

Súhrnná správa ku kontrolnému dňu

AeroMobil R&D, s.r.o.

január 2017

Úvod

Tento dokument predstavuje stručnú správu o plnení projektov aplikovaného výskumu a experimentálneho vývoja, ktoré v súčasnosti rieši AeroMobil R&D, s.r.o. a na ktoré boli poskytnuté stimuly na podporu výskumu a vývoja v podľa zákona č. 185/2009 Z. z. o stimuloch pre výskum a vývoj a o doplnení zákona č. 595/2003 Z. z. o dani z príjmov v znení neskorších predpisov.

Ide o projekt priemyselného výskumu s názvom „*Výskum kľúčových komponentov inovatívneho dopravného prostriedku pre pohyb na zemi, aj vo vzduchu*“ a projekt experimentálneho vývoja s názvom „*Experimentálny vývoj kľúčových komponentov inovatívneho dopravného prostriedku pre pohyb po zemi, aj vo vzduchu*“.

Správa je pripravená ako podklad ku kontrolnému dňu projektu. Kontrolný deň sa realizuje na základe podnetu prijímateľa a to z dôvodu jeho požiadavky o doplnenie ďalšieho zodpovedného riešiteľa do oboch projektov, konkrétne pána Douglasa MacAndrewa, ktorý je technickým riaditeľom (*Chief Technology Officer*) v spoločnosti AeroMobil R&D, s.r.o.

Projekt je v súčasnosti realizovaný na dvoch pracoviskách a v dvoch lokalitách. Väčšina aktivít sa realizuje v Bratislave pod vedením technického riaditeľa (*Chief Technology Officer*) spoločnosti AeroMobil R&D, s.r.o. pána Douga MacAndrewsa. Menšia časť sa realizuje v Nitre, pod priamym vedením hlavného produktového architekta spoločnosti AeroMobil R&D, s.r.o. pána Štefana Kleina. Z dôvodu zvýšenia efektívnosti riadenia projektu sa už dlhobojšie javí ako vhodné doplniť pána Douga MacAndrewsa ako ďalšieho oficiálneho zodpovedného riešiteľa projektu.

Projekt priemyselného výskumu

Obsahové ukazovatele

Obsahom projektu je priemyselného výskumu v oblasti konštrukcie komponentov, materiálov a aplikačných postupov inovatívneho dopravného prostriedku umožňujúceho pohyb po pozemných komunikáciách a zároveň vo vzdušnom priestore, s cieľom zladit' funkčné požiadavky a podmienky certifikácie automobilu a lietadla.

Cieľom projektu je realizácia priemyselného výskumu potrebného na pochopenie technických a funkčných požiadaviek kladených na jednotlivé komponenty, ktoré môžu slúžiť ako základ konštrukcie osobného dopravného prostriedku schopného kombinovaného cestného a leteckého použitia. Rozsah projektu zahŕňa rôzne analytické práce v nižšie uvedených tematických oblastiach. Jeho výstup bude mať podobu technických a konštrukčných dát (3D virtuálny model/CAD, hmotnosť, údaje kusovníka), dát systémových analýz (FEA, kinematické modelovanie, dáta tepelnej analýzy) a správ predikcie výkonových parametrov.

Väčšina etáp projektu je už takmer ukončená a viaceré predbežné výstupy z nich sú využívané ako východiskové body pri realizácii projektu experimentálneho vývoja. Ide primárne o digitálne modely jednotlivých komponentov pre inovatívny dopravný prostriedok. Väčšina aktivít projektu je v tejto fáze zameraná na posúdenie vzájomnej kompatibility predbežných výstupov z jednotlivých aktivít projektu (A1 až F1) a zabezpečenie synchronizácie a komplementárnosti jednotlivých čiastkových výstupov. Na základe prebiehajúceho

posúdenia budú jednotlivé čiastkové výstupy dopracované do finálnej podoby do termínu ukončenia projektu.

Stav jednotlivých etáp a výstupy sú predmetom pripravovanej súhrnnej správy o použití stimulov pre výskum a vývoj v rámci kontroly použitia stimulov v súvislosti s § 11 ods. 2 zákona.

Sumár plnenia etáp projektu priemyselného výskumu v roku 2016

Cieľom projektu je vykonávať výskum potrebný na pochopenie technických a funkčných požiadaviek kladených na rôzne komponenty, ktoré budú slúžiť ako základ konštrukcie osobného dopravného prostriedku schopného kombinovaného cestného a leteckého použitia. Rozsah projektu zahŕňa rôzne analytické práce v nižšie uvedených tematických oblastiach. Jeho výstup bude mať podobu technických a konštrukčných dát (3D virtuálny model/CAD, hmotnosť, údaje kusovníka), dát systémových analýz (FEA, kinematické modelovanie, dáta tepelnej analýzy) a správ predikcie výkonových parametrov. Sumár tematických oblastí riešených v rámci výskumu:

- *A1 – Výber motora*

Výskum v oblasti pohonu – motora, zameraný na možnosti využitia leteckého motora v automobilovom prostredí, a naopak automobilového/motocyklového motora v leteckom prostredí, s cieľom optimálne kombinovať vlastnosti oboch typov (spoľahlivosť výkon/spotreba, emisie, hlučnosť – nízka hmotnosť, vysoký výkon, predĺžený servisný interval).

Realizovaným výskumom elektrického pohonu došiel riešiteľský tím k niekoľkým kľúčovým výstupom aplikovaným v ďalšom riešení projektu priemyselného výskum a projektu experimentálneho vývoja:

- Cieľový výkon elektromotora by mal byť rádovo 80 kW pre pohon vozidla s váhou 960 kg na dosiahnutie rýchlosti do 160 km/h na ceste.
- Hmotnosť motorov takéhoto výkonu bola asi 20 kg, čo znamenalo, že príliš veľká masa by musela byť rozložená v kolesách prednej nápravy. Potrebné pohony sú samy o sebe veľké a ťažké, čo znamená, že pohon predných kolies nie je akceptovateľnou konfiguráciou. Nábojom poháňané predné kolesá teda nie sú akceptovateľnou konfiguráciou.
- Vznikla požiadavka na aplikovanie prídavného krútiaceho momentu počas vzletu a pristátia, nakoľko kormidlá začínajú byť účinné až od vypočítanej 0,8 (4/5) skutočnej vzletovej rýchlosti. To znamená, že by boli potrebné dva 40 kW motory pre poskytnutie nezávislého výkonu každého predného kolesa.
- Potreba nezávislých motorov viedla k rozhodnutiu, že diferenciál nemôže byť súčasťou dizajnu, a že je potrebná osobitná redukčná prevodovka a hnací hriadeľ.

Potreba menovaných konfigurácií znamená, že kedykoľvek sa vozidlo pohybuje po ceste, interný spaľovací motor musí byť spustený kvôli pohonu generátora, ktorý poskytuje elektrickú energiu.

Výber spaľovacieho motora bol urobený na základe štúdie porovnávania 60 motorov zo segmentov: letecký, automobilový, motocyklový, pretekárske motory.

Finálne bol vybraný motor zo skupiny Subaru FA20, ktorý je schopný dodať výkon 288HP. Prebiehajú praktické merania funkcionalít a charakteristík, ktoré budú prezentované v rámci správy pre oponentúru.

Alternatívny skúmaný pohon je založený na spaľovacom motore BMW KT1600. Táto pohonná jednotka je navrhnutá pre pohon vrtule v letovom móde a pohon kolies cez prevodovku a diferenciál v automobilovom móde.

Prijímateľ skúma alternatívu hybridného pohonu (Subaru + elektromotory) a klasického pohonu spaľovacím motorom (BMW) s mechanickou transmišiou na vrtuľu a kolesá, aby sa dali vyhodnotiť výhody a nevýhody týchto riešení.

- *A2 – Prevodovka a spojka*

Cieľom výskumu pri komponente prevodovky je spojenie nevyhnutných funkčných vlastností prevodovky a spojky (životnosť, spoľahlivosť a hlučnosť) s nízkou hmotnosťou v nadväznosti na vybraný typ motora. Výskum je vynútený potrebou nutnej minimalizácie hmotnosti (max. 30 kg) z dôvodu módu lietania, pričom podobné riešenie v súčasnosti neexistuje.

Hmotnosť je kľúčový faktor pri návrhu zariadenia, ktoré musí byť mechanicky spojené, aby bolo schopné odolať silám spojených s okamžitým zastavením motora bez prenosu potenciálne katastrofickej sily na hriadeľ prevodovky. Spojka a prevodovka by mohli byť ovládané buď elektricky alebo hydraulicky. Pracujeme na štúdiách na určenie, ktoré ovládanie by bolo najvýhodnejšie zohľadňujúc všetky aspekty prevádzky, funkcionality a bezpečnosti. Detailné informácie budú prezentované v rámci správy pre oponentúru za rok 2016.

- *A3 – Konštrukcia vrtule*

Výskum v oblasti využitia rôznych typov vrtúľ za účelom dosiahnutia certifikovateľnosti v automobilovom priemysle (sklápanie, ostré hrany) a leteckom priemysle (nastaviteľnosť, kompozitné materiály), v kombinácii s maximalizáciou efektívnosti geometrie vrtule, v zmysle prenosu výkonu motora pri jednotlivých fázach letu (štart – horizontálny let – maximálna rýchlosť).

Výskum pozostával z analýz na zvolenie vhodných konštrukčných podmienok vrtule. Z požiadaviek na výkon a podmienok skladania vyplynulo, že vonkajší priemer vrtule nemôže byť väčší ako 1,7 m a počet listov by mal byť tri. Požadovaný rozsah otáčok vrtule je medzi 2100 a 2300rpm a C_p medzi 0.225 a 0.29 pri 300 hp. Machovo číslo obvodovej rýchlosti je v rozsahu 0.55 až 0.62, čo je vhodné na uvedenie do prevádzky. Straty na koncoch listov sa očakávajú nízke z pohľadu dosahovaného Machovho čísla. Prevodovka musí byť zvolená pre uvedený rozsah otáčok (rpm) vrtule. Bolo teda špecifikované, že maximálny výkon motora by mal zvládať úroveň 2100 – 2300 otáčok vrtule.

Žilinská univerzita v rámci výskumnej úlohy spolupracovala na vývoji 1:1 modelu demonštrátora skladateľnej vrtule. Skladacia hlava bola postavená technológiou 3D tlače (rapid prototyping). Základnou otázkou bola demonštrácia bezpečného zloženia listov vrtule bez väčšej námahy s minimom náradia a testovanie uzamykacieho mechanizmu pre letový a automobilový režim. Tieto ciele boli úspešne dosiahnuté a na etapu nadviaže aktivita v rámci projektu experimentálneho vývoja – vývojom funkčného prototypu vhodného na reálne testovanie a využitie. Unášač sklápacích listov vrtule je predmetom medzinárodného patentu.

- *A4 – Ultraľahké náhony*

Ultraľahké diaľkové náhony: hľadanie nového typu ultraľahkých náhonov na báze karbónu, prenášajúcich veľké výkony (minimálne 150 HP) a momenty medzi pohonnou sústavou motor – vrtuľa – diferenciál, a prepojenia medzi samotnými telesami náhonov a týmito prvkami pohonnej sústavy pomocou ukončení z kovu alebo iných pokročilých materiálov.

Hlavný hriadeľ prevodovky bol pôvodne navrhnutý ako 2-dielny hriadeľ so zmenou uhla v polovici cesty medzi vrtuľou a motorom. Ďalšia výskumná práca spočívala v revízii konceptu jedno dielneho hnacieho hriadeľa s minimalizáciou použitých súčiastok. Koncept je hotový a splňa 15kg hmotnostný cieľ.

- *B1 – Podvozok a nápravy*

Hlavným predmetom výskumu je unikátny systém zavesenia nápravy, pravdepodobne na báze nezávislých ramien a s použitím hydraulickkej a pneumatickej pružiacej jednotky. Výskum je vynútený potrebou optimalizácie jazdných vlastností vozidla na zemi a minimalizácie hmotnosti v móde lietania, keďže v danom dopravnom prostriedku nie sú využiteľné štandardné riešenia z automobilového priemyslu.

Skúmajú sa dve alternatívne riešenia prednej nápravy. Pri jednej sa prikláňame k preferencii lepších jazdných vlastností pre automobilový mód, pri druhej pre letecký, nakoľko umožňuje vyšší zdvih predného podvozku pri vzlete.

Z dôvodu dodržania hmotnostných cieľov bolo nevyhnutné integrovať pružinu, tlmič a reakčné ovládanie do jedného zariadenia, ktoré zabezpečí optimálne jazdné a ovládacie vlastnosti v cestnom režime. Toto zariadenie umožňuje modifikovať výšku podvozku o 150mm medzi jednotlivými módmi. Navyiac, zariadenie musí byť schopné rozptýliť energiu spojenú s pristávaním na štandardné cestné pneumatiky, počas normálneho i tvrdsieho pristátia.

Výsledkom je porovnanie a vyhodnotenie a výber najvhodnejšej varianty pre experimentálny vývoj.

- *C1 – Pasívna bezpečnosť*

Predmetom výskumu sú systémy pasívnej bezpečnosti, ktoré kombinujú požiadavky na bezpečnosť pasažierov a požiadavky plynúce z legislatívy, a to v oboch módoch automobil a lietadlo. Výskum bude využívať pokročilé materiály a unikátne riešenia (snaha bude využiť aj špičkové výstupy zo slovenských výskumných pracovísk, ako napr. penový hliník a pod.). Špecifickou časťou bude výskum ochrany pred nebezpečnými stavmi spôsobenými transformovateľnosťou dopravného prostriedku (zabezpečenie nemožnosti zmeny módu počas prevádzky dopravného prostriedku, nastavenie systému dvojitej ochrany pri prepínaní módov, zabezpečenie stability udržiavania nastaveného módu).

Výsledkom výskumných prác porovnávanía, kontrastovania a zlučovania individuálnych kritérií funkcionality je kombinovaný katalóg pasívnej bezpečnosti pre cestnú a leteckú premávku. Medzi základné body patria:

- Požiadavky na sedadlá, bezpečnostné pásy a popruhy budú využívať predovšetkým normy pre automobilový priemysel s drobnými úpravami pre použitie pri turbulenciách a umožnenie rýchleho opustenia vozidla v prípade núdze.

- Povrchová ochrana ostrých hrán a spevnených plôch interiéru bude podľa automobilových štandardov.
- Dynamické podmienky núdzového pristátia „*Emergency Landing Dynamic Conditions – general*“ (CS-23.561) pre zaťaženie pásov, porušenie interiéru kabíny pri decelerácii a prevrátení bude podľa automobilových štandardov.
- Dynamické podmienky núdzového pristátia „*Emergency Landing Dynamic Conditions*“ (CS-23.562). Porovnanie tradičných leteckých a automobilových antropometrických figurín ukázali zhodu a že snímače záťaže chrbtice pre automobilové figuríny by boli navyše dostatočné pre meranie kritérií zranenia pri oboch režimoch.

Okrem toho bolo odôvodnené, že tradičné podmienky pre núdzové pristátie CS-23 s uhlom vychýlenia 10 stupňov môžu byť v súlade s americkými scenármi šikmého predného nárazu a teda opäť bola identifikovaná spoločná testovacia norma.

- *D1 – Krídla*

Priemyselný výskum v oblasti novej mechanizácie krídla (transformácia a zlepšenie vzletových charakteristík) a priemyselný výskum profilu krídla pre podmienky lietajúceho auta. Predmetom výskumu krídla je okrem iného hľadanie efektívnej geometrie a vhodného typu zavesenia vztlakových klapiek a možnej zmeny profilu krídla.

Transformácia krídla sa realizuje nožnicovým skladacím pohybom. Koncept klapiek je založený na Flowerovom mechanizme. V rámci výskumu boli realizované viaceré pevnostné analýzy:

- Vonkajšie krídlo
- Centroplán – stredná časť krídla
- Mechanizmus klapiek

V rámci tejto etapy prebiehali nasledovné výskumne práce:

- Kinematický model skladania krídiel
- Kinematický model vysúvania a zasúvania klapiek

- *D2 – Karoséria / trup*

Predmetom výskumu sú geometrické zmeny trupu a ich dopad na konštrukciu, ktoré sú implikované potrebou zosúladenia s platnou legislatívou. Výskum bude samostatne riešiť prednú časť trupu (kabínu), a ultraľahké riešenie zadnej nárazníkovej zóny.

Aerodynamické povrchy boli vyvinuté na vylepšenie ich prevádzkovej výkonnosti. Faktory, ktoré ovplyvnili dizajn sú:

- Výpočet zaťaženia a aplikácia na konštrukciu.
- Optimalizácia konceptu trupu (samostatný/škrupinový po rebrinový rám) a štruktúry.
- Pevnosť chvostových plôch bola zvýšená pridaním externých stužených vzpier.

Vývoj aerodynamického povrchu ovplyvnil nasledujúce vlastnosti:

- Idealizácia chvostových vzpier (vrátane celkovej pevnosti)
- Modifikácia pohybu predného podvozku na otáčanie predných kolies

- Určenie zmien na zníženie stupňa horizontálneho stabilizátora (HSTAB) (spolu s pevnosťou vertikálneho stabilizátora (VSTAB))
- Zmena línií kormidiel pre optimálny výkon
- Jemnejšie definovanie prechodového oblúku na prelínaní krídla a trupu
- Určenie zvýšenia výšky kokpitu
- Určenie prívodu vzduchu motorového priestoru a výfukových otvorov
- Modifikácie povrchu bočných strán kokpitu pre automobilové úpravy dizajnu
- Posúdenie priečelnej statickej a dynamickej stability
- Výskum funkcionality horného a dolného HSTAB s VSTAB v režime sklzu.

Alternatívne je riešených viacero konceptov trupu a chvostových plôch za účelom identifikácie ich vlastností a výberu najvhodnejšej varianty.

- *E1 – Transformácia vozidla*

Priemyselný výskum pre vytvorenie nového riešenia, ktoré bude v súlade s platnou leteckou legislatívou, resp. s požiadavkami definovanými leteckým regulátorom. Ťažisko bude na vytvorení nového unikátneho hardvérového a softvérového riešenia, ktoré bude zahŕňať aj princíp “save-in-fail”.

Aby bola možná zmena medzi režimom leteckej a cestnej prevádzky, boli identifikované a ďalej analyzované aktivity na najvyššej úrovni. Zámerom je, aby kľúčové transformačné aktivity hlásili svoj status späť do centrálného procesora, ktorý informáciu zobrazí na displeji pilotovi/šoférovi. Displej zobrazí status celého systému: cestný režim, letový režim alebo „v pohybe“, rovnako ako uvedie všetky jednotlivé zlyhania v procese transformácie. Manuálna reverzia bude k dispozícii pre všetky transformačné činnosti.

Z analýz vyplynulo, že napriek možnosti spoľahnúť sa 100% na činnosť softvéru a aktuátorov, je praxou ponechať zapojenie človeka. Letová príručka (letecký režim) a súvisiaca užívateľská príručka (cestný režim) nariadia pilotovi/šoférovi vykonanie inšpekcie po transformácii a minimálne ručne zasunúť vrtuľu a nárazník do príslušnej polohy.

- *F1 - Materiály*

Výskum je realizovaný priebežne, v úzkej nadväznosti na ostatné relevantné výskumné úlohy, najmä A2 – A4, B1, D1 – D2. Dôraz bude kladený na priemyselný výskum spôsobov aplikácie kompozitných materiálov (karbón, aramid, sklo, sendvičové konštrukcie) vo všetkých relevantných primárnych konštrukciách (trup, krídlo, chvost, interiér) a využitie technológií vákuovania, Autoclav, a pod.

Finančné ukazovatele

Schválený projekt predpokladal nasledovné výdavky na rok 2016:

Celkové výdavky:	2 714 300,- eur
- z toho dotácia:	2 171 440,- eur
- bežné výdavky:	2,171,440,- eur
- kapitálové výdavky:	0,- eur
- z toho vlastné zdroje:	542 860,- eur

Predbežne predpokladáme, že skutočne vynaložené náklady na projekt budú nasledovné:

Celkové výdavky:	2 221 440,- eur
- z toho dotácia:	2 171 440,- eur
- bežné výdavky:	2,171,440,- eur
- kapitálové výdavky:	80,239,72,- eur
- z toho vlastné zdroje:	40,000,- eur

Jedné sa o predbežné údaje. Konečné čísla budú presne vyúčtované a prezentované v pravidelnej priebežnej správe, ktorú AeroMobil R&D, s.r.o. predloží k 31. januáru 2017. Z horeuvedeného vyplýva, že skutočné čerpanie na projekt bolo v roku 2016 približne o 503,000 eur nižšie, než sa predpokladalo v projekte. Dôvodom bol pomaší priebeh aktivít a to najmä z dôvodu komplikovaného prístupu k špecializovaným externým inžinierskym službám, ktoré projekt pôvodne predpokladal. Toto zároveň viedlo k spomaleniu aktivít, ktoré si vyžadujú výdavky na materiál a tým pádom aj nižšie nepriame náklady a nižšie čerpanie výdavkov na materiál. Toto viedlo aj k nižšej intenzite kofinancovania projektu zo súkromných zdrojov ako na rok 2016 predpokladal projekt. Tento rozdiel medzi plánovanými a skutočne vynaloženými zdrojmi bude kompenzovaný v roku 2017 a to výlučne zo súkromných zdrojov firmy. Predpokladáme výdavky minimálne v sume 896 026,33- čím sa zároveň dosiahne miera kofinancovania celého projektu z verejných zdrojov vo výške maximálne 80%.

Projekt experimentálneho vývoja

Obsahové ukazovatele

Obsahom projektu je experimentálny vývoj zameraný na niekoľko kľúčových komponentov budúceho univerzálneho dopravného prostriedku, schopného efektívne kombinovať pohyb vo vzduchu a po pozemných komunikáciách. Nadväzuje na výstupy projektu priemyselného výskumu, súčasne sa však týka aj niektorých samostatných komponentov, ktoré majú byť vyvíjané adaptovaním existujúcich riešení. Charakter projektu je definovaný jeho obsahom ako vývoj v oblasti konštrukcie komponentov, materiálov a aplikačných postupov inovatívneho dopravného prostriedku, s cieľom zladit' funkčné požiadavky a podmienky certifikácie automobilu a lietadla.

Cieľom experimentálneho vývoja komponentov inovatívneho dopravného prostriedku, je zladit' funkčné požiadavky a podmienky certifikácie automobilu, aj lietadla.

Práce na projekte začali v júni 2016 a priamo nadväzujú na výskumnú činnosť a výsledky projektu priemyselného výskumu. Výstupy priemyselného projektu sa transformujú do konkrétnych hmotných riešení. Pri niektorých etapách prebeha kompletizácia podkladov pre prototypové riešenia. Výskum v rámci projektu priemyselného výskumu obsahoval virtuálne modely riešení jednotlivých častí, ktoré sú v rámci experimentálneho vývoja predmetom testovania a zhmotňovania do fyzickej podoby aplikáciou navrhnutých materiálov na potvrdenie požadovaných funkcionalít a vlastností pred tým, ako budú jednotlivé funkčné modely pretavované do prototypových riešení ako výstupov projektu.

Sumár plnenia etáp projektu experimentálneho vývoja v roku 2016

Projekt sa zameriava na niekoľko kľúčových komponentov budúceho univerzálneho dopravného prostriedku, schopného efektívne kombinovať pohyb vo vzduchu a po pozemných komunikáciách. Nadväzuje na výstupy priemyselného výskumu v daných oblastiach, súčasne sa však týka aj niektorých samostatných komponentov, ktoré sú vyvíjané adaptovaním existujúcich riešení.

Vývoj prebieha v niekoľkých vzájomne prepojených častiach, skladajúcich sa z čiastkových úloh. Výstupy riešenia niektorých úloh budú mať priamy vplyv na zvolené riešenia v iných (motor-hybridizácia, vrtuľa-náhony, a pod.). Konkrétne projekt zahŕňa nasledovné tematické oblasti:

A. Pohony a súvisiace systémy

- *A1 – Motor*

Experimentálne testovanie a vývoj riešenia motora, na základe výstupov výskumného projektu (spaľovací motor, kombinovaný hybridný pohon, alebo turbovrtuľová pohonná jednotka), s cieľom optimalizovať funkčné požiadavky (výkon, váha, spotreba, spoľahlivosť, životnosť), ako aj prepojenie so súvisiacimi komponentami (prevodovka, nápravy, a pod.).

V súčasnosti prebiehajú testy a merania oboch vybraných motorov (Subaru, BMW). Jednotka Subaru je testovaná na dynamometri za účelom identifikovania a modifikácie výkonových charakteristík. Jednotka BMW je testovaná na stende, ktorý simuluje reálnu pohonnú jednotku vrátane transmisie na vrtuľu a prednú nápravu.

- *A2 – Vrtuľa*

Experimentálne testovanie v laboratórnych (statické zariadenie) a reálnych podmienkach za účelom dosiahnutia prototypového riešenia špeciálnej vrtule použiteľnej v kategórii lietajúci automobil.

Počiatkové skúšky vrtule sú naplánované s pevným trojlístovým systémom. Ďalšie plánovanie a modifikácie vrtule bude možné až po finalizácii testov motora na dynamometre, keď budú k dispozícii výkonové charakteristiky motora.

Okrem toho budú vykonávané testy konceptu skladacieho systém po tom, ako budú k dispozícii údaje z experimentálneho leteckého testovania plánovaného na Q3 2017.

- *A3 – Diaľkové náhony*

Testovanie v laboratórnych a reálnych podmienkach vývoj špeciálneho prototypu diaľkových náhonov použiteľných pre oba módy lietajúceho automobilu.

Zámerom je mať montáž jedného hriadeľa od prevodovky k vrtuli. Hriadeľ je sám o sebe uhlíkový kompozit vyrobený pre točivé procesy. Táto technika je široko používaná v automobilovom a leteckom sektore. Boeing a Airbus používajú takéto torzné hriadele v ich primárnych kontrolných systémoch. Nasledovať budú:

- Testy medzného zaťaženia na vzorke navrhovaného hriadeľa za účelom poistenia experimentálnych letov
- Na základe týchto výsledkov určiť, či je možné ďalšie zníženie hmotnosti

- Spoje na oboch koncoch hriadeľa a určit' spôsob upevnenia.
- Návrh zachytávača (bezpečnostné uchytenie) a závesov hriadeľa pre inštaláciu.

- *A4 – Prevodovka a spojka*

Vývoj prototypového riešenia spojky a prevodovky spĺňajúceho technické požiadavky a kompatibilitu s riešeniami v rámci ostatných čiastkových úloh.

Vzhl'adom k tomu, že spojka a prevodovka sú stále v koncepcnej fáze/fáze detailného projektovania, plán na verifikáciu dizajnu a správa musia byť vypracované v 2017.

B. Podvozok

Na základe dokumentácie a 3D modelu prebieha experimentálny vývoj dvoch prototypových riešení podvozkov k sérii testov (pevnostná a dynamická skúška – „zhadzovanie“, deštrukčná skúška ramena, testovanie jazdných vlastností, brzdne dráhy, atď.).

Prototyp prednej nápravy musí povoľovať dve statické jazdné polohy: prvú pre jazdu na ceste a druhú so zvýšenou svetlej výšky o 150mm/300mm na asistenciu pri vzlete a pristávaní. Okrem toho sa náprava musí zatiahnuť do vnútra približne o 220mm v letovom režime za účelom zníženia aerodynamického odporu.

Na dosiahnutie týchto cieľov, boli navrhnuté dve úplne ojedinelé odpruženia, umožňujúce obvyklé manévrovanie volantom, stupeň voľnosti a zároveň laterálne zaťažovanie.

Bližší popis je súčasťou pripravovanej správy pre oponentúru projektu (02/2017).

C. Systémy pasívnej a aktívnej bezpečnosti

Vývoj testovacích prototypov určených na deštrukčné testy a praktické skúšky v laboratórnych a reálnych podmienkach, sústredené na bezpečnosť riešenia pri prednom náraze, ochrany pred nebezpečnými stavmi spôsobenými transformáciou dopravného prostriedku a dopadmi riešenia na funkčné a užívateľské charakteristiky ďalších častí a systémov vozidla (napr. jazdné vlastnosti, riadenie, brzdne charakteristiky, a pod.)

V spolupráci s renomovaným partnerom vo vývoji a testovaní v oblasti pasívnej bezpečnosti boli dosiahnuté nasledujúce výstupy:

- Unifikovaný katalóg cieľov pasívnej bezpečnosti
- CAE model a výsledky pre predný náraz v rámci aerodynamického nosa
- Analýza CAD dát vyhodnocujúca a potvrdzujúca geometriu v Catia
- Celková stratégia pasívnej bezpečnosti pre AeroMobil
- Balistický záchranný parašutistický systém (definovanie a balík)
- Špecifikácia obmedzení pasívnej bezpečnosti
- Dizajn inovatívneho sedadla v Catia
- Celkový plán vývoja pasívnej bezpečnosti naprieč produkciou

Tieto výstupy tvoria základ pre ďalšie vývojové práce v tejto oblasti vykonávané v roku 2017.

D. Brzdne systémy

Vývoj brzdnych systémov formou adaptácie existujúcich riešení s dôrazom na unikátne riešenia na báze najnovších technológií. Cieľom je vytvorenie ultraľahkých hydraulických brzdnych systémov pre dopravný prostriedok o celkovej hmotnosti 1000 kg a distribúcie brzdnych účinkov na jednotlivé typy náprav s premenlivým zaťažením dopravného

prostriedku (zmena polohy ťažiska o 15% z celkovej dĺžky vozidla spôsobenej zmenou módu dopravného prostriedku a tým spôsobené rozdielne brzdné účinky).

Relatívne jednoduchá časť vozidla, akou je brzdný systém, je v tomto prípade náročnou úlohou, nakoľko musí ísť o komplexný systém, ktorý je ultraľahký a schopný zvládnuť drasticky sa meniacu distribúciu sily medzi dvomi režimami. Ako jedno z opatrení na vyrovnanie brzdného vyváženia medzi režimami bolo znížené umiestnenie motora (ako najväčšej hmoty) najnižšie ako to bolo možné. Celkový manažment hmotnosti bol rozložený na maximum 70% na predné a 30% na zadné kolesá.

Počas Q2 2017 bude vytvorený a zapracovaný do experimentálnych vozidiel prototyp predného a zadného brzdného systému. Popri kvantitatívnych meraniach zaťaženia budú vozidlá dôkladne testované pilotmi a šoférmi na zabezpečenie správneho „pocitu“ podvozku pri vzlete, pristávaní a pohybe na ceste.

E. Prvky karosérie

- *E1 – Kridla*

Vývoj efektívnej geometrie a vhodného typu zavesenia vztlakových klapiek a možnej zmeny profilu krídla. Konvertovanie 3D virtuálneho modelu do fyzického riešenia, a realizácia požadovaných skúšok, vrátane záťažových skúšok a skúšok v aerodynamickom tuneli.

Vo výskumnej časti boli vypracované virtuálne modely, ktoré budú v tejto etape vývoja zhmotnené a podrobené v navrhovanom rozsahu a čase štruktúrnemu statickému testovaniu, ktoré by sa malo začať do polovice 2017. Následné modifikácie budú zapracované a realizované opakované testovania pre splnenie požadovaných vlastností a funkcionalít.

- *E2 – Trup*

Realizácia praktických skúšok riešenia, vrátane skúšok v aerodynamickom tuneli, reálnych bariérových skúšok a podobne za účelom vývoja prototypového riešenia trupu vozidla, spĺňajúceho funkčné požiadavky a zároveň v súlade s platnou legislatívou pre auto aj lietadlo.

Plán testovania komponentov trupu je súvisiacou aktivitou s tými definovanými v etape E1, časti trupu, ktoré budú testované sú:

- Spodná predná časť trupu (Tub)
- Horný rám prednej časti trupu (Spider)
- Protipožiarna prepážka / Fuel tank bulkhead
- Hlavné závesy krídlo-centroplán-trup

F. Transformácia vozidla

Experimentálny vývoj v oblasti pohonu transformácie, s cieľom porovnania elektro-servomotorov, hydraulického a pneumatického riešenia. Vývoj sa zameria na posudzovanie zefektívnenia súčasného riešenia transformácie pomocou elektrických servomotorov, pričom cieľom je dosiahnutie zníženia času potrebného na transformáciu. Vývoj bude spočívať v testovaní rôznych elektro servomotorov (výkon vs. hmotnosť) a vývoja vlastného plne automatického softvéru riadiaceho tento transformačný proces. Vývoj sa ďalej zameria na porovnanie dosiahnutých výsledkov elektrických servomotorov s inými typmi motorov – hydraulické a pneumatické riešenia a prípadné dopadu na potrebné priestorové riešenie a hmotnosť takéhoto alternatívneho riešenia.

Zaťaženia všetkých elementov procesu transformácie sú predbežne vypočítané, na základe čoho prebieha výber aktuátorov pre každú lokalitu. Stále existujú problémy, na ktorých sa pracuje, napríklad, odstránenie kolízií medzi pohonom skladania krídla a systémom vztlačových klapiek. Do konca Q1 2017 bude k dispozícii prvý set aktuátorov na testovanie transformácie. Skúšobné zariadenie umožní začiatok programu vývoja softvéru na spoľahlivú a bezpečnú kontrolu systému transformácie v Q2 2017.

Zároveň sa definuje systém transformovaných častí a uzamykací/blokovací systém finálneho uloženia v oboch režimoch. Ide o osobitný pracovný balík vyvíjaný spolu s aktuátormi, kontrolným sub-systémom a zobrazovacím sub-systémom. Po navrhnutí budú tieto komponenty testované v reálnom prostredí a tiež na životnosť samotnú.

Ďalšie vývojové práce budú definované po otestovaní v simulovanom prostredí s ohľadom na dizajn a ostatné parametre a funkcionality.

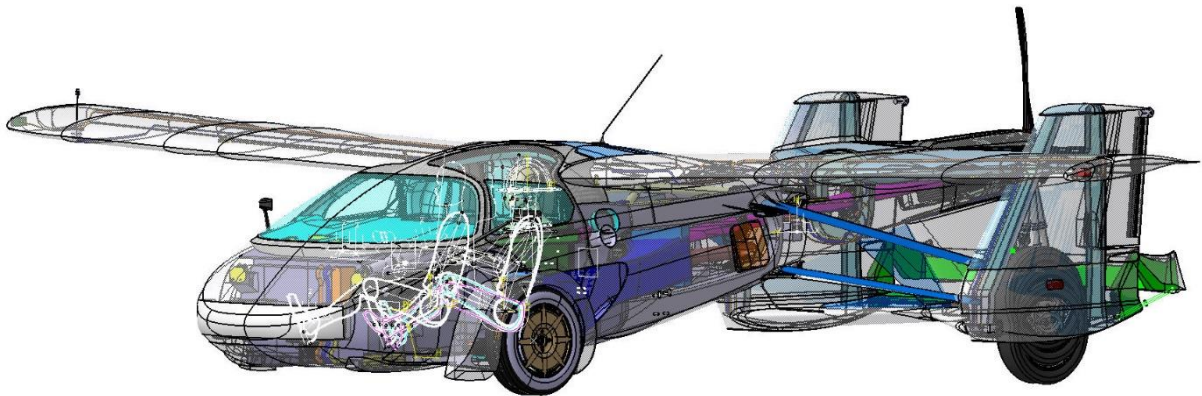
G. Dizajn

- *G1 – Dizajn exteriéru prototypu*

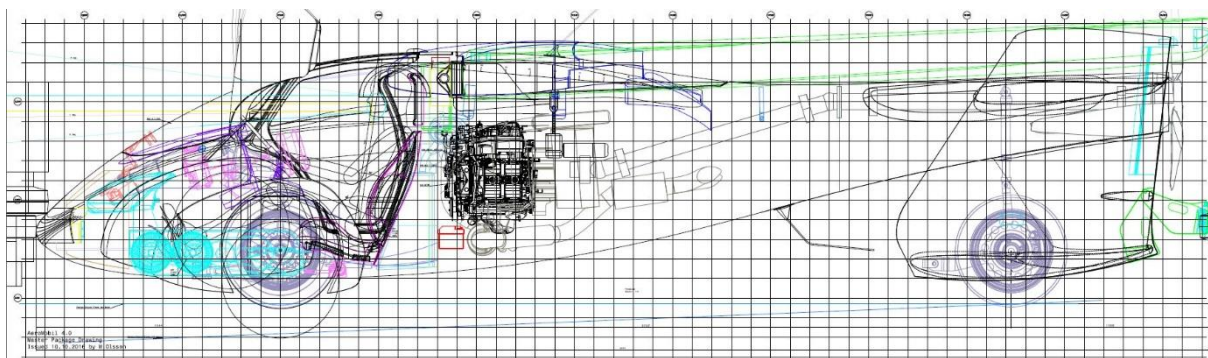
Vývoj dizajnového riešenia funkčných a technických požiadaviek, ich zladenie do funkčného celku, pri zohľadnení vysokých estetických štandardov a očakávaní potenciálnych klientov. Konkrétne pôjde o vývoj základnej optimálnej formy trupu dopravného prostriedku, ktorá bude minimalizovať odpor (C_x) telesa a zároveň pripraví riešenia, ktoré vyhovujú rozdielnym požiadavkám kladených na automobil (prítlačná sila) a lietadlo (vyvodzovanie vztlaku).

Koncom novembra 2016 bol vyvinutý povrch exteriéru v SW Catia, ktorý vytvoril estetický, povrchový a analytický (aerodynamický a štrukturálny) pohľad.

Digitálny model je pripravený pre vývoj 1:1 modelu a bude realizovaný pri tvorbe prototypového vozidla v roku 2017.



Exteriér 3D Catia Model zahrňajúci všetky hlavné prvky balíka



2D systémový výkres – východisko pre vývoj exteriérového dizajnu

2016 výstupy:

- Catia 3D plošný model povrchu exteriéru
- Realisticky rendrované zobrazenia
- 2D kresby
- Spárované 3D a 2D referenčné a systémové modely

Práca na 2017

- Vývoj a modifikácie 1:1 Modelu
- Zapracovanie modifikácií z testovania
- Ďalšie detailné spracovanie povrchových plôch „Computer Aided Surfacing (ICEM)“ na finalizáciu
- Dizajn riešenia pre interiér vozidla – G2

- *G2 – Dizajnové riešenie interiéru*

Vývoj optimálneho riešenia kokpitu pre nový, dnes neexistujúci dopravný prostriedok. Spôsob riešenia pozostáva z uskutočnenia prieskumu cieľovej skupiny a jej očakávaní (rôzne lokácie), vyhotovenia koncepčných 2D skíc v rôznych prevedeniach, modelovanie 3D vizualizácii v 3D softvéroch, vytvorenie priestorovej štúdie riešenia kokpitu v mierke 1:1 z mäkkých materiálov (peny) na otestovanie funkčnosti, úprava 3D dát a generovanie dát pre CNC frézy, vyhotovenie finálneho modelu v mierke 1:1.

Dizajn interiéru a súvisiaci balík bude vyvíjaný začiatkom 2017, aby mohol byť vytvorený 1:1 model a následne vykonané ďalšie ergonomické a estetické hodnotenia a stanovenia. V roku 2017 je naplánované:

- skompletizované modifikácie na výrobu interiéru
- vytvorenie modelu interiéru 1:1
- Zapracovanie modifikácií z testovania
- Ďalšie detailné spracovanie povrchových plôch „Computer Aided Surfacing (ICEM)“ na finalizáciu

Finančné ukazovatele

Schválený projekt predpokladal nasledovné výdavky na rok 2016:

Celkové výdavky:	1 328 000,- eur
- z toho dotácia:	796 800,- eur

- bežné výdavky:	796 800,- eur
- kapitálové výdavky:	0,- eur
- z toho vlastné zdroje:	531 200,- eur

Predbežne predpokladáme, že skutočne vynaložené náklady na projekt budú nasledovné:

Celkové výdavky:	796 800,- eur
- z toho dotácia:	796 800,- eur
- bežné výdavky:	796 800,- eur
- kapitálové výdavky:	0,- eur
- z toho vlastné zdroje:	10 000,- eur

Jedná sa o predbežné údaje. Konečné čísla budú presne vyúčtované a prezentované v pravidelnej priebežnej správe, ktorú AeroMobil R&D, s.r.o. predloží k 31. januáru 2017. Z horeuvedeného vyplýva, že skutočné čerpanie na projekt bolo v roku 2016 približne o 521 tis. eur nižšie, než sa predpokladalo v projekte. Dôvodom bol neskorší začiatok aktivít na projekte ako sa pôvodne predpokladalo. To viedlo aj k výrazne pomalšiemu využívaniu špecializovaných externých inžinierskych služieb a k spomaleniu aktivít, ktoré si vyžadujú výdavky na materiál. Ak z uvedeného dôvodu došlo k nižšej intenzite kofinancovania projektu zo súkromných zdrojov, ako na rok 2016 predpokladal projekt. Tento rozdiel medzi plánovanými a skutočne vynaloženými vlastnými zdrojmi bude kompenzovaný v roku 2017, čím sa zároveň dosiahne miera kofinancovania celého projektu z verejných zdrojov vo výške maximálne 60%.