

PRIJEDLOG UNIVERZALNOG MODELA STRATEGIJE REGIONALNOG/LOKALNOG RAZVOJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE / PROPOSAL OF A UNIVERSAL STRATEGY MODEL OF REGIONAL/LOCAL DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Dr.sc. Mehmed Konaković, dipl. ing.saob.; JU “Centar za napredne tehnologije u Sarajevu“,
+38763147434, Internacionalni Univerzitet Travnik u Travniku, Saobraćajni fakultet Travnik u Travniku,
Aleja Konzula – Meljanac b.b.,+38730509300, konakovicmesa@hotmail.com,
Prof.Dr.sc. Abidin Deljanin, dipl. ing.saob.; +38761157282, Internacionalni Univerzitet Travnik u
Travniku, Saobraćajni fakultet Travnik u Travniku, Aleja Konzula – Meljanac b.b.,30509300,
adeljanin@hotmail.com,
Mirsad Imamović, MA, dipl.ing.; Internacionalni Univerzitet Travnik u Travniku, Saobraćajni fakultet
Travnik u Travniku, Aleja Konzula – Meljanac b.b.,+38730509300, mimo.mirsad@hotmail.com

Stručni članak

SAŽETAK:Istinski vjerujemo da ispunjenje naše misije čini istraživanje i razvoj tehničkih i tehnoloških rješenja u oblasti obnovljivih izvora energije. Na taj način popravljamo status društvene zajednice, kada je u pitanju energetska neovisnost ili ovisnosti od vlastite elektroprivredne situacije, te vlastitim većim doprinosom, stabiliziranju te situacije. Dužnost akademske i naučne zajednice je da inicira prvi korak u poboljšanju a to je izrada strategija razvoja obnovljivih izvora energije u teritorijalnim i administrativnim zajednicama u Bosni i Hercegovini. S obzirom na status reguliranosti ove oblasti u Bosni i Hercegovini pa čak i na evropskom nivou, koji je nedovoljno definiran, postaje iznimno važno izrada i usvajanje Strategije razvoja obnovljivih izvora energije u zajednicama nižeg ranga u Bosni i Hercegovini. Sa aspekta međunarodnih ekonomsko-energetskih odnosa i panevropske elektro-energetske mreže organizacioni oblici nivoa entiteta, distrikta ili kantona su samostalni u procesima koji obuhvataju razvoj i istraživanje obnovljivih izvora energije.

Ključne riječi: *strategija, energetika, obnovljivi izvori, neovisnost,*

ABSTRAKT :We truly believe that the fulfillment of our mission consists of research and development of technical and technological solutions in the field of renewable energy sources. In this way, we improve the status of the social community, when it comes to energy independence or dependence on our own electricity industry situation, and by our own greater contribution to stabilizing that situation. The duty of the academic and scientific community is to initiate the first step in improvement, which is the creation of strategies for the development of renewable energy sources in territorial and administrative communities in Bosnia and Herzegovina. Considering the status of the regulation of this area in Bosnia and Herzegovina and even at the European level, which is insufficiently defined, it becomes extremely important to develop and adopt a strategy for the development of renewable energy sources in low-ranking communities in Bosnia and Herzegovina. From the aspect of international economic-energy relations and the pan-European electric-energy network.

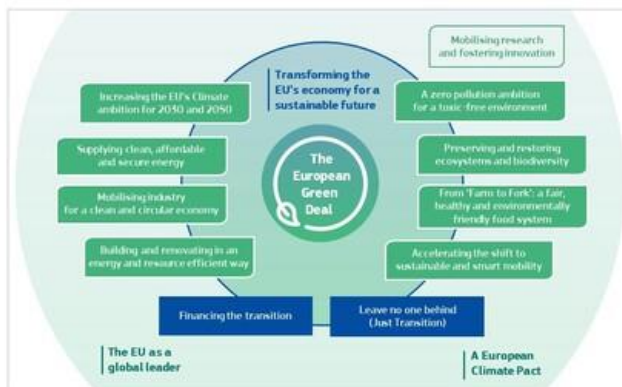
Key words: *strategija, energetika, obnovljivi izvori, neovisnost,(JEL: Q2, Q3, Q4 and Q5 - stručni članak)*

I. UVOD

Globalna promjena klime danas je jedan od najvećih izazova čovječanstva. Znanstveno je utvrđeno da su vodeći uzroci promjene klime povećana emisija stakleničkih plinova, najviše kao posljedica izgaranja fosilnih goriva i intenzivne poljoprivrede, te sječe šuma. Hitnost djelovanja na rješavanju ovog problema je očigledna na svim nivoima. Ono što je moguće učiniti u pogledu rješavanja ovog pitanja na našem nivou jeste isto ono što se radi na višim nivoima i mi nemamo izbora osim učiniti maksimalne napore da svoj prostor dovedemo u stanje doprinosa djelovanja na ublažavanju klimatskih promjena.

Cilj Pariškog sporazuma o zadržavanju porasta temperature do najviše 2 °C, te s dodatnim naporima za zadržavanje temperature na nivou do 1.5 °C. Regije unutar Bosne i Hercegovine u okviru politike Europske unije imaju i nastoje izvrševati svoje obaveze. Uredbe Evropskog parlamenta i Vijeća o upravljanju energetskom unijom i djelovanjem u području klime propisuju članicama izradu integriranog nacionalnog energetsko klimatskog plana do 2030. godine i dugoročne niskougljične strategije do 2050. godine. Bosna i Hercegovina treba unaprijed ispuniti obavezu koja je čeka u budućim pregovorima o postanku člana EU. Propisi o klimatskim promjenama i zaštiti okoliša u lokalnim zajednicama će, u narednom periodu, sve više prenositi obaveze iz EU Uredbi o upravljanju, na način da će definirati obavezu izrade više strategije o obnovljivim izvorima energije, niskougljičnom razvoju, okolišu, zaštiti zraka, i dr. do 2030., s fokusom na 2050. godinu i akcione planove za provođenje usvojenih strategija.

Svrha strategije razvoja obnovljivih izvora energije je pokrenuti promjene u lokalnoj zajednici i BiH, koje će omogućiti razdvajanje privrednog rasta od emisije stakleničkih plinova. Ovo je prilika da se uz pomoć fondova EU napravi zaokret, u čemu trebaju učestvovati sve vlasti i poslovni svijet. Promjenu BH društva i privrede u niskozagađujuće, treba ostvariti kroz ulaganje u zeleno poslovanje i tehnologije, u inovacije i razvoj, koje će doprinijeti jačanju konkurentnosti na evropskom tržištu, koje sve više traži zelene proizvode i usluge. Lokalne zajednice, kantoni i regije, kao dio Bosne i Hercegovine i kao dio Evrope, dijeli klimatsku ambiciju iskazanu u Europskom zelenom planu Europske komisije (2019.), o tome da EU bude klimatski neutralna do 2050. godine. Pandemija COVID-19 koja se pojavila 2020. godine ima značajan uticaj na sve i postavlja nove neizvjesne okolnosti za razvoj. Strategija razvoja obnovljivih izvora energije dobiva još veći značaj jer dodatna finansijska sredstva za oporavak mogu ubrzati tranziciju, otvaranje zelenih radnih mjesta, ostvarivanje efikasne privrede zasnovane na niskoj emisiji ugljika i otporne na klimatske promjene. Sve je više dokaza da je Bosna i Hercegovina pod uticajima klimatskih promjena, te da trpi velike štete od ekstremnih vremenskih nepogoda. Evropske politike su jasno ukazale na pravac razvoja.



Slika 1: Evropski zeleni plan, (Izvor: European Commission - [Communication document on the European Green Deal \(EGD\)](#))

II. PRIJEDLOG ZA IZRADU STRATEGIJA

Izrada i usvajanje strategija razvoja obnovljivih izvora energije je prvi korak u organizovanom i planskom razvoju ove oblasti u teritorijalnim i administrativnim zajednicama nižeg ranga u Bosni i Hercegovini. Sa aspekta međunarodnih ekonomsko-energetskih odnosa i panevropske elektro-energetske mreže teritorijalne i administrativne zajednice nižeg ranga su samostalne u procesima koji obuhvataju razvoj i istraživanje obnovljivih izvora energije. Na slici 2. se vidi da je cijela Evropa, i šire, unesena u mapu kroz svoje regione/oblasti/lokalne jedinice. Dakle, domenu nema ograničenja.



Slika 2: Hydrogen ecosystem North Adriatic (Izvor: <https://hydrogen-ecosystem-northadriatic.com/> 11.05.23)

Suštinski razlog i uzrok za precizno orjentisanje u pogledu razvoja energetskog sektora u Bosni i Hercegovini je ostvariti sve potrebne preduslove da ova teritorija i građanstvo imaju na raspolaganju dovoljno razvijenu i snažnu industriju, energiju, hranu i novac. Zbog toga se daje

osnovna informacija o novom konceptu u rješavanju energetske tranzicije i implementacije dobrih tehničkih i inženjerskih rješenja u oblasti obnovljivih izvora energije.

III. PROJEKTNİ ZADATAK

Ovaj projektni zadatak je načelnog karaktera što znači da treba vršiti korekcije i usaglašavanja dok se ne dođe do jasnog i konkretnog prijedloga, ovisno od zajednice za koju se priprema. Generalno, pisanim dokumentom, nadležna institucija, treba ovlastiti kompetentno tijelo da formira ekspertnu radnu grupu za izradu dokumenta "Strategija razvoja obnovljivih izvora energije". Svrha izrade dokumenta je da se osiguraju konceptijske postavke za modernizaciju postojećih i izgradnju novih, savremenih energetskih objekata i infrastrukture, sa visokim stepenom energetske efikasnosti i održivog razvoja. Projektnim zadatkom se definira: svrha, cilj, obim i sadržaj, metodologija izrade, organizacija i dinamički plan realizacije i očekivani rezultati.

3.1. Osnovni sadržaj strategije

Svrha izrade strategije je da se izvrši stručna analiza postojećeg stanja, utvrde potrebe i mogućnosti razvoja energetskog sektora, po pojedinim podsektorima i sektora u cjelini, vodeći računa o pravcima i intenzitetu razvoja energetskog sektora u Bosni i Hercegovini, regionu, Evropi i svijetu. Cilj je deblokiranje zastoja investiranja u ovaj sektor, te njegov savremeni i održivi razvoj. Dokumentom je potrebno detaljno razraditi prioritetne aktivnosti srednjeročnog razvoja, te naznačiti projekciju razvoja do 2050. godine i duže. Rezultati trebaju biti potkrijepljeni argumentima i podacima zasnovanim na realnim izvorima. Rezultati i dokument trebaju biti izloženi sa namjenom donošenja strateških odluka. Strategija treba sadržavati plan i program, dinamiku i očekivane efekte realizacije.

3.2. Energetski sektor u zajednici

Potrebno je prikazati stanje i savremeni koncept razvoja energetskog sektora prema sljedećem:

- kratka analiza stanja u državi, regionu, Evropi i svijetu sa pregledom nadležnosti zajednice;
- stanje, planirani nivo razvoja i potencijali u energetskom sektoru;
- principi održivog razvoja, tržište energije, zaštita okoline, usklađenost propisa i dr.
- obaveze i aktivnosti zajednice u procesu približavanja EU;

Analizama su obuhvaćeni sektori: termoelektroenergetike (uglja), elektroenergetike (hidro, prijenos,...), prirodnog gasa, energetskih gasova (hidrogen), nafte i naftnih derivata i obnovljivih izvora energije.

Analizirati i istražiti stanje sistema centralnih grijanja (kolektivnih, zbirnih, centralnih, individualnih). Obaveza je što jasnije definisati energetski menadžment, energetsku efikasnost, okolinski aspekti, te razmotriti moguće modele formiranja, finansiranja, gradnje i korištenja.

3.3. Načelni plan i program realizacije razvoja OIE

U okviru istraživanja i izrade strategije za buduća postupanja neophodno je obuhvatiti sljedeće:

- Koncept razvoja i organizacioni aspekti energetskog sektora, izrada harmonizirane legislative i regulative, aktivnosti, nosioci, rokovi;
- Procjena investicija, osnovni tehno-ekonomski pokazatelji ulaganja, uključujući aspekte energetske efikasnosti, okolinski aspekt i životni vijek objekta;
- Preliminarni dinamički plan realizacije za projektovanje, pripreme i realizaciju;
- Opis aktivnosti, procjena investicija, osnovni tehno-ekonomski pokazatelji ulaganja i drugo;
- Preliminarni dinamički plan realizacije za projektovanje, pripremne radnje za izgradnju, puštanje u pogon i korišćenje objekta, uključujući okolinske aspekte realizacije.

3.4. Završni dio dokumenta

Nakon obrade i analize svih poglavlja strategije treba definisati zaključke, sa konkretnim prijedlozima, mjerama i akcijama, kojim će se naglasiti potrebe i mogućnosti razvoja, posebno imajući u vidu planiranu izgradnju novih energetskih kapaciteta i tome odgovarajuće investicije, kao i ostala pitanja restrukturiranja i reorganizacije energetskog sektora, te izradu i harmonizaciju primarne i sekundarne legislative i regulative. Radna grupa treba raditi dokument, vodeći računa o tome da sadrži jasan cilj izrade strategije sa rezultatima do kojih se došlo, uz tabelarni i grafički prikaz preporučenih aktivnosti i mjera, uključivo i preliminarni dinamički plan modernizacije, proširenja postojećih i izgradnje novih objekata u energetskom sektoru a posebno u sektoru obnovljivih izvora energije, što je glavni cilj ovog dokumenta. Treba voditi računa da fokus bude na zajednici za koju se radi strategija te da se obuhvate sve specifičnosti tog prostora, uz dovoljno posvećenosti stanju u državi, regionu i entitetima. U okviru toga treba obuhvatiti prethodno i postojeće stanje, organizaciju, tehničko-tehnološke pokazatelje, legalnost i regulisanost, kadrove, potencijale za razvoj, potrebe i mogućnosti modernizacije (tehničko-ekonomski podaci, studije izvodljivosti, planovi gradnje, dinamika, procjena investicija), uključujući proizvodnju, prenos/transport energije, distribuciju, nabavku, isporuku, potrošnju, restrukturiranje dijelova sektora (unbundling, korporatizacija, komercijalizacija), razvoj energetske ekonomije, zahtjevi i uslovi otvaranje tržišta energije, konkurencija, zaštita vlastitih resursa i interesa, stanje harmonizacije sa EU i sve one elemente, funkcije i procese koji čine značajan uticaj na budućnost razvoja obnovljivih izvora energije u datom prostoru.

3.5. Organizacija, metodologija i dinamika izrade strategije

Nalogodavac izrade strategije razvoja je institucija (Vlada) a izvršilac izrade je ekspertna grupa. Bilo koji organ nalogodavca može biti obavezan za formiranje radne grupe i organizaciju rada, stručnu koordinaciju, nadzor i podršku na izradi prijedloga strategije. Podrazumijeva se kvalitetna

obrađa pojedinih poglavlja-komponenti strategije od strane zaduženih članova radne grupe, prema datom sadržaju, uz međusobnu komunikaciju, uniformnost i kompatibilnosti dijelova dokumenta.

U skladu sa naznačenim rokovima u dokumentima nadležne institucije - nalogodavca, ekspertna radna grupa treba pripremiti početni izvještaj, za internu raspravu radne grupe, a nakon toga Prijedlog završnog izvještaja predati na daljnje postupanje. Dokument treba biti predmet javne rasprave, saglasno predviđenim propisima o izradi ove vrste dokumenata. Najvažnije poslije izrade strateškog dokumenta jeste strategiju sprovesti u djelo.

Korisno je dati nekoliko odgovora koja su djelom svakodnevnih razgovora, kao što su:

1. Koliko se od jednog MWh električne energije količinski dobije hidrogena?

Zeleni hidrogen se proizvodi elektrolizom vode. To je razdvajanje vode na kiseonik i hidrogen. U idealnom slučaju za proizvodnju 1 kilograma hidrogena potrebno je više od 32 kWh električne energije. Za elektrolizu vode u elektrolizatorima alkalne ili PEM (proton exchange membrane) tehnologije, u prosjeku je potrebno oko 50 kWh električne energije za proizvodnju jednog kilograma hidrogena. Donja toplotna moć hidrogena je 33.3 kWh/kg (120 MJ/kg) ili 3 kWh/Nm³, a gornja 39.41 kWh/kg (141.86 MJ/kg). Kilogram hidrogena nosi oko 40 kWh (hemijske energije). Ako se uporedi potrebna energija za jedno domaćinstvo u odnosu na alternativni hidrogen, u tom slučaju, zna se da jedno domaćinstvo mjesečno troši 250-300 kWh električne energije, što znači da će za jedno domaćinstvo mjesečno biti potrebno oko 5,5 kg hidrogena ili 65,5 kg godišnje. Racionalnost u pogledu korištenja prostora, troškova, operativne infrastrukture, dostupnosti i sl. je očigledna.

Tehnologije hidrogena su skupe pa je trenutno cijena sivog (fosilna goriva) hidrogena u oko 1,5 EUR-a po kilogramu a maksimalno 2,00 EUR-a u slučaju hvatanja otpuštenog CO₂. Cijena zelenog hidrogena kojeg se trenutno proizvodi samo 4% je 2,50 do 5,50 EUR-a po kilogramu. Sa svim ostalim komparacijama se može istraživati i donositi zaključke. Važan doprinos se može dati u rješavanju pitanja nedostatka pitke vode u područjima gdje nema vode za piće jer pretvaranjem hidrogena u električnu energiju, kao nusprodukt, dobiva se voda koju je, uz određeni tretman, jednostavno pretvoriti u vodu za piće.

2. Za koji vremenski period i koliko uskladišten hidrogen gubi na količini?

Hidrogen se obično skladišti u tekućem stanju pod vrlo niskim temperaturama (-253 °C) i visokim pritiscima (oko 25 bara) kako bi se osiguralo da što manje isparava. Ti spremnici su otvorenog tipa, tako da se ispareni hidrogen gubi, ukoliko se ne uhvati i ponovo ukaplji. U literaturi postoje različiti navodi o gubicima, od 1 do 10% mjesečno. Hidrogen u gasovitom stanju može lagano difundirati kroz materijale spremnika, što dovodi do gubitka na duži rok, zbog čega se pri odabiru spremnika za skladištenje pažljivo biraju materijali sa niskom stopom difuzije. Prilikom skladištenja u gasovitom stanju pod visokim pritiskom gubici iznose oko 1% do 2% mjesečno, dok su za spremnike koji koriste apsorbente gubici obično veći i iznose oko 5% do 10%.

3. Ukoliko proizvodimo velike količine hidrogena trebamo znati potrošače gdje će ići i za koji period i koji je to vremenski period za koji se mora isporučiti i potrošiti da ne bi došlo do velikih gubitaka?

Što se tiče velikih potrošača, oni još ne postoje. U Njemačkoj je trenutno u pogonu 30 MW kapaciteta za proizvodnju zelenog hidrogena u stotinjak pilot postrojenja.

4. Može li se zeleni hidrogen transportovati cjevovodom za prirodni plin i sa kojim aditivom? Može se transportovati u “hydrogen ready” cjevovodima, što podrazumijeva da su materijali i oprema odabrani da “podnose” hidrogen. Ne koriste se aditivi nego se hydrogen jednostavno ubrizgava i pomijesan s prirodnim gasom transportuje do stanice u kojoj se vrši odvajanje.

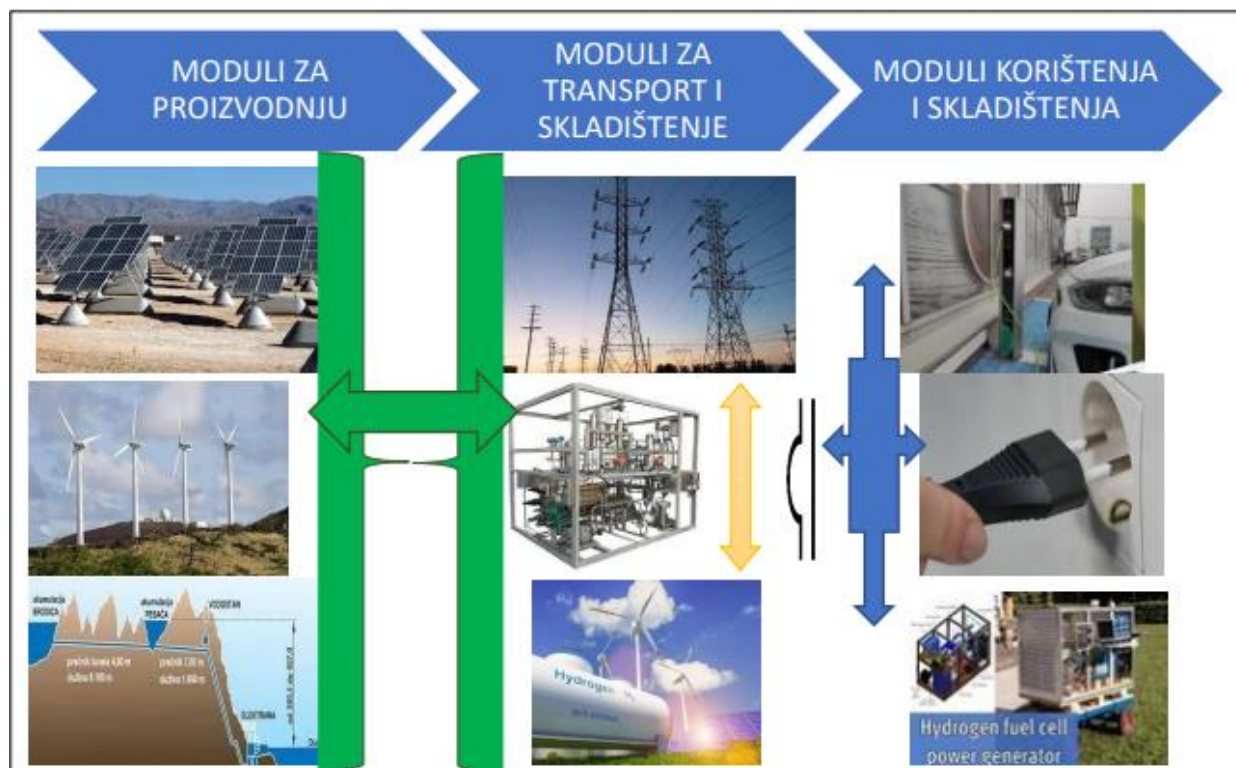
5. Ukoliko radimo veliku količinu zelenog hidrogena na mjestu proizvodnje, kakva skladišta i kapacitete moramo posjedovati?

Još niko ne proizvodi velike količine zelenog hidrogena. Pretpostavka je da bi se u takvim situacijama hidrogen transportovao do potencijalnog podzemnog skladišta (bivši rudnici soli, slično kao prirodni gas) ili do velikog potrošača da se direktno troši.

IV. ZELENA MULTIMODULARNA ENERGETSKA PLATFORMA (ZMEP)

Način razvoja zelene ekonomije je specifičan za svaku oblast u svijetu pa tako i za Bosnu i Hercegovinu. Istraživanja su pokazala da je moguće vršiti prilagođavanja energetske tranzicije sa aspekta veličine i sadržaja energetskih objekata te sa aspekta korištenja raspoloživih resursa i investicionih i finansijskih mogućnosti društva. Što se tiče izučavanja mogućnosti nižih nivoa društvene zajednice u Bosni i Hercegovini, treba izložiti novi pristup projektovanja zelenih energetskih platformi modularnog tipa koje je moguće dimenzionirati i koristiti u skladu sa mogućnostima zajednice kojoj su namjenjene. Multimodularne energetske platforme (MEP) mogu graditi i finansirati lokalne zajednice od najmanjih do najvećih. Platforme mogu biti funkcionalno, namjenski i kapacitetom definisane i formatirane. Zelenu multimodularnu energetska platformu (ZMEP) čine višemodularni elementi i to:

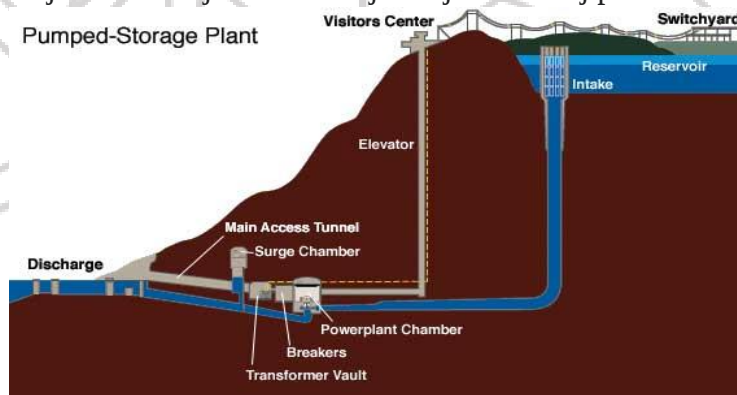
1. Moduli proizvodnju energije (reverzibilne, fotonaponske, vjetro, elektrane na biomasu, ..),
2. Modul skladištenja energije - Modul za proizvodnju hidrogena,
3. Moduli za deponovanje i skladištenje hidrogena,
4. Modul korištenja hidrogena (korištenje i proizvodnja), i
5. Moduli za transport hidrogena (cjevovodi, bačve, mediji za spajanje/razdvajanje,...).



Slika 3: Zelena multimodularna energetska platforma (ZMEP) (Izvor: Autor)

4.1 Reverzibilna hidroelektrana

Poznati sistem hidroelektrane funkcioniše tako što se gradi akumulaciono jezero, pa se koristi potencijal akumulirane vode za proizvodnju električne energije, a voda se pušta svojim prirodnim tokom. Kada su u pitanju reverzibilne hidroelektrane ili „engl.: pumped-storage plant“ tada se grade ili formiraju dva skladišta vodene mase, pa razlikujemo gornju akumulaciju iz koje voda protiče kroz elektro energetska postrojenje i proizvodi električnu energiju, da bi se nakon prolaska kroz hidroelektranu ulijevala u donju akumulaciju umjesto u svoj prirodni tok.



Slika 4: Shema postrojenja reverzibilne hidroelektrane, (Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Reverzibilne_hidroelektrane#/, 28.04.2023.g.)

4.2 Fotonaponska elektrana

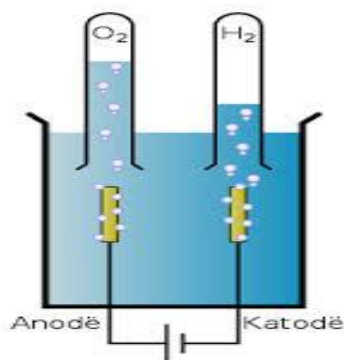
Fotonaponska elektrana direktno i trenutno pretvara sunčevu energiju u električnu. Za pretvaranje sunčeve u električnu energiju ne koriste se pogonska goriva. Radi se o procesu direktnog pretvaranja svjetlosti u električnu energiju na nivou atoma, odnosno o fotonskom efektu koji se opisuje kao sudar fotona sa fotonaponskom ćelijom, prilikom čega dolazi do upijanja (apsorpcije) fotona unutar ćelije. Ćelije su kreirane od poluprovodnika u kojem se pod djelovanjem fotona dešava oslobađanje elektrona. Usmjereno kretanje slobodnih elektrona u zatvorenom strujnom kolu je električna energija. Osnovne prednosti fotonaponskih elektrana su distribucija i proizvodnja na mjestu potrebe ili potrošnje, mali troškovi održavanja, modularnost po želji i bez ograničenja i okolišna prihvatljivost bez štetnih emisija. Nedostaci fotonaponskih elektrana su visoka cijena razvoja i investicije, ovisnost o sunčevom zračenju i vanjski faktori zasjenjenosti i sl.



Slika 5: Shema fotonaponskog sistema – elektrane, (Izvor: [https://www.google.com/search?q=fotonaponska+ elektrana&tbm=isch&chips](https://www.google.com/search?q=fotonaponska+elektrana&tbm=isch&chips), 11.05.2023.g.)

4.3 Proizvodnja hidrogena – elektrolizer

Proizvodnja hidrogena u praksi predstavlja elektrolizu vode. Elektroliza je elektrokemijski postupak u kojem se voda razdvaja na vodonik i kisik. Elektrohemijski postupak se ostvaruje djelovanjem izvora energije visokog napona između elektroda kroz vodu u prisutnosti elektrolita ili bez njega. Djeljenjem vode na vodonik i kisik dolazi do skupljanja vodonika na katodi (negativna elektroda) i kisika na anodi (pozitivna elektroda). Ovo je najjednostavniji i ekološki najbolji, ali i skup proces proizvodnje vodika.

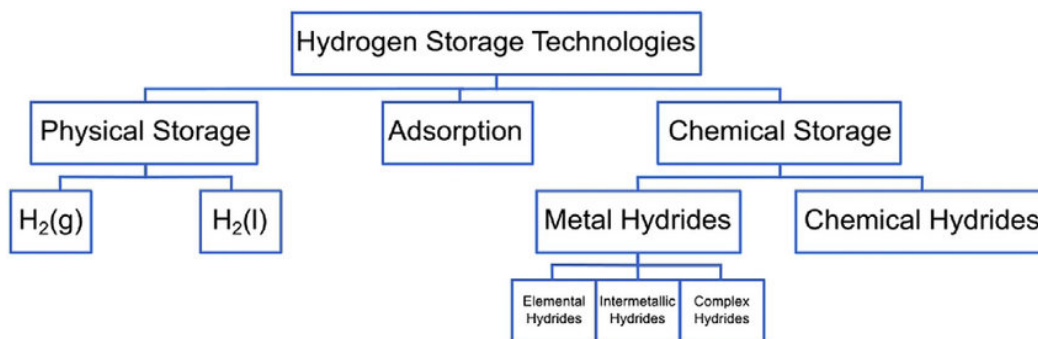


Slika 6: Elektrolizer – proizvodnja hidrogena, (Izvor: <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fba.gprectifier-ar.com%2Fhydrogen-el>, 11.05.2023.g.)

4.4 Deponovanje i skladištenje hidrogena

Skladištenje velikih količina hidrogena ima temeljan značaj u budućoj ekonomiji hidrogena. Skladištenje hidrogena-plina u slanim pećinama već postoji kada se koristi u industrijskom snabdjevanju. Međutim ovakav tretman nije primjenjiv u svim regijama zbog različitih geoloških uslova. Ova činjenica daje priliku da se regije međusobno povezuju na principu mogućnosti i racionalnog korištenja raspoloživih resursa. Transport i skladištenje su, prema dosadašnjim istraživanjima, najmanje zastupljeni i najmanje su istraženo područje. Potrebno je analizirati tehnologije, kao što su tečni vodonik, metanol, amonijak i dibenziltoluen, koje mogu biti pogodne u smislu gustine skladištenja, troškova skladištenja i sigurnosti.

Značajan faktor za opredjeljenje o načinu skladištenja hidrogena čine uslovi njegovog korištenja, odnosno stepen čistoće i brzina odziva oslobađanja vodonika. Neka skladišta se mogu vrlo jednostavno puniti i prazniti po kontrolisanim troškovima ovisno od teholoških rješenja i korisničkih zahtjeva. Uslov čistoće hidrogena je poseban u saobraćaju i transportu gdje se koriste MEA ili PEM gorive ćelije i koje zahtjevaju čistoću isporučenog hidrogena. Upotreba hidrogena za vozila sa vodonikom za gorive ćelije je možda najobimnije i najzahtjevnije istraživanje u posljednjih nekoliko godina. U ovim istraživanjima je mnogo preduslova, od uslova tepereturnog intervala, pritiska, dizajna, materijala i drugih faktora od kojih zavisi brzina i količina oslobađanja vodonika. Istraživanja u ovoj oblasti daju različite pristupe podjeli načina skladištenja ali ipak se izdvaja kategorizacija zasnovana na prirodnoj interakciji između uskladištenog hidrogena i skladišta ili materijala



Slika 7: Primijenjena kategorizacija tehnologije skladištenja vodika (Izvor: J. Andersson and S. Grönkvist, "Large-scale storage of hydrogen," International Journal of Hydrogen Energy, vol. 44, no. 23, pp. 11901-11919, 2019/05/03 2019.), 11.05.2023.g.)

Ovdje se tehnologija skladištenja vodonika djeli na tri glavne kategorije:

- (1) vodonik se može skladištiti kao gas ili tečnost u čistom, molekularnom obliku bez ikakvih značajnih fizičkih ili hemijskih veza za druge materijale;
- (2) molekularni vodonik se može apsorbirati na ili u materijal, koji drži relativno slabe fizičke van der Waalsove veze;
- (3) atomski vodonik može biti hemijski vezan (apsorbovan).

Važna je podjela tehnologije skladištenja na bazi hemijskih spojeva hidrogena sa drugim elementima:

- metalni hidridi i intermetalni hidridi,
- hemijski hidridi.

Ovom podjelom tehnologija skladištenja se kategorizira u odnosu na temeljne razlike osobina hidrogena od materijala koji su nosioci spoja. Atomi vodonika imaju osobinu da mogu biti vezani direktno na atom metala pa se zato ovi metali zovu metalni hidridi i intermetalni hidridi. Hemijski hidridi se pretežno sastoje od nemetalnih elemenata kao što su ugljik, dušik, bor, kisik i vodonik. Kad je u pitanju skladištenje vodonika treba se fokusirati na nekoliko opcija:

- Skladištenje čistog vodonika - u čistom, molekularnom obliku. (plin ili tečni).
 - Skladištenje vodonika pod pritiskom – skladište sa kompresorima.
 - Skladištenje tečnog vodonika – kompresija/kondenzacija (ukapljivanje) – visoka gustina vodonika (frakcije).
 - Apsorpcija vodonika – slaba der Waalsova veza (molekula vodonika i materijala sa velikom specifičnom površinom). Najpopularnije sredstvo za apsorpciju hidrogena je tečni dušik.
 - Metalni hidridi – jače fizičke veze u odnosu na apsorpciju hidrogena.
- Razvijeno i istraženo je mnogo metalnih hidrida za skladištenje ali je za hidrolizu

najznačajniji natrijum boro hidrid. Najperspektivniji od elemtnih metalnih hidrida za skladištenje velikih količina vodika su magnezijev hidrid (MgH_2) i aluminijum hidrid (AlH_3).

- Intermetalni hidridi – Vrlo malo elementarnih metalnih hidrida ima svojstva pogodna za skladištenje vodika ali zato se ciljno traži legura takva da se sastoji od jednog elementa, koji veže vodik, i jednog elementa, koji slabo veže vodik, pa kao rezultat toga vodik ima srednju osobinu skladištenja u odnosu na sastavne dijelove. Legure daju mogućnost za mnogo različitih intermetalnih hibrida. U praksi se najčešće pojavljuju legure kristalnih struktura. Najtemeljitije istražen hidridni materijal je natrijumbortetrahidridoalanat ($NaAlH_4$), odnosno sodijum alanat.

V. ZAKLJUČAK

Zaključuje se da je prijedlog izrade strategije razvoja neizbježan poduhvat za sve administrativno teritorijalne organizacije koje, po bilo kojem od kriterija navedenih u prijedlogu, imaju motiv i predispozicije za razvoj energetike u svom prostoru. Zaključuje se da je tehnološki razvoj civilizacije, u ovom momentu, na tehnološkoj krivini i da je sada pravi trenutak da se, kao društvo i kao privredni sistem, ubacimo u tehnološku revoluciju savremenog doba. Mudra društva, koja imaju volju i mogućnosti, koriste ove civilizacijske momente da se na tehnološkoj krivini ubace u voz razvoja. Nastavak rada na istraživanju i razvoju multimodalnih energetske platforme, a koje su pogodne za male zajednice, je jedinstvena prilika i naš doprinos tehnološkom razvoju društva, nauke i civilizacije.

VI. BIBLIOGRAFIJA

KNJIGE

- [1] A. Deljanin, F.Kiso: Univerzitetski udžbenik, „Metode vrednovanja u planiranju i projektovanju saobraćajne infrastrukture“ izdavač Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Univerzitet u Sarajevu, 2017.
- [2] C. A. Grimes, O. K. Varghese, S. Ranjan, Light, Water, Hydrogen, Springer Science+Business Media, New York, USA, 2008.
- [3] V. Quaschnig, Understanding renewable energy systems, Bath Press, London, United Kingdom, 2005.
- [4] Dr. Ankica Đukić, Proizvodnja vodika elektrolizom vode pomoću sunčeve energije i fotonaponskih panela, Doktorska disertacija, Fakultet strojarstva i brodogradnje (FSB), Zagreb, 2013.

PUBLIKACIJE / ČASOPISI

- [5] Radna grupa Vlade BiH, Okvirna Energetska Strategija Bosne i Hercegovine do 2035.g.

- [6] Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, (2020). Statistika Energije – Električna i toplotna energija, br.12., Sarajevo.
- [7] J. Andersson and S. Grönkvist, "Large-scale storage of hydrogen," International Journal of Hydrogen Energy, vol. 44, no. 23, pp. 11901-11919, 2019/05/03 2019.
- [8] E. Rivard, M. Trudeau, and K. Zaghbi, "Hydrogen Storage for Mobility: A Review," Materials, vol. 12, p. 1973, 06/19 2019.
- [9] V. Yartys and M. Lototsky, "An Overview of Hydrogen Storage Methods," vol. 172, 2003, pp. 75-104.
- [10] M. M. Rana Mohtadi, Timothy S. Arthur, and Son-Jong Hwang, "Magnesium Borohydride: From Hydrogen Storage to Magnesium Batteries."
- [11] Y. F. Radovan Cerny, Hans Hagemann, and Klaus Yvon, "Magnesium Borohydride: Synthesis and Crystal Structure," A journal of German Chemical Society, Article vol. 46, no. 30, 2007.
- [12] Strategija Europa, Europski parlament, Brisel, 2020.
- [13] Inicijativa „Unija inovacija”, Europski parlament, Brisel, 2011.
- [14] Inicijativa 'Resursno učinkovita Evropa', Europski parlament, Brisel, 2011.
- [15] Inicijativa 'Industrijska politika za eru globalizacije' Europski parlament, Brisel, 2011.
- [16] Inicijativa 'Digitalna agenda za Evropu' Europski parlament, Brisel, 2011.
- [17] Nauka i tehnologija, Internacionalni univerzitet Travnik, 2020 -2022.

ON- LINE LITERATURA:

- [18] <https://solargis.com/>
- [19] <https://hydrogeneurope.eu/>
- [20] <http://eurokodovi.ba/>
- [21] worldbank.blogs
- [22] <https://ec.europa.eu/eurostat>