

**CENA DEKANA DOPRAVNEJ FAKULTY ČVUT
PRAHA**

**FOTOVOLTAIKA V LETECKEJ
DOPRAVE**

Richard Ševela & Daniel Janičík

Púchov, 2013

Obsah

Úvod.....	3
1 Fotovoltaika.....	4
1.1 Princíp fotovoltaiky	4
1.2 Dejiny	4
1.3 Súčasnosť.....	5
1.4 Fotovoltaický panel a faktory ovplyvňujúce výkon	6
2 Využitie fotovoltaiky v leteckej doprave	7
2.1 Letecká doprava ako celok	7
2.2 Integrácia fotovoltaiky do leteckej dopravy	7
2.3 (Ne)Výhody fotovoltaiky v leteckej doprave	8
2.4 Fotovoltaika v leteckej doprave.....	10
2.4.1. SolarImpulse.....	11
2.4.2. Sunseeker II, Sunseeker Duo.....	11
2.4.3. Puffin.....	12
2.4.4. Siemens, EADS & Diamond.....	12
3 Praktická časť – Výpočty, grafy	14
Záver	17
Prílohy.....	19

Úvod

Fotovoltaika je v súčasnosti jeden z najprogressívnejších odborov, ktorý za posledné desaťročia zaznamenal nebyvalý rozvoj. Keďže letectvo vždy medzi prvými využívalo v praxi novátorské poznatky a riešenia, logicky sa dá predpokladať, že tento progresívny odbor nájde v letectve čoraz väčšie uplatnenie.

Na niektoré aspekty z tejto problematiky sme sa snažili poukázať v tejto našej práci.

1 Fotovoltaika

1.1 Princíp fotovoltaiky

Fotovoltaika - čistá energia je technológia vyrábajúca elektrickú energiu priamou premenou slnečného žiarenia na elektriku využitím fotoelektrického javu na veľkoplošných polovodičových fotodiódach. Jednotlivé diódy sa nazývajú fotovoltické články a sú zvyčajne spájané do väčších celkov - fotovoltaických panelov. Elektrická energia sa týmto spôsobom vyrába nehučne, bez akýchkoľvek pohyblivých súčastí a bez vedľajších nepriaznivých následkov. Fotovoltaický systém pracuje automaticky a bez obsluhy. Fotovoltaika je nenáročná na údržbu - počas celej doby životnosti fotovoltických panelov (cca 30 rokov) si vyžadujú len minimálnu údržbu. Kremíkové fotovoltické články neprodukujú žiadne škodlivé látky, ani emisie CO₂. Pri ich prevádzke nevzniká žiaden hluk, nemajú vplyv na organizmy v okolí, ani na živočíchov. Fotovoltické panely využívajú energiu, ktorá je zadarmo, preto sú ich prevádzkové náklady zanedbateľné a navyše sú veľmi spoľahlivé. Výhodou fotovoltaiky je, že panely možno pridávať a tak zväčšovať výkon celého zariadenia. Fotovoltické elektrárne nevyžadujú priame slnečné žiarenie. Sú schopné vyrábať elektrickú energiu aj pri oblačnom počasí. Na rozdiel od konvenčných systémov, efektívnosť fotovoltaiky nezávisí od veľkosti systému a teda systémy môžu byť škálované od malých domácich až po rozsiahle centrálné elektrárne.

1.2 Dejiny

Termín fotovoltaika je odvodený z prvej časti gréckeho pôvodu foto (svetlo) a z prídavného mena odvodeného od pomenovania jednotky elektrického napätia volt (podľa talianskeho fyzika Alessandra Voltu). Hoci sa za objaviteľa fotoelektrického javu považuje francúzsky fyzik Alexander Edmond Becquerel (v roku 1839), pravdepodobne už jeho otec Antoine César Becquerel položil základy fotovoltike. Prvý fotovoltický článok s malou účinnosťou do 1% zostrojil až v roku 1883 Charles Fritts, ktorý potiahol polovodivý selén veľmi tenkou vrstvou zlata. K významnému rozvoju fotovoltiky prispel Poliak Jan Czochralski, ktorý v roku 1918 vyvinul metódu výroby monokryštalického kremíku a práve ten je východiskovým materiálom pre výrobu monokryštalických fotovoltických článkov.

Fotovoltické články fungujú na princípe fotoelektrického javu. Fotoelektrický jav, efekt alebo fotoefekt je experimentálne pozorovaný jav, kedy svetlo vhodnej vlnovej dĺžky pri dopade na kov alebo polovodič vyraža z atómov látky elektróny, ktoré sa potom voľne

pohybujú v látke a zvyšujú jej vodivosť (vnútorný fotoelektrický jav) alebo opustia látku (vonkajší fotoelektrický jav). Jav sa využíva napríklad pri konštrukcii fotodiódy alebo fototranzistora. Vonkajší fotoelektrický jav objavil v roku 1887 nemecký fyzik Heinrich Rudolf Hertz. Kinetická energia vyletujúcich elektrónov závisí od intenzity žiarenia, ktoré na povrch kovu dopadá. Zväčšenie intenzity žiarenia vedie k zväčšeniu počtu elektrónov vyletujúcich z kovu. Kinetická energia týchto elektrónov je závislá od frekvencie dopadajúceho žiarenia.

Táto závislosť je lineárna, pričom smernica priamky, ktorá ju vyjadruje sa rovná Planckovej konštante. Túto závislosť nebolo možné vysvetliť z hľadiska klasickej elektromagnetickej teórie. Až Albertovi Einsteinovi sa podarilo fotoelektrický jav vysvetliť na základe kvantovej fyziky pevných látok, za čo získal v roku 1921 Nobelovu cenu za fyziku.

Vynálezcom solárneho článku, ako ho poznáme dnes je Russel Ohl. Tento americký inžinier pracoval v 30. rokoch 20. storočia na výskume materiálov pre telekomunikačnú firmu a v roku 1939 objavil takzvaný „P-N prechod“. Vynález si Russell Ohl dal patentovať v roku 1946. Na jeho objavoch sú založené aj dnešné LED diódy. Prvý fotovoltaický článok v súčasnej podobe bol vyrobený v roku 1954 v Bell Laboratories pri experimentoch s dopovaným kremíkom. Jeho účinnosť bola okolo 6%. Kvôli vysokej cene fotovoltaiky sa využíval predovšetkým v kozmonautike, kde tvorí pre umelé družice Zeme prakticky jediný zdroj elektrickej energie. Vanquard I je názov prvej americkej družice s fotovoltaickými článkami, ktorá bola vypustená na obežnú dráhu 17. marca 1958.

1.3 Súčasnoscť

Za uplynulých päť desaťročí sa posunul vývoj fotovoltaických článkov obrovským smerom vpred. Neustále sa zdokonaľujú technológie, ktoré sú odolnejšie, prispôsobivejšie a výkonnejšie, aj montážne systémy, umožňujúce slobodnejšiu inštaláciu v podstate kdekoľvek. Percento ktorým sa podieľa na výrobe energie zatiaľ nie je veľké. Podiel geotermálnych, solárnych, veterných zdrojov dohromady predstavoval v roku 2006 0,6% na celkovej výrobe elektriny. Ale príklady z krajín kde je tento perspektívny druh energie podporovaný ukazujú, že tento stav sa môže veľmi rýchlo zmeniť. Cena fotovoltaiky sa vďaka neustálemu vývoju technológií a masívnej výrobe neustále znižuje a výroba zo slnečného žiarenia sa od roku 2002 zdvojnásobuje každé dva roky, tempom 48% za rok, čím sa stáva najrýchlejšie sa rozvíjajúcou technológiou na výrobu energie.

Jednotlivý panel za dobu svojej životnosti vyprodukuje samozrejme viac energie ako je potrebné na jeho výrobu. Ešte pred niekoľkými rokmi priemysel výroby panelov spotrebovával výrazne viac energie ako vyrábali inštalované panely, pred piatimi rokmi napríklad spotreboval až o 75% viac energie. S čoraz väčším počtom inštalovaných funkčných panelov a zároveň so zvyšujúcou sa efektivitou výroby aj efektivitou nových panelov sa tento pomer postupne posúval v prospech energie vyrobenej panelmi, ktorá podľa odhadu výskumníkov prekročila energiu idúcu do výroby prvýkrát buď v minulom roku alebo ju prekročí v tomto roku

1.4 Fotovoltaický panel a faktory ovplyvňujúce výkon

Fotovoltaický panel s výkonom cca 100-250 Wp/m² vznikne správnou konštrukciou a do série či paralelne pospájaním fotovoltaických článkov. Wp znamená špičkový výkon pri ideálnych podmienkach (svetlo o intenzite 1000W/m² dopadá kolmo na panel pri teplote 25°C). Fotovoltaický panel je zvyčajne hermeticky zapuzdrená a prepojená sada solárnych článkov uložená v hliníkovom ráme. Vrchnú časť tvorí solárne sklo, spodnú časť tedlarová podložka na ktorej je umiestnený pripojovací box. Pretože jeden solárny panel môže vyrábať energiu iba v obmedzenom množstve, vznikajú fotovoltaické elektrárne, ktoré obsahujú menší alebo väčší počet solárnych panelov, striedačov, podporných a istiacich prvkov. Fotovoltaické elektrárne sa líšia predovšetkým svojím výkonom, inak ide o rovnaký princíp - jednosmerný elektrická energia vyrobená dopadom slnka na fotovoltaické panely sa premení v striedačoch na striedavú elektrickú energiu, ktorá sa nafázuje do rozvodnej siete.

Fotovoltické panely rozdeľujeme podľa použitého materiálu na kremíkové a nekremíkové - tenkovrstvé.

Ideálne podmienky pre výrobu elektriny z fotovoltických panelov sú priame slnečné žiarenie a teplota prostredia 25°C. Zvýšenie teploty panelov o 1°C, predstavuje pokles jeho výkonu o cca 0,4%. Fotovoltické panely využívajú tiež difúzne žiarenie pri zamračenej oblohe, ich výkon sa však zníži o 30-50%. V našich zemepisných šírkach predstavuje difúzne žiarenie približne 50% z celkového slnečného žiarenia. Okrem teploty a mrakov možno medzi faktory ovplyvňujúce výkon zaradiť aj ojedinelý defekt by-pass diódy. Ide o poruchu jednej z diód umiestnených na paneli. Následne dôjde k výraznému poklesu napätia a výkonu daného panela (cca o 1/3). Vzhľadom na neustále sa zvyšujúcu spoľahlivosť fotovoltaickej technológie môžeme v súčasnosti tento faktor považovať za nevýznamný.

2 Využitie fotovoltaiiky v leteckej doprave

2.1 Letecká doprava ako celok

Leteckú dopravu charakterizujú niektoré vlastnosti, ktoré určujú jej postavenie v dopravnej sústave štátu. Tým, že najrýchlejšie zo všetkých dopravných odborov zabezpečuje prepravu osôb, pošty a niektorých druhov tovarov, pomáha skvalitňovať riadenie národného hospodárstva a zrýchliť kolobeh obežných prostriedkov. Aby letecký doprava mohla plniť svoje úlohy v dopravnej sústave štátu, musí spĺňať najmä tieto požiadavky: rýchlosť, bezpečnosť, kvalita, hospodárnosť. Žiadna z týchto požiadaviek sa nesmie stať samoučelnou. Letiská sú súčasťou technickej základnej leteckej dopravy. Sú to vhodným spôsobom upravené plochy vybavené súborom objektov a zariadení zabezpečujúci vzlety, pristátie, rolovanie, ochranu a ošetrovanie lietadlovej techniky, mechanizačnými prostriedkami pre technické a obchodné odbavenie lietadlovej techniky a letiskových plôch a priestormi na vybavovanie cestujúcich a nákladu. Dráhový systém letiska môže byť tvorený jednou alebo niekoľkými vzletovými a pristávacími dráhami. Dráhový systém ovplyvňuje kapacitu letiska. Dĺžkou vzletových a pristávacích dráh je stanovený rozsah typov lietadiel, ktoré môžu letisko používať. Systém rolovacích dráh ovplyvňuje dobu pohybu lietadla medzi odbavovacou plochou a vzletovou a pristávacou dráhou. Kapacitu dráhového systému zväčšuje budovanie rýchloodbočiek.

2.2 Integrácia fotovoltaiiky do leteckej dopravy

V dnešnej dobe je vo vzdušnom priestore nad Európou v jednom momente viac ako 6000 lietadiel. Každý jeden stroj produkuje enormné množstvo plynov, ktoré vznikajú pri spaľovaní pohonných hmôt a sú vypúšťané do ovzdušia. Svojím zložením sú škodlivé a narúšajú, tzv. stenčujú ozónovú vrstvu. Keď vezmeme do úvahy fakt, že cena leteckého paliva nie je práve najnižšia a všetky poplatky spojené s dopĺňaním paliva a jeho transportom nie sú najnižšie, je prirodzené, že bude snaha o zníženie nákladov ale aj škodlivých účinkov a iných nežiaducich faktorov. Práve tu začíname hovoriť o aplikácii fotovoltaiických článkov na rôzne časti lietadla, za účelom vylepšenia ich energetickej bilancie. Aj keď je táto metóda nie veľmi rozvinutá, už dnes môžeme vidieť veľké pokroky v tomto smere. Ako hlavné pozitívum sa javí ochrana životného prostredia. Aj keď vstupné náklady budú spočiatku veľmi vysoké, výmenou benzínových motorov za elektromotor, batérie a fotovoltaiické články sa náklady s odstupom času môžu niekoľko násobne vrátiť

späť. Aby sa lietadlo poháňané energiou z batérií nabitých fotovoltaickým článkom dostalo do vzduchu je potrebné mať plochu najviac ožarovanú slnečným žiarením pokrytú veľkým množstvom solárnych panelov. Rozpätie krídel ďalej spomínaného Solar Impulsu je porovnateľné s Airbusom 380 (79,75m), hovoríme približne o 12 000 kusoch článkov. Keď berieme do úvahy fakt, že váha tohto lietadla s batériami je len o niečo väčšia ako váha rodinného auta, okrem spotreby znižujeme teda aj celkovú vzletovú hmotnosť. Nízkou hmotnosťou sa naopak zvyšuje riziko poškodenia vonkajšieho obalu lietadla napríklad pri prelete cez nevyhovujúcu oblačnosť. Aj keď je rozpätie krídel porovnateľné s Airbusom 380, rýchlosť lietadla je niekoľkonásobne menšia. Let za slnečného svitu nie je podmienkou. Fotovoltaické články sú schopné nabiť batérie dostatočným množstvom energie, aby lietadlo mohlo lietať aj napríklad v noci. Proces nabíjania nemusí prebiehať len pomocou samotných článkov upevnených na lietadle. Takéto typy lietadiel bývajú odstavené v špeciálne upravených hangároch a odstavných plochách, ktoré majú na svojich strechách taktiež nainštalované fotovoltaické články, pomocou ktorých dobíjajú batérie lietadla, ktoré je momentálne vo vnútri. Keď hovoríme o leteckej doprave, nemožno vynechať, riadenie letovej prevádzky, pozemné stanovišťa leteckých dispečerov, ktorí sú v pohotovosti nonstop a radarová technika ide bez zastavenia. Použitím solárnych panelov na strechách riadiacich veží a pozemných stanovištiach by sa znížili náklady na energiu, ktoré sa v tejto oblasti spotrebujú. Fotovoltaické články tiež možno efektívne využiť ako zdroj napájania letiskového osvetlenia. Letiskové osvetlenie je na úrovni zeme (rolovacia a pristávací dráha) s výnimkou navigačných svetiel napr. systému ILS. Všetky tieto svetlá sú viacúrovňové a úroveň ich intenzity závisí od viditeľnosti a meteorologických podmienok. Nainštalovaním fotovoltaických panelov v blízkosti letiska by sa umožnilo napájanie týchto svetiel fotovoltaickou energiou, kde by aj pri najvyššej požadovanej intenzite osvetlenia navigačných svetiel už nebola potrebná enormná dodávka klasickej elektrickej energie.

2.3 (Ne)Výhody fotovoltaiky v leteckej doprave

Využitie fotovoltaiky v leteckej doprave by v prvom rade pomohlo nášmu, už teraz dosť zničenému životnému prostrediu, konkrétne ovzdušiu. Spaľovaním leteckého benzínu sa do ovzdušia vylučuje enormné veľké množstvo škodlivých plynov, ktoré stenčujú ozónovú vrstvu. Práve fotovoltaické panely by zabránili vylučovaniu spomínaných škodlivých plynov a lietanie by sa stalo ekologickou záležitosťou. Keď vezmeme do úvahy, že lietadlo by vďaka svetelnej energii dokázalo lietať takmer neustále, možno

vylúčiť aj technické medzipristátie za účelom dotankovania paliva pri dlhých letoch. Treba brať do úvahy, že lietadlo bude po medzipristáti nútené vzlietnuť a spáliť opäť palivo, čo samozrejme vedie k vylučovaniu škodlivých látok. Väčšie dopravné lietadlo pri štarte spotrebuje v priemere 300 l paliva. Za deň je napríklad 2000 lietadiel nútených medzipristáť tak je to ďalších 2000 odletov. Za rok by sme ušetrili 730 000 odletov, čo činí 219 miliónov litrov benzínu.

Nie je to len o odletoch, ale aj o pristátiach pri ktorých sa ničia a znehodnocujú pneumatiky lietadiel. Tu opäť možno poukázať na ušetrené peniaze za nové pneumatiky, ktoré by sa nemenili tak často, lebo lietadlá by neboli nútené tak často pristávať.

Medzi výhody treba určite zaradiť aj náklady na obsluhu pri dodávaní paliva pre lietadlá. Letecký benzín ako palivo je späté s ropou, ktorá je zaradená medzi vyčerpatelne zdroje a práve fotovoltaika je jej vhodným nástupcom.

V neposlednom rade je nutné spomenúť aj obyvateľov, ktorí obývajú ľudské obydlia v blízkosti letísk, kde sa sústreďuje hluk z motorov veľkých dopravných lietadiel. Fotovoltaické panely a elektromotory by lietadlu umožnili lietať podstatne tichšie, čo by nemalo ľudí oceniť. Vidíme to aj na príklade experimentálneho solárneho lietadla Puffin. Toto elektrické lietadlo, ktoré bolo skonštruované pri prevádzke vydáva zvuk sily 50 decibelov, čo je sila normálnej konverzácie.

Medzi nevýhody využitia fotovoltaiky by sme v súčasnosti mohli zaradiť možnosť zvýšenia nezamestnanosti technického personálu pri dodávaní a obsluhu paliva pre lietadlá.

Ďalšia nevýhoda je zhoršená schopnosť lietania v noci. Tento problém v súčasnosti vieme eliminovať v zásade dvoma spôsobmi. Jeden z nich je vybaviť lietadlo dostatočnou kapacitou akumulátorov, kde by sa uskladnilo dostatok energie potrebnej na nočný let, alebo ďalší spôsob môže byť organizovať pravidelné lety v smere rotácie našej Zeme, kde by sa lietalo stále v slnečnom svite. Aj Solar Impulse je dôkazom, že lietadlo na solárny pohon dokáže lietať v noci bez svetelného žiarenia.

Výhody i nevýhody použitia fotovoltaiky v leteckej doprave v súčasnosti môžeme hodnotiť z úrovne momentálneho rozvoja poznania. Obmedzujúcimi faktormi sú hlavne účinnosť fotovoltaických panelov, merný výkon panelu na jednotku plochy a hodnota energie vyžarovanej slnkom na jednotku plochy.

Dá sa však predpokladať, že účinnosť panelov a ich merný výkon sa podarí v budúcnosti výrazne zvýšiť. Hodnotu energie na jednotku plochy vyžarovanej slnkom sa nám zrejme zvýšiť nepodarí no dá sa teoreticky predpokladať, že sa podarí vyvinúť systém na bezdrôtový prenos energie, kde by sa mohli dosiahnuť podstatne vyššie hodnoty

energetického toku na jednotku plochy aké sú dosahované v súčasnosti. Potom by sa hodnotenie výhod a nevýhod použitia posunulo na podstatne inú kvalitatívnu úroveň.

2.4 Fotovoltaika v leteckej doprave

Ako už bolo spomínané, fotovoltaické články sú využívané v širokom spektre oblastí, kde je ich úlohou pohltiť slnečné žiarenie a následná premena tohto žiarenia na energiu. Letecká doprava a všeobecne letectvo je jedným z mála odvetví priemyslu, ktoré sa aj napriek niektorým krízovým javom neustále zväčšuje, rastú výkony, prichádzajú nové inovácie. Rozmach informačných technológií umožňuje rýchle oboznamovanie sa s novými dosiahnutými poznatkami širokému spektru odborníkov vo všetkých odvetviach a vytvára predpoklady ich širokej aplikácie. Inak tomu nebolo ani v leteckej doprave, keď sa začali vykonávať prvé testovacie lety a výskumy ohľadom tejto témy a začali postupne vznikať jednotlivé zaujímavé projekty.

2.4.1 Solar Impulse

Bol prvým lietadlom schopným letieť aj v noci bez slnečného žiarenia. Krehký stroj z uhlíkových vlákien lieta rýchlosťou len asi 50 kilometrov za hodinu. Lietadlo poháňajú elektromotory, pre ktoré vyrábajú energiu fotovoltaiické články, umiestnené na rozmernom krídle. Lietadlo má rozpätie viac ako 60 metrov a váži 1600 kilogramov vrátane pilota, teda asi toľko ako malé auto. Jeho výroba trvala sedem rokov. Výrobca predstavil prototyp pred troma rokmi. Prvé lietadlo napájané výlučne solárnou energiou, ktoré je schopné lietať aj v noci, zaznamenalo 23. mája počas skúšobného letu po Spojených štátoch rekord v preletenej vzdialenosti.

Za projektom stoja dvaja Švajčiari – podnikateľ André Borschberg a vzduchoplavec Bertrand Piccard, ktorý ako prvý uskutočnil cestu okolo sveta v balóne. Stroj osobne riadia z jeho paluby. Svoj rekord by chceli prekonať už v roku 2015, keď sa chystajú na cestu okolo sveta, či o dva roky poletí samotný Piccard, zatiaľ nespresnili. Je známe len toľko, že pre tento let budú hľadať letcov, ktorí dokážu nespáť 5 dní a nocí. Aby to vydržali, naučia ich autohypnóze a meditácii.

Lietadlo Solar Impulse pristálo v texaskom Dalase po prekonaní viac ako 1500-kilometrov so štartom vo Phoenixe v štáte Arizona. *"Táto cesta bola zvlášť náročná pre dosť silný vietor pri pristávaní. Išlo o najdlhší let - pokiaľ ide o vzdialenosť - aký kedy prekonalo solárne lietadlo,"* uviedol jeden z dvojice pilotov André Borschberg.

Predošlý rekord držal ten istý solárnymi panelmi napájaný stroj, ktorý preletel 1116 kilometrov medzi Švajčiarskom a Španielskom.

2.4.2 Sunseeker II, Sunseeker Duo

Sunseeker II je názov najrýchlejšieho dvojmiestneho solárneho lietadla na svete. Jeho predchodcom bol Sunseeker I, ktorý bol skonštruovaný medzi prvými už v roku 1990 leteckým konštruktorom Ericom Raymondom. Pán Raymond sa niekoľkokrát preletel po USA so Sunseeker I a po takmer 20 rokoch sa vracia s lietadlom Sunseeker II. Ale zdá sa, že výrobcovia nespia a už prichádzajú s ďalšou novinkou a tou je Sunseeker Duo. Sunseeker Duo je pomerne ešte stále novinka a jeho skúšky sú v plnom prúde, jeho cieľom je získať maximálny výkon bez využitia fosílnych palív. Hlavný rozdiel medzi II a Duo je práve v solárnych článkoch. Solárne články používané v Duo sú o 50% účinnejšie ako tie ktoré používal Sunseeker II. Účinnosť solárnych článkov v Duo činia 22,8% zatiaľ čo jeho predchodca mal účinnosť článkov len 12%. Výhoda Duo je aj trojkolesový podvozok,

ktorý mu umožňuje pristávať na akomkoľvek letisku na svete. Lietadlo môže byť rýchlo rozobrané a zabalené do vlastného privesu vďaka svojim skladacím krídlam. Rozpätie týchto krídiel je 22 metrov. Tento najnovší výtvor Erica Raymonda je najvýkonnejší Sunseeker zo všetkých. Dokáže stúpať až po dobu 25 minút pri plnom výkone pomocou uloženej energie v batériách. Pri vystavení lietadla priamemu slnečnému žiareniu dokáže Sunseeker Duo lietať niekoľko hodín s maximálnou rýchlosťou 130 km/h.

2.4.3 Puffin

S nápadom vytvoriť malé elektrické lietadlo prišiel inžinier Mark Moore, no napokon tichý dopravný prostriedok skonštruovali vývojári z NASA. Napriek tomu, že Puffin nemá dostatok plochy na umiestnenie fotovoltaiických panelov a potrebnú energiu si vezie v akumulátore, sme sa rozhodli ho zaradiť do našej práce, pretože taktiež používa elektrickú energiu, ktorá sa dá získať v stabilnej pozemskej fotovoltaiickej elektrárni, čo platí aj v nasledovne zaradenom lietadle. Prvýkrát bol predstavený v roku 2010 na stretnutí Americkej asociácie helikoptér v San Franciscu. Lietadlo je 3,7 metra vysoký dopravný prostriedok s rozpätím krídel dosahuje 4,1 metra. Každé krídlo je vybavené vrtulou s priemerom 2,3m. Na celej veci je najlepšia jeho váha, ktorá je len 135kg. Aby Puffin vzlietol stačí mu výkon 60 koní. Pri štarte smerujú vrtule aj krídla nahor a pilot v kabíne stojí. Maximálna rýchlosť dosahuje 480 km/h, ale príjemná cestovná rýchlosť je 240 km/h. Dolet so súčasnými batériami je 80 km, no predpokladá sa, že v budúcnosti (2017) by mohol dosahovať až 300 km vzdušnou čiarou.

2.4.4 Siemens, EADS & Diamond

Vývojári spoločností Siemens, Diamond Aircraft a EADS pochopili, že budúcnosť by sa mala uberať iným smerom a že treba chrániť naše životné prostredie. Preto pracovali na vývoji elektrického lietadla, ktoré predstavili na leteckej šou Le Bourget v Paríži. Tento hybrid v oblakoch – jediný svojho druhu nedostal zatiaľ pomenovanie a tak sme vybrali do názvu odseku práve spoločnosti, ktoré sa zaoberali jeho vývojom. Hybrid je správnou cestou úspor paliva a zníženia emisií oxidu uhličitého, ktorých tvorba sa zníži o 25% v porovnaní so súčasnými technológiami. Vývojári tvrdia, že chcú technológiu najskôr otestovať v malom lietadle a v dlhodobom horizonte má systém pohonu perspektívne využitie aj vo veľkokapacitných lietadlách. Batéria hybridu zaisťuje zvýšený výkon pri vzlete a stúpaní a akumulátor sa počas letu znovu nabíja. Umožňuje to tichý vzlet, ale hlavne to o čo sa snažili, úsporu paliva a zníženie emisií. Podľa najnovších správ

v Siemense už pracujú na ďalšom elektrickom motore, ktorý by mal byť päťkrát ľahší než bežné motory. Pripájame zopár obrázkov od vývojárov, pre predstavu akým smerom by sa to mohlo vyvíjať.

3 Praktická časť – Výpočty, graf ...

V tejto časti sa budeme snažiť porovnať niektoré vlastnosti prúdového lietadla Airbus A380 s vlastnosťami experimentálneho lietadla Solar Impulse so solárnym pohonom. Budeme sa bližšie venovať technickým špecifikáciám oboch lietadiel a pomocou grafu a výpočtov sa posnažíme poukázať na možnú efektívnosť použitia fotovoltaiiky.

Airbus A380

- Výkon motorov = 187 600 kW
- Spotreba = 4l/s
- Spotreba za 10 letových hodín = 150 000l
- Spotreba na 1 km = 12 l
- Rozpätie krídiel = 79,75m, plocha krídiel $S = 825 \text{ m}^2$
- Váha = 560 000kg
- Koeficient kĺzavosti = 12/1 ft
- Cestovná rýchlosť = 820 km/h (227,78 m/s)

Cena leteckého paliva sa pohybuje približne niekde na hranici 0,55€ za liter. Teda pri súčasnej spotrebe by Airbus A380 potreboval na 18 hodín letu 270 000 litrov čo predstavuje sumu 148 500€. Keď vezmeme do úvahy fakt, že lietadlo priemerne za rok nalieta asi 5000 letových hodín, suma len za palivo za rok je 41 250 000€.

Ako sme v úvode práce spomenuli, 1 m^2 panelu je schopný vyprodukovať cca 250W elektrickej energie. Ak súčasná plocha krídiel Airbusu A380 je 525 m^2 mohli by sme získať 131 250W fotovoltaiického výkonu, čo kryje len 0,126% potrebného výkonu. Avšak teoreticky predpokladáme, že budeme mať technológiu, ktorá dovolí umiestniť potrebný výkon panelov na Airbuse 380 a pri značnej miere zjednodušenia si v ďalšom ukážeme ekonomickú efektívnosť využitia fotovoltaiickej energie v porovnaní z hľadiska úspory prevádzkových nákladov. Bolo by potrebné preto vyvinúť panel, ktorý by bol schopný vyprodukovať približne 357 333 W/m^2 , čo je za súčasnej úrovne rozvoja uvedenej technológie nereálne.

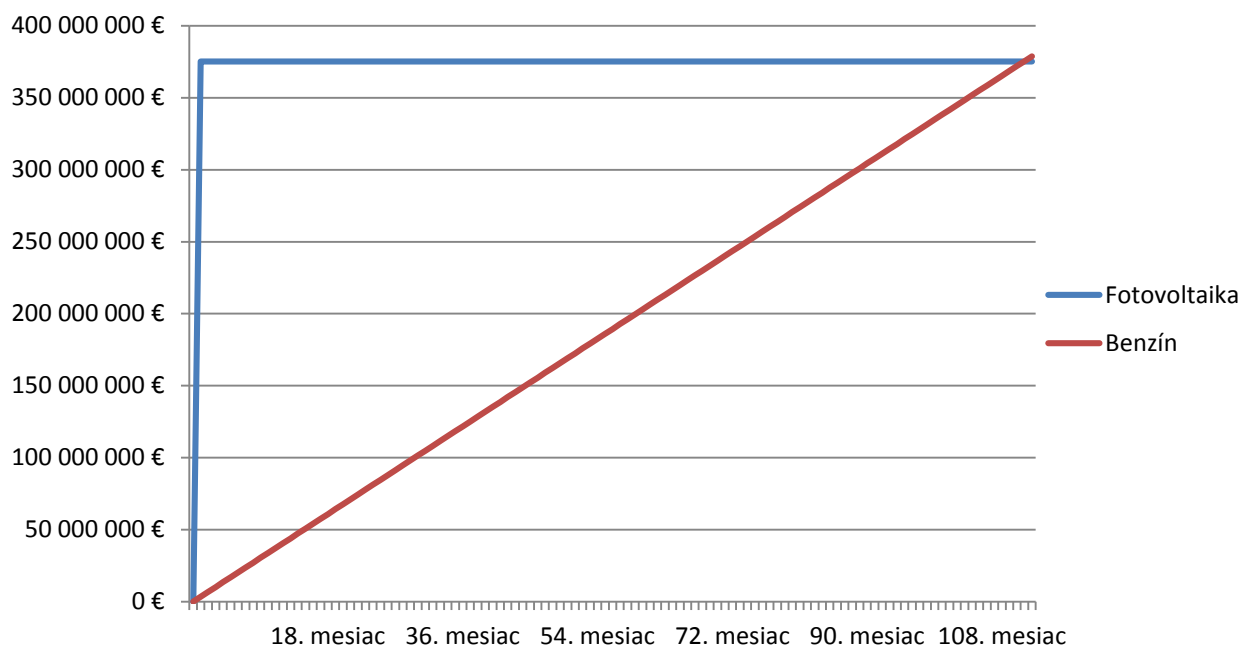
Solar Impulse

- Výkon motorov = 29,84 kW
- Plocha solárnych panelov = 200 m²
- Rozpätie krídel = 77m
- Váha = 1 600kg
- Koeficient klzavosti = 40/1 ft
- Cestovná rýchlosť = 43km/h
- Výkon panelov = 50 kW

Treba podotknúť, že z vyrobenej energie zostáva lietadlu ešte stále cca 20 kW, vďaka čomu sa tento prebytok po odčítaní strát môže ukladať v batériách a toto lietadlo môže lietať aj v noci, teda bez priameho slnečného žiarenia.

V ďalšom pre ilustráciu chceme porovnať aká by mohla byť úspora palív v prípade, ak by sa v Airbuse podarilo uplatniť fotovoltaiický pohon. Pre zjednodušenie uvažujeme s cenou fotovoltaiických panelov podľa ceny na 1W výkonu fotovoltaiického článku, čo pri článkoch pre letecky priemysel predpokladáme, že bude cca dvojnásobne väčšia ako pre bežné využitie čo je cca 2€/1W. Teda pre Solar Impulse by sa cena panelov mala pohybovať 50 000W x 2€/W = 100 000 €. V porovnaní s Airbusom, kde by cena bola 375 200 000 €. Ako bolo spomenuté vyššie, väčšina výpočtov je čisto teoretická a ilustračná a to z dôvodu, že doteraz nebol zostrojený solárny panel o takej účinnosti, ktorá by postačovala na váhu dopravného lietadla, vezmúc do úvahy technické špecifikácie dnešných fotovoltaiických panelov a aj limitujúci fakt, že na jeden m² dopadá iba cca 1000W slnečného žiarenia.

V nasledujúcom grafe je na základe predchádzajúcich úvah znázornený priebeh prevádzkových nákladov na letecké palivo v porovnaní s jeho nahradením inštaláciou fotovoltaických panelov.



Je evidentné, že vstupné náklady potrebné na inštaláciu fotovoltaických článkov sú výrazné no za cca 10 rokov sa vyrovnajú kumulatívnym prevádzkovým nákladom na letecké palivo.

Záver

V súčasnosti je najväčším problémom ľudstva zachovať na zemi ekologicky a ekonomicky vyvážený hospodársky rast to znamená používať také technológie, ktoré nezaťažujú životné prostredie a ktoré spotrebúvajú energie z obnoviteľných zdrojov. Preto rozvojové úsilie ľudstva by malo byť orientované práve týmto smerom.

Práve fotovoltaická technológia je taký typ technológie, ktorá má potenciú v širokom spektre ľudských činností zabezpečiť uvedené smerovanie a to hlavne na základe jej dvoch základných vlastností a to že je šetrná životnému prostrediu a energia sa čerpá z obnoviteľných zdrojov - zo slnka.

Sme toho názoru, že do tohto odvetvia vedy by sa malo investovať viac financií za účelom ďalšieho výskumu, ktorý by mohol viesť k úspešnému výsledku a teda k zminimalizovaniu letových nákladov a šetrenia životného prostredia.

Našou prácou sme sa tiež snažili svojou trochou prispieť k tomuto úsiliu.

Zoznam použitej literatúry

1. Doc. RNDr. Miroslav Cenka: FCC Public: Obnovitelné zdroje energie. 2.Vyd. Praha. FCC Public. 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9

Internetové zdroje

<http://www.wired.com/wiredscience/2013/04/solar-planes-are-cool-but-theyre-not-the-future-of-flight/>

<http://zivot.azet.sk/clanok/9661/hybrid-v-oblakoch-predviedli-prve-seriove-lietadlo.html>

<http://inhabitat.com/sunseeker-duo-worlds-fastest-solar-powered-two-seater-plane-unveiled-at-aero-friedrichshafen/>

<http://www.solar-flight.com/>

<http://www.techpark.sk/technika-62010/male-hybridne-lietadlo-.html>

<http://solardom.sk/page/fotovoltika/28#fotovoltika>

<http://www.mojeslnko.sk/fotovoltaika/princip/>

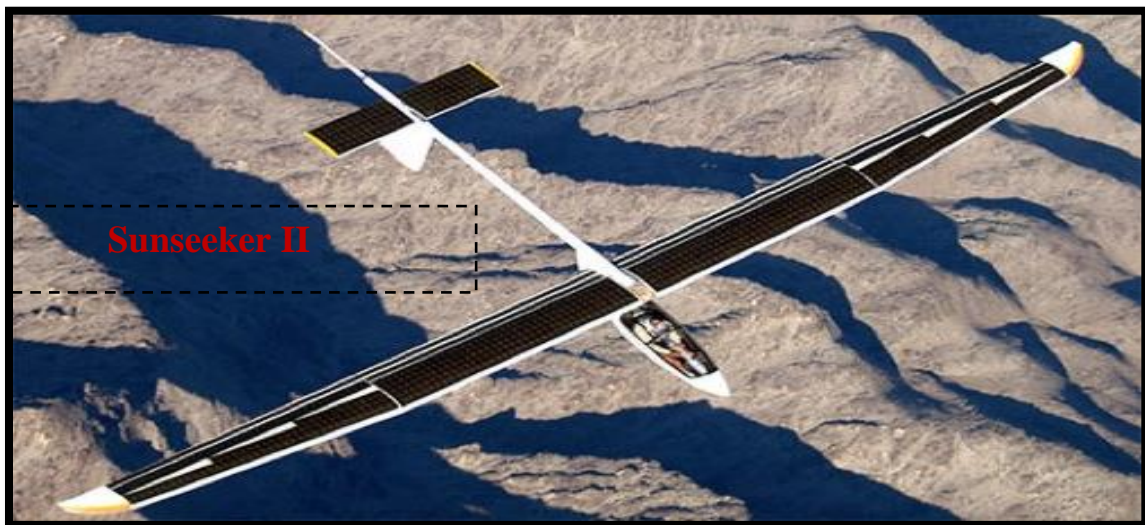
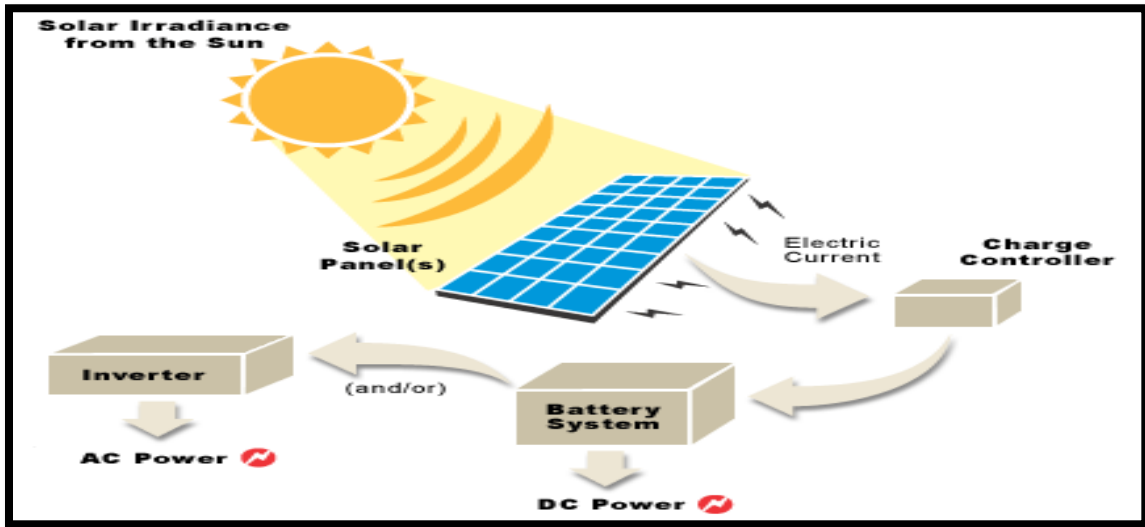
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaika>

<http://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/question192.htm>

<http://www.bbc.com/future/story/20130802-powering-up-hybrid-planes>

<http://www.nemakej.cz/fotovoltaicky-jev-a-idealni-podminky-pro-solarni-elektrarny.php>

Prílohy





**Sunseeker
Duo**



**Siemens,
EADS & Diamond**

Puffin

