

ALTERNATIVE ENGINE SYSTEMS AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

ALTERNATÍVNE POHONNÉ SYSTÉMY A ICH VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Andrej Novák

Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26, Žilina
andrej.novak@fpedas.uniza.sk

Ľubomír Kováčik

Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26, Žilina
kovacki@gmail.com

Tomasz Lusiak

Faculty of Mechanical Engineering
Lublin University of Technology
Nadbystrzycka 38 D
20 – 618 Lublin, Poland
tlusiak@pollub.pl

Abstract

The article deals with the operational characteristics of alternative aircraft propulsion systems and their impact on the environment. Recently, the issue of alternative aircraft propulsion systems has been brought to the forefront. Particularly with reference to the environment, which in the case of aviation is represented by reducing noise emissions while reducing CO2 emissions. These issues are properly addressed by ICAO in its agenda, defining standards for reducing aviation emissions in Annex 16. The University of Žilina has special laboratories dealing with the environmental impact of aviation and subsequent research aimed at reducing it.

Keywords

Aircraft, Airports, Environmental impact, Electric aircraft, Noise reduction

1. Úvod

V súčasnej dobe sa zvyšujúci záujem verejnosti o ekologické problémy dopravy a s tým súvisiacu ochranu životného prostredia. Otázky životného prostredia sa v plnej miere dotýkajú leteckej dopravy, ktorá už niekoľko desaťročí aktívne reaguje na tento problém.

Starostlivosť o životné prostredie je v súčasnej dobe jednou z najzávažnejších úloh, nakoľko úroveň starostlivosti o životné prostredie a jej výsledky podmieňuje životnú úroveň a spokojnosť obyvateľstva, zároveň sa to stalo hlavným trendom v EÚ. Príkladom pôsobenia EÚ je zavádzanie ekologickej dane aj na oblasť letectva, či už priamej alebo nepriamej miere prostredníctvom spotrebných daní.

Význam ochrany životného prostredia je podporovaný nielen vládami jednotlivých štátov a Európskym parlamentom, ale aj na celosvetovej úrovni Organizáciou spojených národov a rôznymi konferenciami organizovanými pod ich záštitou. (Sedláček, 2000) (Průša, 2007)

Názor, že civilné letectvo negatívne ovplyvňuje životné prostredie sa objavuje už niekoľko desaťročí. Letectvo celosvetovo využíva len zlomok zo svetovej spotreby energie (vrátane energie na infraštruktúru). Príspevok letectva k celosvetovému znečisteniu a ku globálnemu otepleniu atmosféry je minimálny. Nové technológie používané pri výrobe lietadiel a osobitne pohonných jednotiek vedú ku znižovaniu celkového hluku v civilnej leteckej prevádzke. Rovnako požiadavky na znižovanie hluku v civilnom letectve sú zanedbateľné v porovnaní s cestnou a železničnou dopravou. Železničná a cestná doprava plošne generuje rádovo väčšie hlukové zaťaženie obyvateľstva ako letecká doprava.

Letecké spoločnosti vo svete sa podieľajú na rade akcií, ktoré vedú k ozdravovaniu životného prostredia na našej planéte a ku skvalitňovaniu využívania prírodných energetických zdrojov. Tento proces je koordinovaný Medzinárodným združením leteckých dopravcov (International Air Transport Association - IATA) ale aj ICAO, ktoré sa postaralo a vydanie dodatkov k Chicagskému dohovoru a medzinárodnom civilnom letectve. Tento dodatok (Annex) sa do nášho právneho systému premieta v predpise Annex 16, (Annex 16, 2018) ktorý je zameraný na ochranu životného prostredia.

Pričom má dve prioritné oblasti :

- hluk lietadiel,
- exhalácie leteckých motorov.

V roku 1990 IATA ustanovila organizáciu ETAF (Environmental Task Force) - Združenie na ochranu životného prostredia - združujúcu letecké spoločnosti a pracovné skupiny expertov z rôznych oblastí, aby pripravili podklady pre stratégiu v oblasti ochrany životného prostredia.

Európska únia v snahe o znižovanie emisii a hluku v leteckej doprave založila iniciatívu ClenSky, ktorej úlohou je prispievať k zníženiu hluku a emisii CO₂ a iných plynov z lietadiel. Ide o širšie partnerstvo Európskej komisie, leteckého priemyslu (vrátane MSP), výskumných centier, akademickej obce. ClenSky je úspešné verejno-súkromné partnerstvo medzi Európskou komisiou a európskym leteckým priemyslom, ktoré je na ceste k dosiahnutiu svojich cieľov v oblasti environmentálnej výkonnosti. Pričom pod znižovaním environmentálnej záťaže sa rozumie, nižšia spotreba paliva a súvisiacich emisii CO₂ o 20 – 30 %, nižšia hladina hluku (v porovnaní s rokom 2014) o podobné hodnoty. (Downing, 2019)

2. Procesy a postupy pre obmedzovanie hluku

Na väčšine veľkých letísk sa vykonáva nepretržité merania, analyzovanie a vyhodnocovanie leteckého hluku prostredníctvom monitorovacích staníc a centrálnej vyhodnocovacej stanice. Na každej z týchto staníc sú monitorované maximálne a referenčné hladiny hluku. Umiestnenie monitorovacích staníc, spôsob ich činnosti a limitné hodnoty hladiny hluku na jednotlivých staniciach sú publikované v časti AD, AIP. (AIP SR, 2019)

Zdrojom leteckého hluku na letisku a v jeho blízkosti sú lietadlá prevádzkované jednotlivými leteckými spoločnosťami. Okolo letiska sú preto vytvorené ochranné hlukové pásma, kde je realizovaný protihlukový program. Z jeho uplatňovanie plynú určité obmedzenia letovej prevádzky v hlukovo citlivých oblastiach v nočných hodinách. Lietadlá nespĺňajúce hlukovú certifikáciu podľa ICAO Annex 16 majú v uvedenú dobu zákaz vzletov a pristátí a pri svojej prevádzke sú obmedzené ďalšími kritériami (Bugaj, 2018a and Pecho, 2019).

Hluková obmedzenia ovplyvňujúce spôsob súčasného využívania dráhového systému letiska sa týkajú najmä:

- prevádzky v nočných hodinách,
- preferencie dráhového systému a obmedzenia jednotlivých RWY,
- procedúr pri prílete a odlete,
- použitie reverzného ťahu prúdových a turbovrtuľových lietadiel, a
- vykonávanie motorových skúšok.

Obmedzenie prevádzky v nočných hodinách sa uplatňuje obvykle v čase od 19.00 do 06.00 UTC pre lietadlá, ktoré nespĺňajú požiadavky podľa ICAO Annexu 16 a pre ostatné lietadlá v rozmedzí od 21.00 do 05.00 UTC.[12] Určitú výnimku tvorí lietadlá zaradené do tzv. „Bonus listu“ (viď. AIP SR). Uvedené obmedzenie sa vzťahuje aj na oneskorené vzlety a pristátia.

Prevádzka lietadiel na konečnom priblížení a po vzlete je ovplyvnená hlukovými obmedzeniami. Preto je minimalizovaný prevádzka nad obývanými oblasťami a sú vyhlásené obmedzenia vo využívaní RWY. Pri príletoch nesmie byť zostupovej roviny pri prístrojovom a presnom priblížení menšie, než 3°. Cieľom je vykonať priblíženie čo možno najdlhšie na trati v konfigurácii lietadla, čo vedie k menšej spotrebe paliva, menšiemu hlučnosti je zapojených zaťaženie a k plynulejšiemu prevádzky. (Bugaj 2018b) U odletov sa od lietadiel vyžaduje stúpania s maximálnym gradientom pri zachovaní letovej bezpečnosti.

Obmedzenie nočného prevádzky sa nevzťahuje na nasledujúce prípady:

- lety pre záchranu ľudského života,
- záchranné a pátracie rokov,
- pristátie z dôvodu nepriaznivých meteorologických podmienok a z technických alebo bezpečnostných dôvodov,
- letmi DÚ alebo poverenej organizácie pri vykonávaní záletov leteckých pozemných zariadení a štátneho dozoru,

- lety lietadiel v službách policajných pri plnení stanovených úloh,
- lety vojenských lietadiel AČR pri zabezpečení úloh prepravy ústavných činiteľov,
- humanitárne lety v prípade nebezpečenstva z omeškania.

Ďalej, od 18.00 do 06.00 UTC, je letisko bez predchádzajúceho súhlasu nepoužiteľné pre lietadlá do hmotnosti 13.000 kg. [9] Reverzný ťah môže byť použitý pri inom ako voľnobežnom režime v nočných hodinách len z bezpečnostných dôvodov. Takisto vykonávanie motorových skúšok v inom, než voľnobežnom režime v nočných hodinách nie je povolené. Tieto opatrenia slúžia na letiskách za účelom eliminácie hluku, ktorý pôsobí na obývané oblasti v okolí letísk.

3. Infraštruktúra leteckej dopravy

Veľkosť zemského povrchu, zabratá výstavbou leteckej infraštruktúry (letiská, terminály, zabezpečovacie zariadenia), je v porovnaní s plochou potrebnou pre pozemnú dopravu (železničná, vodná, cestná) zanedbateľná. Len časť z celkovej plochy letiska je pokrytá betónom, asfaltom alebo ich kombináciami, preto zabratá pôda pre letectvo ovplyvňuje ekosystémy oveľa menej ako železničná alebo cestná doprava, nakoľko dopravná cesta medzi jednotlivými letiskami nevyžaduje už žiaden ďalší záber pôdy.

Letectvo využíva menej ako 6 % pôdy použitej pre železničnú dopravu a menej ako 1% pôdy potrebnej pre cestnú dopravu. Pri porovnaní pohybu osôb letecká doprava využíva pôdu viac ako 5-násobne efektívnejšie ako doprava železničná a 6 násobne efektívnejšie ako doprava cestná (Sedláček, 2000).

Nárast leteckej dopravy a zaťaženie prevádzkových plôch na zemi a vysoká hustá letová prevádzka nad letiskom sú hlavnými príčinami spôsobujúcimi časté zdržanie, čo znamená zvýšenú spotrebu paliva a zvýšenie množstva emisií.

Straty spôsobené preťažením infraštruktúry letiska a jeho okolia odhadujú v USA na 5 biliónov USD ročne a v Európe rovnako asi 5 biliónov USD. V týchto čiastkach nie sú zahrnuté straty spôsobené obmedzením nočnej prevádzky a prevádzky počas nedieľ z dôvodov zníženia hlukovej záťaže. Infraštruktúre letiska by mala byť preto venovaná patričná pozornosť.

3.1. Letisko a životné prostredie

Zásah letísk do životného prostredia môžeme, znižovať rôznym spôsobom, napr. výsadbou živých hlukových zábran, vegetačných striech a budovaním čističiek odpadových vôd z letiskových plôch resp. vodozadržnými systémami. Letecké spoločnosti aj prevádzkovatelia letísk spolupracujú s ostatnými užívateľmi na znižovaní negatívnych vplyvov leteckej prevádzky na životné prostredie. Tieto snahy môžeme zhrnúť veľmi stručne do nasledovných bodov:

- monitorovanie hluku na letisku a v jeho okolí, vypracovávanie programov na všeobecné znižovanie hluku,
- meranie kvality ovzdušia a vypracovávanie programov proti znečisťovaniu ovzdušia rôznymi druhmi emisií,
- dopravu na letisko vykonávať hromadnými druhmi dopravy (vlak, metro, autobus, resp. iné nekonvenčné druhy a pod.),

- zavádzanie nových metód na čistenie a odnámrazovanie lietadiel, vráťanie nových materiálov pre povrch lietadla,
- znižovanie závislosti letísk od palivovo náročných prostriedkov a podľa možnosti zavádzanie elektrického pohonu pri prostriedkoch pozemnej obsluhy, využívanie obnoviteľných zdrojov (solárne články),
- zavádzanie nových technológií pri likvidácii tekutých a pevných odpadov a ich recyklácia,
- efektívnejšie využívanie poľnohospodárskej pôdy v okolí letísk a pod.

V porovnaní s ostatnými dopravnými odbormi letecká doprava venuje ochrane životného prostredia veľkú pozornosť.

4. Emisie leteckých motorov

Letectvo spotrebováva len asi 5 % zo 62 miliárd barelov ropy spotrebovanej každý rok a okolo 12 % ropných produktov spotrebovaných všetkými dopravami. Moderné lietadlá sú tichšie a menej palivovo náročné ako skoršie typy. Od polovice sedemdesiatych rokov spotreba energie v leteckej doprave (merané množstvom paliva použitého na prepravu určitého počtu cestujúcich) sa každoročne znižovala o 3-4 %. Energetická výkonnosť lietadiel sa za ostatných 20 rokov zdvojnásobila. Napríklad množstvo spotrebovaného paliva na prepravu jedného cestujúceho v roku 1976 teraz postačí na prepravu štyroch cestujúcich. (Novák Sedláčková, 2013)

Globálne otepľovanie atmosféry je asi súčasne najväčšia hrozba pre životné prostredie. Najnovšie prognózy predpovedajú, že priemerná teplota ovzdušia by mohla stúpať o 1°C ročne do roku 2005, pričom gradient je väčší ako kedykoľvek za 10 000 rokov.

Hlavným vinníkom je oxid uhličitý, ktorý sa uvoľňuje pri spaľovaní fosílnych palív ako je drevo, ropa, plyn a uhlie. Zo štatistiky vyplýva, že letecká prevádzka produkuje len 3 % t. j. 500 – 600 mil. ton z 20 000 mil. ton oxidu uhličitého produkovaného pri spaľovaní fosílnych palív ročne.

Nakoľko v súčasnosti neexistuje iná alternatíva zníženia množstva znečisťujúcich látok produkovaných do ovzdušia z leteckej prevádzky, letecké spoločnosti povzbudzujú petrochemický priemysel k vývoju palív s lepšími vlastnosťami a výrobcov pohonných jednotiek v úsilí o zvýšenie palivovej výkonnosti. Dobrým príkladom sú nové úsporné motory inštalované v lietadlá 737 MAX resp. Airbus 320 neo.

ICAO predpokladá, že spotreba na tkm by mohla klesnúť priemerne o 2,5 – 3 % počas budúcich desiatich rokov a o 1 – 2 % v nasledujúcom desaťročí. Ďalším problémom je oxid dusíka, výsledok spaľovania benzínu pri vysokej teplote, ktorý je najväčší znečisťovateľ v leteckej prevádzke.

Letecké spoločnosti a výrobcovia lietadlovej techniky podporujú výskum s cieľom znižovania emisií v spalínach prúdových motorov vypúšťaných do ovzdušia. Špeciálne spolupracujú s EHS, s Európskou leteckou konferenciou (Europaen Civil Aviation Conference - ECAC) a s Národným úradom pre letectvo a kozmonautiku (National Aeronautics and Space - NASA).

Letecké spoločnosti používajú znižovanie emisií oxidu dusíka, ako kritérium pri výbere techniky pre obnovu lietadlového

parku. Výrobcovia sa zhodli na stanovení hranice, na ktorú bude znižovaná redukcia oxidu dusíka a spotreby paliva. Stanovené hodnoty slúžia leteckým spoločnostiam pri rozhodovaní o ďalších investíciách a odmietajú ponuky výrobcov motorov, pokiaľ ich nemôžu zaručiť (Novák Sedláčková 2015a and Novák Sedláčková 2015b).

Medzinárodné normy na kontrolu plyných emisií boli prijaté v roku 1981. Tieto normy ICAO limitujú produkciu troch plyných znečisťovateľov: oxidu dusíka, oxidu uhlíka a nespáliteľný hydrokarbon. Taktiež obmedzujú produkovanie dymu a zakazujú úmyselné vypúšťanie paliva z lietadla okrem núdze. ICAO zvažuje, že bude sprísňovať normy pre emisie oxidu dusíka v budúcich prúdových motoroch, respektíve bude snaha o hybridizáciu leteckých pohonných jednotiek.

5. Alternatívne pohony

V leteckej doprave sa vývoj leteckých pohonných jednotiek ubera niekoľkými smermi výskumu a vývoja, pre mále lietadlá je tu už v súčasnosti možnosť používať elektrický pohon. Príkladom sú výrobcovia akým je napr. Izraelský startup Eviation, Americké firmy Ampaire, Zunum Aero a Bye Aerospace, Slovinská firma Pipestrel, so svojim lietadlami Alpha Electro, Taurus Electro. V tejto oblasti pôsobia aj firmy ktoré sa priamo nevenujú výrobe a vývoju lietadiel ako napr. Siemens, ktorý však vyvíja a vyrába komponenty pre elektrolietadlá. Ich motory sú použité napríklad v lietadle eFlyer2 a Extra, používanom na akrobatické lety. V prípade veľkých výrobcov lietadiel, akým je Americký Boeing a Európsky Airbus je vývoj pohonných jednotiek a konceptov pomerne zaujímavý. (Novák Sedláčková, 2013) Aj keď väčšina projektov veľkých dopravných lietadiel zostáva iba vo fáze návrhu resp. simulácie. Málokto sa dostali až po fázu prototypu a to hlavne z dôvodu zostávania vývoja batérií za výrobnými možnosťami leteckých pohonných jednotiek. Očakáva sa že dostatočná kapacita batérií, použiteľných pre letectvo bude k až o dvadsať rokov. Zatiaľ sa však musíme uspokojiť s lietadlami, ktoré sú schopné letieť na jedno nabitie 1-2 hodiny s 2 až 6 pasažiermi za podmienok VFR.

K hlavným rizikám použitia elektrických batérií patrí požiar (v krajnom prípade až výbuchu) v prípade poškodenia batérie a nebezpečenstvo úrazu od zásahu elektrickým prúdom. Ten môže pri poškodenej elektroinštalácii ohroziť nielen posádku lietadla, ale aj zasahujúcich záchranárov. Batérie elektrolietadlá totiž pracujú s napätím 400 až 800 voltov.

6. Záver

Prevádzkové vlastnosti alternatívnych pohonných systémov lietadiel a ich vplyv na životné prostredie je otáznym vzhľadom na skutočnosť, že v prípade náhrady klasickej pohonnej jednotky za elektrickú pohonnú jednotku vznikajú pri produkcii elektrickej energie a batérií ďalšie environmentálne zaťaženie. Až 38% elektrickej energie je totiž vyrobené z uhlia pričom účinnosť premeny na elektrickú energiu sa pohybuje na úrovni 32% (celosvetovo) (Bjureby, 2009). Teda je možné povedať, že proces výroby batérií, nabíjania batérií preprava a distribúcia elektrickej energie, je viac energeticky náročná a vyprodukuje viac emisií CO₂ ako samotné spaľovanie leteckého paliva v turbíne. V procese používania elektrickej energie pre pohon lietadla teda, ide v súčasnosti skôr o demonštráciu možností, jeho plné nasadenie by znamenalo skôr ekologickú katastrofu, ako úžitok pre zmenu globálnej klímy. Druhým aspektom je

bezpečnosť, kedy batérie môžu spôsobiť požiar, alebo úraz elektrickým prúdom.

Podakovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu **KEGA 011ŽU-4/2018** s názvom „Nové technológie vo vzdelávaní v študijnom programe Letecká doprava a Profesionálny pilot“.

Referencie

AIP SR, 2019. Aeronautical Information Package Slovak Republic, LPS SR, š.p.

Annex 16 Environmental Protection, Volume IV Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) was adopted by the Council of ICAO on 27 June 2018.

Annex 16, Enviromental Protection, Volume I Aircraft Noise, ICAO, 2018

Bjureby, E. et. all. 2009. Skutočná cena uhlia, Akú cenu platia ľudia a planéta za najšpinavšie palivo sveta, Greenpeace International, marec 2009, (web source: <https://www.greenpeace.sk/>)

Bugaj, M., Pecho, P. 2018. Vibration fault detection of fuel pump using Recurrence Quantification Analysis, In: INAIR 2018, Aviation on the Growth Path. - ISSN 2352-1465, s. 287-294

Bugaj, M., Pecho, P., Janovec, M. 2018b Maintenance reliability monitoring In: Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom letectve, Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, ISBN 978-80-554-1418-8. - s. 52-55

Bugaj, M., Pecho, P., Rostáš, J. 2017. Úloha analýzy spoľahlivosti lietadlových celkov pri stanovovaní subprocesov údržby riadenej spoľahlivosťou, In: Aero-Journal : international scientific journal of air transport industry. - ISSN 1338-8215. - n. 1 s. 12-17.

Downing, S., 2019. 6 Electric Aviation Companies to Watch, GreenBiz Group, 20 August, 2019 (web source: <https://www.greenbiz.com/article/6-electric-aviation-companies-watch>)

Novák Sedláčková, A. 2011. Projects supported by structural funds of EU realized at University of Žilina in cooperation with Air Transport Department and Flight Training Organization - Air School of the University of Žilina, In: Perner's Contacts - ISSN 1801-674X. - Vol. 6, No. 5 (2011), s. 265-270

Novák Sedláčková, A. 2013. Letecké právne normy a ochrana civilného letectva pred činmi protiprávneho, Žilina : Žilinská univerzita, ISBN 978-80-554-0795-1

Novák Sedláčková, A. 2014. Propagácia Brokerského centra leteckej dopravy pre transfer technológií a znalostí do dopravy a dopravnej infraštruktúry v kontexte technologického transferu a jeho právne-ekonomického, ISBN 978-80-554-0877-4. - S. 71-73.

Novák Sedláčková, A., Kandra, B. 2015. Medzinárodnoprávna úprava ochrany civilného letectva pred činmi protiprávneho, Bratislava, ISBN 978-80-8181-028-2

Novák Sedláčková, A., Kandra, B., Topolčány, R., 2015. Letecký zákon a postupy ATC, Bratislava, ISBN 978-80-8181-018-3

Pecho, P., Babčan, V., Bugaj, M. 2019. Experimental verifying and analysis of impact external parameters on the efficiency of aircraft turbines In: Zvyšovanie bezpečnosti a kvality v civilnom letectve. - ISSN 2644-495X., ISBN 978-80-554-1549-9. - s. 4-9

Průša, J. a kol. 2007. Svět letecké dopravy, Galileo CEE Service ČR s.r.o., ISBN 978-80-239-9206-9

Sedláček, B. 2000. Letecká doprava. EDIS, 2000, 188s. ISBN 80-7100-674-2