



NEW GENERATION AIRCRAFT CONCEPTS AND ASSESSMENT OF THEIR DESIGN SOLUTIONS

Robert Matzenauer
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Filip Škultéty
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

The bachelor thesis is focused on new generation aircraft concepts, analysing new design solutions and technologies. At the same time, the thesis assesses the current state of development of aviation technology and prospectively presents new facts that can be expected in the near future in the context of civil aviation. In the perspective of new design solutions for transport aeroplanes, it first analyses the advantages resulting from a new type of blended wing body and transonic truss-braced wing design. In the context of conventional configuration aeroplanes, it discusses aeroplanes from the private jet sector and one specific piston engine aeroplane that competes with small jets in terms of its performance characteristics. The thesis also deals with urban air mobility, in the form of eVTOL flying vehicles, which aim to provide air transport in large cities and then compares them with each other in terms of their operational parameters. Finally, the thesis discusses the potential return of supersonic air transport, in the form of a new supersonic transport aircraft.

Keywords

Blended wing body, Transonic truss-braced wing, Urban air mobility, eVTOL.

1. Úvod

Letectvo, rovnako ako aj každý iný druh dopravy, sa ocitá v pozícii, kedy musí brať do úvahy jeho efektívnosť a dopad na životné prostredie. Jedným z hlavných, neustále opakujúcim sa znakom pri analýze lietadiel novej generácie, bola práve snaha o vytvorenie, čo možno „najčistejšej“ leteckej dopravy. Európsky parlament usiluje o dosiahnutie neutrálnych emisií do roku 2050, čo znamená, že aj letecká doprava, ktorá je momentálne zodpovedná za 4% vypustených emisií ročne, musí na túto požiadavku začať reagovať. Keď sa do tejto problematiky nazrie hlbšie, dôjde sa k záveru, že jedným z hlavných problémov, ktorý ide ruka v ruku so znižovaním emisií, je otázka, ako znížiť spotrebu paliva. Tým, že sa zníži spotreba paliva, zníži sa aj množstvo úniku CO₂ do atmosféry, a zároveň sa tak prevádzková cena lietadla zníži, čo je pre leteckých dopravcov veľmi lukratívna záležitosť. Reakcia výrobcov lietadiel na túto požiadavku je rôznorodá. Niektorí sa vydali cestou vývoja nových konštrukcií, ktoré umožnia väčšiu efektívnosť, ako napríklad Airbus alebo Bombardier a ich koncept blended wing body letúna. Avšak ideálnym prípadom by boli lietadlá na elektrický pohon, nakoľko také lietadlá neprodukujú žiadne emisie a dobíjanie batérií, je z dlhodobého hľadiska lacnejšie ako konvenčné palivá, využívané v súčasných prúdových motoroch. Problém však nastáva v súčasnom stave elektrických batérií. Momentálne, lietadlá na elektrický pohon limituje nízka kapacita batérií, vďaka ktorej majú takéto lietadlá len veľmi krátky maximálny dolet, nepoužiteľný v kontexte dopravných letúnov civilného letectva. Preto sa do popredia dostávajú lietajúce prostriedky eVTOL, ktoré si budujú zázemie v mestskej a medzimestskej doprave na krátke vzdialenosti. Existuje však aj iný spôsob ako podstatne znížiť emisie, a to pomocou nového druhu paliva, tzv. 100% SAF. Väčšina letúnov novej generácie má pohonné jednotky navrhované tak, aby boli kompatibilné aj

s týmto palivom. Bakalárska práca sa venuje aj nadzvukovému letúnu Boom Overture, ktoré má v budúcnosti používať práve tento typ paliva, a navrátiť tak civilnú nadzvukovú leteckú dopravu späť na oblohu. V práci jednotlivé lietadlá z jednotlivých kategórií analyzujeme na základe ich technických parametrov.

2. Metodika a metódy skúmania

V tejto práci je dominantná analýza súčasného stavu vývoja lietadiel novej generácie a ich následná komparácia na základe informácií, dostupných z viacerých zdrojov. Na začiatku práce bolo treba definovať niekoľko základných termínov, ktoré sa v práci často opakujú a je potrebné im najskôr dobre rozumieť, za účelom vhodného uvedenia čitateľa do riešenej problematiky. Postup výberu vhodných lietadiel bol kľúčový. Ten začal prostredníctvom skúmania leteckých medzinárodných expozícií, v ktorých výrobcovia predstavujú nové koncepty a odhaľujú svoje plány do budúcnosti. Bolo potrebné si uvedomiť, že civilné lietadlá sa ako celok, delia do viacerých kategórií, ako napríklad súkromné prúdové letúny, dopravné lietadlá, lietadlá všeobecného letectva, či UAM, a aby na záver nedošlo k analýze a porovnávaniu subjektov z rozdielnych kategórií, nakoľko takéto porovnanie, by viedlo k chybným predstavám a skreslenému pohľadu na danú problematiku. Tiež bolo potrebné brať ohľad na realističnosť, a štádium vývoja daného konceptu. Nie je vhodné robiť analýzu konceptu, ktorý je iba na papieri a nie je podložený žiadnymi reálnymi faktami, získaných či už pri testovacích letoch skutočného zhotoveného konceptu v pravej mierke, testovacích letoch letúnov v zmenšenej mierke.

Ďalším krokom, potom čo výber lietadiel bol uzavretý, bolo treba hľadať adekvátne zdroje. Je treba podotknúť, že nie všetky informácie boli v jednotlivých zdrojoch jednotné, a preto bolo

potrebné, si tieto informácie overiť z viacerých zdrojov, a najst tie hodnoty, ktoré sa opakujú vo viacerých overených zdrojoch, prípadne priamo v technických špecifikáciách lietadla zverejnených výrobcom. Ďalšou fázou, bolo využitie našich teoretických poznatkov, a ich aplikovanie na analýzu jednotlivých lietadiel. V tejto analytickej časti sme sa venovali najmä tomu, čo nové dané lietadlo prinesie do letectva, ako aj inovácie a nové technológie, ktoré boli použité pri navrhovaní daných lietadiel. Po tom, čo analytická časť bola u konca, tak sme mohli pokračovať samotnou vzájomnou komparáciou vybraných lietadiel spadajúcich pod rovnakú kategóriu. Táto komparácia bola zhotovená na základe predošlej analýzy prevádzkových hodnôt vybraných lietadiel, v ktorej sme na záver vyjadrili aj vlastný názor na danú problematiku.

3. Výsledky

3.1. Airbus MAVERIC

Airbus je známy svojou snahou o dosiahnutie čo najefektívnejšej a najekologickejšej leteckej dopravy. V tejto snahe pokračuje aj koncept "MAVERIC". Jedná sa o civilné dopravné lietadlo, ktoré je však konštrukčne riešené ako takzvané *blended wing body*, skrátené BWB, prípadne tiež *hybrid wing body* skrátené HWB. Princíp tohoto typu konštrukcie je, že potrebný vztlak je generovaný po celej ploche trupu, ako aj krídel, ktoré ako názov naznačuje, nemajú jasne definovateľné, kde koreň krídla končí a kde už začína trup [1]. Jednoducho splyývajú spolu, čo má za výsledok veľmi aerodynamicky čistú konštrukciu. Druhou výhodou je, že do veľmi značnej miery eliminuje parazitický odpor, ktorý sa tvorí najmä na rozhraní krídla a trupu, vplyvom prúdenia vzduchu okolo tohto rozhrania. Preto môžeme predpokladať, že sa celková spotreba a finančné náklady na prevádzku tohto lietadla podstatne znížia, na rozdiel od ostatných konvenčných konštrukčných riešení [2].

Airbus predvída, že koncept MAVERIC by mohol priniesť až 20 percentnú úsporu paliva [3], a zároveň svojim netradičným tvarom, ktorý umožňuje rozličné potenciálne priestrannejšie rozloženie sedačiek, poskytujúce väčší komfort pre pasažierov alebo z opačného uhla pohľadu, vďaka väčším priestorom kabíny, by mohlo do nej byť možné umiestniť viacej sedačiek, a tak podstatne zvýšiť kapacitu cestujúcich. Zatiaľ sa Airbus vyjadril, že MAVERIC má byť predbežne *single-aisle aircraft* [3], v preklade kabína v usporiadaní s jednou uličkou, avšak existuje aj niekoľko vizualizácií, ako by mohol vyzeráť interiér kabíny aj s inými konfiguráciami sedačiek.

V júni roku 2019, došlo k prvému letu zmenšeného prototypu lietadla, v rozmeroch 2 metre na dĺžku a 3 metre na šírku. Cieľom bolo demonštrovať, a lepšie pochopiť letové vlastnosti takejto konštrukcie a vnuknúť nové myšlienky na to, ako tento koncept vylepšiť. Hlavnou podstatou bolo aj testovanie letových vlastností v malých rýchlostiach, ako aj charakteristiku pádu pri kritických uhloch nábehu.



Obrázok 1. Vizualizácia Airbus MAVERIC

3.2. Bombardier EcoJet

Bombardier, v roku 2023, odhalil svoj nový koncept s názvom EcoJet. Podobne ako Airbus s ich projektom MAVERIC, aj Bombardier vidí veľký potenciál práve v BWB dizajne, a tiež sa vydal touto cestou, nakoľko benefity, ktoré tento typ konštrukcie poskytuje, sú oproti dnešným konvenčným lietadlám obrovské. Cieľom projektu Bombardier EcoJet je ten, aby sa tvorba emisií pri prevádzke tohto letúna znížila až o 50% oproti svojim predchodcom v sektore business prúdových lietadiel [4].

Stephen McCullough, vice-prezident pre konštruovanie a vývoj produktov pre Bombardier sa vyjadril, že tento značný pokles spaľovania paliva o spomínaných 50%, vďaka z dvadsiatich percent aerodynamickému tvaru lietadla, z ďalších 20% použitej pohonnej jednotky, a z posledných 10%, kvôli iným prostriedkom vrátane nových technológií na úsporu hmotnosti [5]. Bombardier sa vyjadril, že ich ultimátny cieľ, je dosiahnuť takzvané *net-zero* emisie, do roku 2050.



Obrázok 2. Vizualizácia Bombardier EcoJet

3.3. Boeing TTBW SUGAR Volt

Na väčšiu efektivitu a nižšie prevádzkové náklady leteckej dopravy, je zameraná samozrejme aj spoločnosť Boeing. V spolupráci spolu s NASA, v roku 2010, prišli s myšlienkou a konceptom nového typu krídla, tzv. *Transonic Truss-Braced Wing*. Koncept bol ďalej v udržiavaný v tajnosti, až do januára

roku 2019, kedy Boeing oficiálne odhalil tento dizajn verejnosti, pod názvom „SUGAR Volt“, akronym pre celý názov Subsonic Ultra Green Aircraft Research [6].

Neštandardným prvkom je dvojica šikmých vzpier, ktoré podopierajú veľmi ľahké a štíhle krídla, ktoré sú špecificky navrhnuté tak, aby poskytovali čo najvhodnejší aerodynamický tvar, a umožnili tak čo najmenšiu možnú spotrebu paliva. Tento koncept je vyvíjaný na prevádzkové rýchlosti prakticky rovnaké, ako aj konvenčné civilné transportné lietadlá, až po rýchlosť Mach 0.8 [7]. Tento fakt, by z neho zároveň spravil aj najrýchlejší letún s výstupami na svete.

Podstatou tohto typu krídla je ten, že koncové časti krídel sú veľmi štíhle a majú veľmi malú plochu. Výhodou toho je tvorba podstatne menších vírov na koncovej časti krídel, čo má za výsledok značné zníženie tvorby indukovaného odporu. Indukovaný odpor sa prejavuje najmä pri malých rýchlostiach alebo vo vysokých výškach, kedy je uhol nábehu pomerne vysoký. Tým, že krídla s vysokým pomerom štíhlosti, nie je potrebné vystavovať takým vysokým hodnotám uhla nábehu, ako krídla so stredným alebo nízkym pomerom štíhlosti, znamená to tiež, že sú preto oveľa efektívnejšie počas vzletu, stúpania, lete v cestovnej hladine ako aj počas klesania [8].

Boeing na základe výsledkov testovania konštrukcie vo veternom tuneli tvrdí, že takéto krídlo by bolo schopné znížiť spotrebu paliva o 10 až 30% [6], a rovnako tak aj emisie v porovnaní so súčasnými *next-gen narrowbody* letúňmi ako napríklad Boeing 737 MAX či Airbus A320neo. Otázne je, kedy možno očakávať zavedenie do prevádzky. Momentálne stále ťažko povedať, no Boeing predpokladá, že to nebude skôr ako 2030-2035 [6]. Prvý skúšobný let by mal prebehnúť v roku 2028, v NASA Armstrong Flight Research Center, kde by mal následne letún podstúpiť rok letového testovania.



Obrázok 3. Vizualizácia letúna SUGAR Volt

3.4. Konvenčné konfigurácie

Pod pojmom konvenčná konfigurácia sa myslia letúny, nepohyblivými pevnými nosnými plochami, spojenými s trupom a s chvostovými plochami, v klasickom usporiadaní s horizontálnym a vertikálnym stabilizátorom.

3.4.1. Dassault Falcon 10X

Spoločnosť Dassault v 6. mája v roku 2021 spustila program Falcon 10X. Jedná sa o business prúdový letún s dlhým doletom. Dassault Falcon 10X bude poháňaný dvojicou motorov s vysokým obtokovým pomerom, Rolls-Royce Pearl 10X, ktoré lietadlu poskytnú ťah viac ako 18 000 libier. To mu umožní dosiahnuť rýchlosť MMO až 0.925 Machu, dolet 13 890 kilometrov, a dostup až 51 000 stôp [9]. Motor Pearl 10X je

navrhovaný tak, aby spĺňal požiadavku pre dosiahnutie *net-zero* emisií, a to pomocou schopnosti pracovať s 100% SAF (Sustainable Aviation Fuel) [10].

Letún Dassault Falcon 10X sa z hľadiska konštrukcie zaraďuje medzi konvenčný typ konfigurácie, s dvojicou šípovitých krídel, a horizontálnym stabilizátorom do tvaru „T“, čím sa minimalizuje tvorba odporu tým, že sa horizontálny stabilizátor nachádza mimo úplavu za krídlami, kvôli čomu sa tiež zlepšila stabilita.

Pilotná kabína letúna je vylepšená o systém DFCS (Digital Flight Control System), ktorý využíva *fly-by-wire*, čím letún ušetrí na hmotnosti, a zároveň tak zvýši bezpečnosť letu, vďaka digitálnej ochrane voči prekročeniu limitov letovej obálky. Piloti majú k dispozícii aj HUD systém FalconEye, ktorý poskytuje lepšie situačné povedomie tým, že zobrazuje letové parametre a terén, aj počas zhoršenej viditeľnosti, pomocou termálneho, ako aj možnosti nočného videnia [11]. Očakávaný vstup do prevádzky je v priebehu roka 2025.



Obrázok 4. Vizualizácia Dassault Falcon 10X

3.4.2. Otto Aviation Celera 500L

Celera 500L je letún určený na súkromnú prepravu medzi mestami za čo najmenšiu cenu. Prevádzková cena tohto letúna je iba 328 dolárov na hodinu, čo je viac ako šesťnásobne menej, ako iné letúny v rovnakej veľkostnej kategórii, ktorých cena letovej hodiny sa pohybuje v rozmedzí medzi 2 000, až 2 500 dolárov [12]. Toto drastické zníženie prevádzkových nákladov, dokáže dosiahnuť pomocou hneď niekoľkých dizajnových rozhodnutí a inovácií.

Prvou, je využitie takzvaného super-laminárneho typu konštrukcie trupu. Výhoda takejto konštrukcie spočíva v tom, že využíva fenomén v aerodynamike nazývaný takzvané laminárne prúdenie. Takéto prúdenie vzduchu je charakteristické svojím hladkým, a organizovaným prúdením vzduchu okolo povrchu objektu, čím sa vytvára menej turbulentného prúdenia, ktoré by spomaľovalo prúdenie vzduchu vo vyšších vrstvách, a tým pádom sa zníži odpor generovaný na povrchu krídla a trupu. Toto laminárne prúdenie je integrované do trupu, krídel a chvostových plôch, čím sa predpokladá zníženie odporu o 59% [13], na rozdiel od tradičných letúnov podobných rozmerov.

Druhou, je menšia spotreba paliva, ako výsledok vyššie spomínaného laminárneho prúdenia, čo z neho urobí najpriateľskejší letún, v danej veľkostnej kategórii, voči životnému prostrediu [13]. Prvá verzia letúna, bude poháňaná

kvapalinou chladeným motorom V12 RED A03, o výkone 550 konských síl, vybavený systémom FADEC. Letún vďaka nemu dokáže letieť rýchlosťou 724 kilometrov za hodinu. Dolet letúnu je 7 242 kilometrov, čo je neuveriteľný výsledok pre letún s piestovým motorom. Pre porovnanie, letún podobnej veľkosti, Piaggio P180 Avanti, má maximálny dolet 2 795 kilometrov [12]. Kĺzavosť Celeru 500L dosahuje hodnotu až 22:1, čo znamená, že v prípade keby vysadil motor, letún by z výšky 30 000 stôp, dokázal doplachtiť ešte 200 kilometrov. Motor využíva palivo Jet A1 alebo biodiesel. Očakáva sa, že tento letún vstúpi do prevádzky v roku 2027 [13].



Obrázok 5. Otto Aviation Celeru 500L

3.5. Urban Air Mobility

V preklade mestská vzdušná mobilita, je v súčasnej dobe veľkou témou pre dizajnérov a výrobcov leteckej techniky. Predpokladá sa, že sa výskyt UAM v prevádzke, a vo vzdušnom priestore Európy stane realitou, už v najbližších rokoch. S veľkými pokrokmi pri vývoji elektrických pohonov, a neustále sa zlepšujúcimi kapacitami nových batérií, to môže byť dokonca už o 3 roky [14]. Jedná sa o elektrinou poháňané vzdušné prostriedky so schopnosťou VTOL.

3.5.1. Vertical Aerospace VX4

Lietadlo VX4 je poháňané ôsmimi elektromotormi, ktoré poháňajú osem vrtúľ. Tie pomocou funkcie natáčania vrtúľ umožňujú lietadlu vykonať vertikálny vzlet, a následne po vzlete prejsť do režimu horizontálneho letu a pokračovať ako konvenčné CTOL lietadlá. V režime horizontálneho letu, ťah poskytuje štvorica päť-listých vrtúľ, ktoré sa nachádzajú v prednej časti pred nábežnou hranou krídla, zatiaľ čo štvôr-listé vrtule za odtokovou hranou sa sklopia do polohy tak, aby počas letu tvorili čo najmenší odpor. Chvostové plochy sú konštrukčne riešené do tvaru „V“, čím sa ušetrí na celkovej hmotnosti lietadla, nakoľko takáto konfigurácia kombinuje funkcie horizontálneho a vertikálneho stabilizátora, ako aj smerového a výškového kormidla do jedného celku [15]. Vertical Aerospace sa usiluje o certifikáciu lietadla VX4 do roku 2025 [16].



Obrázok 6. Vertical Aerospace VX4

3.5.2. Wisk Aero Cora

Firma Wisk Aero bola založená v roku 2019, ako spolupráca medzi firmami Boeing a Kitty Hawk Corporation. Cieľom tejto vzájomnej spolupráce, je vytvoriť autonómne eVTOL lietadlo, ktoré neprodukuje žiadne emisie. Hlavný účel tohto lietadla je transport cestujúcich ako aerotaxi a prepravu nákladu na krátke vzdialenosti. Projekt Cora bol prvýkrát odhalený verejnosti v roku 2018, po takmer ôsmich rokoch utajovaného vývoja [17].

Najnovší model, už šiestej generácie, bol odhalený v roku 2022. Šiesta generácia Cora je schopná plne autonómneho letu, s kapacitou až štyroch pasažierov. Toto lietadlo je schopné dosiahnuť maximálnu rýchlosť v cestovnej hladine 222 kilometrov za hodinu a má maximálny dolet 90 štatutárnych míľ (144 kilometrov). Štandardná výška v letovej hladine je predpokladaná na 2 500 až 4 000 stôp. Výdrž tohto lietadla je 19 minút letu v cestovnej hladine, s desiatimi minútami ako dostupnou rezervou. Lietadlo Cora je schopné pojať maximálne 408 kilogramov nákladu, vrátane hmotnosti dvoch pasažierov [18].



Obrázok 7. Šiesta generácia Wisk Aero Cora

3.5.3. EHang EH216-S

EHang je spoločnosť, ktorá bola založená v Guangzhou Číne, v decembri roku 2014. Zaoberá sa technológiami a vývojom autonómnych eVTOL lietadiel, za účelom sprístupniť lietanie širokej verejnosti, a zároveň umožniť veľmi rýchly transport nákladu na krátke vzdialenosti, v rámci mestských oblastí [19].

Jedná sa o eVTOL multikoptéru s kapacitou dvoch cestujúcich, poháňaná šesťástimi elektromotormi, ktoré čerpajú elektrickú

energiu z batérií, ktoré poskytujú lietadlu výdrž 21 minút, pričom opätovné nabitie batérií trvá približne 120 minút. Lietadlo dokáže prepraviť náklad s maximálnou hmotnosťou až 220 kilogramov. Čo sa týka výkonu lietadla, EH216-S je schopné dosiahnuť rýchlosť v cestovnej letovej hladine 100 kilometrov za hodinu, zatiaľ čo maximálna neprekročiteľná rýchlosť, je až 130 kilometrov za hodinu. Lietadlo dokáže dosťuľať do výšky až 9 843 stôp, čo je približne 3 000 metrov a má maximálny dolet 35 kilometrov.

Dôležitým dátumom je 13. október 2023, kedy EH216-S, po viac ako 40 000 testovacích letoch [20], ako prvý dvojmiestny autonómny eVTOL na svete, získal Production Certificate, Type Certificate, ako aj Standard Airworthiness Certificate udelený CAAC, Civil Aviation Administration of China [19].



Obrázok 8. EHang EH216-S

3.6. The Boom Overture

The Boom Supersonic je výrobca, ktorý chce do roku 2030 obnoviť nadzvukové lietanie pre komerčné účely, prostredníctvom ich nového nadzvukového letúna s názvom „Overture“. V súčasnosti objednávky podali aj spoločnosti ako United Airlines, American Airlines, či Japanese Airlines.

Overture je letún určený na veľké vzdialenosti, navrhovaný na maximálnu rýchlosť v hladine 1.7 Mach, čím sa stane na súčasnom trhu najrýchlejším letúnom v komerčnej prevádzke, o viac než dvojnásobok rýchlosti súčasných dopravných lietadiel. Letún bude schopný prepraviť iba limitovaný počet 65 až 85 cestujúcich naraz, na maximálnu vzdialenosť 4 250 námorných míľ, čo je podstatne menší dolet, ako jeho konkurencia dopravných letúnov, určených na dlhé vzdialenosti [21]. Napriek tomu, je Overture navrhovaný na viac ako 600 možných trás po celom svete, ktoré však dokáže zaletieť dva krát rýchlejšie ako hocikto iný v civilnom obchodnom letectve [21].

Letún Overture, má dvojicu delta krídel s lomeným šípom, tiež nazývané *compound delta wing*. Konce krídel sú zahnuté nadol a tvoria negatívny uhol vzopätia. To z dôvodu rovnakého ako pri Concorde, keďže krídla s tvarom delta, ktoré sú síce vhodné pre nadzvukové rýchlosti, pri vysokých uhloch nábehu, a manévroch nazývaných sklzy, produkujú príliš veľa nežiadúceho klonivého momentu a zhoršujú riaditeľnosť. Negatívny uhol vzopätia redukuje tento klonivý moment.

Boom Supersonic pre svoj nadzvukový letún, navrhlo aj vlastný prúdový motor, ktorý je optimalizovaný na využitie 100% SAF paliva. Každý jeden motor poskytuje letúnu ťah 35 000 libier [22], avšak tento motor, už nebude mať možnosť prídavného spaľovania, ako to bolo v prípade motora Olympus, ktorý poháňal Concorde. Dôvodom, okrem iného, je aj veľký hluk,

ktoré toto prídavné spaľovanie vytvára. Motor symphony bol navrhnutý tak, aby neprekročil úroveň povolenej hlučnosti, definovanej v ICAO Annex 14. Motory zároveň spĺňajú požiadavky FAA Part 33 aj EASA CS 33 [22].

22. marca 2024, prebehol prvý let prototypu Boom XB-1, čím sa zapísal do histórie, ako prvý nadzvukový letún vyvíjaný nezávisle. Let prebehol v Mojave Kalifornii, v stredisku Mojave Air & Space Port, na rovnakom mieste ako v roku 1947, kedy experimentálny letún Bell X-1, prvý krát prekročilo zvukovú bariéru. Tento letún slúži ako testovacia platforma pre kompozitné materiály, pokročilú avioniku, digitálne optimalizovanú aerodynamiku a pohonný systém, ktorý bude použitý vo finálnej verzii letúna Overture [23].



Obrázok 9. Finálny dizajn Overture

4. Záver

Ako možno pozorovať, letectvo sa ubera vpred ekologickou cestou. Zistili sme, že nové koncepty, ktoré môžeme očakávať v blízkej budúcnosti, budú oveľa efektívnejšie, čo sa týka spotreby paliva, a vďaka novým konštrukčným riešeniam ako konštrukcie *blended wing body*, ktorých sa chopil Airbus a Bombardier, s ich letúnmí MAVERIC a EcoJet. Tie využívajú spôsob znižovania tvorby škodlivého odporu, ktorý sa tvorí v najväčšom zastúpení na rozhraniach medzi krídlami a trupom. Tým znižujú svoju spotrebu paliva, v prípade Bombardier EcoJet, až o 50% oproti svojim predchodcom.

Boeing v spolupráci s NASA, zas vidí potenciál vo využití krídla TTBW, ktoré využíva princíp malého indukovaného odporu, ktorý sa tvorí na koncových častiach krídel. Ako sme zistili, rozdiel krídel TTBW, oproti konvenčným krídlam dopravných lietadiel spočíva v ich veľkom rozpätí a tvare s veľkou štihlosťou. Čím štihlejšie je krídlo na svojom konci, tým menšie sú aj vzdušné víry, ktoré sa okolo nich tvoria, keď sa letún pohybuje vzduchom. To znamená, že toto krídlo vytvára menej odporu, a znižuje tak spotrebu paliva, čo robí letún automaticky ekologickejšim. Boeing na základe testovania tohoto krídla vo veterných tuneloch a simuláciách došiel k záveru, že TTBW krídlo, dokáže zabezpečiť až 30% úsporu v spotrebe paliva. Boeing očakáva prvý let prototypu s TTBW, X-66A, v roku 2028. Unikátnou konštrukciou disponuje aj malý piestový letún Calera 500L, ktorý využitím super-laminárneho profilu trupu, dokáže znížiť odpor až o 59%, tvorený prúdom vzduchu v hraničnej vrstve, tesne nad profilom krídla. Vďaka tomu, že prúdnice vo vyšších vrstvách, sú podstatne menej spomaľované turbulentných prúdením, vznikajúcim počas kontaktu prúdu vzduchu s poťahom letúna, dokáže znížiť spotrebu paliva a cenu

letevej hodiny, až na 328 dolárov. Tým zníži aj tvorbu emisií, až o 80%.

Ďalším sektorom v letectve, ktorý sa začína stále viac a viac rozrastať je mestská vzdušná mobilita a lietajúce prostriedky eVTOL. Zameriavajú sa na lety na krátku vzdialenosť, najmä v rámci veľkých miest, v ktorých vedú plniť činnosť ako aerotaxi. Nie však výlučne len na prepravu cestujúcich. Lietadlá eVTOL si vedú nájsť uplatnenie aj ako transportné lietadlá, či lietadlá na pomoc pri núdzových situáciách, ako napríklad pomoc pri hasení požiarov, alebo evakuácia osôb z miest s obťažným prístupom. Pri výbere lietadiel, ktorým sa venujeme v rámci tejto práce sme zistili, že mestská vzdušná mobilita, je momentálne naozaj veľkou témou, a o získanie certifikácie sa usiluje veľa výrobcov. EHang EH216-S, je prvé dvojmiestne lietadlo eVTOL na svete, ktorému sa podarilo obdržať výrobný, typový, aj štandardný certifikát letevej spôsobilosti, vydaný CAAC, 13. októbra 2023. Ten je však uznávaný iba v rámci Číny. V závere práce sme analyzovali aj stav letúna vo vývoji, s názvom Boom Overture. Overture je letún, navrhovaný na rýchlosť v hladine Mach 1.7 čím sa stane druhým najrýchlejším civilným dopravným lietadlom na svete, aké kedy bolo v prevádzke. Prvý testovací let zmenšeného prototypu, prebehol dňa 22. marca 2024, čím sa stal ako prvým nezávisle vyvíjaným nadzvukovým letúnom na svete. Test prebehol úspešne, a očakáva sa, že letún, v plnej veľkosti a finálnej forme, bude schopný podstúpiť svoj prvý let s cestujúcimi, už v roku 2029.

Pod'akovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA 024ŽU-4/2023 s názvom "Integrácia najnovších vedných poznatkov v rámci zvyšovania kvality praktickej a laboratórnej výučby študijného programu Letecká doprava".

Referencie

- [1] Simple Flying (bez dát). *SimpleFlying*. Online. Dostupné na: <https://simpleflying.com/blended-wing-design/>. [citované 2024-02-13]
- [2] Liebeck, R. H. (2004). *Design of the Blended Wing Body Subsonic Transport*. No. 1, Vol. 41. California: Huntington Beach
- [3] Airbus (2020). *airbus*. Online. Dostupné na: <https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2020-11-imagine-travelling-in-this-blended-wing-body-aircraft>. [citované 2024-02-13]
- [4] Bombardier (2023). *bombardier*. Online. Dostupné na: <https://bombardier.com/en/media/news/bombardier-ramps-second-test-phase-ecojet-research-project-sees-18-foot-wide-prototype>. [citované 2024-02-16]
- [5] Ain (bez dáta). *AinOnline*. Online. Dostupné na: <https://www.ainonline.com/news-article/2023-10-19/bombardiers-ecojet-probes-fuel-saving-potential-blended-wing-body-business>. [citované 2024-02-16]
- [6] Simple Flying (2023). *simpleflying*. Online. Dostupné na: <https://simpleflying.com/boeing-ttbw/>. [citované 2024-02-16]

- [7] FlightGlobal (2023). *flightglobal*. Online. Dostupné na: <https://www.flightglobal.com/airframers/nasa-partners-with-boeing-to-develop-11b-truss-braced-wing-demonstrator/151695.article>. [citované 2024-02-16]
- [8] Boldmethod (2022). *boldmethod*. Online. Dostupné na: <https://www.boldmethod.com/learn-to-fly/aircraft-systems/how-does-aspect-ratio-affect-aircraft-wings/>. [citované 2024-02-20]
- [9] Dassault (2021). *dassaultfalcon*. Online. Dostupné na: <https://www.dassaultfalcon.com/news/falcon-10x-2/>. [citované 2024-02-28]
- [10] Rolls-Royce (bez dát). *rolls-royce*. Online. Dostupné na: <https://www.rolls-royce.com/products-and-services/civil-aerospace/business-aviation/pearl-10x.aspx#section-technology>. [citované 2024-02-28]
- [11] Dassault Falcon Jet A Dassault Aviation Company (bez dát). *falconjet*. Online. Dostupné na: <https://das.falconjet.com/apex/f?p=2000:2841:::NO:::>. [citované 2024-02-28]
- [12] Menkor Aviation (bez dát). *menkoraviation*. Online. Dostupné na: <https://www.menkoraviation.com/en/news/otto-aviation-unveils-the-celera-500l-an-aircraft-that-can-change-everything/>. [citované 2024-04-19]
- [13] Aerospace Technology (bez dát). *aerospace-technology*. Online. Dostupné na: <https://www.aerospace-technology.com/projects/celera-500l-aircraft/>. [citované 2024-04-19]
- [14] EASA (bez dát). *easa.europa*. Online. Dostupné na: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/drones-air-mobility-landscape/urban-air-mobility-uam>. [citované 2024-03-05]
- [15] Electric VTOL News (bez dát). *evtol.news*. Online. Dostupné na: <https://evtol.news/vertical-aerospace-VA-1X>. [citované 2024-03-05]
- [16] Simple Flying (2022). *simpleflying*. Online. Dostupné na: <https://simpleflying.com/vertical-aerospace-evtol-first-flight/>. [citované 2024-03-05]
- [17] Electric VTOL News (bez dát). *evtol.news*. Online. Dostupné na: <https://evtol.news/kitty-hawk-cora/>. [citované 2024-04-19]
- [18] Electric VTOL News (bez dát). *evtol.news*. Online. Dostupné na: <https://evtol.news/wisk-aero-generation-6>. [citované 2024-04-19]
- [19] Electric VTOL News (bez dát). *evtol.news*. Online. Dostupné na: <https://evtol.news/ehang-216/>. [citované 2024-04-19]
- [20] Simple Flying (2024). *simpleflying*. Online. Dostupné na: <https://simpleflying.com/ehang-worlds-first-commercial-air-taxi/>. [citované 2024-04-19]

- [21] Boom (bez dát). *boomsupersonic*. Online. Dostupné na: <https://boomsupersonic.com/overture>. [citované 2024-04-09]
- [22] Boom (bez dát). *boomsupersonic*. Online. Dostupné na: <https://boomsupersonic.com/symphony>. [citované 2024-04-21]
- [23] Boom (2024). *boomsupersonic*. Online. Dostupné na: <https://boomsupersonic.com/flyby/inaugural-first-flight-xb1-supersonic-demonstrator>. [citované 2024-04-22]