećava ranjivost na poremećaje u snabdijevanju i nestabilnost cijena, naglašavajući strateški značaj ubrzavanja razvoja domaćih kapaciteta za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.

Geopolitički šokovi i strateški imperativ energetske autonomije. Agresija Rusije na Ukrajinu, praćena obnovljenim tenzijama na Bliskom istoku, značajno je povećala cijene energije i troškove života širom država članica EU. Iako su hitne mjere pomogle stabilizaciji tržišta, ove krize su ukazale na trajne rizike povezane sa spoljnom zavisnošću i sigurnošću infrastrukture. Energetska autonomija, diversifikacija izvora snabdijevanja i otpornost sistema postali su ključni elementi konkurentnosti i bezbjednosne agende Evrope.

Rast korišćenja obnovljive energije i nove ranjivosti lanca snabdijevanja. Obnovljiva energija se kontinuirano sve više koristi širom EU, čineći 23% ukupne potrošnje energije i 41.2% električne energije u 2022. godini (EEA, 2025). Predviđa se da će kapaciteti rasti više od 7% godišnje do 2030. godine (MI, 2025), prvenstveno zahvaljujući energiji vjetra i sve efikasnijim solarnim tehnologijama. Kako se povećava proizvodnja varijabilne obnovljive energije, skladištenje energije postaje ključno za obezbjeđivanje fleksibilnosti sistema i sigurnosti snabdijevanja. Međutim, tehnologije obnovljive energije u velikoj mjeri zavisi od kritičnih sirovina kao što su litijum, bakar i kobalt, što stvara nove strateške ranjivosti (Nunzi, 2025). Stoga jačanje otpornosti lanca snabdijevanja, kroz diversifikaciju, reciklažu i domaću preradu, postaje sve značajnije.

Potražnja za vještinama i spremnost radne snage kao ograničenja tranzicije. Energetska tranzicija generiše značajnu potražnju za vještinama na svim nivoima kvalifikacija, ali sistemi obrazovanja i obuke ne prate ovaj tempo. Broj radnika koji stiču relevantne kvalifikacije raste sporije od potreba tržišta rada, što dovodi do manjka kadra sa odgovarajućim vještinama na pravim mjestima. Oko polovine novih radnih mjesta zahtijevaće osnovno ili niže srednje obrazovanje, 37% srednje obrazovanje, a samo 13% visoko obrazovanje. Brze tehnološke promjene dodatno povećavaju rizik od zastarijevanja vještina, što naglašava potrebu za kontinuiranim unapređenjem vještina (dokvalifikacijom) i prekvalifikacijom. Niska stopa učešća u obrazovanju odraslih i ograničena integracija novih tehnologija u kurikule mogu usporiti primjenu tehnologija i oslabiti dugoročnu konkurentnost.

1.2 Kontekst pametne specijalizacije i ciljevi politika u Crnoj Gori

Crna Gora priprema svoju drugu Strategiju pametne specijalizacije za period 2026-2031. U okviru ovog procesa, od Evropske fondacije za obuku (ETF) zatraženo je da pruži analitičku podršku usmjerenu na identifikovanje potreba za vještinama za implementaciju Strategije, sa posebnim naglaskom na unapređenje produktivnosti i konkurentnosti, kao i na usvajanje novih tehnologija, uz obezbjeđivanje usklađenosti sa prioritetima evropskih politika, uključujući Kompas konkurentnosti (Competitiveness Compass) i Uniju vještina (Union of Skills).

Obim analize definisan je u skladu sa ciljevima pametne specijalizacije, utvrđenim kroz Proces preduzetničkog otkrivanja (Entrepreneurial Discovery Process - EDP), koji je sproveden u skladu sa metodološkim okvirom pametne specijalizacije i smjernicama Evropske komisije za EDP. Pored smjernica Evropske komisije, proces je realizovan i u skladu sa *Metodologijom razvijanja politika*,

izrade i praćenja sprovođenja strateških dokumenata, koju je propisao Generalni sekretarijat Vlade Crne Gore.

EDP je rezultirao definisanjem sljedeće vizije i strateškog cilja u prioritetnoj oblasti „Energija i održiva životna sredina“:

Slika 1: Dugoročna vizija i strateški cilj prioritetne oblasti „Energija i održiva životna sredina“

Vizija: Do 2040. godine, Crna Gora će dostići zrelu fazu u tranziciji ka karbonski neutralnoj, klimatski otpornoj i cirkularnoj ekonomiji, vođenoj inovacijama, dekarbonizacijom energetskeg sektora, modernizacijom energetske mreže i naprednim tehnologijama, uz dosljedno poštovanje principa zaštite životne sredine, efikasnog korišćenja resursa i valorizacije otpada.

Strateški cilj: Unaprijediti implementaciju zelene energetske tranzicije ostvarivanjem nacionalnih ciljeva do 2031. godine, u pogledu smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG), povećanja udjela obnovljive energije i unapređenja energetske efikasnosti, na način koji obezbjeđuje i energetske sigurnost i ekološku održivost, uz istovremeno jačanje ljudskih, digitalnih i institucionalnih kapaciteta i održivo korišćenje resursa.

Izvor: Bole, D., et al (2026), Final report on the Entrepreneurial Discovery Process (EDP) implemented in the preparation of the smart specialisation strategy 2026-2031.

Tokom inicijalne faze, precizirane su specifične oblasti koje su bile u fokusu za prioritetnu oblast, kako je prikazano u Tabeli 1.

Tabela 1: Prioritetna oblast i podsektori za analizu

Podsektori	NACE kodovi (unutar područja obuhvata)	Van obuhvata
I nivo prioriteta Proizvodnja, instalacija i upravljanje solarnom energijom Proizvodnja, instalacija i upravljanje vjetroenergijom Proizvodnja, instalacija i upravljanje hidroenergijom Prenos, distribucija, skladištenje električne energije i stabilnost mreže	D35.12 - Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora D35.13 - Prenos električne energije D35.14 - Distribucija električne energije D35.16 - Skladištenje električne energije D35.21 - Proizvodnja plina	Proizvodnja energije iz biomase Nuklearna energija Proizvodnja električne energije iz neobnovljivih izvora Trgovina energijom
II nivo prioriteta Postrojenja za proizvodnju energije iz otpada (uključuje proizvodnju energije iz biogasa nastalog iz komunalnog otpada) Razvoj zelenog vodonika		

Izvor: Erre Quadro sopstvena obrada.

1.3 Analitička logika i metodologija: od tehnologija do vještina i zanimanja

Analitički doprinos ETF-a fokusira se na tri međusobno povezane dimenzije koje zajedno pružaju sveobuhvatno razumijevanje tehnološke transformacije i transformacije vještina potrebnih u prioritetnoj oblasti „Energija i održiva životna sredina“. Analitički okvir je osmišljen tako da poveže globalni tehnološki razvoj sa nacionalnim kontekstom Crne Gore i da te uvide pretoči u dokaze o novim potrebama za vještinama i zanimanjima. Sve faze analize bile su zasnovane na opsežnim

konsultacijama sa relevantnim akterima, čime je obezbijeđena usklađenost sa realnim stanjem u sektoru i nacionalnim prioritetima.

Prva analitička dimenzija odnosi se na **dinamiku inovacija**. Ova dimenzija analizira globalna tehnološka kretanja koja oblikuju prioritetnu oblast „Energija i održiva životna sredina“ kroz analizu više od 30 godina globalnih podataka o patentima. Korišćenje globalnih patentnih podataka posebno je važno s obzirom na poziciju Crne Gore kao male ekonomije koja uglavnom usvaja tehnologije, gdje većina inovacija koje utiču na domaću proizvodnju i obradu potiče iz inostranstva. Analiza патената omogućava identifikaciju ključnih tehnoloških trendova, razvojnih putanja i potencijalnih pokretača promjena u ovoj oblasti, te pruža perspektivu usmjerenu ka budućnosti u pogledu tehnologija koje će vjerovatno uticati na produktivnost i konkurentnost u kratkom i srednjem roku.

Druga analitička dimenzija fokusira se na **spremnost za usvajanje tehnologija**. Globalni inovacioni trendovi ne prenose se automatski na nacionalni nivo. Kako bi se prevazišao ovaj jaz, analiza procjenjuje spremnost Crne Gore da usvoji i primijeni identifikovane tehnologije kroz poređenje globalnih kretanja sa nacionalnim kapacitetima, institucionalnom zrelošću, regulatornim uslovima i postojećim praksama u privredi. Ova procjena koristi četvorostepenu skalu spremnosti (niska, rastuća, visoka i stabilizujuća) i zasniva se na ekspertskoj analizi, analizi dostupne dokumentacije i tri kruga konsultacija sa relevantnim akterima. Stoga ocjene spremnosti odražavaju kapacitet Crne Gore da prihvati, koristi i proširi primjenu tehnologija razvijenih izvan zemlje, a ne domaći inovacioni učinak.

Treća analitička dimenzija analizira **implikacije tehnoloških promjena na vještine**. Polazeći od identifikovanja prioritetnih tehnologija i nivoa spremnosti, analiza primjenjuje semantičko uparivanje zasnovano na ESCO klasifikaciji, uz podršku vlasničkih alata, kako bi povezala tehnologije sa relevantnim vještinama, kompetencijama, oblastima znanja i profilima zanimanja. Ovaj pristup omogućava identifikaciju vještina za koje se očekuje rast potražnje, prepoznavanje novih ili hibridnih profila zanimanja, kao i uočavanje potencijalnih neusklađenosti između usvajanja tehnologija i kapaciteta radne snage. Kao i u procjeni spremnosti, rezultati su validirani kroz stručne uvide i konsultacije sa relevantnim akterima kako bi se obezbijedila njihova relevantnost za tržište rada u Crnoj Gori.

Iako ove tri dimenzije strukturiraju analitički rad, izvještaj predstavlja svoje nalaze u dva glavna analitička koraka, odražavajući način na koji su dokazi organizovani i korišteni u cijelom izvještaju. Prvo, analiza globalnih patentnih trendova, u kombinaciji sa ocjenom tehnološke spremnosti, identifikuje prioritetne tehnologije i procjenjuje kapacitete Crne Gore za njihovo usvajanje i primjenu u prioritetnoj oblasti „Energija i održiva životna sredina“ (Poglavlje 2). Drugo, identifikuju se vještine i zanimanja povezani sa tim tehnologijama (Poglavlje 3). Konačno, nalazi se prevode u prioritetne oblasti djelovanja i mjere za operacionalizaciju pametne specijalizacije kroz razvoj vještina i mobilisanje ekosistema (Poglavlje 4). Preporuke su razvijene kroz strukturiran i iterativan proces koji objedinjuje sve analitičke dimenzije i sveobuhvatne konsultacije sa relevantnim akterima, čime se obezbjeđuje njihova usklađenost sa stvarnim stanjem u sektoru i usmjerenost na izradu konkretnih primjenjivih mjera koje se mogu integrisati u nacionalnu Strategiju pametne specijalizacije i njen Akcioni plan.

Ovaj pristup obezbjeđuje logičan slijed od globalnih tehnoloških kretanja, preko nacionalnog kapaciteta za usvajanje tehnologija, do vještina, zanimanja i implementacionih mjera potrebnih za ostvarivanje ciljeva pametne specijalizacije Crne Gore.

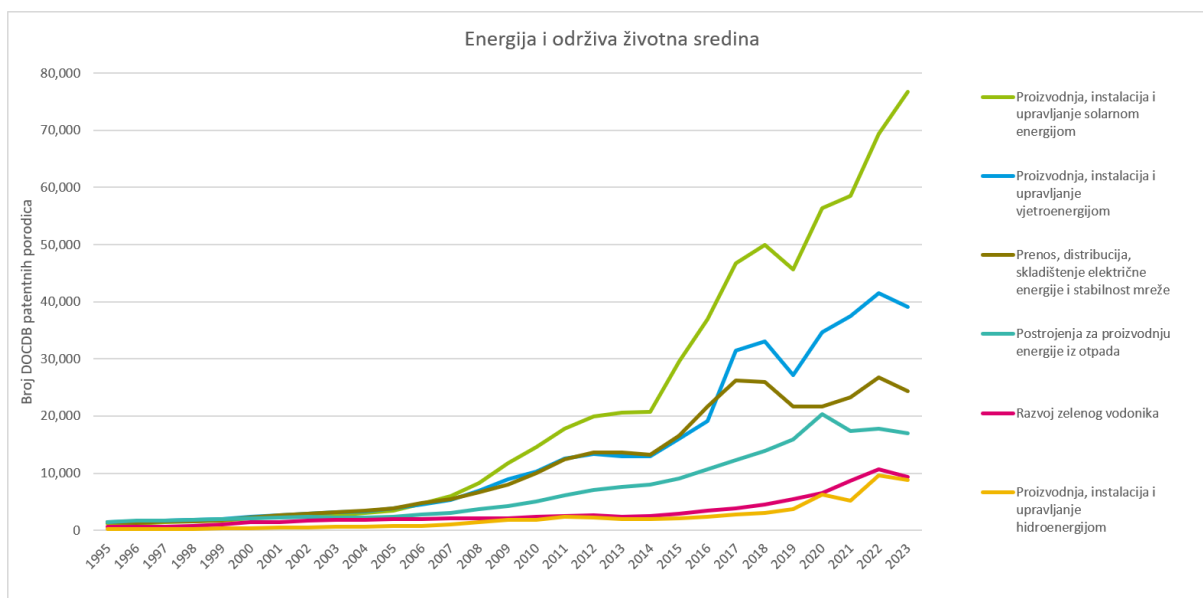
2. TEHNOLOŠKI RAZVOJ U PRIORITETNOJ OBLASTI „ENERGIJA I ODRŽIVA ŽIVOTNA SREDINA“

Da bi ostvarila dugoročnu viziju i strateški cilj pametne specijalizacije, prikazane na Slici 1, Crna Gora mora usvojiti tehnologije koje pokreću zelenu energetska tranziciju. To zahtijeva prioritizovanje manjeg broja tehnoloških klastera sa visokim uticajem, kao i jačanje tehničkih, digitalnih i institucionalnih kapaciteta potrebnih za njihovo usvajanje, korišćenje i proširivanje primjene, posebno u oblastima u kojima je nivo spremnosti i dalje nizak (npr. skladištenje energije pomoću baterija, simulacija i pametne mreže). Poglavlje 2 analizira globalni tehnološki kontekst koji oblikuje energetski sektor i procjenjuje spremnost Crne Gore za usvajanje i primjenu relevantnih tehnologija, ističući one sa najvećim strateškim značajem za unapređenje zelene tranzicije, kao i ključne prepreke koje i dalje ograničavaju njihovu širu primjenu.

2.1 Analiza globalnih patentnih trendova

Za potrebe ove analize, pregledano je više od **2.2 miliona patentnih dokumenata** na globalnom nivou za period 1995-2025. godine, sa fokusom na identifikovane podsektore u oblasti „Energija i održiva životna sredina“ (vidjeti Uvod, Poglavlje 1). Više od polovine ukupnog broja patenata registrovano je u Kini, a udio inovacija koje potiču iz Kine značajno je porastao u posljednjim godinama. Crna Gora je u oblasti „Energija i održiva životna sredina“ **pretežno ekonomija koja usvaja tehnologije, a ne razvija ih.**

Slika 2: Dinamika patentnih prijava po podsektorima (patent families) u sektoru „Energija i održiva životna sredina“¹



Izvor: Erre Quadro sopstvena obrada.

Analiza sektora „Energija i održiva životna sredina“ i njegovih podsektora pokazuje sliku koju karakteriše snažan i kontinuiran rast, uz primjetno ubrzanje u posljednjih nekoliko godina. Posebno se

¹ Posljednje dvije godine (2023-2025. god) nisu prikazane na slici. Ovaj vremenski okvir – „period nedostupnih podataka“ (blind period) – odnosi se na vrijeme tokom kojeg su patentne prijave podložne povjerljivosti, zbog čega odgovarajući podaci još uvijek nisu javno dostupni.

izdvaja podsektor *Proizvodnja, instalacija i upravljanje solarnom energijom*, kao naistaknutiji, kako po obimu patentnih prijava, tako i po trendu rasta. Sličan obrazac, iako nešto manje izražen, uočava se u podsektoru *Proizvodnja, instalacija i upravljanje vjetroenergijom*, koji takođe pokazuje značajnu aktivnost i pozitivan trend tokom vremena.

Važno je naglasiti da su podsektori *Prenos, distribucija, skladištenje električne energije i stabilnost mreže* i *Razvoj zelenog vodonika* tretirani u skladu sa tematskim ograničenjima ove studije, odnosno sa fokusom na zelene i održive tehnologije i strategije. Stoga njihova relativno manja zastupljenost u numeričkom smislu može biti posljedica ovih ograničenja. Na primjer, istraživanja u oblasti vodoničnih tehnologija u cjelini su znatno obimnija, ali te tehnologije nisu nužno održive, budući da sivi, plavi, bijeli i tirkizni vodonik i dalje zavise od fosilnih goriva i stoga nisu obuhvaćeni ovom analizom.

Kao što je već navedeno, analiza ukazuje na značajnu zastupljenost azijskih, naročito kineskih patenata u ovim skupovima podataka, posebno u posljednje vrijeme, naglašavajući globalnu konkurentsku dinamiku koja oblikuje inovacije u ovoj oblasti.

2.2 Ocjena spremnosti za primjenu tehnologija i njihova relevantnost za lokalni kontekst

Identifikovane tehnologije u svakom podsektoru rangirane su korišćenjem **Globalnog indeksa**, koji kombinuje broj patenata, stopu rasta i stratešku relevantnost odgovarajućih podsektora. Tehnologije sa visokom vrijednošću Globalnog indeksa predstavljaju inovacije koje su predmet intenzivnih istraživanja i bilježe brz rast, podstaknut značajnim ulaganjima u istraživanje i razvoj (Research and Development - R&D), te je stoga velika vjerovatnoća da će biti široko usvojene i oblikovati buduću potražnju za vještinama. Tehnologije sa nižom vrijednošću Globalnog indeksa (ispod 0.5) ostaju relevantne ili zato što su već etablirane, ali zahtijevaju osavremenjavanje vještina, ili zato što su u ranoj fazi razvoja sa dugoročnim potencijalom.

Kao dopuna analize patenata, procijenjena je **spremnost Crne Gore** za usvajanje svake tehnologije, na osnovu ekspertskih uvida i konsultacija sa relevantnim akterima, uz podršku analize dostupne dokumentacije, pregleda politika EU i dostupnih posrednih indikatora. Ovaj proces rezultirao je **Indeksom spremnosti** sa četiri nivoa: niska (°), rastuća (°), visoka (°°) i stabilizujuća (°°°).

Zajedno, ove dvije procjene pružaju strukturiran okvir za identifikovanje tehnologija koje su najrelevantnije za Crnu Goru i razumijevanje njihovog potencijalnog doprinosa ostvarivanju vizije i strateških ciljeva države.

Tabela 2 prikazuje cjelokupnu listu identifikovanih tehnoloških koncepata. Manji broj netehnoloških stavki, kao što su *regulatorni okviri* i *ciljevi održivog razvoja u oblasti životne sredine*, uključen je radi potpunosti i označen oznakom „N.T.“, na dnu rang-liste.

Tabela 2: Klasteri novih tehnologija i inovacija u sektoru „Energija i održiva životna sredina“

Tehnološki i inovacioni koncepti	Globalni indeks	Indeks spremnosti
Simulacioni i prediktivni modeli i algoritmi	1.000	°
Solarni paneli	1.000	°°°
Vjetroturbine	0.848	°°
Upravljanje energijom i energetska efikasnost	0.812	°°
Napredni materijali	0.776	°
Ofšor platforme (Offshore platforms), uključujući plutajuće strukture	0.739	°

Tehnološki i inovacioni koncepti	Globalni indeks	Indeks spremnosti
Sistemi za skladištenje energije u baterijama (BESS)	0.722	
Pametne mreže i mikromreže	0.617	
Hvatanje ugljenika	0.553	
Hibridni energetske sistemi	0.550	
Elektrolizeri	0.539	
Brane	0.538	°°°
Virtuelne elektrane	0.537	
Novi mehanički prenosni sistemi i komponente	0.490	°
Gorivne ćelije	0.474	
Visokoeфикасни solarni paneli	0.474	°
Grijanje i hlađenje objekata	0.454	°°
Hidroenergetski sistemi	0.422	°°°
Podmorske komponente	0.418	°
Hemijska reciklaža plastike	0.396	
Spalionice	0.303	
Pametno upravljanje vodama	0.303	°
Anaerobna digestija	0.167	
Gasifikacija nove generacije	0.122	
Regulatorni okviri	N.T.	°°
Ciljevi održivog razvoja u oblasti životne sredine	N.T.	°°

Izvor: Erre Quadro sopstvena obrada.

Crna Gora ima solidnu osnovu u zrelih tehnologijama obnovljive energije, posebno u oblasti solarnih panela i hidroenergetskih sistema, koji su globalno dobro etablirani i nastavljaju da privlače postepene inovacije, prije nego radikalne tehnološke iskorake. Nasuprot tome, naprednija i nova rješenja uglavnom nisu zastupljena i pored rastućeg strateškog interesa. U cilju podrške daljoj analizi vještina, identifikovane tehnologije su grupisane u klastere i prioritizovane na osnovu konsultacija sa zainteresovanim stranama, uzimajući u obzir njihovu lokalnu relevantnost za energetske tranziciju Crne Gore i kapacitete za njihovu primjenu.

Solarne i vjetroenergetske tehnologije pokazuju visok nivo spremnosti i ostaju ključne oblasti razvoja. Rastući broj projekata (postojećih i onih koji su u pripremi) u Crnoj Gori čini ove tehnologije ključnim za buduću konkurentnost. Instalirani solarni kapacitet dostigao je oko 80 MW, uz snažno interesovanje investitora. Državno preduzeće Elektroprivreda Crne Gore (EPCG) je 2021. godine osnovalo kompaniju Solar Gradnja za projektovanje, ugradnju i održavanje fotonaponskih sistema, i nudi programe koji domaćinstvima i malim preduzećima omogućavaju uvođenje solarnih sistema bez početnih ulaganja.

Hidroenergija ostaje okosnica elektroenergetskog sistema. Visok nivo spremnosti Crne Gore odražava zrelost sektora i razvijenost infrastrukture. Međutim, na globalnom nivou, inovacije u hidroenergiji napreduju sporije u odnosu na solarnu energiju, vjetroenergiju i tehnologije skladištenja energije. Stoga, snažna osnova crnogorske hidroenergije doprinosi stabilnosti sistema, ali radnoj snazi pruža manje mogućnosti za sticanje vještina koje odgovaraju novim globalnim potrebama.

Kritičan jaz u konkurentnosti. Nivo spremnosti za neke od globalno najuticajnijih tehnologija, koje pokreću buduću potražnju za vještinama, u Crnoj Gori je nizak. Među njima su simulacioni i prediktivni modeli, BESS sistemi i ofšor platforme. Globalno, ove tehnologije su ključne za fleksibilnost sistema, digitalizaciju i otpornost, i oblikuju potražnju za naprednim profilima, kao što su analitičari podataka, inženjeri simulacija, eksperti za modeliranje mreže i specijalisti za optimizaciju zasnovanu na vještačkoj inteligenciji. Nizak nivo spremnosti Crne Gore je u oštroj kontrastu sa globalnim zamahom u ovim oblastima.

BESS sistemi su visoko rangirani na globalnom nivou, dok Crna Gora trenutno nema operativna BESS postrojenja. Međunarodna tržišta bilježe eksponencijalan rast instalacija sistema za skladištenje energije, što stvara snažnu potražnju za inženjerima baterijskih sistema, stručnjacima za bezbjednost, tehničarima za instalaciju i analitičarima prediktivnog održavanja. Aktuelne studije izvodljivosti u Crnoj Gori (Željezara Nikšić i TE Pljevlja), zajedno sa neuspješnim početnim javnim pozivom, ukazuju na sve veći jaz između globalnog tehnološkog ubrzanja i domaćeg nivoa spremnosti. Bez strateških pilot-projekata, ova oblast će i dalje zaostajati, što će ograničavati razvoj zanimanja povezanih sa skladištenjem energije.

Vještačka inteligencija za energetske efikasnost. Iako EPCG planira ulaganja u upravljanje energijom zasnovano na vještačkoj inteligenciji, tehnologije koje omogućavaju efikasno funkcionisanje takvih sistema, poput algoritama za simulaciju i predviđanje ili sistema pametnih mreža, i dalje su nedovoljno razvijene na domaćem nivou. Rana faza spremnosti Crne Gore stavlja je u nepovoljniji položaj u odnosu na globalne predvodnike, ograničavajući njenu sposobnost da, u bliskoj budućnosti, u potpunosti iskoristi povećanje produktivnosti koje omogućava primjena vještačke inteligencije.

Hvatanje ugljenika pokazuje umjerenu, ali strateški značajnu globalnu relevantnost. Crna Gora smatra hvatanje ugljenika važnim za produženje vijeka rada TE Pljevlja, ali trenutno nema aktivnih projekata u ovoj oblasti.

Ofšor i plutajuće tehnologije. Ofšor platforme predstavljaju oblast koja se ubrzano razvija u okviru globalnog širenja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora. Spremnost Crne Gore ostaje ograničena na istraživačke aktivnosti (pilot projekti plutajućih solarnih sistema, konvertori energije talasa). To će vjerovatno usporiti razvoj specifičnih profila zanimanja u ovoj oblasti.

Pametne mreže i mikromreže. Pametne mreže i mikromreže su veoma relevantne na globalnom nivou, ali je nivo spremnosti Crne Gore za ove tehnologije nizak, usljed manjka dostupnih podataka i ograničenja u oblasti digitalizacije. Na međunarodnom nivou, ove tehnologije predstavljaju osnovu distribuiranih energetskih sistema. Niska spremnost Crne Gore ukazuje na to da njeno buduće tržište rada možda neće u potpunosti odgovoriti na brzo rastuću globalnu potražnju za vještinama u ovoj oblasti, bez značajnih unapređenja infrastrukture podataka (data infrastructure) i analitičkih kapaciteta.

Vodonik i hibridni sistemi. Tehnologije povezane sa vodonikom, kao što su elektrolizeri i gorivne ćelije, dobijaju globalni značaj kao alternative za dugoročnu dekarbonizaciju. Međutim, Crna Gora ne pokazuje spremnost, nedostaje joj infrastruktura i tek je u fazi pripreme strategije za vodonik. To ukazuje da će radna snaga Crne Gore razvijati vještine vezane za vodonik kasnije u odnosu na zemlje koje već sprovode pilot projekte i primjenjuju ove tehnologije.

Tehnologije za proizvodnju energije iz otpada, kao što su hemijska reciklaža plastike, anaerobna digestija, gasifikacija nove generacije i spaljivanje otpada, pokazuju nizak nivo spremnosti. Aktivnosti su ograničene na rane studije, uz prisustvo sistemskih prepreka kao što su nepostojanje gasne infrastrukture i ograničene količine otpada. Spaljivanje otpada i napredne opcije reciklaže još uvijek su u fazi preliminarne procjene. Međutim, Crna Gora je napravila početni korak puštanjem u rad prve elektrane na deponijski gas (biogas) u Možuri (Bar), što ukazuje na ranu fazu praktične primjene, uprkos opštim ograničenjima u sektoru.

Javne politike i regulatorni okvir su podsticajni i usklađeni sa prioritetima EU. Usvojen je Zakon o korišćenju energije iz obnovljivih izvora, dok je Zakon o energetici ažuriran. Crna Gora je ratifikovala Pariški sporazum i obavezala se da poveća udio obnovljivih izvora energije u finalnoj potrošnji do 2030. godine. U toku su pripreme za Nacionalni energetske i klimatski plan, uz postepeno usklađivanje sa EU mehanizmima za trgovinu emisijama. Program razvoja zelenog vodonika sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine uspostavlja institucionalnu osnovu za razvoj u oblasti vodonika.

3. UTICAJ TEHNOLOŠKOG RAZVOJA NA POTRAŽNJU ZA VJEŠTINAMA U PRIORITETNOJ OBLASTI „ENERGIJA I ODRŽIVA ŽIVOTNA SREDINA“

Da bi ostvarila dugoročnu viziju i strateški cilj pametne specijalizacije usmjerene na jačanje ekonomske konkurentnosti, Crnoj Gori je potrebna radna snaga sposobna za primjenu lokalno relevantnih tehnologija koje pokreću zelenu energetska tranziciju. To podrazumijeva vještine koje doprinose efikasnosti sistema, jačaju energetska sigurnost i omogućavaju ekološki održiv rast u energetskom sektoru. Poglavlje 3 detaljno razmatra ove potrebe i povezuje strateški cilj pametne specijalizacije sa ljudskim kapitalom potrebnim za njegovu realizaciju.

Mapiranje odnosa između tehnologija, vještina i zanimanja, primijenjeno u ovom poglavlju, omogućava identifikaciju novih potreba za vješinama, kao i potencijalnog razvoja novih ili hibridnih profesionalnih profila. Ovakve informacije o potrebama za vješinama ključne su za razvoj kurikuluma, kreiranje ciljanih programa obuke i snažniju saradnju između obrazovnih ustanova i poslodavaca. Takođe, ukazuju na oblasti u kojima će vjerovatno nedostajati vještine i gdje se može očekivati rast potražnje za radnom snagom u bliskoj budućnosti.

Analiza koristi semantičke algoritme koji povezuju tehnologije sa ESCO vješinama i zanimanjima, odražavajući međunarodne trendove u pogledu načina na koji digitalne, zelene i napredne tehnologije u mijenjaju potrebe za radnom snagom i generišu potražnju za novim hibridnim profilima. U Crnoj Gori, ovi nalazi su razmatrani na tri tematska sastanka sa zainteresovanim stranama, na kojima su učesnici procjenjivali njihovu relevantnost za nacionalni kontekst. Potvrđeno je da identifikovane ključne vještine i profili zanimanja u velikoj mjeri odgovaraju novim potrebama u Crnoj Gori i predstavljaju dobru osnovu za planiranje budućeg razvoja radne snage.

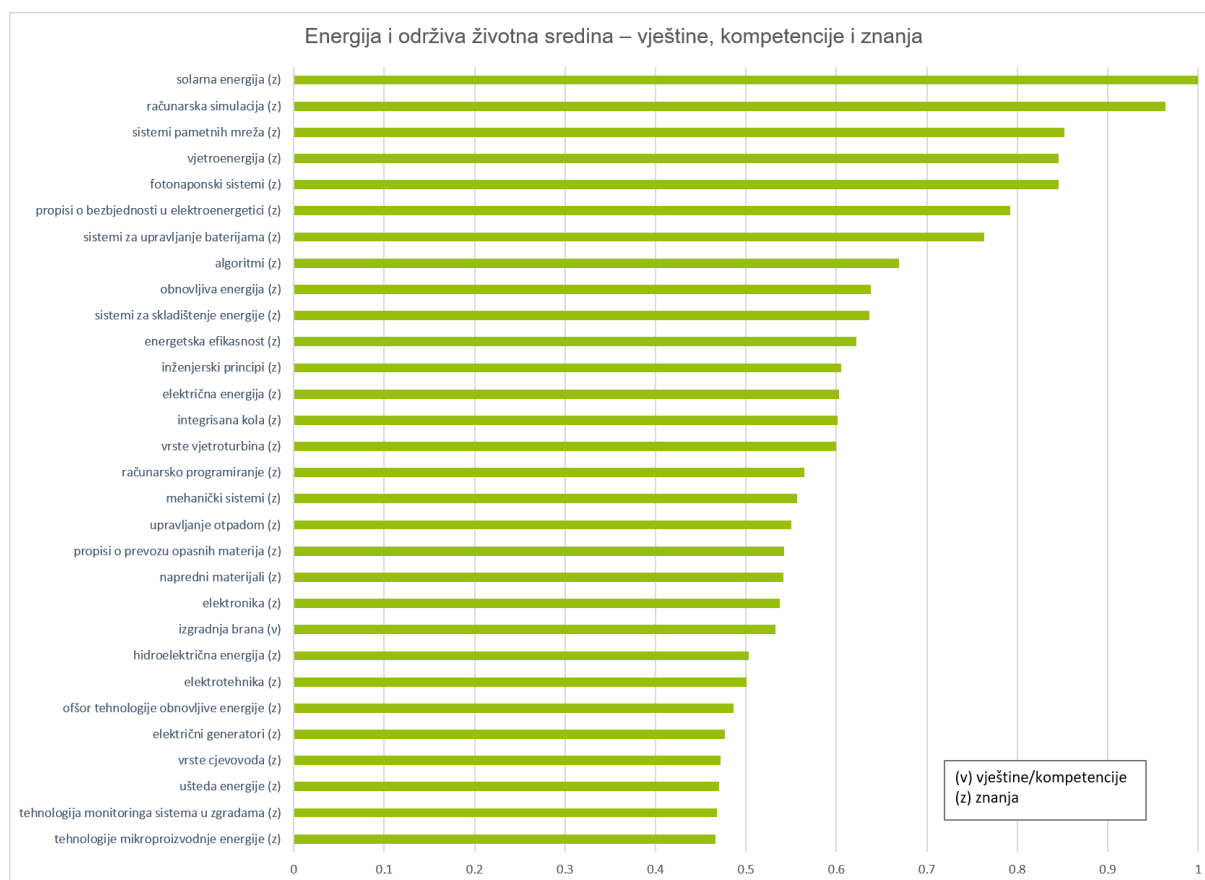
3.1 Potražnja za vješinama koja proizlazi iz tehnoloških promjena

Tehnološke promjene preoblikuju energetske sisteme širom svijeta i stvaraju nove obrasce potražnje za vješinama u oblastima proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, skladištenja energije i digitalizovanog rada mreža. Za Crnu Goru je razumijevanje ovih promjena ključno kako bi se osiguralo da radna snaga posjeduje kapacitete potrebne za primjenu tehnologija koje pokreću zelenu tranziciju.

Ovo poglavlje razmatra kako se globalni tehnološki trendovi odražavaju na konkretne potrebe za vješinama i identifikuje oblasti u kojima je potrebno razvijati nove kompetencije kako bi se prioriteti pametne specijalizacije Crne Gore operacionalizovali. Takođe pokazuje kako nove tehnologije utiču i na postojeća zanimanja i na nove hibridne uloge, naglašavajući značaj kontinuiranog usavršavanja (dokvalifikacije) i prekvalifikacije, kao i bliže saradnje između obrazovnih ustanova i poslodavaca.

Slika 3 prikazuje 30 najvažnijih ESCO vještina i oblasti znanja povezanih sa tehnologijama za koje se očekuje da će oblikovati sektor „Energijska i održiva životna sredina“ u predstojećem periodu. Ove vještine ukazuju na rastući značaj digitalnih i računarskih kompetencija, naprednih alata za monitoring sistema, kao i tehničkih kompetencija povezanih sa proizvodnjom obnovljive energije i modernizacijom mreža. Zajedno, one odražavaju sve veću važnost simulacija, upravljanja baterijskim sistemima, pametnih mreža, te specifične sektorske ekspertize u oblasti solarne, vjetro- i hidroenergije. Ove kompetencije predstavljaju osnovu za identifikovanje prioriteta oblasti razvoja radne snage i osiguravanje da ljudski kapital u Crnoj Gori može ispratiti savremene tehnološke trendove.

Slika 3: 30 najvažnijih ESCO vještina, kompetencija i znanja u sektoru „Energija i održiva životna sredina“



Izvor: Erre Quadro sopstvena obrada.

Snažna potražnja za vještinama u oblasti solarne, vjetro- i hidroenergije. Specifična znanja u oblastima solarnih, vjetro- i hidroenergetskih sistema predstavljaju osnovu budućih potreba za vještinama u Crnoj Gori. Ove tehnologije čine temelj tranzicije Crne Gore ka obnovljivoj energiji i nastaviće da utiču na konkurentnost u narednim godinama. Relevantni akteri su se u potpunosti saglasili sa ovim prioritetom i naglasili potrebu očuvanja snažnih tehničkih kapaciteta u ovim oblastima. Istakli su obim trenutnih investicija u solarnu i vjetroenergiju, kao i kontinuirani značaj održavanja postojećih hidroenergetskih postrojenja, iako se ne očekuje izgradnja novih velikih postrojenja. Ovakav zajednički stav potvrđuje da proizvodnja energije iz obnovljivih izvora zahtijeva snažnu tehničku ekspertizu i sposobnost integracije različitih tehnologija u energetske sistem koji se kontinuirano mijenja i postaje sve raznovrsniji.

Digitalne i računarske vještine kao novi prioritet. Digitalne i računarske vještine postaju ključne za savremene energetske sisteme. Kompetencije poput računarskih simulacija, razvoja algoritama i programiranja omogućavaju precizno prognoziranje, optimizaciju sistema, detekciju kvarova i unaprijeđeno operativno donošenje odluka. Relevantni akteri su potvrdili ovu potrebu i naglasili centralnu ulogu digitalnih vještina u podršci fleksibilnom upravljanju energijom zasnovanom na podacima. Posebno je istaknuta njihova važnost za razvoj pametnih mreža, planiranje sistema i zadatke modeliranja. Ova usklađenost odražava zajedničko razumijevanje da digitalizacija direktno omogućava usvajanje tehnologija i efikasnost sistema.

Vještine u oblasti skladištenja energije u baterijama i upravljanja baterijskim sistemima, kao kritične oblasti. Kompetencije u oblasti upravljanja baterijskim sistemima i skladištenja energije izdvajaju se kao ključni prioritet za energetske tranzicije Crne Gore. Ove vještine doprinose fleksibilnosti sistema kroz balansiranje varijabilne proizvodnje iz obnovljivih izvora i unapređenje pouzdanosti. Relevantni akteri su zdušno podržali ove nalaze i dodatno naglasili hitnost razvoja

vještina u oblasti skladištenja energije. Istakli su da Crna Gora trenutno nema operativne BESS sisteme, te da je neophodno razviti domaću ekspertizu od samog početka. Ova situacija ukazuje na jasan jaz između globalnog tehnološkog razvoja i aktuelnih domaćih kapaciteta za primjenu, naglašavajući potrebu za ciljanim obukama i ranim pilot aktivnostima.

Rastući značaj vještina u oblasti pametnih mreža i mikromreža. Vještine povezane sa pametnim mrežama i mikromrežama zauzimaju važno mjesto u analizi, odražavajući rastući značaj distribuirane proizvodnje i digitalnog monitoringa. Ove kompetencije su ključne za upravljanje sistemima na nivou domaćinstava, podršku uvođenju krovnih solarnih sistema i unapređenje efikasnosti distribucije energije. Relevantni akteri su podržali ovaj zaključak i ukazali na ograničenu dostupnost visokokvalitetnih podataka o mreži i specijalizovane softverske ekspertize u Crnoj Gori. Naglasili su da uvođenje pametnih mreža zahtijeva poboljšanje kvaliteta podataka, naprednije digitalne alate i unapređenje tehničkih kapaciteta. Ovakav zajednički stav potvrđuje da pametne mreže predstavljaju istovremeno i tehnološki i organizacioni izazov.

Kontinuirani značaj osnova inženjerstva. Inženjerski principi, elektronika i elektrotehnika ostaju ključne osnove radne snage u energetsom sektoru. Ove kompetencije podržavaju rad sistema sa intenzivnom primjenom energetske elektronike, naprednih postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora i komponenti savremenih mreža. Relevantni akteri su u velikoj mjeri saglasni i izražavaju zabrinutost zbog manjka specijalizovanih inženjera sposobnih za obavljanje složenih tehničkih zadataka. Istakli su da je dugotrajno oslanjanje na eksterno angažovanje umanjilo mogućnosti za razvoj domaćih vještina. Ovo dodatno potvrđuje zaključak da će snažne osnove inženjerskih znanja i dalje biti od ključnog značaja, čak i sa pojavom novih tehnologija.

Izražen manjak tehničara kao prioritet iz perspektive relevantnih aktera. Iako nalazi analize naglašavaju tehničke vještine, oni ne identifikuju manjak tehničara kao zaseban problem. Međutim, relevantni akteri su istakli manjak tehničara kao jedan od najurgentnijih nedostataka na tržištu rada. Objasnili su da mnoge ključne aktivnosti, poput instalacije, održavanja i operativne podrške, zavise od tehničara sa praktičnim kompetencijama, kojih je sve manje. Ovaj jaz odražava višegodišnje opadanje interesovanja za tehnička zanimanja i ukazuje na potrebu snaženja stručnog obrazovanja i mogućnosti učenja kroz rad. Naglašavanje ovog problema od strane relevantnih aktera ukazuje na sistemski izazov koji direktno utiče na kapacitet za primjenu novih tehnologija.

Stabilna, ali ograničena uloga vještina povezanih sa hidroenergijom. Vještine u oblasti hidroenergije ostaju dio skupa ključnih kompetencija, posebno za održavanje postojećih postrojenja i podršku njihovom postepenom unapređivanju. Relevantni akteri su saglasni da ove vještine i dalje imaju značaj, ali su pojasnili da se u bliskoj budućnosti ne očekuju velika nova ulaganja u hidroenergiju. Umjesto toga, fokus je na operativnoj stabilnosti i unapređenju efikasnosti postojećeg hidroenergetskog sistema. To objašnjava zašto hidroenergija i dalje doprinosi potrebama za vještinama, ali ne generiše značajanu novu potražnju za obukama.

Vještine povezane sa vodonikom kao niži prioritet. Iako se tehnologije povezane sa vodonikom pojavljuju u analizi kao dio šireg skupa novih kompetencija, relevantni akteri su im dodijelili niži prioritet. Naveli su da Crna Gora trenutno nema infrastrukturu, niti praktične potrebe koje bi opravdale značajnija ulaganja u vještine povezane sa vodonikom. Iako je krajem 2025. godine usvojen nacionalni Program razvoja zelenog vodonika sa Akcionim planom za period 2026-2028. godine, trenutno ne postoje aktivni projekti koji bi omogućili razvoj praktičnih znanja. Oprezan pristup relevantnih aktera odražava fokus na nivo spremnosti, ograničenja resursa i potrebu da se prioritizuju vještine koje podržavaju trenutnu, neposrednu implementaciju tehnologija.

3.2 Zanimanja oblikovana novim tehnologijama

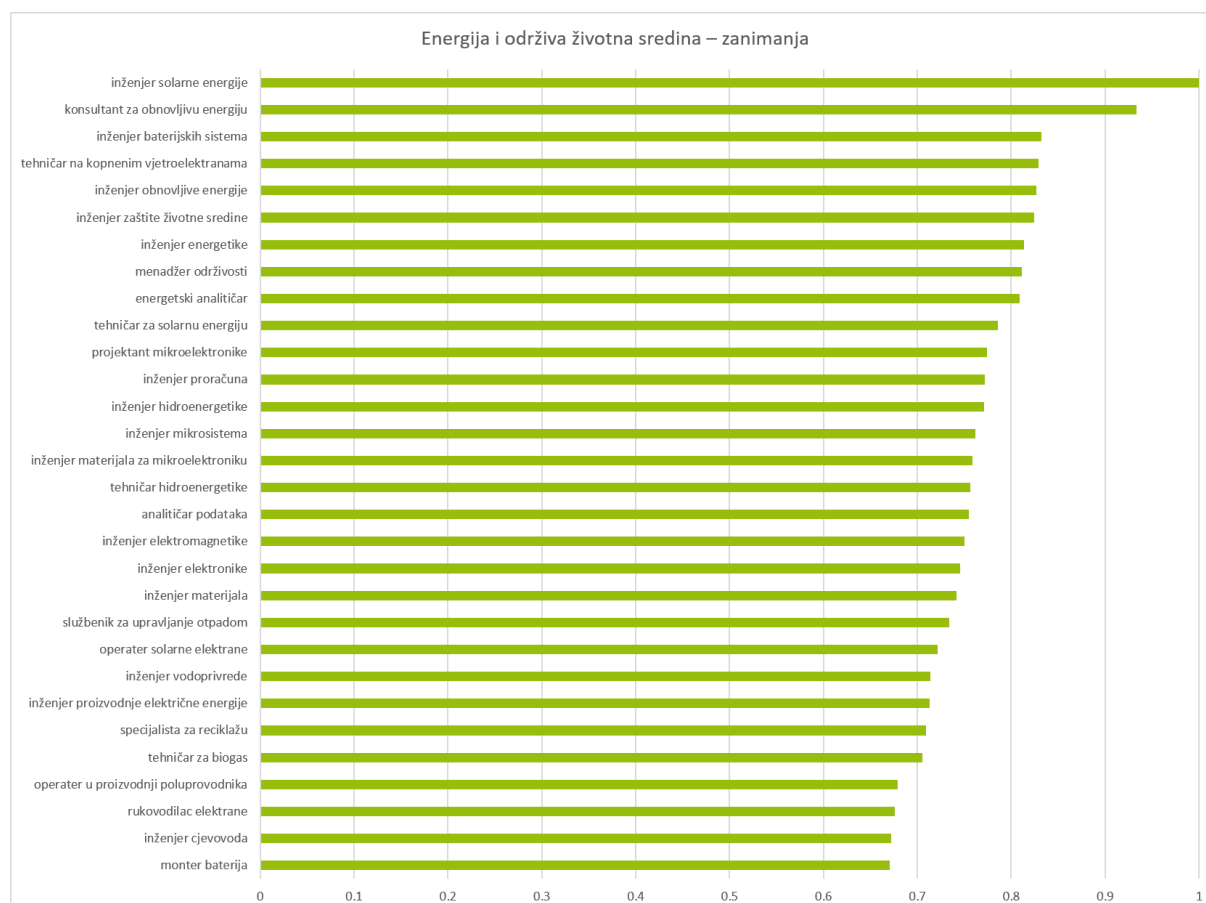
Tehnološke promjene preoblikuju ne samo vještine, već i profile zanimanja potrebne za funkcionisanje modernih energetske sistema. Nove tehnologije u proizvodnji i skladištenju energije, kao i u upravljanju digitalnim mrežama, mijenjaju potrebe za radnom snagom u pravcu specijalizovanih inženjerskih

uloga, funkcija podržanih digitalnim tehnologijama i hibridnih profila koji kombinuju tehničke, analitičke i operativne kompetencije.

Ovo poglavlje analizira kako se globalni trendovi u razvoju zanimanja odražavaju na strukturne, tehničke i organizacione okolnosti energetskega sektora u Crnoj Gori. Razmatra koja zanimanja postaju prioriteta, koja ostaju ključna, a koja su ograničena trenutnim nivoom tehnološke spremnosti zemlje, institucionalnim okvirima i dinamikom tržišta rada. Zajedno, ovi nalazi ukazuju kako Crna Gora može oblikovati radnu snagu spremnu za buduće potrebe, sposobnu da podrži zelenu tranziciju.

Slika 4 prikazuje rang-listu 30 najvažnijih zanimanja povezanih sa vještinama i tehnologijama za koje se očekuje da će u budućnosti oblikovati sektor „Energija i održiva životna sredina“.

Slika 4: 30 najbolje rangiranih ESCO zanimanja u sektoru „Energija i održiva životna sredina“



Izvor: Erre Quadro sopstvena obrada.

Zanimanja povezana sa proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora, kao ključni pokretači transformacije. Struktura zanimanja u energetskega sektora Crne Gore oblikovana je profilima povezanim sa solarnim, vjetro- i baterijskim sistemima, koji predstavljaju osnovu savremenog razvoja obnovljive energije. Inženjeri solarne energije, konsultanti za obnovljivu energiju i inženjeri baterijskih sistema imaju ključnu ulogu i u budućem projektovanju i uvođenju energetskega sistema, širom svijeta. Ovo ukazuje da su prioriteta u oblasti zanimanja u Crnoj Gori usklađeni sa globalnim trendovima i odražavaju širi prelazak ka inženjerstvu čiste energije i integraciji sistema. Relevantni akteri su dodatno potvrdili ovaj pravac, navodeći da konkurentnost Crne Gore zavisi od stručnjaka sposobnih da integrišu postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora u različitim regionima i unaprijede postojeća postrojenja, kako bi odgovor na rastuću potražnju bio adekvatan.

Zanimanja u oblasti inženjerstva i projektovanja sistema, kao strukturna osnova. Inženjerske i projektantske uloge čine glavni globalni klaster, koji uključuje inženjere zaštite životne sredine, projektante mikroelektronike, inženjere mikrosistema i inženjere materijala. Ova zanimanja

obezbjeduju ekspertizu potrebnu za integraciju naprednih komponenti koje podržavaju konverziju, skladištenje i distribuciju energije. Relevantni akteri smatraju da je potražnja za ovim profilima usklađena sa razvojem u Crnoj Gori, ali izražavaju zabrinutost zbog kontinuiranog manjka specijalizovanih inženjera. Istakli su da nedovoljno razvijeni sistemi interne obuke i dugotrajno oslanjanje na eksterno angažovanje usporavaju realizaciju projekata i smanjuju inovacioni kapacitet sektora.

Zanimanja u oblasti podataka i digitalnih tehnologija se razvijaju sa modernizacijom sistema.

Na globalnom nivou, digitalizacija preoblikuje energetske sisteme i povećava potražnju za zanimanjima povezanim sa funkcionisanjem sistema zasnovanom na podacima. Profili poput energetske analitičara, inženjera proračuna i analitičara podataka doprinose modeliranju, prognozi i optimizaciji sistema u savremenim energetske infrastruktura. Konsultacije sa zainteresovanim stranama su potvrdile direktnu relevantnost ovih globalnih trendova, koji već utiču na domaće potrebe za vještinama. Istaknuto je da su kompetencije u oblasti simulacija, modeliranja i digitalnih energetske sistema ključne za unapređenje bezbjednosti, optimizaciju performansi i upravljanje varijabilnom proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora.

Zanimanja povezana sa skladištenjem energije su u nastajanju, uz nisku domaću zastupljenost.

Zanimanja povezana sa skladištenjem energije i fleksibilnošću sistema postaju sve značajnija, posebno u oblasti inženjerstva baterijskih sistema. Ova zanimanja podržavaju integraciju sistema za skladištenje energije potrebnih za balansiranje proizvodnje i upravljanje potražnjom. Zainteresovane strane su naglasile da su ovi trendovi visoko relevantni, ali ih je teško realizovati, s obzirom da Crna Gora trenutno nema operativne BESS sisteme. Naglašeno je da su ciljne obuke, pilot projekti i dugoročne putanje profesionalnog razvoja od ključnog značaja kako bi se razvila domaća ekspertiza potrebna za razvoj zanimanja povezanih sa skladištenjem energije.

Tehničari i operateri kao ključni, ali izrazito deficitarni profili. Uloge tehničara i operatera su od suštinskog značaja za funkcionisanje svakog energetske sistema, uključujući tehničare hidroenergetike, operatere solarnih elektrana, tehničare za biogas i rukovodioce elektrana. Ova zanimanja obezbjeđuju svakodnevno funkcionisanje kako zrelih, tako i novih tehnologija. Relevantni akteri su zdušno potvrdili značaj ovih profila i naglasili da je najveći manjak radne snage u Crnoj Gori upravo na nivou tehničara. Ukazano je da su eksterno angažovanje, iseljavanje i ograničene mogućnosti za obuke smanjili broj tehničara zainteresovanih za rad u zahtjevnim operativnim uslovima, što utiče na sposobnost zemlje da efikasno uvodi nove tehnologije.

Zanimanja povezana sa pametnim mrežama i mikromrežama se razvijaju, ali uz ograničenja kapacitetima u oblasti podataka i softvera. Zanimanja povezana sa pametnim mrežama i mikromrežama usmjerena su na analizu sistema, digitalnu kontrolu i upravljanje distribuiranom proizvodnjom. Ovi profili podržavaju uvođenje solarnih sistema na krovovima, digitalizaciju niskonaponskih mreža i monitoring u realnom vremenu. Relevantni akteri su naglasili da Crnoj Gori nedostaju visokokvalitetni podaci o mreži i specijalizovane softverske vještine, što ograničava mogućnost planiranja, simulacije i predviđanja ponašanja mreže. Ukazali su da ovaj jaz u kompetencijama usporava razvoj zanimanja vezanih za pametne mreže u praksi.

Zanimanja povezana sa hidroenergijom ostaju stabilna, ali bez značajnog razvoja. Zanimanja povezana sa hidroenergijom su među ključnima u strukturi zanimanja, posebno u oblasti održavanja i unapređenja postojećih postrojenja. Ovi profili i dalje su važni za stabilnost sistema, zbog postojeće hidroenergetske infrastrukture u Crnoj Gori, koja je već dugo u upotrebi. Relevantni akteri su potvrdili da se nova značajna ulaganja u ovom sektoru ne očekuju u bliskoj budućnosti, tako da će ova zanimanja ostati bitna za rad postojećeg sistema, ali bez generisanja veće nove potražnje za radnom snagom.

Potražnja za zanimanjima vezanim za vodonik ostaje ograničena. Zanimanja povezana sa vodonikom slabo su zastupljena u strukturi zanimanja, zbog rane faze tehnološke spremnosti Crne Gore. Relevantni akteri su potvrdili ovakav oprezan stav, objašnjavajući da Crnoj Gori nedostaju infrastruktura, potražnja i projektna baza koje su potrebne kako bi se stvorile značajne mogućnosti zapošljavanja u oblasti vodonika. Njihovo stanovište odražava potrebu da se prioritizuju zanimanja

povezana sa tehnologijama koje će se primjenjivati neposredno, u bliskoj budućnosti, i podržati konkurentnost.

Zanimanja vezana za uvođenje sistema i integraciju u mrežu dobijaju strateški značaj.

Zanimanja vezana za uvođenje sistema i integraciju u mrežu podržavaju instalaciju, puštanje u rad i integraciju novih tehnologija u elektroenergetski sistem. Ova zanimanja povezuju inženjersku ekspertizu sa operativnim upravljanjem sistemom. Relevantni akteri su potvrdili rastući značaj ovih profila, ali su i ukazali na manjak kadra u oblastima upravljanja projektima, integracije u mrežu i koordinacije na nivou sistema. Naveli su da ograničene mogućnosti internog osposobljavanja i kompleksne procedure javnih nabavki otežavaju formiranje interdisciplinarnih timova sposobnih za upravljanje savremenim energetske sistemima.

3.3 Sistemsko ograničenja koja oblikuju potražnju za vještinama i usvajanje tehnologija

Vještine na nivou tehničara spadaju među najvažnije poluge za povećanje produktivnosti i ubrzanje zelene i digitalne tranzicije u energetske sektoru Crne Gore. Međutim, nekoliko sistemskih nedostataka i dalje usporava modernizaciju:

Dugotrajni manjak kadrova sa srednjim nivoima kvalifikacija. Značajan manjak tehničara predstavlja jedno od najozbiljnijih ograničenja u sektoru. Postojeći VET sistem u Crnoj Gori ne obezbjeđuje adekvatnu pripremu za potrebe energetske sektora. Trogodišnji programi za elektroinstalatore veoma ograničeno pokrivaju ključne energetske teme, dok četvorogodišnji program za tehničare energetike ne obuhvata ove sadržaje adekvatno. Praktična obuka i primjena znanja kroz praktičan rad, od presudnog su značaja i moraju biti značajno unaprijeđene, jer predstavljaju osnovu za razvoj kvalifikovanih stručnjaka koji mogu efikasno podržati energetske tranzicije Crne Gore i odgovoriti na potrebe privrede. Hitno je potrebno reformisati programe stručnog obrazovanja kako bi se proširila zastupljenost ključnih oblasti energetike i one integrisale u tro- i četvorogodišnje kurikulume, čime će se obezbijediti da svršeni učenici steknu neophodna znanja, vještine i praktično iskustvo za rad u realnim uslovima. Jačanje obuke iz oblasti bezbjednosti i zdravlja na radu, na nivou srednjeg obrazovanja, od ključnog je značaja za osiguravanje bezbjednih uslova rada u sektoru sa rastućom tehnološkom kompleksnošću.

Nejasne definicije zanimanja i rasprostranjena prekomjerna kvalifikovanost. Isto radno mjesto u državnim energetske kompanijama (EPCG grupa) često je formalno otvoreno za kandidate sa diplomom osnovnih, specijalističkih ili master studija. To dovodi do nejasnih granica između zanimanja i trajnog rizika od prekvalifikovanosti, što smanjuje efikasnost tržišta rada, otežava planiranje radne snage i slabi vezu između kvalifikacija i stvarnih zahtjeva radnih mjesta.

Nedovoljna pripremljenost i neujednačeno predznanje u visokom obrazovanju. Svršeni učenici srednjih stručnih elektrotehničkih škola, koji upisuju studijske programe iz oblasti energetike, često nemaju dovoljno snažnu osnovu znanja u ključnim oblastima. Nasuprot tome, većina studenata Elektrotehničkog fakulteta dolazi iz gimnazija, obično sa dobrom osnovom iz fundamentalnih nauka, kao što su matematika i fizika.

Potreba za hibridnim i multidisciplinarnim programima iz oblasti energetike. Obnovljiva energija zahtijeva kombinovanje tradicionalnih inženjerskih znanja sa digitalnim vještinama, praktičnim kompetencijama i poznavanjem zaštite životne sredine. Međutim, ovakvi hibridni profili nisu dovoljno zastupljeni u postojećim programima, a univerziteti nastavljaju da prioritizuju tradicionalne putanje studiranja naučrb interdisciplinarnih sadržaja.

Obuke i specijalizacije i dalje zavise od eksternih provajdera. Zbog troškova, Crna Gora i dalje upućuje inženjere u inostranstvo na specijalizovane obuke, a edukacija u oblasti najsavremenijih tehnologija u velikoj mjeri zavisi od stranih kompanija. Ovo ograničava kapacitet zemlje za razvoj interne ekspertize i usporava usvajanje nove opreme i tehnologija oblikovanih procesima globalizacije i djelovanjem multinacionalnih kompanija.

Nedovoljna saradnja između obrazovnih ustanova i energetske kompanije. Praktična obuka nije ujednačena, a sistemska saradnja između srednjih stručnih škola, univerziteta i energetske kompanije je ograničena. Iako VET programi uključuju praktičnu nastavu i učenici obavljaju prakse u energetskim kompanijama, realno su rijetko obezbjeđene stvarne mogućnosti za sticanje praktičnih vještina ili rad sa savremenim energetskim tehnologijama.

Nedovoljno razvijeno liderstvo i dugoročno planiranje radne snage u kompanijama.

Menadžerima su potrebne snažnije strateške sposobnosti kako bi jasno definisali potrebe za vještinama i radnom snagom za period 2030-2040. godine i vodili kompanije kroz tehnološko i regulatorno okruženje koje se brzo mijenja.

LLL je od ključnog značaja, ali nedovoljno razvijeno. Rješavanje postojećih i budućih manjkova kadra zahtijeva proširenje mogućnosti za LLL, mikrokvalifikacije, djelimične kvalifikacije i kratke specijalizovane obuke. Priznavanje neformalnog i informalnog učenja, učenje kroz rad i fleksibilni programi kontinuiranog VET-a, i dalje su nedovoljno razvijeni. Programi prekvalifikacije u energetskom sektoru obično traju oko 1.5 godinu, a u praksi se često završavaju uz minimalan trud, ponekad čak i lakše od redovnog VET obrazovanja. Da bi bili zaista djelotvorni, takvi programi moraju obezbijediti ne samo visokokvalitetnu teorijsku obuku, već i sadržajno, dobro strukturirano praktično iskustvo, kako bi polaznici bili osposobljeni za bezbjedan i kompetentan rad u energetskom sektoru.

Potreba za jačanjem karijernog vođenja i savjetovanja, kao i ranog usmjeravanja. Ponovno uvođenje karijernog vođenja i savjetovanja u osnovno i srednje obrazovanje može pomoći u usmjeravanju učenika ka karijerama u energetici, rješavanju problema manjka tehničara i povećanju ukupne atraktivnosti sektora. Takođe je potrebno pratiti i podržavati prelazak svršenih učenika i studenata na odgovarajuća radna mjesta.

Nedovoljna ponuda različitih oblika učenja. Postoji rastuća potreba za jasnijim definisanjem, proširenjem i obezbjeđivanjem sertifikacije za različite mehanizme učenja, uključujući inicijalni i kontinuirani VET, mikrokredencijale, kratke obuke specifične za određene tehnologije i modularno unapređivanje vještina (dokvalifikaciju). Postojeći sistem karakterišu nedostatak koherentnosti i nedovoljan obim obuka u okviru ovih oblika učenja.

Stručno usavršavanje nastavnika i instruktora i dalje je ograničeno. Nastavnicima i instruktorima je potrebno kontinuirano stručno usavršavanje kako bi pratili nove tehnologije. Ulaganja u školsku opremu i partnerstva sa privatnim sektorom neophodna su kako bi polaznicima bio obezbjeđen pristup savremenim alatima, uređajima i okruženjima za praktičnu obuku. Takođe je potrebno sistemsko prilagođavanje kurikuluma i nastavnih materijala kako bi odražavali nove tehnologije i prioritete pametne specijalizacije.

Potreba za usklađivanjem sa evropskim inicijativama u oblasti vještina. Praćenje razvoja i usklađivanje sa evropskim inicijativama i platformama, kao što su Pakt za vještine (Pact for Skills), akademije za neto-nulte tehnologije (net-zero academies), sektorski okviri saradnje, VET centri izvrsnosti (Centres of Vocational Excellence - CoVEs), kao i zajedničke diplome u stručnom i visokom obrazovanju, biće od ključnog značaja za konkurentnost Crne Gore i njenu integraciju u EU ekosistem vještina koji se razvija.

U narednim godinama biće važno sprovesti koherentan i dobro koordinisan reformski proces. Dalji napredak u jasnijem definisanju standarda zanimanja, modernizaciji VET-a i visokog obrazovanja, proširivanju LLL mogućnosti, jačanju saradnje sa poslodavcima i unapređenju obuke na radnom mjestu, pomoći će sistemu da efikasnije odgovori na potrebe koje se mijenjaju. Istovremeno, uvođenje hibridnih i multidisciplinarnih programa, usklađivanje sa evropskim inicijativama u oblasti vještina, unapređenje praktičnog učenja na svim nivoima i obezbjeđivanje adekvatne podrške nastavnicima i instruktorima, dodatno će osnažiti kapacitete sektora. Proširenje različitih mehanizama učenja, uključujući mikrokredencijale, učenje kroz rad i priznavanje prethodnog učenja, takođe će doprinijeti pripremi radne snage sposobne da usvaja nove tehnologije i podrži ambicije pametne specijalizacije Crne Gore.

4. OPERACIONALIZACIJA PAMETNE SPECIJALIZACIJE

Poglavlje 4 prevodi analitičke nalaze o tehnologijama, vještinama i zanimanjima u konkretne prioritete djelovanja. Dok su prethodna poglavlja analizirala globalne trendove inovacija, spremnost Crne Gore za usvajanje ključnih tehnologija i rezultujuće implikacije na potražnju za vještinama, ovo poglavlje se fokusira na to kako se agenda pametne specijalizacije može operacionalizovati kroz ciljana ulaganja u ljudski kapital i ekosistem vještina. Identifikuju se kombinacije tehnologija i vještina koje nude najveći potencijal za povećanje produktivnosti i daje pregled načina na koje se sistemi obrazovanja, obuke i razvoja radne snage mogu mobilisati kako bi podržali njihovu primjenu.

Nadovezujući se na konsultacije sa relevantnim akterima i nalaze analize tehnološke spremnosti i vještina, ovo poglavlje izdvaja ograničen broj tehnoloških klastera visokog uticaja, koji su od ključnog značaja za buduću konkurentnost Crne Gore. Za svaki klaster su precizirani prioriteti u pogledu vještina na različitim nivoima kvalifikacija i predložene strukturirane mjere za VET, visoko obrazovanje, obrazovanje odraslih, kao i za BSOs. Zajedno, ove mjere obezbjeđuju koherentan okvir za usklađivanje razvoja vještina sa ciljevima pametne specijalizacije, jačanje kapaciteta za implementaciju i osiguravanje da radna snaga može efikasno podržati usvajanje, primjenu i širenje prioriternih tehnologija.

4.1 Tehnološki klasteri sa visokim uticajem i prioriteti u pogledu povezanih vještina

Energetski sektor Crne Gore ulazi u odlučujuću fazu transformacije, podstaknute ubrzani korišćenjem obnovljivih izvora energije, brzim napretkom digitalnih tehnologija i rastućim zahtjevima za fleksibilnošću i sigurnošću sistema. Analiza pokazuje da Crna Gora može graditi na snažnim osnovama hidroenergije, rastućim ulaganjima u solarnu i vjetroenergiju, kao i regulatornom okviru koji je sve više usklađen sa standardima EU. Istovremeno, buduća konkurentnost će zahtijevati značajno jačanje ljudskog kapitala, bržu integraciju naprednih tehnologija skladištenja energije i digitalnih rješenja, kao i znatno bližu saradnju između energetske kompanije, obrazovnih ustanova i javnih institucija, kako bi se obezbijedilo da radna snaga može efikasno podržati zelenu tranziciju.

Buduća konkurentnost Crne Gore će sve više zavisiti od razvijanja vještina potrebnih za usvajanje tehnologija koje donose najveće povećanje produktivnosti, omogućavaju zelenu energetske tranziciju i podržavaju viziju pametne specijalizacije. Četiri tehnološka klastera izdvajaju se kao najvažniji.

Tabela 3: Četiri vodeća tehnološka klastera sa visokim uticajem i povezane vještine za energetske tranziciju i buduću konkurentnost Crne Gore

Tehnologija	Povezane vještine
Solarni paneli, vjetroturbine i BESS sistemi (sistemi za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora, baterijski sistemi za skladištenje energije, integracija u mrežu i rješenja za balansiranje)	Vještine potrebne za instalaciju, bezbjednost i integraciju sistema u oblasti obnovljive energije Energetska tranzicija Crne Gore zahtijeva jake praktične vještine, kao i vještine od ključnog značaja za bezbjednost, tehničara i inženjera za instalaciju, rad i integraciju solarnih, vjetro- i BESS sistema, uz kompetencije u projektovanju i optimizaciji naprednih sistema koje se razvijaju kroz praktično iskustvo. Brz rast korišćenja obnovljivih izvora energije i potreba za razvojem domaćih BESS kapaciteta čine ekspertizu u bezbjednosnim procedurama, dijagnostici, prediktivnom održavanju i integraciji u mrežu sve značajnijom.
Digitalna simulacija, modeliranje i upravljanje energijom zasnovano na algoritmima	Vještine u oblasti digitalne simulacije, modeliranja i optimizacije energetskih sistema zasnovane na podacima Stručnjacima u energetskom sektoru će biti potrebne jače kompetencije u oblasti simulacije, predviđanja, modeliranja sistema i optimizacije zasnovane na podacima,

Tehnologija	Povezane vještine
(alati za simulaciju i predviđanje, algoritmi za optimizaciju zasnovani na podacima, sistemi za upravljanje i kontrolu energije uz primjenu vještačke inteligencije)	kako bi podržali operativne procese uz primjenu vještačke inteligencije i planiranje savremene mreže. Dok visokoobrazovni programi za inženjere moraju proširiti digitalne sadržaje, kvalifikacije na nivou tehničara takođe treba da uključe osnove rada sa podacima, alate za monitoring sistema, digitalne tokove rada i dijagnostiku na nivou opreme, kako bi operativci mogli koristiti i tumačiti digitalne sisteme.
Tehnologije digitalizacije pametnih mreža i mikromreža (digitalni sistemi za monitoring i upravljanje mrežom, platforme za distribuirano upravljanje energijom i alati zasnovani na podacima za balansiranje ponude i potražnje u centralizovanim i decentralizovanim mrežama)	Vještine u oblasti pametnih mreža, mikromreža i distribuiranih energetske sistema Tehničarima i operaterima su potreba unaprijeđene vještine u oblasti digitalnog upravljanja mrežom, monitoringa u realnom vremenu, rukovanju pametnim uređajima i radu sa podacima, kako bi povećali otpornost sistema i podržali distribuiranu proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Ovo će podstaći potražnju za modernizovanim programima stručnog obrazovanja u oblasti elektrotehnike, mrežnih operacija i održavanja pametnih uređaja, kao i za modularnim kursovima za unapređenje vještina koji će pomoći postojećim tehničarima da se prilagode uslovima digitalizovane mreže.
Upravljanje energijom i energetska efikasnost (sistemi za energetske pregled i monitoring, digitalne platforme za upravljanje energijom, rješenja za optimizaciju i efikasnost na nivou objekata i sistema)	Vještine u oblasti upravljanja energijom, energetske pregleda i optimizacije efikasnosti u objektima i industriji Tehnologije upravljanja energijom i unapređenje energetske efikasnosti zahtijevaju praktične vještine, zasnovane na podacima, za analizu potrošnje energije, optimizaciju performansi i rukovanje digitalnim sistemima za monitoring u objektima i industriji. Jačanje kompetencija u oblasti energetske pregleda, dijagnostike i digitalnih platformi, kroz praktičnu stručnu obuku i kratko, modularno unapređivanje vještina, doprinijeće smanjenju gubitaka u sistemu, unapređenju operativne efikasnosti, te stvaranju otpornijeg i pristupačnijeg energetske sistema u Crnoj Gori

Izvor: Autori.

4.2 Mobilisanje ekosistema vještina za podršku usvajanju tehnologija

Sljedeće četiri preporuke prevode kombinacije tehnologija visokog uticaja i vještina u konkretne oblasti djelovanja. One ukazuju na to gdje Crna Gora treba da prioritarno usmjeri ulaganja i reforme kako bi povećala produktivnost, ojačala konkurentnost i podržala zelenu i digitalnu tranziciju u oblasti „Energija i održiva životna sredina“.

Prioritetna oblast djelovanja 1 - Jačanje praktičnih vještina za korišćenje solarne energije, vjetroenergije i energije iz baterijskih sistema

Obrazovni sistem Crne Gore prepoznaje značaj solarne i vjetroenergije, kao i energije iz baterijskih sistema, ali je njihova zastupljenost neujednačena. Ove oblasti se izučavaju na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore (osnovne, postdiplomske i master studije), kao i u srednjim stručnim školama JU Srednja elektrotehnička škola „Vaso Aligrudić“ i JU Srednja stručna škola „Ivan Uskoković“, kroz obrazovne programe za tehničara energetike (EQF4) i elektroinstalatera (EQF3). Baterijskim sistemima posvećuje se manje pažnje nego solarnoj i vjetroenergiji. Na nivou srednjeg obrazovanja, sadržaj koji se odnosi na obnovljivu energiju je izborni, čime se ograničava rano upoznavanje učenika sa ovim oblastima. Nedostaci u praktičnoj nastavi, laboratorijskoj opremi i primjeni bezbjednosnih procedura, ukazuju na potrebu za boljim usklađivanjem obrazovnih programa sa potrebama tržišta rada i savremenim tehnološkim trendovima.

Tabela 4: Mjere za jačanje praktičnih vještina za korišćenje solarne energije, vjetroenergije i energije iz baterijskih sistema

VET (srednjoškolski i ne-tercijarni nivo)	Visoko obrazovanje	Obrazovanje odraslih	
		CVET	BSOs
Uvesti obavezne predmete iz oblasti solarnih, vjetro- i baterijskih tehnologija, uz praktičnu obuku za instalaciju, održavanje i bezbjednost (elektroinstalater, 3 god). Povećati broj obaveznih predmeta iz oblasti alternativnih (obnovljivih) izvora energije i baterijskih sistema (tehničar energetike, 4 god). Učiniti obaveznom obuku iz oblasti bezbjednosti pri radu sa električnom energijom, bezbjednog rada na visini i bezbjednosti baterijskih sistema (rukovanje, skladištenje, instalacija i upravljanje rizicima). Integrisati zadatke otklanjanja kvarova, dijagnostike i prediktivnog održavanja u praktičnu obuku. Koristiti stvarnu opremu, digitalne alate za monitoring i simulatore integracije sistema za praktično učenje.	Proširiti inženjerske programe predmetima iz oblasti integracije sistema, bezbjednosti pri radu sa električnom energijom i baterijskih tehnologija. Posvetiti veću pažnju baterijskim tehnologijama uvođenjem posebnih predmeta i opremanjem laboratorija fakulteta specijalizovanom baterijskom opremom za eksperimente i obuku. Ojačati primijenjeni laboratorijski rad na dijagnostici BESS sistema, testiranju invertora i procedurama priključenja na mrežu. Razviti interdisciplinarnе module koji povezuju elektrotehniku, digitalne sisteme i funkcionisanje obnovljive energije. Promovisati zajedničke projekte sa energetske kompanijama, usmjerene na uvođenje BESS sistema i integraciju u mrežu.	Ponuditi kratke, modularne kurseve unapređenja vještina (dokvalifikacije) u oblasti solarnih, vjetro- i BESS sistema (npr. Mikrokredencijali). Uspostaviti ubrzane programe prekvalifikacije za električare, mehaničare i operatere postrojenja koji prelaze u sektor obnovljive energije. Validirati prethodno učenje kako bi se ubrzao ulazak u uloge tehničara i operatera u oblasti instalacije i održavanja sistema obnovljive energije.	Podržati kompanije u identifikovanju nedostajućih vještina u oblasti instalacije, bezbjednosti i integracije sistema potrebnih za uvođenje solarnih, vjetro i BESS tehnologija. Obezbijediti savjetodavne usluge u vezi sa standardima bezbjednosti, procedurama puštanja u rad i tehničkim zahtjevima usklađenim sa EU. Omogućiti saradnju između kompanija i provajdera obuke u zajedničkom razvoju praktičnih programa obuke, zasnovanih na korišćenju opreme. Promovisati učešće u evropskim partnerstvima za razvoj vještina u oblasti obnovljive energije, radi jačanja sistema obuke i privlačenja investicija.

Izvor: Autori.

Sprovođenje navedenih mjera će:

- Obezbijediti stabilan priliv tehničara i inženjera sa vještinama za neposredno uključivanje u rad, u oblasti instalacije, rada i održavanja solarnih, vjetro- i BESS sistema.
- Unaprijediti pouzdanost i bezbjednost sistema kroz jačanje kompetencija u oblasti bezbjednosti pri radu sa električnom energijom, rukovanja baterijama, puštanja u rad i integracije sistema.
- Smanjiti nesklad u vještinama kroz bolje usklađivanje VET-a, visokog obrazovanja i obrazovanja odraslih sa potrebama tržišta rada i tehnološkim razvojem.
- Ubrzati domaću implementaciju projekata obnovljive energije i BESS sistema, povećanjem dostupnosti kvalifikovanog lokalnog kadra.
- Ojačati saradnju između obrazovnih ustanova, energetske kompanije i BSOs kroz praktične obuke zasnovane na korišćenju opreme.
- Podržati energetske sigurnost i konkurentnost Crne Gore, obezbjeđivanjem radne snage sposobne da uvodi i povećava obim primjene prioritetne tehnologije obnovljivih izvora energije, u skladu sa ciljevima pametne specijalizacije.
- Podstaci energetske kompanije da smanje eksterno angažovanje i razvijaju interne kapacitete, čime se pospješuje razvoj ekspertize i omogućava zaposlenima da samostalno obavljaju poslove u budućnosti.

Prioritetna oblast djelovanja 2 – Integrisanje digitalnih i analitičkih kompetencija u planiranje i funkcionisanje energetskih sistema

Srednjoškolski programi za tehničara energetike (EQF4) u JU Srednja elektrotehnička škola „Vaso Aligrudić“ i JU Srednja stručna škola „Ivan Uskoković“ uvode simulaciju i predviđanje tek u četvrtoj godini, dok je obnovljiva energija izborni predmet, čime se ograničava rano sticanje praktičnog iskustva u oblasti obnovljivih izvora energije i baterijskih sistema. Na univerzitetskom nivou, Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore pruža sveobuhvatnu praktičnu obuku uz korišćenje više licenciranih softverskih platformi za modeliranje distributivnih sistema, obnovljivih izvora energije i baterijskih sistema, dok se kompetencije za samostalno projektovanje dalje razvijaju kroz profesionalno iskustvo.

Tabela 5: Mjere za integrisanje digitalnih i analitičkih kompetencija u planiranje i funkcionisanje energetskih sistema

VET (srednjoškolski i ne-tercijarni nivo)	Visoko obrazovanje	Obrazovanje odraslih	
		CVET	BSOs
Uvesti nove module iz oblasti osnova rada sa podacima, alata za monitoring sistema i digitalnih tokova rada. Integrirati dijagnostiku na nivou opreme u praktičnu obuku. Proširiti upotrebu digitalnih simulatora za analizu ponašanja sistema i detekciju kvarova. Učiniti digitalne kompetencije obaveznim, suštinskim dijelom nastavnog programa, a ne izbornim sadržajem.	Proširiti inženjerske programe sadržajima iz oblasti simulacija, predviđanja i modeliranja sistema. Ojačati predmete iz oblasti algoritama, analize podataka i digitalne optimizacije za energetske sisteme. Povećati obim laboratorijskog rada korišćenjem alata za monitoring u realnom vremenu i softvera za modeliranje. Promovisati zajedničke primijenjene projekte sa energetskim kompanijama u oblasti planiranja mreže uz primjenu vještačke inteligencije.	Ponuditi kratke, modularne kurseve iz oblasti modeliranja sistema, digitalne dijagnostike i optimizacije zasnovane na podacima. Uspostaviti ubrzane programe prekvalifikacije za tehničare kojima su potrebne digitalne vještine za operativne zadatke. Uvesti mikrokredencijale povezane sa alatima za simulaciju i sistemima za digitalni monitoring. Validirati prethodno učenje kako bi se ubrzao ulazak u zanimanja u energetici koja su povezana sa digitalnim tehnologijama i podacima.	Podržati kompanije u identifikovanju nedostajućih vještina povezanih sa simulacijom i modeliranjem. Obezbijediti savjetodavne usluge u vezi sa integracijom digitalnih radnih procesa i operativnim praksama spremnim za primjenu vještačke inteligencije. Omogućiti saradnju između kompanija i provajdera obuke u zajedničkom razvoju modula obuke usmjerenih na digitalne tehnologije. Promovisati učešće u evropskim partnerstvima za razvoj vještina, radi jačanja sistema obuke i privlačenja investicija.

Izvor: Autori.

Sprovođenje navedenih mjera će:

- Obezbijediti kontinuiran priliv tehničara, inženjera i stručnjaka u oblasti energetike.
- Ubrzati primjenu simulacija, predviđanja, modeliranja i optimizacije zasnovane na podacima u energetskom sektoru.
- Ojačati saradnju između obrazovnih ustanova, privrede i BSOs.
- Unaprijediti produktivnost, efikasnost sistema i konkurentnost sektora obnovljive energije u Crnoj Gori, u skladu sa ciljevima pametne specijalizacije.

Prioritetna oblast djelovanja 3 - Priprema radne snage za upravljanje pametnim mrežama i distribuiranim energetskim sistemima

Obrazovanje u oblasti pametnih mreža i mikromreža u Crnoj Gori je ograničeno. Srednjoškolski programi za elektroinstalatore (EQF3) i tehničare energetike (EQF4) ne obuhvataju ovu tematiku, iako su osnovna znanja potrebna za instalaciju i održavanje. Programiranje procesa trebalo bi da bude obavezan dio obrazovanja za tehničare energetike. Na univerzitetskom nivou, Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore obrađuje pametne mreže i mikromreže uglavnom u okviru predmeta na petoj

godini studija, uz ograničene mogućnosti za praktičan rad i implementaciju mreža u ranoj fazi. Ključne institucije: Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Goreu, JU Srednja elektrotehnička škola „Vaso Aligrudić“, JU Srednja stručna škola „Ivan Uskoković“.

Tabela 6: Mjere za pripremu radne snage za upravljanje pametnim mrežama i distribuiranim energetske sistemima

VET (srednjoškolski i ne-tercijarni nivo)	Visoko obrazovanje	Obrazovanje odraslih	
		CVET	BSOs
Uvesti nove module iz oblasti digitalnog upravljanja mrežom, monitoringa u realnom vremenu i rukovanja pametnim uređajima. Integrirati rad sa podacima i alate za monitoring sistema u praktičnu obuku. Modernizovati programe stručnog obrazovanja u oblastima elektrotehnike, mrežnih operacija i održavanja pametnih uređaja. Učiniti kompetencije u oblasti digitalizovanih mreža obaveznim, suštinskim dijelom nastavnog programa, a ne izbornim sadržajem.	Proširiti inženjerske programe predmetima iz oblasti digitalnog upravljanja mrežom, projektovanja mikromreža i optimizacije zasnovane na podacima. Ojačati sadržaje iz oblasti modeliranja, predviđanja i simulacije za potrebe naprednog planiranja mreža. Povećati obim laboratorijskog rada korišćenjem platformi za monitoring mreže u realnom vremenu i softvera za digitalno upravljanje. Promovisati zajedničke primijenjene projekte sa energetske kompanijama u oblasti digitalizacije i upravljanja distribuiranom proizvodnjom energije.	Ponuditi kratke, modularne kurseve unapređenja vještina (dokvalifikacije) iz oblasti digitalnog monitoringa mreže, analitike sistema i održavanja pametnih uređaja. Uspostaviti ubrzane programe prekvalifikacije za tehničare kojima su potrebne vještine u oblasti digitalizovanih mreža. Uvesti mikrokredencijale povezane sa digitalnim tokovima rada, dijagnostikom na nivou opreme i alatima za rukovanje podacima. Validirati prethodno učenje kako bi se ubrzao ulazak u zanimanja povezana sa digitalizovanim mrežama.	Podržati kompanije u identifikovanju nedostajućih vještina u oblasti digitalizovanih mreža, koje utiču na operativnu otpornost i upravljanje distribuiranom proizvodnjom energije. Obezbijediti savjetodavne usluge u vezi sa integrisanjem digitalnih tokova rada, primjenom pametnih uređaja i razvojem infrastrukture podataka. Omogućiti saradnju između kompanija i provajdera obuke u zajedničkom razvoju praktičnih modula iz oblasti digitalizacije. Promovisati učešće u evropskim inicijativama za digitalizaciju elektroenergetskih mreža, radi jačanja sistema obuke i privlačenja investicija.

Izvor: Autori.

Sprovođenje navedenih mjera će:

- Obezbijediti kontinuiran priliv tehničara i operatera sa razvijenim vještinama u oblasti digitalnog upravljanja mrežom i rukovanja pametnim uređajima.
- Ubrzati primjenu tehnologija pametnih mreža i mikromreža u energetske sektoru.
- Ojačati saradnju između obrazovnih ustanova, privrede i BSOs.
- Unaprijediti otpornost sistema, operativnu efikasnost i konkurentnost sektora obnovljive energije u Crnoj Gori, u skladu sa ciljevima pametne specijalizacije.

Prioritetna oblast djelovanja 4 - Razvijanje vještina radne snage u oblasti upravljanja energijom i energetske efikasnosti

Obrazovanje u oblasti upravljanja energijom i energetske efikasnosti u Crnoj Gori na nivou srednjeg obrazovanja je ograničeno. Obrazovni program za elektroinstalatore (EQF3) ne obuhvata ovu oblast, dok je tehničari energetike (EQF4) izučavaju samo kao izborni sadržaj, čime se ograničava rano upoznavanje sa ovim ključnim konceptima. Na univerzitetskom nivou, Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore uključuje upravljanje energijom i energetske efikasnost u okviru predmeta „Napredne energetske mreže“. Ključne institucije: Elektrotehnički fakultet Univerziteta Crne Goreu, JU Srednja elektrotehnička škola „Vaso Aligrudić“, JU Srednja stručna škola „Ivan Uskoković“.

Tabela 7: Mjere za razvijanje vještina radne snage u oblasti upravljanja energijom i energetske efikasnosti

VET (srednjoškolski i ne-tercijarni nivo)	Visoko obrazovanje	Obrazovanje odraslih	
		CVET	BSOs
Uvesti upravljanje energijom i energetske efikasnosti kao obavezan dio srednjoškolskog kurikuluma, obezbjeđujući da učenici steknu praktične vještine i osnovna znanja za savremene energetske sisteme.	Razmotriti uvođenje upravljanja energijom i energetske efikasnosti ranije u nastavnom programu, uz praktične vježbe radi unapređenja vještina i iskustva studenata.	Obezbijediti programe unapređenja vještina za stručnjake sa relevantnim tehničkim obrazovanjem, sa fokusom na praktične primjene, optimizaciju energije i unapređenje efikasnosti postojećih sistema.	Obezbijediti prethodne interne obuke u kompanijama, za stručnjake sa relevantnim tehničkim obrazovanjem, sa fokusom na praktične primjene, rukovanje opremom i optimizaciju, prije uvođenja novih sistema.

Izvor: Autori.

Sprovođenje navedenih mjera će:

- Obezbijediti priliv tehničara i inženjera sa praktičnim kompetencijama u oblasti upravljanja energijom i energetske efikasnosti u objektima i industrijskim sistemima.
- Unaprijediti kapacitet kompanija i javnih institucija za identifikaciju, mjerenje i optimizaciju potrošnje energije korišćenjem savremenih alata i metoda.
- Podržati ranije i dosljednije uključivanje koncepata energetske efikasnosti u VET, visoko obrazovanje i obrazovanje odraslih.
- Ojačati produktivnost, efikasnost troškova i performanse sistema kroz smanjenje gubitaka energije i unapređenje operativnog odlučivanja.
- Doprinijeti energetske sigurnosti i konkurentnosti Crne Gore kroz integraciju vještina energetske efikasnosti kao ključne komponente zelene tranzicije.

AKRONIMI

AI	Vještačka inteligencija (Artificial Intelligence)
BESS	Sistemi za skladištenje energije u baterijama (Battery Energy Storage Systems)
CoVE	Centar izvrsnosti u stručnom obrazovanju (Centre of Vocational Excellence)
CVET	Kontinuirano stručno obrazovanje i osposobljavanje (Continuing Vocational Education and Training)
EDP	Proces preduzetničkog otkrivanja (Entrepreneurial Discovery Process)
EPCG	Elektroprivreda Crne Gore
ESCO	Evropske vještine, kompetencije, kvalifikacije i zanimanja (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations)
ETF	Evropska fondacija za obuku (European Training Foundation)
EU	Evropska unija (European Union)
JETPs	Partnerstva za pravednu energetska tranziciju (Just Energy Transition Partnerships)
LLL	Cjeloživotno učenje (Lifelong Learning)
MW	Megavat (MegaWatt)
NLP	Obrada prirodnog jezika (Natural Language Processing)
PV	Fotonaponski sistemi (Photovoltaics)
R&D	Istraživanje i razvoj (Research and development)
VET	Stručno obrazovanje i osposobljavanje (Vocational Education and Training)

REFERENCE

Bole, D., Bulatović, N., Čalasan, O., Jabučanin, B., Jašović, T., Jevrić, M., Kojić, J., Latinović, N., Laušević-Odalović, M., Malešević, I., Marković, S., Mihailović, N., Moric, I., Pavlović, B., Pavićević, I., Pekić, D., Radulović, V., Rakčević, B., Šćepanović, B., Vojinović, I., Vujisić, D., Zvizdojević, J. (2026), *Final report on the Entrepreneurial Discovery Process (EDP) implemented in the preparation of the smart specialisation strategy 2026-2031*.

European Environment Agency (EEA) (2025), *Share of energy consumption from renewable sources in Europe*. Published 06.11.2025. Available at:

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from#:~:text=The%20share%20of%20energy%20consumed,strong%20growth%20in%20solar%20power.>

Mordor Intelligence (MI) (2025), European renewable energy market size & share analysis – growth trends & forecasts (2025-2030). Available at: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-renewable-energy-market>.

Nunzi, S. (2025), European Strategic Autonomy in the Energy Field: Navigating Geopolitical Challenges, Policy Coordination and Innovation. Institute for European Analysis and Policy, Jean Monet Centre of Excellence on EU Inclusive Open Strategic Autonomy. Available at: <https://leap.luiss.it/wp-content/uploads/2025/01/WP1.25-European-Strategic-Autonomy-in-the-Energy-Field.pdf>.