



Základní škola sv. Voršily v Olomouci

Aksamitova 6, 772 00 Olomouc

Současné letadlo

aneb

Airbus versus Boeing

Absolventská práce

Autor: Tomáš Novotný

Třída: IX

Vedoucí práce: Bc. Tomáš Lehečka

Olomouc 2015

OBSAH

ÚVOD	3
1. Závod o první řízený let aneb cesta bratří Wrightových.....	3
2. Aerodynamika.....	4
2.1 Ovládání letadla.....	4
3. Motory letadel.....	6
3.1 Proudový motor.....	6
3.2 Dvouproudový motor	7
3.3 Start proudových motorů.....	7
3.4 Zajímavé informace v oblasti výroby.....	7
4. Boeing a Airbus	8
4.1 Boeing	8
4.2 Airbus.....	8
5. Airbus versus Boeing.....	9
5.1 Airbus A300 (dvoumotorové letadlo)	9
5.2 Boeing 757 (dvoumotorové letadlo)	10
5.3 Airbus A330 (dvoumotorové letadlo)	11
5.4 Boeing 767 (dvoumotorové letadlo)	12
5.5 Airbus A (318, 319, 320, 321) (<i>dvoumotorové letadlo</i>).....	13
5.6 Boeing 737 (dvoumotorové letadlo)	14
5.7 Airbus A 380 (čtyřmotorové letadlo).....	15
5.8 Boeing 747 (čtyřmotorové letadlo).....	16
5.9 Airbus A300-600ST-Beluga (<i>dvoumotorové letadlo</i>).....	17
5.10 Boeing 787 Dreamliner (dvoumotorové letadlo)	18
ZÁVĚR.....	19
POUŽITÉ ZDROJE	20
RESUMÉ.....	21

ÚVOD

Práci o letadlech jsem si vybral, protože mě letectví zajímá a chtěl jsem se o něm dozvědět co nejvíce nového. Jak se může několika tunové letadlo vznést? Kolik cestujících jsou letadla schopni přepravit? Kdo vlastně sestrojil první letadlo? Kde se vyrábí letadla Airbus a Boeing? Jaké motory využívají a jak tyto motory fungují? Na tyto a mnohé další otázky se vám pokusím co nejjednodušeji odpovědět v mé absolventské práci. Zvláště se zaměřím na konkurenci strojů Airbusu a Boeingu.

1. Závod o první řízený let aneb cesta bratří Wrightových

Tak jak to bývá u dosazování různých světových milníků, tak ani u prvního řízeného letu to nebylo jiné s konkurencí. Jenže Orville a Wilbur Wright šli za svým snem systematicky a pomaleji než jejich nerozvázná konkurence.

Málo kdo ví, že bratři Wrightové pocházející z USA, byli konstruktéry a prodejci jízdnicích kol, na kterých rovněž závodili (*Wright Cycle Company*). Jejich zaměstnanec Charlie Taylor postavil aerodynamický tunel, díky kterému vyzkoušeli přes 220 tvarů křídel. Což lze brát jako vítězný tah k uskutečnění prvního řízeného letu. Jejich konkurence chtěla vyrobit létající stroj s co největším výkonem a samotný vzlet či přistání je nezajímalo. Bratři chtěli postavit obratný stroj. To se jim povedlo. A 17. prosince 1903 v Severní Karolíně poprvé vzlétl Orville Wright. Let o délce 39 metrů trval dvanáct vteřin. Ve stejný den Wilbur Wright uletěl už 278 metrů.

Cesta za tímto triumfem nebyla vždy snadná. Prvnímu řízenému letu předcházela stovka letů v tzv. plachtěcích. Bratři Wrightové jako jediní po dobu tří let používali vlastní nápad v podobě klapky na naklání všech 3 os.

Jejich první let viděli čtyři osoby. O této skutečnosti se psalo pouze v místních novinách. Přesto jejich popularita rostla. Až v roce 1909 Wilbur Wright přeletem nad New Yorkem s bezpečným přistáním. Od této chvíle se jejich konkurenti stali nástupci vývoje letadel.

První motorový letoun bratří Wrightů vážil okolo 220 kilogramů. Nedostatkem tohoto letadla byl podvozek, který zvládl 2-3 přistání (vzlétali a přistávali na neupravených plochách).

2. Aerodynamika

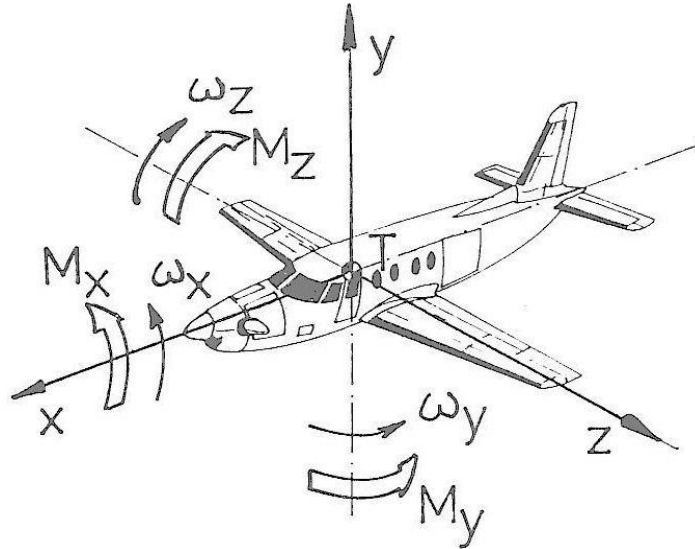
Aerodynamika je část vědního oboru mechaniky, která se zabývá silovým působením na těleso, které je obtékáno proudem vzduchu. Nejaerodynamičtější těleso je ve tvaru kapky. Je zřejmé, že tento obor se stal pro letectví tím nejdůležitějším (správný tvar letadla = úspora paliva). Aerodynamika letadla zajišťuje nejen malý odpor vzduchu, ale především vztlak, který vzniká pod křídly a díky kterému může letadlo letět.

2.1 Ovládání letadla

Civilní letadla pilotují dva až čtyři piloti v závislosti na velikosti letadla. Kapitán letadla sedí ve všech letadlech na levé straně. Ovládání letadla vychází z možností naklánět všechny tři osy. Osa **Z** a osa **X** se ovládá kniplem. U Boeingu slouží jako knipl tzv. berany a u Airbasu joystick (v jednom letadle jsou dva kniply pro kapitána a pro 1. důstojníka).

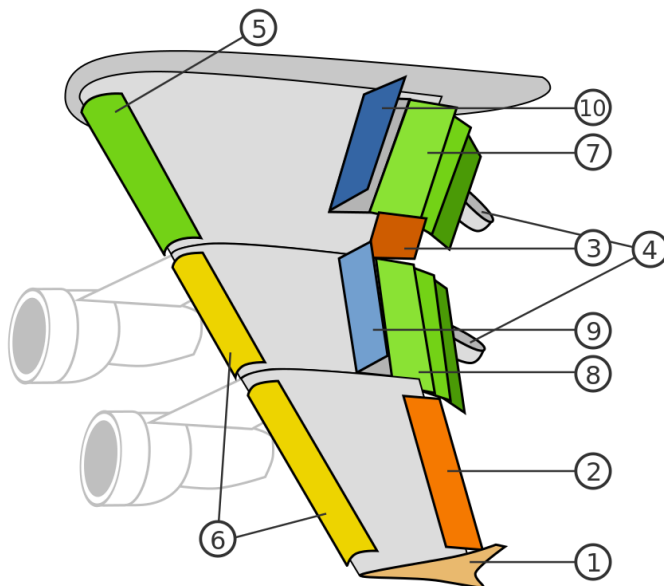
Ve starších letadlech byla natažena ocelová lanka, která hýbala s klapkami, (často napojena na posilovače zlehčující práci pilotům). Dnes se používá systém fly-by-wire, který funguje na principu elektromagnetických vln. Ty se vysílají kabely nataženými v letadle vedoucí k servomotorům, jenž hýbou samotnými klapkami. (Piloti se u toho nijak nenadrou.) S osou **Z** pohybují klapky umístěny na zadních křídlech a s osou **X** klapky na křídlech předních. S osou **Y** pohybuje tzv. kormidlo, to není ovládáno kniplem, ale nožními pedály, které jsou u většiny letadel stejné.

Vzlet letadla zajišťují vztlakové klapky. Ty se během letu zadělávají. Při přistání slouží vztlakové klapky rovněž jako brzdy. Vztlakovým klapkám pomáhají pohyblivé sloty. Vysunují se jen při vzletu a přistání. Při vysunutí vzniká mezi slotem a křídlem štěrbina, která zvětšuje vztlak a zároveň mírně brzdí letadlo (proto se používá při přistání). Při vzletu umožňují vysunuté sloty větší úhel náběhu, tzn. rychlejší stoupavost. (Krügrova klapka je také slot s malým rozpětím vysunutí.) Spoiler pomáhá křídélkům v ostrých zatačkách a slouží zároveň jako aerodynamická brzda. Ta se vysouvá jen, když dosedne při přistání letadlo na zem, jinak by narušovala vztlak. Všechny tyto části umístěné na křídle rozpohybují servomotory, elektromotory nebo hydraulikou. V samotných křídlech se nacházejí palivové nádrže. K těmto motorům popřípadě hydraulice jsou vysílány signály z pilotní kabiny (páky v kabině) kabelovým systémem.



Obr. č. 1 Osy letadla

Winglet je pevná část zakončující křídlo. Ruší vír, který vzniká na konci křídla. Princip vzletu závisí na ploše křídla a jeho tvaru. Jednoduše řečeno, jde o to, že pod křídlem vzniká přetlak a nad ním podtlak. Díky tomuto procesu se letadlo při dostatečné rychlosti vznese.



1. Winglet
2. a 3. Křídélka pro malé a velké rychlosti
4. Podpěry vztlakových klapek
5. Krügerova klapka
6. Sloty
7. a 8. Vztlakové klapky
9. Spoiler a aerodynamická brzda
10. Aerodynamická brzda

Obr. č. 2 Členění křídla letadla

3. Motory letadel

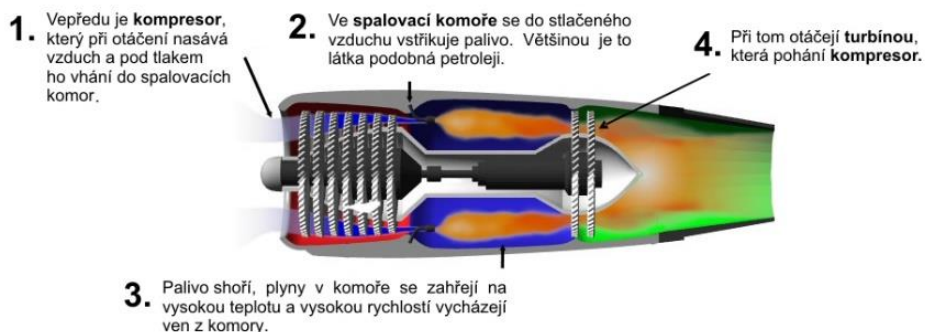
Od počátku vzniku letadla se používaly pouze benzinové čtyř-taktní nebo dvou-taktní motory. Ty se používají dodnes především u sportovních letadel či u letadel s malým doletem. V období 2. světové války Angličan Frank Whittle vynalezl proudový motor. (*Nutno dodat, že ve stejném období na konstrukci tohoto motoru pracoval i Hans von Ohain.*) Tento motor pracuje podle Newtonova zákona **akce a reakce**. Od 80. let 20. století tvoří značnou část v letectví. Dnes je v civilním letectví zcela nahrazen dvouproudovým (turbodmychadlovým) motorem, který je mnohem tišší a bezpečnější.

Jejich montáž je však velice složitá. Jeden agregát s vyrobenými součástkami se montuje přibližně 22 dní. Tyto motory prochází řadou bezpečnostních testů. To znamená, že jde o jeden z nejbezpečnějších strojů dnešní doby.

3.1 Proudový motor

Dnes plně využíván u stíhacích letounů, dříve však montován i do civilních letadel. Tyto motory jsou často navíc poháněné přidavným spalováním (z důvodu potřeby rychlejšího manévrování u stíhacích letounů).

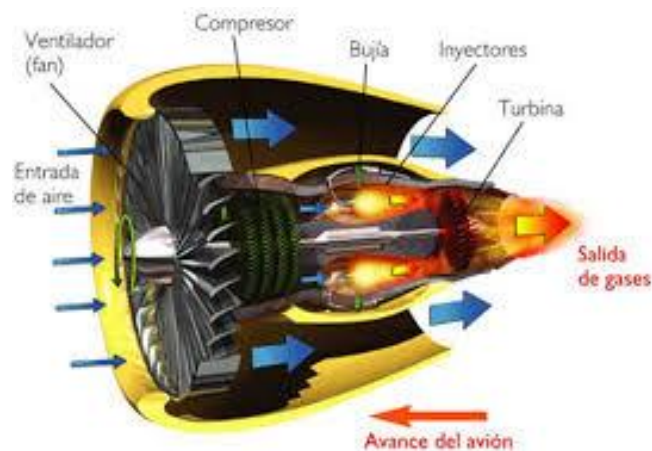
Na přední části motoru je vstupní ustrojí, do kterého pohybem vstupuje vzduch. Ten je stlačován sérií turbín a tím také *předeříván*. Následně je stlačen až do spalovací komory, kde je vstříkováno palivo (kerosin) a žhavicími svíčkami zažehováno. Tato obrovská tepelná energie obsažená ve vzduchu projde další částí motoru. Jedná se o sérii turbín, které roztáčejí a zároveň rozpohybují i další sérii turbín, osazenou na stejné hřídeli. Nakonec projde vzduch zúženou tryskou pro větší tah. Celý tento proces je založen na principu, kdy teplý stlačený vzduch je rozpínavější než okolní studený vzduch a tím dává letounu potřebnou kinetickou energii. Tyto motory mají obrovskou velikost otáček.



Obr. č. 3 Proudový motor

3.2 Dvouproudový motor

Pracuje na stejném principu jako proudový motor, ale je doplněn dmychadlem (ventilátorem), které je namontováno na stejné hřídeli jako turbíny. Ten je umístěn na vstupním ustrojí, z čehož vyplývá, že nasaje a pomůže stlačit více vzduchu. Část tohoto vzduchu putuje přes celé motorové ústrojí stejně jako u proudového motoru. Zbylá část vzduchu obtéká **obtokovými kanálky**. Ty chladí motorové ústrojí a také jimi projitý vzduch vytváří tah letadla. Díky dmychadlu tento motor nepotřebuje tak obrovské otáčky, jako motor proudový a je díky tomu méně hlučný. Velikost otáček těchto motorů se pohybuje okolo 10 000 $ot/min.$



Obr. č. 4 Dvouproudový motor (turbodmychadlový motor)

3.3 Start proudových motorů

Nastartování těchto motorů může trvat i 3 minuty. Tyto motory se startují silnými elektrickými motory, u dopravních letadel umístěny těsně nad proudovým motorem.

3.4 Zajímavé informace v oblasti výroby

Mezi největší světové výrobce patří Rolls-Royce, který je britský a potom General Electric působící v USA. Jako poslední celosvětový dodavatel motorů je Pratt a Whitney. Pokouší se dohonit dva velké giganty jako Rolls-Royce a General Electric. Tyto motory se montují do Airbusů i Boeingů. Tah motorů se reguluje přívodem paliva, které je regulováno plynovými pákami umístěnými uprostřed pilotní kabiny.

4. Boeing a Airbus

4.1 Boeing

Jde o druhou největší firmu na světě, která vyrábí letadla. Firma Boeing byla založena Williamem Edwardem Boeingem v roce 1916. Tato firma má sídlo v Chicagu. Největší továrny má ve státě Washington (*jedna z hal je největší uzavřenou halou na světě*). Ovšem nevyrábí komponenty pro letadla, ale pouze je montuje dohromady. Z toho vyplývá, že jde spíše o světové letadlo (*komponenty se vyrábí po celém světě*). Nutno poznamenat, že většina montáže je prováděna manuálně. (*Žádný stroj není tak flexibilní jako člověk*). Polovinu příjmů této firmy zajišťují armádní zakázky (*vyrábí i zbrojní průmysl*)...

4.2 Airbus

(Celý název: Airbus S. A. S.) Jde o největší firmu na světě vyrábějící letadla. Firma byla založena dohodou Aerospatiale a Deutsche Aospace roku 1970. Airbus na rozdíl od Boeingu vyrábí nějaké komponenty. Hlavní továrny jsou ve francouzském Tolouse a německém Hamburgu. Montáž je rovněž prováděna manuálně. I Airbus si vydělává ve zbrojním průmyslu...

5. Airbus versus Boeing

V této kapitole vám představím pár vybraných letadel Airbusu a Boeingu, která si navzájem konkurují a to v jakékoliv oblasti (*spotřeba, kapacita míst, dolet, doba jejich nejaktivnějších činností...*).

5.1 Airbus A300 (dvoumotorové letadlo)

Jedná se o letouny na krátké až střední tratě. Jejich výroba začala v roce 1974 a byla ukončena rokem 2006/2007. Kapacita míst kolísá v závislosti na typech letadla, nejčastější kapacita je cca 250 míst. Cestovní rychlost tohoto letounu je přibližně $828^{\text{km}}/\text{h}$.



Obr. č. 5 Dvoumotorové letadlo Airbus A300-622R

5.2 Boeing 757 (dvoumotorové letadlo)

Jedná se o letouny na krátké až střední tratě. Začátek výroby byl v roce 1981, výroba byla ukončena v roce 2004. Nejčastější kapacita je kolem 215 míst. Jedná se o letadlo s jednou uličkou. Maximální dolet v závislosti na typu je kolem 7 150 km.



Obr. č. 6 Dvoumotorové letadlo Boeing 757-251

5.3 Airbus A330 (dvoumotorové letadlo)

Konstrukce jeho trupu je totožná s trupem letadla Airbus A300. Sériová výroba začala v roce 1993 a trvá doposud. Tento letoun je určen na střední až dlouhé tratě. Letadlo vzniklo se záměrem prosadit se ve skupině letadel s označením ETOPS. Označení pro dvoumotorová letadla, která se mohla vyskytnout minimálně 60 min. v místě od letiště. Využívá systém fly-by-wire. Kapacita míst se pohybuje okolo 265 v závislosti na modelu. Dolet je u A330-200 10 500 km. A u verze A330-300 12 500 km.



Obr. č. 7 Dvoumotorové letadlo Airbus A330-200

5.4 Boeing 767 (dvoumotorové letadlo)

Kapacita letadla dosahuje okolo 250 míst. Dolet jednotlivých typů tohoto stroje se pohybuje od 9 350 km do 12 200 km. Sériová výroba byla zahájena rokem 1982 a ještě nebyla ukončena. Jedná se o letadlo s historickými zajímavostmi. 11. září 2001 byl s tímto strojem spáchán teroristický útok na „dvojčata“ (obchodní centrum v New Yorku). Civilní letadlo, které má nejvíce přeletů přes Atlantický oceán, též nese označení skupiny ETOPS.



Obr. č. 8 Dvoumotorové letadlo Boeing 767-336ER

5.5 Airbus A (318, 319, 320, 321) (dvoumotorové letadlo)

Jedná se o letouny pro krátké až střední tratě. Jde o nejpoužívanější a nejnámější Airbus. Tato letadla nemají své konkrétnější označení (vyrábí se pouze v jednom typu). A 318 (nazývána jako mini-airbus) je z této „rodiny“ nejmenší a pojme maximálně 139 cestujících. A 319 se skoro vůbec neliší od A 320, má pouze o 12 míst méně. A 319 CJ je speciálně upravené na obrovský dolet (až 12 000 km), který je zajištěn přidáním palivových nádrží do nákladového prostoru. A 320 patří mezi nejpoužívanější typ této řady. Pojme až 185 cestujících a dolet činí 5 150 km. A 321 je největší z této řady. Pojme až 220 cestujících a má téměř stejný dolet jako A 320. Všechna tato letadla splňují označení skupiny ETOPS a používají zařízení fly-by-wire.



Obr. č. 9 Dvoumotorové letadlo Airbus A 320

5.6 Boeing 737 (dvoumotorové letadlo)

Jde o letadlo pro krátké až střední tratě. A patří mezi nejprodávanější civilní letadla na světě. Jeho výroba začala v roce 1965 a nevypadá to, že by jen tak skončila. Vyrábí se v několika verzích, nejpoužívanější je verze 737-800. Jde o inovovanou verzi Boeingu 737-300. Verze 737-800 pojme 189 cestujících a její dolet je 5 650 km. Největší verze tohoto letadla je Boeing 737-900 ER. Ta pojme 215 cestujících a její dolet činí necelých 5 000 km.



Obr. č. 10 Dvoumotorové letadlo Boeing 737-800

5.7 Airbus A 380 (čtyřmotorové letadlo)

Je to největší civilní letadlo na světě. Pojme až 880 cestujících. Nejčastěji se používá s kapacitou pro 550 míst (část letadla zabírá VIP třída). Toto letadlo má v celé délce dvoupatrovou palubu. Jeho dolet činí 15 700 km. Sériová výroba začala rokem 2006.



Obr. č. 11 Čtyřmotorové letadlo Airbus A 380



Obr. č. 12 Čtyřmotorové letadlo Airbus A 380

5.8 Boeing 747 (čtyřmotorové letadlo)

Jedná se o druhé největší civilní letadlo světa. Často známo pod názvem Jumbo Jet. Na rozdíl od Airbusu A 380 se od roku 1968 vyrábí v několika verzích. Nejnovější a zároveň největší verze je Boeing 747-800, kterou bych rád více přiblížil. Boeing 747-800 se vyrábí od roku 2009 a dolet činí 14 815 km. Vznikl jako dopověď na nový Airbus A 380. Je menší, což znamená i lehčí a úspornější.



Obr. č. 13 Čtyřmotorové letadlo Boeing 747

5.9 Airbus A300-600ST-Beluga (*dvoumotorové letadlo*)

Jde o nákladní transportní letadlo s doletem při plném nákladu 2480 km. Objem nákladového prostoru je 1365 m³, ovšem nosnost pouze 47 tun. To znamená, že jde o letadlo pro přepravu objemných, ale lehkých nákladů. Zajímavý je především pro svůj tvar, i pro počet vyrobených kusů, kterých na světě létá celkem 5. Jeho výroba začala v roce 1992 a další zajímavostí je, že ho vlastní přímo společnost Airbus, která ho využívá buď k přepravě komponentů mezi montážními linkami v Hamburgu a Tolouse nebo ho pronajímá.



Obr. č. 14 Dvoumotorové letadlo Airbus A300-600ST-Beluga

5.10 Boeing 787 Dreamliner (dvoumotorové letadlo)

Osobně toto letadlo považuji za nejlepší letadlo současnosti. Slouží na střední až dlouhé tratě. Pojme až 290 cestujících. Vyrábí se z uhlíkových vláken, díky kterým je lehké a má menší spotřebu než jiné letouny. Uhlíková vlákna nemají potvrzenou odolnost vůči bleskům, což je velké mínus. Další zajímavostí je speciální zahnutí křídel, která nepotřebují vyčnívající Winglety. Zatím bylo vyrobeno přes 200 strojů.



Obr. č. 15 Dvoumotorové letadlo Boeing 787 Dreamliner

Dvoumotorové letadlo Airbus A300-600ST-Beluga (obr. č. 13) a dvoumotorové letadlo Boeing 787 Dreamliner (obr. č. 14) nejsou konkurenty, ale spíše zajímavostmi.

ZÁVĚR

Doufám, že každý kdo si práci přečetl, získal přibližné povědomí, na jakém principu dnešní letadla fungují. Tato práce obsahuje odpovědi na principy letadlových motorů, způsob řízení letadla a další zajímavosti. Věřím, že nejen na internetu se dočtete v mnoha článcích o těchto letadlech, avšak mnohdy i s velmi složitou terminologií. Proto jsem napsal tuhle práci ve stručnosti a jednoduchosti spíše pro laiky.

POUŽITÉ ZDROJE

1. ADAMEC, Josef a KOCÁB, Jindřich. *Letadlové motory*. Vyd. 2. Praha: Corona, 2008. 175 s., vii s. obr. příl. ISBN 978-80-86116-54-9.
2. HANUS, Daniel a MARŠÁLEK, Josef. *Turbínový motor: studijní modul 15*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 207 s. Učební texty dle předpisu JAR-66. ISBN 80-7204-369-2.
3. TOBIN, James. *Dobytí nebe: bratři Wrightové a velký souboj o první let*. Překlad Petr Kovács. 1. vyd. v českém jazyce. Praha: BB art, 2004. 446 s., [16] s. obr. příl. ISBN 80-7341-366-3.
4. <http://letadla2000.webnode.cz/letadla/airbus/>
5. <http://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=en&u=http://www.airbus.com/&prev=search>
6. <http://www.boeing.co.in/>
7. <http://lu.fme.vutbr.cz/historie.php?full=lu>
8. https://www.youtube.com/watch?v=rC_PpLaxhv4
9. https://www.google.cz/search?hl=cs&site=imghp&tbn=isch&source=hp&biw=1680&bih=916&q=dvoumotorov%C3%A1+letadla&oq=dvoumotorov%C3%A1+letadla&gs_l=img.3...31428.50640.0.51122.28.8.4.16.18.0.88.675.8.8.0....0...1ac.1.64.img..10.18.662.tvXZh7aExK8

RESUMÉ

In my graduate work, I focused on the creation of aircraft. I described the principle of jet engines. I explained the function of the wings and the principle of aerodynamics. I described the system fly-by-wire, which is used by most of today's aircraft. Then I focused on a comparison of the competing Airbus and Boeing.