

Energija iz otpada: pravni aspekt proizvodnje vodonika iz komunalnog otpada u Evropskoj uniji

Bojana Petrović Raičević*

* NIS a.d. Novi Sad, Narodnog fronta 12, Novi Sad

Rezime - Upotreba vodonika kao goriva predstavlja jedan od nosećih stubova energetske tranzicije Evropske unije, čiji je cilj dekarbonizacija i postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine. Proizvodnja vodonika iz komunalnog otpada ima perspektivu da doprinese kako stepenu iskorišćenja otpada, što će značajno uticati na smanjenje deponijskog odlaganja, tako i dekarbonizaciji određenih privrednih sektora koje je teško elektrifikovati poput hemijske ili čelične industrije. Međutim, kako bi ovaj proces bio kompatibilan sa ciljevima postavljenim u Evropskom zelenom dogovoru, kao i u Evropskom zakonu o klimi i drugim strateškim dokumentima, neophodno je ispuniti specifične uslove koje se odnose kako na karakteristike i vrstu samog otpada kao sirovine, tako i na metode njegove obrade. Cilj rada je analiza evropskog pravnog okvira za proizvodnju vodonika iz komunalnog otpada sa fokusom na usklađivanje sa principima cirkularne ekonomije i održivog upravljanja otpadom. Prvi deo ovog rada fokusiran je na analizu načela hijerarhije upravljanja otpadom u kontekstu proizvodnje vodonika sa posebnim naglaskom na ograničenja i mogućnosti korišćenja komunalnog otpada kao resursa. Naglašava se prednost prevencije, ponovne upotrebe i reciklaže komunalnog otpada, dok je energetska iskorišćenje moguće jedino za neregiciklabilne frakcije komunalnog otpada. Budući da evropska regulativa nema precizno utvrđene zakonske definicije vodonika pod tim nazivom, već koristi različite termine u zavisnosti od njegovog porekla i načina proizvodnje, drugi deo rada posvećen je analizi terminologije i klasifikacije vrsta vodonika koji mogu biti proizvedeni iz komunalnog otpada, kao i njihove uloge u energetskej tranziciji. U tom smislu posebna pažnja se pridaje Evropskoj direktivi o obnovljivoj energiji (RED III) kojom se reguliše vodonik dobijen iz organske frakcije komunalnog otpada, čime se svrstava u kategoriju obnovljivih goriva. Takođe, razmatra se i Direktiva o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika koja reguliše niskougljenični vodonik u koji spada vodonik dobijen iz fosilne frakcije neregiciklabilnog komunalnog otpada.

Ključne reči - vodonik, komunalni otpad, cirkularna ekonomija, dekarbonizacija

I UVOD

Klimatske promene i iscrpljivanje resursa sa kojima se svet sve intenzivnije susreće postavili su pred Evropsku uniju zadatak redefinisavanja energetskeg sektora u pravcu njegove dekarbonizacije. Prvi i krovni dokument Evropske Unije koji

dekarbonizaciju postavlja kao strateški cilj je Evropski zeleni dogovor kojim je predviđeno dostizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine [1]. Navedeni cilj dodatno je učvršćen usvajanjem Evropskog zakona o klimi, koji je pravno obavezujućim okvirom osigurao njegovu primenu i postavio temelje za sprovođenje politika usmerenih ka dekarbonizaciji [2].

Kako navodi prof. Rajaković, vizija dekarbonizovanog energetskeg sistema podrazumeva otklon od prethodne paradigme u konvencionalnoj energetici prema energetici bez fosilnih goriva i čini suštinu energetske tranzicije [3]. Ovaj proces neraskidivo je povezan sa konceptom cirkularne ekonomije, koji teži maksimizaciji iskorišćenja resursa i minimizaciji kako generisanja, tako i odlaganja otpada. Važeći Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju (CEAP) iz 2020. godine predstavlja ključni strateški dokument Evropske unije kojim se definišu mere za prelazak na održiviji ekonomski model privrede i to kroz smanjenje otpada, povećanje reciklaže i generalno efikasnije korišćenje resursa [4]. U tom kontekstu proizvodnja energije iz otpada zauzima specifično mesto kao deo strategije za energetska iskorišćenje onih frakcija otpada koji ne mogu biti reciklirani, što daje pozitivan efekat na smanjenje deponovanja. Shodno navedenom, proizilazi zaključak da energetska iskorišćenje otpada predstavlja operaciju komplementarnu recikliranju koja obezbeđuje dodatno izvlačenje benefita iz otpada kao resura i smanjenje deponovanja. Navedeno potvrđuje i Evropska komisija ističući da proizvodnja energije iz otpada može maksimizovati doprinos cirkularne ekonomije dekarbonizaciji isključivo uz poštovanje hijerarhije otpada, tj. ukoliko proizvodnja energije iz otpada ne remeti sprovođenje viših nivoa u hijerarhiji poput prevencije i reciklaže [5]. Uprkos činjenici da su u pitanju operacije koje se međusobno dopunjuju, istraživanja Evropskog univerziteta u Madridu ukazuju na izraženu preferenciju evropskih država ka reciklaži u odnosu na energetska iskorišćenje otpada koja je zastupljenija u državama sa višim BDP-om poput Austrije, Švedske, Danske i Finske [6].

Koncept „iz otpada u energiju“ (*engl. „waste-to-energy, dalje: WtE“*) uklapa se u širi okvir energetske tranzicije Evropske unije budući da omogućava istovremeno smanjenje emisijonog opterećenja životne sredine, te time doprinosi dekarbonizaciji. Označava operaciju ponovnog iskorišćenja otpada u energetske svrhe i odnosi se na proces generisanja energije u obliku električne energije i/ili toplote iz primarnog tretmana otpada, ili proces transformacije otpada u gorivo, kao što su metan, metanol, etanol ili sintetička goriva [5]. U svom obraćanju Evropskom parlamentu, Savetu, Evropskom Komitetu za ekonomska i socijalna pitanja i Komitetu regiona 2017. godine sa

ciljem daljeg pojašnjavanja uloge i povezanosti koncepta WtE sa principima cirkularne ekonomije, Evropska komisija je ukazala na širinu samog koncepta pretvaranja otpada u energiju navodeći da navedeni pojam obuhvata različite procese tretmana otpada koji generišu energiju (npr. u obliku električne energije ili toplote ili goriva dobijenog iz otpada), od kojih svaki ima različite uticaje na životnu sredinu i potencijal cirkularne ekonomije [5]. Shodno tome može se zaključiti da pojam WtE predstavlja generički pojam za različite procese proizvodnje energije iz otpada pod čijim se okriljem nalazi i pojam, tj. koncept proizvodnje vodonika iz otpada (*engl. „Waste-to-Hydrogen“, dalje: WtH2*).

Vodonik je nosač energije koji, iako predstavlja namjmanji molekul na svetu, igra veliku ulogu u energetskej tranziciji Evropske Unije. Obnovljivi vodonik može pomoći u dekarbonizaciji veoma važnih ekonomskih sektora u kojima je smanjenje emisija sa efektom staklene bašte veliki izazov poput čelične i hemijske industrije i industrije proizvodnje cementa [1,7]. Ističu se sledeće njegove uloge:

- zamena vodonika proizvedenog od fosilnih goriva u hemijskoj industriji;
- zamena koksnog uglja u proizvodnji gvožđa i čelika u cilju smanjenja emisija koje dolaze iz velikih peći;
- gorivo za teška vozila (vodonične gorive čelije) i avijaciju i brodarstvo (e-goriva);
- industrijsko i stambeno grejanje;
- proizvodnja električne energije [7].

Iako je na osnovu analize ključnih strateških dokumenata Evropske unije jasno vidljivo da Evropska unija aktivno promoviše vodonik, a posebno obnovljivi vodonik, kao instrument energetske tranzicije i dekarbonizacije, njegov pravni okvir ostaje fragmentiran i nedovoljno definisan. Regulativa koja se odnosi na vodonik rasuta je kroz više direktiva i uredbi, pri čemu ne postoji jedinstvena terminološka i pravna usklađenost. U zakonodavstvu se koriste različiti pojmovi, poput „niskougljenični vodonik“, „niskougljenični gas“, „niskougljenična goriva“, „goriva iz biomase“, „biogas“, „napredna biogoriva“, „reciklirana ugljenična goriva“, „obnovljiva goriva nebiološkog porekla“, pri čemu njihove definicije i međusobni odnosi nisu u potpunosti jasni.

Cilj ovog rada jeste analiza pravnog okvira koji uređuje proizvodnju vodonika iz komunalnog otpada s obzirom na to da komunalni otpad predstavlja važan resurs, ali i značajan izazov za države članice, uzimajući u obzir da je u Evropskoj uniji u toku 2023. godine proizvedeno 511 kg otpada po glavi stanovnika [8]. U pisanju ovog rada korišćene su sledeće metode: analitička metoda, komparativna metoda, deskriptivna metoda, kao i jezičko i sistemsko tumačenje.

II HIJERARHIJA UPRAVLJANJA OTPADOM – PREDUSLOV ZA ENERGETSKO ISKORIŠĆENJE OTPADA

Tvorac koncepta hijerarhije upravljanja otpadom kao jednog od krucijalnih elemenata za prelazak na cirkularnu ekonomiju bio je holandski političar Ad Lansik, koji je ovu svoju ideju pod nazivom „Lansikova lestvica“ (*engl. „Lansik Ladder“*) prvi put predstavio u parlamentu Holandije još 1979. godine [9].

Hijerarhija upravljanja otpadom predstavlja sistematsko rangiranje operacija upravljanja otpadom prema njihovom ukupnom uticaju na životu sredinu, pri čemu se prioritet daje onim opcijama kojima se umanjuju negativne posledice po životnu sredinu sa jedne strane, i pospešuje efikasno korišćenje resursa sa druge strane. U evropsku regulativu uvedena je Direktivom o otpadu iz 2008. godine, i kao takva ostala je nepromenjena i u članu 4 danas važeće Okvirne direktive o otpadu iz 2018. godine [10] i prikazana je na slici 1.



Slika 1. Hijerarhija upravljanja otpadom prema evropskoj legislativi

Važno je reći da je Okvirna direktiva o otpadu iz 2018. godine uvođenjem tačke 3 u članu 4 uvela i obaveze država članica da uvedu ekonomske instrumente i druge mere kojima će se podsticati implementacija hijerarhije otpada kao što su:

- naknade i ograničenja za odlaganje i spaljivanje otpada kako bi deponovanje, tj. odlaganje bilo najmanje poželjna opcija;
- uvođenje šema kojima se omogućava naplata otpada po stvarno generisanoj količini;
- uvođenje depozitnog sistema, naročito za otpad od plastike;
- podrška istraživanju i implementaciji najboljih dostupnih tehnologija;
- postepeno ukidanje subvencija koje nisu u skladu sa hijerarhijom otpada;
- uvođenje koncepta proširene odgovornosti proizvođača otpada.

Takođe, navedena direktiva je u tački 2b člana 3 uvela definiciju komunalnog otpada pod kojim se podrazumeva:

- mešani otpad i odvojeno sakupljeni otpad iz domaćinstava, uključujući papir i karton, staklo, metale, plastiku, biootpad, drvo, tekstil, ambalažu, otpadnu električnu i elektronsku opremu, otpadne baterije i akumulatore i kabasti otpad, uključujući duške i nameštaj;
- mešoviti otpad i odvojeno sakupljeni otpad iz drugih izvora, kada je takav otpad po prirodi i sastavu sličan otpadu iz domaćinstava.

Iako je jedan od ciljeva Okvirne direktive o otpadu bio usklađivanje i prilagođavanje pojmova, definicija „komunalnog

otpada“ je kritikovana kao nedovoljno precizna i podložna različitim tumačenjima [11].

Takođe, i definicije elemenata iz hijerarhije otpada poput reciklaže i ostalih operacija ponovnog iskorišćenja mogu biti predmet različitih interpretacija. Shodno tačkama 15 i 17 člana 3 Okvirne direktive o otpadu oba gorenavedena pojma potpadaju pod generički termin „operacije ponovnog iskorišćenja“ (*engl. „recovery“*) pod kojim se podrazumeva svaka operacija koja kao glavni rezultata daje otpad koji služi korisnoj svrsi zamenom drugih materijala koji bi inače bili korišćeni za ispunjavanje određene funkcije, ili otpad koji se priprema da ispuni tu funkciju, u postrojenju ili u široj privredi. Aneks II Okvirne direktive o otpadu daje neiscrpnu listu operacija ponovnog iskorišćenja među kojima se nalaze kako reciklaža, tako i ostale operacije poput ponovnog iskorišćenja otpada.

Tačka 17 član 3 Okvirne direktive o otpadu pod pojmom „reciklaža“ obuhvata svaku operaciju ponovnog iskorišćenja kojom se otpad prerađuje u proizvod, materijale ili supstance bez obzira da li se koriste za prvobitnu ili drugu namenu, uključujući ponovnu proizvodnju organskih materijala, osim ponovnog iskorišćenja u energetske svrhe i ponovne prerade u materijale koji su namenjeni za korišćenje kao gorivo ili za prekrivanje deponija. Kako razjašnjava Evropska komisija, suština reciklaže je da se otpadni materijal obrađuje kako bi se promenila njegova fizičko-hemijska svojstva, omogućavajući mu da se ponovo koristi za istu ili drugu primenu, te uključuje svaki fizički, hemijski ili biološki tretman otpada koji kao rezultat daje materijal koji se ne smatra otpadom [12].

Ostale operacije ponovnog iskorišćenja nalaze se na četvrtom mestu u hijerarhiji otpada, predstavljajući operacije koje su na nižoj ekološkoj lestvici kako od prevencije, tako i od pripreme za ponovnu upotrebu, i od reciklaže. Njihov pojam nije eksplicitno definisan Okvirnom direktivom o otpadu, već se na osnovu jezičkog i sistemskog tumačenja nameće zaključak da tu spadaju sve one operacije koje se ne mogu klasifikovati kao operacije pripreme za ponovnu upotrebu ili kao reciklaža. Sama činjenica da Aneks II Okvirne direktive o otpadu navodi samo primere različitih aktivnosti koje se ubrajaju u pojam „ostale operacije ponovnog iskorišćenja otpada“ otvara prostor za tumačenje. Budući da je i termin „odlaganje“ negativno definisan, tj. čine ga one operacije koje se ne mogu klasifikovati pod pojmom „ponovno iskorišćenje otpada“, čija lista nije konačna, vrlo često dolazi do preklapanja ova dva pojma [11]. O tome svedoči i slučaj *Abfall Service AG (ASA) v Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie* Suda pravde Evropske unije [13]. U navedenom slučaju austrijska kompanija Abfall Service obavestila je austrijsko Ministarstvo za životnu sredinu, kao nadležni organ u državi članici iz koje je otpad nastao, o svojoj nameri da otpremi 7 000 tona opasnog otpada u Nemačku. Prema obaveštenju, otpad je bio šljaka i pepeo koji je nastao kao neželjeni proizvod u radu spalionica otpada i pretvoren je u „specifičan proizvod“ u fabrici za tretman otpada u Beču. Otpad je trebalo da se deponuje u bivši rudnik soli u Nemačku, kako bi se obezbedilo zaptivanje rudnika. Međutim, austrijsko Ministarstvo za životnu sredinu nije odobrilo isporuku budući da, prema njihovom tumačenju, navedena aktivnost predstavlja operaciju odlaganja. Iako se Evropski sud pravde u konkretnom

slučaju nije izjasnio po pitanju da li navedena operacija predstavlja odlaganje ili ponovno iskorišćenje otpada, doneo je nekoliko važnih smernica za dalje tumačenje. Naime, sud je utvrdio da je cilj aneksa Direktive da se navedu najčešće operacije odlaganja i ponovnog iskorišćenja, a ne da se da precizna i iscrpna lista svih operacija odlaganja i ponovnog iskorišćenja obuhvaćenih direktivom. Prema mišljenju Suda, iz direktive proizilazi da je suštinska karakteristika operacije ponovnog iskorišćenja otpad koji služi korisnoj svrsi u zameni drugih materijala koji bi se morali koristiti u tu svrhu, čime se čuvaju prirodni resursi.

Proizvodnja vodonika iz komunalnog otpada predstavlja energetsko iskorišćenje otpada i kao takva potpada pod pojam „ostale operacije ponovnog iskorišćenja otpada“ i to pod šifrom R1- korišćenje u svojstvu goriva ili kao drugo sredstvo za proizvodnju energije Aneksa II Okvirne direktive o otpadu. Tu se ubrajaju i operacije spaljivanja komunalnog otpada koje imaju za cilj proizvodnju energije, ali samo ukoliko ispunjavaju stroge kriterijume energetske efikasnosti čije je objašnjenje dato u Evropskom vodiču za korišćenje formule energetske efikasnosti R1 za postrojenja za spaljivanje namenjena preradi komunalnog čvrstog otpada u skladu sa Okvirnom direktivom o otpadu 2008/98/EC [14]. Ukoliko ovi kriterijumi nisu zadovoljeni, ovakva aktivnost u skladu sa Aneksom I Okvirne direktive o otpadu predstavlja operaciju odlaganja otpada.

Shodno navedenom, Okvirna direktiva o otpadu eksplicitno prepoznaje komplementarnost između operacija reciklaže i energetskog iskorišćenja otpada, budući da dozvoljava da se energetska valorizacija otpada, pod uslovom da doprinosi ostvarivanju ciljeva održivog upravljanja otpadom i energetske efikasnosti, smatra operacijom ponovnog iskorišćenja otpada. Važnost poštovanja hijerarhije otpada prilikom proizvodnje energije istaknuta je i u tački 3 člana 3 Direktive o obnovljivim izvorima energije (*dalje: RED III Direktiva*) u kojoj se zahteva da se energija iz biomase proizvodi na način kojim se smanjuje negativan uticaj na biodiverzitet, životnu sredinu i klimu sa jedne strane, i poštuje kaskadni princip upotrebe biomase olicen u hijerarhiji upravljanja otpadom, sa druge strane [15].

Međutim, pojedine organizacije poput Bellona fondacije¹ ili Zero Waste Europe² protivnici su koncepta WtE ističući da takav pristup može ugroziti ostvarivanje ciljeva reciklaže budući da podstiče termičku obradu otpada i smanjuje dostupne količine materijala za reciklažne tokove, što nije u skladu sa principima cirkularne ekonomije [16, 17].

Autor ovog rada mišljenja je da reciklaža i energetsko iskorišćenje otpada nisu pravno niti funkcionalno suprotstavljene kategorije, već predstavljaju komplementarne pristupe usmerene ka smanjenju količine otpada koji se odlaže na deponije i ka maksimizaciji iskorišćenja materijalnih i energetskih resursa sadržanih u otpadu.

¹Fondacija za zaštitu životne sredine Bellona je međunarodna neprofitna organizacija sa sedištem u Norveškoj - <https://bellona.org/>

²Zero Waste Europe je evropska mreža zajednica, lokalnih lidera, stručnjaka i agenata sa sedištem u Briselu čiji je rad fokusiran na efikasnijem korišćenju resursa i eliminaciji otpada u društvu - <https://zerowasteurope.eu/about/team/#staff>

Sa pravnog stanovišta, reciklaža se uvek mora razmatrati kao primarni metod obrade otpada, u skladu sa hijerarhijom upravljanja otpadom. Međutim, u situacijama kada reciklaža nije tehnički, ekonomski ili ekološki izvodljiva, pravni okvir Evropske unije omogućava primenu postupaka energetske iskorišćenja kao legitimnog i poželjnog rešenja. U tom kontekstu, proizvodnja vodonika iz nerekiclabilnog dela komunalnog otpada putem termičkih i termohemijskih postupaka predstavlja pravno prihvatljivu praksu pod uslovom da se postupci obrade otpada sprovode u skladu sa principima zaštite životne sredine i cirkularne ekonomije.

Povećanje stope reciklaže, kako je predviđeno Okvirnom direktivom o otpadu ni na koji način nije u suprotnosti sa pravno priznatim značajem energetske valorizacije otpada³. Naprotiv, cilj zakonodavca nije isključivanje energetske iskorišćenja, već njegovo pravilno pozicioniranje unutar hijerarhije otpada, pri čemu reciklaža ostaje prioritet kada god je tehnički i ekonomski izvodljiva. Pored toga, tačka 2 člana 4 pomenute direktive omogućava odstupanja od hijerarhije otpada kada je to opravdano boljim ekološkim ishodima, čime se otvara prostor za integraciju reciklaže i energetske valorizacije kao međusobno dopunjujućih strategija. U tom kontekstu, proizvodnja vodonika iz nerekiclabilnog otpada može biti deo zakonitog i održivog sistema upravljanja otpadom, pod uslovom da doprinosi ciljevima zaštite životne sredine i energetske efikasnosti koje propisuje pravni okvir Evropske unije.

III KLASIFIKACIJA VODONIKA DOBIJENOG IZ KOMUNALNOG OTPADA

Vodonična strategija Evropske unije usvojena 2020. godine pruža strateški i regulatorni okvir koji podstiče razvoj i integraciju obnovljivog i niskougljeničnog vodonika u energetske sistem Evropske unije [18]. Navedena strategija prvenstveno se fokusira na promociju obnovljivog vodonika koji dobija poseban značaj usvajanjem plana REPower 2022. godine koji ima za cilj brzo smanjenje zavisnosti Evropske unije od ruskih fosilnih goriva, te predviđa da proizvodnja obnovljivog vodonika u Evropskoj uniji dosegne 10 miliona tona do 2030. godine [19]. Međutim, uvažavajući trenutne tehnološke i ekonomske izazove u obezbeđivanju dovoljne količine obnovljivog vodonika, Evropska unija kratkoročno i srednjeročno priznaje i ulogu niskougljeničnog vodonika kao prelaznog rešenja, tj. tranzicionog goriva.

Za implementaciju strategije predviđeno je 20 ključnih aktivnosti od kojih šesta aktivnost predstavlja uvođenje sveobuhvatne terminologije i kriterijuma širom Evrope za sertifikaciju obnovljivog vodonika i vodonika sa niskim sadržajem ugljenika. Sama strategija pruža određene definicije, te tako pod vodonikom sa niskim sadržajem ugljenika podrazumeva vodonik na bazi fosilnih goriva sa tehnologijom hvatanja ugljenika i vodonik na bazi električne energije, sa značajno smanjenim emisijama gasova staklene bašte tokom celog životnog ciklusa u poređenju sa postojećom proizvodnjom vodonika. Vodonik na

bazi fosilnih goriva odnosi se na vodonik proizveden kroz različite procese koristeći fosilna goriva kao sirovinu, uglavnom reformisanjem prirodnog gasa ili gasifikacijom uglja, a vodonik na bazi fosilnih goriva sa tehnologijom hvatanja ugljenika je poddeo vodonika na bazi fosilnih goriva, u segmentu gde se hvataju gasovi staklene bašte koji se emituju kao deo procesa proizvodnje vodonika [20]. Vodonik na bazi električne energije odnosi se na vodonik koji se proizvodi elektrolizom vode (u elektrolizeru koji se napaja električnom energijom), bez obzira na izvor električne energije [20].

Iako je Vodonična strategija Evropske unije definisala određene pojmove i kategorizacije, oni nisu u potpunosti transponovani niti usklađeni sa važećim direktivama i regulativama Evropske unije. Posledično, dolazi do značajnog raskoraka u definicijama i pravnoj regulativi, jer se vodonik uređuje kroz više različitih direktiva koje ne pružaju jedinstven pravni okvir. Ovaj problem je posebno izražen u kontekstu vodonika proizvedenog iz komunalnog otpada, budući da se komunalni otpad sastoji iz dve frakcije: fosilne i organske frakcije. Nedostatak jasne pravne distinkcije između ovih frakcija dodatno komplikuje regulisanje statusa i klasifikacije vodonika dobijenog iz takvog izvora, što može uticati na njegovu upotrebu i tržišni tretman unutar Evropske unije.

Za vodonik iz fosilne frakcije komunalnog otpada vezuje se pojam „vodonik sa niskim sadržajem ugljenika“ (*engl. „low-carbon hydrogen“*) koji je regulisan Direktivom o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika, ali i pojam „reciklirana ugljenična goriva“ (*engl. „recycled carbon fuels“*) koji je uređen RED III Direktivom.

Vodonik dobijen iz organske frakcije komunalnog otpada nije eksplicitno regulisan, već može biti klasifikovan kao biogas, gorivo iz biomase ili napredno biogorivo (*engl. „advanced biofuels“*).

Veoma je važno istaći da je proizvodnja vodonika kako iz fosilne, tako iz organske frakcije, moguća jedino ukoliko je u pitanju nerekiclabilna materija, čime se ostvaruje koherentnost sa hijerarhijom upravljanja otpadom i daje se prioritet reciklaži kao operaciji višeg stepena u navedenoj hijerarhiji.

III-1 Vodonik dobijen iz fosilne frakcije komunalnog otpada

Vodonik dobijen iz fosilne frakcije komunalnog otpada regulisan je Direktivom o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika, koja je deo Paketa Evropske unije za dekarbonizaciju vodonika i gasa, usvojenog u maju 2024. godine. Navedena direktiva vodonik sa niskim sadržajem ugljenika definiše kao vodonik čiji je energetske sadržaj dobijen iz neobnovljivih izvora energije i koji zadovoljava prag smanjenja emisije gasova staklene bašte od 70% u poređenju sa komparatorom fosilnih goriva za obnovljiva goriva nebiološkog porekla utvrđenim metodologijom za procenu uštede emisija gasova staklene bašte iz obnovljivih goriva nebiološkog porekla i goriva od recikliranog ugljenika. Vodonik sa niskim sadržajem ugljenika shodno tački 12 člana 2 Direktive o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika potpada i pod pojam

³U skladu sa članom 11. Okvirne directive o otpadu, države članice imaju obavezu da do 2030. godine recikliraju najmanje 60% komunalnog otpada, a do 2035. godine najmanje 65% komunalnog otpada.

„gas sa niskim sadržajem ugljenika“ (*eng. „low-carbon“ gas*)“ za koji takođe važi prag od 70% smanjenja efekta staklene bašte u odnosu na komparator fosilnih goriva koji iznosi 94 gCO₂eq/MJ⁴. Pored toga, na osnovu tačke 13 navedenog člana, vodonik sa niskim sadržajem ugljenika zajedno sa recikliranim ugljeničnim gorivima i sintetičkim i tečnim gorivima dobijenim iz vodonika sa niskim sadržajem ugljenika spadaju u goriva sa niskim sadržajem ugljenika (*engl. „low carbon fuels“*) za koja se takođe traži već opisan prag smanjenja gasova sa efektom staklene bašte.

Na osnovu svega navedenog može se reći da pojmovi „gas sa niskim sadržajem ugljenika“, „goriva sa niskim sadržajem ugljenika“ i „vodonik sa niskim sadržajem ugljenika“ dele zajedničku definiciju zasnovanu na zahtevu da se postigne smanjenje emisije GHG od najmanje 70 % u poređenju sa komparatorom fosilnih goriva definisanim u RED III Direktivi.

Prilikom analize navedene definicije neophodno je uzeti u obzir i Taksonomiju Evropske unije koja za održivi vodonik propisuje uštedu emisija sa efektom staklene bašte u odnosu na komparator fosilnih goriva od 94 gCO₂e/MJ od 73,4%, što rezultira emisijama gasova staklene bašte tokom životnog ciklusa manjim od 3 tCO₂e/tH₂ [21].

Neujednačenost definicija pojmova „niskougljenični vodonik“ u Direktivi o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika, Vodoničnoj strategiji Evropske unije i Taksonomiji Evropske stvara pravnu nesigurnost i potencijalno ugrožava privredne subjekte, investitore i mehanizme održivog finansiranja. Budući da Taksonomija Evropske unije propisuje strože zahteve za održivo finansiranje, može doći do situacije u kojoj određeni oblici niskougljeničnog vodonika ispunjavaju uslove jedne regulative, ali ne i druge. Pored toga, navedene definicije Ovakva neujednačenost definicija može proizvesti pravnu diskriminaciju među investitorima, jer subjekti koji ulažu u proizvodnju niskougljeničnog vodonika mogu biti isključeni iz održivog finansiranja ukoliko njihov proces ne ispunjava kriterijume iz Taksonomije. Time se direktno narušava pravna sigurnost tržišnih aktera i dovodi u pitanje ostvarenje ciljeva Evropske unije u pogledu energetske tranzicije i dekarbonizacije industrije.

Sama metodologija za izračunavanje uštede emisija gasova staklene bašte, konkretno kako postići prag smanjenja od 70 %, nije navedena u zakonskim predlozima, već se tački 5 člana 9 Direktive o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika daje Evropskoj komisiji rok od 12 meseci nakon stupanja na snagu Paketa za dekarbonizaciju vodonika i gasa, da donese delegirani akt kojim se u potpunosti navode detalji⁵. Trenutno je u toku

⁴ U skladu sa Delegiranim aktom Evropske komisije uspostavljanje minimalnog praga za uštede emisija gasova staklene bašte iz recikliranih ugljeničnih goriva i preciziranjem metodologije za procenu uštede emisija gasova staklene bašte iz obnovljivih tečnih i gasovitih transportnih goriva nebiološkog porekla i iz recikliranih ugljeničnih goriva.

⁵ Dok propise Evropske unije regularno zajednički usvajaju glavni zakonodavci (Evropski parlament i Evropski savet), delegirane uredbe usvaja Evropska komisija, ako su joj dva glavna zakonodavca u zakonodavnom aktu dala mandat za to [21].

dijalog sa zainteresovanim stranama o sadržaju navedenog akta [22]. Predmetna metodologija treba da:

- obuhvata emisije gasova staklene bašte tokom životnog ciklusa;
- razmatra indirektne emisije koje nastaju usled preusmeravanja rigidnih inputa;
- bude u skladu sa metodologijom za procenu uštede emisija sa efektom staklene bašte za obnovljiva goriva nebiološkog porekla i reciklirana ugljenična goriva uključujući tretman emisija usled curenja vodonika; i
- uzme u obzir uzvodne emisije metana i stvarne stope hvatanja ugljenika [23].

Kako propisuje preambula Direktive o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika proces sertifikacije ove vrste vodonika blizak je pristupu navedenom u RED III Direktivi, te se shodno istoj od ekonomskih operatera u državama članicama traži dokaz o ispunjenosti praga uštede emisija kao i sprovođenje nezavisne revizije.

Još jedan pojam pod koji može potpadati vodonik dobijen iz fosilne frakcije komunalnog otpada je „reciklirana ugljenična goriva“ (*engl. „recycled carbon fuels“*) regulisan RED III Direktivom [24, 25]. Reciklirana ugljenična goriva definisana su tačkom 5 član 2 RED III Direktive kao tečna i gasovita goriva koja se proizvode:

- iz tokova tečnog ili čvrstog otpada neobnovljivog porekla koji nisu pogodni za operaciju materijalnog ponovnog iskorišćenja (*engl. „material recovery“*) shodno članu 4 Okvirne direktive o otpadu;
- ili iz tokova otpadnog gasa i izduvnog gasa neobnovljivog porekla koji nastaju kao neizbežna i nenamerna industrijska posledica proizvodnih procesa.

Na osnovu navedene definicije, može se izvesti zaključak da vodonik dobijen iz fosilne frakcije komunalnog otpada pod određenim uslovima može predstavljati i reciklirano ugljenično gorivo. Prvi uslov je da je ispoštovano načelo hijerarhije upravljanja otpadom, te da takav otpad više nije pogodan za ponovnu upotrebu ili reciklažu. Drugi uslov je dat u članu 29a RED III Direktive i zahteva zadovoljavanje praga smanjenja emisije gasova staklene bašte od 70% u poređenju sa komparatorom fosilnih goriva za obnovljiva goriva nebiološkog porekla koji iznosi 94g CO₂ek/MJ. Metodologija i detaljna pravila o načinu obračunavanja navedenih emisija i njihovih ušteda predstavljena su u Delegiranom aktu Evropske komisije uspostavljanje minimalnog praga za uštede emisija gasova staklene bašte iz recikliranih ugljeničnih goriva i preciziranjem metodologije za procenu uštede emisija gasova staklene bašte iz obnovljivih tečnih i gasovitih transportnih goriva nebiološkog porekla i iz recikliranih ugljeničnih goriva.

Na osnovu člana 25 RED III Direktive reciklirana ugljenična goriva uzimaju se u obzir prilikom računanja doprinosa obnovljive energije u finalnoj potrošnji energije u transportnom sektoru, u skladu sa ciljem od najmanje 29% do 2030. godine. Njihova mogućnost uključivanja u ostvarivanje ciljeva obnovljive energije zasnovana je na činjenici da potiču iz otpada fosilnog porekla, ali doprinose smanjenju emisija gasova sa

efektom staklene bašte u poređenju sa konvencionalnim fosilnim gorivima.

Nasuprot tome, vodonik sa niskim sadržajem ugljenika, koji se takođe može proizvoditi iz fosilnih izvora uz primenu tehnologija za smanjenje emisija, ne može se računati u ispunjavanje ciljeva obnovljive energije prema RED III Direktivi. Ovakav regulatorni pristup stvara očiglednu neujednačenost, budući da se oba tipa goriva dobijaju iz fosilnih frakcija, ali im se dodeljuju različiti pravni statusi i mogućnosti integracije u energetske strategije Evropske unije. Uzimajući u obzir da se priznaje doprinos recikliranih ugljeničnih goriva u dostizanju ciljeva obnovljive energije, dok niskougljenični vodonik nije obuhvaćen istim mehanizmima podrške, postavlja se pitanje koji su pravni i ekonomski razlozi za primenu različitih pravila na goriva sličnog porekla i funkcije.

Neujednačena regulativa dovodi do pravne nesigurnosti i može stvoriti nejednake tržišne uslove, obeshrabriti ulaganja u određene vrste tehnologija i otežati dugoročnu implementaciju održivih energetskih politika u Evropskoj uniji. Pravnoj nesigurnosti doprinosi i razdvajanje regulative za reciklirana ugljenična goriva i vodonika sa niskim sadržajem ugljenika u dva različita pravna akta. Reciklirana ugljenična goriva regulisana su u okviru RED III Direktive, iako nisu obnovljiva goriva, dok je niskougljenični vodonik isključen iz ove direktive i obuhvaćen Direktivom o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika, uz obrazloženje u tački 14 preambule da nije obnovljiv i da RED III Direktiva nije namenjena regulisanju goriva koja nisu u potpunosti obnovljiva. Otvara se pitanje da li je takav regulatorni pristup opravdan s obzirom na to da su oba tipa goriva poreklom iz fosilnih frakcija, ali imaju različit tretman u zakonodavnom okviru.

Čini se bi regulatorna konsolidacija bila bolje rešenje. Jedna mogućnost jeste uključivanje niskougljeničnog vodonika u RED III Direktivu, s obzirom na njegovu ulogu tranzicionog goriva u prelasku na potpuno obnovljive izvore energije. Ovim bi se omogućila veća pravna predvidivost i ujednačenost tretmana različitih vrsta goriva sa smanjenim emisijama. S druge strane, moguće rešenje može biti donošenje posebnog akta koji bi obuhvatio sva goriva sa smanjenim emisijama, uključujući kako reciklirana ugljenična goriva, tako i niskougljenični vodonik, čime bi se izbegle nedoslednosti između različitih pravnih instrumenata. Konačno, može se razmotriti i opcija ujedinjavanja celokupne regulative o vodoniku u jedan akt, koji bi obuhvatio i obnovljivi, i niskougljenični vodonik, i reciklirana ugljenična goriva i ostala goriva sa smanjenim emisijama čime bi se osigurala pravna koherentnost i jasno definisali kriterijumi za njegovu proizvodnju i upotrebu u okviru politike Evropske unije. Ovakav pristup bi mogao doprineti pravnoj sigurnosti investitora i omogućiti jasniji pravni okvir za razvoj tržišta vodonika u Evropskoj uniji.

III-2 Vodonik dobijen iz organske frakcije komunalnog otpada

Čvrsti, gasoviti i tečni resursi biomase zajedno u 2023. godini činili su polovinu ukupne potrošnje obnovljive energije u Evropskoj uniji što svedoči o važnosti biomase kao resursa obnovljive energije u Evropskoj uniji [26].

Na osnovu tačke 24 člana 2 RED III Direktive organska frakcija komunalnog otpada potpada pod definiciju biomase budući da predstavlja komunalni otpad biološkog porekla. Navedeni član uvodi generički pojam „goriva iz biomase“ (*engl. „biomass fuels“*) koji definiše kao gasovita i čvrsta goriva proizvedena iz biomase. Navedeni termin dalje obuhvata i termin „biogas“ (*enlg. „biogas“*), tj. gasovita goriva proizvedena iz biomase, a pored njega važno je spomenuti u termin „biogoriva“ (*engl. „biofuels“*), tečna goriva proizvedena iz biomase. Saglasno tački 1 predmetnog člana, svi navedeni pojmovi predstavljaju obnovljive izvore energije. Nameće se zaključak da je vodonik koji je proizveden iz organske frakcije komunalnog otpada obnovljivo gorivo, što potvrđuje i definicija obnovljivog vodonika data u Vodoničnoj strategiji Evropske unije [27]. Data strategija pod obnovljivim vodonikom podrazumeva i vodonik koji se proizvodi reformisanjem biogasa (umesto prirodnog gasa) ili biohemijom konverzijom biomase.

Međutim, pravna definicija obnovljivog vodonika kao takvog u zakonodavstvu Evropske unije ne postoji, već se ovaj termin pojavljuje isključivo u Vodoničnoj strategiji EU, gde se koristi u širem političkom kontekstu energetske tranzicije i dekarbonizacije. RED III Direktiva koja predstavlja najvažniji akt Evropske unije kojim se uspostavlja pravni okvir za proizvodnju i korišćenje obnovljivih izvora energije, ne poznaje pojam obnovljivog vodonika. Umesto toga navedena direktiva definiše pojam „obnovljiva goriva nebiološkog porekla“ (*engl. „renewable fuels of non-biological origin“*, dalje: RFNBO), koji obuhvataju isključivo goriva dobijena iz vode putem elektrolize uz korišćenje obnovljive električne energije ili iz drugih nebioloških izvora, pri čemu je biomasa kao sirovina za njihovu proizvodnju isključena. To znači da vodonik koji se proizvodi iz biomase, iako potencijalno obnovljiv, ne može biti klasifikovan kao RFNBO prema RED III Direktivi, čime se još jednom stvara pravna neujednačenost u regulisanju različitih vrsta vodonika u okviru zakonodavstva EU.

S druge strane, Direktiva o zajedničkim pravilima za unutrašnje tržište gasa iz obnovljivih izvora energije, prirodnog gasa i vodonika u tački 13 preambule eksplicitno prepoznaje vodonik proizveden korišćenjem biomase kao deo postojećeg regulatornog okvira za biogas. Ovakav pravni pristup može dovesti do pravne nesigurnosti u pogledu statusa i podsticaja za proizvodnju vodonika iz biomase, budući da se njegovo regulisanje preklapa sa različitim pravnim režimima, pri čemu RED III Direktiva ne prepoznaje takav vodonik u okviru RFNBO kategorije, dok mu Direktiva o gasu i vodoniku daje određeni pravni legitimitet kroz povezivanje sa biogasom.

Dodatno, postoje i tumačenja prema kojima, zavisnosti od korišćene sirovine, vodonik proizveden iz biorazgradivog otpada može se klasifikovati kao napredno biogorivo (*engl. „advanced biofuels“*) [27]. RED III Direktiva navedeni pojam definiše u tački 34 člana 2 kao biogoriva koja su proizvedena od sirovina navedenih u delu A Aneksa IX među kojima se nalazi frakcija biomase u komunalnom otpadu osim one koja je uključena u ciljeve reciklaže u skladu sa Okvirnom direktivom o otpadu.

Na osnovu analize celokupne RED III Direktive može se zaključiti da su za RFNBO i biogas, tj. biogoriva postavljeni različiti ciljevi u domenu njihovog učešća u udelima energetske

potrošnje. Naime za RFNBO propisan je obavezni cilj od najmanje 2,6% ukupne energetske potrošnje u transportnom sektoru do 2030. godine, dok se njihova uloga u drugim sektorima ne reguliše eksplicitnim kvotama već zavisi od nacionalnih politika država članica. S druge strane, biogas i biogoriva imaju širu primenu i doprinose ostvarenju različitih ciljeva: u transportu čine deo ukupnog obaveznog cilja od najmanje 29% obnovljive energije do 2030. godine, u sektoru grejanja i hlađenja države članice moraju godišnje povećavati udeo obnovljivih izvora za najmanje 1,1%, dok u elektroenergetskom sektoru biogas i goriva iz biomase podleže posebnim kriterijumima održivosti i efikasnosti konverzije.

Iako obnovljiv vodonik može istovremeno pripadati i RFNBO kategoriji ali i biogasu, odnosno biti tretiran kao biogorivo, RED III Direktiva ga ne prepoznaje kao jedinstvenu kategoriju, te ne daje jasan pravni okvir koji bi omogućio njegovo ravnopravno uključivanje u ispunjenje ciljeva za obnovljive izvore energije. Ovakva pravna fragmentacija dovodi do neujednačenog tretmana vodonika, jer se RFNBO vodonik može eksplicitno računati za ispunjenje ciljeva u transportu, dok vodonik iz biogasa podleže drugačijim pravilima, što može ograničiti njegovu tržišnu vrednost i primenu.

Još jednom se nameće pitanje o potrebi usklađivanja različitih pojmova i definicija radi obezbeđivanja pravne sigurnosti i jednoobraznog tretmana svih oblika obnovljivog vodonika. Trenutni regulatorni okvir može uticati na investicione odluke i konkurentnost različitih tehnologija u okviru vodonične ekonomije Evropske unije. Na važnost zasebnog regulisanja vodonika proizvedenog iz biomase sugerise i Hydrogen Europe, evropsko udruženje koje okuplja kompanije, mala i srednja preduzeća, nacionalne asocijacije i nevladine organizacije koji se bave razvojem vodonične industrije u Evropskoj uniji [28].

Preciznija regulacija uz razjašnjenje pojmova „vodonik sa niskim sadržajem ugljenika“, „reciklirana ugljenična goriva“, „obnovljivi vodonik“, „biogas“, „goriva iz biomase“ i „napredna biogoriva“, kao i njihove međusobne korelacije neophodan je uslov za dalje razvijanje tehnologija i tržišta vodonika koji može doprineti dekarbonizaciji. Budući da se trenutno realizuju brojni projekti proizvodnje vodonika iz komunalnog otpada poput FUREC projekta (proizvodnja vodonika od otpada iz domaćinstva u Limburgu, Holandija) ili Plagazi projekat (proizvodnja vodonika iz različitih vrsta otpada uključujući i komunalni otpad u Nemačkoj i Švedskoj), njihova uspešnost i dalja primena dostignuća zahteva brzu reakciju evropskog zakonodavca i blagovremene amandmane postojećih direktiva [29,30].

IV ZAKLJUČAK

Korišćenjem otpada kao sirovine za dobijanje vodonika, smanjuje se oslanjanje na fosilna goriva i omogućava se efikasnije korišćenje resursa, što doprinosi postizanju ciljeva dekarbonizacije. Međutim, kako bi vodonik proizveden iz otpada zaista bio u skladu sa cirkularnom ekonomijom, neophodno je da se pri procesu njegove proizvodnje poštuje hijerarhija upravljanja otpadom, čime se obezbeđuje da energetska iskorisćenje otpada dolazi tek nakon što su iscrpljene mogućnosti njegove ponovne upotrebe i reciklaže.

Iako se elementi hijerarhije upravljanja definišu kroz princip otvorene liste, što omogućava određeni stepen fleksibilnosti, takav pristup može dovesti do različitih tumačenja i pravne nesigurnosti. U tom smislu, preciznije definisanje ključnih pojmova i jasnije određivanje kriterijuma za nerekiclabilnu frakciju komunalnog otpada moglo bi doprineti pravnoj sigurnosti i podsticanju ulaganja u tehnologije proizvodnje vodonika iz otpada. Kada se hijerarhija otpada adekvatno primeni, reciklaža i energetska iskorisćenje otpada postaju komplementarne metode upravljanja otpadom koje doprinose smanjenju količine otpada koja završava na deponijama.

Sa aspekta strateških dokumenata Evropske unije, prioritet se daje obnovljivom vodoniku, dok se vodonik sa niskim sadržajem ugljenika prepoznaje kao tranziciono gorivo u procesu prelaska ka potpunoj dekarbonizaciji. U tom kontekstu, vodonik dobijen iz komunalnog otpada može igrati značajnu ulogu, ali je neophodno preciznije usklađivanje pravnog okvira kako bi se omogućila njegova šira primena i uključivanje u ciljeve obnovljive energije.

Proizvodnja vodonika iz komunalnog otpada dodatno komplikuje pravni okvir zbog njegove dvojne prirode, koja proizlazi iz sastava otpada. Vodonik dobijen iz fosilne frakcije komunalnog otpada svrstava se u kategorije „vodonika sa niskim sadržajem ugljenika“ i „recikliranih ugljeničnih goriva“, dok se vodonik iz organske frakcije otpada reguliše kroz pojmove „biogas“, „goriva iz biomase“ ili „napredna biogoriva“. Ovakva fragmentacija rezultira pravnom nesigurnošću i otežava njegovu integraciju u evropski energetska sistem. Poseban problem predstavlja nepostojanje jasne definicije obnovljivog vodonika, što stvara regulatorne nejasnoće i otežava investicije u ovu oblast. Preciznije definisanje svih navedenih kategorija i njihovih međusobnih odnosa neophodno je kako bi se obezbedila pravna sigurnost za privredne subjekte koji ulažu u proizvodnju i upotrebu vodonika iz otpada.

Dodatno, evropska legislativa ne prepoznaje vodonik dobijen iz organske frakcije komunalnog otpada kao poseban oblik obnovljivog vodonika, već ga isključivo tretira kroz regulative koje se odnose na biogas. To znači da za njega ne postoje posebna pravila, što ga dovodi u nepovoljan položaj u odnosu na druge oblike obnovljivog vodonika, poput onog dobijenog elektrolizom uz korišćenje obnovljive električne energije (RFNBOs). Ovakav regulatorni propust može ograničiti razvoj tehnologija za konverziju otpada u vodonik i umanjiti njegovu ulogu u dekarbonizaciji.

Konačno, analiza važećih pravnih akata pokazuje da su ključni pojmovi u vezi sa vodonikom raspršeni kroz različite direktive, te je u cilju uspostavljanja pravne sigurnosti, neophodno razmotriti donošenje jedinstvenog zakonodavnog okvira koji bi obuhvatio sve oblike vodonika. Na taj način bi se omogućilo jasno razgraničenje kategorija vodonika, uspostavila pravna predvidljivost i podstakle investicije u njegovu proizvodnju kao ključnog elementa energetske tranzicije u Evropskoj uniji jer regulatorni okvir, energetska politika i zakon određuju tempo primene obnovljive energije, što pokreće tranziciju kako na regionalnom tako i na nacionalnom nivou [31].

LITERATURA

- [1] The European Green Deal, The European Green Deal, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640> [pristupljeno 21.01.2025]
- [2] European Climate Law, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119> [pristupljeno 21.01.2025]
- [3] Rajaković, N. Da li je pravo vreme za izgradnju velike solarne elektrane u Srbiji?, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 23, No. 2, pp. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.46793/EEE21-2.01R>
- [4] A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN> [pristupljeno 23.01.2025]
- [5] The role of waste-to-energy in the circular economy <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017DC0034> [pristupljeno 23.01.2025]
- [6] Pilar Lopez-Portillo, M., Martínez-Jimenez, G., Ropero-Moriones, E. Concepcion Saavedra-Serrano M, Waste treatments in the European Union: A comparative analysis across its member states, *Heliyon*, Vol. 7, No 12, e08645, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08645>
- [7] Dulian, M., Erbach, G., Chahri, S. Renewable and low-carbon hydrogen. State of play and outlook, European Parliamentary Research Service, 2025, [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2025\)7_67227](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2025)7_67227) [pristupljeno 06.02.2025]
- [8] Municipal waste statistics, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics [pristupljeno 06.02.2025]
- [9] Original Waste Hierarchy of Ad Lansink, <https://www.recycling.com/downloads/waste-hierarchy-lansinks-ladder/> [pristupljeno 06.02.2025]
- [10] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20081212> [pristupljeno 08.02.2025]
- [11] Stankevicius, A., Novikovas, A., Bakaveckas, A., Petryshyn, O. EU waste regulation in the context of the circular economy: peculiarities of interaction, *Entrepreneurship and Sustainability Issues, Entrepreneurship and Sustainability Center*, Vol. 8, No. 2, pp. 533- 545, 2020. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2\(32\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2(32))
- [12] European Commission Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste, https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/framework/guidance_doc.pdf [pristupljeno 09.02.2025]
- [13] Judgment of the Court of Justice in Case C-6/00. Abfall Service AG (ASA) v Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie, <https://curia.europa.eu/en/actu/communiqués/cp02/aff/cp0219en.htm> [pristupljeno 09.02.2025]
- [14] European Commission, Guidelines on the interpretation of the R1 energy efficiency formula for incineration facilities dedicated to the processing of municipal solid waste according to Annex II of the Directive 2008/98/EC on waste, <https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/framework/guidance.pdf> [pristupljeno 10.02.2025]
- [15] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj/eng> [pristupljeno 10.02.2025]
- [16] Bellona, Rethink Plastic, Zero Waste Europe, Policy Brief: Recycled Carbon Fuels in the Renewable Energy Directive, <https://bellona.org/publication/policy-brief-recycled-carbon-fuels-in-the-renewable-energy-directive> [pristupljeno 12.02.2025]
- [17] Zero Waste Europe, The EU is clear: Waste-To-Energy incineration has no place in the sustainability agenda, <https://zerowasteurope.eu/2021/05/wte-incineration-no-place-sustainability-agenda/> [pristupljeno 12.02.2025]
- [18] A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-07/hydrogen_strategy_0.pdf [pristupljeno 13.02.2025]
- [19] REPowerEU Plan, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0230> [pristupljeno 13.02.2025]
- [20] Bruch, N., Knodt, M. Low carbon hydrogen in the European Union: A coherent regulatory framework, https://ariadneprojekt.de/media/2024/06/Ariadne-Analysis_EUFrameworkHydrogen_June2024.pdf [pristupljeno 13.02.2025]
- [21] Commission launches consultation on draft methodology for low- carbon hydrogen, https://energy.ec.europa.eu/news/commission-launches-consultation-draft-methodology-low-carbon-hydrogen-2024-09-27_en [pristupljeno 15.02.2025]
- [22] Talus, K., Pinto, J., Gallegos, F. Realism at the end of the rainbow? An argument towards diversifying hydrogen in EU regulation, *The Journal of World Energy Law & Business*, Vol. 17, No. 4, pp. 217-233, 2024. <https://doi.org/10.1093/jwelb/jwae007>
- [23] Frequently Asked Questions on EU Requirements on Renewable Hydrogen and its Derivates, PtX Hub, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2023, https://ptx-hub.org/wp-content/uploads/2023/10/International-PtX-Hub_202310_FAQ-EU-requirements-for-renewable-hydrogen-and-its-derivatives.pdf [pristupljeno 15.02.2025]
- [24] Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng> [pristupljeno 17.02.2025]
- [25] Muron M, Pawelec G, Fraile D, Clean Hydrogen Production Pathways, Hydrogen Europe Secretariat, https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2024/06/2024_H2E_CleanH2ProductionPathwaysReport.pdf [pristupljeno 17.02.2025]
- [26] Share of energy consumption from renewable sources in Europe, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from> [pristupljeno 17.02.2025]
- [27] Donnarumma, A. Regulatory framework in hydrogen production and the opportunities for application to a Mobility case study, https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/196676/3/Regulatory_framework_in_hydrogen_production_and_the_opportunities_for_application_to_a_Mobility_case_study_Alessandro_Donnarumma.pdf [pristupljeno 17.02.2025]
- [28] Open letter on biomass-derived H2, Hydrogen Europe, <https://hydrogeneurope.eu/open-letter-on-biomass-derived-h2/#> [pristupljeno 18.02.2025]
- [29] FUREC Producing hydrogen from household waste, <https://www.rwe.com/en/research-and-development/hydrogen-projects/furec/> [pristupljeno 19.02.2025]
- [30] Plagazi technology, <https://www.plagazi.com/technology> [pristupljeno 19.02.2025]
- [31] Aleksić, V., Bataš Bjelić, I., Da li nam treba više ambicije za tranziciju na obnovljive izvore u Srbiji? Temelji upravljanja i planiranja energije, *Energija, ekonomija, ekologija*, Vol. 23, No.3, pp. 1-9, 2021. <https://doi.org/10.46793/EEE21-3.01A>

AUTORI/AUTHORS

Bojana Petrović Raičević – NIS a.d. Novi Sad, petr.bojana@gmail.com, ORCID [0009-0006-3002-518X](https://orcid.org/0009-0006-3002-518X)

Energy from Waste: Legal Aspects of Hydrogen Production from Municipal Waste in the European Union

Abstract - The use of hydrogen as an energy carrier is one of the pillars of the European Union's energy transition, which aims to decarbonize and achieve climate neutrality by 2050. The production of hydrogen from municipal waste has the potential to contribute both to the level of waste utilization, which will significantly enhance the reduction of landfilling, and to the decarbonization of certain economic sectors that are difficult to electrify, such as the chemical or steel industries. However, in order for this process to be compatible with the objectives set in the European Green Deal, as well as in the European Climate Law and other strategic documents, it is necessary to meet specific conditions relating to both the characteristics and type of waste itself as a feedstock, and to its processing methods. The aim of the paper is to analyse the European legal framework for hydrogen production from municipal waste with a focus on harmonization with the principles of the circular economy and sustainable waste management. The first part of this paper focuses on the analysis of the principles of the waste management hierarchy in the context of hydrogen production with a special emphasis on the limitations and possibilities of using municipal waste as a feedstock. The advantage of prevention, reuse and recycling of municipal waste is emphasized, while energy recovery is possible only for non-recyclable fractions of municipal waste. Since European regulations do not have a precisely established legal definition of hydrogen under that name, but instead use different terms depending on its origin and production method, the second part of the paper is dedicated to the analysis of the terminology and classification of types of hydrogen that can be produced from municipal waste, as well as their roles in the energy transition. In this regard, special attention is paid to the European Renewable Energy Directive (RED III), which regulates hydrogen produced from the organic fraction of municipal waste, thus classifying it as a renewable fuel. Also under consideration is the Directive on common rules for the internal markets in renewable and natural gases and in hydrogen, which regulates low-carbon hydrogen, which includes hydrogen produced from the fossil fraction of non-recyclable municipal waste.

Index terms - Hydrogen, Municipal waste, Circular economy, Decarbonization