



JELENTÉS - 2025. január

Vissza a felhőkből

Miért kell sürgősen megoldani az európai légi közlekedés növekedési problémáját?

Megjelent: Január 2025

Szerző: Juliette Egal, Jo Dardenne

Modellezés: Juliette Egal

Szakértői csoport: Simon Suzan, Simon Valentin, Alexander Kunkel, Diane Vitry, Camille Mutrelle, Alexander Kunkel.

Editeur responsable: William Todts, ügyvezető igazgató

© 2025 Európai Közlekedési és Környezetvédelmi Szövetség AISBL

A jelentés idézése

T&E (2025), *Down to Earth: Why European aviation needs to urgently address its growth problem*

Vissza a felhőkből: *Miért kell sürgősen megoldani az európai légi közlekedés növekedési problémáját?*

További információk

Jo Dardenne

T&E

jo.dardenne@transportenvironment.org

www.transportenvironment.org | [@transenv](https://www.instagram.com/transenv) | fb: Közlekedés és környezetvédelem

Köszönetnyilvánítás

A jelen kiadványban kifejtett megállapításokért és nézetekért kizárólag a fent felsorolt szerzők felelnek.

Fordítás

Az eredeti „[Down to Earth](#)” című jelentés magyar nyelvű fordítását az MTVSZ és a FFE készítette 2025-ben.

Összefoglaló

A légitölekedési ágazat jelenlegi forgalmi növekedési előrejelzései lenullázzák az ágazat által a szennyezés csökkentésére tett erőfeszítések nagy részét.

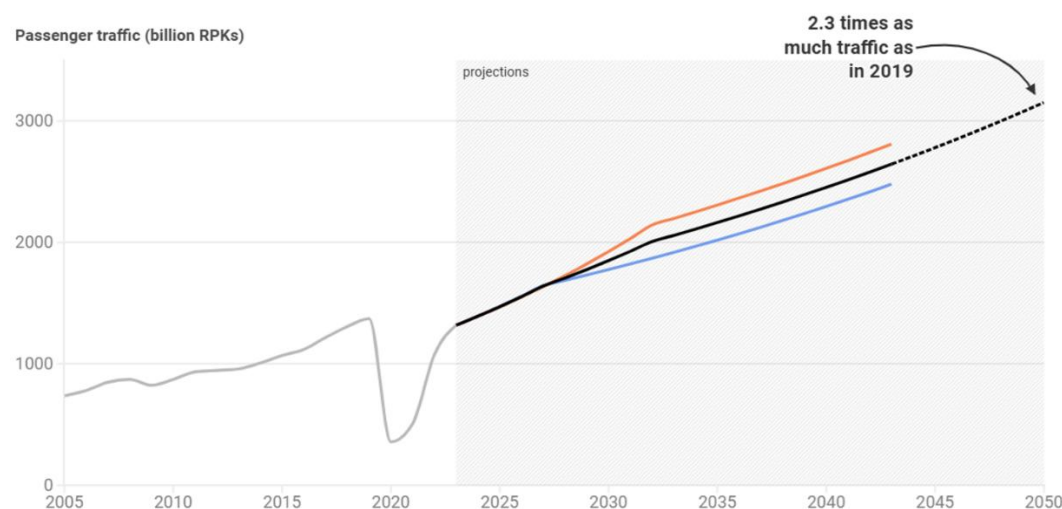
A légitölekedési ágazat 2019 és 2050 között meg kívánja duplázni utasforgalmát. A forgalom ilyen gyors növekedése komoly aggodalomra ad okot a légi közlekedési ágazat növekvő energiaigénye és annak éghajlatra gyakorolt hatása miatt.

A hatékonyság javulása ellenére az uniós repölőterekről induló repölőgépek a forgalom növekedése miatt 2050-ben 59%-kal több üzemanyagot fognak elégetni, mint 2019-ben.

Az Airbus és a Boeing előrejelzése: az EU légiforgalma több mint kétszeresére nő 2050-re

2019-hez képest, amely a világjárvány előtti rekord legnagyobb forgalmú év

■ Történelmi ■ Airbus ■ Boeing ■ Ipari Nagy Növekedési Forgalókönyv (Airbus és Boeing extrapoláció)



T&E elemzés a Boeing és az Airbus piaci előrejelzéseiből származnak. Az Airbus és a Boeing előrejelzései 2043-ból és 2050-ből származnak

- Annak ellenére, hogy az ágazat sok fenntartható üzemanyagot fog használni - eleget ahhoz, hogy teljesítse az EU SAF ReFuelEU nevű megbízását - **2049-ben az ágazat ugyanannyi fosszilis kerozint égethet, mint 2023-ban.**

- **Az európai légi közlekedés szennyezése a robbanásszerű növekedés miatt 2049-re kevesebb mint 3%-kal fog csökkenni 2019-hez képest.**
- **Az európai légi közlekedés 1,5°C-os karbon-szennyezésikerete már 2026-ban kimerül.**

A fenntartható repülőgép-üzemanyagokhoz szükséges, valóban fenntartható alapanyagok nem állnak majd rendelkezésre elegendő mennyiségben ahhoz, hogy kielégítsék a kereslet növekedését. A légiközlekedési ágazat a tervek szerint nagymértékben támaszkodik a bioüzemanyagokra, mint a fosszilis kerozin alternatívájára - amelyek többsége nem fenntartható alapanyagokból származik. Ennek eredményeképpen 2035-től több olyan légi közlekedési bioüzemanyagot fognak fogyasztani, amelyek fenntartható módon előállíthatók:

- **2050-re minden öt liter fenntartható légiközlekedési üzemanyagból (SAF) négy nem fenntartható alapanyagokból származhat.**

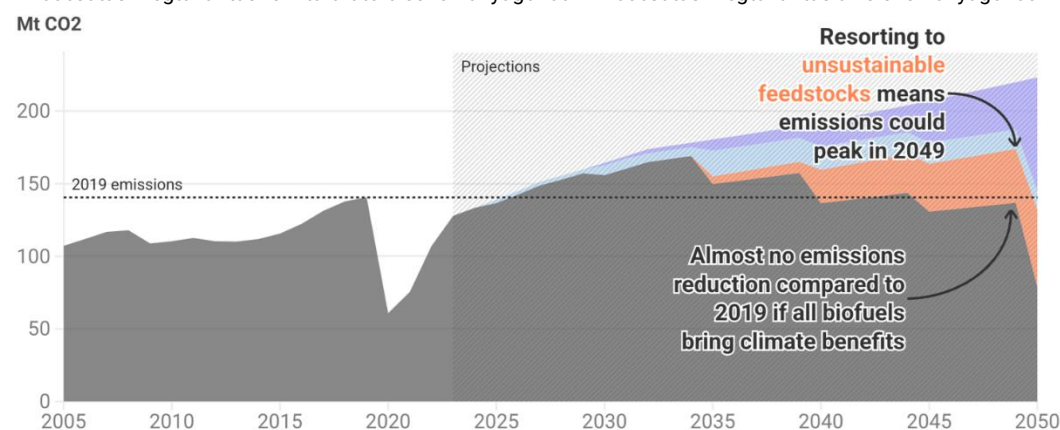
A fosszilis kerozin másik, fenntarthatóbb alternatívája az e-kerozin. Ennek fő problémája, hogy nagyon energiaigényes. A RefuelEU által előírtak **szerint 2050-ben 585 TWh megújuló villamos energia** kell ahhoz, hogy az üzemanyag-összetétel 35%-át e-kerozinnal fedezzessük.

- **Ez több, mint Németország éves villamosenergia-igénye (506 TWh 2023-ban).**

A légi utazások számának növekedése gyengíti a SAF-ból származó megtakarításokat: 2049-ben szinte semmi szennyezés-csökkenés 2019-hez képest, bár megfelel a SAF-nak

Ha a nem fenntartható bioüzemanyagok nem hoznak tényleges csökkenést, a kibocsátás 2049-ben éri el a csúcst

- CO₂ kibocsátás • Lehetséges kibocsátás megtakarítás a nem fenntartható bioüzemanyagokból
- Kibocsátás megtakarítás fenntartható bioüzemanyagokból • Kibocsátás megtakarítás az e-üzemanyagokból



Forrás: T&E modellezés az Airbus és a Boeing piackutatásai alapján

Az Európai Bizottság az EU 2040-re kitűzött 90%-os céljának modellezése keretében a forgalom éves növekedését 60%-kal alacsonyabbra prognosztizálja, mint az Airbus és a Boeing előrejelzései.

Az alternatív üzemanyagok és a nulla szennyezésű légi közlekedés nagyobb elterjedése, valamint a légi forgalom alacsonyabb növekedési üteme ellenére, ez 1990-hez képest még mindig **46%-os szennyezés-növekedést eredményezne 2040-re** - amikor a gazdaságnak 90%-kal kellene csökkentenie nettó szennyezését.

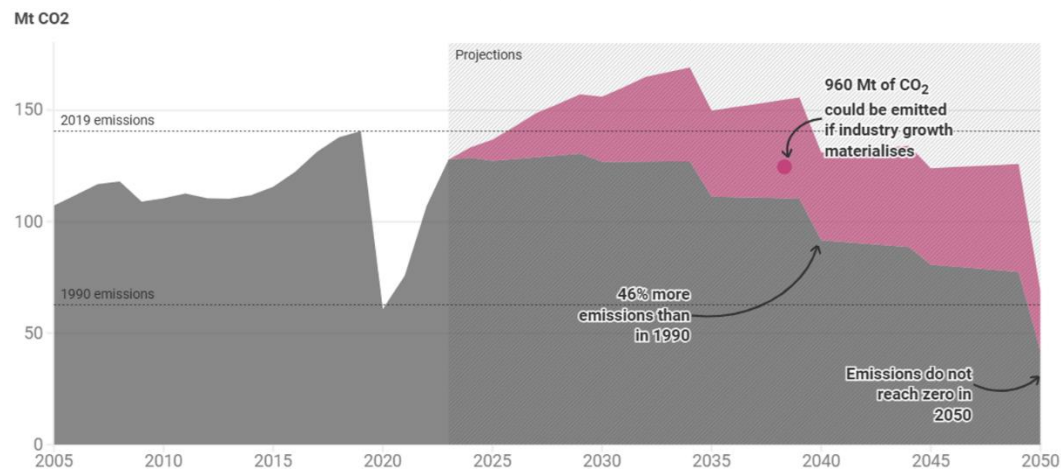
Az Európai Bizottság által modellezett növekedési ütemek nem valósulhatnak meg, ha nem hoznak komoly politikai intézkedéseket a nagy szennyezőanyag-kibocsátású ágazatok, például a légi közlekedés növekedésének korlátozására.

- **Ha nem vezetnek be konkrét intézkedéseket a növekedés kezelésére, és ha az Airbus és a Boeing előrejelzései valóra válnak, akkor az Európai Bizottság 2040-es modellezési forgatókönyvében tervezettnél 960 millió tonnával több CO₂-t bocsátanak ki.**

Az Európai Bizottság 2040-es forgatókönyve még nem felel meg a dekarbonizációs kihívásnak

És **további 960 millió tonna CO₂** kerülhet a levegőbe, ha a forgalom növekedését nem ellenőrizzük

- Kibocsátások az EC 2040 modellezési forgatókönyv alapján
- További kibocsátások, ha az Ipari Gyors Növekedés forgalomnövekedése megvalósul



Forrás: T&E modellezés az Európai Bizottság 2040-es hatásvizsgálatán, valamint az Airbus és Boeing piackilátásain alapul

A T&E sürgeti az Európai Bizottságot és a tagállamokat, hogy vezessék be a következő intézkedéseket:

1

A forgalmat növelő infrastruktúra bővítések leállítása

Az EU éghajlati célkitűzéseivel összeegyeztethetetlen, hogy a fosszilis energiahordozóktól függő ágazatot tovább növeljük, új repülőtéri terminálok építésével és a kapacitás növelésével.

2

A méltánytalan fosszilis üzemanyag-támogatások megszüntetése

Az EU-nak és a tagállamoknak folytatniuk kell a légiközlekedési ágazatnak nyújtott tisztességtelen támogatások megszüntetését azáltal, hogy teljes mértékben kifizettetik a szennyezést és megadóztatják az EU területéről induló járatok üzemanyagát.

3

A valóban fenntartható technológiák elterjesztésére való összpontosítás

Az EU-nak a bevételek egy részét a valóban fenntartható üzemanyagok, például az e-kerozin elterjedésének támogatására kellene fordítania.

4

Az európai vasúti éghajlatvédelmi lehetőségeinek kihasználása

A verseny felszabadítása, a jegyértékesítés javítása és a transzeurópai közlekedési hálózat (TNT) megfelelő megvalósításának biztosítása Európában javítani fogja a vasúti szolgáltatásokat, segítve, hogy a vonatok jobban versenyezzenek a repülőgépekkel.

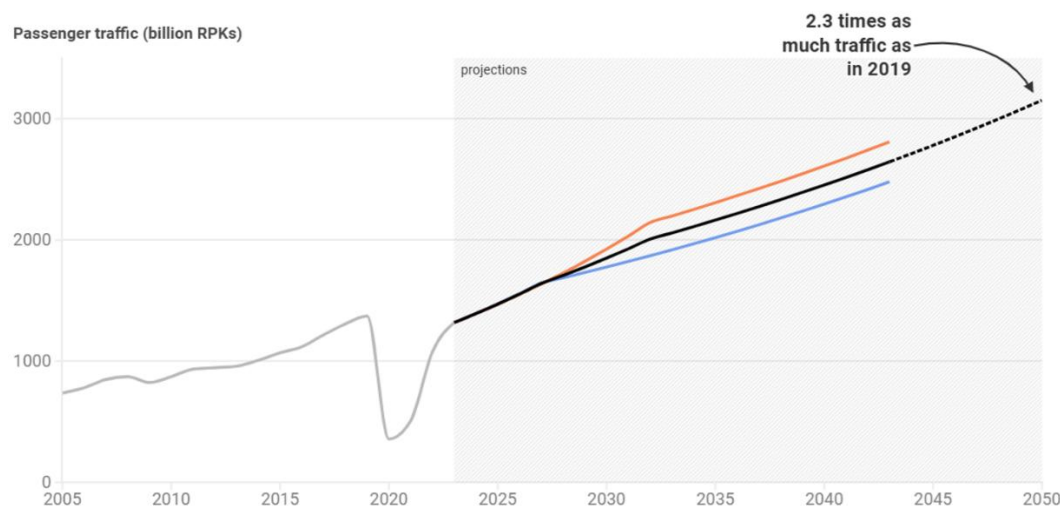
1. Az Airbus és a Boeing előrejelzése szerint az utasforgalom 2019 és 2050 között megduplázódik

Ha az Airbus és a Boeing növekedési előrejelzései valóra válnak, akkor az EU repülőtereiről induló légi utasforgalom 2050-re több mint kétszeresére fog nőni 2019-hez képest.

Az Airbus és a Boeing előrejelzése: az EU légiforgalma több mint kétszeresére nő 2050-re

2019-hez képest, amely a világjárvány előtti rekord legnagyobb forgalmú év

■ Történelmi ■ Airbus ■ Boeing ■ Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv (Airbus és Boeing extrapoláció)



T&E elemzés a Boeing és az Airbus piaci előrejelzéseiből származnak. Az Airbus és a Boeing előrejelzései 2043-ból és 2050-ből származnak

Az uniós repülőterek utasforgalmára vonatkozó előrejelzéseinket az Airbus és a Boeing piaci kilátásai^{1,2} alapján készített növekedési becslésekre alapozzuk. A vonatkozó előrejelzések szerint az EU utasforgalma a kezdeti években (az Airbus esetében 2027-ig, a Boeing esetében 2033-ig) várhatóan évi 5,7%-kal, illetve 5,6%-kal fog növekedni, majd 2043-ig mérsékeltebb, 2,6%-os, illetve 2,5%-os hosszú távú növekedési ütem várható.

E tanulmány modellezésében az Airbus és a Boeing becsléseit átlagoljuk, és a fenti ábrán feketével jelölt *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyvnek* nevezzük, és 2050-ig - az EU által vállalt, az üvegházhatású gázok nettó nulla kibocsátásának elérésére vonatkozó évig - extrapoláljuk őket. Ez a légiforgalmi növekedési forгатókönyv aggasztó, de hihető jövőképet vázol fel, amelyben az EU utasforgalma 2023 és 2050 között évente átlagosan 3,3%-kal nő.

Becsléseink **szerint az utasforgalom 2050-re várhatóan több mint kétszeresére nő** a 2019-es évhez képest, amely a cikk írásakor még mindig a legnagyobb forgalmú év az EU-ban.

A következő szakaszok azt vizsgálják, hogy ez a korlátlan növekedés hogyan siklathatja ki a légi közlekedés éghajlatvédelmi célkitűzéseit, és milyen kérdéseket vet fel az ágazat növekvő energiaigénye és annak éghajlatra gyakorolt hatása miatt.

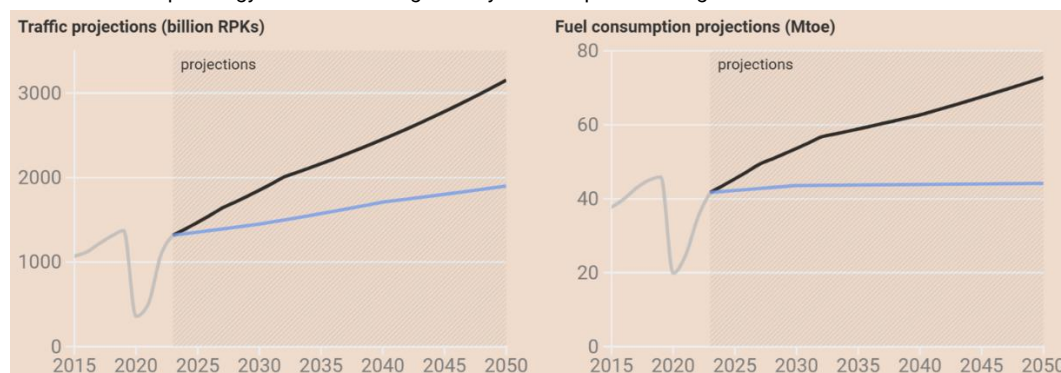
2. A hatékonyság javulása ellenére a repülőgépek 2050-ben a növekvő igények miatt 59%-kal több üzemanyagot égetnek, mint 2019-ben

2040-ig 1,25%-os, majd azt követően 1,0%-os éves energaintenzitás-csökkenést feltételezve (2. melléklet), kiszámítottuk, hogy a növekvő utaslétszám kiszolgálásához mennyi üzemanyagot kell majd elégetni az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* szerint. **Az eredmények azt mutatják, hogy az energiahatékonyság javulását nagymértékben ellensúlyozza a forgalom növekedése.**

A hatékonyabb hajtóművek, a jobban megtervezett repülőgépek és az üzemeltetés optimalizálása ellenére az európai repülőterek üzemanyag-felhasználása 2019-hez képest 2050-re 59%-kal fog növekedni, hogy kielégítse az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* által felvázolt növekvő légiközlekedési keresletet. Ennek eredményeképpen az üzemanyag-fogyasztás 2023 és 2050 között évente átlagosan 2,1%-kal fog növekedni, ami egyre nehezebbé teszi olyan zöld technológiák alkalmazását, amelyek csökkentik az ágazat szennyezését.

Két nagyon különböző jövőkép az európai repülés számára

■ Történelmi ■ Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv ■ Európai Bizottság 2040-es modellezése



A T&E elemzése a Boeing és az Airbus piackutatásainak, és az EB 2040-es céljai hatásvizsgálata alapján (milliárd fizető-utas-kilométer, illetve millió tonna kőolaj-egyenérték)

Infobox 1: Az európai légi közlekedés két nagyon különböző jövője: Airbus és Boeing vs. az Európai Bizottság 2040-es forgalmi előrejelzései

2040-es forgatókönyv: Mit mond az Európai Bizottság a légi közlekedés növekedéséről?

Bár a jövőbeli forgalmi előrejelzés valószínűségének értékelése meghaladja e jelentés kereteit, az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv* az európai légi közlekedés aggasztó, de valószínű jövőjét mutatja be, ha nem vezetnek be szakpolitikai intézkedéseket az ágazat növekedésének kezelésére. Az Európai Bizottság azonban 2024-ben új elképzeléseket terjesztett elő az európai légi közlekedés alternatív jövőjéről.

Az Európai Bizottság a 2040-re vonatkozó európai éghajlat-változási célkitűzéssel kapcsolatos hatásvizsgálatában³ az ágazati csökkentéseket úgy modellezte, hogy 2040-re az 1990-es szinthez képest 90%-os nettó szennyezés-csökkentést érjenek el. Meg kell jegyezni, hogy a 90%-os csökkentési cél csak az EU-n belüli légi közlekedést foglalja magában. Az EU-n kívüli légi közlekedés kizárásával a Bizottság a légi közlekedésből származó kibocsátások több mint felét kihagyja. A modellezett forgatókönyvek azonban tartalmazzák az EU-n kívüli légi közlekedésre vonatkozó forgalomnövekedési feltételezést - amelyet ebben a jelentésben használunk. A továbbiakban az Európai Bizottság EU-n belüli és EU-n kívüli légi közlekedésre vonatkozó modelljét egyaránt az *EB 2040 modellezési forgatókönyvnek* nevezzük.

Az EU légi közlekedése tekintetében az *EB 2040 modellezési forgatókönyv* olyan növekedési feltételezésekre támaszkodik, amelyek nagymértékben eltérnek az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv-től*:

- 2023 és 2050 között átlagosan 1,4%-os éves tevékenységnövekedés, ami 60%-kal alacsonyabb, mint az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv* (3,3%).
- 2030-tól stabil üzemanyag-fogyasztás, és a 2019-es szint alatt - míg az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv* 2040-ben 37%-kal, 2050-ben pedig 59%-kal növeli az üzemanyag-fogyasztást 2019-hez képest.

A forgalomnövekedés különbsége - mindkét forgatókönyvben azonos hatékonyságjavulást feltételezve - 440 Mtoe eltérést eredményez az üzemanyag-fogyasztásban a 2024 és 2050 közötti időszakban.

Bár a 2040-re kitűzött 90%-os kibocsátás-csökkentési célkitűzés közzététele pozitív előrelépés, az *EK 2040-es modellezési légiközlekedési forgatókönyvét* alátámasztó alacsonyabb forgalmi előrejelzések csak akkor válnak valóra, ha további intézkedéseket vezetnek be az ágazat nagymértékű forgalomnövekedésének kezelésére. A T&E a jelentés későbbi részében ajánlásokat tesz az ilyen intézkedésekre vonatkozóan.

3. A repülés ágazat 2049-ben még fenntartható üzemanyagok használata mellett is ugyanannyi fosszilis kerozint égethet el, mint 2023-ban

A fenntartható repülési üzemanyagokat (SAF) a légi közlekedési ágazat karbon-mentesítésének legígéretesebb technológiájának tekintik. Az EU-ban a ReFuelEU-rendelet⁴ előírja a repülőgép-üzemanyag beszállítók számára, hogy a fosszilis kerozin alternatívájaként egyre nagyobb arányban keverjenek SAF-üzemanyagokat a repülőgépekbe. Ha azonban az üzemanyag-fogyasztás minden évben 2,1%-kal nő, ahogyan azt az *Ipari Nagy Növekedési Forgalom* előrejelzi, akkor:

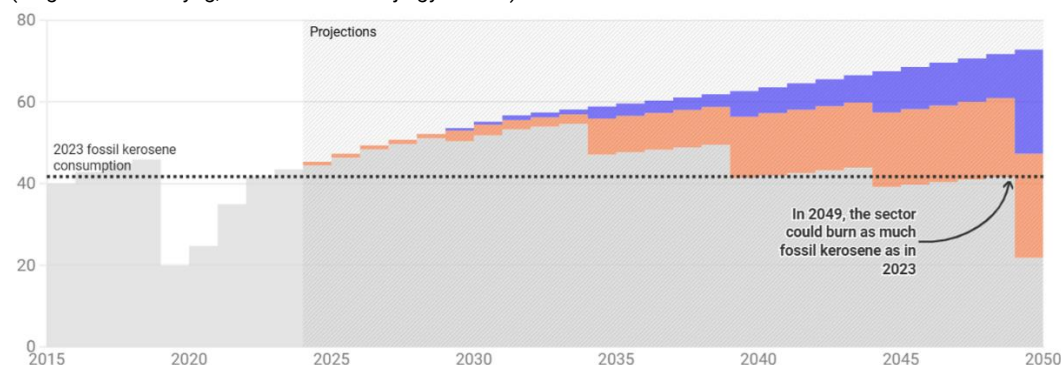
- Az uniós mandátum első 15 évében a SAF-ok alig fedezik majd a 2019-es évhez képest megugró energiaigényt, és csak 2040-től kezdik majd tartósan helyettesíteni a fosszilis üzemanyagokat.
- 2049-ben az ágazat ugyanannyi fosszilis kerozint égethet el, mint 2023-ban, még akkor is, ha 42%-ban fenntartható üzemanyagot használ, ahogy azt a RefuelEU-rendelet előírja.
- 2050-ben az EU repülőtereiről felszálló repülőgépek még mindig 21,8 Mtoe (21,1 Mt) fosszilis kerozint fognak elégetni, ami a 2019-es fogyasztás majdnem fele. Ez a fogyasztási szint 1,9 milliárd hordó nyersolaj éves kitermelését tenné szükségessé - az uniós finomítók 2022-es 9%-os átlagos hozamát alapul véve⁵.

Az EU fenntartható légiüzemanyag-felhasználására vonatkozó mandátuma alig tudja fedezni az energiaigény növekedését

2049-ben az ágazat annyi fosszilis kerozint égethet, mint 2023-ban, miközben megfelel a fenntartható repülőgép-üzemanyag előírásnak.

■ Fosszilis kerozin ■ Bioüzemanyagok ■ E-kerozin

(Elégetett üzemanyag, millió tonna kőolaj-egyenérték)



Forrás: T&E modellezés az Airbus és a Boeing piackutatásai alapján

A Fenntartható Légiközlekedési Üzemanyag (SAF) a fosszilis kerozin "fenntartható" alternatívája. Származhat biomasszából, vagy szintetizálható megújuló hidrogénből és leválasztott CO₂-ből (ún. e-üzemanyagok). Fenntarthatóság nagyban függ attól, hogy milyen nyersanyagokból állítják elő. A bioüzemanyagok elterjedése általában jelentős korlátokkal küzd, ami hosszú távon kevésbé fenntarthatóvá teszi.

4. A bioüzemanyagokra való túlzott hagyatkozás a nem fenntartható alapanyagok felhasználását ösztönzi

Tekintettel a valóban fenntartható bioüzemanyagok korlátozott elérhetőségére és lehetőségeire, a forgalom és az energiaigény gyors növekedése olyan szintre fogja emelni a bioüzemanyag-fogyasztást, amely elkerülhetetlenül a nem fenntartható bioüzemanyagok használatához vezet, ami aláássa a ReFuelEU hozzájárulását az ágazat karbon-mentesítéséhez. Az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv* alapján azt találjuk, hogy:

- A T&E értékelése szerint 2035-től kezdődően nem lesz elegendő fenntartható alapanyag ahhoz, hogy teljesíteni lehessen az EU bioüzemanyag-felhasználási kötelezettségét a légi közlekedésben (Infobox 2) (a T&E értékelése alapján, hogy mi számít igazán fenntartható alapanyagnak⁶). Ez tehát azt jelenti, hogy a szabályt nem fenntartható bioüzemanyagokkal kell teljesíteni.
- 2050-re a 35%-os bioüzemanyag-keverék az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv*ben 25,5 Mtoe (24,2 Mt) bio-kerozin felhasználását eredményezi. Ez több, mint a 2022-ben az utakon közlekedő 252 millió európai autóban⁸ elégetett 16,4 Mtoe⁷ többnyire növényi alapú bioüzemanyag, amelyről köztudott, hogy rosszabb gyógymódot jelent, mint fosszilis társaik.
- A T&E értékelése szerint 2050-re minden öt liter bioüzemanyagból négy olyan alapanyagból származhat, amely nem igazán fenntartható (Infobox 2).
- Ez jelentős aggodalomra ad okot, mivel a bioüzemanyagokból 2025 és 2050 között akár 385 Mt CO₂-megtakarítás is veszélybe kerülhet - e nem fenntartható alapanyagok bizonytalan éghajlati előnyei miatt.

A bioüzemanyag iránti kereslet nagymértékben meghaladja az elérhető fenntartható potenciált

■ Bioüzemanyag-felhasználás ■ Valóban fenntartható bioüzemanyagok elérhetősége

(Elégetett bioüzemanyag, millió tonna kőolaj-egyenérték)



T&E modellezés az Airbus és a Boeing forgalmi előrejelzései alapján, T&E (2024), A fejlett és hulladék bioüzemanyagok paradoxona: A fejlett és hulladék bioüzemanyagok elérhetősége és fenntarthatósága

Infobox 2: A ReFuelEU túlzott bioüzemanyag-függősége a nem fenntartható alapanyagok felhasználását fogja ösztönözni

A bioüzemanyagok éghajlati előnyei a felhasznált alapanyagtól függenek. A ReFuelEU-rendelet a megújuló energiaforrásokról szóló irányelv (Renewable Energy Directive) fejlett és hulladékanyagokról szóló listája alapján korlátozott számú bioalapú alapanyag felhasználását teszi lehetővé a SAF előállításához. A T&E szerint e bioüzemanyag-alapanyagok⁶ közül csak néhány - a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest korlátozott konkurens felhasználási lehetőségekkel és bizonyított kibocsátás-megtakarítással rendelkező - alapanyag tekinthető teljes mértékben fenntarthatónak.

A megengedett alapanyagok közé tartozik a belföldön gyűjtött használt étolaj, az 1. és 2. kategóriába tartozó úgynevezett állati zsírok, a hulladék biomassza frakciója és a szennyvíziszap. A mezőgazdasági maradékanyagok is szerepet játszhatnak, de csak akkor, ha szigorú fenntarthatósági kritériumokat alkalmaznak, például korlátozzák a maradékok betakarítását a talaj egészségének megőrzése érdekében. A T&E által meghatározott, valóban fenntartható alapanyagokból származó biokerozin rendelkezésre állása így 2030-ra 7,4 Mtoe-re, 2050-re pedig 5 Mtoe-re becsülhető. Az ICCT elemzése hasonló következtetésekre jutott: a fenntartható biomassza alapanyagok nem lesznek elegendőek a közép- és hosszú távú repülőgép-üzemanyagigény kielégítésére⁹.

Annak ellenére, hogy egyre inkább éghajlatbarát megoldásként hirdetik, a fejlett és hulladékanyagok repülőgép-üzemanyagként való felhasználásának előnyei gyakran nagyon bizonytalanok. A bioüzemanyagok a meglévő és jövőbeli felhasználási módokkal való versengés esetén valóban átterheléshez (displacement effect) és közvetett kibocsátásokhoz vezethetnek, ha kevésbé fenntartható alternatívák helyettesítik az eredetileg tervezett felhasználási módokat. Ráadásul az importált anyagokra való fokozott támaszkodás felvetheti a gyanút, hogy a nem fenntartható alapanyagokat tévesen fejlettnek vagy hulladéknak címkézik, ami az ígért környezeti előnyöket semmissé teszi.

A nem fenntartható alapanyagokból származó bioüzemanyagok éghajlati előnyeivel kapcsolatos bizonytalanság felmérése érdekében a fenntartható potenciált meghaladó bioüzemanyagok szennyezés-csökkentési tartományát modellezzük. Ez a tartomány a fosszilis kerozinhoz képest 85%-os csökkenéstől (amely megegyezik a fenntartható alapanyagokból előállított bioüzemanyagokéval) a szennyezés-csökkentés teljes hiányáig terjed.

A 6. fejezeti számítások szerint 2025 és 2030 között 385 MtCO₂ potenciális megtakarítás kerül veszélybe, ha a nem fenntartható alapanyagok egyáltalán nem hoznak környezeti előnyöket.

5. Az elektromos üzemanyagok környezetbarátak és terjeszthetők, de nem olyan mértékben, hogy egy növekvő ágazatot karbon-mentessé tegyenek

Az E-kerozint zöld-hidrogénből és szénből állítják elő. A zöld-hidrogént víz elektrolízisével, megújuló villamos energiával állítják elő, míg a CO₂-t vagy a levegőből (közvetlenül leválasztással), vagy biogén forrásokból, például biomassza elégetéséből nyerik. Mivel az e-kerozin elégetésekor csak a korábban megkötött CO₂-t bocsátja ki, karbon-semlegesnek minősül. A korlátozottan rendelkezésre álló bioüzemanyagokkal ellentétben az e-üzemanyag az elektrolízis és a CO₂-leválasztás kiterjesztésével a növekvő kereslet kielégítésére elterjeszthető, de ehhez jelentős mennyiségű további megújuló villamos energiára lesz szükség.

A légi forgalom exponenciális növekedése ezért azt eredményezheti, hogy a repülőgépek meghajtására e-kerozin révén jelentős mennyiségű energiát használnak fel. Az EU SAF-felhatalmazása előírja, hogy 2050-re az EU légi közlekedési üzemanyag-rendszerében 35%-ban e-üzemanyagot kell használni. Egy olyan jövőben, amikor a légi közlekedési ágazat 2050-ben 59%-kal több üzemanyagot éget el, mint 2019-ben (2. szakasz), ez 25,5 Mtoe (24,2 Mt) e-kerozint jelentene, ami 585 TWh megújuló villamos energiát igényelne. Hogy ezt elképzeljük:

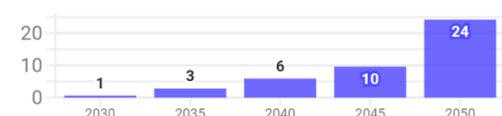
- Ez több, mint Németország teljes villamosenergia-igénye 2023-ban (505,8 TWh¹⁰).
- Ez elegendő villamos energia 160 millió hőszivattyú egy éven át történő működtetéséhez, ami majdnem kétszer annyi, mint amennyi hőszivattyúra lenne szükség az EU lakóépületeiben még használt 86 millió gáz- és olajkazan¹¹ lecseréléséhez (5.3. melléklet).
- Ez a 2050-re az EU-ban várhatóan megtermelt teljes szél- és napenergia-áram mintegy 10%-át tenné ki, (a Distributed Energy Scenario of the Ten-Year Network development Plans 2024 szerint ¹²).

Már öt év múlva, 2030-ban az e-üzemanyagok előállításához az RefuelEU-felhatalmazás (1,2%, 4.1. melléklet) erejéig szükséges megújuló villamos energia mennyisége 16,2 TWh lesz. Ez összevethető Dánia jelenlegi szélenergia-termelésével (19,4 TWh¹³), amely az egyik olyan ország, ahol valószínűleg a legtöbb e-üzemanyag-projektet fogják megvalósítani (Infobox 3).

Az utasforgalom ellenőrizetlen növekedése azt jelenti, hogy 2050-ben az e-üzemanyag előállításához 585 TWh megújuló villamos energiára lesz szükség

Ez pedig a teljes repülőgép-üzemanyag-fogyasztásnak csak a 35%-át fedi le, az előírásnak megfelelően.

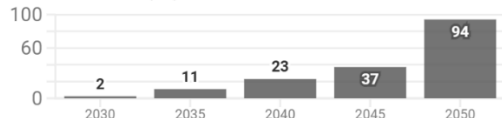
E-fuels (Mt)



Green H2 (Mt)



Point source CO2 (Mt)



Renewable electricity (TWh)



Forrás: T&E modellezés az Airbus és a Boeing növekedési előrejelzései alapján. Azt feltételezzük, hogy az e-üzemanyagokat pontforrású CO₂-ből állítják elő.

Infobox 3: A megújuló villamos energia és a CO₂-felhasználás versenye

Egy kilogramm e-kerozin előállításához pontforrásból származó CO₂ felhasználásával körülbelül 25 kWh megújuló villamos energiára van szükség (5.1. melléklet). Az európai légi közlekedésre vonatkozó *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* teljesítéséhez körülbelül 585 TWh megújuló villamos energiára lenne szükség.

Annak érdekében, hogy az elektronikus üzemanyagok ne vonják el a megújuló energiát más felhasználási módoktól, az előállításukhoz felhasznált villamos energiának "kiegészítőnek" kell lennie - az RFNBO-król szóló felhatalmazáson alapuló jogi aktusokban^{28,29} meghatározott szabályok szerint. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az RFNBO előállításához felhasznált megújuló villamos energiának olyan új létesítményekből kell származnia, amelyeket kevesebb mint 36 hónappal az RFNBO-gyártó létesítmény üzembe helyezése előtt helyeztek üzembe. Ez a szabály azonban nem vonatkozik azokra a pályázati zónákra, ahol az éves villamosenergia-mix több mint 90%-a megújuló forrásokból származik. Mi több, az alacsony karbon-kibocsátású hálózatok (ahol a villamosenergia-mix átlagos karbon-intenzitása 18 gCO₂e/MJ alatt van) szintén mentesülnek az additionalitási szabályok alól. Ezek a kivételek megkönnyítik és költséghatékonyabbá teszik az RFNBO-k előállítását az olyan régiókban, mint a skandináv országok vagy Franciaország és Dánia. Ezért lehetséges, hogy az európai e-kerozin gyártása nagy része ezekben az országokban fog zajlani, ahol már számos ilyen projekt található¹⁴.

Aggodalomra ad okot a pontszerű biogén CO₂-források elérhetősége is. A Ricardo tanácsadó cég becslései szerint a fenntartható kínálat nem fogja kielégíteni mind az e-üzemanyag iránti keresletet, mind az olyan konkurens ágazatok igényeit, mint a vegyipar, a műanyagipar, az építőipar és az állandó karbon-tárolás. A közvetlen levegőkivonás (DAC) ugyan alternatívát kínál, de költségesebb, és jelenleg nem szerepel a fejlesztés alatt álló európai e-kerozinprojekteken¹⁴.

6. Szinte semmilyen szennyezés-csökkenés nem lesz 2049-ben 2019-hez képest a robbanásszerű növekedés miatt

A fenntartható repülési üzemanyagok (SAF) bevezetése túl lassan fog haladni ahhoz, hogy ellensúlyozni tudja az utasok számának jelentős növekedését. A légi közlekedés *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv*ben szereplő növekedése csaknem teljesen kioltja a SAF által elért szennyezés-csökkentést.

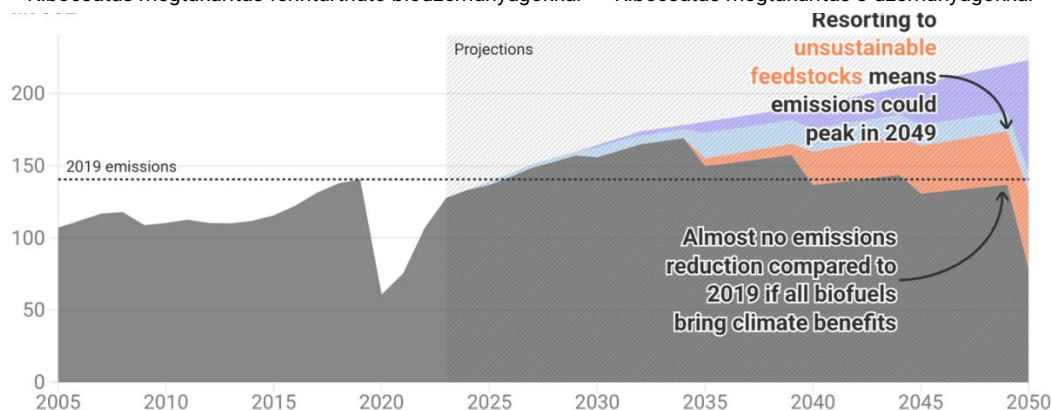
Aggodalmak merülnek fel a bioüzemanyagok egyes típusainak tényleges éghajlati előnyeivel kapcsolatban is, mivel 2035-től kezdődően a bioüzemanyag-fogyasztás olyan szintre fog emelkedni, amely elkerülhetetlenül a nem fenntartható bioüzemanyagok használatához vezet. Figyelembe véve a tényleges éghajlati előnyökkel kapcsolatos bizonytalanságot (Infobox 2), az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* által leképezett jövő azt jelenti, hogy:

- 2040-re az európai légi közlekedés (a 34%-os SAF-felhatalmazás ellenére) 3%-kal kevesebb illetve 14%-kal több CO₂-t fog kibocsátani, mint 2019-ben. Ez 118%-kal illetve 155%-kal több szennyezést jelent, mint 1990-ben, (amely évet az Európai Bizottság alapul vett a 2040-re kitűzött 90%-os nettó szennyezés-csökkentési céljának meghatározásához).
- A 42%-os SAF-felhatalmazás ellenére az európai légi közlekedés 2049-re 3%-kal kevesebb illetve 24%-kal több CO₂-t bocsáthat ki, mint 2019-ben, így a szennyezés 2049-ben tetőzhet.
- 2050-re, amikor az EU vállalta, hogy az üvegházhatású gázok nettó nulla kibocsátását eléri, az európai légi közlekedés a 70%-os SAF-felhatalmazás ellenére még mindig 79-132 millió tonna CO₂-t fog kibocsátani, ami 2019-hez képest 6-44%-os csökkenést jelent.
- 2025 és 2050 között a nem fenntartható bioüzemanyagokból származó tényleges éghajlati előnyökkel kapcsolatos bizonytalanság 385 Mt CO₂-t tesz ki (az alábbi ábrán **narancssárga** színnel).

A légiközlekedés növekedése gyengíti a SAF-ból származó eredményeket: alig van szennyezés-csökkenés 2049-ben 2019-hez képest, bár megfelelünk a SAF követelményeknek

Ha a nem fenntartható bioüzemanyagok nem hoznak tényleges csökkenést, a szennyezés 2049-ben tetőzik

- CO₂ kibocsátás ■ Lehetséges kibocsátás-megtakarítás a nem fenntartható bioüzemanyagokból
- Kibocsátás megtakarítás fenntartható bioüzemanyagokkal ■ Kibocsátás megtakarítás e-üzemanyagokkal



Forrás: T&E modellezés az Airbus és a Boeing piaci kilátásai alapján (Mt CO₂)

7. A forgalom ellenőrizetlen növekedése azt jelenti, hogy az európai légi közlekedés már 2026-ban kimeríti a Párizsi Megállapodásnak megfelelő karbon-szennyezési keretét

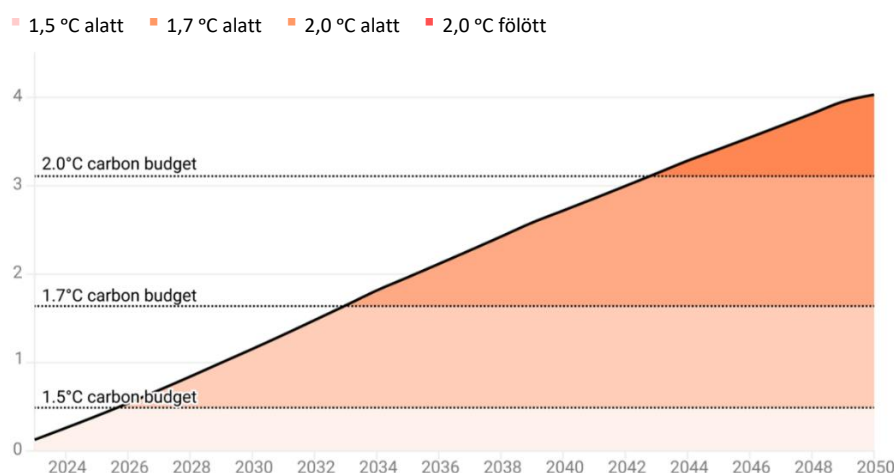
2023 és 2050 között az európai légi közlekedés az előrejelzések szerint a nem fenntartható bioüzemanyagokból származó tényleges éghajlati előnyök függvényében (Infobox 2) összesen 4-4,4 Gt CO₂-t bocsát ki, ami évente átlagosan 144-158 Mt CO₂-t jelent. A "grandfathering" megközelítés (régi szabály továbbra is érvényben marad bizonyos meglévő helyzetekre) lényege, hogy a fennmaradó karbon-szennyezési keretből az egyes ágazatoknak a korábbi hozzájárulásainak megfelelően osztják ki a fennmaradó részesedést. E megközelítés alapján, és 67%-os eséllyel egy bizonyos hőmérséklet-emelkedési szint alatt maradva, az európai személyszállítás kimeríti a karbon-szennyezési keretét:

- 2026-ban, hogy a 1,5°C-os globális felmelegedés alatt maradjon;
- 2033-ban, hogy a 1,7°C-os globális felmelegedés alatt maradjon;
- 2043-ban, hogy a 2,0°C-os globális felmelegedés alatt maradjon.

A globális felmelegedés 1,5°C-ra, 1,7°C-ra, illetve 2,0°C-ra történő (67%-os valószínűségű) korlátozásához a 2023 elejére fennmaradó globális karbon szennyezés aktualizált becslései 150 GtCO₂, 500 GtCO₂; illetve 950 GtCO₂⁽¹⁵⁾. A globális légi közlekedés 2019-ben („tank-to-wing”) az adott évben kibocsátott összes karbonszennyezés 2,4%-át tette ki¹⁶. Mivel az európai utasszállító légi közlekedés kibocsátása 2019-ben a globális légi közlekedés kibocsátásának 14%-át tette ki, a "grandfathering" megközelítés szerint az európai légi közlekedés a fennmaradó globális karbon-szennyezési keret 0,33%-át kapja.

Az 1,5 °C-os karbon keret 2026-ban kimerül

Az európai légi közlekedés összesített karbon-szennyezése 2023-tól (Gt)



T&E modellezés az Airbus és a Boeing piackutatásai alapján. A globális karbon-keret egy adott hőmérsékleten korlátozza a globális felmelegedést (67%-os valószínűséggel). A „grandfathering” megközelítést alkalmazzuk az európai légi közlekedés részesedésének kiszámításához a globális fennmaradó keretben

Ha a nem valóban fenntartható forrásokból származó bioüzemanyagok nem eredményeznek szennyezés-csökkentést, akkor az európai légi közlekedés 2023 és 2050 között további 0,38 Gt CO₂-t fog kibocsátani. A különböző karbon-kibocsátási keretek kimerülésének évei változatlanok maradnak egy olyan forgatókönyvhöz képest, amelyben valamennyi bioüzemanyag teljesíti éghajlat-védelmi elvárásait.

Infobox 4: Ambiciózus forgatókönyv, amely nem felel meg az ágazat karbon-mentesítési kihívásának

Lehetséges-e a légi közlekedés ésszerű növekedése? Az Európai Bizottság 2040-es modellezési forgatókönyvének elemzése

Annak ellenére, hogy az Airbus és a Boeing (Infobox 1) előrejelzéseikhez képest mérsékelt forgalomnövekedés tapasztalható, az Európai Bizottság 2040-es modellezési forgatókönyvében szereplő légiközlekedési szennyezés mértéke még mindig nem a karbon-mentesítéshez vezető helyes úton halad. A valóban fenntartható bioüzemanyagokban rejlő korlátozott lehetőségek miatt előrejelzésünk szerint 2037-re a bioüzemanyag iránti kereslet meghaladja a maximális fenntartható kínálatot. Ez a hiány a nem fenntartható bioüzemanyagok használatát teszi majd szükségessé, amelyeknek szennyezése a fosszilis kerozinhoz képest bizonytalan (Infobox 2), (alább narancssárga színnel jelölve).

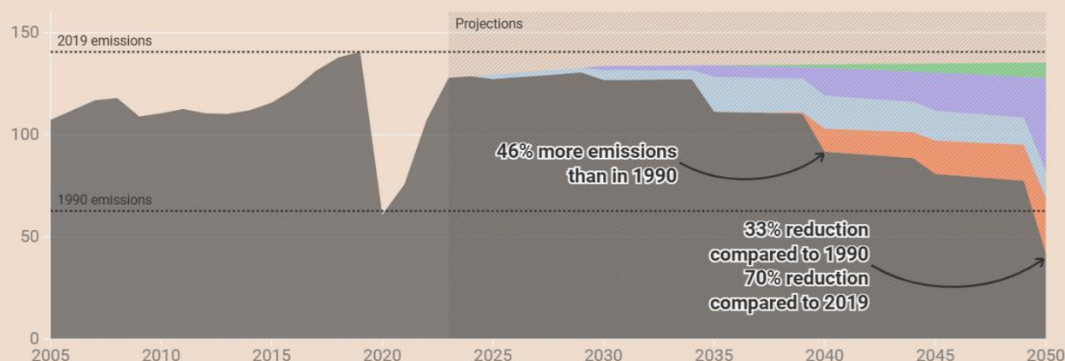
Az EB 2040 modellezési forgatókönyv alapján számításaink szerint:

- 2040-re a teljes gazdaság nettó szennyezése 90%-kal fog csökkenni 1990-hez képest, eközben az európai légi közlekedés szennyezése 46-64%-kal fog növekedni, ami a légi közlekedésnek szabad teret ad a karbon-mentesítésben. Ez még mindig lényegesen jobb, mint az *Ipari Nagy Növekedési Forgatókönyv*, amelynek kibocsátása 118-155%-kal több, mint 1990-ben.
- 2050-ben az EU repülőtereiről induló járatok még mindig 42-69 millió tonna CO₂-t fognak kibocsátani - amikor az EU vállalta, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátása nettó nulla lesz. Ez 10%-kal több, illetve 33%-kal kevesebb CO₂ szennyezést jelent, mint 1990-ben, és 51%-kal illetve 70%-kal kevesebb CO₂ kibocsátást, mint 2019-ben.

Az Európai Bizottság 2040-ig szóló forgatókönyve az európai légi közlekedésre nem felel meg a dekarbonizációs kihívásnak

A bioüzemanyagokra való túlzott támaszkodás a **nem fenntartható** üzemanyagok használatát fogja eredményezni

- Maradék CO₂ ■ Lehetséges csökkentés a kétes bioüzemanyagokból ■ Fenntartható bioüzemanyagok csökkentése
- Csökkentés az e-üzemanyagból ■ Csökkentés a zero-szennyezésű repülőgépekből

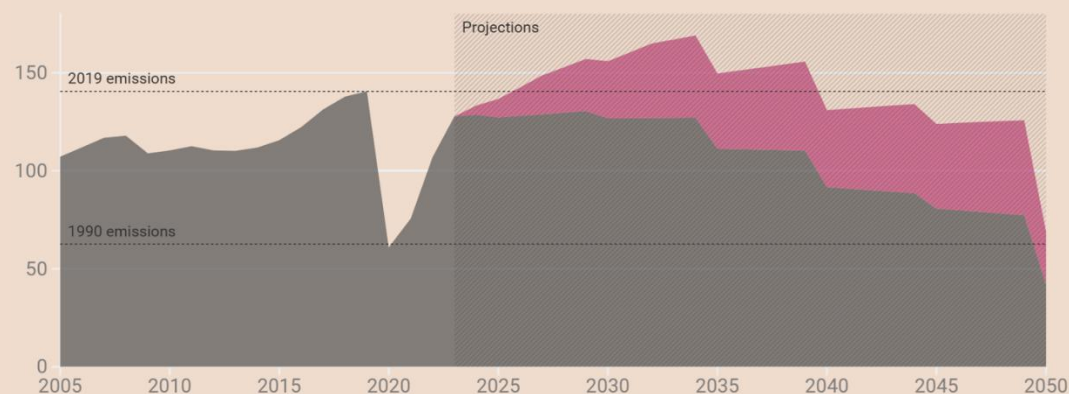


Forrás: T&E elemzés az Európai Bizottság 2040-es célkitűzésre vonatkozó hatásvizsgálatáról (Mt CO₂)

Az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyvhöz* hasonlóan 2026-ra az EU légi közlekedése is túllépi a karbon-szennyezési keretet, hiába célozza a globális felmelegedés 1,5°C-ra való korlátozását (67%-os valószínűséggel, a „grandfathering” elve alapján). Az 1,7°C-os karbon-szennyezési keretet azonban csak 2035-ben, két évvel az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* után fogja túllépni, és csak 2050-ben fogja túllépni a 2°C-os karbon-szennyezési keretet.

További 960 millió tonna CO₂-szennyezést jelenthet, ha a forgalom növekedését nem befolyásolják

- Kibocsátások az EC 2040 modellezési forгатókönyv szerint
- További kibocsátás, ha az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* forgalomművekedése megvalósul



Forrás: T&E modellezés az Európai Bizottság 2040-es hatásvizsgálatán, valamint az Airbus és Boeing piackutatásain alapul. (Mt CO₂)

Az Európai Bizottság 2040-re vonatkozó modellezése ambiciózus, és a légi forgalom növekedésére vonatkozó feltételezései jóval alacsonyabbak, mint az Airbus és a Boeing iparági átlagai. **Ha a forgalom 3,3%-os növekedési rátája megvalósul - ahogyan azt az *Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv* mutatja -, akkor 960 millió tonnával több CO₂ kerülhet szennyezésre, mint amennyit az EB 2040-es modellezési forгатókönyve tervez.** Ezért annak biztosítása, hogy az EU által modellezett alacsony forgalomművekedési arányok megvalósuljanak, **komoly politikai intézkedéseket igényel** a nagy szennyezőanyag-kibocsátású ágazatok, például a légi közlekedés növekedésének korlátozására (lásd a következtetések és ajánlások részt).

Következtetések

Az Airbus és a Boeing által előre jelzett növekedés ellensúlyozza az iparág azon erőfeszítéseinek nagy részét, hogy a SAF-ok és más zöld technológiák révén csökkentse szennyezését.



2050-ben az EU repülőtereiről felszálló repülőgépek még mindig **24,2 Mt fosszilis kerozint** fognak elégetni, ami 1,9 milliárd hordó nyersolaj kitermelését jelenti - az uniós finomítók 2022-es 9%-os átlagos hozamát alapul véve⁵.



2049-ben az ágazat **ugyanannyi fosszilis kerozint égethet, mint 2023-ban**, hiába felel meg a RefuelEU elvárásainak. A szennyezés mindössze 3%-kal lesz alacsonyabb, mint 2019-ben, feltéve, hogy minden bioüzemanyag tényleges éghajlati előnyöket biztosít.



2023 és 2050 között az EU légi közlekedése összesen 4,0 Gt CO₂-t fog kibocsátani. Ez azt jelenti, **hogy 2026-ra kimerül az 1,5°C-os karbon-szennyezési keret.**

Ilyen gyors növekedés mellett a valóban fenntartható alapanyagok nem állnak majd rendelkezésre elegendő mennyiségben. Ez azt jelenti, hogy nem fenntartható bioüzemanyagok használatára kellene áttérni, ami felélné a bioüzemanyagoktól várt szennyezés-csökkentést.



Ez azt jelentheti, hogy 2025 és 2050 között **a bioüzemanyagokból származó 385 Mt CO₂-megtakarítás** összességében **veszélybe kerülhet.**



2050-re **minden öt liter bioüzemanyagból négy** olyan alapanyagból származhat, amely nem felel meg a valódi fenntarthatósági előírásoknak.

Az elektromos üzemanyagok (e-fuel) zöldek és terjeszthetők, de nem olyan mértékben, hogy egy gyorsan növekvő ágazatot dekarbonizáljanak.



2050-ben **585 TWh megújuló villamos energiára** lesz szükség ahhoz, hogy a ReFuelEU-törvény által előírtaknak megfelelően annyi e-üzemanyagot állítsanak elő, amely az üzemanyag-összetétel 35%-át fedezi.



Ez több, mint Németország teljes villamosenergia-igénye 2023-ban (505,8 TWh).

Az Európai Bizottság 2040-re vonatkozó modellje az Airbus és a Boeing növekedési előrejelzésénél 60%-kal alacsonyabb átlagos éves növekedést prognosztizál.



Az alacsonyabb növekedési előrejelzés, valamint az alternatív üzemanyagok és a nulla szennyezésű légi közlekedés valamivel nagyobb mértékű elterjedése ellenére ez 1990-hez képest még mindig **46%-os szennyezés-növekedést eredményezne 2040-re** - amikor a gazdaságnak 90%-kal kellene csökkentenie nettó szennyezését.



Az Európai Bizottság modellezett növekedési előrejelzései jelentősen gyengülhetnek, ha nem kísérik komoly szakpolitikai intézkedések a növekedés korlátozására a nagy szennyezőanyag-kibocsátású ágazatokban, például a légi közlekedésben. **Ha az Ipari Nagy Növekedési Forгатókönyv megvalósul, 960 millió tonnával több CO₂ kerülhet kibocsátásra, mint amennyit a 2040-es célforgatókönyvben terveztek.**

A forgalom növekedésének fékezése az infrastruktúra bővítésének leállításával

Ha Európa komolyan gondolja karbon-mentesítési terveit, akkor a repülőtéri infrastruktúra bővítése nem ésszerű. Amíg az infrastruktúra lehetővé teszi a fosszilis tüzelőanyagok elégetését, addig több repülőgép fog repülni, és a szennyezés növekedni fog.

- **Az uniós kormányoknak le kellene állítaniuk az új repülőtéri infrastrukturális projektek jóváhagyását**, mivel ezek további járatokat és szennyezést eredményeznek, és a karbon-mentesítésre irányuló energiaügyi nyomást fokozzák. A jelenleg tervezett bővítések és új projektek gazdaságilag és környezetvédelmi szempontból fenntarthatatlanok. Tanulmányok kimutatták, hogy a repülőterek bővítése valójában sokkal korlátozottabb gazdasági előnyökkel jár, mint azt az iparág állítja³⁽⁰⁾. Ami a környezeti hatásokat illeti, Spanyolországban például a madridi Barajas repülőtér tervezett bővítése a járatok 21%-os növekedését eredményezheti, ami 2030-ra több mint évi 500 ezer járatot jelentene, ami 35%-kal több CO₂-szennyezést jelentene³¹. A barcelonai repülőtér bővítése szintén a légi közlekedésből származó CO₂-szennyezés további 33%-os növekedését eredményezheti³².
- Az EU-nak támogatnia - és nem akadályoznia - kellene a tagállamokat abban, hogy olyan szakpolitikákat dolgozzanak ki, amelyek **megállítják a repülőtéri járatok számának növekedését, vagy a keresletet más közlekedési módokra terelik át**. Hasonlóan ahhoz, amit Franciaországban és Ausztriában vezettek be azzal a javaslattal, hogy tiltsák be a belföldi járatokat, ha van életképes vasúti alternatíva, a tagállamokat arra kellene ösztönözni, hogy hatáskörükben korlátozzák a repülőtéri kapacitásnövekedést, tekintettel az ágazat éghajlatvédelmi célkitűzéseire. A Schiphol repülőtér által megrendelt tanulmány¹⁷ kimutatta, hogy az ország éghajlatvédelmi célkitűzéseinek elérése érdekében – például a karbon-kibocsátás legalább 30%-kal való csökkentése a 2019-es szinthez képest 2030-ig - a repülőtérnek korlátoznia kell a keresletet, különösen a hosszú távú járatok esetében. E tanulmány ellenére az uniós és nemzetközi politikai nyomás az intézkedés ellen küzdött, és bár eredetileg 460 000 járatra javasolták a repülőtéri felső határértéket, ami akár 7%-kal is csökkenthetné a szennyezést, 2025-ben 478 000 járat indulhat³³. Elfogadhatatlan, hogy a légiközlekedési ágazat továbbra is nyomást gyakoroljon az országokra, hogy azok ne fogadjanak el fontos éghajlatvédelmi intézkedéseket. Az uniós szabályozóknak támogatniuk kellene azokat a szakpolitikákat, amelyek lehetővé teszik a légiközlekedési ágazat számára a szennyezés csökkentését.

2

A méltánytalan fosszilis üzemanyag-támogatások megszüntetése

A szennyező forgalmat tápláló infrastruktúra további támogatásához hasonlóan a repülőjegyek árképzésének is foglalkoznia kell a légi közlekedés teljes éghajlati költségével, mivel túl sok adómentességben részesül.

- Az energiaadóról szóló uniós irányelv (Energy Taxation Directive) 2021-ben javasolt felülvizsgálata még mindig nem szüntette meg a légi közlekedésnek a **repülőgép-üzemanyag használatára vonatkozó adómentességét**, annak ellenére, hogy a polgároknak és a vállalkozásoknak adót kell fizetniük az autók, otthonaik és vállalati épületeik számára felhasznált üzemanyag után. Ezt sürgősen orvosolni kell: az EU Tanácsának 2025-ös lengyel elnöksége alatt a tagállamoknak jóvá kell hagyniuk az üzemanyagadó kivetését az EU-ból induló összes járatra. Ha ezt uniós szinten nem hagynák jóvá, akkor a tagállamoknak közbe kell lépniük, és a területükről induló járatokra hasonló szintű adó kivetésével kell pótolniuk a hiányt.
- A nemzetközi **repülőjegyek többsége nem tartalmaz ÁFA-t**, annak ellenére, hogy a polgároknak és a vállalkozásoknak a legtöbb termék és szolgáltatás után ÁFA-t kell fizetniük. A tagállamoknak biztosítaniuk kell, hogy a jegyadót minden értékesített jegyre alkalmazzák, a távolságok alapján differenciált adókulcsokkal.
- A légi közlekedésből származó szennyezések közel fele még mindig ki van zárva az EU **kibocsátás-kereskedelmi rendszere (ETS)** szerinti tényleges karbon-díj fizetéséből, miközben a cement-, a vegyipari-, és az energia-ágazatnak is fizetnie kell a rájuk eső részt. A rendszernek már 2027-ben ki kell terjednie az összes induló járatra.

3

A valóban fenntartható üzemanyagok elterjedésének támogatása

A légi forgalom növekedésének korlátozása mellett elengedhetetlen, hogy támogassuk a légi járművek **fenntartható üzemanyag**ainak elterjedését. Mivel a bioüzemanyagok számos típusa megkérdőjelezhetően fenntartható, az EU-ban kidolgozott valamennyi szakpolitikában és támogatási rendszerben **elsőbbséget kell biztosítani az elektronikus üzemanyagoknak**.

- Az uniós politikai döntéshozóknak fenn kell tartaniuk a ReFuelEU megbízatását, különösen az e-kerozinra vonatkozó részcélokat. A célok teljesítésének biztosítása érdekében az illetékes nemzeti hatóságoknak a lehető leghamarabb szigorú szankciókat kell megállapítaniuk az előírások be nem tartása esetén. E szankcióknak az EASA által az európai SAF-piacról szóló éves jelentésében⁽¹⁸⁾ szereplő referenciaár-bebecsléseken kell alapulniuk.

-
- Tekintettel az első e-kerozin üzemek megépítéséhez szükséges előzetes tőkebefektetések nagyságrendjére, a pénzügyi állami támogatás alapvető fontosságú. A bejelentett Tiszta Ipari Megállapodás (Clean Industrial Deal) és a Fenntartható Közlekedési Beruházási Terv (Sustainable Transport Investment Plan) nagyszerű lehetőséget kínál arra, hogy a szintetikus üzemanyag-előállításba finanszírozást irányítsanak. Az európai tőkésített piaci közvetítő, a kétoldalú árverések, és a különbséget biztosító szerződéses mechanizmus (contracts-for-difference, CfD) jelentősen felgyorsíthatná az e-üzemanyagok elterjedését. A kibocsátáskereskedelmi rendszerből származó bevételek 25%-ának felhasználása egy CfD-rendszer finanszírozására a ReFuelEU által 2040-ig előírt mennyiségek felét fedezné (20%-os árkülönbözeti fedezeti szintet alkalmazva⁽¹⁹⁾). Nemzeti szinten is ki lehet dolgozni pénzügyi támogatási rendszereket, például a korai projektfejlesztési szakaszok támogatására szolgáló támogatásokat.

4

Az európai vasutak éghajlati potenciáljának maximalizálása

A hatékony vasúti rendszer a szennyezés-mentes mobilitási rendszer egyik sarokköve. Európaiak milliói támaszkodnak a vasútra a nulla szennyezésű utazások során, de szakpolitikai változtatásokra van szükség ahhoz, hogy maximalizáljuk az európai vasúti klímapotenciált, és a vonatok jobban versenyezzenek a repülőgépekkel.

- **A piaci hiányosságok orvoslása** a vasúti szolgáltatások javítása érdekében. A vasúti piacon a versenyt gátló akadályok - például a magas vasúti vámok megszüntetése - növeli a kínálatot és csökkenti a repülő-, és vasúti jegyek közötti árkülönbiséget. Az Európai Bizottságnak az **egységes digitális helyfoglalási és jegyértékesítési rendelet** révén meg kell oldania a határokon átnyúló jegyfoglalással járó terheket is, amelyek miatt az utasok a nemzetközi összeköttetések ellenére sem utaznak vasúton.
- **A TEN-T rendelet megfelelő végrehajtásának biztosítása** a vasúti hálózat kihasználása érdekében. Meg kell kezdeni a vasúti hálózat célzott infrastrukturális fejlesztéseit, különösen a korszerűsítés (legalább 160 km/h sebesség) és a digitalizálás (ERTMS) terén, valamint ott, ahol a nagyobb városi területek közötti kulcsfontosságú vonalak hiányoznak. A TEN-T hálózatra való összpontosítás lehetővé teszi új vagy korszerűsített vonalak létrehozását, ahol a vasút versenyképes lehet a légi közlekedéssel szemben.⁽³⁴⁾

Bibliográfia

1. Airbus (2024). Airbus Commercial Aircraft GMF 2024-2043. Retrieved from: <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/global-market-forecast>
2. Boeing (2024). Commercial Market Outlook 2024–2043. Retrieved from: <https://www.boeing.com/commercial/market/commercial-market-outlook#overview>
3. European Commission (2024). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT Part 1 Accompanying the document COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Securing our future Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52024SC0063>
4. Official Journal of the European Union (2023). Regulation (EU) 2023/2405 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 on ensuring a level playing field for sustainable air transport (ReFuelEU Aviation). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R2405>
5. Fuels Europe (2023). Statistical report. Retrieved from: https://www.fuelseurope.eu/uploads/files/modules/documents/file/1688473038_669YHw9MApRAZOvNo7atC42hk09oIXcvzESi6pIP.pdf
6. T&E (2024). The advanced and waste biofuels paradox: Availability and sustainability of advanced and waste
7. Eurostat (2024). Supply, transformation and consumption of oil and petroleum products. Retrieved on 06/05/2024 from: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_cb_oil/default/table?lang=en
8. ACEA (2024). Vehicles on European roads. Retrieved from: <https://www.acea.auto/files/ACEA-Report-Vehicles-on-European-roads-.pdf>
9. ICCT. (2024). Availability of biomass feedstocks in the European Union to meet the 2035 ReFuelEU Aviation SAF target. Retrieved from: https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/08/ID-185-%E2%80%93-Biomass-SAF_final.pdf
10. Ember (2024). Electricity Data Explorer. Retrieved from: <https://ember-energy.org/data/electricity-data-explorer/>
11. Toleikyte, A., Roca Reina, J. C., Volt, J., Carlsson, J., Lyons, L., Gasparella, A., Koolen, D., De Felice, M., Tarvydas, D.,
12. ENTOG, ENTSOE(2024). Ten-Year Network Development Plans 2024 - Draft Scenarios Report. Retrieved from: https://2024.entsos-tyndp-scenarios.eu/wp-content/uploads/2024/05/TYNDP_2024_Draft_Scenarios_Report_240522.pdf
13. Ember (2024). Electricity Data Explorer. Retrieved from: <https://ember-energy.org/data/electricity-data-explorer/>
14. T&E (2024). The challenges of scaling up e-kerosene production in Europe. Retrieved from: https://www.transportenvironment.org/uploads/files/2024_01_E-kerosene_Tracker_TE_2024-04-29-155012_cevi.pdf
15. Forster, P. M., Smith, C. J., Walsh, T., Lamb, W. F., Lamboll, R., Hauser, M., Ribes, A., Rosen, D., Gillett, N., Palmer, M. D., Rogelj, J., von Schuckmann, K., Seneviratne, S. I., Trewin, B., Zhang, X., Allen, M., Andrew, R., Birt, A., Borger, A., Boyer, T., Broersma, J. A., Cheng, L., Dentener, F., Friedlingstein, P., Gutiérrez, J. M., Gütschow, J., Hall, B., Ishii, M., Jenkins, S., Lan, X., Lee, J.-Y., Morice, C., Kadow, C., Kennedy, J., Killick, R., Minx, J. C., Naik, V., Peters, G. P., Pirani, A., Pongratz, J., Schleussner, C.-F., Szopa, S., Thorne, P., Rohde, R., Rojas Corradi, M., Schumacher, D., Vose, R., Zickfeld, K., Masson-Delmotte, V., and Zhai, P.: Indicators of Global Climate Change 2022: annual update of large-scale indicators of the state of

- the climate system and human influence, *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 2295–2327, <https://doi.org/10.5194/essd-15-2295-2023>, 2023.
16. CE DELFT (2023). Carbon budget aviation. Retrieved from: https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2024/01/CE_Delft_230219_Carbon_budget_aviation_Def.pdf
 17. NLR (2024). CO2 reduction targets for Amsterdam Airport Schiphol based on remaining IPCC CO2 budgets up to 2050. Retrieved from: https://assets.ctfassets.net/biom0eqyyi6b/4HLetoMGTKDE3NTPP51mHe/d3578d6486e44b41c7c9b7e45753473d/CO2_reduction_targets_for_AAS_based_on_remaining_IPCC_CO2_budgets_up_to_2050.pdf
 18. EASA (2024). State of the EU SAF market in 2023. Retrieved from: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/state-eu-saf-market-2023#group-easa-downloads>
 19. T&E (2024). Finance, fuels and transport: Public funding for RFNBOs in shipping and aviation. Retrieved from: https://www.transportenvironment.org/uploads/files/Briefing_-Hydrogen-support-schemes-in-aviation-and-shipping.docx.pdf
 20. Eurocontrol.STATFOR interactive dashboard. Retrieved from: <https://www.eurocontrol.int/dashboard/statfor-interactive-dashboard>
 21. Statista (2024). Passenger load factor of commercial airlines worldwide from 2005 to 2023, with a forecast for 2024. Retrieved from: <https://www.statista.com/statistics/658830/passenger-load-factor-of-commercial-airlines-worldwide/#:~:text=Global%20airlines%27%20combined%20passenger%20load,82%2C5%20percent%20in%202024.>
 22. UNFCCC (2024). Greenhouse Gas inventory. Retrieved from: https://di.unfccc.int/time_series?_gl=1*1h90lil*_ga*MTAwMzAyMTU3NC4xNzM1MDM4MzIx*_ga_7ZZWT14N79*MTczNTU2NzE0Ny40LjEuMTczNTU2NzE2My4wLjAuMA..
 23. NLR,SEO (2021). Destination 2050 – A route to net zero European aviation. Retrieved from: https://www.destination2050.eu/wp-content/uploads/2021/03/Destination2050_Report.pdf
 24. Concawe (2022), E-Fuels: A technoeconomic assessment of European domestic production and imports towards 2050. Retrieved from : https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_22-17.pdf
 25. European Commission: Joint Research Centre, Toleikyte, A., Roca Reina, J., Volt, J., Carlsson, J. et al., (2023). *The heat pump wave – Opportunities and challenges*, Publications Office of the European Union, Retrieved from: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/27877>
 26. German Advisory Council on the Environment (SRU). (n.d.). *A justified ceiling to Germanys CO₂ emissions: Questions and answers on its CO₂ budget*. Retrieved from: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/EN/04_Statements/2020_2024/2022_09_The_CO2_budget_approach.pdf?__blob=publicationFile&v=8
 27. E3 Modelling (2018). PRIMES model. Retrieved from: <https://e3modelling.com/modelling-tools/primes/>
 28. European Commission (2023). *COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2023/1184 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union methodology setting out detailed rules for the production of renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin*. Retrieved from: https://energy.ec.europa.eu/delegated-regulation-union-methodology-rnfbo_en
 29. European Commissions (2023). *COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2023/1185 of 10 February 2023 supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council by establishing a minimum threshold for greenhouse gas emissions savings of recycled carbon fuels and by specifying a methodology for assessing greenhouse gas emissions savings from renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin and from recycled carbon fuels*. Retrieved from:

https://energy.ec.europa.eu/delegated-regulation-minimum-threshold-ghg-savings-recycled-carbon-fuels-and-annex_en

30. New Economics Foundation (2023). *Losing altitude: The economics of air transport in Great Britain*.

Retrieved from: <https://neweconomics.org/2023/07/losing-altitude>

31. Ecologistas en Acción (2023), La ampliación de de Barajas aumentaría casi un 35 % las emisiones de CO2 del aeropuerto. Retrieved from: <https://www.ecologistasenaccion.org/296356/la-ampliacion-de-de-barajas-aumentaria-casi-un-35-las-emisiones-de-co2-del-aeropuerto/>

32. Barcelona Regional (2021), *Encaix ambiental de l'Aeroport de Barcelona – El Prat Josep Tarradellas*.

Retrieved from: https://www.bcnregional.com/treballs/encaix-ambiental-de-laeroport-de-barcelona-el-prat-josep-tarradellas-2/#dfliip-df_5706/3/

33. PwC (2022). Impactanalyse verlagend activiteitenniveau Schiphol. Retrieved from:

<https://open.overheid.nl/documenten/ronl-db1971850f7bd1e3b58ce7ccd2d8a12d78b32fb3/pdf>

34. European Commission (2023). *Rail vs Air*. Retrieved from:

https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/work/2023-rail-vs-air_en.pdf

Methodology

Note: A 'yearly increase' within a given period refers to the compound annual growth rate for this period.

$$CAGR = \left(\frac{V_{final}}{V_{begin}} \right)^{1/t} - 1$$

$CAGR$ = compound annual growth rate
 V_{begin} = beginning value
 V_{final} = final value
 t = time in years

1. Growth in passenger traffic

1.1 Baseline and historical data

To ensure consistency across the different projections, we apply relative growth rates derived from Boeing and Airbus market outlooks, as well as the European Commission's impact assessment, to the same baseline of absolute passenger traffic departing from the EU in 2023. We use historical passenger traffic departing from the EU, sourced from STATFOR²⁰, up to 2022 - the most recent year available at the time of writing. We estimate EU passenger traffic from the EU in 2023 by applying the growth rate observed in Boeing's projections for passenger traffic from Europe between 2022 and 2023.

1.2 Industry High Growth Scenario: Airbus and Boeing market outlook

We retrieve growth rates from Airbus and Boeing's latest market outlooks^{1,2} both published in July 2024. Passenger traffic is measured in revenue passenger kilometres (RPKs), or the number of passengers - excluding cabin staff-, flying over one kilometre.

Boeing's dataset includes historical traffic flows between geographical regions (e.g. between Europe and the Middle East) from 2014 to 2023 as well as projected traffic in 2033 and 2043. To estimate passenger traffic departing from Europe, we divided the traffic flows by two, except for intra-European flows. We then calculate compound annual growth rates (CAGR) for two periods, 2023–2033 and 2034–2043, and use these rates to project passenger traffic through 2043 based on historical data. Although Boeing's 'Europe' category includes non-EU countries (e.g., the UK), it provides the finest granularity available and is deemed a reasonable proxy to calculate EU growth rates.

Airbus, on the other hand, provides CAGRs for specific time periods (2019–2027 and 2027–2043) by geographic region pairs but does not include historical passenger traffic data. Based on Airbus's regional definitions, the best proxy for passenger traffic departing from the EU is a combination of flows labeled 'Central Europe' and 'Europe.' As with Boeing, this grouping

includes non-EU countries such as North Macedonia, the UK, and Norway, but it is considered the most suitable proxy for projecting EU aviation growth.

To extend projections to 2050, we applied the CAGR from the latest time bracket in each market outlook: 2033–2043 for Boeing and 2027–2043 for Airbus.

It should be noted that Airbus outlook explicitly mentions that their forecast “connects drivers for air transport demand (macroeconomic demographic...) with existing measures related to the sector’s decarbonisation through Sustainable Aviation Fuels (SAF) and CO₂-prices”¹. This means that the impact of RefuelEU and the Emissions Trading System is already taken into account in their modelling.

1.3 European Commission’s 2040 modelling scenario

In its impact assessment for Europe’s 2040 climate target³, the European Commission elaborates on the contribution of each sector to reach an economy-wide greenhouse gases (GHGs) net reduction of 90% compared to 1990. This corresponds to a net emission reduction of -84% to -90% in 2050, compared to 2015 levels, the baseline used in the impact assessment. The impact assessment looks at the sectoral reductions compatible with the different 2040 target levels.

It should be noted that the targeted reduction aligns with the scope of the Climate Law, which covers only domestic and intra-EU aviation, excluding extra-EU aviation, which represents over half of current aviation emissions, from the target. However, the impact assessment includes modelling assumptions for extra-EU aviation for all scenarios, which we use in this report.

We specifically model a theoretical scenario positioned between scenarios ‘s2’ and ‘s3’, which result in net GHG reductions of 88% and 92%, respectively, compared to 1990. This approach aims at aligning with the communicated 2040 target of 90% net reduction relative to 1990 levels. We call this scenario the *European Commission (EC) 2040 modelling scenario*.

In these two scenarios, intra-EU aviation activity, measured in RPK, is projected to grow by 33.7% by 2030, 56.5% by 2040, and 74.1% by 2050, relative to 2015 levels. Extra-EU activity is expected to grow faster, by 35.7% by 2030, 59.9% by 2040, and 77.7% by 2050.

We use STAFOR activity data, categorized by scope (intra-EU including domestic, and extra-EU), to calculate overall EU traffic growth from the *EC 2040 modeling scenario* for 2015 to 2030, 2040, and 2050. From this, we determine the corresponding CAGR for the periods 2023–2030, 2031–2040, and 2041–2050, which we then apply to historical traffic data.

When compared to 2019 levels, this corresponds to growth of 6% by 2030, 25% by 2040, and 28% by 2050. Between 2023 and 2050, the compound annual growth rate under the EC 2040 modeling scenario is estimated at 1.4%.

2. Energy intensity improvement

The energy intensity is defined as the amount of fuel burnt to carry one passenger over 100 km.

It encompasses improvements in the aircraft and its engine (e.g. more seats per aircraft, more efficient engines, more aerodynamic designs) and the way aircraft are operated (e.g. higher load factors, route optimisation). The energy intensity improvement depicts the decrease in energy consumption per passenger carried over a kilometre.

We use the improvement in energy intensity to calculate how the fuel consumption is projected to grow *relative* to the activity (in RPK), in other words, to what extent the growth in fuel consumption decouples from the growth in traffic.

For consistency and in order to single out the effect of the demand in traffic, we apply the same energy efficiency improvement than the EC 2040 impact assessment³ across scenarios (*Industry High Growth Scenario* and the *EC 2040 Modelling Scenario*).

The energy intensity is projected to decrease by 27% in 2040 and 34% in 2050 compared to 2015. This corresponds to an average yearly decrease in energy intensity of 1.25% between 2015 and 2040, and 1.00% between 2040 and 2050. On average over the 2015-2050 period, it means a yearly decrease of energy intensity of 1.18%.

We model a yearly decrease of energy intensity of 1.25% between 2023 and 2040, and 1.00% between 2041 and 2050.

Applying the 2015-2040 average energy efficiency improvement from 2023 onwards disregards the disruptions that could have happened between 2015 and 2023. Notably, load factors have dropped considerably during the COVID crisis. Worldwide and for commercial aviation, they went from 83.3% in 2019 to as low as 59.3% in 2020. They are however estimated to be 82.2% in 2023, not so far from pre-covid times²¹. Hence we consider that using 1.25% from 2023 is a reasonable proxy.

3. Fuel consumption

Fuel consumption growth rates are calculated by combining traffic growth rates with energy intensity improvement rates. Historical fuel consumption is derived from UNFCCC²² emissions data by dividing emissions by the CO₂ content of fossil kerosene. To align with the report's focus on passenger aviation, fuel consumption from cargo flights - which represented 5% of European commercial emissions in 2018²³ - is excluded from the baseline.

4. Fuel mix

4.1. Industry High Traffic Growth scenario

RefuelEU⁴ mandates fuel suppliers to blend an increasing share of sustainable aviation fuels (SAF) including specific shares for e-kerosene, as per the table below.

Year	2025	2030-2031	2032-2034	2035	2040	2045	2050
Overall SAF target	2%	6%		20%	34%	42%	70%
E-kerosene subtarget	/	Avg. 1.2% Min. 0.7%	Avg. 2% Min. 1.2% (2032-2033) Min. 2% (2034)	5%	10%	15%	35%

For the Industry High Growth Scenario, we assume that RefuelEU is met as indicated in the law, i.e. that neither the overall SAF mandate or the e-kerosene average subtarget is exceeded. This approach implies no interpolation between years with mandate increases. For example, in 2049, fuel suppliers blend 42% SAF—the level set by the 2045 mandate—as this remains compliant with the law.

When the requirements include both a minimum share per year and an average share over a time period, we assume that the average share applies to this entire period.

4.1. Fuel mix of the EC 2040 modelling scenario

The fuel mix in relative energy terms is provided in Figure 75 of the impact assessment for 2030, 2040, and 2050. As explained earlier (Annex 1.3), the fuel mix for the *EC 2040 modelling scenario* is taken as the average of scenarios 's2' and 's3' - which assume a slightly higher SAF blend than the RefuelEU mandate and incentives for the deployment of zero-emission aircraft (hydrogen and electric planes).

Due to the lack of data for 2025, 2035, and 2045, we assume that the shares of e-fuels and biofuels align with the RefuelEU blend targets. Since hydrogen also counts toward the RefuelEU target, our estimated fuel mix for 2045 exceeds strict compliance with RefuelEU—similarly to the EC 2040 modelling scenario fuel mix of 2050, which is provided in the impact assessment, where e-fuels, biofuels, and hydrogen surpass the 70% mandate.

To maintain consistency with the modelling of the fuel mix in the *Industry High Growth Scenario*, we do not assume a linear increase in the uptake of e-fuels and SAF between the years when mandates rise (2025, 2030, 2035, 2040, 2045, and 2050). However, we apply linear interpolation for zero-emission aviation to represent a more gradual adoption of the technology.

The table below shows the fuel mix (in energy terms) resulting from the average of scenarios 's2' and 's3'.

Year	2025	2030	2035	2040	2045	2050
biofuel	2%	4.3%	15%	24%	27.0%	35.0%
e-kerosene	/	1.7%	5%	12.1%	15.0%	33.8%
hydrogen	/	/	/	0.9%	2.9%	4.9%
electricity	/	/	/	0.2%	0.4%	0.6%

5. Resource requirements for e-fuels

5.1. Assumptions

Assumptions on the production of e-fuels are mainly based on Concawe's technical assessment²⁴. We modelled the production of hydrogen from an alkaline electrolyser, as already commercially available. For the Fisher-Tropsch reaction, we assume a low-temperature process. The CO₂ capture processes (CO capture and reverse water gas shift to convert CO to CO₂) require heat. We assume in this report that part of this heat could be recuperated from the Fisher-Tropsch process and that the rest is supplied by an electric heater powered by renewable electricity.

We only considered point-source carbon capture, less energy intensive than Direct Air Capture (DAC), because all projects being developed in Europe at the moment are planning to use point sources of CO₂¹⁴, which is cheaper than DAC.

5.2. Co-product and resource allocation

E-kerosene constitutes only a portion of the output from the Fischer-Tropsch process, which also yields co-products with varying carbon chain lengths such as diesel, gasoline, and liquid petroleum gas. One method of allocating the resource used to one specific output consists in allocating the input proportionally to its output share. This approach takes into account the valorisation of the other products, and considers that the remaining share of the input resource is allocated to the end use sectors of these valorised co-products. We use this approach in our analysis, which is conservative when it comes to the responsibility of the aviation sector.

The other approach consists in considering that the entire quantity of input is needed to produce each of the co-product. Depending on the selectivity of the process, the e-kerosene output could be as low as 32%, according to Concawe²⁴. In simple terms, that means multiplying by three the quantities calculated in the analysis. With this approach, producing e-fuels up to the RefuelEU mandate will use 1830 TWh, or 31% of the wind and solar electricity produced in 2050 as projected by the Ten-Year Network development Plans 2024 projections¹².

5.3. Comparison with heat pump electricity needs

In their analysis of the largescale deployment of heat pumps by 2030 following the RePowerEU plan, the Joint Research Center calculated the yearly consumption of 52.4 million heat pumps, as the sum of the 30 million heat pump aimed at by RePower EU, the 11.4 millions heat pump already installed, and 11 million in newly constructed dwellings²⁵. These 52.4 million heat pumps would consume 173 TWh to 216 TWh of electricity in 2030, depending on the share of oil and gas boiler replacement that are combined with building envelope renovation (40% or 60%). On average, this means a yearly consumption of 3.3 MWh to 4.1 MWh per heat pump. We use the central value (3.7 MWh) in this report to estimate the number of dwellings currently using oil and gas boilers that could be replaced by heat pumps, using the same amount of electricity as we calculated for the production of e-fuels for aviation in the Industry High Traffic Scenario in 2050 (585 TWh).

6. CO₂ emissions

We model tank-to-wing CO₂ emissions. To account for production losses in e-kerosene, we model an 85% reduction in CO₂ emissions compared to fossil kerosene until 2040, followed by a linear improvement to 100% by 2050, reflecting advancements in production processes and sustainable carbon sourcing. For sustainable advanced and waste biofuels (derived from sustainable feedstocks), we assume a constant 85% reduction in emissions compared to fossil kerosene through 2050. In contrast, for unsustainable biofuels (produced from unsustainable feedstocks), we model a range of potential emissions reductions, from no reduction relative to fossil kerosene to the same 85% reduction as sustainable biofuels (Infobox 2). Hydrogen and electric aircraft are assumed to be zero-emission.

7. Carbon budget of European passenger aviation

A carbon budget is a tool used to define climate targets and evaluate emission reduction pathways. It is the maximum amount of CO₂ that can be emitted to limit global warming to a specific level. In this report, we use a recent estimate of the remaining global carbon budget¹⁵, starting from 2023.

To limit global warming to 1.5°C, 1.7°C and 2.0°C respectively with a 67% probability, the updated estimates of the global remaining carbon budget as of early 2023 is 150 GtCO₂, 500 GtCO₂ and 950 GtCO₂.

In this report, as explained in Section 7, we use a grandfathering approach to allocate a carbon budget. The grandfathering approach consists in allocating the share of the

remaining carbon budget to a sector according to its historical contributions. This same approach was used in a recent report calculating the remaining carbon budget for aviation. ¹⁶

However, the grandfathering approach disadvantages economically and technologically less developed countries in terms of their available budget share and it also contradicts the intention of Article 2.2 of the Paris Agreement, which binds the signatories to the principle of common but differentiated responsibilities.²⁶ The per capita approach assumes that each individual in the world is allocated an equal share of the remaining budget. Given that Europeans represent 5.6% of the world population in 2023, the corresponding remaining budgets are shown in the table below.

Estimated remaining carbon budget for EU passenger aviation from the beginning of 2023 (in Gt of CO ₂). The carbon budgets in bold are the ones used in the report.						
	Grandfathering approach			Per capita approach		
Likelihood	50%	67%	83%	50%	67%	83%
1.5°C	0.82	0.49	0.33	0.35	0.21	0.14
1.7°C	1.96	1.64	1.15	0.83	0.69	0.48
2.0°C	4.42	3.11	2.62	1.87	1.32	1.11

8. Note on the *European Commission's 2040 modelling scenario*

Our calculations for the *European Commission's 2040 modelling scenario* are based on three key metrics from the Commission's own impact assessment:

- Growth in passenger traffic for 2030, 2040 and 2050, broken down by scope (intra-EU and extra-EU) and relative to 2015 (Annex 1.3);
- Decrease in energy intensity for 2040 and 2050, relative to 2015 (Annex 2);
- The fuel mix, expressed as shares of energy carriers, for 2030, 2040 and 2050 (Annex 4.1).

As explained in the different Annex sections, we made additional assumptions (e.g. emissions reductions from SAF), and we used external sources (e.g. SATFOR for the baseline for passenger traffic) to ensure consistency with the *Industry High Growth Scenario* and to extrapolate data for the 2023-2050 period.

These assumptions may differ from those used in the Commission's PRIMES-TREMOVE²⁷ transport model, which could lead to slight divergences in some of the aviation modelling outputs from the EC impact assessment.