

**Luboš Socha, Vladimír Socha,  
Daniela Heralova, Monika  
Kimličková**

---

## **Alternatívne palivá - vývojové trendy leteckej doprave**

---

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis. Sectio A, Nauki Humanistyczne,  
Społeczne i Techniczne 5 (1), 224-234

---

2015

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

## LUBOŠ SOCHA, MONIKA KIMLIČKOVÁ

Katedra manažmentu leteckej prevádzky, Letecká fakulta,  
Technická univerzita v Košiciach,  
Kosice, Slovenská republika

## VLADIMÍR SOCHA, DANIELA HERALOVÁ

Ústav letecké dopravy, Fakulta dopravní,  
České vysoké učení technické v Praze,  
Praha, Česká republika

# ALTERNATÍVNE PALIVÁ - VÝVOJOVÉ TRENDY LETECKEJ DOPRAVE

## ALTERNATIVE FUELS - TRENDS OF DEVELOPMENT IN AIR TRANSPORTATION

### PAWLIWA ALTERNATYWNE - KIERUNKI ROZWOJU W PRZEWOZIE LOTNICZYM

**Streszczenie:** Rozwój transportu wiąże się z emisją paliw alternatywnych. Są one przyszłością do wykorzystania w transporcie lotniczym, w celu zmniejszenia kosztów transportu. Analizuje się również wykorzystanie energii słonecznej, ogniwo paliwowych i stosowanie paliw alternatywnych jako źródeł energii w transporcie lotniczym.

**Słowa kluczowe:** paliwa alternatywne, biopaliwa, ogniwa słoneczne, Airbus, Boeing

Received: 04.2015

**Abstract:** The article deals with the issue of alternative fuels. It characterizes alternative fuels and potentials of its use in air transportation. Further analysis is focused on using solar energy, fuel cells and the approaches of Airbus and Boeing and Airbus to the use of alternative fuels and sources of energy in air transportation.

**Key words:** alternative fuels, biofuels, solar cells, Airbus, Boeing

Accepted: 06.2015

## ÚVOD

Ropné produkty sú základnou surovinou pre výrobu leteckých palív. Ponúkajú okrem najlepšej kombinácie energetickeho obsahu, výkonu, dostupnosti, ľahkej manipulácii a ceny aj riziká v oblasti energetickej bezpečnosti, klimatických zmien, dlhodobej dostupnosti a nárastu cien, čo prirodzene vedie k hľadaniu alternatívnych riešení. Aj keď súčasný letecký priemysel je vo vysokej miere odkázaný na pohonné jednotky spaľujúce klasické fosílné palivá, využívanie týchto palív nie je dlhodobo udržateľné práve z hľadiska obmedzených zdrojov surovín a vysokej záťaže na životné prostredie. Zároveň ceny pohonných hmôt, ktoré sa pohybujú v priamej závislosti od ceny svetovej ropy predstavujú významnú zložku prevádzkových nákladov lietadla. V blízkej budúcnosti sa očakáva neklesajúca cena ropy a ropa samotná predstavuje jeden z neobnoviteľných zdrojov, ktorého zásoby klesajú. Z celosvetovej spotreby fosílnych pohonných hmôt pripadá na letectvo 10 % a unikajúcim emisiám skleníkových plynov oxidu uhličitého vznikajúcim pri spaľovaní prislúcha hodnota 2 %. Náhrada fosílnych palív v leteckej doprave obnoviteľnými a alternatívnymi zdrojmi energie je náročná, ale zároveň nevyhnutná. Samozrejme, že nové riešenia musia byť koncipované s dôrazom na bezpečnosť a spoľahlivosť prevádzky motora a lietadla a celkovo bezpečnosť nesmie byť ohrozená žiadnym spôsobom.

## ALTERNATÍVNE PALIVÁ V LETECTVE

Keď vezmeme do úvahy alternatívne palivá pre dnešné letecké motory, sme skutočne obmedzení na alternatívne zdroje palív, ktoré sú odvodené od kerozínu. Nové koncepcie a prístupy uplatňovania alternatívnych energetických zdrojov súvisia s vývojom nových pohonných jednotiek, uplatňovaním nových technológií, ktoré idú nad rámec dnešných špecifikácií a požiadaviek. S tým sú spojené otázky ako:

- potenciálna certifikácia,
- kompatibilita s konvenčným leteckým palivom,
- manipulácia s palivom v infraštruktúre.

Alternatívne palivá pre letectvo tvoria nový koncept už od energetickej krízy v druhej polovici minulého storočia. Všetci prední výrobcovia na trhu leteckej dopravy sa zaoberajú skúmaním leteckých motorov s využitím alternatívnych palív,

výsledkom čoho by malo byť zníženie nákladov na pohonné hmoty, zvýšenie bezpečnosti a pozitívny dopad na životné prostredie.

Alternatívne zdroje palív pre leteckú dopravu musia spĺňať základné požiadavky:

- zabezpečená dostatočná zásoba,
- zabezpečená dostatočná dodávka,
- nesmú byť riadené faktorom fosílného paliva,
- zabezpečená dostupnosť paliva.

### ***Syntetické palivá***

V súčasnosti využívané syntetické palivá pre prúdové motory sú produkované procesom Fischer–Tropsch. Tento proces umožňuje výrobu kvapalných uhľovodíkových palív zo zemného plynu, uhlia, živicovej bridlice a dokonca aj biomasy bez obsahu síry a aromatických zlúčenín, následkom čoho nedochádza pri spaľovaní k uvoľňovaniu žiadneho oxidu siričitého. Takto vyprodukované syntetické pohonné látky sú v súčasnej dobe výkonnostne a aj chemickým zložením porovnateľné s používaným konvenčným leteckým palivom. Vyznačujú sa výbornými vlastnosťami vo veľkom rozsahu teplôt. Pri vonkajších nízkych teplotách okolia majú dobrú viskozitu, vyšší vodíkovo-uhlíkový pomer vďaka nulovému obsahu aromatických látok a síry, čo má za následok znížené percento emisií výfukových plynov pri spaľovaní. Všetky tieto vlastnosti spolu s dobrým výkonom predurčujú jednoduchosť doplnenia súčasných zásob palív syntetickými pohonnými látkami. Palivo vzniknuté zmiešaním syntetického Fischer-Tropsch paliva s konvenčným palivom predstavujú najľahšie technické riešenia v otázke alternatívnych palív pre prúdové lietadlá.

### ***Biopalivá***

Stále viac skloňovaný alternatívny zdroj pohonných hmôt je biomasa. Biomasa v podobe rastlín je chemicky zakonzervovaná slnečná energia a súčasne je to jeden z najuniverzálnejších a najrozšírenejších zdrojov energie na Zemi. Jej kvapalná a plynná formy sú etanol, metanol, drevoplyn, bioplyn, ktoré je možné využiť ako palivo. Výhodou je, že ponúka nielen veľkú rôznorodosť vstupných surovín, ale aj univerzálne využitie v energetike. Hlavnou nevýhodou biomasy ako alternatívneho zdroja paliva je obsah veľkého množstva kyslíka v molekulárnej štruktúre, čím dosahujú nižší energetický obsah ako uhľovodíky, čoho dôsledkom je zmenšenie doletu pri využití týchto palív.

### ***Biodiesel palivá***

Termín biodiesel v sebe zahŕňa veľké množstvo materiálov produkovaných zo živočíšnych tukov alebo rastlinných olejov. Zdroje pre výrobu tejto možnej alternatívy leteckého paliva k leteckému petroleju sú sójový olej, repka olejná, kokosový olej a palma. Ako palivo je používaný materiál, ktorý je výsledkom preesterifikácie, procesu, v ktorom sú kombinované tuky a oleje s metylalkoholom, a tým sa dosiahne pretransformácia triglyceridov do metylester mastných kyselín s vlastnosťami podobnými konvenčnej motorovej naftě.

Výhodami použitia biopalív sú:

- nižšia uhlíková stopa v porovnaní s konvenčným leteckým palivom
- rovnaký alebo vyšší energetický obsah v porovnaní s konvenčným leteckým palivom,
- neohrozujú biodiverzity.

### ***Ďalšie alternatívne palivá***

V súčasnosti existujú popri biopalivám a syntetickým palivám ďalšie známe alternatívne palivá spomínané ako eventuálne možnosti pohonných hmôt

Alkohol – ako je butanol, metanol, etanol je taktiež možné využiť ako pohonné látky, ale vyznačujú sa veľmi zlými vlastnosťami spaľovania a vďaka prítomnosti kyslíka v ich molekulárnej štruktúre majú nízky energetický obsah. Pre komerčné letectvo sú ale v tejto dobe prakticky nepoužiteľné.

Metán – využitie metánu ako zložky zemného plynu je vynútené dosiahnutím jeho kvapalného stavu, čo znamená jeho uskladnenie pri kryogénnych teplotách a koncepcie nového druhu pohonných jednotiek a vytvorenie nových podmienok skladovania, distribúcie a prepravy.

Vodík – je najviac skloňovanou environmentálnou alternatívou oproti rope. Výroba si vyžaduje veľké množstvo elektrickej energie získanej z iných druhov energií a potrebu rozsiahleho zdroja čistej vody. Napriek jeho čistote horenia a neemitovaní žiadnych emisií oxidu uhličitého vzniká tu rad problémov s jeho výrobou, manipuláciou a uskladnením. Jeho perspektívne využitie je v jeho aplikácii v palivových článkoch použitých na pohon lietadla.

## ELEKTRICKÉ POHONNÉ SYSTÉMY

Vývoj elektrických pohonných systémov ponúka v dlhodobom horizonte perspektívny prístup pozitívnych dopadov leteckej dopravy na životné prostredie a globálnu klímu. Elektrické systémy pomocou, ktorých je lietadlo schopné pohybu, sú konštruované z palivových článkov, solárnych panelov alebo napájacích batérií.

### *Solárny článok*

Výskum solárnych lietadiel prebieha už od roku 1980 v NASA. Koncepcia solárneho lietadla je v podstate veľmi jednoduchá. Lietadlo vybavené solárnymi článkami, ktoré pokrývajú najčastejšie jeho krídla, chvost a niekedy aj časť trupu, získava slnečnú energiu vyžarovanú slnkom, aby bolo umožnené napájanie systému pohonu a radiacej elektroniky pri súčasnom nabíjaním batérie prebytočnou, zvyškovou energiou. Dostupná elektrická energia z batérie je neskôr využívaná na pohon lietadla prevažne počas noci, za súmraku, pri východe, ako aj západe slnka. Vôbec prvý uskutočnený let za pomoci solárnej energie bol 4. novembra 1974 diaľkovo ovládaným lietadlom s pomenovaním SUNRISE II. Za prvý vykonaný let aj počas noci, môžeme považovať rekordný let podniknutý 7. apríla v roku 2010, ktorý posunul hranice techniky a technológií solárnych lietadiel. Celková dĺžka času stráveného v oblakoch lietadla Solar Impulse porovnateľného svojím rozpätím krídel s Airbusom A340 bola vyše 26 hodín vďaka malej spotrebe elektrickej energie čerpanej z batérií. Lietadlo s rozpätím krídel 63,4 m dosiahlo maximálnu výšku letu 8 564 metrov nad morom pri priemernej rýchlosti 70 km/hod. Hlavným limitujúcim faktorom pri lietadlách poháňaných solárnymi panelmi je hmotnosť, ktorá v dôsledku umiestnenia panelov na povrchu tela lietadla zvyšuje hmotnosť, tak ako aj batérie potrebné na ukladanie zvyškovej energie, čím sa zákonite zvýši aj spotreba získanej energie pri prevádzke.

### *Vesmírna solárna energia*

Využitie slnečného žiarenia prostredníctvom solárnych článkov na pohon lietadla nie je jediným možným riešením, ktoré nám ponúka žiarenie Slnka. Zúročenie slnečnej energie je možné aj na základe vybudovania vesmírneho solárneho priestoru. „Space Solar Power“ vesmírna solárna energia známa tiež pod pomenovaním „Solar Based Solar Power (SBSP)“ vesmírny priestor solárnej energie, je ďalšou možnou alternatívou zdroja energie. Vesmírny priestor solárnej energie zhromažďuje energiu priamo zo slnečného žiarenia prostredníctvom veľkých

solárnych panelov umiestnených na satelitoch obežnej dráhy vo vesmíre a prenáša ju na Zem respektíve do lietadiel. Pozitíva tohto prístupu sú: □ žiadne emisie skleníkových plynov na rozdiel od použitia ropy, plynu alebo etanolu pri poháňaní lietadla, □ priestor vesmírnej solárnej energie neprodukuje škodlivý odpad ako jadrové elektrárne, ktorý musí byť bezpečne uložený a strážený, □ v porovnaní s pozemnými solárnymi a veternými elektrárnami je solárny priestor k dispozícii 24 hodín denne 7 dní v týždni v obrovských množstvách a plynie bez ohľadu na oblačnosť, denné svetlo alebo vietor, □ priestor vesmírnej solárnej energie nie je lákavým terčom teroristov ako iné druhy elektrární, predovšetkým jadrové, □ môže byť exportovaný do hociktorého z miest na svete. Na druhej strane negatívami sú: □ vysoké náklady na vývoj, □ vysoké požiadavky na technológie a vybudovanie vesmírnej infraštruktúry: uskutočnenie konceptu si vyžaduje šetrnejšie rakety, čo spôsobuje navýšenie požiadaviek a nákladov, □ väčšia prevádzka a výstavba na obežnej dráhe: obrovské množstvo energie si vyžaduje veľké solárne satelity.

Koncepcia priestoru vesmírnej solárnej energie si vyžaduje potrebné konštrukčné a technologické zmeny lietadiel a letiskových systémov. Lietadlo musí byť vybavené zariadením na príjem a premenu získanej energie na elektrickú energiu. K získaniu energie je potrebné vybudovať satelitnú infraštruktúru a nainštalovať do vesmíru.

### ***Palivové články***

Tieto predstavujú ďalší vývojový trend v oblasti pohonu. Princíp palivového článku je známy už dlho a k jeho výraznejšiemu uplatneniu prispel až kozmický program prebiehajúci v šesťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia. Palivový článok je elektromechanické zariadenie, reaktor, ktoré premieňa vodík nesprostredkovanne na elektrickú energiu, a to spojením vodíka z paliva s kyslíkom zo vzduchu v tzv. „suchom spaľovaní“ pri zvýšenej produkcii čistej vody a tepla. Programom sa preukázala jeho bezpečnosť ako zdroja elektrickej energie v porovnaní s energiou generovanou jadrovým reaktorom, ako aj nižšia cena v porovnaní so solárnym článkom. Samotné články predstavujú prevádzku leteckej prepravy bez emisií skleníkových plynov oxidu uhličitého a tichšie motory ako pri pohone uhľovodíkovým palivom. Dosahovaná vysoká účinnosť a veľmi nízka environmentálna záťaž patrí medzi ich najpodstatnejšie vlastnosti. Odlišnosť od batérií je v

ich nepretržitej produkcii elektrickej energie za účasti kyslíka na spustenie a konštantného zdroja paliva.

## VZŤAH VÝROBCOV LIETADIEL K ALTERNATÍVNYM ZDROJOM

Dvaja najväčší výrobcovia lietadiel sa angažujú v oblasti alternatívnych palív pre letectvo nezávisle od seba. Táto problematika nie je cudzia ako Airbusu, tak ani jeho najväčšiemu konkurentovi Boeingu.

**Spoločnosť Airbus** je priekopníkom implementácie udržateľných zdrojov a biopalív v letectve, prostredníctvom ktorých sa docieli zníženie emisií oxidu uhličitého unikajúceho do ovzdušia.

Prvým krokom k uplatňovaniu alternatívnych palív v leteckej doprave bol v roku 2008 trojhodinový let lietadla Airbus A380 poháňané syntetickým palivom spracovaným procesom Fischer-Tropsch, z letiska Filton vo Veľkej Británii. Druhý komerčný let s použitím rovnakého paliva nasledoval v roku 2010 spoločnosťou United Airlines pri prevádzke lietadla Airbus A319. Ďalšie lety s využitím alternatívnych palív boli vykonávané spoločnosťami Qatar Airways, Tam Brazília, Luftansa prevádzkujúcimi lietadla Airbus. Skúšobné a výskumné lety preukázali možnosti nahradenia fosílnych palív syntetickými biopalivami bez nutnej modifikácie používaných typov lietadiel. Airbus v kooperácii s Európskou komisiou, poprednými výrobcami biopalív a leteckými spoločnosťami dal popud na urýchlené zavádzanie biopalív v európskom letectve. Spoločné úsilie celého odvetvia s názvom „Biofuel Flightpath“ oznámené v júni 2011 stanovuje jasné míľniky, ktoré sa zameriavajú na ročnú produkciu dvoch miliónov ton biopalív produkované udržateľným spôsobom pre letectvo do roku 2020. Týmto plánom sa podporuje a zdôrazňuje potreba výstavby priemyselných výrobných závodov biopalív.

V súčasnej dobe výrobca lietadiel Airbus pri dosahovaní cieľov v oblasti alternatívnych palív spolupracuje aj s ďalšími spoločnosťami, ako sú národnou rumunskou leteckou spoločnosťou Tara pre využitie bio-petrolejových palív vyrobených pre tryskové motory, Iberia Airlines na podporu iniciatívy zameranej na rozvoj španielskeho „hodnotového reťazca“ pre trvalo udržateľné alternatívne biopalivá, s Austráliou pri prevedení eukalyptusových stromov na alternatívne palivá prostredníctvom procesu nazývaného „pyrolýza“, a pod.



Spoločnosť Airbus odhaduje pokrytie 30 % komerčných letov trvalo udržateľnými biopalivami už v roku 2030.

Tak ako uplatňovanie biopalív ako alternatívneho zdroja pohonu lietadiel tak aj uplatnenie palivových článkov ako zdroja elektrickej energie znamenajú pre spoločnosť Airbus jednu z nádejných technológií a predstavujú vysoký potenciál v dosahovaní výrazného poklesu vonkajšieho hluku, spotreby paliva a emisií skleníkových plynov oxidu uhličitého. Spoločnosť Airbus so svojimi partnermi, producentom Michelin a Nemeckým národným výskumným centrom pre letectvo a kozmonautiku uskutočnili výskum, ktorý bol zameraný na integráciu palivových článkov na palube lietadla. Pri testovacích letoch civilného lietadla Airbus A320 sa palivové články využívali ako zdroja elektrickej energie pre zálohové systémy lietadla. V priebehu letu produkoval systém palivových článkov až 20 kW elektrickej energie. Systém poháňal elektrické motorové čerpadlo slúžiace pre hydraulický záložný okruh lietadla na kontrolu kridielok, smerovky a výškovky. Výskumný projekt začínal aplikáciou najjednoduchších a s postupným pridávaním nasledujúcich technológií s cieľom dosiahnutia multifunkčného systému palivových článkov využívaných lietadlami.

**Spoločnosť Boeing** sa zameriava podobne ako spoločnosť Airbus na výrobu udržateľných leteckých biopalív vyrábaných z obnoviteľných zdrojov, ktoré nekonkurujú pestovaniu potravinárskych plodín. Pri vytváraní globálnej infraštruktúry prevzala vedúcu úlohu a podporuje prijatie noriem trvalej udržateľnosti biopalív pre letectvo. Od roku 2008 prebiehali letecké skúšky vykonávané leteckými spoločnosťami a vojenskými subjektmi pri prevádzke lietadiel Boeing poháňanými biopalivami.

Spoločnosť Boeing je zakladajúcim členom Skupiny pre trvalo udržateľné letecké palivá, ktorá pracuje na znížení emisií skleníkových plynov vypúšťaných pri prevádzke komerčného letectva. US Air Force schválil pre celú flotilu lietadiel Boeing C-17 Globemaster III neobmedzenú letovú prevádzku s využitím biopalív. Dátum 12. apríl 2012 predstavuje zlom v histórii výrobného konzorcia Boeing. V tento deň vzlietol Boeing 787 Dreamliner kombinujúci v sebe pohodlie, s účinnosťou paliva s produkciou emisií skleníkových plynov oxidu uhličitého nižších o 30 %, v porovnaní s podobnými v súčasnosti využívanými veľkými lietadlami. Hodnotu 30 % znížených emisií tvorí 10 % pokles vďaka použitiu biopaliva a zvyšných 20 % sa dosiahlo uplatnením technologických pokrokov, ktoré v sebe Dreamliner skrýva.

Svetový výrobca lietadiel Boeing upriamuje pozornosť nielen k aplikáciám a využívaniu alternatívnych palív a solárnych článkov jeho lietadlami, ale vykonáva aj výskum perspektívnych aplikácií systémov palivových článkov, prostredníctvom ktorých sa dosiahne už niekoľkokrát spomínané a žiadané zníženie emisií skleníkových plynov oxidu uhličitého a zvýšenie energetickej účinnosti.

Práve Boeing vykonával na základe výsledkov skúšobných letov v roku 2008 vôbec prvý let lietadla s posádkou poháňaný za účasti vodíkových palivových článkov, ktorý znamenal medzník v histórii letov. Spoločnosť Boeing vidí perspektívne možnosti využitia vodíkových palivových článkov vo funkcii núdzového záložného napájania elektrickou energiou v lietadle. V kooperácii so Sandia National Laboratories skúma ich aplikáciu v oblasti vojenských a komerčných lietadiel, ktoré v súčasnosti pre poskytnutie záložnej energie v kritických subsystemoch pri mimoriadnych udalostiach využívajú rôzne iné technológie.

## ZÁVER

Súčasná vysoká cena ropy podporuje hľadanie alternatívnych palív, ktoré môžu poskytnúť bezpečnosť a stabilnú cenu pohonných hmôt a ich dodávok. Práce na rozvoji alternatívnych palív v letectve sa už naplno rozbehli a letecká doprava sa stane lídrom v tejto oblasti. Aby sa alternatívne palivo vedelo presadiť, musí spĺňať environmentálne výhody, pri plnom zohľadnení životného prostredia a nákladov na jeho výrobu. Je taktiež nutné identifikovať politiku a koncepciu požadovanú k uvedeniu alternatívnych palív na trh. Alternatívne palivá sa môžu významným spôsobom podieľať na perspektívnom raste leteckej dopravy. Je však potrebné zdôrazniť, že do úvahy treba brať celý reťazec udalostí a nielen emisie z leteckých motorov, ale aj energetické trhy a taktiež investície do vývoja a výroby alternatívnych palív a ich potenciálnych zdrojov. Každá zo spomínaných alternatív napĺňa požiadavku dosiahnutia zníženia emisií skleníkových plynov oxidu uhličitého, a zároveň zníženie spotrebu konvenčného paliva súčasnosti, čo má za následok pokles závislosti na ropy.

Zároveň perspektívnym zdrojom elektrickej energie sa javí využívanie palivových článkov v leteckej doprave. Najviac sú skloňované v spojitosti s bezpilotnými vzdušnými prostriedkami, ako aj prostriedkami s malými posádkami, pre ktoré predstavujú dostačujúci primárny zdroj. Tieto zdroje elektrickej energie prezentujú nádejnú technológiu produkcie potrebnej energie pre vedľajšie

systemy predovšetkým veľkých komerčných lietadiel, ako sú navigačné a hydraulické systémy.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Adamčík, F., Szabo, S., *Letecké pohonné jednotky s vyšším stupňom elektrifikácie* In: Elektronické systémy v Ozbrojených silách ESOS 2005. - Liptovský Mikuláš : Akadémia ozbrojených síl gen. M.R. Štefánika, 2005 S. 7-13. - ISBN 8080402620
- Airbus, internetová stránka, [online], [cit.2014-05-15]. Dostupné na internete: <http://www.airbus.com/innovation/eco-efficiency/operations/alternative-fuels/>
- Boeing, [online], [cit.2014-05-15]. Dostupné na internete: [http://www.boeing.com/Features/2012/04/bca\\_ANA\\_biofuel\\_04\\_18\\_12.html](http://www.boeing.com/Features/2012/04/bca_ANA_biofuel_04_18_12.html)
- Cleantechinvestor, [online], [cit.2014-04-15]. Dostupné na internete: <http://www.cleantechinvestor.com/portal/fuel-cells/5382-fuel-cells-in-aircraft.html>
- Design of Solar Powered Airplanes for Continuous Flight, pdf. súbor, [online], [cit.2012-05-215]. Dostupné na internete: [http://www.prog-paradisaea.com/IMG/pdf/Conceptual\\_Design\\_of\\_Solar\\_Powered\\_Airplanes\\_for\\_continuous\\_flight2.pdf](http://www.prog-paradisaea.com/IMG/pdf/Conceptual_Design_of_Solar_Powered_Airplanes_for_continuous_flight2.pdf)
- Fuell Cells – Flying Hiht!, pdf. súbor, , [online], [cit.2012-04-27]. Dostupné na internete: <http://www.fuelcells.org/info/aircraft.pdf>
- Future Propulsion Systems Alternative Fuels, pdf. súbor, [online], [cit.2014-04-25]. Dostupné na internete: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5326/1/memoria.pdf>
- Green growth and The Future of aviation, pdf. súbor, [online], [cit. 2014-04-25]. Dostupné na internete: <http://www.oecd.org/dataoecd/13/38/49482790.pdf>
- Hospodka, J., *Externality a letecká doprava* In: Nové trendy v civilním letectví. Praha: ČVUT, Fakulta dopravní, 2008, s. 25-31. ISBN 978-80-7204-604-1.
- ICAO, [online], [cit.2014-04-27]. Dostupné na internete: <http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/alternative-fuels.aspx>
- Kolesár, J., Lengyelová, P., *Modern Aviation Safety*. In: Acta Avionica. roč. 13, 2011, č. 21, s.75.
- Pahut, I., *Alternatívne palivá v leteckej doprave*, pdf. súbor, [online], [cit. 2014-04-25]. Dostupné na internete: [http://web.tuke.sk/lf/veda\\_a\\_vyskum/Pahut.pdf](http://web.tuke.sk/lf/veda_a_vyskum/Pahut.pdf)
- Pruša, J., a kol.: *Svet leteckej dopravy*. Prvé vydanie. Praha: Galileo CEE, 2008. 46-48 s. ISBN 978-80-8073-938-6

- Socha, L., *Manažérske systémy integrovaného riadenia*. Ružomberok: VERBUM, 2010. 13 s. ISBN 978-80-8084-608-4
- Szabo, S., Koblen, I., Vajdová, I., *Aviation Technology Life Cycle Stages* In: eXclusive e-Journal. Č. 3 (2015), s. 1-8. - ISSN 1339-4509 Spôsob prístupu: <http://exclusivееjournal.sk/files/files/95/84/32/9782c4f89f1d46afaec59202fd133c98/9782c4f89f1d46afae...>
- Szabo, S., Rozenberg, R., *Základná letecká terminológia*: Prvé vydanie. Košice: Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach, 2009. 36 s. ISBN 978-80-553-0304-8.
- Vision of Application of Fuel Cells in Aviation, pdf. súbor, [online], [cit.2014-04-15]. Dostupné na internete: [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/sustdev/docs/energy/sustdev\\_eu-russia\\_h2-fc\\_nickel.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/sustdev/docs/energy/sustdev_eu-russia_h2-fc_nickel.pdf)
- Vittek, P., Němec, V., Krula, L., Straková, E., *Safety as a core process of successful company* In: Acta Avionica. 2010, vol. 12, no. 20, p. 38-40. ISSN 1335-9479.