

RAZVOJ ALTERNATIVNIH MLAZNIH GORIVA SA ASPEKTA SMANJENJA EMISIJA CO₂ (GORIVA ZA BUDUĆNOST) Dio 2/ DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE JET FUELS FROM THE ASPECT OF REDUCING CO₂ EMISSIONS (FUELS FOR THE FUTURE) Part 2

¹Božidarka Arsenović

¹„ORAO“ A.D. za proizvodnju i remont Bijeljina; Republika Srpska; Bosna i Hercegovina
Internacionalni univerzitet Travnik; Federacija Bosne i Hercegovine; Bosna i Hercegovina

UDK /UDC 621.43.048.45:662.6.041.43(045)=111

Stručni članak

REZIME:

Vazduhoplovstvo je uvijek bilo, i ostalo poligon za demonstraciju nacionalnog, ekonomskog, naučnog, tehnološkog i vojnog prestiža u svijetu. Pouzdano se zna da vazduhoplovstvo višestruko utiče na životnu sredinu: zagađivanjem atmosfere, pojavom buke, poremećajem staništa i puteva leta ptica, kao i izmjenom prirodnog okruženja usljed izgradnje infrastrukture. Problematikom štetnog uticaja izduvnih gasova koji nastaju kao posljedica sagorijevanja pogonskog goriva u motorima aviona, kao i njenom uticaju na atmosferu, za sada se temeljitije bave pojedine međunarodne vazduhoplovne organizacije, koje se pored ostalog bave i zaštitom životne sredine. Posljednje decenije dvadesetog vijeka, razvoj i upotreba održivih alternativnih mlaznih goriva se javlja kao ključni faktor u smanjenju emisija CO₂ vezanog za vazduhoplovstvo. „Refuel Aviation“ je inicijativa kojom se promoviše upotreba održivih goriva tzv. SAF-ova (sustainable aviation fuels) za dekarbonizaciju vazdušnog saobraćaja, a predstavlja obavezu snabdjevača da sve više prodaju održiva goriva na svim aerodromima unutar EU. U poređenju sa emisijom CO₂ proizvedenom pri letu aviona sa konvencionalnim ugljovodoničnim gorivom (kerozinom), upotrebom alternativnih mlaznih goriva tu emisiju je moguće smanjiti do 80%, u zavisnosti od vrste upotrebljene sirovine i načina proizvodnje održivog goriva. U radu je dat kratak osvrt na neke od ciljeva i obaveza upotrebe alternativnih mlaznih goriva sa aspekta kriterija potencijalne upotrebe, kao i napretka i daljih predviđanja u vazduhoplovstvu.

Ključne riječi: alternativna mlazna goriva, uticaj, razvoj

ABSTRACT:

Aviation has always been, and remains, a training ground for the demonstration of national, economic, scientific, technological and military prestige in the world. It is reliably known that aviation has a multiple impact on the environment: by polluting the atmosphere, creating noise, disrupting the habitats and flight paths of birds, as well as changing the natural environment due to the construction of infrastructure. The issue of the harmful effects of exhaust gases resulting from the combustion of propellant in aircraft engines, as well as its impact on the atmosphere, is currently being dealt with more thoroughly by certain international aviation organizations, which, among other things, also deal with environmental protection. In the last decades of the twentieth century, the development and use of sustainable alternative jet fuels emerged as a key factor in reducing aviation-related CO₂ emissions. "Refuel Aviation" is an initiative that promotes the use of sustainable fuels, the so-called of SAFs (sustainable aviation fuels) for the decarbonization of air traffic, and represents the obligation of suppliers to increasingly sell sustainable fuels at all airports within the EU. Compared to the CO₂ emission produced during the flight of an airplane with conventional hydrocarbon fuel (kerosene), the use of alternative jet fuels can reduce this emission by up to 80%, depending on the type of raw material used and the method of sustainable fuel production. The paper gives a brief overview of some of the goals and obligations of the use of alternative jet fuels from the aspect of potential use criteria, as well as progress and further predictions in aviation.

Key words: Alternative JET Fuels, impact, development

1. UVOD

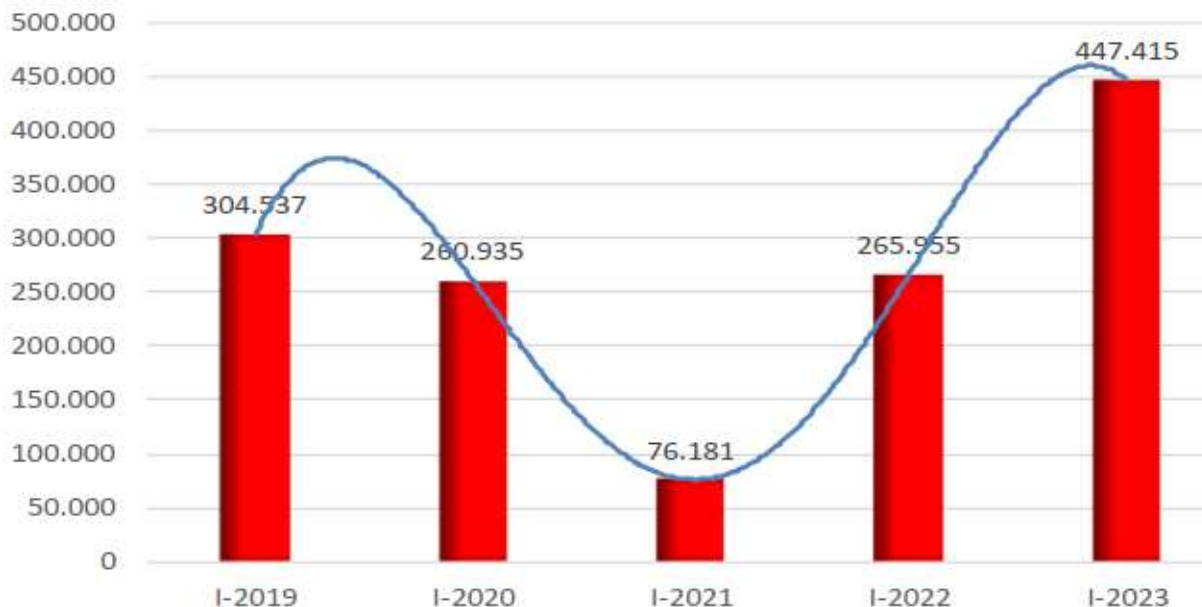
Od prvog leta čovjeka avionom proteklo je nešto više od stotinu godina. Od tada pa do današnjih dana u vazduhoplovstvu je postignut ogroman napredak u svim sferama modernizovanja, tako da se vazduhoplovstvo, s pravom, može smatrati integralnim i modernim dijelom društva.

U današnje vrijeme, uticaj ljudskog djelovanja u tehnološkoj sferi na zagrijavanje životne sredine, smatra se najočiglednijim u slučaju globalnog zagrijavanja. Efekat staklene bašte je posljedica nagomilavanja gasova staklene bašte u višim slojevima atmosfere i poremećaja energetske bilansa primljene i predate toplote, usljed čega dolazi do porasta temperature nižih slojeva atmosfere i zagrijavanja Zemljine površine [1].

Po hemijskom sastavu konvencionalno ugljovodonično mlazno gorivo, JET A1 je složena smješa koja se sastoji od osnovne četiri grupe ugljovodonika: parafina, naftena, aromata i olefina [1,2]. Njihov sadržaj u gorivu se kreće od 98% do 99%, dok su ostatak od 1% do 2% neugljovodonična jedinjenja: sumpora, azota, kiseonika i u tragovima različiti metali ili jedinjenja koja sadrže metale. Ovakav sastav mlaznih goriva uslovljen je strogim zahtjevima za što većom toplotnom moći i stabilnošću, a što manjim stvaranjem gareži, što upravo obezbjeđuju parafinski i naftenski ugljovodonici. Gasovi i čestice koji nastaju sagorijevanjem pogonskog goriva aviona su: vodena para, H_2O , ugljen dioksid, CO_2 , azot monoksid, NO , azot dioksid, NO_2 (NO i NO_2 zajednički se označavaju kao NO_x), sumporni oksidi, SO_x i čađ [3,4]. Ovi elementi procesa sagorijevanja pogonskog goriva se, uglavnom zadržavaju u dijelu troposfere koji se odlikuje visokom vlažnošću i nešto višom temperaturom, u čijim donjim slojevima, dolazi do zagrijavanja atmosfere a zagrijavanje opada sa porastom visine.

Prema statističkim podacima o vazdušnim operacijama, prevezenim putnicima, teretu i pošti na aerodromima u BiH (I kvartal 2019. do 2023.) potvrđeno je da je ostvaren značajan porast pojedinih pokazatelja u vazdušnom saobraćaju u I kvartalu 2023. u poređenju sa prvim kvartalom 2022. godine (posljedice Covid 19 su očigledne za 2021. godinu) [5]. U prvom kvartalu 2023. godine broj aerodromskih operacija pokazuje porast od 23.1% u odnosu na isti kvartal prethodne godine, kao i da je broj prevezenih putnika veći za 68.2% u odnosu na isti kvartal prethodne godine, slika 1. Podaci su obrađeni u skladu sa statističkim programom i standardima *International Civil Aviation Organization (ICAO)*⁴⁹

⁴⁹ Svi podaci o broju putnika, teretu i pošti odnose se na međunarodni vazdušni saobraćaj, jer u BiH nema



Slika 1. Grafički prikaz broja prevezenih putnika u vazdušnom saobraćaju za I kvartal od 2019. do 2023. godine u BiH

Alternativna goriva u vazdušnom saobraćaju su razvijena (i razvijaju se) kao odgovor na rastuću emisiju štetnih materija koja je posljedica sve većeg porasta ove vrste saobraćaja i smanjenja zavisnosti od fosilnih goriva.

2. ZAKONSKA REGULATIVA U OBLASTI EMISIJA ŠTETNIH MATERIJIA

Poznato je da je oko 2% globalne emisije CO₂ izazvane od strane čovjeka, uzrokovano vazдушnim saobraćajem, a od toga, 65% te emisije se odnosi na međunarodni vazdušni saobraćaj.

Nivo emisija štetnih materija u vazdušnom saobraćaju prvo je regulisana međunarodnim sporazumom donesenim 1972. godine u Stocholmu, izdatog od strane **ICAO** (*International Civil Aviation Organization*) a kasnije je proširen raznim dodacima. To je **Annex 16** naziva „Zaštita životne sredine“ gdje su emisije štetnih materija propisane u „*Volumen II*“ dok je regulisanje pitanja buke prikazano u „*Volumen I*“. Kasnije su sporazumi prošireni na globalni nivo. Značajan korak u smanjenju emisija štetnih materija je učinjen 2005. godine u Kuoto-u, pod nazivom **Kyoto Protocol**. Protokolom je zahtijevano da industrijske zemlje navedene u Annexu 1 smanje emisije gasova staklene bašte. 2007. godine održan je sastanak ICAO na kome se zahtijevalo, kako od razvijenih zemalja, tako i od zemalja u razvoju, da promijene politiku o smanjenju emisija štetnih materija i da pronađu stabilna rješenja za rastući problem emisija i da što prije dostave rješenja UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).

2016. godine postignut je **Pariški sporazum** o klimatskim promjenama čiji su glavni elementi⁵⁰: smanjenje nivoa emisija; transparentnost mjerenja i nivoi emisija; adaptacija zemalja

⁵⁰ <https://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/alternativefuel.pdf>, pristupljeno 21.07. 2023.

prema pariškom sporazumu; povećana saradnja između raznih sektora vezanih za klimatske promjene; veća zainteresovanost gradova, regija i vlasti i davanje poticaja razvijenim zemljama.

CEAP (Committee on Aviation Protection) je zadužen za regulisanje emisija štetnih materija i buke u vazдушnom transportu.

Na sastanku CEAP, u **Montraleu februara 2016. godine**, pod nazivom **CEAP/10** donesene su nove mjere za regulisanje emisije štetnih materija, buke, operacije na aerodromima, uvid u globalno tržište fosilnih goriva i na kraju, podsticaj za korištenje alternativnih goriva, tako da budu u **globalnoj primjeni do 2050. godine**. CEAP se sastoji od 24 članice i 15 posmatrača. U njegovom programu učestvuje preko 600 stručnjaka iz različitih država.

Prema **EAER** (European Aviation Environmental Report) ranije instrukcije, procesi i ograničenja certifikovani od strane ICAO, primjenjuju se samo na motore s potiskom većim od 26.7 kN. Za mjerenje količine gasovitih emisija koristi se LTO (Loading and Take Off) proces, tabela 1.

Tabela 1. Prikaz LTO (Loading and Take Off)

Režim leta	Potisak, %	Vrijeme, min
Uzlijetanje	100	0,7
Penjanje	85	2,2
Prilaz	30	4,9
Prevoz	7	26.0

Za postizanje što veće brzine pri procesu leta potrebno je povećati korištenje goriva, što zahtijeva veći pritisak i temperaturu, što automatski prouzrokuje veće emisije štetnih gasova (NO_x su najštetniji). Bazu podataka o štetnim emisijama iz motora, ICAO preuzima od **EASA** (European Aviation Security Agency).

Značajan korak u kontroli emisija štetnih materija je **Clean Sky program**, koji uz pomoć najnovije tehnologije, namjerava smanjiti negativne emisije vazdušnog saobraćaja (buka i emisije štetnih gasova). Cilj **Clean Sky programa** je da svojom implementacijom omogući napredak i kompetentnost evropske flote na globalnom nivou a finansiran je od strane **Horizon 2020.**, trenutno raspolaže sa preko 5 milijardi eura za realizaciju **Clean Sky 2 projekta**. Projekat **Clean Sky** je pokrenut 2008. godine a **Clean Sky 1** je uspješno završen. Od 2017. godine u fazi realizacije je projekat **Clean Sky 2** (nasljednik 1. projekta).

Tehnološka dostignuća razvijena u toku **Clean Sky 1 projekta** su:

- 1) pametno fiksirano krilo aviona;
- 2) održivi i „zeleni“ motori;
- 3) „zeleni“ regionalni avioni;
- 4) „zeleni“ avioni sa rotorom;
- 5) sistemi za „zeleni“ rad operacija aviona;
- 6) ekološki dizajn prethodno navedenih dostignuća **Clean Sky 1** i
- 7) program tehnološke evaulacije.

EU ETS (Emissions Trading System) je najveća evropska organizacija čiji je cilj smanjenje emisije štetnih materija u vazдушnom saobraćaju radi prevencije klimatskih promjena a čine je 31 država. Ova organizacija ima za cilj smanjenje emisija štetnih materija koje emituju avioprevoznici uz minimalne troškove, što predstavlja veoma važan faktor pri korištenju „zelenih“ tehnologija.

2.1. Ciljevi smanjenja gasova staklene bašte

U cilju smanjenja emisija gasova staklene bašte, 2007. godine **IATA** (*International Aviation Transport Association*) je ažurirala strategiju kojoj je osnovni cilj da avioni imaju 0% emisija gasova staklene bašte do 2050. godine. Ta strategija se sastoji od četiri faze:

- 1) unaprjeđenje tehnologije i visoka opredjeljenost ka gorivima sa niskim sadržajem ugljenika,
- 2) unaprjeđenje operacija aviona,
- 3) kvalitetnija infrastruktura u aerodromima,
- 4) ekonomske mjere, radi postizanja globalnog tržišta i pokrivanja ostalih emisija.

U 2009. godini IATA je postavila još neke ciljeve:

- granica za nivo emisija CO₂ nakon 2020. godine,
- unaprjeđenje efikasnosti goriva za 1.5% godišnje (od 2009. do 2020.),
- redukcija emisija CO₂ do 2050. godine za 50%.

U cilju postizanja navedenih ciljeva, ICAO je 2016. godine pokrenuo **CORSIA** (*Carbon Offset and Reduction Scheme for International Aviation*) inicijativu, koja predstavlja „šemu“ za smanjenje gasova staklene bašte na globalnom nivou. Od 2021. do 2026. godine je odobreno dobrovoljno sprovođenje CORSIA zahtjeva, a nakon 2026. godine, ovi zahtjevi postaju obavezujući. Već je 65 država prihvatilo CORSIA zahtjeve, što će uticati na smanjenje oko 80% CO₂ od 2021. do 2035. godine.

Plan smanjenja emisija CO₂ od 2010. do 2040. godine je prikazan na slici 2.



Slika 2. Grafički prikaz plana smanjenja emisija CO₂ do 2040. godine u vazdušnom saobraćaju

Iako se poboljšanjem konstrukcije aviona i operacija tokom leta mogu značajno smanjiti emisije CO₂, problem je i dalje ekstremno visok porast vazdušnog saobraćaja na globalnom nivou. Kako se može vidjeti iz slike 2, od 2020. godine se očekuje smanjenje emisije ugljenika, a da bi se moglo to postići, jedina bliska solucija zasada su „**drop-in**“ **goriva**.

3. ALTERNATIVNA GORIVA

3.1. Održivo vazduhoplovno gorivo, SAF

Održivo vazduhoplovno gorivo (*Sustainable Aviation SAF*) je glavni naziv koji vazduhoplovna industrija koristi za predstavljanje nekonvencionanog vazduhoplovnog goriva.

IATA je prihvatila ovu definiciju, ali prihvata i ostale definicije koje se koriste za ovakve vrste goriva kao što su: alternativna goriva, održiva alternativna mlazna goriva, obnovljiva mlazna goriva, obzirom da se goriva, takođe, mogu proizvoditi i iz drugih nebioloških i hemijskih izvora. Termin koji se, takođe, koristi je biogorivo, ali on se odnosi na goriva koja su proizvedena iz bioloških resursa, najčešće biljnih materijala. Prema definiciji prihvaćenoj od strane ICAO, alternativno gorivo je: "svako gorivo koje ima potencijal stvaranja nižih emisija ugljenika od konvencionalnog kerozina na temelju životnog ciklusa". Takođe, ICAO koristi definiciju da je alternativno gorivo svako gorivo koje nije na bazi nafte, što uključuje tečno gorivo iz uglja, te gorivo proizvedeno iz prirodnog gasa, ali njihova sama proizvodnja emituje jednako ili više štetnih materija nego što se emituje u proizvodnji goriva iz nafte.

Unija je Uredbom (EU) 2021/119 utvrdila pravne obaveze za postizanje klimatske neutralnosti najkasnije do 2050. godine, kao i za smanjenje neto emisija gasova staklene bašte do 2030. za najmanje 55% u odnosu na 1990. godinu. Kako bi se to postiglo, svi privredni sektori, uključujući saobraćajni sektor, moraju preduzeti brze korake za *dekarbonizaciju* [6].

Shodno Amandmanu 102 - Prilog 1, koji je donio Evropski parlament 7. jula 2022. godine (Uredba Evropskog parlamenta i Vijeća o osiguravanju jednakih uslova za održivi vazdušni prevoz (COM (2021)0561-C9-0332/2021-2021/0205 COD) utvrđeni su minimalni udjeli SAF-ova, uključujući minimalni udio sintetičkog vazduhoplovnog goriva⁵¹, tabela 2.

Tabela 2. Minimalni udjeli SAF-ova uključujući minimalni udio sintetičkog vazduhoplovnog goriva

Vazduhoplovno gorivo dostupno svim operatorima aviona u svim aerodromima	a) Od 1. januara 2025. godine minimalni udio SAF-ova od 2% od čega minimalni udio sintetičkih goriva od 0.04% .
	b) Od 1. januara 2030. godine minimalni udio SAF-ova od 6% od čega minimalni udio sintetičkih goriva od 2% .

⁵¹ „Sintetička vazduhoplovna goriva“ znači vodonik iz obnovljivih izvora, električna energija iz obnovljivih izvora ili goriva koja su obnovljiva goriva nebiološkog porijekla (Uredba Evropskog parlamenta i Vijeća o osiguravanju jednakih uslova za održivi vazdušni prevoz, 2022.)

Unije sa minimalnim sadržajem održivog vazduhoplovnog goriva, SAF-ova, uključujući minimalni sadržaj sintetičkog vazduhoplovnog goriva	c) Od 1. januara 2035. godine minimalni udio SAF-ova od 20% od čega minimalni udio sintetičkih goriva od 5% .
	d) Od 1. januara 2040. godine minimalni udio SAF-ova od 37% od čega minimalni udio sintetičkih goriva od 13% .
	f) Od 1. januara 2045. godine minimalni udio SAF-ova od 54% od čega minimalni udio sintetičkih goriva od 27% .
	g) Od 1. januara 2050. godine minimalni udio SAF-ova od 85% od čega minimalni udio sintetičkih goriva od 50%.



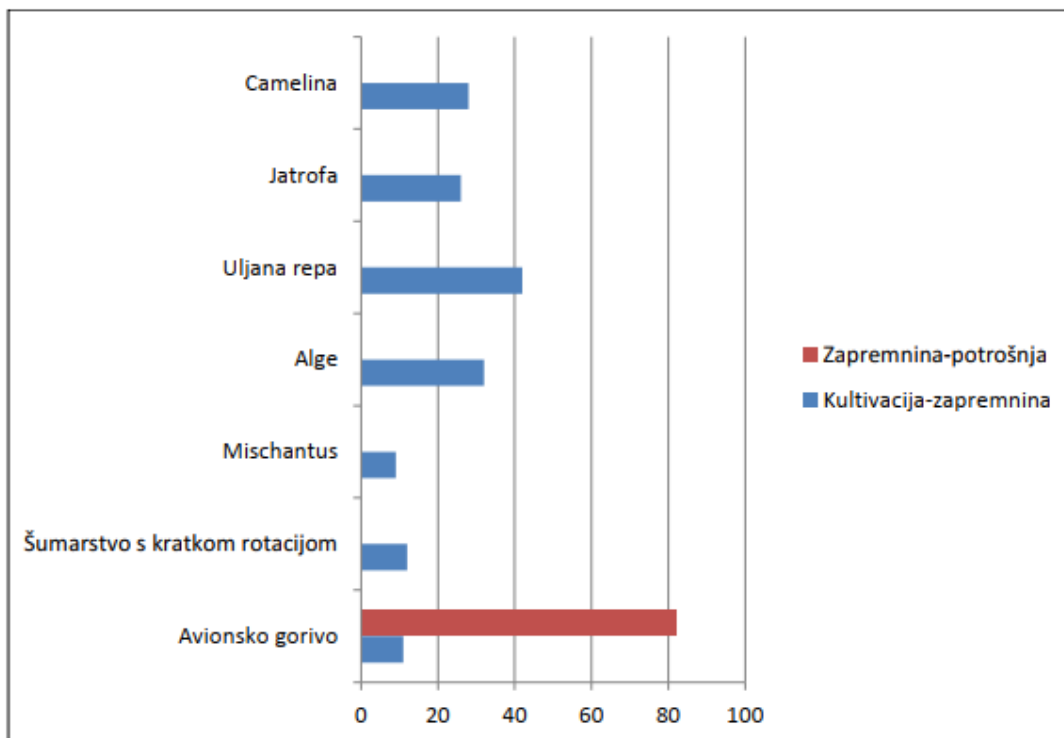
3.2. Kriterijumi za potencijalnu upotrebu alternativnih goriva u vazdušnom saobraćaju

Da bi se alternativna goriva počela koristi u vazdušnom saobraćaju u komercijalnom transportu, ili u nekom drugom tipu, potrebno je da ona ispunjavaju određene kriterije. Osim potrebe za jednakom ili većom energetsom vrijednošću od trenutnog avionskog goriva [7], te naravno, smanjenja emisije gasova staklene bašte koja je u konstantom porastu zbog porasta obima transporta, glavni kriteriji za potencijalnu uporabu alternativnih goriva u vazdušnom saobraćaju su [7,8]:

- 1) karakteristike samog goriva,
- 2) ekološki efekti,
- 3) masovna proizvodnja,
- 4) ekonomska opravdanost,
- 5) sigurnost upotrebe i kompatibilnost.

Prvi kriterij je da alternativna goriva trebaju biti jednakih ili boljih karakteristika od ugljovodoničnih komercijalnih goriva tipa kerozina (JET A-1 i dr.). To je razlog da prevoznici u vazdušnom saobraćaju ne moraju modifikovati motor ili strukturu aviona, te da se ne mijenja način snabdijevanja gorivom. Pod karakteristikama samog goriva se, pored ostalih, podrazumijeva i težina goriva. Goriva koja zahtijevaju veće rezervoare i koja su mnogo teža od trenutno korištenih goriva, nisu trenutno prihvatljiva u vazdušnom saobraćaju, kao što je npr. tekući vodonik.

Drugi kriterij je ekološka efektivnost pri upotrebi alternativnih goriva. Jedan od glavnih ciljeva upotrebe alternativnih goriva je smanjenje emisije gasova staklene bašte, te je zato zamjena trenutnih avionskih goriva za neko gorivo koje će imati izraženije emisije tih gasova neprihvatljivo. Na slici 3 prikazan je primjer potencijalnog smanjenja GHG (gasovi staklene bašte) upotrebom navedenih vrsta biogoriva.



Slika 3. Potencijalno smanjenje staklenih gasova upotrebom navedenih biogoriva mjereno u GHG emisija/MJ goriva

Treći kriterij je masovna proizvodnja. Ukoliko alternativno gorivo zadovoljava sve kriterije, bez mogućnosti masovne proizvodnje, to gorivo nije pogodno za upotrebu u komercijalnom vazdušnom saobraćaju. Za korištenje održivih alternativnih goriva u vazdušnom saobraćaju je potrebno imati velika područja koja su namijenjena uzgoju *biomase*, tj. *sirovine koja služi kao gorivo*.

Način da se osigura proizvodnja biomase koja može zadovoljiti potrebe komercijalnog saobraćaja je da se fokusiraju zemljišta koja nisu podobna za uzgoj hrane, biljke koje ne zahtijevaju pesticide, kompost ni navodnjavanja i što je najvažnije, da ne utiču na ekološki sistem u kojem su smješteni. Npr. biljka koja nije jestiva, ne zahtijeva veliku infrastrukturu ni brigu je **alga**. Navedene karakteristike za proizvodnju biomase je moguće ispuniti, no problem pri realizaciji proizvodnje je vezan za ekonomsku opravdanost.

Četvrti kriterij ekonomske opravdanosti je i razlog zašto još alternativna goriva nisu u globalnoj upotrebi u vazdušnom saobraćaju.

Peti kriterij je sigurnost upotrebe i kompatibilnost. Gorivo koje se brzo zaledi pri niskim temperaturama, ima nisku temperature samo zapaljenja ili je rezultat komplikovanog procesa proizvodnje, te transporta do samog rezervoara aviona, nije za upotrebu.

Alternativna goriva smanjuju emisije štetnih materija, ali imaju i nedostatke kao npr. biodizel koji nakon dužeg vremena oksidira, a neka goriva sadrže bakterije i gljivice (potrebno je konstantno vršiti dezinfekciju).

Cilj je da sigurnost pri upotrebi teži prema trenutnom avionskom gorivu ili da budu još kvalitetnija. Osim sigurnosti, važno je da gorivo značajno ne utiče na strukturu motora, aviona ili na samu infrastrukturu aerodrome.

4. ZAKLJUČAK

Alternativna goriva u vazdušnom saobraćaju predstavljaju novu generaciju goriva. Obzirom da je porast putničkog i teretnog saobraćaja sve veći, neznatne modifikacije u cilju smanjenja emisija gasova staklene bašte i štetnih materija se ne mogu nositi sa takvim porastom. Osim značajnog uticajana na kvalitet vazduha, gasovi staklene bašte utiču i na globalno zagrijavanje, što je jedan od gorućih problema današnjice. Da bi se spriječio takav rast, potrebna je promjena. Upotreba ugljovodoničnih avionskih mlaznih goriva tipa kerozina, ne daje ni jedan zaokret u cilju smanjenja emisija CO₂ ili NO_x.

Upotreba održivih alternativnih goriva (*Sustainable Aviation Fuel - SAF*) pojavljuje se kao jedan od odgovora na smanjenje emisija gasova staklene bašte, prvenstveno emisija CO₂.

Sva održiva alternativna goriva moraju zadovoljiti određene kriterijume, polazeći od ekološke i ekonomske opravdanosti do sigurnosti primjene, i to što je najvažnije smanjena emisija zagađujućih materija, te mogućnost održivih izvora sirovina.

Biogoriva danas predstavljaju najbližu opciju, i to samo biogoriva druge i treće generacije.

Radi lakšeg pristupa tržištu, jedina bliska solucija zasada su „**drop-in**“ **goriva** gdje će njihova primjena biti praćena minimalnim ili nikakvim modifikacijama konstrukcije aviona i motora.

5. LITERATURA

1. **Arsenović B.**, Banjac E: "ECOLOGICAL ASPECTS OF AIRCRAFT EXHAUST GASES AFFECT IN SUM OF GREEN-HOUSE ATMOSPHERE GASES"; International Conference on Innovative Technologies; INTECH 2011; BRATISLAVA; SLOVAKIA; (2011.)
2. **Arsenović B.:** „Fizičko-hemijske karakteristike goriva JET A-1 i maziva za mlazne motore i njihov uticaj na životnu sredinu“ Inovativnost i istraživanje u funkciji tehničko-tehnoloških promjena u saobraćaju, ekologiji i logistici; (str. 39) XIX *International Conference*, Travnik (2019.)
3. **Arsenović B.:** „Mogućnost korištenja obnovljivih izvora energije u Republici Srpskoj“ Synthesis, 2015. Beograd (2015.)
4. **Arsenović B.**, Janjuš Z., Banjac E.: "Uticaj izduvnih gasova aviona na sumu gasova staklene bašte atmosfere“ XIV YUCORR, (2012.)
5. Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, HIV/I, Sarajevo (2023.)
6. Amandmani Evropskog parlamenta/Prilog 1; „Uredba Evropskog parlamenta i Vijeća o osiguravanju jednakih uslova za održivi vazdušni prevoz“ Evropski parlament (2022.)
7. British Ministry of Defence Standard DEF STAN 91-091/Issue 9, 3 October 2016/Issue 11, 28.October 2019/Issue 14, 07. March 2022. for Turbine, Aviation Kerosene Type, Jet A-1, NATO Code F-35, Joint Service Designation AVTUR.
8. <https://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/alternativefuel.pdf>, pristupljeno 21.07. 2023.