STAY GROUNDED

A repülés egészségügyi probléma

uecna
European Union Against Aircraft Nuisances

A repülés hosszú távú kockázatot jelent az éghajlatra és az élhető jövőre nézve. Közvetlen egészségügyi kockázatot jelent a repülőterek közelében és a repülési útvonalak alatt élő emberek, valamint a légiutas-kísérők és az utasok számára is. Ez a tanulmány összefoglalja tudomány jelenlegi álláspontját a zajjal és a légszennyezéssel kapcsolatos egészségügyi hatásokról, és feltárja ezek kezelési módjait.

A LEGFONTOSABB TÉNYEK ÁTTEKINTÉSE:

- A repülés, bár gyakran gondtalan és kényelmes közlekedési módként ábrázolják, valójában káros az emberi egészségre. Noha ez különösen igaz a gyakran repülőkre, például a légiutas-kísérőkre, a pilótákra és a munkaügyben gyakran utazókra, azok is viselik a következményeket, akik nem repülnek.
- A repülőgépek zaja sokféle egészségügyi problémához vezethet. Különösen a repülőterek közelében lakókat érintik negatívan az éjszakai fel- és leszállások. Egyes repülőtereken van éjjeli záróra, és ezt ki kellene terjeszteni.
- A repülőgép-üzemanyag elégetése során olyan szennyező anyagok szabadulnak fel, amelyek több ezer korai halálesetet okoznak. Nagy probléma az ultrafinom részecske, amelyek mélyen behatol a tüdőbe, és még a véráramba is bejut. Jó mérési és szigorú légiforgalmi előírásokat kell bevezetni a repülőtereket körülvevő területekre.
- A repülőgépek zaja, szennyezése és a kapcsolódó egészségügyi problémák aránytalanul nagy mértékben sújtják az alacsony jövedelmű közösségeket és a repülőtéri dolgozókat, akik között gyakran jelentős számú színes bőrű és marginalizált ember van.
- Míg a technológiai fejlesztések segíthetnek bizonyos zaj és szennyező anyag csökkenésében, e csökkenéseket felemészti a járatok számának növekedése. Egyes zaj- és szennyezéscsökkentési lehetőségek enyhén növelhetik a szén-dioxid szennyezést.
- A járatok számának csökkentése és a repülőtér-bővítések leállítása a legjobb megoldás mind az egészségügyi problémák, mind az éghajlati összeomlás ellen. A lakosok, az egészségügyi szervezetek, az éghajlati mozgalom és a munkavállalók erős koalíciókat építhetnek a légi közlekedés méltányos csökkentésére és egy mindenki számára egészségesebb jövőre.

REPÜLŐGÉP ZAJ

A légiközlekedés zaja számos súlyos egészségügyi problémával jár együtt: [1] A legkritikusabbak közé tartoznak a szív- és érrendszeri betegségek (pl. iszkémiás szívbetegség),[2] a kognitív károsodás (különösen a gyermekeknél),[3] a mentális egészségügyi problémák (pl. depresszió),[4] az alvászavarok és a kapcsolódó egészségügyi hatások,, a cukorbetegség[6] és a stresszhez kapcsolódó betegségek, például a magas vérnyomás.[7] A zaj a repülőtéri dolgozók és a közelben lakók számára halláskárosodást vagy hallásvesztést okozhat.[8] Számos nagy mintaszámú európai tanulmány megerősítette, hogy repülőgépek zaja nem csak a súlyos betegségek számával függ össze, de a kórházi felvételek és a halálozási arány növekedésével is.[9] Egy tanulmány becslése szerint a frankfurti repülőtér közelében a repülőgépek éjszakai zaja évente 2340 kórházi kezeléshez és 340 halálesethez vezet.[10] **A tanulmányok azt mutatják, hogy a repülőgépek zaja bosszantóbbnak tekinthető, mint az egyéb zajforrások, például a közúti vagy vasúti forgalom.** Több vibrációt okoz, gyakran előre nem látható időközönként, és a zajszint zavaróan hirtelen emelkedésével és csökkenésével jár.[11]

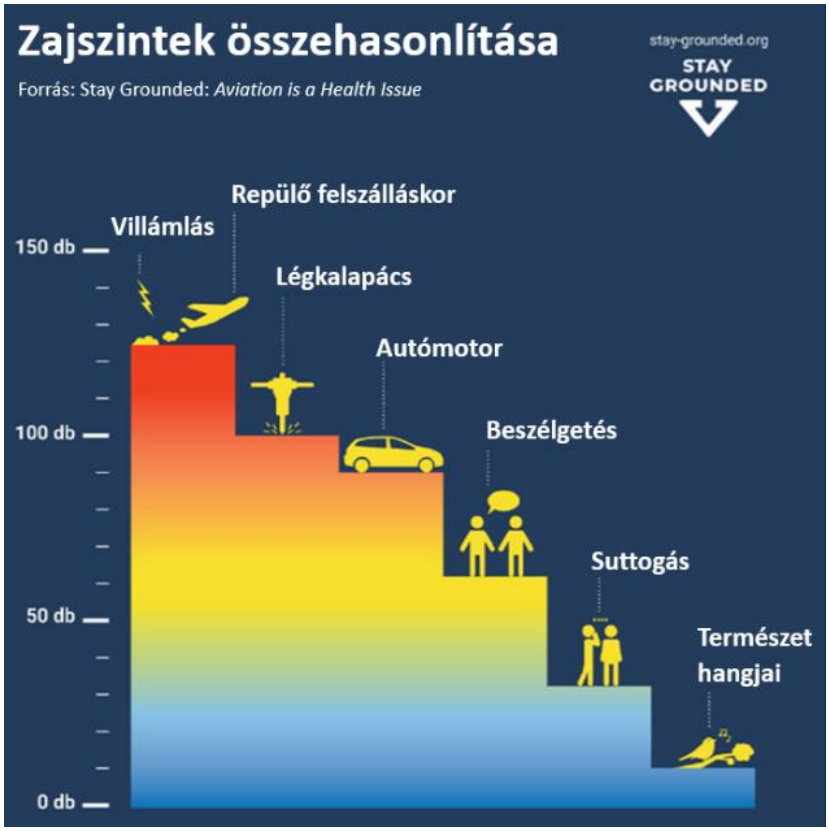
Bár újabb és halkabb repülők és repülési eljárások jelennek meg, **a zajszennyezés növekszik, mivel a járatok száma világszerte nő**, és további terjeszkedést terveznek. Az extra távolságú repülések extra zajt okoznak: a repülőgépeket indulás előtt több üzemanyaggal töltik fel, így nagyobb tolóerőt igényelnek felszállás és emelkedés közben.[12]

A globális felmelegedés csökkenti a levegő sűrűségét, ami egy másik ok, amiért a repülőgépeknek több zajt okozó tolóerőre van szükségük a felszálláshoz.[13] Ha a szuperszonikus repülőgép-projektek megvalósulnak, rendkívül zajosak lesznek.[14] Végül, az üzemanyag-hatékonyság javítását célzó új repülőgép-motor konstrukciók megnövekedett motorzajhoz vezethetnek.[15] Az Egyesült Államokbeli Szövetségi Légiközlekedési Hivatal 2021-ben tette közzé (csaknem 30 év után) zajfelmérését, amely arra jutott, hogy **a 65 dB-es vagy alacsonyabb átlagos nappali-éjszakai zajszint (DNL) a lakosság sokkal nagyobb hányadát "bosszantja", mint azt korábban gondolták.[16]**

Sajnos nehéz átfogó adatokat szerezni Dél-Amerikáról, Ázsiáról és Afrikáról, kivéve néhány helyi esettanulmányt. Például a Hangzou Xioshan (Kína) Nemzetközi Repülőtér vizsgálati csoportjának 25%-a rendkívül bosszús volt a napközbeni 55 dB mellett is.[17] A johannesburgi Temisa település (Dél-afrikai Köztársaság) lakóinak többségét nagyon idegesítette a zaj, annak ellenére, hogy meglehetősen távol laktak a repülőtértől, és átlagosan 55 dB-nél kevesebbnek voltak kitéve, de nem volt megfellelő hangszigetelésük vagy jó minőségű lakhelyük.[18]

Európa zaj irányelvei

A repülőgépek zajára az Egészségügyi Világszervezet nappalra 45 decibel határértéket ajánl, és éjszakára 40 dB határértéket.[19] Az Európai Unió a jogszabályaiban azonban csak az átlagosan 55 dB vagy afeletti légi járművek zaját[20] tekinti olyan szintnek, amely összefügg a különböző szív- és érrendszeri betegségek lényegesen magasabb kockázati szintjével[21] és a gyermekek alacsonyabb olvasási teljesítményével.[22] Az Európai Légiközlekedési Környezetvédelmi Jelentés (European Aviation Environmental Report) 98 nagy európai repülőtér 2019-es zajszintjét hasonlította össze a 2005-össel. Megállapította, hogy az 55 dB illetve az 50 dB sugárzásnak kitett lakosság száma 3,2 millió (+30%), illetve 1,07 millió (+71%) volt. Mi több, 1,3 millió ember volt kitéve több mint 50 napi 70 dB feletti repülőgépzajnak.[23]



LÉGSZENNYEZÉS

A repülőtereken és azok környékén a repülőgépek szenynezése a helyi légszennyezés egyik fő forrása, és jelentősen hozzájárul az ózon és a szálló por (particulate matter, PM) háttérkoncentrációjához. A legfrissebb becslések szerint a **légi közlekedésből eredő ózon és a szálló por önmagában évente ~74 300 korai halálesetet okoz világszerte**, és ez az adat nem tartalmazza az összes repülőgép eredetű szennyezés hatását.[24] A kerozin szennyezése hasonló a dízelolaj szennyezéséhez, amelyről ismert, hogy számos egészségügyi kockázatot, többek között rákot okoz.[25] Az 1. táblázat felsorolja a repülés főbb szennyező anyagait és egészségügyi hatásait. Ezek többsége a sugárhajtómű-üzemanyagok elégetéséből ered.

A REPÜLÉS FŐBB SZENNYEZÉSEI

Szennyező anyag	Eredet	Egészségügyi hatás
Nitrogén oxidok[26] (NO_x)	A légköri nitrogén oxidációja magas motorhőmérsékleten	Károsodott immun- és légzőszervi funkciók, szív- és érrendszeri betegségek, valamint fokozott reakciók allergénekre
Szálló por: korom[27]	Szénhidrogének égetése	Szív- és érrendszeri, valamint légzőszervi betegségek és stroke. A hosszú távú kitettség negatív hatással van a várandósságra és a magzatra, és összefüggésbe hozható a tüdőrákkal és a csökkent termékenységgel. Függ a mérettől és a kémiai összetételtől (lásd alább)[28]
Szálló por: kénsav és szulfát[29]	Az üzemanyag kénvegyületeinek elégetése során keletkező SO_2 oxidációja a légkörben	Általában az ultrafinom részecskék (ultrafine particles, UFP) problémások, amelyek mélyen behatolhatnak a tüdőbe és bejuthatnak a véráramba[30]

Szálló por: egyéb[31]	A gumiabroncsok, a fékek és a kifutópálya felületének kopása. Ólom a kis repülőgépekben és a helikopterekben használt üzemanyagból (AvGas)	A szálló por 1. osztályú rákkeltő anyagként van besorolva[32]
Ózon (O_3)[33]	Légköri kémiai reakciók a NO_x, a metán és az illékony szerves vegyületek (volatile organic compounds, VOCs) között	Súlyosítja a tüdőbetegségeket, például az asztmát és a krónikus obstruktív tüdőbetegségeket (COPD)
Kén-dioxid (SO_2)[34]	Az üzemanyag kénvegyületeinek égése	Az orrnyálkahártya irritációja és légzőszervi betegségek
Szén-monoxid (CO)[35]	Szénhidrogének égése	Légzési problémák, például asztma, szívbetegség és fokozott halálozás
Veszélyes légszennyező anyagok (Hazardous Air Pollutants, HAPs)[36]	Ide tartoznak a benzol-, az 1,3-butadién-, a naftalin-, az etilbenzol-, a formaldehid-, az 1-metilnaftalin-, és az ólomvegyületek. Eredetük különböző, ami további kutatásokat igényel[37]	Rákkeltő anyagként vannak besorolva[38]

Bendtsen és munkatársai (2021) arra a következtetésre jutottak, hogy „a repülőgépek szennyezéseinek való kitettség tüdő- és szisztémás gyulladást vált ki, ami potenciálisan hozzájárulhat rák, asztma, légzőszervi és a koszorúér-betegségek kialakulásához”, és súlyosbítja a meglévő betegségeket.[39] A szálló pornak való hosszú távú kitettség negatív hatással van a terhességre és a magzatra, és összefüggésbe hozható a tüdőrákkal és a csökkent termékenységgel.[40]

Például egy, a Seattle SeaTac repülőtér közelében lakókkal végzett tanulmány kimutatta, hogy ott nagyobb arányban születtek koraszülöttek vagy alacsony születési súllyal, magasabb volt a kórházi kezelések aránya, magasabb volt a szívbetegség, a cukorbetegség, az asztma, a stroke, a COPD aránya, magasabb volt a halálozási arány (bármely okból), és alacsonyabb volt a várható élettartam.[41]

FELSZÁLLÁSBÓL, CIRKÁLÓ REPÜLÉSBŐL ÉS FÖLDI MŰVELETEKBŐL EREDŐ SZENNYEZÉSEK

A repülőterek körüli levegő minőségére a legnagyobb hatással lévő szennyezések a leszállás és felszállás (landing and take-off, LTO) ciklusokból származnak, amelyek magukban foglalják a gurulást, a felszállást, a 915 m-re (3000 láb) történő emelkedést, és hasonlóan, az ereszkedést és a leszállást.[56] A Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (International Civil Aviation Organization, ICAO)[57] meghatározta a szabványos hosszú távú repülésciklus (LTO) maximális szennyezési határértékeit számos szennyező anyagra, többek között a nitrogén oxidokra és a szálló porra, de nem az ultrafinom részecskére (ultrafine particles) nem.[58]

A repülésből származó légszennyezést általában helyi levegőminőségi problémaként kezelik és szabályozzák, de a leszállás és felszállás ciklushoz kapcsolódó szennyezés az összes szennyezésnek csak 4%-át teszik ki. Ugyanakkor a repülés során kibocsátott szennyező anyagok 96%-a a levegő függőleges keveredése és a szennyező anyagok közötti kémiai reakciók miatt a felszíni levegőminőségre is hatással van.[59] Ez különösen igaz az ózonra és a finom részecskékre (átmérőjük 2,5 mikrométer és annál kisebb, PM2,5)[60].

Maguk a repülőterek is légszennyezőek: a földi műveletek és a repülőtérre érkező és onnan induló forgalom fosszilis energiahordozókat éget, és közvetlenül befolyásolja a helyi levegőminőséget. Például a földi műveletekből származó szén-monoxid (CO) légzőszervi problémákat, például asztmát, szívbetegséget és fokozott halálozást okoz.[61] A gumiabroncsok-, a fékek-, és a kifutópálya felületének kopása szálló port, köztük ultrafinom részecskéket (UFP) juttat a levegőbe.[62] Évente több mint 2 millió repülőtéri dolgozó (polgári és katonai egyaránt) van kitéve a sugárhajtóműüzemanyag gőzeinek, aeroszoloknak vagy kipufogógázoknak.[63]

MI AZ A SZÁLLÓ POR?

A szálló por (particulate matter, PM) a levegőben lévő szilárd részecskék és folyékony cseppek keveréke. Por, szennyeződés és korom is lehet benne, és több száz vegyi anyagból állhat. Köztük vannak a koromban jelenlévő policiklusos aromás szénhidrogének (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs), amelyek rákkeltőek.[42] Toxicitásuk méretüktől függ. A következő kategóriákba sorolhatók:

- PM10 (durva részecskék, 10 mikrométer és kisebb)
- PM2,5 (finom részecskék, 2,5 mikrométer és kisebb)
- Ultrafinom részecskék (UFP, 100 nanométer és kisebb): mélyen behatolhatnak a tüdőbe, sőt a véráramba is bejutnak.[43]

Az EU meghatározott levegőminőségi határértéket a PM10 és PM2,5 koncentrációkra, de az ultrafinom részecskékre még nem.

A sugárhajtóművek szennyezése nagy mennyiségű ultrafinom részecskét (ultrafine particles, UFP) tartalmaz, ami komoly egészségügyi kockázatot jelent.[44] Új kutatások már egyetlen hosszan tartó kitettség következtében is összefüggésbe hozzák ezeket az emlő-, és prosztatarákkal, az ischaemiás szívbetegséggel, a légzőszervi betegségekkel[45] (beleértve a COPD-t[46]), a koraszülések megnövekedett esélyével[47], a gyermekkori leukémiával és a légutak működésének csökkenésével.[48]

Egyre több bizonyíték van arra, hogy az ultrafinom részecske több kilométerre is terjedhet. Repülési eredetű részecskéket találtak London, Zürich, Barcelona és Helsinki belvárosában a repülőterek szélirányában, amelyek potenciálisan emberek millióit érintik.[49] Európa 20 legforgalmasabb repülőterének 20 km-es körzetében 33 millió ember él.[50]

Bár az ultrafinom részecskéket és azok egészségügyi hatásait folyamatosan kutatják, sok még a kérdés. A kutatók kezdik megkülönböztetni a repülésből származó ultrafinom részecskéket más forrásokból származókhoz képest, hogy felmérhessék a repülés hatását.[51] A repülésből származó ultrafinom részecskék kenőolajat és szerves foszfát-észtereket (organophosphate esters OPEs) tartalmaznak[52], amelyek széles körű egészségügyi hatásokkal járnak[53], és az Európai Unió 2. kategóriájú rákkeltő anyagként sorolta be őket.[54] A sugárhajtóművek különösen kis méretű, és így mérgezőbb ultrafinom részecskéket bocsátanak ki.[55]

A repüléshez kapcsolódó halálozási arányok Európában, Észak-Amerika keleti részén és Kelet-Kínában a legmagasabbak.[64] Bár a finom részecskék és az ózon szintje jóval magasabb Európában, Ázsiában több embert érint a nagyobb népesség miatt.[65]

KIKET ÉRINT A REPÜLŐGÉPEK ZAJA ÉS A LÉGSZENNYEZÉS?

A gyermekek,[66] az idősek,[67] és a már meglévő betegségben szenvedők[68] a legkiszolgáltatottabbak a zaj- és légszennyezés hatásaival szemben.

A leginkább érintettek a repülőterektől szélirányban lévő, és a repülési útvonalak alatti területek.[69] A sugárhajtású repülőgépekből és a földi műveletekből származó szennyezéseket megtalálták emberek testében és otthonaikban is, sok esetben a repülőtértől több kilométer távolságban is.[70] Az ingatlanok olcsóbbak ott, ahol alacsonyabban repülnek a repülők.[71] Amikor a repülőterek bővítéseket vagy új repülési útvonalakat jelentenek be, az ingatlanok értéke - a várható zajnövekedés miatt - csökken.[72] Ezért nagy a valószínűsége annak, hogy az alacsonyabb jövedelmű lakosság ezek alatt a repülési útvonalak alatt, vagy a bővítések alatt álló repülőterek közelében él.

A repülőgépek zaja, légszennyezése és a kapcsolódó egészségügyi problémák aránytalanul nagy mértékben sújtják az alacsony jövedelműeket és a repülőtéri dolgozókat, gyakran magukba foglalva színes bőrű és marginalizált embereket.[73]

Például Sobotta és munkatársai (2007) megállapították, hogy az Egyesült Államokban a jövedelem, az iskolai végzettség és az etnikai hovatartozás befolyásolja, hogy a háztartás olyan területre költözik-e, amely nagy mértékben ki van téve a repülési zajnak.[74] A szegénységben élők 1,35-szer nagyobb finom részecske-terhelést szenvedtek el, mint a teljes népesség. A „nem fehérek" 28%-kal, a „feketék" pedig 54%-kal nagyobb terhet viseltek, mint a teljes népesség.[75] Woodburn McNair (2020) arra a következtetésre jutott, hogy az amerikai repülőtér-bővítésekhez szükséges környezeti igazságossági elemzések nem értékelték és nem tárták fel következetesen a marginalizált közösségekre gyakorolt hatásokat.[76]

Nem könnyű USA-n kívüli tanulmányokat találni a repülési zajnak való kitettségről, a jövedelemről és az etnikai hovatartozásról. Az azonban egyértelmű, hogy a tehetős lakosok könnyebben megvédhetik magukat a zajtól és az egészségügyi kockázatoktól, ha máshová költöznek, vagy hangszigetelt ablakokat építettnek be. A szegényebb emberek kénytelenek olcsóbb ingatlant bérelni, vagy spórolni próbálnak zajszigetelésre.[77]

A repülési zajnak és légszennyezésnek való kitettségbeli eltérések rávilágítanak a társadalmi és környezeti igazságtalanság nyilvánvaló kérdéseire. A magas zaj- és légszennyezettségi szint számos szegény területen főként a tehetősebb csoportok tevékenységeinek tulajdonítható,[78] akik általában gyakrabban repülnek. Itt a szegényebb lakosság ezen emberek életmódjának áldozatává válik.

LONDON VÁROSI REPÜLŐTÉR: KI VISELI A KÖVETKEZMÉNYEKET?

2016-ban egy tucat aktivista (Plane Stupid és Black Lives Matter) eltorlaszolta London Városi Repülőterének kifutópályáját. Üzenetük: „A klímaválság rasszista válság". Ez a polgári engedetlenség a londoni lévő repülőtér bővítése ellen irányult. A repülési útvonalai alatt élők – akik nagyrészt fekete brit afrikaiak és ázsiaiak – sokkal alacsonyabb jövedelműek, mint a felettük elhúzó repülők utasai.[79] A 2019-es számok azt mutatták, hogy Nagy-Britanniában a fekete brit afrikaiak 28%-kal jobban ki voltak téve a légszennyezésnek, mint a fehér britek.

KOCKÁZATOK AZ UTASOK ÉS AZ ALKALMAZOTTAK SZÁMÁRA

A repülés, bár gyakran gondtalan és kényelmes közlekedési módnak festik le, valójában káros az emberi egészségre – nemcsak a repülőgépek alatt tartózkodók, hanem a gyakran repülővel utazók, például a légiutas-kísérők, a pilóták és a munkaügyek miatt gyakran utazók számára is.

A hosszú repülőutak résztvevői számára nagyobb a kockázata mélyvénás trombózis (Deep Vein Thrombosis, DVT) és tüdőembólia kialakulásának.[80] A légi utasok százszor fogékonyabbak a megfázásra is.[81] A légi közlekedés hozzájárult a Covid-19 rendkívül gyors terjedéséhez, és ennek ellenére a légitársaságok lobbiztak az utazási korlátozások ellen, tovább súlyosbítva a világjárványt.[82]

Utazómagasságon nagyobb mennyiségű kozmikus ionizáló sugárzásnak cosmic ionising radiation (CIR) vagyunk kitéve, amely rákot okozhat.[83] A kitettség idővel halmozódik, és a légi személyzet körében valójában magasabb a specifikus rákos megbetegedések aránya az általános népességhez képest.[84]

A kabinban lévő levegő aerotoxikus szindrómát okozhat: A legtöbb repülőgépen a levegő a motorokon keresztül jut be a kabinba, ami azt jelenti, hogy vegyszerek és olajgőzök szivároghatnak be.[85] A tünetek szerteágazóak, beleértve az idegrendszeri, légzőszervi, gyomor-bélrendszeri és szív- és érrendszeri betegségeket, a reumát, a fáradtságot és a vegyszer-érzékenységet.[86] Az aerotoxikus szindrómával kapcsolatos kutatások folyamatosak, és még nem ismerik el foglalkozási ártalomként.[87] A személyzet tagjai és a gyakran utazók azonban különösen veszélyeztetettek.[88]

A szervezet keringési ritmusának zavara, amelyeket az időzónaváltás-szindróma és az utazási fáradtság okoz, kognitív romláshoz, pszichotikus epizódokhoz, alvászavarhoz, rossz mentális egészséghez és depresszióhoz vezethet.[89] A Világbank megbízásából nemzetközi utazást végző alkalmazottaknál például háromszorosára nőtt a pszichológiai kártérítési igények száma a nem utazó kollégáikhoz képest.[90] A gyakori repülésből eredő zavarok elhízással, szívbetegséggel, cukorbetegséggel és rákkal is összefüggésbe hozhatók.[91]

A ZAJSZENNYEZÉS KEZELÉSE

Vannak egyértelmű lépések a zaj és a kapcsolódó egészségügyi hatások ellensúlyozására – a leghatékonyabb ezek közül a légi forgalom csökkentése:

1. SZIGORÚBB ZAJVÉDELEM!

A legtöbb esetben a zajszint meghaladja a meglévő szabályozásokat, ha egyáltalán vannak ilyenek. A megfelelő szabályozásnak és annak betartatásának ezért prioritást kell élveznie.

A zajmonitorozást kötelezővé kell tenni minden repülőtér környékén.

- A zajtérképezésnek átláthatónak és nyilvánosan elérhetőnek kell lennie.
- A megengedett átlagos kitettségi szinteket legalább a WHO által ajánlott 45 dB Lden nappali és 40 dB Lnight éjszakai szintre kell csökkenteni (lásd fentebb).
- Az aktív mérséklés jobb, mint a passzív intézkedések (pl. hangszigetelt ablakok): utóbbi kényszerű alkalmazkodáshoz vezet, ahol a társadalom „megtanul" „együtt élni" a zajjal.

2. AZ ÉJSZAKAI REPÜLÉS TILOS!

Az éjszakai felszállások és leszállások különösen problémások az emberek egészsége és jólléte szempontjából.[92] Ezért kell éjszakai repülési tilalmat bevezetni minden repülőtéren.[93]

3. FEJLESZTETT ÜZEMELTETÉS?

- A meredekebb emelkedés és süllyedés, valamint a folyamatos süllyedéses megközelítés csökkentheti a zajt és az egészségügyi hatásokat. A meredekebb emelkedés azonban potenciálisan több üzemanyagot fogyaszt, és zajt okozhat más lakott területeken.[94]
- A légiforgalmi irányítással (mint például a teljesítményalapú navigációval (Performance Based Navigation, PBN) végzett repülés közvetlenebb repülési útvonalakat, és ezáltal hatékonyabb működést hozhat létre.[95] Bár az FAA (Federal Aviation Administration) azzal érvel, hogy a PBN segíthet a repülési útvonalak tervezésében, és így a zajérzékeny területek elkerülése érdekében is, ez azt is jelentheti, hogy a repülőgépek zaja ugyanazokat a közösségeket zavarja nap mint nap.[96]

Ezért különösen fontos a zajcsökkentés prioritásként való kezelése a sűrűn lakott területeken, valamint a kiválasztott repülési útvonalak társadalmi és környezeti igazságossági szempontjainak figyelembevétele.

4. JOBB TECHNOLÓGIÁK?

Míg a repülőgép-tervezés fejlesztései évente 0,2 dB-lel csökkenthetik a repülőgépek zaját, a csökkentést felemészti az éves járatszámok hatalmas növekedése. Ráadásul az ágazatot szigorú szabályozásokkal és erőteljes tiltakozásokkal kell majd rákényszeríteni erre a költséges átállásra. A jobb üzemanyag-hatékonyság érdekében a motortervezés trendjei szintén nagyobb motorzajhoz vezethetnek.[97]

5. CSÖKKENTSÜK A LÉGI FORGALMAT!

A zajszennyezés csökkentésének leghatékonyabb módja a járatok számának csökkentése. Jó kiindulópont lehet az éjszakai járatok, a nagy távolságú járatok, az ultrahangos járatok, valamint a nem létfontosságú rövid távolságú és magánrepülőgépes járatok betiltása.

A LÉGSZENNYEZÉS KEZELÉSE

Számos intézkedés segíthet a repülés légszennyezésének mérséklésében – a leghatékonyabbak a légi forgalom csökkentése és a tisztább üzemanyagok bevezetése:

1. SZIGORÚBB SZABÁLYOK A SZENNYEZÉSRE ÉS A SZÁLLÓ PORRA VONATKOZÓAN!

A részecskeszám-koncentráció az általános levegőminőség jó mutatója,[98] és nem haladhatja meg a WHO kitettségi szintet.[99] A repülőterek környékén a részecskéket (beleértve az ultrafinom részecskéket is) ellenőrizni kell, hogy ez alapul szolgáljon a légi forgalom szabályozásához.[100] A repülőgépekre vonatkozó szabályozásoknak a szennyezések teljes skáláját le kell fedniük, és úgy kell kialakítani őket, hogy a levegőminőség javulását eredményezzék. Ez nem mindig van így, mint például Franciaországban.

2. MŰSZAKI FEJLESZTÉSEK?

Ezek segíthetnek, de szabályozásra van szükség ahhoz, hogy a légiközlekedési ágazat alkalmazza őket:

Az üzemanyag kéntartalmának csökkentésével csökkenne az ultrafinom részecskék koncentrációja, és a kapcsolódó egészségügyi hatások száma. Míg az autók üzemanyagának csökkentett kéntartalmúaknak kell lennie, a sugárhajtású motorok üzemanyagára még nem vonatkoznak ugyanazok a követelmények.[101] A sugárhajtású üzemanyagokra legalább olyan szigorú szabványoknak kell vonatkozniuk, mint az autók üzemanyagára.

Az aromás vegyületek csökkentésével csökkenteni lehetne a korom (finom és ultrafinom részecskék) és a kondenzcsíkok mennyiségét. A jelenlegi sugárhajtású motor üzemanyag nagyjából 18% aromás vegyületet tartalmaz,[102] ami első lépésként könnyen 8%-ra csökkenthető.[103]

További motor-optimalizálás a nitrogén oxid-szennyezés csökkentése érdekében a CO_2-szennyezés növelése nélkül. Ez azonban egyre nehezebb.[104]

Az alacsony aromás-vegyület tartalmú üzemanyagok, és az alacsony nitrogén oxid-szennyezésű motorok csökkentenék a repülés nem CO_2-szennyezésű hatásait is, amelyek az éghajlatra gyakorolt hatások kétharmadát teszik ki.[105] Az üzemanyag kéntelenítése önmagában növelné a felmelegedést, de ha az aromás vegyületek csökkentésével együtt hajtják végre, akkor összességében hűtő hatást fejt ki.[106] Az üzemanyag összetételét, és a motorok szennyszésének szabályozását prioritásként kell kezelni, mivel technikailag mindkettő megvalósítható, és azonnali eredményeket hoz.

A sugárhajtóművek földi használatának korlátozása elektromos vagy egyhajtóműves gurulással[107]; a segédhajtóművek (auxiliary power units APU) használatának elkerülése külső áram és előkondicionált levegőellátás révén.[108]

Az elektromos repülőgépek önmagukban nem szennyeznek, de továbbra is fosszilis tüzelőanyagokból származó áramot használhatnak, vagy aránytalanul sok megújuló energiát igényelnének.[109] Akkumulátoraik nagy súlya azt jelenti, hogy az elkövetkező évtizedekben csak a kis hajtóműveket és a rövid távú járatokat válthatnák ki – míg ezek vasútra való átállítása fenntarthatóbb lenne.[110]

Az úgynevezett fenntartható repülőgép-üzemanyagokat (Sustainable Aviation Fuels, SAF) jelenleg klímavédelmi megoldásként reklámozzák. Fosszilis tüzelőanyagokkal keverve csak a korom-, és SO_2-szennyezést csökkentenék, a NO_x- és CO-szennyezést nem. A csökkentések csak lassan fognak bekövetkezni, mivel a keverési arány növekszik: az EU 2030-ra mindössze 6%-ot, 2040-re 34%-ot, 2050-re pedig csak 70%-ot céloz meg.[111] A SAF-ok fenntartható módon és a tervezett mértékben történő előállítása, azaz az ágazat növekedésének megkérdőjelezése nélkül, nagyon valószínűtlen, és új problémákhoz vezethet.[112]

A hidrogénüzemű motorok a legtöbb légszennyező anyagtól mentesek, de a nitrogén oxid szennyezéstől nem. Már az is nagyon valószínűtlen, hogy 2050 előtt hidrogénüzemű közép- és hosszú távolságú járatokat láthassunk, nemhogy elegendő mennyiségű „zöld” hidrogént.[113]

3. CSÖKKENTSÜK A LÉGI FORGALOMAT!

Lehet, hogy egy negyed évszázadot – vagy még többet – kell várunk arra, hogy a technológiai változások megvalósuljanak. Eközben az emberek továbbra is minden nap szenvednek a szennyezéstől. Ráadásul a légiközlekedési ágazat növekedése végső soron ellensúlyozza a szennyezés csökkentésére irányuló erőfeszítéseket.[114] **A légszennyezés csökkentésének legegyszerűbb és leghatékonyabb megoldása a járatok és a repülőterek számának csökkentése.**

JÁRATOK SZÁMÁNAK KORLÁTOZÁSA AMSZTERDAM SCHIPHOL REPÜLŐTÉREN

Az amszterdami repülőtér jó példa arra, hogy mit lehet elérni ambiciózus kampányolással és széles tömegbázissal. A zajszint 2015 óta túllépte a megengedett határértékeket. 2023-ban úgy döntöttek, hogy a Schiphol repülőtérnek csökkentenie kell éves járatainak számát 500 ezerről 440 ezerre. Ez a döntés jelenleg támadások alatt áll, de remélhetőleg még végrehajtható az erős iparági lobbicsoporttal szemben. Az általános járatszám-korlátozás mellett a repülőtér bejelentette az éjszakai járatok és a magán-repülések betiltását a zaj és a légszennyezés csökkentése érdekében.[115]

KÖVETKEZTETÉS

Mind az egészségügyi problémákra, mind az éghajlat összeomlására a legjobb megoldás a légi forgalom csökkentése és a repülőterek bővítésének leállítása. Ez mind a helyi közösségek, mind pedig az egész társadalom számára előnyös, míg többnyire néhány gyakori utasnak kell majd visszametszenie szennyező életmódját. A lakosok, az egészségügyi szervezetek, a klímamozgalom és az érintett légi-közlekedési dolgozók érdeke közös, így erős együttműködést építhetnek a méltányos mobilitás és a mindenki számára egészségesebb jövő eléréséért. Fogjunk össze a bővítési projektek ellensúlyozásában, a járatok számának korlátozásában, a tisztességtelen légi közlekedési támogatások és adómentességek megszüntetésében, és ahol csak lehetséges, a vasúti utazásra és az online megbeszélésekre való áttérésben.

HOGYAN KAPCSOLÓDHAT BE?

- Reklamáljon a zajos repülőgépek és a szennyezés miatt, és gyakoroljon nyomást a repülőtérre és a helyi hatóságokra, hogy:
    1. telepítsenek zaj- és szálló por mérő rendszereket
    2. tegyék átláthatóvá az eredményeket
    3. érvényesítsék az egészségügyi előírásokat.
- Mérje a zajt és ellenőrizze a repülési útvonalakat: néhány európai országban ezt megtehetitek ezen a közösségi zajmérő rendszeren keresztül: www.eans.net és nmt.anotec.es
- Ellenőrizze a CO_2 szennyezést és a többi szennyezést néhány európai repülőtéren: airporttracker.org
- Nézze át az UNECA oldalát, amely a repülőterekről származó zaj és repülés által érintett közösségek európai hálózata: www.uecna.eu
- Lépjen kapcsolatba a régiójában működő kampányokkal, amelyek általánosságban a zajjal vagy az egészséggel foglalkoznak – ilyen például az Egyesült Királyságban az Egyesült Királyság Zaj Szövetsége: www.ukna.org.uk
- Lépjen kapcsolatba a repülőtéren dolgozó munkavállalókkal és szakszervezetekkel, nézze át a Nemzetközi Közlekedési Dolgozók Szövetségének (International Transport Workers' Federation) tájékoztatóját: www.itfglobal.org/en/resources/campaigning-against-air-pollution-in-airports-factsheet és a Stay Grounded szervezet útmutatóját a légi közlekedési munkavállalók és szakszervezetek bevonásával kapcsolatban: stay-grounded.org/wp-content/uploads/2021/09/2022_SG_just-transition-guide.pdf
- Építsen kapcsolat a klímaigazságosságért küzdő kampányokkal, hogy közösen ellensúlyozzák a repülőtér-bővítést, követeljék az éjjeli leállást és a járatcsökkentést – például a Stay Ground szervezettel való kapcsolatfelvétel révén

Keressen szakirodalmat a témában a Stay Grounded könyvtárban: bit.ly/NoiseHealthLibrary

IRODALOMJEGYZÉK

1 WHO (2011): Burden of disease from environmental noise. tinyurl.com/yckjkrda

2 van Kempen, E. et al. (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects. tinyurl.com/2xk5fnxp; Basner, M. et al. (2017): Aviation Noise Impacts: State of the Science. tinyurl.com/3a6nkfxv; Benz, S. et al (2022). Impact of Aircraft Noise on Health. tinyurl.com/umju4szu; Vienneau, D. et al. (2015): The Relationship Between Transportation Noise Exposure and Ischemic Heart Disease. tinyurl.com/mchu6nzx

3 Clark, C. et al. (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition. tinyurl.com/ydcxbh5f; Basner, M. et al. (2017): Aviation Noise Impacts: State of the Science. tinyurl.com/3a6nkfxv; Benz, S. et al (2022). Impact of Aircraft Noise on Health. tinyurl.com/umju4szu

4 Seidler, A. (2017): Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. tinyurl.com/2e49926z; Benz, S. et al (2022). Impact of Aircraft Noise on Health. tinyurl.com/umju4szu

5 Basner, M. et al. (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. tinyurl.com/3m8eamkm; Basner, M. et al. (2017): Aviation Noise Impacts: State of the Science. tinyurl.com/3a6nkfxv; Benz, S. et al (2022). Impact of Aircraft Noise on Health. tinyurl.com/umju4szu; Nassur, A-M. et al. (2019): Effects of Aircraft Noise Exposure on Heart Rate during Sleep in the Population Living Near Airports. tinyurl.com/42ypfder; Brink, M. et al. (2019): Self-reported sleep disturbance from road, rail and aircraft noise: exposure-response relationships and effect modifiers in the SiRENE study. tinyurl.com/3znz8r8y; Nassur, A-M. et al. (2019): The impact of aircraft noise exposure on objective parameters of sleep quality: results of the DEBATS study in France. tinyurl.com/bdz4pbd6

6 Eze, I.C. et al. (2017): Long-term exposure to transportation noise and air pollution in relation to incident diabetes in the SAPALDIA study. tinyurl.com/bdze59bs

7 WHO (2018): Environmental Noise Guidelines for the European Region. tinyurl.com/5xexvvcr; Sparrow, V. et al. (2019): Aviation Noise Impacts White Paper: State of the Science 2019: Aviation Noise Impacts. tinyurl.com/3a6nkfxv; Seidler, A. et al (2016): Aircraft, road and railway traffic noise as risk factors for heart failure and hypertensive heart disease. tinyurl.com/28yxe7ta

8 Chen, T.J. et al. (1997): Auditory effects of aircraft noise on people living near an airport. tinyurl.com/4ksr6trz; Hong, O.S. et al. (1998): Noise induced hearing loss among male airport workers in Korea. tinyurl.com/46y4u6te; Noviastuti, C.D. et al. (2020): Noise Induced Hearing Loss in Ground Handling Workers at Juanda Airport Surabaya. tinyurl.com/3abf2z8y

9 Hansell, A.L. et al. (2013): Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. tinyurl.com/mr27vy5v; Evrard, A.S. et al. (2015): Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? tinyurl.com/bdf5a2zz; Ancona, C. et al. (2014): Health Impact Assessment of airport noise on people living nearby six Italian airports. tinyurl.com/2p8p4tny

10 Greiser, E. et al. (2013): Social and economic consequences of night-time aircraft noise in the vicinity of Frankfurt/Main airport. tinyurl.com/457d5h5r

11 Basner, M. et al. (2017): Aviation Noise Impacts: State of the Science. tinyurl.com/3a6nkfxv; Gély, D. et al. (2022): Understanding the Basics of Aviation Noise. tinyurl.com/ywvkjhuf

12 Becken, S. et al. (2022): Bucking the trend: Is there a future for ultra longhaul flights in a net zero carbon world? tinyurl.com/mr2adjzd; Bauer, L.B. et al. (2020): Ultra Long-Haul: An emerging business model accelerated by COVID-19.tinyurl.com/5n6ctk5b

13 Gratton, G. et al. (2020): The impacts of climate change on Greek airports.tinyurl.com/4u7wxnwe; Wang, K. et al. (2023): Decreased Aircraft Takeoff Performance under Global Warming. tinyurl.com/29vnrxyy

14 Stay Grounded (2019): Supersonics are Superpolluters. tinyurl.com/yshwsb5m

15 Asher, F. (2022): Aircraft Engine Design Fuel Efficiency vs. Noise. tinyurl.com/wtjuht6m

16 FAA (2021): TC-21-4_Analysis of NES. tinyurl.com/7mbfkvju

17 Guoqing, D. et al. (2012): Investigation of the relationship between aircraft noise and community annoyance in China. tinyurl.com/yn827e9

18 Goldschagg, P. (2007): Airport noise in South Africa - Prediction models and their effect on land-use planning. tinyurl.com/ajyu6bjw

19 WHO (2018): Environmental Noise Guidelines for the European Region. tinyurl.com/5xexvvcr; WHO (2022): Environmental noise. tinyurl.com/ys699ayp

20 EEA (2018): Environmental Noise Briefing. tinyurl.com/394636xv

21 Vienneau, D. et al. (2015): Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: a comparative health risk assessment for Switzerland in 2010. tinyurl.com/2n49swh6; Evrard, A-S. et al. (2015): Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? Results of an ecological study in France. tinyurl.com/bdf5a2zz; van Kempen, E. et al. (2018): WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects. tinyurl.com/2xk5fnxp; Basner, M. et al. (2017): Aviation Noise Impacts: State of the Science. tinyurl.com/3a6nkfxv; Benz, S. et al (2022). Impact of Aircraft Noise on Health. tinyurl.com/umju4szu; WHO (2018): Environmental Noise Guidelines for the European Region. tinyurl. com/5xexvvcr; Sparrow, V. et al. (2019): Aviation Noise Impacts White Paper: State of the Science 2019: Aviation Noise Impacts. tinyurl.com/3a6nkfxv; Seidler, A. et al (2016): Aircraft, road and railway traffic noise as risk factors for heart failure and hypertensive heart disease. tinyurl.com/28yxe7ta

22 Clark, C. et al. (2013): Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children's health and cognition: A six-year follow-up of the UK RANCH cohort. tinyurl. com/4peeshcr; Klatte, M. et al. (2016): Effects of Aircraft Noise on Reading and Quality of Life in Primary School Children in Germany: Results from the NORAH Study. tinyurl.com/4rxx8yst

23 EASA (2022): European Aviation Environmental Report. tinyurl.com/ynr6mddn

24 Eastham, S. et al. (2023): Global impacts of aviation on air quality evaluated at high resolution. tinyurl.com/4vpc6u88; Yim, S. et al. (2015): Global, regional and local health impacts of civil aviation emissions. tinyurl.com/3j9s28xx; Quadros, F. et al. (2020): Regional sensitivities of air quality and human health impacts to aviation emissions. tinyurl.com/mv6tdphc; Turner, M.C. et al. (2015): Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. tinyurl.com/4v499bzs; Eastham, D. et al. (2016): Aviation-attributable ozone as a driver for changes in mortality related to air quality and skin cancer. tinyurl.com/465zydb3; WHO (2022): Ambient Air Pollution Fact Sheet. tinyurl. com/87pudvdu

25 WHO (2012): Diesel Engine Exhaust Carcinogenic. tinyurl.com/y6jxy2u8; Bendtsen, K.M. et al. (2021): A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. tinyurl.com/2s3f2ebs

26 American Heart Association (2021): Long-term exposure to low levels of air pollution increases risk of heart and lung disease. tinyurl.com/48rmztvm; WHO (n.d.): Air quality and health - Types of pollutants. tinyurl.com/w3837rr9; Kampa, M. et al. (2008): Human health effects of air pollution. tinyurl.com/s8aanhcf; Schlenker, W. et al. (2016): Airports, Air Pollution, and Contemporaneous Health. tinyurl.com/ycxwwzxk; Miake-Lye, R.C. et al. (2022): Local Air Quality - Impacts of Aviation NOx Emissions on Air Quality, Health, and Climate. tinyurl.com/4p8c4rxk

27 Owen, B. et al. Review: Particulate Matter Emissions from Aircraft. tinyurl.com/4dvj6a2a

28 Weichenthal, S. et al. (2017): Long-term exposure to ambient ultrafine particles and respiratory disease incidence in in Toronto, Canada: a cohort study. tinyurl.com/kewm95h7; Masiol, M. et al (2014): Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review. tinyurl.com/2muumekr; Levy, J.L. et al. (2012): Current and future particulate-matterrelated mortality risks in the United States from aviation emissions during landing and takeoff. tinyurl.com/4c899fnd; Mohankumar, S. et al. (2008): Particulate matter, oxidative stress and neurotoxicity. tinyurl.com/3zrkvhvm; Pope, C.A. et al. (2002): Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. tinyurl.com/3v59atct; Cesaroni, G. et al (2014): Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events. tinyurl.com/pdjz7pjz; Shehab, M.A. et al. (2019): Effects of short-term exposure to particulate matter air pollution on cognitive performance. tinyurl.com/37k6yyhy; Chun, H. et al (2020): Maternal exposure to air pollution and risk of autism in children. tinyurl.com/mtjt6cj6

29 Wong, H.W. et al. (2014): Detailed Microphysical Modeling of the Formation of Organic and Sulfuric Acid Coatings on Aircraft Emitted Soot Particles in the Near Field. tinyurl.com/mwnc8j87; Owen, B. et al. Review: Particulate Matter Emissions from Aircraft. tinyurl.com/4dvj6a2a

30 Schraufnagel, D.E. (2020) The health effects of ultrafine particles. tinyurl.com/45pxy7m8

31 Masiol, M. et al (2014): Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review. tinyurl.com/2muumekr; Air Quality Expert Group (2019): Non-Exhaust Emissions from Road Traffic. tinyurl.com/r9dmzmhy

32 IARC (2013): Outdoor Air Pollution a Leading Environmental Cause of Cancer Deaths. tinyurl.com/2suyzwaf

33 Zhang, J.J. et al. (2019): Ozone Pollution: A Major Health Hazard Worldwide. tinyurl.com/3j7evvnr; Eastham, D. et al. (2016): Aviation-attributable ozone as a driver for changes in mortality related to air quality and skin cancer. tinyurl.com/465zydb3; Turner, M.C. et al. (2015): Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. tinyurl.com/4v499bzs

34 WHO (n.d.): Air quality and health - Types of pollutants. tinyurl.com/w3837rr9; Kapadia, Z. et al. (2016): Impacts of aviation fuel sulfur content on climate and human health. tinyurl.com/3sc2vxxa

35 WHO (n.d.): Air quality and health - Types of pollutants. tinyurl.com/w3837rr9

36 Bendtsen, K.M. et al. (2021): A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. tinyurl.com/2s3f2ebs; Schipholwatch (2023): Alert: carcinogenic air traffic emissions thousands of times above industry standards. tinyurl.com/2vcyuy6w

37 Vennam, L.P. et al. (2015): Evaluation of model-predicted hazardous air pollutants (HAPs) near a mid-sized U.S. airport. tinyurl.com/2p9tsp46; FAA (2005): Hazardous Air Pollution Discussion. tinyurl.com/2smwd76v

38 EPA (n.d.) Hazardous Air Pollutants. epa.gov/haps

39 Bendtsen, K.M. et al. (2021): A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. tinyurl.com/2s3f2ebs

40 Wing, S. et al. (2020): Preterm Birth among Infants Exposed to in Utero Ultrafine Particles from Aircraft Emissions. tinyurl.com/3hp6uzwc; WHO (n.d.): Air quality and health - Types of pollutants.

41 Johnson, K. et al. (2020): Community Health and Airport Operations Related Noise and Air Pollution: tinyurl.com/4t9wd67t

42 Riley, K. et al (2021): A systematic review of the impact of commercial aircraft activity on air quality near airports. tinyurl.com/29kjhcv9

43 Johnson, K. et al. (2020): Community Health and Airport Operations Related Noise and Air Pollution. tinyurl.com/4xm78vdc; Lammers, A. et al. (2020): Effects of Short-Term Exposures to Ultrafine Particles Near an Airport in Healthy Subjects. tinyurl.com/bvjf7b22

44 Christopher, W. et al. (2019): Inequity in consumption of goods and services adds to racial–ethnic disparities in air pollution exposure. tinyurl.com/2tdvnezz

45 He, R.W. et al. (2018): Pro-inflammatory responses to PM(0.25) from airport and urban traffic emissions. tinyurl.com/bdzdwfcu

46 Austin, E. et al. (2021): Distinct Ultrafine Particle Profiles Associated with Aircraft and Roadway Traffic. tinyurl.com/28uc5z6m; Tessum, C. et al. (2019): Inequity in consumption of goods and services adds to racial-ethnic disparities in air pollution exposure. tinyurl.com/2tdvnezz

47 Wing, S. et al. (2020): Preterm Birth among Infants Exposed to in Utero Ultrafine Particles from Aircraft Emissions. tinyurl.com/3hp6uzwc

48 Riley, K. et al (2021): A systematic review of the impact of commercial aircraft activity on air quality near airports. tinyurl.com/29kjhcv9; Lammers, A. et al. (2020): Effects of Short-Term Exposures to Ultrafine Particles Near an Airport in Healthy Subjects. tinyurl.com/bvjf7b22

49 Rivas, I. (2020): Source Apportionment of Particle Number Size Distribution in Urban Background and Traffic Stations in Four European Cities. tinyurl.com/mtmjcxp4; Keuken, M.P. et al. (2015): Total and Size-Resolved Particle Number and Black Carbon Concentrations in Urban Areas near Schiphol Airport. tinyurl.com/2783ct49

50 T&E (2023): The easy fix to air pollution linked to planes. tinyurl.com/42vyrxpc

51 Stacey, B. (2019): Measurement of ultrafine particles at airports: A review. tinyurl.com/fz4rvj5w; Austin, E. et al. (2021): Distinct Ultrafine Particle Profiles Associated with Aircraft and Roadway Traffic. tinyurl.com/28uc5z6m

52 Fushimi, A. et al.(2019): Identification of jet lubrication oil as a major component of aircraft exhaust nanoparticles. tinyurl.com/ypba2mvf; Masiol, M. et al (2014): Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review. tinyurl.com/2muumekr; Solbu, K. et al. (2010): Exposure to airborne organophosphates originating from hydraulic and turbine oils among aviation technicians and loaders. tinyurl.com/b96yz7by

53 Ta, N. (2014): Toxicity of TDCPP and TCEP on PC12 cell. tinyurl.com/rwnpxpbd; van der Veen, I. et al. (2012): Phosphorus flame retardants: properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis. tinyurl.com/29ve5zk4; Wang, Q. (2015): Bioconcentration, metabolism and neurotoxicity of the organophorous flame retardant 1,3-dichloro 2-propyl phosphate (TDCPP) to zebrafish. tinyurl.com/34sv9k29; Zhang, B. (2018): Urinary metabolites of organophosphate flame retardants in 0-5-year-old children: potential exposure risk for inpatients and home-stay infants. tinyurl.com/yry98psy

54 Krivoshiev, B.V. (2018): A toxicogenomics approach to screen chlorinated flame retardants tris(2-chloroethyl) phosphate and tris(2-chloroisopropyl) phosphate for potential health effects. tinyurl.com/3a5e7sax

55 Bendtsen, K.M. et al. (2021): A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. tinyurl.com/2s3f2ebs

56 International Civil Aviation Organization (2016): Airport Air Quality Manual. tinyurl.com/9npwadvj

57 International Civil Aviation Organization (2017): Environmental Protection, Volume II – Aircraft Engine Emissions. tinyurl.com/bdze7kcy

58 Quadros, F. et al. (2020): Regional sensitivities of air quality and human health impacts to aviation emissions. tinyurl.com/3b3yynp5

59 Cameron, M. et al. (2017): An intercomparative study of the effects of aircraft emissions on surface air quality. tinyurl.com/yvcd259y; Tarrasón, L. et al. (2004): Study on Air Quality Impacts of non-LTO Emissions from Aviation. tinyurl.com/3w2yb5we; Søvde, O. et al. (2014): Aircraft emission mitigation by changing route altitude: A multi-model estimate of aircraft NOx emission impact on O3 photochemistry. tinyurl.com/44a47tpf

60 Barrett, S. et al. (2010): Global Mortality Attributable to Aircraft Cruise Emissions. tinyurl.com/bdfy6bnj; Leibensperger, E. et al. (2011): Intercontinental influence of NOx and CO emissions on particulate matter air quality. tinyurl.com/bdd3vf24

61 Schlenker, W. et al. (2016): Airports, Air Pollution, and Contemporaneous Health. tinyurl.com/ycxwwzxk

62 Masiol, M. et al (2014): Aircraft engine exhaust emissions and other airportrelated contributions to ambient air pollution: A review. tinyurl.com/2muumekr

63 Masiol, M. et al (2014): Aircraft engine exhaust emissions and other airportrelated contributions to ambient air pollution: A review. tinyurl.com/2muumekr

64 Yim, S. et al. (2015): Global, regional and local health impacts of civil aviation emissions. tinyurl.com/3j9s28xx

65 Quadros, F. et al. (2020): Regional sensitivities of air quality and human health impacts toaviation emissions. tinyurl.com/3b3yynp5; Kapadia, Z. et al. (2016): Impacts of aviation fuel sulfur content on climate and human health. tinyurl.com/3sc2vxxa

66 EEA (2023): Air pollution and children's health. tinyurl.com/2f54ex7k; Basner, M. et al. (2017): Aviation Noise Impacts: State of the Science. tinyurl.com/3a6nkfxv; Clark, C. (2012): Does traffic-related air pollution explain associations of aircraft and road traffic noise exposure on children's health and cognition? tinyurl.com/y6mkuhx3

67 Correia, A.W. et al. (2013): Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases. tinyurl.com/ye28zmet; Yano, T. et al. (2012): Community response to noise. tinyurl.com/25hd9nux; Simoni, M. (2015): Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. tinyurl.com/bde6waha

68 Bendtsen, K.M. et al. (2021): A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. tinyurl.com/2s3f2ebs; Johnson, K. et al. (2020): Community Health and Airport Operations Related Noise and Air Pollution. tinyurl.com/37tjexxx

69 Riley, K. et al (2021): A systematic review of the impact of commercial aircraft activity on air quality near airports. tinyurl.com/29kjhcv9; Hu, S. et al (2009): Aircraft emission impacts in a neighborhood adjacent to a general aviation airport in southern California. tinyurl.com/3m6jheya; Masiol, M. et al (2014): Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review. tinyurl.com/2muumekr

70 Riley, K. et al (2021): A systematic review of the impact of commercial aircraft activity on air quality near airports. tinyurl.com/29kjhcv9; Hudda, N. et al. (2020): Impacts of Aviation Emissions on Near-Airport Residential Air Quality. tinyurl.com/4d7y82tb; Wing, S. et al. (2020): Preterm Birth among Infants Exposed to in Utero Ultrafine Particles from Aircraft Emissions. tinyurl.com/3hp6uzwc

71 Breidenbach, P. et al.(2022): Continuation of air services at Berlin-Tegel and its effects on apartment rental prices. tinyurl.com/bdhvydkr; Trojanek, R. et al. (2018): The association between the Limited Use Area around Warsaw Chopin Airport and property values. tinyurl.com/yc6tkdtx

72 Mense, A. et al. (2014): Noise expectations and house prices: The reaction of property prices to an airport expansion. tinyurl.com/yew5r68d; Jud, G.D. et al. (2006): The Announcement Effect of an Airport Expansion on Housing Prices. tinyurl.com/4tsddfyu; Faburel, G. (2003): Le bruit des avions, facteur de révélation et de construction de territoires. tinyurl.com/yzzthpsf

73 Simon, M. et al (2022): Sociodemographic Patterns of Exposure to Civil Aircraft Noise in the United States tinyurl.com/y3h6fk8t; Bendtsen, K.M. et al. (2021): A review of health effects associated with exposure to jet engine emissions in and around airports. tinyurl.com/2s3f2ebs; Ray, M. (2023): Environmental Justice: Segregation, Noise Pollution and Health Disparities near the Hartsfield-Jackson Airport Area in Atlanta. tinyurl.com/5n7299nn; Møller, K.L. et al (2014): Occupational exposure to ultrafine particles among airport employees. tinyurl.com/5n78n3mw; Collins, T.W. (2020): Sonic injustice: Disparate residential exposures to transport noise from road and aviation sources in the continental United States. tinyurl.com/2p9hw8xz; Sobotta, R. et al. (2007): Aviation Noise and Environmental Justice: The Barrio Barrier. tinyurl.com/57nduxyx; Riley, K. et al (2021): A systematic review of the impact of commercial aircraft activity on air quality near airports. tinyurl.com/29kjhcv9; Schlenker, W. et al. (2016): Airports, Air Pollution, and Contemporaneous Health. tinyurl.com/ycxwwzxk

74 Sobotta, R.R. et al. (2007): Aviation Noise and Environmental Justice: The Barrio Barrier. tinyurl.com/57nduxyx

75 Mikati, I. et al. (2018): Disparities in Distribution of Particulate Matter Emission Sources by Race and Poverty Status. tinyurl.com/2p8yh3y6

76 Woodburn McNair, A. (2020): Investigation of environmental justice analysis in airport planning practice from 2000 to 2010. tinyurl.com/fh6rnja

77 Diekmann, A. et al. (2023): Environmental Inequality in Four European Cities. tinyurl.com/2kwchynf

78 Tessum, C. et al. (2019): Inequity in consumption of goods and services adds to racial-ethnic disparities in air pollution exposure. tinyurl.com/2tdvnezz

79 Wanjiku Kelbert, A. (2016): Climate Change is a Racist Crisis. tinyurl.com/yc63w9y5

80 Byard, R.W. (2019): Deep venous thrombosis, pulmonary embolism and longdistance flights. tinyurl.com/md5kfwc9

81 Hocking, M.B. et al. (2004): Common Cold Transmission in Commercial Aircraft. tinyurl.com/3fuf6nb2; Cohen, S. et al. (2020): Flying Less: Personal Health and Environmental Co-Benefits. tinyurl.com/zrktwyv6

82 Adiga, A. et al. (2020): Evaluating the Impact of International Airline Suspensions on the Early Global Spread of COVID-19. tinyurl.com/3fj4czx5; Hasmi, S. (2021): Will Omicron Stall the Airline Sector Recovery in 2022? tinyurl.com/mup46vm9

83 Belluz, J. (2015): Frequent flying seems glamorous, but it comes with serious health risks. tinyurl.com/34rvsscx

84 Scheibler, C. et al. (2022): Cancer risks from cosmic radiation exposure in flight: A review. tinyurl.com/mr3xwe6n; Harvard T. H. Chan School of Public Health (2018): U.S. Flight Attendants at Elevated Risk of Several Forms of Cancer. tinyurl.com/yfkruk6p; Barish, R.J. et al. (2010): Human Resource Responsibilities:

Frequent Flyer Radiation Exposure. tinyurl.com/w59b9zvj; McNeely, E. et al. (2018): Estimating the health consequences of flight attendant work. tinyurl.com/2s49r5bw

85 Salvidge, R. (2021): I Couldn't Feel My Hands and Legs. tinyurl.com/yajen-3nu; Reed, J. et al. (2015): How safe is air quality on commercial planes? bbc.in/3rQQMJr; Michaelis, S. et al. (2021): Ultrafine particle levels measured on board short-haul commercial passenger jet aircraft. tinyurl.com/2s3j6f5r

86 Ultrafine particle levels measured on board short-haul commercial passenger jet aircraft. tinyurl.com/2s3j6f5r; Howard, C.V (2017): The Aetiology of 'Aerotoxic Syndrome'- A Toxico-Pathological Viewpoint. tinyurl.com/3rjza6xs; He R.W. et al. (2021): In vitro hazard characterization of simulated aircraft cabin bleed-air contamination in lung models. tinyurl.com/bdhrr68c

87 Howard, C.V (2017): The Aetiology of 'Aerotoxic Syndrome'- A Toxico-Pathological Viewpoint. tinyurl.com/3rjza6xs; Hageman, G. et al. (2020): Aerotoxic syndrome, discussion of possible diagnostic criteria. tinyurl.com/zccrywvh

88 Michaelis, S. et al. (2017): Aerotoxic syndrome: a new occupational disease? tinyurl.com/8vnb52f6

89 Waterhouse, J. et al. (2007): Jet Lag: Trends and Coping Strategies. tinyurl.com/yckwycem; Harvard T.H. Chan School of Public Health (2018): Documenting Health Risks at 35,000 feet. tinyurl.com/yc4d7j7m; McNeely, E. et al. (2018): Estimating the health consequences of flight attendant work. tinyurl.com/2s49r5bw; Cohen, S. et al. (2020): Flying Less: Personal Health and Environmental Co-Benefits. tinyurl.com/zrktwyv6

90 Striker, J. et al. (2000): Stress and Business Travel: Individual, Managerial, and Corporate Concerns. tinyurl.com/mrhn76pw; Lebunetel, V. (2012): Stress Triggers for Business Travellers. tinyurl.com/5n75ebxp;

Rundle, A. (2018): Just How Bad Is Business Travel for Your Health? tinyurl.com/2tcpvywd; Cohen, S. et al. (2020): Flying Less: Personal Health and Environmental Co-Benefits. tinyurl.com/zrktwyv6

91 Cohen, S. et al. (2020): Flying Less: Personal Health and Environmental Co-Benefits. tinyurl.com/zrktwyv6

92 Elmenhorst, E.M. et al. (2015): Schlaf und Fluglärm am Flughafen Frankfurt: Ergebnisse der NORAH-Studie. elib.dlr.de/99954/

93 HACAN (2019): Night Flights Revisited. tinyurl.com/48wen3rw

94 HACAN (2020): A Plain Person's Guide to Quieter Planes. tinyurl.com/2s4enhrb; UECNA (2018): Would a Steeper Descent Help to Reduce Noise? tinyurl.com/2wsvyxf3

95 FAA (2017): Performance Based Navigation (PBN). tinyurl.com/y6xw6zd

96 FAA (2016): PBN as Navigation Strategy. tinyurl.com/vf6byfcs

97 Asher, F. (2022): Aircraft Engine Design Fuel Efficiency vs. Noise. tinyurl.com/wtjuht6m; Smith, D.A. et al (2021): Noise Source Analysis in Counter-Rotating Open Rotors. tinyurl.com/5fbs6hmw

98 Miake-Lye, R.C. et al. (2022): Local Air Quality - Impacts of Aviation NOx Emissions on Air Quality, Health, and Climate. tinyurl.com/4p8c4rxk

99 WHO (2022): WHO ambient air quality database. tinyurl.com/4kw7pcdv; WHO (2021): WHO global air quality guidelines. tinyurl.com/y376cfub

100 Hudda, N. et al. (2014): Emissions from an International Airport Increase Particle Number Concentrations 4-fold at 10 km Downwind. tinyurl.com/36xrwwpr; Hudda, N. et al. (2018): Aviation-Related Impacts on Ultrafine Particle Number Concentrations Outside and Inside Residences near an Airport. tinyurl.com/2kfaz97b; Stacey, B. (2019): Measurement of ultrafine particles at airports: A review. tinyurl.com/fz4rvj5w

101 Barrett, S.R.H. et al. (2012): Public Health, Climate, and Economic Impacts of Desulfurizing Jet Fuel. tinyurl.com/muy6ebj6; Hileman, J.I. et al. (2014): Alternative jet fuel feasibility. tinyurl.com/kkhfazup; Kapadia, Z. et al. (2016): Impacts of aviation fuel sulfur content on climate and human health. tinyurl.com/3sc2vxxa

102 Stay Grounded (2022): Aviation's Total Climate Impact. tinyurl.com/2fxs2dtp; European Commission (2020): Updated analysis of the non-CO2 climate impacts of aviation and potential policy measures. tinyurl.com/4u4bn86w

103 Stay Grounded (2022): Aviation's Total Climate Impact. tinyurl.com/2fxs2dtp

104 Schlenker, W. et al. (2016): Airports, Air Pollution, and Contemporaneous Health. tinyurl.com/ycxwwzxk; Miake-Lye, R.C. et al. (2022): Local Air Quality - Impacts of Aviation NOx Emissions on Air Quality, Health, and Climate. tinyurl.com/4p8c4rxk

105 Stay Grounded (2022): It's about more than just CO2. Aviation must reduce its total impact on climate. tinyurl.com/2fxs2dtp

106 Lee, D.S. et al. (2021): The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. tinyurl.com/yrha53m4

107 Stettler, M.E.J. et al. (2018): The impact of single engine taxiing on aircraft fuel consumption and pollutant emissions. tinyurl.com/cjbu9axb

108 Padhra, A. (2018): Emissions from auxiliary power units and ground power units during intraday aircraft turnarounds at European airports. tinyurl.com/52nye6vu

109 Stay Grounded (2021): Greenwashing Fact Sheet Series: #2 - Electric Flights. tinyurl.com/294s8te7; T&E (2020): Making aviation fuel mandates sustainable. tinyurl.com/yd3kyzne

110 Euractiv (2020): Hydrogen-powered aviation. tinyurl.com/4eude94t; Verstraete, D. (2019): Climate explained: Why don't we have electric aircraft? tinyurl.com/2bmc3pn4

111 European Council (n.d.): Fit for 55: increasing the uptake of greener fuels in the aviation and maritime sectors. tinyurl.com/4vfkyz5n

112 Stay Grounded (2021): Greenwashing Fact Sheet Series #4 - Biofuels. tinyurl.com/3th2tm8a; T&E (2020): Making aviation fuel mandates sustainable. tinyurl.com/yd3kyzne; O'Malley, J. et al. (2021): Estimating sustainable aviation fuel feedstock availability to meet growing European Union demand. tinyurl.com/2d476jhz

113 Euractiv (2020): Hydrogen-powered aviation. tinyurl.com/4eude94t; Stay Grounded (2021): Greenwashing Fact Sheet Series: #3 – Hydrogen Flight. tinyurl.com/5n85fxhy; Pareek, A. et al (2020): Insights into renewable hydrogen energy. tinyurl.com/3vhtnw23; Valdenaire, D. et al. (2023). Aviation: technologies and fuels to support climate ambitions towards 2050. tinyurl.com/45bb3fmc; T&E (2023): Less is more - time for a hydrogen reality check. tinyurl.com/3hynrv3s; Hepher, T. et al (2021): Airbus tells EU hydrogen won't be widely used in planes before 2050. tinyurl.com/3uf5v8z5; International Energy Agency (2019): The Future of Hydrogen. tinyurl.com/yhz58fnb

114 Miake-Lye, R.C. et al. (2022): Local Air Quality - Impacts of Aviation NOx Emissions on Air Quality, Health, and Climate. tinyurl.com/4p8c4rxk

115 Opportunity Green (2023): Schiphol flight cap gets the green light from the Dutch Court of Appeal. tinyurl.com/bdf7bn6e; Euronews (2023): 'Get used to it', environmental groups tell aviation. tinyurl.com/4ndk65kt; NL Times (2023): Drastic Schiphol flight reduction plan halted. tinyurl.com/yc4fh8e4; NL Times (2023): Schiphol could shrink to less than 400,000 flight movements per year, interim CEO warns. tinyurl.com/y6dyamcd; Schiphol Newsroom (2023): Schiphol's response to the suspension of the Experimental Ruling. tinyurl.com/2p97yfrh

Társszerzők: Stephanie Loveless, Franziska Schmidt,

Stay Grounded Zaj és Egészség munkacsoport

c/o Global 2000

Neustiftgasse 36 1070 Bécs, Ausztria

www.stay-grounded.org

info@stay-grounded.org

Adományok intézése: stay-grounded.org/donation/

UECNA - European Union against Aircraft Nuisances

Rue d'Edimbourg, 26 1050 Brüsszel - Belgium

www.uecna.eu

johnstewart2@btconnect.com

Fordítás

Az eredeti kiadvány (https://stay-grounded.org/aviation-is-a-health-issue/)

magyar nyelvű fordítását az MTVSZ és a FFE készítette 2025-ben.