

# Klimatske promjene i zračni promet - održiva zrakoplovna goriva

---

**Pavić, Rafael**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Law / Sveučilište u Zagrebu, Pravni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:199:485928>

*Rights / Prava:* [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-27**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Law University of Zagreb](#)



PRAVNI FAKULTET U ZAGREBU  
KATEDRA ZA POMORSKO I OPĆEPROMETNO PRAVO

Rafael Pavić

KLIMATSKE PROMJENE I ZRAČNI PROMET - ODRŽIVA ZRAKOPLOVNA  
GORIVA

Diplomski rad

mentor: Izv. prof. dr. sc. Iva Savić

Zagreb, studeni 2022.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Utjecaj zrakoplovnog sektora na klimatske promjene.....	3
2.1. Učinak na okoliš i negiranje klimatskih promjena..	4
2.2. Utjecaj COVID-a 19 na zrakoplovni sektor i okoliš.	6
3. Prvi programi smanjenja emisija stakleničkih plinova.....	7
3.1. EU ETS.....	8
3.2. CORSIA.....	10
4. Planovi i strategije Europske unije za borbu s klimatskim promjenama.....	12
4.1. Pariški sporazum.....	13
4.2. Europski zeleni plan.....	14
4.3. Uredba 2021/1119.....	16
4.4. „Spremni za 55%“.....	17
4.4.1. Infrastruktura za alternativna goriva.....	18
4.4.2. REFuelEU Aviation.....	20
4.4.3. Oporezivanje energije.....	22
5. Održiva zrakoplovna goriva.....	24
5.1. Što su održiva zrakoplovna goriva?.....	25
5.2. Održivost goriva.....	29
5.3. Sirovine.....	31
5.4. Važnost upotrebe SAF-a.....	33
5.5. Vodikova goriva.....	34
5.6. Alternativna rješenja za očuvanje okoliša - električne letjelice.....	37
6. Ostali pristupi problemu klimatskih promjena.....	40
6.1. ICAO, IATA i EASA.....	40
6.2. Sjedinjene Američke Države i Kina.....	43
7. Zaključak.....	47
8. Literatura.....	49

## 1. Uvod

Civilno zrakoplovstvo je postalo esencijalno za moderni način života i globalnu ekonomiju. Povezanost gradova i država koju nam ono omogućuje u privatnim i poslovnim aktivnostima ne može biti zamijenjena nijednim drugim sredstvom. Tijekom letova, ali i povezanih zrakoplovnih operacija polijetanja i slijetanja nastaju emisije stakleničkih plinova koje imaju značajan negativan učinak na okoliš.

Staklenički plinovi su glavni razlog klimatskih promjena koje se događaju i potrebno ih je drastično smanjiti u idućim godinama. Suočeni s tim problemom, Europska unija, međunarodne organizacije i države odlučile su poduzeti radnje kojima će se smanjiti razine emitiranih emisija i kojima će omogućiti održivo zrakoplovstvo u budućnosti. Jedna od mogućnosti koja se nameće kao najbolje rješenje za smanjenje štetnih emisija je upotreba održivih zrakoplovnih goriva. Njihova upotreba omogućuje smanjenje emisija do 80% i spremna su za stavljanje u uporabu. Osim njih, smanjenja štetnih emisija moguća su uvođenjem tehnoloških inovacija i određenih promjena u zrakoplovne operacije, ali ti načini rezultiraju relativno malom količinom smanjenja koje nije dovoljno prema scenarijima predviđenima za borbu s klimatskim promjenama.

U ovom radu bavit ću se utjecajem koji ima zrakoplovni sektor na klimatske promjene i što je potrebno promijeniti kako bi zrakoplovni sektor mogao dalje održivo prometovati. Osvrnut ću

se na planove i inicijative koji su osmišljeni za smanjenje razina stakleničkih plinova i na propise koji su doneseni i koji su još u stadiju donošenja, a potrebni su kako bi se smanjila ovisnost o fosilnim gorivima i omogućilo korištenje ekološki prihvatljivijih izvora energije. Objasnit ću razloge zašto bi trebalo početi sa korištenjem održivih zrakoplovnih goriva i zbog kojih prepreka nisu do sada još korištena u većim količinama.

## 2. Utjecaj zrakoplovnog sektora na klimatske promjene

Zrakoplovstvo je važan čimbenik koji povezuje ljude, pozitivno utječe na turizam, potiče zapošljavanje i doprinosi gospodarstvu. Unatoč značajnom doprinosu koji ima na mobilnost građana i na prednosti koje omogućuje, ono ima i određene nedostatke. Zrakoplovni sektor je odgovoran za oko 2% globalnih emisija CO<sub>2</sub><sup>1</sup> dok u EU to iznosi 3.8% odnosno 13.9% ako gledamo samo prometni sektor<sup>2</sup>. To znači da je zrakoplovni sektor drugi najveći zagađivač u prometnom sektoru, odmah iza cestovnog prometa. To nije jako veliki postotak no zrakoplovni sektor ima tendenciju rasta oko 4% godišnje<sup>3</sup> što predstavlja dodatan razlog zašto je potrebno smanjiti emisije u tom sektoru. Zrakoplovi ispuštaju u atmosferu osim CO<sub>2</sub> i neke druge plinove koji su također štetni za okoliš i doprinose klimatskim promjenama. To su vodena para (H<sub>2</sub>O), dušični oksidi (NO<sub>x</sub>), sumporovi oksidi (SO<sub>2</sub>), ugljični monoksid (CO), neizgoreni ugljikovodici (HC) te sitne čestice i čađa.<sup>4</sup> Svaki od njih ima svoju ulogu kojom izravno ili neizravno uzrokuje porast temperature u atmosferi.<sup>5</sup> Važno je napomenuti da se većina tih emisija ispušta na velikim visinama što bi moglo značiti da je

---

<sup>1</sup> Environment branch of the ICAO; ICAO Review: Sustainable alternative fuels for aviation 2011., [https://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2011-SUSTAF/SUSTAF\\_Review.pdf](https://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2011-SUSTAF/SUSTAF_Review.pdf), str. 6.

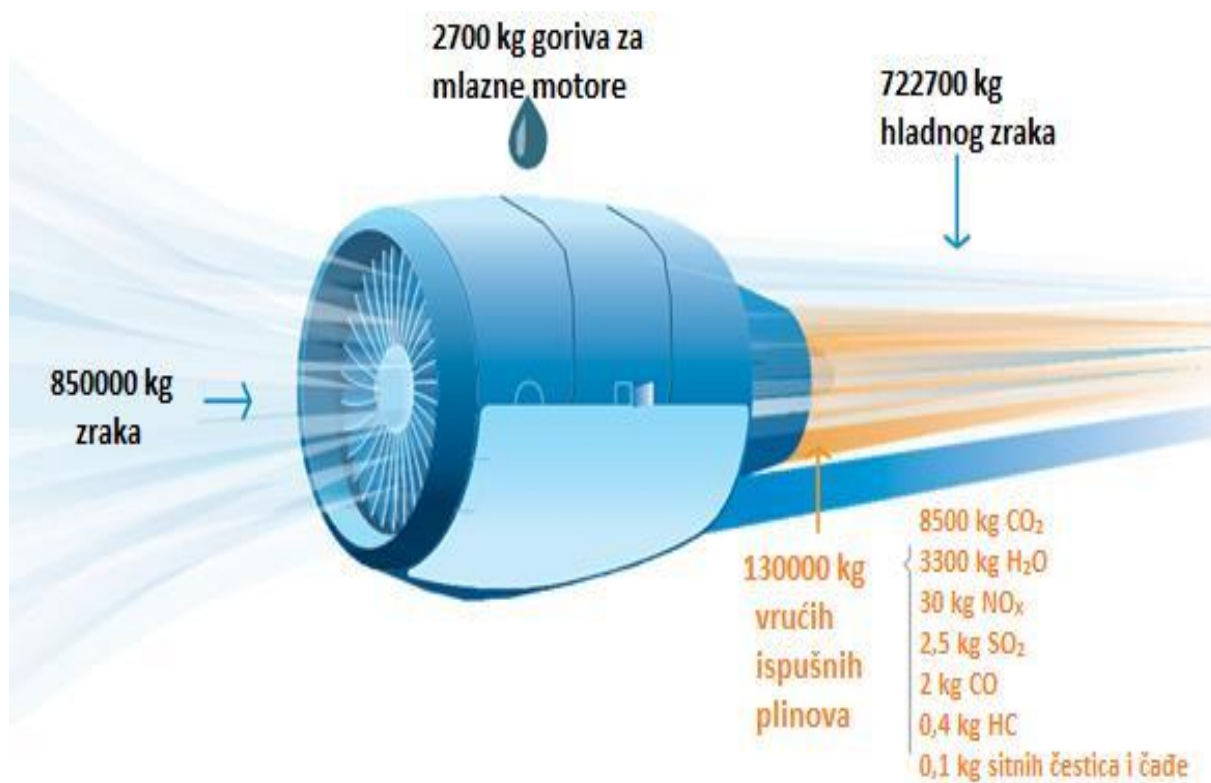
<sup>2</sup> Reducing emissions from aviation, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation_en), 25.10.2022.

<sup>3</sup> Aishwarya Dhara and Jeyan Muruga Lal 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 889 012068, str. 3.

<sup>4</sup> European Aviation Environmental Report 2019., <https://www.eurocontrol.int/publication/european-aviation-environmental-report-2019>, str. 22., 5.11.2022.

<sup>5</sup> M. Klöwer et al. 2021 Environ. Res. Lett. 16 104027, str. 2.

njihov negativni učinak stoga još značajniji nego što se pretpostavlja.<sup>6</sup>



Slika 1. Emisije iz tipičnog dvomotornog mlaznog zrakoplova tijekom 1-satnog leta sa 150 putnika<sup>7</sup>

## 2.1. Učinak na okoliš i negiranje klimatskih promjena

Klimatske promjene kojima svjedočimo posljednjih godina ogledaju se kroz povećanje prosječne temperature na Zemlji kao i temperature oceana, intenzivnim toplinskim valovima, u otapanju glečera, povećanju prirodnih nepogoda kao što su

<sup>6</sup> Datu Buyung Agusdinata, Fu Zhao, and Daniel A. DeLaurentis: Sustainability of biojet fuels: A multiactor life cycle assessment approach, January/February 2012., str. 28.

<sup>7</sup> European Aviation Environmental Report 2019., <https://www.eurocontrol.int/publication/european-aviation-environmental-report-2019>, str. 22., 5.11.2022.

suše, poplave, uragani.<sup>8</sup> To su samo neki primjeri u kojima se ogleda utjecaj štetnih plinova ispuštenih u atmosferu, a predviđanja su da možemo očekivati samo još ekstremnije oblike vremenskih nepogoda u budućnosti. Bioraznolikost je jako ugrožena, a razlog tome je ljudska aktivnost. Sve te nepogode zahtijevaju djelovanje kako bi se spriječili daljnji negativni učinci.

Jedan od problema u borbi s klimatskim promjenama jest činjenica što ih mnogi negiraju odnosno nastoje relativizirati njihov učinak. Prema posljednjim istraživanjima, Indonezija, Sjedinjene Američke Države i Saudijska Arabija su na vrhu ljestvice s najvećim brojem osoba koje negiraju klimatske promjene<sup>9</sup>. U velikom broju slučajeva financijsku potporu skupinama koje negiraju klimatske promjene pružaju osobe i trgovačka društva koja se bave fosilnim gorivima.<sup>10</sup> Problem klimatskih promjena iziskuje zajedničko djelovanje svih država, organizacija, javnog i privatnog sektora kao i pojedinaca. Pojedinačni doprinosi su svakako poželjni međutim riječ je o globalnom problemu koji zahtijeva i globalnu akciju kako bi se došlo do rješenja koje će biti održivo kako za sadašnje generacije tako i za buduće. Negiranjem tog problema

---

<sup>8</sup> I. Brozović, A. Regent, M. Grgurević: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 2 (2014), No. 1, pp. 275-294, str. 276.

<sup>9</sup> Katharina Buchholz, Where Climate Change Deniers Live, 3 December 2020, <https://www.statista.com/chart/19449/countries-with-biggest-share-of-climate-change-deniers/>, 10.11.2022.

<sup>10</sup> Tom Hale, Who Funds The Climate Change Denial Movement?, 7 October 2019., <https://www.iflscience.com/who-funds-the-climate-change-denial-movement-53883>, 10.11.2022.



samo se gubi dragocjeno vrijeme jer promjene su prisutne i potrebno je na njih odgovoriti.

## 2.2. Utjecaj COVID-a 19 na zrakoplovni sektor i okoliš

Jedan od sektora koji je najteže bio pogođen krizom uzrokovanom bolešću COVID-19 je zračni sektor. Od početka COVID pandemije mnogi su bili prisiljeni otkazati svoje letove, mnoge zračne luke su bile privremeno zatvorene, a što je u konačnici uzrokovalo velike ekonomske gubitke.<sup>11</sup> U 2020. godini to je značilo 50% manje ponuđenih mjesta u zrakoplovima te smanjenje broja putnika od 60% naspram 2019. godine.<sup>12</sup> Gubitci su se nastavili i u 2021. no u manjem opsegu. Međutim, u tom periodu primijećeni su pozitivni učinci na okoliš. Zaustavljanje i smanjenje više vrsta prijevoza kao i zatvaranje tvornica doprinijelo je značajnom smanjenju stakleničkih plinova. To je rezultiralo čistim i kvalitetnijim zrakom, čistom vodom, oporavljanjem ozonskog omotača.<sup>13</sup> Gdje god su provedene analize primijećene su pozitivne promjene na okoliš i prirodu, a uz to smanjena je i razina buke. Zbog ograničavanja ekonomskih aktivnosti i kretanja ljudi, onečišćujuće emisije i iskorištavanje resursa bili su smanjeni

---

<sup>11</sup> Ian Twinn et al., The impact of COVID-19 on airports, An analysis, International finance corporation, 2020, str. 1.

<sup>12</sup> ICAO: Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis, Economic Development - Air Transport Bureau, 2022, [https://www.icao.int/sustainability/Documents/Covid-19/ICAO\\_coronavirus\\_Econ\\_Impact.pdf](https://www.icao.int/sustainability/Documents/Covid-19/ICAO_coronavirus_Econ_Impact.pdf), str. 5.

<sup>13</sup> Marina Funduk, Kako je pandemija COVID-19 utjecala na okoliš?, 2020, <https://www.odraz.hr/novosti/zanimljivosti/kako-je-pandemija-covid-19-utjecala-na-okolis/>, 26.10.2022.

i usporeni no samo kratkotrajno.<sup>14</sup> Još se ne zna kada će biti kraj pandemije, ali je svijet na dobrom putu da se pandemija završi.<sup>15</sup> U tom smislu se očekuje da će se zračni promet ubrzo vratiti na razine na kojima je bio prije krize jer prema sadašnjim analizama vidljiva su značajna povećanja broja putnika u odnosu na prošlu godinu dok se prijevoz robe čak povećao za 4% u odnosu na 2019. godinu.<sup>16</sup> Pandemija nam je pokazala kako možemo smanjenjem emisija napraviti veliku korist za prirodu, ali i za ljude.

### 3. Prvi programi smanjenja štetnih emisija

Europska unija je problem emitiranja štetnih tvari u okoliš prepoznala već 2000-ih godina. Odgovor na taj problem bio je uspostava sustava za smanjenje emisija stakleničkih plinova na isplativ i učinkovit način.<sup>17</sup> U ovom poglavlju prvo ću objasniti funkcioniranje tog sustava, a potom drugu mjeru koju je predstavio ICAO<sup>18</sup> kao svoj program smanjenja štetnih emisija iz zrakoplovstva.

---

<sup>14</sup> Ibid.

<sup>15</sup> Manas Mishra, End of COVID pandemic is 'in sight' - WHO chief, 14 September 2022., <https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/who-chief-says-end-sight-covid-19-pandemic-2022-09-14/>, 7.11.2022.

<sup>16</sup> ICAO Newsroom: Air traffic recovery is fast-approaching pre-pandemic levels, <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/Air-traffic-recovery-is-fastapproaching-prepandemic-levels.aspx>, 7.11.2022.

<sup>17</sup> Reforma sustava EU-a za trgovanje emisijama, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/reform-eu-ets/>, 3.11.2022.

<sup>18</sup> International Civil Aviation Organization (Međunarodna organizacija za civilno zrakoplovstvo). Vidi infra, str. 39.

### 3.1. EU sustav za trgovanje emisijama (EU ETS<sup>19</sup>)

Europska unija je 2005. godine krenula s programom smanjenja emisija. Sustav djeluje na način da ograničava ukupne količine stakleničkih plinova koje mogu ispustiti energetske intenzivna industrija, proizvođači električne energije i komercijalno zrakoplovstvo. Trgovačka društva u tim djelatnostima mogu dobiti ili kupiti pojedinačne emisijske jedinice s kojima je moguće međusobno trgovati prema potrebi unutar tog sustava.<sup>20</sup> Svake godine trgovačko društvo mora sastaviti i predati izvještaj svojih emisijskih jedinica za prethodnu godinu. Emisijske jedinice ograničene su na količinu, tzv. kvotu, koju određuje EU. Kvota je apsolutna količina stakleničkih plinova koju subjekti obuhvaćeni sustavom smiju ispustiti kako bi se osiguralo postizanje cilja smanjenja emisija do određenih granica. Kvota mora odgovarati broju emisijskih jedinica puštenih u optjecaj tijekom razdoblja trgovanja.<sup>21</sup> Kvota emisijskih jedinica se svake godine umanjuje linearnim faktorom smanjenja od 2,2%. Reformom ETS sustava u sklopu paketa „Spremni za 55%“ predloženo je povećanje smanjenja na 4,2% godišnje radi bržeg snižavanja štetnih emisija.<sup>22</sup> Kako se kvota emisijskih jedinica smanjuje,

---

<sup>19</sup> European Union Emissions Trading System (Sustav EU-a za trgovanje emisijama). Pokrenut je radi promicanja smanjenja emisija stakleničkih plinova na isplativ i ekonomski učinkovit način.

<sup>20</sup> Renata Špoljar, Sustav praćenja emisija stakleničkih plinova kod zračnog prijevoznika, diplomski rad 2019., str. 22.

<sup>21</sup> Ibid.

<sup>22</sup> Infografika - Spremnost za 55%: reforma sustava za trgovanje emisijama, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-eu-emissions->

cijene emisija rastu. Time se nastoji financijski potaknuti trgovačka društva da smanje svoje emisije,<sup>23</sup> ali i da pokreću inovacije kojima bi smanjili emisije stakleničkih plinova. Krajem svake godine svako trgovačko društvo mora imati osiguranu dovoljnu količinu jedinica ekvivalentu emitiranim emisijama. U slučaju da to ne naprave slijede im novčane kazne.<sup>24</sup> Visina kazne iznosi 100 eura<sup>25</sup> za svaku tonu CO<sub>2</sub> kojom prijeđu dopuštenu količinu emisijskih jedinica.<sup>26</sup> Sustav izricanja novčanih kazni uspješno funkcionira i ima slučajeve u kojima su te kazne bile iznimno visoke (britanski proizvođač električne energije kažnjen je s 608 tisuća funti zbog nepoštivanja ETS propisa).<sup>27</sup> Reformom tog sustava u okviru paketa „Spremni za 55%“ predloženi su još ambiciozniji ciljevi smanjenja emisija, proširenje ETS sustava na nove sektore i postupno ukidanje besplatnih jedinica za određene sektore.<sup>28</sup>

Otkako je uveden sustav ETS-a, emisije EU-a iz obuhvaćenih sektora smanjene su za oko 43%, a sam sustav pokriva oko 36%

---

trading-system/, 7.11.2022. Više o programu „Spremni za 55%“ vidi infra poglavlje 4.4., str. 17.

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> EU Emissions Trading System (EU ETS), [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en), 4.11.2022.

<sup>25</sup> Članak 16. Direktive 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 13. listopada 2003. o uspostavi sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova unutar Zajednice, Službeni list EU, HR, L 275/32, 13.10.2003.

<sup>26</sup> Development of EU ETS (2005-2020), [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020_en), 7.11.2022.

<sup>27</sup> High fines are on the agenda for companies breaching climate-change regulations, 5 April 2019., <https://www.burges-salmon.com/news-and-insight/legal-updates/high-fines-are-on-the-agenda-for-companies-breaching-climate-change-regulations>, 7.11.2022.

<sup>28</sup> Infografika - Spremni za 55%: reforma sustava EU-a za trgovanje emisijama, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>, 4.11.2022.

svih emisija Europskog gospodarskog prostora.<sup>29</sup> Ovaj sustav je važan alat EU-a za smanjenje emisija stakleničkih plinova i jedno je od najvećih svjetskih tržišta ugljika. Rezultati koje pruža ovaj sustav razlog su što su i druge države odlučile pokrenuti slične programe. Države u kojima ti programi rade ili se razvijaju su: Kanada, Kina, Japan, Novi Zeland, Južna Koreja, Švicarska i Sjedinjene Američke Države.<sup>30</sup>

### 3.2. CORSIA<sup>31</sup>

CORSIA (program za neutralizaciju i smanjenje emisija ugljika za međunarodno zrakoplovstvo<sup>32</sup>) je globalna tržišno utemeljena mjera, razvijena od strane ICAO-a koja se odnosi isključivo na regulaciju emisija CO<sub>2</sub> uzrokovanih međunarodnim letovima.<sup>33</sup> Ta mjera nadopunjuje ostale mjere na način da nadomješta količine CO<sub>2</sub> emisija koje ne mogu biti smanjene kroz upotrebu tehnoloških inovacija, operativnih poboljšanja i održivog zrakoplovnog goriva sa količinama emisija sa tržišta ugljika. CORSIA ima cilj stabilizirati međunarodni porast CO<sub>2</sub> emisija na prosječne razine iz 2019. i 2020. godine počevši od

---

<sup>29</sup> EU Emissions trading system (EU ETS), <https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets>, 4.11.2022.

<sup>30</sup> International Carbon Market, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/international-carbon-market\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/international-carbon-market_en), 11.11.2022.

<sup>31</sup> Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

<sup>32</sup> Odluka o zahtjevima u vezi s neutralizacijom emisija iz zračnog prijevoza – CORSIA: Vijeće donijelo stajalište, 20. svibnja 2022., <https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2022/05/20/decision-corsia-carbon-offsetting-and-reduction-scheme-for-international-aviation-le-conseil-adopte-sa-position/>, 9.11.2022.

<sup>33</sup> What is CORSIA and how does it affect your airline?, <https://www.southpole.com/what-is-corsia-and-how-does-it-affect-your-airline/>, 4.11.2022.

2021. godine, a koristeći metodu nadoknade (kompenzacije).<sup>34</sup>

Metoda nadoknade je mjera kojom pojedinac ili trgovačko društvo kompenzira svoje emisije na način da sudjeluje u projektima koji će rezultirati smanjenjem emisija.<sup>35</sup>

Primjerice, moguće je smanjiti emisije pošumljavanjem ili pokrenuti proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Ključni zahtjev je da smanjenje ili uklanjanje stakleničkih plinova koje se koristi kao kompenzacija bude „dodatno“ u odnosu na uobičajenu aktivnost iz koje nastaju emisije.<sup>36</sup> I to smanjenje ili uklanjanje emisija mora biti trajno i ne smije rezultirati nenamjernim povećanjem emisija u nekom drugom području.<sup>37</sup>

Implementacija CORSIA-e odvija se u tri faze. U početne dvije faze CORSIA će se primjenjivati između država koje su dobrovoljno odlučile sudjelovati, što znači da će međunarodni letovi u države i iz država koje ne sudjeluju u CORSIA-i biti izuzeti.<sup>38</sup> Od 2027. primjena CORSIA-e postaje obvezna i uključivat će sve međunarodne letove, uz neke iznimke. Iz sudjelovanja u programu bit će izuzete najmanje razvijene države, male otočne države i zemlje u razvoju bez izlaza na

---

<sup>34</sup> Odluka o zahtjevima u vezi s neutralizacijom emisija iz zračnog prijevoza – CORSIA: Vijeće donijelo stajalište, Vijeće EU-a, Priopćenje za medije 20. svibnja 2022., <https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2022/05/20/decision-corsia-carbon-offsetting-and-reduction-scheme-for-international-aviation-le-conseil-adopte-sa-position/>, 4.11.2022.

<sup>35</sup> IATA, CORSIA Fact Sheet, <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---corsia/>, str. 1., 9.11.2022.

<sup>36</sup> Cf. *ibid.* str 2.

<sup>37</sup> *Ibid.*

<sup>38</sup> CORSIA explained: <https://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/climate-action/offsetting-emissions-corsia/corsia/corsia-explained/>, 9.11.2022.

more, osim ako same ne odluče sudjelovati. Također će biti izuzete i države s malim brojem međunarodnih letova.<sup>39</sup>

Ta mjera je zamišljena da djeluje kratkoročno i srednjoročno (2021.-2035.) kako bi se postigao ugljično neutralan rast u međunarodnom zračnom prometu dok održiva zrakoplovna goriva ne postanu dovoljno korištena te dok električne letjelice i vodikova goriva ne postanu potpuno razvijena.<sup>40</sup> CORSIA nije namijenjena kao alternativa i zamjena za novu tehnologiju nego kao skup mjera da se stabiliziraju i smanje količine emisija. Predviđa se da će potreba za metodom kompenzacije prestati kad nove tehnologije postanu rasprostranjene i dovoljno korištene.<sup>41</sup>

#### 4. Planovi i strategije EU-a za borbu s klimatskim promjenama

Klimatske promjene predstavljaju egzistencijalnu prijetnju čovječanstvu što zahtijeva veću ambicioznost i djelovanje EU-a i svih država članica u području zaštite okoliša. Nalazimo se u važnom desetljeću kada je riječ o ispunjavanju obveza preuzetih iz Pariškog sporazuma<sup>42</sup> u interesu zdravlja i dobrobiti za cijeli svijet.<sup>43</sup> Europska unija je pritom pružila

---

<sup>39</sup> Ibid. U ovu skupinu pripadaju države čiji je godišnji postotak međunarodnih letova manji od 0.5%.

<sup>40</sup> IATA, CORSIA Fact Sheet, <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---corsia/>, str.1., 9.11.2022.

<sup>41</sup> Ibid.

<sup>42</sup> Pariški sporazum, Službeni list Europske Unije, HR, 19.10.2016., L 282/4

<sup>43</sup> Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija, Spremnost za 55 %: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti,

primjer drugima: postavljen je ambiciozan cilj smanjenja emisija za barem 55% do 2030. godine u odnosu na razine iz 1990. i želi postati prvi klimatski neutralan kontinent do 2050.<sup>44</sup> Ti ciljevi više nisu samo želja ili ambicija već su to obveze ugrađene u prvi europski propis o klimi, kojim se stvaraju prilike za inovacije, ulaganja i nova radna mjesta.<sup>45</sup>

#### 4.1. Pariški sporazum

Prvi konkretni globalni odgovor na problem klimatskih promjena napravljen je 2015. godine kada je sklopljen Pariški sporazum. Ovim sporazumom nastoji se zadržati povećanje prosječne globalne temperature na razini znatno nižoj od 2°C iznad razine u predindustrijskom razdoblju te ograničenje povišenja temperature na 1,5°C iznad razine u predindustrijskom razdoblju, prepoznajući da bi se time znatno smanjili rizici i utjecaji klimatskih promjena<sup>46</sup>. Sporazum je globalno prihvaćen i ima 194 države stranke<sup>47</sup>. To znači da su gotovo sve države svijeta stranke ovog sporazuma. Međutim, Sporazum ima jedan nedostatak. Njime nisu predviđene sankcije za države koje neće ispunjavati postavljene ciljeve.

Pitanje klimatskih promjena izaziva brojna neslaganja i podjele u svijetu. To je jasno vidljivo kroz stavove medijski

---

COM(2021) 550 final, Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>, str.1., 10.11.2022

<sup>44</sup> Ibid.

<sup>45</sup> Ibid.

<sup>46</sup> Članak 2. stavak 1. točka a. Pariškog sporazuma, Službeni list Europske unije, HR, 19.10.2016., L 282/5

<sup>47</sup> Paris Agreement - Status of ratification, <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>, 27.10.2022.



istaknutih osoba i političara. Najbolji primjer toga možemo vidjeti u potezu Sjedinjenih Američkih Država koje su pristupile Pariškom sporazumu pa su kasnije sa promjenom vlasti povukle svoj potpis da bi mu se sa novom promjenom vlasti ponovno pridružile.<sup>48</sup>

EU je postavila kratkoročne i dugoročne planove koje namjerava ispuniti. Kratkoročni plan je postavljen do 2030. godine i ključni ciljevi tog plana su smanjenje stakleničkih plinova, korištenje obnovljivih izvora energije u većoj količini i poboljšanja energetske učinkovitosti.<sup>49</sup> Predviđeni su i načini kako te ciljeve i ostvariti. Međutim, s vremenom je primijećeno da prvotno određene mjere neće biti dovoljne za ispunjenje ciljeva do predviđenog roka i da je potrebno povećati napore kako bi do 2030. godine cilj bio ispunjen. Dugoročni plan se odnosi na postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine kroz gospodarstvo s nula neto stakleničkih plinova.<sup>50</sup>

#### 4.2. Europski zeleni plan<sup>51</sup>

U ovom planu je sadržana strategija rasta kojom se EU želi preobraziti u prosperitetno i pravedno društvo s modernim,

---

<sup>48</sup> Antony J. Blinken, Secretary of state, The United States officially rejoins the Paris agreement, February 19. 2021. <https://www.state.gov/the-united-states-officially-rejoins-the-paris-agreement/>, 27.10.2022.

<sup>49</sup> 2030 climate & energy framework, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en), 7.11.2022.

<sup>50</sup> Dugoročna strategija do 2050., [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_hr](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_hr), 7.11.2022.

<sup>51</sup> Europski zeleni plan, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/green-deal/>, 7.11.2022.

resursno učinkovitim i konkurentnim gospodarstvom u kojem 2050. neće biti neto<sup>52</sup> stakleničkih plinova i u kojem gospodarski rast nije povezan s upotrebom prirodnih resursa.<sup>53</sup> A to sve uz pomak prema kružnom gospodarstvu povećanjem recikliranja i ponovne uporabe.<sup>54</sup> Klimatske promjene vjerojatno su najveći izazov s kojim se suočavamo, no ujedno nam pružaju mogućnost da osmislimo novi model gospodarstva koje će biti ekološki prihvatljivo. EU ima kolektivnu sposobnost promijeniti svoje društvo i gospodarstvo kako bi bili održiviji. Riječ je o procesu koji zahtijeva velika javna ulaganja i jača nastojanja da se privatni kapital usmjeri na djelovanje u području klime i okoliša uz nastojanje da se paralelno izbjegava ovisnost o neodrživim praksama. Ciljevi i ambicije ovog plana neće se ostvariti samostalnim djelovanjem država Europske unije jer su uzroci klimatskih promjena različiti i globalni, te se ne mogu smjestiti unutar nacionalnih granica. EU se može koristiti svojim utjecajem, stručnošću i financijskim sredstvima kako bi pridobio druge zemlje i partnere da se pridruže održivom putu.<sup>55</sup>

Plan ima više ciljeva, a za ovaj rad je najvažniji onaj koji se odnosi na promet, i posebno zrakoplovni sektor. Promet

---

<sup>52</sup> Nula neto emisija znači da će količine emisija koje će biti emitirane u atmosferu biti jednake količini emisija koje će biti uklonjene iz atmosfere.

<sup>53</sup> Komunikacija Komisije: Europski zeleni plan, COM(2019) 640 final, Bruxelles 11.12.2019., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52019DC0640&from=EN>, 8.11.2022.

<sup>54</sup> Georgios Amanatidis, Učinkovita uporaba resursa i kružno gospodarstvo, 09-2022, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/76/ucinkovita-uporaba-resursa-i-kruzno-gospodarstvo>, 8.11.2022.

<sup>55</sup> Ibid.

u EU proizvodi četvrtinu stakleničkih plinova te je taj udio i dalje u porastu. Kako bi se ispunio cilj klimatske neutralnosti do 2050. potrebno je tu količinu emisija smanjiti za čak 90%. Komisija je iznijela nekoliko prijedloga koje bi trebalo provesti u EU. Zračnim prijevoznicima trebalo bi smanjiti dodijeljene emisijske jedinice u okviru trgovanja emisijskim jedinicama EU-a. Također, trebalo bi povećati proizvodnju i upotrebu održivih alternativnih goriva za više vrsta prijevoza. Uz to Komisija će preispitati postojeće zakonodavstvo kako bi se ubrzalo uvođenje vozila s nultim i niskim emisijama.<sup>56</sup>

Kako bi se ti ciljevi mogli učinkovito provesti potrebno je da postanu pravno obvezujući. Radi toga je donesena Uredba 2021/1119 o uspostavi okvira za postizanje klimatske neutralnosti.<sup>57</sup>

#### 4.3. Uredba 2021/1119

Ova uredba je jedan od ključnih elemenata europskog zelenog plana jer osigurava da politička ambicija EU-a o postizanju klimatske neutralnosti do 2050. postane pravna obveza. Donošenjem te uredbe države članice obvezale su se da će do 2030. godine smanjiti neto emisije stakleničkih plinova

---

<sup>56</sup> Komunikacija Komisije, Europski zeleni plan, COM(2019), 640 final, Bruxelles 11.12.2019., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52019DC0640&from=EN>, 8.11.2022.

<sup>57</sup> Uredba (EU) 2021/1119 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. lipnja 2021. o uspostavi okvira za postizanje klimatske neutralnosti i o izmjeni uredaba (EZ) br. 401/2009 i (EU) 2018/1999 („Europski zakon o klimi“), Službeni list Europske unije, HR, 9.7.2021., L 243/1

za najmanje 55% u odnosu na razine iz 1990.<sup>58</sup> Uredbom je predviđeno da će Komisija svakih 5 godina ocjenjivati napredak svih država članica i dosljednost mjera Unije, počevši s 2023. godinom.<sup>59</sup> U ovoj uredbi nema definiranih mjera koje će Unija i države članice poduzeti već se samo određuje smjer u kojem se mora ići i krajnji cilj.<sup>60</sup> Svi budući nacrti, prijedlozi i mjere moraju biti u skladu s ciljevima klimatske neutralnosti propisanim u ovoj uredbi.

#### 4.4. „Spremni za 55%“

U srpnju 2021. godine Europska komisija je predstavila paket „Spremni za 55%“<sup>61</sup> kojeg čini niz prijedloga za reviziju zakonodavstva EU te za pokretanje novih inicijativa kako bi se osiguralo da politike EU-a budu u skladu s klimatskim ciljevima koje su dogovorili Vijeće i Europski parlament. Paket se sastoji od međusobno povezanih prijedloga kojima se zajedno žele ostvariti ciljevi koji su usmjereni na osiguravanje pravedne, konkurentne i zelene tranzicije do 2030. godine, ali i nakon toga.

---

<sup>58</sup> Cf. *ibid.*, čl. 1. i 4., str. 8, 10.

<sup>59</sup> Cf. *ibid.* čl. 6., str. 11, 12.

<sup>60</sup> The European Climate law explained, 12.10.2021., <http://www.stibbeblog.nl/all-blog-posts/environment-and-planning/the-european-climate-law-explained/>, 28.10.2022.

<sup>61</sup> Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija, Spremnost za 55 %: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti, COM(2021) 550 final, Bruxelles 14.7.2021.

Paket uključuje predloženo zakonodavstvo za sljedeća područja:<sup>62</sup>

- sustav EU-a za trgovanje emisijama stakleničkih plinova
- reviziju uredbe o raspodjeli tereta
- korištenje zemljišta i šumarstvo (LULUCF)
- infrastrukturu za alternativna goriva
- mehanizam za ugljičnu prilagodbu na granicama
- Socijalni fond za klimatsku politiku
- inicijative ReFuelEU Aviation i FuelEU Maritime
- standardne vrijednosti emisija CO<sub>2</sub> za automobile i kombije
- oporezivanje energije
- energiju iz obnovljivih izvora
- energetske učinkovitost

U fokusu ovog rada bit će četiri inicijative: sustav EU-a za trgovanje emisijama stakleničkih plinova, infrastruktura za alternativna goriva, ReFuelEU Aviation te inicijativa koja se odnosi na oporezivanje energije.

#### 4.4.1. Infrastruktura za alternativna goriva

Ranije je spomenuto da je potrebno smanjiti emisije stakleničkih plinova u prometnom sektoru EU za 90%. Za

---

<sup>62</sup> Spremni za 55%, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>, 28.10.2022.

postizanje tog cilja potrebno je omogućiti vozilima pristup potrebnim izvorima energije, neovisno da li su to punionice za električna vozila ili postaje s alternativnim gorivom.

Zakonodavni postupak izrade Uredbe o infrastrukturi za alternativna goriva je u tijeku. U prijedlogu Uredbe<sup>63</sup> utvrđuju se konkretni ciljevi za razvoj takve infrastrukture u državama članica u nadolazećim godinama. Glavni cilj prijedloga je osiguranje dostatne i javno dostupne infrastrukturne mreže za punjenje i opskrbu cestovnih vozila i plovila alternativnim gorivima.<sup>64</sup> Sekundarni cilj je osiguranje jednostavne uporabe te infrastrukture i postizanje funkcionalnosti tog sustava unutar EU.<sup>65</sup>

Nekoliko segmenata ove inicijative odnosi se na zračne luke. To je prije svega opskrba električnom energijom za sva zrakoplovna mjesta smještena pokraj terminala, što bi se trebalo provesti do 2025. godine, te opskrba električnom energijom za sva parkirna mjesta udaljena od terminala, što bi se trebalo napraviti do 2030. godine. Predviđeno je da se zračne luke s manje od 10 000 letova godišnje mogu izuzeti od ove obveze. Preostali dio inicijative odnosi se na traženje

---

<sup>63</sup> Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o uvođenju infrastrukture za alternativna goriva i stavljanju izvan snage Direktive 2014/94/EU Europskog parlamenta i Vijeća, COM(2021) 559 final, 2021/0223 (COD), Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0559>, 8.11.2022.

<sup>64</sup> Infografika - Spremnost za 55%: prema održivijem prometu, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-a-fir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/>, 28.10.2022.

<sup>65</sup> Paket „Spremnost za 55%“: Vijeće donijelo stajalište o trima tekstovima koji se odnose na prometni sektor, 2. lipnja 2022., <https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2022/06/02/fit-for-55-package-council-adopts-its-position-on-three-texts-relating-to-the-transport-sector/>, 8.11.2022.

alternativnog rješenja prema kojemu zrakoplovi u mirovanju ne bi trebali imati upaljen motor.<sup>66</sup>

Donošenjem ove Uredbe želi se poslati jasna i nedvosmisljena poruka svim građanima diljem Unije da će se postaviti dostatna i pristupačna infrastruktura za punjenje vozila.<sup>67</sup> EU ne želi da dođe ograničenja upotrebe vozila i plovila s nultim i niskim emisijama zbog tehničkih nedostataka kao što je manjak potrebne infrastrukture.

#### 4.4.2. REFuelEU Aviation<sup>68</sup>

Uredbom o osiguranju jednakih uvjeta za održivi zračni promet nastoji se povećati upotreba održivih goriva u zrakoplovima kako bi se smanjio njihov ekološki otisak.<sup>69</sup> Prijedlog uredbe<sup>70</sup> je gotov te se u skoro vrijeme očekuje njezino donošenje.<sup>71</sup>

Ovom inicijativom nastoji se povećati ponudu i potražnju za održivim zrakoplovnim gorivima, uključujući sintetička zrakoplovna goriva, uz osiguranje jednakih uvjeta na cijelom

---

<sup>66</sup> Infografika - Spremni za 55%, op. cit. (bilj. 64)

<sup>67</sup> Paket „Spremni za 55%“, op. cit. (bilj. 65)

<sup>68</sup> Inicijativa REFuelEU Aviation se odnosi na Uredbu o osiguranju jednakih uvjeta za održivi zračni promet.

<sup>69</sup> Infografika - Spremni za 55%: povećanje upotrebe zelenijih goriva u zrakoplovnom i pomorskom sektoru, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-refueleu-and-fueleu/>, 28.10.2022.

<sup>70</sup> Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o osiguranju jednakih uvjeta za održivi zračni prijevoz, COM(2021) 561 final, 2021/0205(COD), Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0561>, 8.11.2022.

<sup>71</sup> Infografika - Spremni za 55%, op. cit. (bilj. 69)

EU tržištu. Radi se o vrlo važnom prijedlogu čiji je cilj usmjeravanje zračnog prijevoza prema ostvarenju klimatskih ciljeva EU s obzirom na to da su održiva zrakoplovna goriva jedan od glavnih kratkoročnih i srednjoročnih pokretača dekarbonizacije zračnog prometa. Ovom uredbom bi se trebalo omogućiti prevladavanje situacije koja ometa njihov razvoj zbog slabe ponude i potražnje te cijena koje su znatno više od cijena fosilnih goriva.

Jedan od prijedloga je da opskrbljivači zrakoplovnih goriva osiguraju da sve dostupno gorivo operatorima zrakoplova od 2025. godine sadržava minimalni udio održivog zrakoplovnog goriva i od 2030. godine minimalni udio sintetičkih goriva s postupnim povećanjem tih udjela do 2050. godine. Zatim, svi zračni prijevoznici koji polijeću iz zračnih luka EU morat će upotrebljavati održiva zrakoplovna goriva i moći će puniti zrakoplove samo koliko je potrebno za dotični let kako bi se zbog dodatne težine uzrokovane viškom goriva izbjegavale dodatne emisije i kako ne bi izbjegli punjenje skupljim gorivom u odredišnoj zračnoj luci.<sup>72</sup>

Preostali prijedlozi uredbe se odnose na određena proširenja područja primjene uredbe, na mogućnosti izuzeća od odredaba o nošenju viška goriva u slučaju opravdanih poteškoća, na određene obveze izvješćivanja, na prikupljanje podataka, na

---

<sup>72</sup> Ibid.



pravila o nadležnim tijelima za osiguranje poštovanja te uredbe i pravila o kaznama.<sup>73</sup>

Ovom inicijativom žele se postići jednaki uvjeti za zrakoplovni sektor na razini EU kao i povećana proizvodnja i upotreba održivih goriva u zračnom prometu po konkurentnim cijenama. Želi se privući više ulaganja u taj sektor i potaknuti inovacije u sektoru održivog zračnog prometa. U konačnici želi se da zračni promet bude ekološki prihvatljiviji za stanovništvo EU.<sup>74</sup>

#### 4.4.3. Oporezivanje energije

Europska unija radi na reviziji direktive o oporezivanju energije.<sup>75</sup> Tom revizijom želi se osigurati oporezivanje goriva višim stopama kako bi se motiviralo proizvođače, korisnike i potrošače da biraju proizvode koji su prihvatljiviji za okoliš.<sup>76</sup> Novim pravilima predlaže se oporezivanje motornih goriva koja najviše zagađuju okoliš najvećim poreznim stopama. Porezna stopa za goriva za zrakoplove i plovila bi se tijekom razdoblja od 10 godina povećavala dok će se istovremeno na

---

<sup>73</sup> Paket „Spremni za 55%“: Vijeće donijelo stajalište o trima tekstovima koji se odnose na prometni sektor, 2. lipnja 2022., <https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2022/06/02/fit-for-55-package-council-adopts-its-position-on-three-texts-relating-to-the-transport-sector/>, 8.11.2022.

<sup>74</sup> Infografika – Spremni za 55%, op. cit. (bilj. 69)

<sup>75</sup> Direktiva Vijeća 2003/96/EZ od 27. listopada 2003. o restrukturiranju sustava Zajednice za oporezivanje energenata i električne energije, Službeni list Europske unije, HR, 31.10.2003., L 283/51

<sup>76</sup> Infografika – Spremni za 55%: kako EU planira revidirati oporezivanje energije, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-energy-taxation/>, 10.11.2022.

održiva goriva za zrakoplove i plovila primjenjivati nulta stopa kako bi se potaknula njihova upotreba.<sup>77</sup>

Trenutna je situacija da su cijene održivih goriva oko 2.5 puta više od cijene kerozina<sup>78</sup> i to predstavlja značajan porast troškova zrakoplovne industrije koji će se prelitati na korisnike.<sup>79</sup> Razlog za takve cijene održivih goriva je što su početni troškovi za pokretanje njihove proizvodnje jako veliki<sup>80</sup> i za sada se malo ulagača odlučilo na taj pothvat. Uz donošenje zakonskih akata koji će poticati njihovo korištenje<sup>81</sup> i uz davanje dostatnih poticaja, Europska unija i države članice mogu utjecati na povećanje proizvodnje te u konačnici na smanjenje cijena održivih zrakoplovnih goriva.<sup>82</sup>

S povećanjem stopa poreza na kerozin i rastom cijena emisijskih jedinica ugljika, razlika između kerozina i održivih goriva će se smanjivati. Kada se tome pridoda nulta stopa poreza na održiva goriva i očekivani porast proizvodnje

---

<sup>77</sup> Ibid.

<sup>78</sup> Sumit Singh, Guarav Joshi, 21 October 2022, How SAF Can Become Cost Competitive Against Conventional Fuel, <https://simpleflying.com/saf-cost-competitive-jet-fuel/>, 10.11.2022.

<sup>79</sup> Anmar Frangoul, 11 February 2022, Sustainable aviation fuel costs more but consumers will be willing to pay, IATA chief says, <https://www.cnbc.com/2022/02/11/sustainable-aviation-fuel-costs-more-but-consumers-willing-to-pay-iata.html>, 10.11.2022.

<sup>80</sup> The real cost of green aviation, <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/aerospace-defense/real-cost-of-green-aviation.html>, 10.11.2022.

<sup>81</sup> Anmar Frangoul, 11 February 2022, Sustainable aviation fuel costs more but consumers will be willing to pay, IATA chief says, <https://www.cnbc.com/2022/02/11/sustainable-aviation-fuel-costs-more-but-consumers-willing-to-pay-iata.html>, 10.11.2022.

<sup>82</sup> Incentives Needed to Increase SAF Production, 21 June 2022, <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-06-21-02/>, 10.11.2022.

dolazi se do zaključka da neće biti više toliko značajne razlike u cijeni između ovih goriva.

## 5. Održiva zrakoplovna goriva

IPCC-ovo<sup>83</sup> izvješće pokazuje da trenutno nismo napravili dovoljno kako bismo zaustavili povišenje temperature za 1.5°C do kraja stoljeća.<sup>84</sup> Posljednjih desetljeća vidljiv je mali napredak u smanjenju emisija i još uvijek su potrebne velike promjene u svim sektorima gospodarstva. Smanjenje emisija u zrakoplovnom sektoru predstavlja izazov jer nije bilo odgovarajućih zamjena za gorivo koje se koristi, a svaka tehnološka promjena zrakoplova zahtijeva mnogo vremena za implementaciju. Potrebne su godine za istraživanje i razvoj, a zatim i testiranje inovacija prije nego dođe do komercijalnog korištenja novih tehnologija. Dosadašnja nastojanja poboljšanja učinkovitosti u zračnim operacijama imaju ograničen potencijal za smanjenje razina štetnih emisija, a zrakoplovi s niskim razinama ugljika još nisu razvijeni.<sup>85</sup> Smanjenje CO<sub>2</sub> emisija temelji se na „Strategiji 4 stupa“ koja su tehnologija dizajna, alternativna goriva, promjene u

---

<sup>83</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change; (Međuvladin panel o klimatskim promjenama). Tijelo Ujedinjenih naroda osnovano 1988. godine čiji je cilj davanje redovitih znanstvenih procjena o klimatskim promjenama, njihovim učincima i budućim rizicima te mogućnostima prilagodbe i ublažavanja.

<sup>84</sup> ICAO, 2022. Environmental report, <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ICAO%20ENV%20Report%202022%20F4.pdf>, str. 182.

<sup>85</sup> Ibid.

zračnim operacijama i infrastrukturi te ekonomske mjere.<sup>86</sup> Među njima održiva zrakoplovna goriva pokazuju najveći potencijal i tehnološku razinu spremnosti jer ih je moguće koristiti trenutno. Također, ona imaju visoki potencijal da podrže smanjenje emisija predviđenih kratkoročnim i srednjoročnim scenarijima kao i prilikom porasta potražnje za zračnim prometom putnika i robe.<sup>87</sup>

### 5.1. Što su održiva zrakoplovna goriva?

Održiva zrakoplovna goriva je termin koji koristi zrakoplovni sektor za označavanje nekonvencionalnih<sup>88</sup> zrakoplovnih goriva. U praksi se koriste još neki pojmovi, ali svi zapravo imaju isto značenje.<sup>89</sup> Biogoriva se obično odnose na goriva koja su dobivena iz bioloških izvora (biljnog ili životinjskog podrijetla). Međutim, trenutna tehnologija omogućava proizvodnju goriva i iz drugih, ne bioloških izvora pa je zato ovaj pojam najprikladniji za upotrebu.

Za održiva zrakoplovna goriva važna su tri ključna elementa:

a) održivost, b) sirovina alternativna sirovoj nafti i c) gorivo. Održivost se u ovom kontekstu odnosi na izvore koji se mogu opetovano koristiti u skladu sa ekonomskim, socijalnim i okolišnim ciljevima čuvajući ekološku ravnotežu na način da se

---

<sup>86</sup> Aishwarya Dhara and Jeyan Muruga Lal 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 889 012068, str. 4.

<sup>87</sup> ICAO, 2022. Environmental report, <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ICAO%20ENV%20Report%202022%20F4.pdf>, str. 184.

<sup>88</sup> Goriva koja nisu proizvedena iz sirove nafte.

<sup>89</sup> Alternativno gorivo, održivo alternativno gorivo, obnovljivo zrakoplovno gorivo, bio-zrakoplovno gorivo.

izbjegne iskorištavanje prirodnih resursa.<sup>90</sup> Sirovine za proizvodnju goriva moraju biti alternativne naspram sirove nafte, a element goriva podrazumijeva da održivo zrakoplovno gorivo mora ispunjavati tehničke i certifikacijske kriterije za upotrebu u komercijalnim zrakoplovima.<sup>91</sup> Zahtjev da održiva goriva moraju imati iste karakteristike kao i konvencionalna goriva koja će zamijeniti je nužan iz razloga što proizvođači zrakoplova ne moraju raditi nikakve preinake ni na motorima ni na letjelicama kao i to da dobavljači goriva i zračne luke ne moraju mijenjati postojeću infrastrukturu za transport i dostavu goriva jer su ta goriva kompatibilna sa postojećim sustavima.<sup>92</sup> Trenutno je industrija koncentrirana na proizvodnju SAF-a kao „drop-in“ goriva kao zamjene za konvencionalna goriva. „Drop-in“ goriva su takva goriva koja se miješaju sa postojećim gorivom u određenom omjeru. Takva karakteristika predstavlja veliki zahtjev za zrakoplovnu industriju i svaki SAF koji ne ispunjava taj kriterij bi mogao predstavljati sigurnosni problem povezan sa nepravilnim rukovanjem, a uz to zahtijevao bi i paralelnu infrastrukturu u zračnim lukama što znači dodatne troškove i rizike.<sup>93</sup> Održiva zrakoplovna goriva imaju važnost za zrakoplovnu industriju

---

<sup>90</sup> IATA Fact Sheet - What is SAF?, <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>, str. 1., 3.11.2022.

<sup>91</sup> Ibid.

<sup>92</sup> IATA Fact Sheet 2 - Sustainable Aviation Fuel: Technical Certification, <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-technical-certifications.pdf>, str. 1., 3.11.2022.

<sup>93</sup> Ibid.

zbog koristi koju mogu pružiti u smanjenju emisija stakleničkih plinova.

Zrakoplovi prometuju po cijelom svijetu i zbog toga su primorani puniti svoje spremnike u zračnim lukama u kojima se nađu. Kako bi se osiguralo da je SAF siguran za upotrebu, potrebno je da gorivo u svakoj zračnoj luci bude certificirano. Zbog toga postoji sustav međunarodno priznatih certifikata. Najznačajniji standardi su oni ASTM-a<sup>94</sup> i UK Defence Standardization.<sup>95</sup> Goriva koja ispunjavaju kriterije certificiranja su adekvatna za korištenje u zrakoplovima. Standardi propisani za održiva zrakoplovna goriva se nalaze pod certifikatom ASTM D7566.<sup>96</sup> Oni propisuju koja se tehnologija pod određenim okolnostima može koristiti za proizvodnju licenciranog SAF-a. Održiva zrakoplovna goriva se proizvode u biorafinerijama i potom se miješaju sa standardnim gorivom do najviše dozvoljene razine. Nakon toga dobivaju certifikacijsku oznaku ASTM D1655 koju ima standardni kerozin i kao takva su onda spremna za korištenje.<sup>97</sup> Cilj je da se s vremenom poveća trenutna najviša dozvoljena razina miješanja i do 100%.

---

<sup>94</sup> American Society for Testing Materials. Jedna od najvećih svjetskih organizacija za razvoj međunarodnih certifikata. Osnovana je 1988. i nastoji svima omogućiti da imaju povjerenja u stvari koje kupuju i koriste. Svake godine objave preko 12 tisuća novih certifikata.

<sup>95</sup> Organizacija Ujedinjenog Kraljevstva koja testira i objavljuje certifikate za različite proizvode koji su međunarodno priznati i korišteni.

<sup>96</sup> IATA Fact Sheet 2 - Sustainable Aviation Fuel: Technical Certification, <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-technical-certifications.pdf>, str. 1., 3.11.2022.

<sup>97</sup> Ibid.

Tablica 1. Svi trenutno odobreni načini proizvodnje održivog zrakoplovnog goriva<sup>98</sup>

<b>ASTM reference</b>	<b>Conversion process</b>	<b>Abbreviation</b>	<b>Possible Feedstocks</b>	<b>Blending ratio by volume</b>	<b>Commercialization proposals / Projects</b>
ASTM D7566 Annex 1	Fischer-Tropsch hydroprocessed synthesized paraffinic kerosene	FT	Coal, natural gas, biomass	50%	Fulcrum Bioenergy, Red Rock Biofuels, SG Preston, Kaidi, Sasol, Shell, Syntroleum
ASTM D7566 Annex 2	Synthesized paraffinic kerosene from hydroprocessed esters and fatty acids	HEFA	Bio-oils, animal fat, recycled oils	50%	World Energy, Honeywell UOP, Neste Oil, Dynamic Fuels, EERC
ASTM D7566 Annex 3	Synthesized iso-paraffins from hydroprocessed fermented sugars	SIP	Biomass used for sugar production	10%	Amyris, Total
ASTM D7566 Annex 4	Synthesized kerosene with aromatics derived by alkylation of light aromatics from non-petroleum sources	FT-SKA	Coal, natural gas, biomass	50%	Sasol
ASTM D7566 Annex 5	Alcohol to jet synthetic paraffinic kerosene	ATJ-SPK	Biomass from ethanol or isobutanol production	50%	Gevo, Cobalt, Honeywell UOP, Lanzatech, Swedish Biofuels, Byogy

<sup>98</sup> Conversion processes, <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/Conversion-processes.aspx>, 30.10.2022.

ASTM D7566 Annex 6	Catalytic hydrothermolysis jet fuel	CHJ	Triglycerides such as soybean oil, jatropha oil, camelina oil, carinata oil, and tung oil	50%	Applied Research Associates (ARA)
ASTM D7566 Annex 7	Synthesized paraffinic kerosene from hydrocarbon-hydroprocessed esters and fatty acids	HC-HEFA-SPK	Algae	10%	IHI Corporation
ASTM D1655 Annex A1	co-hydroprocessing of esters and fatty acids in a conventional petroleum refinery	co-processed HEFA	Fats, oils, and greases (FOG) co-processed with petroleum	5%	
ASTM D1655 Annex A1	co-hydroprocessing of Fischer-Tropsch hydrocarbons in a conventional petroleum refinery	co-processed FT	Fischer-Tropsch hydrocarbons co-processed with petroleum	5%	Fulcrum

## 5.2. Održivost goriva

Obilježje održivosti može se najjednostavnije definirati kao zadovoljenje sadašnjih potreba bez da se ugroze buduće potrebe.<sup>99</sup> Certifikacijski standardi za zrakoplovna goriva ne osiguravaju da su goriva održiva, oni samo pokazuju da goriva

<sup>99</sup> Monika Karnis, Liping Fang, Michele Bristow: Evaluating Actions Towards Sustainable Aviation, 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, str. 592.



ispunjavaju određene karakteristike potrebne za sigurno korištenje u zrakoplovima. Za dobivanje cjelovitog odgovora trebamo promatrati životni ciklus održivih goriva i tek onda možemo vidjeti koliko je neko gorivo održivo. Naime, prilikom njihove proizvodnje i transporta dolazi do stvaranja emisija ugljika, što je također čimbenik koji treba uzeti u obzir prilikom procjene održivosti goriva. Količina emisija koja nastaje u tijeku proizvodnje ovisi o sirovini iz koje se gorivo dobiva, proizvodnoj metodi koja se koristi, i transportnim vozilima koja se koriste za dostavu tih goriva do zračnih luka. Biogoriva prve generacije ne bi trebalo upotrebljavati jer se ona temelje na kulturama za proizvodnju hrane i hrane za životinje. Postoje rizici da dodatna potražnja za takvim gorivom poveća pritisak na zemljišta što može dovesti do proširenja poljoprivrednih zemljišta na područja s velikim zalihama ugljika, kao što su šume, močvarna zemljišta i tresetišta, a što uzrokuje dodatne emisije stakleničkih plinova. Stoga ne bi trebalo težiti načinima proizvodnje biogoriva iz tih izvora.<sup>100</sup>

Biljke trebaju ugljični dioksid za svoj rast, a količina koju one trebaju otprilike je jednaka količini koja nastaje izgaranjem goriva dobivenog iz tih biljaka. Takva zrakoplovna goriva bila bi gotovo ugljični neutralna, ali s obzirom da CO<sub>2</sub>

---

<sup>100</sup> Prijedlog uredbe Europskog parlamenta i vijeća o osiguravanju jednakih uvjeta za održivi zračni prijevoz, COM(2021) 561 final, 2021/0205(COD), Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0561>, str. 3., 10.11.2022.

nastaje i prilikom njihove proizvodnje možemo govoriti o ukupnom smanjenju do 80% (u nekim slučajevima) naspram fosilnih goriva.<sup>101</sup> Nadalje, takva goriva sadrže i manje nečistoća (npr. sumpor) što rezultira smanjenjem drugih emisija koje trenutna tehnologija ne može toliko smanjiti.<sup>102</sup>

Što se proizvodnje tih goriva tiče ona nisu kao fosilna goriva vezana za bušotine već je rafinerije za njihovu proizvodnju moguće napraviti na mjestima širom svijeta koja bi bila najpogodnija.<sup>103</sup> Biorafinerije se mogu napraviti na mjestima koja su dobro prometno povezana, koja imaju povoljne uvjete za proizvodnju sirovina, koja se nalaze u blizini velikih zračnih ili pomorskih luka kojima su potrebne velike količine goriva.<sup>104</sup> Za odabir lokacije važna je i geografska lokacija zato što je u proizvodnji moguće koristiti obnovljive izvore energije pa je stoga potrebno odabrati lokaciju koja ima najbolje vremenske uvjete.

### 5.3. Sirovine

Sirovine za proizvodnju održivih zrakoplovnih goriva imaju jako važnu ulogu u daljnjem razvoju i upotrebi tih goriva jer

---

<sup>101</sup> IATA Fact Sheet - What is SAF?, <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>, str. 1, 2., 3.11.2022.

<sup>102</sup> Ibid.

<sup>103</sup> Cf. *ibid.*, str. 3.

<sup>104</sup> Daniel Martinez Garbuno, Panama Looks To Develop SAF With New Biorefinery Plant, 18. May 2022., <https://simpleflying.com/panama-saf-plant/>, 6.11.2022.

bez njih neće biti moguće proizvesti količine koje će biti potrebne u budućnosti za zadovoljenje potražnje. Za sada se razlikuje nekoliko generacija sirovina. Prva generacija sirovina više nije opcija za proizvodnju goriva jer koristi biljke koje se koriste za proizvodnju hrane i hrane za životinje. To su bile npr. kukuruz, žitarice, šećerna repa, uljana repica, palmino i sojino ulje.<sup>105</sup>

Druga generacija sirovina za proizvodnju biogoriva su biljke ili dijelovi biljaka koji nisu jestivi i time nisu prepreka proizvodnji hrane. Ovoj skupini pripadaju i otpadci od hrane kao i korištena jestiva ulja.<sup>106</sup> Postoje i određene biljke koje rastu na mjestima koja nisu pogodna za proizvodnju hrane, a mogu se koristiti kao sirovina za održiva goriva.

Trećoj generaciji pripadaju sirovi materijali kao što je slama, otpadno drvo i piljevina. Ovdje pripadaju i alge koje imaju veliki potencijal zbog boljih svojstava od biljaka, ali i zbog činjenice da ih većina raste u slanoj vodi.<sup>107</sup>

Još jedan izvor za proizvodnju SAF-a je komunalni otpad. Kada se SAF proizvodi iz komunalnog otpada postiže se dvostruki pozitivni učinak na okoliš. Jedan je da se ne koristi fosilno gorivo, a drugi je da taj otpad neće biti ostavljen da trune i time neće doći stvaranja drugih štetnih

---

<sup>105</sup> Chris Hutchinson, SAF: Which feedstocks can be used for sustainable aviation fuels?, 7 March 2022., <https://www.haltermann-carless.com/blog/saf-feedstocks-for-sustainable-aviation-fuels>, 31.10.2022.

<sup>106</sup> Ibid.

<sup>107</sup> Ibid.

plinova, kao što je metan, primjerice.<sup>108</sup> Za Sjedinjene Američke Države se procjenjuje da bi se na godišnjoj razini moglo održivo skupiti 1 milijarda tona suhe biomase što bi bilo dovoljno za proizvodnju 50-60 milijardi galona biogoriva.<sup>109</sup>

Način proizvodnje koji omogućuje najveće uštede emisija jest pomoću električne energije iz obnovljivih izvora (voda, sunce, vjetar) i ugljika uhvaćenog direktno iz zraka.<sup>110</sup> U tom smislu sintetička goriva imaju najveći potencijal za dekarbonizaciju od svih održivih zrakoplovnih goriva. U usporedbi s ostalim održivim zrakoplovnim gorivima njihov proizvodni proces je vrlo učinkovit. Upotrebom nekoliko metoda dobije se vosak koji se tada može nadograditi u različita goriva i miješati sa postojećim gorivima.<sup>111</sup>

#### 5.4. Važnost upotrebe SAF-a

Na globalnoj razini 2019. godine zrakoplovni sektor bio je odgovoran za "proizvodnju" 915 milijuna tona ugljikovog

---

<sup>108</sup> IATA Fact Sheet - What is SAF?, <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>, str. 1., 3.11.2022.

<sup>109</sup> Sustainable aviation fuels, Bioenergy technologies office, <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/sustainable-aviation-fuels>, 31.10.2022.

<sup>110</sup> What is eSAF?, December 2021., <https://www.bp.com/en/global/air-bp/news-and-views/views/what-is-esaf.html>, 31.10.2022.

<sup>111</sup> Ibid.

dioksida.<sup>112</sup> Iako to u postotcima iznosi samo oko 2% ukupne količine proizvedenog ugljikovog dioksida, to je velika količina. Kako bi se počelo sa znatnim smanjenjem potrebno je početi koristiti održiva zrakoplovna goriva u što većoj količini. Ona omogućuju potrebno smanjenje emisija u najkraćem roku dok ne dođe do otkrića nekih novih, učinkovitijih metoda smanjenja. Uz to što omogućuju smanjenje emisija CO<sub>2</sub> ona ujedno emitiraju manje drugih štetnih plinova i sadrže manje nečistoća u odnosu na konvencionalno gorivo. Sintetička zrakoplovna goriva mogu ostvariti uštedu u emisijama od 85% pa čak do 100% u usporedbi s fosilnim zrakoplovnim gorivom.

Osim toga, proizvodnja održivih zrakoplovnih goriva će dovesti do otvaranja novih radnih mjesta<sup>113</sup> koja će biti potrebna u svim sektorima - od proizvodnje sirovina pa do proizvodnje samih goriva.

### 5.5. Vodikova goriva

Jedna od alternativa postojećem konvencionalnom gorivu jest tekući vodik. Vodik je najrašireniji kemijski element u svemiru,<sup>114</sup> a u tekućem stanju sadrži 2.5 puta više energije po

---

<sup>112</sup> ICAO, 2022. Environmental report, <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ICAO%20ENV%20Report%202022%20F4.pdf>, str. 187.

<sup>113</sup> Prijedlog uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o osiguranju jednakih uvjeta za održivi zračni prijevoz, COM(2021) 561 final, 2021/0205 (COD), Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0561>, str. 10., 10.11.2022.

<sup>114</sup> Vodik, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=65137>, 2.11.2022.

kilogramu od kerozina.<sup>115</sup> Prilikom sagorijevanja nastaje vodena para kao emisija stoga što vodik ne sadrži ugljik u svom sastavu, a proizvodi i 90% manje dušikovih oksida naspram kerozina te ne stvara sitne čestice i čađu koji inače nastaju prilikom sagorijevanja goriva u motoru. Mana mu je što treba više prostora za skladištenje. U usporedbi s kerozinom, za isti let potrebno mu je oko 4 puta više prostora za skladištenje.<sup>116</sup> Iz perspektive zaštite okoliša i energije dobivene iz goriva vodik ima obilan potencijal. S obzirom na karakteristike i tehničke mogućnosti, vodik kao gorivo za zrakoplove bi se mogao upotrijebiti za dekarbonizaciju letova na dugim relacijama, dok bi se za kraće relacije mogle koristiti letjelice na električni pogon.<sup>117</sup>

Vodik se u prirodi najviše nalazi u plinovitom stanju. Kao gorivo u prometu koristi se u tekućem stanju,<sup>118</sup> a postojeća metoda skladištenja tekućeg vodika je u nisko temperaturnim (kriogenim) spremnicima.<sup>119</sup> Hlađenjem na  $-253^{\circ}\text{C}$  vodik prelazi u tekuće stanje.<sup>120</sup> Da bi počelo komercijalno korištenje zrakoplova na vodikov pogon potrebne su infrastrukturne

---

<sup>115</sup> IATA Fact Sheet 7: Liquid hydrogen as a potential low-carbon fuel for aviation, [https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact\\_sheet7-hydrogen-fact-sheet\\_072020.pdf](https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact_sheet7-hydrogen-fact-sheet_072020.pdf), str. 3., 4.11.2022.

<sup>116</sup> Ibid.

<sup>117</sup> Cf. ibid. str. 7.

<sup>118</sup> Andrej Bekavac, Alternativni pogonski sustavi zrakoplova, diplomski rad, 2021. godine, str. 5.

<sup>119</sup> Bernard Franković et al. Istraživanja i razvoj tehnologije vodika, Tehnički fakultet sveučilišta u Rijeci, str. 3.

<sup>120</sup> IATA Fact Sheet 7: Liquid hydrogen as a potential low-carbon fuel for aviation, [https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact\\_sheet7-hydrogen-fact-sheet\\_072020.pdf](https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact_sheet7-hydrogen-fact-sheet_072020.pdf), str. 7., 4.11.2022.

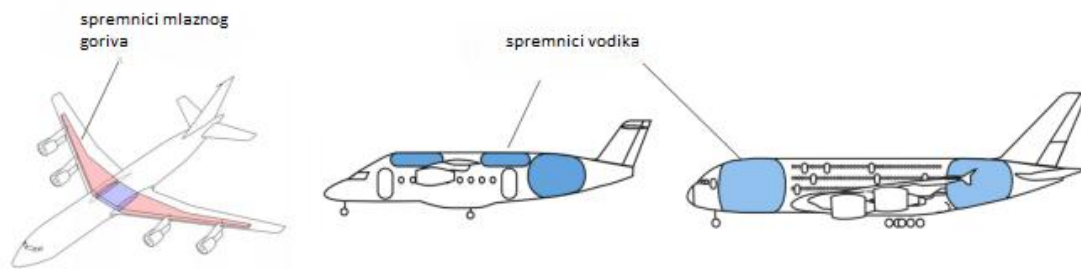
promjene. Zrakoplovi bi se morali izmijeniti kako bi se u njih ugradili spremnici koji zauzimaju značajno više prostora od sadašnjih s time da se mora promijeniti i sam dizajn zrakoplova jer bi ti spremnici zbog operativnih potreba i sigurnosti trebali biti u gornjem dijelu zrakoplova,<sup>121</sup> a ne u krilima kao što su sadašnji. Zatim bi trebalo razviti nove motore koji mogu koristiti vodik kao gorivo. Sav taj proces treba proći postupak testiranja i dobivanja dozvola.<sup>122</sup> Za cijeli proces potrebno je određeno vrijeme uz velika ulaganja. ICAO propisuje međunarodne standarde i preporučene prakse za sigurnost, a nacionalna tijela izdaju potvrde proizvođačima i operaterima. Za nove zrakoplove koji će se pogoniti na alternativna goriva biti će potrebni certifikati za dizajn zrakoplova. „Oni će uključivati potvrde o sigurnosti pri velikim brzinama, o valjanosti spremnika za gorivo zbog novog dizajna i različitih materijala od kojih će biti izrađeni u odnosu na trenutne.“<sup>123</sup>

---

<sup>121</sup> Phillip J. Ansell: Hydrogen-Electric Aircraft Technologies and Integration, IEEE Electrification Magazine / JUNE 2022, str. 12.

<sup>122</sup> Waypoint 2050: An air transport action group project, summary, second edition, September 2021., [https://aviationbenefits.org/media/167418/w2050\\_v2021\\_27sept\\_summary.pdf](https://aviationbenefits.org/media/167418/w2050_v2021_27sept_summary.pdf), str. 10.

<sup>123</sup> Andrej Bekavac, Alternativni pogonski sustavi zrakoplova, diplomski rad, 2021. godine, str. 39.



Slika 2. Moguće pozicije spremnika vodika<sup>124</sup>

## 5.6. Alternativna rješenja za očuvanje okoliša - električne letjelice

Upotreba električne energije u prometu bit će jako važna u budućnosti. Različiti modeli, produljene potpore za kupnju i nulte vrijednosti CO<sub>2</sub> emisija razlog su zašto u cestovnom prometu trenutno postoji velika potražnja za električnim vozilima. Kod cestovnih vozila je uvođenje potrebnih promjena ipak lakše provesti nego kod zrakoplova zbog više razloga. Problem smanjenog dometa takvih vozila jednostavno je riješiti pomoću izgradnje dodatnih punionica za ta vozila. Za cestovna vozila nije potrebna tolika količina energije za rad motora koliko treba zrakoplovima. Relativno je jednostavno i jeftino obavljati različita testiranja u cestovnom prometu za razliku od zrakoplova, a i cijena proizvodnje vozila za cestovni promet je puno manja naspram zrakoplova. Usprkos izazovima koji postoje za električne zrakoplove pojedini proizvođači i grupacije su ustrajni da razviju takve letjelice koje će

<sup>124</sup> Ibid.



prometovati u doglednoj budućnosti. Prototipovi prvih električnih zrakoplova su najavljeni proteklih godina dok je prvi let električnog zrakoplova obavljen prije nekoliko tjedana - krajem rujna u SAD-u je potpuno električni zrakoplov obavio svoj prvi let.<sup>125</sup> Let je trajao samo 8 minuta, ali je obavljen bez problema. Zrakoplov može primiti 9 putnika i 2 pilota te ima domet od oko 1000 kilometara.<sup>126</sup> Zrakoplov pogoni preko 21 500 baterija koje zajedno teže više od 4 tone.<sup>127</sup>

Zrakoplovi zahtijevaju jako puno snage za svoj rad pogotovo prilikom polijetanja. Električni zrakoplovi tu snagu mogu dobiti samo iz baterija, a sadašnja tehnološka postignuća ne omogućavaju dobivanje potrebne količine energije za zrakoplove koji prometuju na dugim relacijama.<sup>128</sup> Nemoguće je napraviti zrakoplove veličine Boeing-a koji bi bili pogonjeni na baterije jer bi baterije za zrakoplov te veličine bile preteške.<sup>129</sup>

---

<sup>125</sup> Dominic Gates, First all-new, electric commuter airplane takes flight at Moses Lake, 27 September 2022., <https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/first-u-s-all-electric-airplane-takes-flight-at-moses-lake/>, 2.11.2022.

<sup>126</sup> Thomas Nilsen, Electric aviation ready for take-off in Norway by 2030, report says, 8 March 2020., <https://thebarentsobserver.com/en/travel/2020/03/electric-aviation-should-be-ready-take-norway-2030>, 2.11.2022.

<sup>127</sup> Dominic Gates, First all-new, electric commuter airplane takes flight at Moses Lake, 27 September 2022., <https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/first-u-s-all-electric-airplane-takes-flight-at-moses-lake/>, 2.11.2022.

<sup>128</sup> 2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE), Nouman Uddin et al., Sizing and Mission Analysis of Multirole Short-Haul All-Electric Seaplane for Sustainable Aviation, str. 1.

<sup>129</sup> Dominic Gates, First all-new, electric commuter airplane takes flight at Moses Lake, 27 September 2022., <https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/first-u-s-all-electric-airplane-takes-flight-at-moses-lake/>, 2.11.2022.

Hidroavioni su dobar primjer gdje bi se u potpunosti mogla provesti elektrifikacija letjelica s obzirom na njihove karakteristike i potrebe, a trenutna tehnološka dostignuća to omogućuju.<sup>130</sup> Iako je njihov ugljični otisak malen u usporedbi s ostalim zrakoplovima postoji realna i lako izvediva alternativa koja može omogućiti održivo letenje te grane zrakoplovstva.<sup>131</sup>

EASA je 2020. godine certificirala prvi mali potpuno električni zrakoplov.<sup>132</sup> Riječ je o letjelici sa dva sjedala prvenstveno namijenjenoj za trening pilota. Licenciranjem ovog zrakoplova učinjen je prvi korak prema komercijalnoj upotrebi električnih zrakoplova.<sup>133</sup>

S obzirom na izazove koje predstavlja upotreba električnih zrakoplova nije realno očekivati da će oni značajno doprinijeti smanjenju emisija ugljika u vremenskom periodu do 2050. godine. Oni svakako jesu alternativa međutim izgledno je da će se naći u komercijalnoj upotrebi tek kroz 10 do 15 godina.

---

<sup>130</sup> 2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE), Nouman Uddin et al., Sizing and Mission Analysis of Multirole Short-Haul All-Electric Seaplane for Sustainable Aviation, str. 1.

<sup>131</sup> Cf. ibid. str. 5.

<sup>132</sup> EASA certifies electric aircraft, first type certification for fully electric plane world-wide, 10 June 2020., <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-certifies-electric-aircraft-first-type-certification-fully>, 3.11.2022.

<sup>133</sup> Ibid.

## 6. Ostali pristupi problemu klimatskih promjena

U ovom poglavlju spomenut ću još neke programe važnih sudionika zrakoplovnoga sektora. Najvažnija organizacija u ovom području svakako jest organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva (ICAO). To je specijalizirana agencija Ujedinjenih naroda čiji je glavni cilj da „razvija načela i tehnike međunarodne zračne plovidbe i potiče planiranje i razvoj međunarodnog zračnog prometa“.<sup>134</sup> Uz ICAO, važna za spomenuti je međunarodna udruga za zračni prijevoz (IATA)<sup>135</sup> koja je nevladina organizacija međunarodnog zračnog prometa koje su članovi izabrani zračni prijevoznici iz cijelog svijeta.<sup>136</sup> Za zrakoplovni sektor važna je i Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost (EASA)<sup>137</sup> koja je agencija Europske unije odgovorna za osiguravanje sigurnosti i zaštite okoliša u Europi. Nakon njih dotaknut ću se i pristupa koji prema ovom problemu imaju Sjedinjene Američke Države i Kina.

### 6.1. ICAO, IATA i EASA

ICAO ima viziju postići održiv rast globalnog civilnog zrakoplovstva. Da bi se postigla održivost ovoga sektora

---

<sup>134</sup> Radionov, N. et al, *Europsko prometno pravo*, Zagreb, Pravni fakultet u Zagrebu, 2011., str. 343.

<sup>135</sup> International Air Transport Association (Međunarodna udruga za zračni prijevoz). Osnovana je 1945. godine i njezin je cilj predstavljati, voditi i služiti zrakoplovnoj industriji. Trenutno ima preko 290 prijevoznika članova iz 120 država. Zajedničkim radom žele doprinijeti sigurnom i održivom rastu zrakoplovnog sektora.

<sup>136</sup> Radionov, N. et al, *Europsko prometno pravo*, Zagreb, Pravni fakultet u Zagrebu, 2011., str. 344.

<sup>137</sup> European Union Aviation Safety Agency (Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost). Osnovana je 2002. godine i odgovorna je za osiguravanje sigurnosti i zaštite okoliša u zračnom prometu u Europi.

potrebno je smanjiti emitirane emisije na razine koje će omogućiti ispunjenje cilja iz Pariškog sporazuma. Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC) je izvijestio u izvješću za 2021. godinu da klimatske promjene rastu alarmantnom brzinom.<sup>138</sup> ICAO ima nekoliko mjera kojima nastoji smanjiti količine emisija iz zrakoplova. Te mjere su održiva zrakoplovna goriva, tehnološke inovacije zrakoplova, upravljanje zrakoplovnim operacijama i CORSIA.<sup>139</sup> Tijekom posljednjeg desetljeća ICAO je promovirao najbolje prakse i smjernice usklađene sa znanstvenim stajalištem kako bi se osigurala prilagodba i otpornost međunarodnog zrakoplovnog sustava.<sup>140</sup>

Osim ICAO-a i IATA se bavi problemom stakleničkih plinova i zaštitom okoliša. Svjesni problema koji uzrokuju staklenički plinovi 2021. godine je usvojena rezolucija kojom su se zračni prijevoznici - članovi obvezali na nula neto ugljikovih emisija od njihovih operacija do 2050. godine. Time će biti u skladu s ciljem postavljenim u Pariškom sporazumu.<sup>141</sup> IATA se također zalaže za upotrebu održivih zrakoplovnih goriva jer su svjesni važnosti koju ona imaju za postizanje ciljeva smanjenja emisija. IATA je pokrenula dobrovoljni program nadoknade emisija koji je sličan CORSIA-i. Oba programa rade

---

<sup>138</sup> ICAO, 2022. Environmental report, <https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ICAO%20ENV%20Report%202022%20F4.pdf>, str. 4

<sup>139</sup> Cf. *ibid.* 179.

<sup>140</sup> Cf. *ibid.* 261.

<sup>141</sup> Our commitment to fly net zero by 2050., <https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/>, 29.10.2022.

na istom načelu nadoknade emisija. U IATA-i su uvidjeli da se trenutno ne mogu provesti letovi na dugim relacijama s niskom razinom emisija<sup>142</sup> pa su pokrenuli ovaj program kojeg do sada primjenjuje oko 40 prijevoznika članova udruženja.<sup>143</sup>

EASA-in pristup zaštiti okoliša jednak je politici koju provode institucije Europske unije. Prema tome, EASA-ini ciljevi zaštite okoliša temelje se na europskom zelenom planu. U izvješću o okolišu europskog zrakoplovstva iz 2022.<sup>144</sup> navedene su određene preporuke za osiguranje dugoročne održivosti ove industrije. Oni preporučuju podupiranje europskih ciljeva zaštite okoliša, integriranje učinkovitih mjera zaštite okoliša u europski sustav upravljanja zračnim prometom, korištenje održivih zrakoplovnih goriva, daljnje istraživanje u metode smanjenja utjecaja na klimu i okoliš, poticanje tehnoloških inovacija.<sup>145</sup> Kroz tehničku podršku Europskoj komisiji i državama članicama EASA dostavlja informacije za provođenje zakonodavnih rasprava i odluka.<sup>146</sup>

---

<sup>142</sup> Enabling voluntary carbon offsetting, <https://www.iata.org/en/programs/environment/carbon-offset/>, 29.10.2022.

<sup>143</sup> IATA: Aviation Carbon Offsetting, Guidelines for voluntary programs, version III, April 2022., str. 3, 4.

<sup>144</sup> IZVJEŠĆE O OKOLIŠU EUROPSKOG ZRAKOPLOVSTVA 2022: Izvršni sažetak i preporuke, [https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2022-09/EnvironmentalReport\\_EASA\\_summary\\_HR\\_14.pdf](https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2022-09/EnvironmentalReport_EASA_summary_HR_14.pdf), 8.11.2022.

<sup>145</sup> Cf. *ibid.* str. 18-22

<sup>146</sup> Policy support & research, <https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/policy-support-and-research>, 29.10.2022,

## 6.2. Sjedinjene Američke Države i Kina

Usprkos političkim previranjima oko klimatskih promjena SAD podržava program i napore ICAO-a te razmatra opcije kako bi se povećale ambicije u borbi sa međunarodnim zrakoplovnim emisijama. SAD su predvodnik u postavljanju standarda za emisije iz zrakoplovstva još od 1970-ih kada su tamo razvijeni prvi standardi za emisije i buku.<sup>147</sup> U nacionalnom planu za borbu s klimatskim promjenama koji su donijeli 2021. ističu niz mjera kojima će smanjiti razinu emisija. Tim mjerama žele ostvariti klimatske ciljeve, a ujedno će time poboljšati život ljudi kroz smanjenje buke i onečišćenja koja smanjuju kvalitetu zraka. Njihov plan smanjenja emisija sadrži mjere koje smo do sada već spomenuli. Smatraju da je jako važno razviti nove zrakoplove koji će biti ekonomičniji.<sup>148</sup> S obzirom da raste broj letova potrebno je unaprijediti zrakoplovne operacije kako bi se u svim fazama leta omogućilo smanjenje potrošnje goriva.<sup>149</sup> Napominju da još nije posve jasan učinak ostalih plinova koji nastaju tijekom leta zrakoplova pa najavljuju daljnja istraživanja tih učinaka kako bi ih potpuno razumjeli.<sup>150</sup> U planu ističu da će proizvodnja i upotreba SAF-a proizvedenog iz obnovljivih izvora i otpadnih sirovina biti ključna za postizanje cilja od nula neto zrakoplovnih

---

<sup>147</sup> US 2021. Aviation Climate Action Plan, [https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2021-11/Aviation\\_Climate\\_Action\\_Plan.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2021-11/Aviation_Climate_Action_Plan.pdf), str. 25., 5.11.2022.

<sup>148</sup> Cf. *ibid.* str. 7.

<sup>149</sup> *Ibid.*

<sup>150</sup> Cf. *ibid.* str.9.

emisija.<sup>151</sup> S obzirom na takav stav prema SAF-u američka vlada je pokrenula međuagencijsku suradnju koja ima za cilj razviti strategiju za smanjenje troškova proizvodnje, povećanje održivosti te proširenje proizvodnje i upotrebe SAF-a koji smanjuje razine emisija za barem 50% naspram fosilnih goriva.<sup>152</sup> ETS sustav funkcionira u nekoliko saveznih država i još se planira pokrenuti u nekoliko njih. Za sada sektor civilnog zrakoplovstva nije obuhvaćen tim sustavom već najvećim dijelom pokriva sektor proizvodnje energije.<sup>153</sup>

Kina zauzima drugačije stajalište prema klimatskim promjenama i utjecajima koje zrakoplovstvo ima na okoliš. Njihov je plan da postignu ugljičnu neutralnost do 2060. godine,<sup>154</sup> ali njihova nastojanja da to postignu nisu toliko odlučna. Kinesko civilno zrakoplovstvo ima zbog svojeg obujma značajnu ulogu. Kina u svom akcijskom planu<sup>155</sup> ističe da razvijene zemlje imaju dugu tradiciju civilnog zrakoplovstva zbog čega ih smatra odgovornima za prijašnje emisije te smatra da one moraju poduzeti mjere i značajno smanjiti svoje emisije te tako biti primjer drugima. S druge strane, Kina pripada skupini zemalja u razvoju kod kojih je međunarodno zrakoplovstvo krenulo kasnije i ima mali tržišni udio na

---

<sup>151</sup> Cf. ibid. str.8.

<sup>152</sup> Cf. ibid. str. 23.

<sup>153</sup> International Carbon Action Partnership, ICAP ETS Map, <https://icapcarbonaction.com/en/ets>, 12.11.2022.

<sup>154</sup> How is China tackling climate change?, 25 July, 2022., <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/how-is-china-tackling-climate-change/>, 9.11.2022.

<sup>155</sup> China's action plan to Limit and Reduce CO<sub>2</sub> Emissions from International Aviation, str. 7., [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ActionPlan/China\\_en.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ActionPlan/China_en.pdf), 6.11.2022.

svjetskoj razini, ali bilježi ubrzan rast.<sup>156</sup> Kina je suočena sa izazovom ekonomskog napretka i poboljšanja životnog standarda kojem zrakoplovni sektor ima veliki doprinos. Stoga Kina smatra da ICAO treba prepoznati i razumjeti činjenicu da će njihove emisije rasti dok ne poboljšaju svoj standard. Unatoč tome, Kina napominje da će nastaviti svoje napore kako bi ograničili i smanjili emisije koje nastaju tijekom međunarodnih letova.<sup>157</sup> Emisije CO<sub>2</sub> u Kini su 2016. bile 91 puta više nego 1979. godine.<sup>158</sup> Nadalje, predviđa se da će u Kini godišnja stopa rasta ovog sektora biti oko 8% dok je prijašnjih godina bila oko 13%. Zatim, Kina planira značajno povećati broj zračnih luka, sa 235 u 2020. godini na 435 u 2035. godini.<sup>159</sup> Mjere kojima Kina za sada smanjuje emisije CO<sub>2</sub> su sljedeće: zamjenjuju stare zrakoplove novima, optimiziraju korištenje zračnog prostora, smanjili su taksiranje zrakoplova u prosjeku za tri minute, u zračne luke uvode nova vozila koja ispuštaju manje količine štetnih emisija itd.<sup>160</sup> Kina je 2021. godine počela s korištenjem nacionalnog ETS sustava i on za sada pokriva sektor proizvodnje energije dok se u budućnosti

---

<sup>156</sup> Cf. *ibid.* str. 8.

<sup>157</sup> *Ibid.*

<sup>158</sup> Josh Gabattiss, Emissions from Chinese aviation 'could quadruple by 2050', 21 January 2020., <https://www.carbonbrief.org/emissions-from-chinese-aviation-could-quadruple-by-2050/>, 30.10.2022.

<sup>159</sup> *Ibid.*

<sup>160</sup> Aviation Intelligence - How Green is China's Aviation Industry?, 19.08.2021., <https://www.iba.aero/insight/aviation-intelligence-how-green-is-chinas-aviation-industry/>, 9.11.2022.



planira proširenje i na druge sektore među kojima je i domaće civilno zrakoplovstvo.<sup>161</sup>

U Kini su nedavno počeli sa proizvodnjom održivih zrakoplovnih goriva i pripremaju se za njihovu industrijsku proizvodnju.<sup>162</sup> Za sada je ponuda i potražnja u Kini gotovo neznatna kao i zapravo u ostatku svijeta. U listopadu ove godine je u Kini obavljen prvi let tijekom kojega je korišteno održivo zrakoplovno gorivo.<sup>163</sup> To je bilo gorivo koje je dio prve serije proizvedenih održivih goriva u Kini.<sup>164</sup>

---

<sup>161</sup> China National ETS, International Carbon Action Partnership, <https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets>, 12.11.2022.

<sup>162</sup> Sinopec Zhenhai becomes first RSB-Certified SAF production unit in Asia, 17 May 2022., <https://rsb.org/2022/05/17/sinopec-zhenhai-becomes-first-rsb-certified-saf-production-unit-in-asia/>, 9.11.2022.

<sup>163</sup> Airbus and partners embark on SAF deliveries in China, 14 October 2022., <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-10-airbus-and-partners-embark-on-saf-deliveries-in-china>, 9.11.2022.

<sup>164</sup> Ibid.

## 7. Zaključak

Klimatske promjene su globalni problem koji iziskuje zajedničko djelovanje cijeloga svijeta. Još nije zauzeto jedinstveno stajalište u odnosu na ovaj problem iako je većina država suglasna da je potrebno početi smanjivati razine emisija stakleničkih plinova. Zrakoplovni sektor je značajan zagađivač atmosfere i zbog toga je važno smanjiti njegove emisije. Međutim, u zrakoplovnom sektoru je vjerojatno najteže provesti smanjenje zbog toga što je nemoguće u kratko vrijeme pronaći adekvatno rješenje koje bi smanjilo emisije i koje bi omogućilo daljnju neometanu i sigurnu upotrebu zrakoplova.

Europska unija je prva počela djelovati u području smanjenja štetnih emisija. Sredinom 2000-ih je pokrenula sustav smanjenja emisija koji je bio prvi takav sustav u svijetu. Od donošenja Pariškog sporazuma EU aktivno radi na različitim projektima kojima je cilj značajno smanjiti emisije stakleničkih plinova i postići da EU postane klimatski neutralna do 2050. godine. Želi se smanjiti korištenje i ovisnost o fosilnim gorivima i prijeći na korištenje obnovljivih izvora energije. Kako bi se to postiglo potrebno je donijeti propise koji će omogućiti te promjene. Nužno je potaknuti ljude da počnu koristiti ekološki prihvatljive izvore energije, a za to je važno pripremiti dostatnu infrastrukturu kako bi svi korisnici mogli neometano koristiti nove tehnologije.

Za dekarbonizaciju zrakoplovnog sektora kao najbolje rješenje nameće se upotreba održivih zrakoplovnih goriva. Stručnjaci su složni da će njihovo korištenje omogućiti značajna smanjenja štetnih emisija koje nastaju tijekom rada zrakoplova.

Proizvodnja i upotreba održivih goriva je za sada jako mala, no EU i druge države nastoje potaknuti njihovo korištenje donošenjem propisa kojima se propisuje njihova minimalna upotreba uz povećanje tih udjela u budućnosti. Proizvođačima je važno pružiti financijsku potporu kako bi se povećala proizvodnja jer je taj proces trenutno jako skup. Za sada je poznato nekoliko načina proizvodnje održivih zrakoplovnih goriva koji koriste različite sirovine. To su različite vrste otpada, nejestive biljke i obnovljivi izvori energije. Postoje još inicijative za električne letjelice i korištenje tekućeg vodika kao pogonskog goriva no njihova upotreba očekuje se tek u budućnosti jer još nisu dovoljno tehnološki razvijeni.

Organizacije važne za međunarodni zrakoplovni sektor također rade na smanjenju štetnih emisija iz zrakoplova. One dijele mišljenje o važnosti koju imaju održiva zrakoplovna goriva te se zalažu za njihovo korištenje u što većim količinama.

Klimatske promjene su ozbiljan problem s kojim smo suočeni. Rezultati poduzetih mjera vidjet će se u budućnosti i tada će se moći prosuditi da li su poduzete odgovarajuće mjere i jesu li uloženi dostatni naponi kako bi se smanjile emisije stakleničkih plinova.

## 8. Literatura

Knjige i članci:

1. Agusdinata, Datu Buyung; Zhao, Fu; and DeLaurentis, Daniel A., Sustainability of biojet fuels: A multiactor life cycle assessment approach, January/February 2012.
2. Ansell, Phillip J., Hydrogen-Electric Aircraft Technologies and Integration, IEEE Electrification Magazine / JUNE 2022.
3. Brozović I., Regent A., Grgurević M., Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 2 (2014), No. 1, pp. 275-294.
4. Dhara, Aishwarya and Muruga Lal, Jeyan, Sustainable Technology on Aircraft Design: A Review, 2021. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 889 012068
5. Franković, Bernard; Jedriško, Claudia; Lenić, Kristian; Trp, Anica, Istraživanja i razvoj tehnologije vodika, Tehnički fakultet sveučilišta u Rijeci
6. Karnis, Monika; Fang, Liping; Bristow, Michele, Evaluating Actions Towards Sustainable Aviation, 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics
7. Klöwer M., Allen M.R., Lee D.S., Proud S.R., Gallagher L., Skowron A., Quantifying aviation's contribution to global warming, 2021. Environ. Res. Lett. 16 104027
8. Radionov N., Čapeta T., Marin J., Bulum B., Kumpan A., Popović N., Savić I., Europsko prometno pravo, Zagreb, Pravni fakultet u Zagrebu, 2011.

9. Uddin, Nouman et al., Sizing and Mission Analysis of Multirole Short-Haul All-Electric Seaplane for Sustainable Aviation, 2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE)

10. Twinn, Ian; Qureshi, Navaid; Perea Rojas, Daniel Sebastian and Lopez Conde, Maria, The impact of COVID-19 on airports, An analysis, International finance corporation, 2020.

Propisi:

11. Direktiva 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 13. listopada 2003. o uspostavi sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova unutar Zajednice, Službeni list EU, HR, L 275/32

12. Uredba (EU) 2021/1119 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. lipnja 2021. o uspostavi okvira za postizanje klimatske neutralnosti i o izmjeni uredaba (EZ) br. 401/2009 i (EU) 2018/1999 („Europski zakon o klimi“), Službeni list Europske unije, HR, 9.7.2021., L 243/1

13. Pariški sporazum, Službeni list Europske unije, HR, 19.10.2016., L 282/4

Internetski izvori:

14. Airbus and partners embark on SAF deliveries in China, 14 October 2022., <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2022-10-airbus-and-partners-embark-on-saf-deliveries-in-china>

15. Anmar Frangoul, 11 February 2022, Sustainable aviation fuel costs more but consumers will be willing to pay, IATA chief says, <https://www.cnbc.com/2022/02/11/sustainable-aviation-fuel-costs-more-but-consumers-willing-to-pay-iata.html>
16. Antony J. Blinken, Secretary of state, The United States officially rejoins the Paris agreement, February 19. 2021. <https://www.state.gov/the-united-states-officially-rejoins-the-paris-agreement/>
17. Aviation Intelligence - How Green is China's Aviation Industry?, 19.08.2021., <https://www.iba.aero/insight/aviation-intelligence-how-green-is-chinas-aviation-industry/>
18. China's action plan to Limit and Reduce CO<sub>2</sub> Emissions from International Aviation, [https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ActionPlan/China\\_en.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ActionPlan/China_en.pdf)
19. China National ETS, International Carbon Action Partnership, <https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets>
20. Chris Hutchinson, SAF: Which feedstocks can be used for sustainable aviation fuels?, 7 March 2022., <https://www.haltermann-carless.com/blog/saf-feedstocks-for-sustainable-aviation-fuels>
21. Climate change and health, 30. October 2021, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

22. CORSIA explained:

<https://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/climate-action/offsetting-emissions-corsia/corsia/corsia-explained/>

23. Consequences of climate change,

[https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_en](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_en)

24. Conversion processes, <https://www.icao.int/environmental-protection/GFAAF/Pages/Conversion-processes.aspx>

25. Daniel Martinez Garbuno, Panama Looks To Develop SAF With New Biorefinery Plant, 18. May 2022., <https://simpleflying.com/panama-saf-plant/>

26. Development of EU ETS (2005-2020),

[https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020_en)

27. Dominic Gates, First all-new, electric commuter airplane takes flight at Moses Lake, 27 September 2022,

<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/first-u-s-all-electric-airplane-takes-flight-at-moses-lake/>

28. Dugoročna strategija do 2050.,

[https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy\\_hr](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_hr)

29. EASA certifies electric aircraft, first type certification for fully electric plane world-wide, 10 June 2020,

<https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-certifies-electric-aircraft-first-type-certification-fully>

30. Europski zeleni plan,  
<https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/green-deal/>
31. Enabling voluntary carbon offsetting,  
<https://www.iata.org/en/programs/environment/carbon-offset/>
32. EU Emissions Trading System (EU ETS),  
[https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en)
33. EU Emissions trading system (EU ETS),  
<https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets>
34. European Aviation Environmental Report 2019,  
<https://www.eurocontrol.int/publication/european-aviation-environmental-report-2019>
35. Environment branch of the ICAO; ICAO Review: Sustainable alternative fuels for aviation 2011., [https://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2011-SUSTAF/SUSTAF\\_Review.pdf](https://www.icao.int/Meetings/EnvironmentalWorkshops/Documents/2011-SUSTAF/SUSTAF_Review.pdf)
36. High fines are on the agenda for companies breaching climate-change regulations, 5 April 2019., <https://www.burges-salmon.com/news-and-insight/legal-updates/high-fines-are-on-the-agenda-for-companies-breaching-climate-hange-regulations>
37. How is China tackling climate change?, 25 July, 2022., <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/how-is-china-tackling-climate-change/>
38. IATA: Aviation Carbon Offsetting, Guidelines for voluntary programs, version III, April 2022.,



[https://www.iata.org/contentassets/922ebc4cbcd24c4d9fd55933e7070947/aviation\\_carbon\\_offsetting\\_guidelines.pdf](https://www.iata.org/contentassets/922ebc4cbcd24c4d9fd55933e7070947/aviation_carbon_offsetting_guidelines.pdf)

39. IATA, CORSIA Fact Sheet, <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---corsia/>

40. IATA Fact Sheet - What is SAF?,  
<https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf>

41. IATA Fact Sheet 2 - Sustainable Aviation Fuel: Technical Certification,  
<https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/saf-technical-certifications.pdf>

42. IATA Fact Sheet 7: Liquid hydrogen as a potential low-carbon fuel for aviation,  
[https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact\\_sheet7-hydrogen-fact-sheet\\_072020.pdf](https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed784f75bac90f000760e998/fact_sheet7-hydrogen-fact-sheet_072020.pdf)

43. ICAO, 2022. Environmental report,  
<https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ICAO%20ENV%20Report%202022%20F4.pdf>

44. ICAO: Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis, Economic Development - Air Transport Bureau, 2022.,  
[https://www.icao.int/sustainability/Documents/Covid-19/ICAO\\_coronavirus\\_Econ\\_Impact.pdf](https://www.icao.int/sustainability/Documents/Covid-19/ICAO_coronavirus_Econ_Impact.pdf)

45. ICAO Newsroom: Air traffic recovery is fast-approaching pre-pandemic levels, <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/Air-traffic-recovery-is-fastapproaching-prepandemic-levels.aspx>

46. Incentives Needed to Increase SAF Production, 21 June 2022, <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-06-21-02/>
47. Infografika - Spremni za 55%: kako EU planira revidirati oporezivanje energije, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-energy-taxation/>
48. Infografika - Spremni za 55%: povećanje upotrebe zelenijih goriva u zrakoplovnom i pomorskom sektoru, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-refueleu-and-fueleu/>
49. Infografika - Spremni za 55%: prema održivijem prometu, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/>
50. Infografika - Spremni za 55%: reforma sustava EU-a za trgovanje emisijama, <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>
51. International Carbon Action Partnership, ICAP ETS Map, <https://icapcarbonaction.com/en/ets>
52. International Carbon Market, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/international-carbon-market\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/international-carbon-market_en)
53. IZVJEŠĆE O OKOLIŠU EUROPSKOG ZRAKOPLOVSTVA 2022: Izvršni sažetak i preporuke,

[https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2022-09/EnvironmentalReport\\_EASA\\_summary\\_HR\\_14.pdf](https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2022-09/EnvironmentalReport_EASA_summary_HR_14.pdf)

54. Josh Gabattiss, Emissions from Chinese aviation 'could quadruple by 2050', 21 January 2020., <https://www.carbonbrief.org/emissions-from-chinese-aviation-could-quadruple-by-2050/>

55. Katharina Buchholz, Where Climate Change Deniers Live, 3 December 2020, <https://www.statista.com/chart/19449/countries-with-biggest-share-of-climate-change-deniers/>

56. Komunikacija Komisije: Europski zeleni plan, COM(2019) 640 final, Bruxelles 11.12.2019., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52019DC0640&from=EN>

57. Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i odboru regija, Spremni za 55 %: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti, COM(2021) 550 final, Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>

58. The impact of climate change on our planet's animals, 28. February 2022, <https://www.ifaw.org/journal/impact-climate-change-animals>

59. Tom Hale, Who Funds The Climate Change Denial Movement?, 7 October 2019., <https://www.iflscience.com/who-funds-the-climate-change-denial-movement-53883>

60. Marina Funduk, Kako je pandemija COVID-19 utjecala na okoliš?, 2020,

<https://www.odraz.hr/novosti/zanimljivosti/kako-je-pandemija-covid-19-utjecala-na-okolis/>

61. Manas Mishra, End of COVID pandemic is 'in sight' - WHO chief, 14 September 2022,

<https://www.reuters.com/business/healthcare-pharmaceuticals/who-chief-says-end-sight-covid-19-pandemic-2022-09-14/>

62. Odluka o zahtjevima u vezi s neutralizacijom emisija iz zračnog prijevoza - CORSIA: Vijeće donijelo stajalište, Vijeće EU-a, Priopćenje za medije 20. svibnja 2022.,

<https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2022/05/20/decision-corsia-carbon-offsetting-and-reduction-scheme-for-international-aviation-le-conseil-adopte-sa-position/>

63. Our commitment to fly net zero by 2050,

<https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/>

64. Paket „Spremni za 55%“: Vijeće donijelo stajalište o trima tekstovima koji se odnose na prometni sektor, 2. lipnja 2022.,

<https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2022/06/02/fit-for-55-package-council-adopts-its-position-on-three-texts-relating-to-the-transport-sector/>

65. Paris Agreement - Status of ratification,

<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>

66. Policy support & research,

<https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/policy-support-and-research>

67. Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o osiguravanju jednakih uvjeta za održivi zračni prijevoz, COM(2021) 561 final, 2021/0205(COD), Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0561>

68. Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o uvođenju infrastrukture za alternativna goriva i stavljanju izvan snage Direktive 2014/94/EU Europskog parlamenta i Vijeća, COM(2021) 559 final, 2021/0223 (COD), Bruxelles 14.7.2021., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0559>

69. Reducing emissions from aviation, [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation_en)

70. Reforma sustava EU-a za trgovanje emisijama, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/reform-eu-ets/>

71. Spremni za 55%, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

72. Sinopec Zhenhai becomes first RSB-Certified SAF production unit in Asia, 17 May 2022., <https://rsb.org/2022/05/17/sinopec-zhenhai-becomes-first-rsb-certified-saf-production-unit-in-asia/>

73. Sumit Singh, Guarav Joshi, 21 October 2022, How SAF Can Become Cost Competitive Against Conventional Fuel, <https://simpleflying.com/saf-cost-competitive-jet-fuel/>

74. Sustainable aviation fuels, Bioenergy technologies office,  
<https://www.energy.gov/eere/bioenergy/sustainable-aviation-fuels>

75. The European Climate law explained, 12.10.2021.,  
<http://www.stibbeblog.nl/all-blog-posts/environment-and-planning/the-european-climate-law-explained/>

76. The real cost of green aviation,  
<https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/aerospace-defense/real-cost-of-green-aviation.html>

77. Thomas Nilsen, Electric aviation ready for take-off in Norway by 2030, report says, 8 March 2020,  
<https://thebarentsobserver.com/en/travel/2020/03/electric-aviation-should-be-ready-take-norway-2030>

78. US 2021. Aviation Climate Action Plan,  
[https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2021-11/Aviation\\_Climate\\_Action\\_Plan.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/2021-11/Aviation_Climate_Action_Plan.pdf)

79. Vodik,  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=65137>

80. What is eSAF?, December 2021.,  
<https://www.bp.com/en/global/air-bp/news-and-views/views/what-is-esaf.html>

81. What is CORSIA and how does it affect your airline?,  
<https://www.southpole.com/what-is-corsia-and-how-does-it-affect-your-airline>

82. 2030 climate & energy framework,

[https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en)

83. Waypoint 2050: An air transport action group project,

summary, second edition, September 2021., [https://aviationbenefits.org/media/167418/w2050\\_v2021\\_27sept\\_summary.pdf](https://aviationbenefits.org/media/167418/w2050_v2021_27sept_summary.pdf)

Ostali izvori:

84. Andrej Bekavac, Alternativni pogonski sustavi zrakoplova, diplomski rad, 2021.

85. Renata Špoljar, Sustav praćenja emisija stakleničkih plinova kod zračnog prijevoznika, diplomski rad, 2019.

#### **Izjava o izvornosti**

**Ja, \_\_\_\_\_Rafael Pavić\_\_\_\_\_ (ime i prezime studenta/ice) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica diplomskog rada te da u radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova te da se prilikom izrade rada nisam koristio/-la drugim izvorima do onih navedenih u radu.**

\_\_\_\_\_Rafael Pavić v.r.\_\_\_\_\_  
(potpis studenta)