



MOHOLY-NAGY MŰVÉSZETI EGYETEM
MOHOLY-NAGY UNIVERSITY OF ART AND DESIGN BUDAPEST

Formatervezés egy repülőgép építésében doktori értekezés

Szerző: Mascher Róbert
formatervező iparművész

Témavezető: Bárkányi Attila
egyetemi tanár

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Doktori Iskola

Budapest, 2009.

DLA Kutatási témám

A repülés és a repülőgépek formavilágának alakulása a legendáktól napjainkig. A formatervezés szerepének megvizsgálása a repülőgép tervezésben, valamint egy négyszemélyes repülőgép koncepciótervén keresztül kimutatni miként járulhatnak hozzá a design eszközei e légi járművek megalkotásához.

Design in Building of an Airplane

Doctor of Liberal Arts Dissertation

Questions of form and shaping in flying and plane building from the legends to the present day. Examination of the role of design in plane-planning. Concept of a four-seat plane, through which the role of design can be examined in particulars together with its possible participation in the planning process.

Tartalomjegyzék

Kutatási témám	2.
Köszönetnyilvánítás	8.
Indíttatás	9.
Kivonat	10.
<i>Extract in English</i>	11.
Tézisek	12.
<i>Thesis in English</i>	15.
I. Kutatás	19.
1. A merevszárnyú repülőgépek kialakulása, formavilágának fejlődése	
1.1. Szárnyalni: mint a madár	20.
1.2. Szelek szárnyán	24.
1.3. Motor és hatása az építésre	25.
1.4. A nagykorú repülőgép	27.
1.5. Motoros repülés a nagyok árnyékában	36.
1.6. Magánrepülők	36.
1.7. Katonai hatások oda-vissza	38.
1.8. Új idők	39.
1.9. A nagy konstruktőrök	41.
1.10. A design klasszikusai és a repülés	43.
1.11. „Műanyag” szárnyakon a csillagok felé	46.
1.12. A fejlődés dinamikájáról	49.
1.13. A repülőgépek és az elavulás	50.
2. A kisgépek szerkezetének alakulása, áttekintése	53.
2.1. A szárny	54.
2.2. A törzs	56.
2.2.1. Az utasfülke	57.
2.2.2. Kabintető, ajtó	59.
2.2.3. Műszerek, kezelőszervek	61.
2.2.4. Csomagtér	63.
2.3. Motor és burkolata	63.

3. Anyaghasználat a repülőgép-építésben	65.
3.1. Vászon és zongorahúr	65.
3.2. Fémépítés	66.
3.3. A kompozit	67.
3.3.1. Kezdetek	67.
3.3.2. A technológiáról	68.
3.3.3. Elterjedt merevítő szálak	68.
3.3.4. Az alkalmazott kötőanyagok	69.
3.3.5. Kompozit féltermékek	69.
3.3.6. Térhálósítás	70.
3.3.7. Kompozit repülőgép alkatrészek	71.
3.4. Kompozit és csőváz vegyes használata	72.
 II. Elemzések	 75.
1. A fejezet bemutatása	75.
2. A designer szerepe a kisrepülőgép tervezésben	76.
2.1. Helyzetismertetés	78.
2.2. A négy filozófia	78.
2.2.1. Mérnöki tervezés	80.
2.2.2. „Homebuilt”	82.
2.2.3. Formatervező bevonása	84.
2.2.3.1. A design szerepe a Diamond Aircraftnál	84.
2.2.4. Designerre építve	87.
2.3. A repülőgép-építők távlatai	88.
 3. Adatgyűjtés	 91.
3.1. Napjaink repülőgépgyártói és figyelembe vehető típusaik	91.
3.2. Felmérés	92.
3.3. Tapasztalati adatgyűjtés	97.
3.3.1. Ki, és beszállás tapasztalati vizsgálta	97.
3.3.2. Belső terek vizsgálata	99.
3.3.3. Az ülésről	100.
3.4. Egy repülőgép használatának hazai feltételeiről	101.

4. A Corvus Corone Mk I. típusú repülőgép jellemzői és következtetéseim

4.1. A Corvus általános bemutatása	104.
4.2. Fizikai megjelenés	107.
4.3. Színek	109.
4.4. Környezeti hatások és körülmények	109.
4.5. Veszélyek	110.
4.6. Tevékenységek: működés, használat	111.
4.7. Kiegészítő funkciók, tevékenységek	113.
4.8. Kiegészítő funkciók, tevékenységek	113.
4.9. Ami felesleges, ami hiányzik és a változások	113.

5. Betekintés az autók világába

5.1. Különbségek	115.
5.2. A személyautók belső világa	117.
5.3. Tanulmányautók a fókuszban	119.
5.3.1. Kitérülködés	119.
5.3.1.1. Elcsúszó ajtó	120.
5.3.1.2. Szárnyas ajtó	121.
5.3.1.3. LSD ajtó	123.
5.3.1.4. Emelkedő tető	126.
5.3.2. Alternatív ülésrendek	127.
5.3.2.1. Hárman az autóban	128.
5.3.2.2. Gyémánt alakzatban ülve	132.

III. Mestermű

1. A tervezési feladat

1.1. Tervcélok megfogalmazása	134.
1.2. Kategóriám behatárolása	135.
1.3. Továbbfejlesztés vagy újratervezés?	137.
1.3.1. Típuscsalád esettanulmányok	139.

2. Tervezéstámogatás	143.
2.1. Antropometria a tervezési folyamatomban	143.
2.2. Az antropometriai adatok ergonómiai felhasználásának elvei	143.
2.2.1. „Egyfelhasználós” termékkategória	145.
2.2.2. „Többfelhasználós” termékkategória	147.
2.3. A modellezésről	149.
2.3.1. Analóg, épített modellezés	150.
2.3.2. CAAA azaz számítógépes antropometriai modellezés	151.
3. Tervezési folyamatom lépései	155.
3.1. A tervezés kulcskérdései és a megoldások kialakulása	155.
3.2. A kabin kialakításának szempontjai és követelményei	
3.2.1. Kezelési műveletek és minősítési ismérvek	155.
3.2.2. Követelményjegyzék	157.
3.2.3. Funkciók tisztázása	153.
3.3. A pontos elrendezés, az utasok térigénye szerinti kialakítás megtalálása.	157.
3.3.1. Elrendezési lehetőségek	159.
3.3.1.1. Hagyomány és célszerűség	160.
3.3.1.2. Újszerű rombusz	160.
3.3.2. Üléstávolság és magasság	162.
3.4. Ajtómegoldás variációk	165.
3.4.1. Kabintető variációk elemzése	165.
3.4.2. A kabintető elemzés eredménye, a döntés indoklása	177.
4. A mestermű, a koncepciók bemutatása	180.
4.1. A formavilágról	180.
4.2. CORVUS NOVUS	
A 2-2 soros ülésrendű A változat kialakítása	184.
4.3. CORVUS ROMBUS	
Az 1-2-1 soros ülésrendű B változat kialakítása	188.
4.4. Gyárthatósági feltételek	193.
4.5. Értékesítési kilátások	193.

5. Összegzés, a folytatás **196.**

Irodalomjegyzék	198.
Képek jegyzéke	201.
Doktori nyilatkozat	203.
Szakmai életrajz	204.

Mellékletek

- I. Válogatás kabintető megoldásokból
- II. Válogatás kabinajtó megoldásokból
- III. Válogatás figyelembe vehető típusokból
- IV. A belső terek, ülések világa
- V. A Corvus ülése
- VI. Diamond DA-40 kabin részletfotók
- VII. Az ergonómiai modellezési munkafolyamat képei
- VIII. Mestermű képgaléria

Köszönetnyilvánítás:

Ezúton szeretném megköszönni a következőknek dolgozatom elkészítésében nyújtott támogatásukat:

Voloscsuk András – a Corvus Aircraft Kft Vezetője

Bárkányi Attila - témavezető, formatervező, Moholy-Nagy Művészeti Egyetem

Cseh Judit Borbála - angol fordítás

Kaucsek György – ergonómia oktató, Moholy-Nagy Művészeti Egyetem

Kenéz Attila – a Corvus Aircraft korábbi formakészítője

Koleszár Ferenc – kerámikus, DLA hallgató

Mischinger Gábor – ergonómiai laborvezető mérnök, Budapest Műszaki Egyetem

Szücsy Róbert – belsőépítész, DLA hallgató

valamint

munkahelyemnek, a Pető Intézetnek

(Mozgássérültek Pető András Nevelő és Nevelőképző Intézete)

Indíttatás

Témámat a repülés iránti személyes, egész eddigi életemet átszövő érdeklődésem motiválta. Régi célom egy repülőgép kifejlesztése, ami nemcsak számomra jelent új területet, mivel hazánkban hosszú évtizedekig szünetelt a repülőgépgyártás. 1986-ban ugyan még saját szememmel láthattam a szombathelyi AFIT üzemében a Góbé vitorlázógépek építését, s volt szerencsém néhány alkalommal találkozni id. Rubik Ernővel is, de az ő munkásságán kívül sokáig csupán a sárkányrepülőök terén történtek fejlesztések. Már főiskolás koromban igyekeztem bekapcsolódni az ilyen próbálkozásokba, így 1993-ban, a diplomamunkámban egy meglévő vázszerkezeten alapuló motoros sárkányrepülőgép gondolájának fejlesztésével, burkolatának formatervezésével foglalkoztam.

Hosszú szünet után, csak 2005 őszén kerültem újra a repülőgép-építés közelébe, amikor megismerkedhettem a Corvus Aircraft csapatával. Látogatásaim és baráti beszélgetéseink után úgy látták, a távlati céljaikhoz vezető út felderítésben, a következő típusuk megformálásában segítségükre lehetek. Magam is éreztem, hogy a közös munka vissza nem térő lehetőséget jelent a Doktori Képzés kínálta évek hatékony kiaknázásához, egy csodálatos terület mély megismeréséhez, az alkotáshoz.

Kivonat

A mesterművet kísérő értekezésemben több területtel foglalkozom, melyek egyrészt a téma előzményének, a repülés és a kis magánrepülők világának feltérképezését, elemzését tűzi ki célul, másrészt a problémafeltárást, a design lehetőségeinek, eszközeinek felderítését szolgálja.

Történeti áttekintéssel alapoztam meg a tervezési folyamatot, mivel fontosnak tartottam, hogy feldolgozzam a repülőgépek formavilágának fejlődését. Áttekintettem a repülőgépek kialakulását, azokat a szükségszerűségeket, melyek e szerkezetek fejlődését meghatározták. Feltérképeztem az egyes fejlesztések, új megoldások vagy anyagok használata miként befolyásolták a repülőgépek felépítését, szerkesztési és tervezési elvét. Mivel mesterművem a kisgépes repülőgépek kategóriájába tartozik, ezért hogy mélyebb tapasztalatokat gyűjtsek a tervezéshez alaposabban, minden oldalról megvizsgáltam e kevésbé ismert légijármű kategória világát.

A Corvus Aircrafttal történő együttműködésem megfelelő szakmai háttérrel biztosít a tervezési feladatomhoz szükséges műszaki megoldások megismeréséhez, de ennek ellenére fontosnak tartottam saját kutatást végezni a kisrepülőgépek szerkezetéről, anyaghasználatáról, különös tekintettel a kompozit technológiára.

Tervezési feladatom, programom célja, hogy letegyem az asztalra egy újszerű, egymotoros túrarepülőgép törzsének formatervét, mely a négyszemélyes utaskabinból indul ki és megfelelő, kényelmes helyet biztosít az újszerű megoldásokat felvonultató, ergonómiailag átgondolt tervek szerint.

Extract

In the study connected to my masterpiece I am discussing various problems of the special field of aviation. There is an overview of the history through which the main task of the study the highly unique world of airplanes of smaller measure will be analyzed. There is an even more creative part on the other hand, where problem-analyze will be discussed through exclusive design-approach, focusing further on the possibly offered solution.

My planning project was based on historical studies, as I wanted to have an image of development in form. I was interested in what necessities has inspired structural alterations and how new structures or materials let display new ways in styling and design. My masterpiece is an airplane of general aviation, a category of less known, which is a further motive for history-based analyze. Although the co-operation with Corvus Aircraft gives me the technical background, it was very important for me to do experimental analyze on my own, as well, above all that of concerning structure and composite-technologies in applied materials.

My perspective is to present a new design for the body of a one-engine aircraft in which the passengers' carbine can offer comfortable space for four person and the inventive solutions are based on ergonomic experiments.

Értekezésem tézisei

Az emberiség a történelme során a föld megismerésére, meghódítására, a távolságok leküzdésére számtalan földi és vízi eszközt fejlesztett ki. Ezzel szemben a levegő meghódítása sokáig váratott magára. A harmadik dimenzió leküzdése, a repülés iránti vágy szorosan összefügg az emberi lét történetével. Minden nép kultúrtörténetében találni repüléssel foglalkozó legendákat, ábrázolásokat. A legrégebbi történet Mezopotámiából származik, míg az európai irodalomban a görög Daidalosz és Ikarosz mondája a legismertebb.

A próbálkozások a találékonyyságon túl jól példázzák az ember küzdőképességét és kockázatvállalást, hiszen a korai kísérletek gyakran tragédiába torkolltak. Az első komolyabb próbálkozás Leonardo da Vinci nevéhez fűződik, aki többféle repülő szerkezet tervezett. A madárszárnyak leképezése nem csak az ő alkotásaiban, de még évszázadokkal később, így Lilienthal terveiben is megtalálhatók. Mégis az első sikeres repülés nem szárnyakkal, hanem léggömbbel történt, 1783-ban egy hőlégballonnal valósult meg. Annak ellenére, hogy a XIX. század még a ballonoké volt, már megjelentek az emberi erőt nélkülöző, levegőnél nehezebb sikló-repülőgépes próbálkozások. Az első merevszárnyú, önerőből repülő, motoros repülőgépek megjelenésére a XX. századig kellett várni.

Sajnálatos módon többnyire a repülőgépek katonai felhasználása miatt, de a fejlődés látványos volt. **A sok remek újítás, ötlet a légijárművek számtalan változatát hozta létre.** Mindössze néhány évtized múlva az ember által alkotott repülő szerkezetek elhagyták a föld légkörét is, és - jelenleg még ember nélkül - más bolygók megismerését is célba vették.

Ahogy a formatervezés változása, alakulása, úgy **a repülőgépek fejlődéstörténete** sem érthető meg a technika fejlődése nélkül. Kutatásom témáján – a merevszárnyú repülőgépek kialakulásán, fejlődésén – keresztül jól nyomon követhető az anyaghasználat és az abból következő formavilág alakulása, csakúgy, mint a tervezők szerepe a gépek formájának alakításában. Az aerodinamikai kutatások, tapasztalatok, valamint különösen az utóbbi egy-két évtized anyagkutatásai jelentős változásokat eredményeztek a légijárművek gyártástechnológiájában, a repülőgépek formájának alakulásában. Nem volt ez másképp kutatásom és mestermunkám területén, a kisrepülőgépeknél sem.

A kezdeti időkben az alapozó tudományos vizsgálatok hiányában a repülőgépeknél is szinte minden megoldás az egyes alkotók intuitív elképzelése alapján jött létre. Később a tervezőirodák meghatározó mérnökének, esetleg a felkért formatervezőnek a kézjegyei figyelhetők meg az egyes gyártók hangáraiból kiguruló típusokon.

Napjainkban kisrepülőgépek előállításával egyre többen foglalkoznak, s ahogy más termékek gyártói között dúló piaci verseny szereplőinek, úgy e magas műszaki tartalmú termékek előállítóinak is minden eszközt be kell vetniük a vásárlók megnyerése érdekében, hiszen a megrendelők e járművektől is az egyéb termékek esetében megszokott minőséget, átgondoltságot várják el. **A design nélkülözhetetlenné vált**, a kisrepülőgépek gyártóinak is fel kellett ismerniük, ha sikeresek akarnak lenni, iparáguknak is támaszkodnia kell a formatervezőkre. Amely cég a technológia korlátaira hivatkozva ezt nem veszi figyelembe, alulmarad. A kereskedelmi célú design – a styling – megkerülhetetlensége folytán a formatervező is csapattaggá válik, újító gondolatai, kreatív, analitikus gondolkodásmódja, az ergonómia és más területeken szerzett tapasztalata, formaadó képessége szerves részévé válhat a tervezési folyamatnak.

A számítógépes tervezés a repülőgép fejlesztésben is előrelépést jelentett. A korábban megszokott hagyományos modellezés nagymértékben (szinte a prototípusig) kiiktatható, mivel a számítógéppel támogatott tervezés (CAD) során az egyes változatok eleve virtuális modellben öltenek testet. Kézenfekvő **a virtuális modelleknek** a tekintélyes adatbázison alapuló ergonómiai embermodellekkel történő egybevetése. Ez a fajta modellezés hatékonyabban és pontosabban képes az egyes megoldások tesztelésére és a legtöbb esetben mentesít a jelentős költségekkel járó valóságos modellek létrehozásától. A virtuálisan rendelkezésre álló testalkatok sokfélesége, a nyersanyag és munkaóra megtakarítás ráadásul meg is gyorsítja a tervezést, a fejlesztést.

Az utazás biztonságának és komfortjának kutatása manapság a közlekedési eszközök fejlesztésének egyik legfontosabb területe. Mindezt legintenzívebben talán a személy- és áruszállító járműiparra volt jellemző, ahol többek között azokat a megoldásokat keresik, amelyek – különösen hosszabb utazás idején – a hasznos időtöltést (egyéni munka, tárgyalás, szórakozás stb.) segítik. Az utazási komfort növelésében a személyautókhoz hasonlóan a 4-6-8 személyes kisrepülőgépek tervezői ugyanezeket a kérdéseket feszegetik. **A hagyományos és a hagyományostól eltérő megoldások vizsgálata**, az előnyök és a várható hátrányok elemzése új lehetőségek forrása a kisrepülőgépeknél. Egy esetleg újszerű megoldás a megszokott vezető-utas téri helyzeten és kapcsolaton túlmutató speciális emberi viszonylatok létrejöttét is generálhatja.

1.1. The DLA Thesis in English

During the long human history mankind has invented various instruments for exploring and conquering the Earth, for surmounting distances both for ground and water. However the big step into the third dimension, the occupation of air had to be waited for long. Desire for flying, longing for the freedom of a free soaring bird has always been connected to the history of human being. There are legends, drawings, descriptions connecting to flying in the cultural history of nearly each people. The oldest one comes from Mesopotamia, while the most popular Greek story of Daidalos and Ikaros is the classical saga of flying in the European literature.

All these trials can be seen as a kind of ingenuity but also a highly hazardous venture, as the early attempts ended too often tragically. The first really scientific experiment was the one of Leonardo da Vinci, who planned different objects for flying, though the transformation of bird-wings were characteristic not just in his constructions, but centuries later, namely at Lilienthal, as well. Yet the first flying actions were managed not with the help of any wings, but with parachutes and balloons, while the very first human flight happened in 1783, with a hot-air balloon. Although the 19-th century was the era of balloons, new trends and ideas have already shaped the directions in invention. Gliding constructions heavier than air, without any human power were examined, but only the 20-th allowed the first engine driven airplanes with fixed wings.

From that point on was the development striking – unfortunately mainly because of military use – even more brilliant invention and idea has founded the world of aeroplanes together with all the rich variety of flying instruments. Some short decades later flying human constructions have left the atmosphere of Earth and started searching new planets – until now without human participation.

Development of technique is the base to understand both changes in design and evolution of airplanes. My theme, the development and evolution of fixed-wing airplanes gives good examples for the material determined and on the other hand for the individual role of designers in form-giving and shaping. Design and technology as well as form in plane construction were radically changed by material-testing and aero-dynamical research and experiences in the latest decades. Similar to the airplanes of general aviation in my research and my master work.

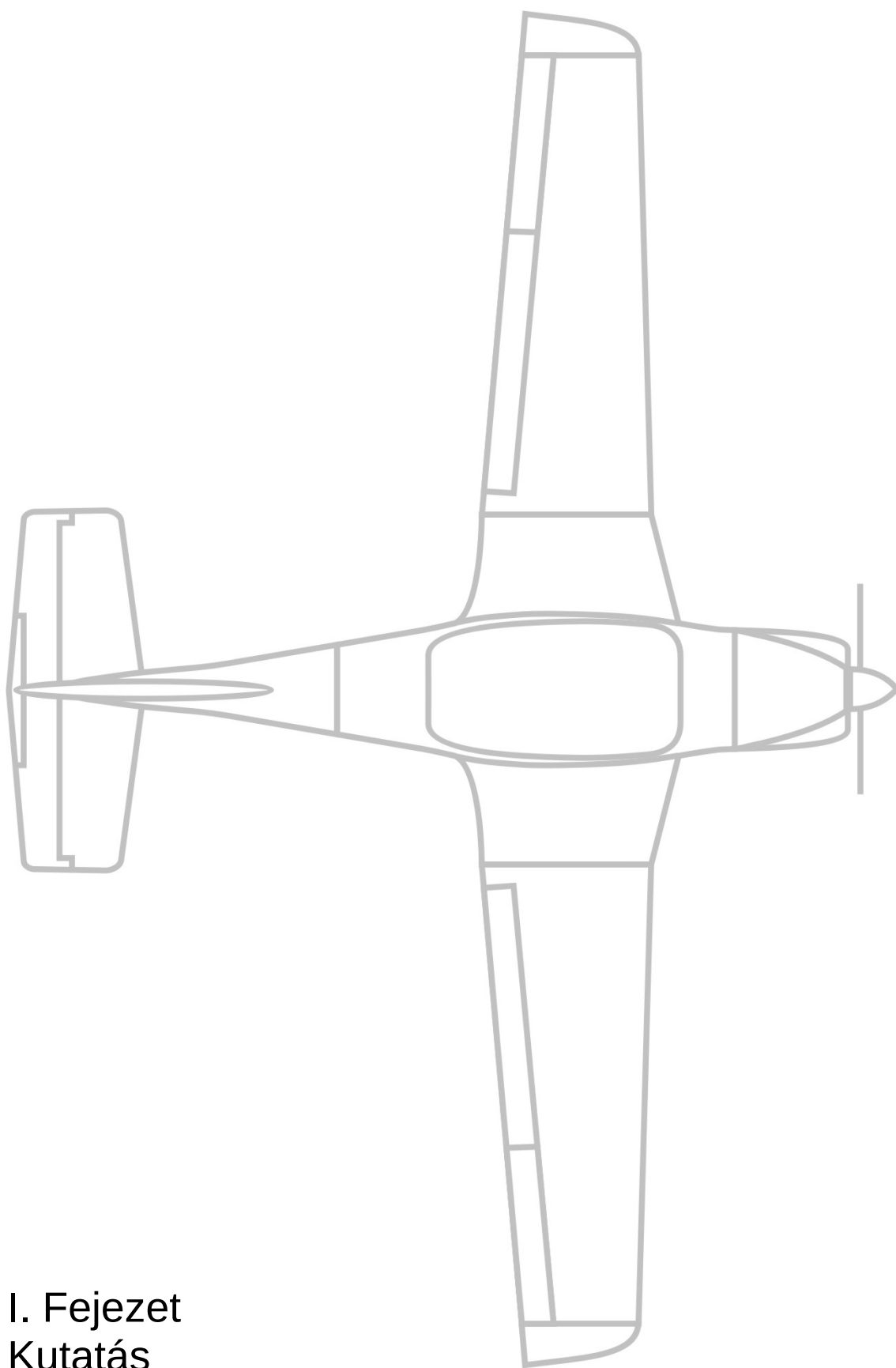
In the first times nearly all technical solutions were set up on an intuitive action of a particular designer, as there were no exact basic researches. Later one could see the initials of a design studio or a leader designer on the new planes coming out of the hangars one after the other.

Nowadays a lot of producers and designers participate in the market competition and they need to use the best technical solutions in order to win the consumer whose expectations are as high in the case of planes as in any other technical appliances. The marketing focused market let design give a definitely more important role. Plane producers have to accept design if they want market success. If design is limited by technology, producers will loose market. Through the consume-oriented designing, the styling get a new member into the team: the innovative way of thinking, creativity and ability for analyze, ergonomics and others of a designer may build id into the planning process.

Computer aided design has brought a improvement in planning planes, too. There is nearly no need of modeling n the planning process to the prototype. Cad systems allow variations in virtual space. In plane planning there is a huge data base for ergonomic on human models. Cad systems are more accurate and effective in testing and are able to avoid costs of modeling. The virtual data base of human physique can save time and row material while helps setting up time of design process.

Comfort and safety of air vehicles is the most important field of research and development. Until now it was characteristic for the passenger and commercial transport, where the main task was how to use time of travel on a useful way (talking, individual activity, relaxing etc.). Designers of 4-6-8 person planes seem to ask the same questions in the travel comfort.

Examination of traditional and untraditional solutions, analyze of costs and benefits can open new perspectives in plane design. A possible new design is able to reform traditional pilot-passenger connections and generate further special connotations.



I. Fejezet Kutatás

I. Kutatás

1. A merevszárnyú repülőgépek kialakulása, formavilágának fejlődése

A repülés gondolata egyidős az emberrel, minden korban és minden civilizációban megjelent a szárnyalás vágya. Számtalan elképzelés maradt fenn, különböző formában és jó néhány kísérlet fulladt kudarcba, míg lassan rátaláltunk a helyes útra, módszerekre. A hőléggallon és a léghajózás jelentette az első bizonyítékot, majd a siklórepülések, a motorok fejlődése hozta meg az álom beteljesülését, mindenki számára elérhetővé téve a repülést.

A motoros repülés századik évfordulóján, 2003-ban világszerte kiállításokon és a sajtóban mutatták be a Wright testvérek nagy tettét és a repülés első évszázadát. Fontos volt ez a megemlékezés, a ma emberét sajnos már nem igazán hozza lázba a felemelkedés, a száguldás lehetősége. Sokszor csak a felszolgált kávé hőfoka köti le a repülőn ülő figyelmét. A távolságok könnyű áthidalhatóságát lehetővé tevő szerkezetek kialakulása, a mai gépcsodák felépítése, teljesen mellékessé vált, pedig a kísérletező aviatikusok nagy kockázatot vállaltak eredményeikért. Nem egyszer az életükkel fizettek a helyes eljárások megtalálásáért. Repülő körökben ma is vallják: a repülés szabályait vérrel írták.

A már bejáratott megoldások birtokában sem alakultak automatikusan a repülőgépek, még ha az evolúció oly magától értetődőnek is tűnik. A fejlesztőknek mindig az épp felbukkanó új ismeret, anyag vagy megoldás segítségével kellett egyet előrelépniük az általuk már ismert szerkezetekhez képest: javítaniuk a teljesítményen, növelni a sebességet, vagy csak a megbízhatóságot. Nem zajlottak láthatatlanul ezek a folyamatok. A repülőgépek külső megjelenése nagyon beszédes, a történet meg van írva a fadúcokon, fémlemezeken. Olvasnunk kell a huzalok, a szegecsek között, de nem árt, ha a repülés történetét is segítségül hívjuk.

Munkámban a merev szárnyú repülőgépek formavilágának alakulását veszem górcső alá, az egyes változások miértjeinek felderítésével világítom meg a mérföldköveket, a fordulópontot jelentő típusokat, a mögöttük álló embereket.

1.1. Szárnyalni: mint a madár

Minden korból találunk legendákat, mítoszokat, melyben különféle lények szárnyalnak, időnként egyes kiválasztottakat is a levegőbe emelve. A legelső ilyen emlék Mezopotámiából került elő, ahol egy az időszámításunk előtt 2300 évvel készült pecsételő hengeren Etana királyt ábrázolják, aki egy sas hátán repül az emberek fölé.¹

Olyan történetek is felbukkannak, ahol a leleményes hősök maguk készítenek valamilyen eszközt, amelynek segítségével az égbe emelkedhetnek, - vagy akár a Napig. Az ie.750 körül keletkezett mondából tudjuk, Ikarosz nem hallgatva apjára, Daidaloszra túl magasra szállt, a karjáról leváltak a viasszal rögzített madártollak, s a mélyben lelte halálát.

Mint érdekes távolkeleti párhuzam, fennmaradt egy kedvezőbb kimenetelű japán legenda is. A történet szerint az Oshima szigetére száműzött samuráj, Minamoto-no-Tametomo épített egy óriási, négyzetes sárkányt, melyre rákötötte fiát, és sikeresen átröptette a szabadságot jelentő szárazföldre.² A valóság az, hogy az ember és teherszállító sárkányokat a közelmúltig használták, de már az 1282-es útleírásában Marco Polo is beszámol ilyen repülésről.

Ikaroszhoz hasonlították Simon mágus repülését is kortársai, aki hiába csapkodott szárnyival, egy fáról elrugaszkodva, Nero szeme láttára zuhant le i.sz. 67-ben. Rajta kívül még sokan és sokáig próbálkoztak saját erőből a levegőbe emelkedni, annak ellenére, hogy már Arisztotelész is kijelentette, hogy „Ha az ember repülhetne, akkor lennének szárnyai”.³

Hosszú évszázadokon keresztül a technikai elmaradottság mellett a keresztény befolyás is korlátozta a repülés fejlődését. I. Kelemen pápa egyik munkája is arról tanúskodik, hogy az egyház a repülés tudományában az ördög művét látta. 1161-ben olyan repülési kísérlet játszódik le, melynek már krónikása is akad Nikétász Akominátosz bizánci író személyében.

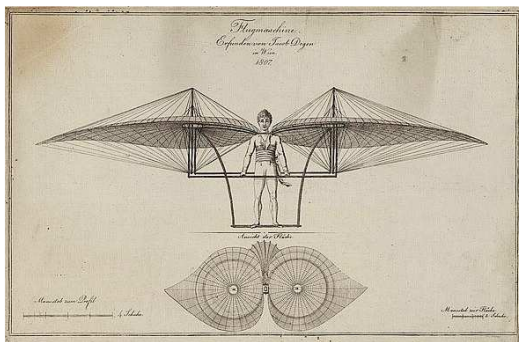
¹ Bodóczy István: *Sárkányépítés*, Műszaki Könyvkiadó, 1982. p11

² <http://www.design-technology.org/kite3.htm>

³ idézi: Galántai Zoltán: *A csapkodószárnyas repülőgépek története* Uránusz, 1997. p22.

Kétségtelenül a legismertebb ilyen szerkezetet Leonardo da Vinci tervezte. Ornithopterének (csapkodószárnyas repülőgép) megalkotását a madarak röptének alapos kutatása előzte meg. Bonyolult szerkezetét különböző áttételek segítségével a karon kívül a láb, a törzs, de még a nyak izmai is működtették.

Az elkövetkező évszázadokat végigkísérték a különféle madárszerű szerkezetek. Többnyire fából, textilből igyekeztek csapkodó szárnyat készíteni, néha rugós, áttételes visszahúzó rásegítőkkal. 1812-ben a bécsi órásmester,



1. Degen repülőszerkezete 1812

Jacob Degen derék magasságba szerelt, elliptikus szárnyainak felületére számtalan csappantyút szerkesztett, melyek lecsapáskor záródtak, felemelkedéskor kinyíltak. Mivel a mechanizáció ennyiben ki is merült, mondhatjuk, hogy ő készítette az első merevszárnyú repülőeszközt.⁴

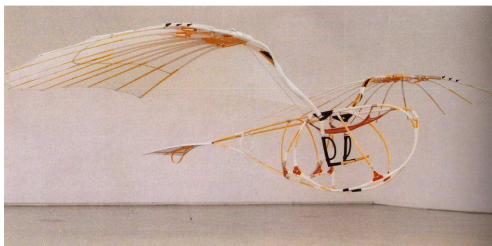
Néhány bogár és denevér előképtől eltekintve, az ornithopterek nevüknek megfelelően, madarakat mintáztak. A nagyobb szerkezetek orr része rendszerint madárfejet mintázott, mivel az akkori felfogás szerint a csőr, ill. a madarak fejének felépítése hasonlít a hajó elejére, így az a levegőt is jól szeli. Nem kívánok a ballonokra, léghajókra kitérni, de a levegőnél nehezebb repülő alkalmatosságoknál is megfigyelhető a hajózás hatása. Számos ábrázoláson repülnek a levegő óceánján evezőkkel hajtott, vagy szárnyak által felemelt árbocos, kormánylapátos hajótestek. Pierre Deforges (1772) fűzfagondolás, evező-szárnyas szerkezetében utazó pilótának kartonból készített, üvegszemmel ellátott madárfej sípkát szán, - a túlságosan nagy sebesség ellen pedig papundeclit csavartat a gyomor köré. A madarakkal való alaki kapcsolat további szép példája, hogy egy kétszemélyes változatát, melynél az utas a pilóta alatt foglalt volna helyet, úgy indokolta, hogy „olyan mintha egy sas galambot szállítana a karmaiban.”⁵

⁴ <http://www.fiddlersgreen.net/AC/aircraft/Degen-Ornithopter/info/info.htm>

⁵ Galántai Zoltán: *i.m.* p58.

Az analógiáktól elszakadásra bíztat később James Means. 1884-ben azt mondja, hogy "Egyes angol tudósok a madárrepülés lehető legunalmasabb analízisét végezték el, hogy mechanikusan utánozhassák azt.... De a Természet túlságosan hű másolója szokszor inkább akadály, mint segítség... tételezzük fel, hogy a világnak gőzmozdonyra volt szüksége. Ha a feltaláló a Természetben megfigyelhető példát vette volna figyelembe modellje elkészítéséhez, minden bizonnyal az elefántot választja, mint a legerősebb állatot. Ha tehát a feltaláló követi a Természet módszerét, akkor annak, aki problémáinkat a szárnymozgások tanulmányozásával akarja megoldani, hatalmas, lábakkal és karokkal ellátott szerkezetet kellene konstruálnia..."⁶

Azt gondolnánk, hogy a fentieket figyelembe véve, mindenki letesz a csapkodószárny fejlesztéséről, különösen az után, hogy Hermann von Helmholtz (1821-1894) megállapítja, hogy a 4 kg-os gólya izomzatának 12.5%-át használja a repüléshez, és hogy mellünk és lábunk összes izmai súlyunk csupán 3%-át teszik ki. Ez nem így történt, Vladimir Tatlin például a XX. században alkotja meg Letatlin (1929) nevű ornithopterét, amelyről azt reméli, hogy hétköznapi használati tárggyá válhat, amolyan légi kerekezésre való járművé. A szerkezet kialakításánál ő is a madarakat vette mintául:" Az élő szerves formák... megfigyeléséből arra a következtetésre jutottam, hogy a legesztétikusabb formák egyben a leggazdaságosabbak."⁷



2. Letatlin 1929

Sokan végül mégis tudomásul vették, hogy az ember nem tudja saját erejéből kellő erővel csapkodni szárnyait, és gőzmotorral próbálkoznak. Többek között Edison is tervez ornithoptert, de kísérleteit hamarosan abbahagyja, mert véleménye szerint „a dolgot addig nem fogják megvalósítani, amíg egy 50LE-s gép kb. 40 font súlyú nem lesz.”⁸

⁶ Means, James Howard: *James Means and the Problem of Manflight During the Period 1882*. Smithsonian Institution, 1964

⁷ idézi Ernyey Gyula: „*DESIGN Tervezéselmélet és termékformálás*” Dialóg Campus, 2000, p.128.

⁸ idézi: Galántai Zoltán: *i.m.* p.74

A felemelkedés lehetőségét a brit Francis Herbert Wenham (1866) egy újabb formai újítás kikísérletezésével keresi. Bízató módon a bogarak kemény szárnyfedőjéhez hasonlóan, egy pár merev szárnnal tervezi a felhajtóerő képzését, és a csapkodószárnnal csak az előrehaladást biztosítaná. Sajnos munkája eleve kudarcra volt ítélve, ugyanis nem tervezett gépeire farokrészt, mely repülés esetén a stabilitást biztosíthatta volna.⁹ Ezzel a mai repülőgépek egyik eleme, a mozdulatlan szárny már körvonalazódni látszik, de a megfelelő emelő erő eléréséhez még alapos kutatásokra volt szükség.

Külön fejezetet érdemelne a kerékpár és a repülés kapcsolata.

Az emberi erő e hatékony hasznosítójával sokan és sokféleképp próbálkoztak a levegőbe emelkedni, a gyors nekifutás biztosításán kívül később is remek építési alapot jelentett számtalan szerkezet számára. A küllős kerekek, csővázak még sokáig jellemzik az első repülőgépeket.

Végezetül, meg kell említeni, hogy az ember nem ismer lehetetlent, s a technológia fokozatos fejlődésének köszönhetően 1935-ben, Németországban megépült az első, emberi erővel repülő szerkezet a MUFLI (Muskelkraft-Flugzeug)¹⁰. Ez inkább vitorlázó volt, de 1961. november 9-én sikerült Derek Piggottnak saját, emberi erejéből felszállnia és 650 métert repülnie. A leglátványosabb eredmény azonban a La Manche csatorna átrepülése volt 1979-ben, amit a Gossamer Albatross nevű pedálhajtású, nagy fesztávolságú repülővel teljesítették. Ennek létrejöttét a könnyűfém váz és a legújabb vitorlaanyagok tették lehetővé, s a felismerés, hogy amennyiben az ember erejét kívánják hasznosítani, a lábat s nem a karokat kell munkára fogni.



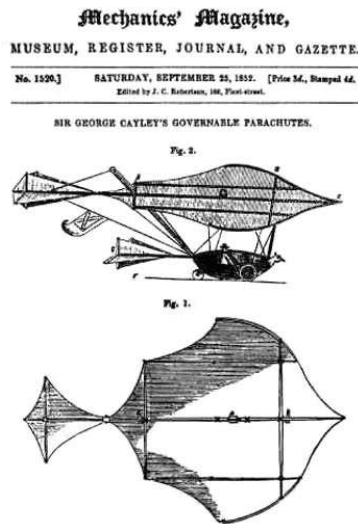
3. Pedállal a tenger felett 1979

⁹ Galántai Zoltán: *i.m.* p71.

¹⁰ <http://4thefirsttime.blogspot.com>

1.2. Szelek szárnyán

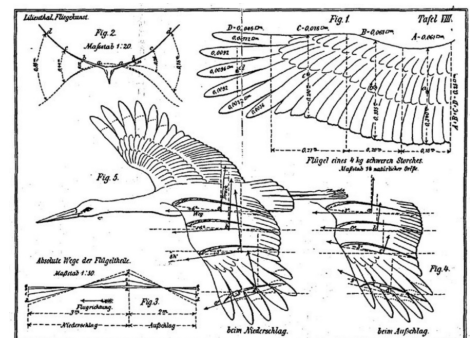
A madarak repülésének tanulmányozása nem csupán a szárnycsapások vizsgálatára korlátozódott. A kezdetektől csodálták a mozdulatlan, kiterjesztett szárnyakkal vitorlázó madarak siklását is.



4.

Sir George Cayley több, felhajtóerőt képező szárnyformát is kipróbált, míg végül 1853-ban megépítette az első siklórepülőt, mely már egy embert is elbír. Három szárnyal ellátott kocsija, az észak angliai Brompton Dale felett 275 métert repült mielőtt lezuhant.¹¹ A tudományos kísérletekkel alátámasztott tervezés eredményeként létrejött szerkezeténél ő sem tudott szakítani a madár-motívummal, járművének orrészét madárfej díszítette.

Még az irányított repülés atyjának tartott Otto Lilienthal (1848-1896) szerkezeteinek vonalai is csak fokozatosan tisztulnak le. Csak utolsó szárnyai záródnak határozott kontúrral, első siklószárnyainak nélkülözhetetlen elemei voltak az evezőtollak, ami nem is csoda, hiszen alaposan körüljárta e témát. Eredményeit 1889-ben „A madarak repülése, mint a repülés alapja” című könyvében teszi közzé.¹² Ötletes szárnyai egyébként összezsukhatóak is voltak, mivel Berlin melletti dombjára naponta többször kellett a hátán felvinnie. Súlypontáthelyezéssel kormányzású lesiklásai, a mai sárkányrepülést is megalapozták. Sajnos



5.,6.. Lilienthal madárrajza és siklószárnya 1893

¹¹ <http://www.centennialofflight.gov/essay/Prehistory/Cayley/PH2.htm>

¹² <http://www.lilienthal-museum.de/olma/213.htm>

egy szerencsétlen repülése során életét veszttette, így örök titok marad, meddig jutott volna kísérleteivel.

Az óceán másik partján, Octave Chanute (1832-1910) nem maga repült siklórepülőivel. Elismert hídépítő mérnök volt, nem is csoda, hogy több szintes szerkezetein az ívelt profilú pálcákat szigorúan párhuzamos rendszerben építette be. Igyekezett mindent a lehető legkisebb súllyal, legkevesebb elemmel megoldani. Egyszerű és hatékony szárny megoldásai nagyban segítették a Wright testvéreket kísérleteikben.

1.3. Motor és hatása az építésre

A Wright testvérek több siklógépet is építettek, melyekkel számos repülést is végrehajtottak, nem úgy, mint versenytársuk, Samuel Langley. A cél, az első önerőből végrehajtott felszállás volt. A sikeres vitorlázó repülések és az Edison által már említett könnyű motorok megjelenése ugyanis megteremtették a lehetőséget a továbblépésre, a szárnyas szerkezetek önálló mozgására.

A meghajtást biztosító, és a repülőgépek egyik fő ismertető jelének számító propeller már régóta ismert eszköz volt. Vízszállításra már az egyiptomiak is alkalmazták, Leonardo pedig a repülésben rá váró szerepet is megjósolta. Már a léghajózás hajnalán, 1784-ben alkalmaztak légcsavart légijárművön. Jean Baptiste Meusnier szerkezetén a háromágú propellert még a legénység hajtotta emberi erővel¹³, de 1852-ben Jules Henri Giffard léghajóján már átvette a munkát a gőzmotor, sebessége 7-11km/h volt¹⁴.

Orville és Wilbur Wright Flyer I. elnevezésű repülőjük nem nagyon tért el korábbi kétfedeles - hosszas kísérletező munka során tökéletesített - repülőiktől, azon a fontos változáson kívül, hogy motor került a siklógépre. Ez szó szerint értendő, mivel minden burkolat nélkül, egyszerűen rászertették az általuk épített motort a hasaló pilóta mellé, az alsó szárnyra. Innen hajtották meg két, nagy átmérőjű légcsavarjukat biciklilánc áttétel segítségével. Kézenfekvő volt e

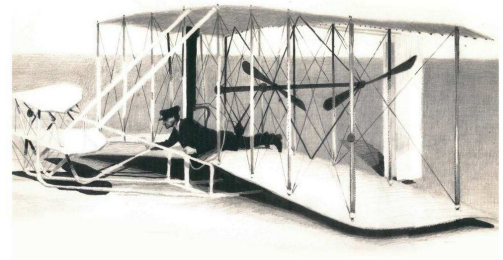
¹³ Gerhard Wissmann: *A repülés története*, Táncsics, 1964 p120

¹⁴ Gerhard Wissmann: i.m. p131

megoldás, hiszen kerékpár műszerészek voltak. A testvérpár amúgy nem a szépségre, hanem a célszerűsége törekedett, a vásznat nem ragasztották a szárnyra, hanem szögelték, a légcsavarok ellentétes forgásirányát pedig úgy oldották meg, hogy az egyik láncot nyolcas alakban megcsavarták.¹⁵

Az első repülőgép megjelenése magán viseli a kialakulás jegyeit, kezdeti módozatait. Előképpel nem rendelkezvén, a már közismert, s az általuk hozzáadott új szerkezeti elemeket építették össze¹⁶, például:

- a szárnyak profilja, merevítése - aviatikusok;
- benzinmotor - automobil;
- a sínról indítás - vasút;
- a meghajtás - kerékpárlánc.



Nem kívánom csökkenteni érdemeiket,

7.

hiszen számos megoldás bizonyítja előrelátó gondolkodásukat, mint például a kormányzás tökéletesítése. Kortársaikkal ellentétben az egész szárny elcsavarásával csűrő irányban is irányítani tudták gépüket, ami nélkül a felszállás után nem sokáig maradhattak volna a levegőben. Lilienthal halálát is egy csavaró irányú széllelés okozta, melyet neki még nem volt mivel ellenkormányoznia. Otto Lilienthal balesete az oka annak is, hogy első ránézésre nem érezzük igazán repülőgép szerűnek e szerkezetet. A testvérpárt annyira foglalkoztatta az eset, hogy egyik elsődleges szempontjukká tették a biztonságot, ezért a mai típusok többségével ellentétben, a magassági kormányfelületet elöl helyezték el, még hozzá megerősített és előrenyúló alsó merevítővel, az esetleges becsapódás tompítására.



8. Bleriot IX 1909. (festményemen)

¹⁵ Gerhard Wissmann: i.m. p281

¹⁶ Ernyey Gyula Stephenson gőzmozdonyáról írt gondolata nyomán. (in: *Az ipari forma története*, Corvina, 1983.)

Valahogy így nézett ki tehát az újszülött, melyet nem fogadott egyértelmű lelkesedéssel környezete. Sokan gúnyolták megjelenéséért, de támadásoknak volt kitéve az elv is. Még köztisztelőben álló tudósok is játékszernek tekintették, mindaddig, amíg felcseperedve és megizmosodva be nem bizonyította életrevalóságát. Ez csak hat év elteltével, 1909-ben Bleriot Csatorna átrepülésével történt meg.

Bleriot IX.-es jelzésű szerkezete már az előbb felsorolt alkotóelemek átgondolt, egyszerűsített alkalmazását, biztonságosabb, szerves egységét sugallta. A motor, s a légcsavar az újonnan kialakított törzs orrára került. Ez a szilárd, csővázis központi hely tartotta az egyetlen szárnyat, az üzemanyagot és az immár kerek futóművet. A pilóta is ennek közelében, a súlypontban foglalt helyet, hogy jól érzékelhesse a gép mozdulatait. A forma előremutató volt, nem lépett túl rajta az idő, mint kortársai mai szemmel nézve kevésbé bizalomgerjesztő szerkezetein.

E korszakalkotó típus kialakítása előtt Bleriot is számos formai változattal kísérletezett, mint például az elliptikus szárnyú vízirepülő, a „Bleriot III.”¹⁷.



9. Bleriot III. 1906.

1.4. A nagykorú repülőgép

A La Manche csatorna átrepülése -"Anglia nem sziget többé!"- győzte meg az egyre erősebben fegyverkező államok hadvezéreit is a repülőgép nyújtotta lehetőségekről. Az I. világháború kitörésekor már minden hadba lépő állam rendelkezett bizonyos repülőalakulatokkal. Ezek állománya zömében felderítő monoplánokból állt ekkor, még komolyabb feladatot nem bíztak az aviatikára, mely igaz, másra nem is lett volna képes. Ha a háború első hónapjaiban összecsapásra került sor, a pilóták pisztollyal támadták egymást. A változás, a gépfegyver szinkronizálása a légcsavarral, az egyfedelű Fokker E I.-en jelent

¹⁷ <http://www.earlyaviator.com/archive1.htm>

meg. Ez felgyorsította a fejlődést. Korábban lassú, kétüléses gépeket gyártottak, hiszen a felderítő tisztek biztonságban érezték magukat a levegőben. Utána életre-halálra ment a vadászat, mindkét fél gyorsabban és magasabbra akart repülni, valamint, minél erősebb fegyvert akart magával vinni. Minden részletre figyeltek, hogy ezt elérjék. Az eddigi kísérletező aviatikusok szerepét tudósok, gyári konstruktőrök vették át.

Az Anthony Fokker (1890-1939) által tervezett „E I.” típusú repülőgép nagyfokú hasonlóságot mutat a Bleriot IX –el. Igaz, burkolva volt a motorja, de a törzs java még nyitott rács volt, s rengeteg huzal tartotta a szárnyat. Később azonban a törzset végig lefedték, a motorokon körbeért a burkolat, a merevítők minimálisra csökkentek, és a



10. Fokker E I. 1915.

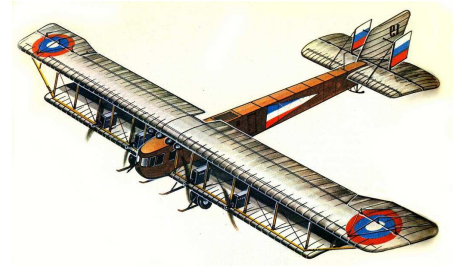


11. Fokker Dri. 1917.

kerekek küllőit is beborították. Új színfoltot hozott a repülőgép építésbe a soros motor megjelenése, mely nagyméretű vízhűtőt igényelt és a csillagmotortól eltérően a gépen hosszában helyezkedik el. A motorteljesítmények mégsem fejlődtek rohamos tempóban, a felhajtóerőre viszont szükség volt. Ezt nagyobb hordfelülettel

tudták biztosítani, de a fesztávolság növelése csapnivaló repülő és manőverező tulajdonságokkal párosult. Újra előtérbe kerültek a kétfedelűek, próbálkoztak azonban a háromfedelű vadászokkal is, mint a Sopwith Triplane és a mind közül a legjellegzetesebb, a szinte emblemikus Fokker Dri.

Még az I. világháború előtt megindul a repülőgépek funkció szerinti különválása, ez is hozott felépítésbeli és formai változásokat. A kezdeti felderítő és az előbb leírt fürgé vadásztípusokon kívül megjelentek a lomha, többmotoros bombázók is. Az első, a legelőremutatóbb „fecske” az orosz Igor



12. Ilya Muromec 1913.

Szikorszkij (1889-1972) gépe, az Ilya Muromec volt, mely a maga idejében (1913) vakmerő vállalkozásnak számított. A 10-20 ember szállítására is alkalmas négymotoros gép sikerén felbuzdulva az angolok, németek is megépítették a maguk többnyire kétmotoros, éjszaka is bevethető, védőfegyverrel ellátott bombázóit. Ezeknél a típusoknál kikristályosodott megoldások és formajegyek jellemzik a polgári gépeket is, egészen a 20-as évekig: kétfedelűek, két motor az alsó vagy a felső szárnyhoz illesztve külön gondolában, melyekhez a főfutókat is kapcsolták.

Mindezek ellenére a világháború csak a teljesítmény és a megbízhatóság terén jelentett előrelépést, a repülőgépek felépítésében nem történt nagy változás. Még mindig faváz, vászonborítású és huzalmerevítésű szerkezetek szeltek a levegőt. Az áttörést a német repülőipar produkálta, elkészült az első teljesen fémépítésű repülőgép. A már 1918-ban elkészített és még épp hogy bevetett Junkers CL 1 (J10), ez a kétszemélyes csatarepülőgép volt az első külső merevítő és huzalok nélkül épített repülőgép. Vázszerkezete és burkolata is duralumíniumból készült, melyet kívül, a nagyobb terhelhetőség érdekében hullámlemezként alkalmaztak. Ez az anyagkezelésből is adódó formajegy és a szögletes karakter az összes Junkers típust összetéveszthetetlenné teszi.

E korszerű repülőgépek őszinte elismerést vívtak ki a technika eredményei iránt amúgy is fogékony környezetében, a Junkers Művekkel egy városban, Dessauban működő Bauhaus tanítványok körében. A technika alkotásait műalkotás számba vevő német fiataloknál is nagyobb becsben tartották a repülőgépet a 10-es évek olasz, orosz futuristái, akik a sebességet, a repülést Istenként imádták.

A háború lezárása után Hugo Junkers (1859-1935) a polgári típusok felé fordult. Az 1919-ben elkészült, szintén fémépítésű F-13-as teljesen zárt kabinjával új korszakot nyitott a polgári repülőgép-építés történetében. Magán viseli a Junkers-konstrukciók minden jellegzetességét, ennél a típusnál az



13. Junkers F13. 1919.

összes addig gyűjtött tapasztalatot figyelembe veszik. A hordfelületek duralumínium csőtartókból állnak, amelyeket gerinclemezek kapcsolnak össze szilárd vázzá. Bordákat ennél a repülőgépnél egyáltalában nem alkalmaznak. A szárnyprofilokat közvetlenül a duralumínium hullámlemez burkolat és a főtartók rendszere alakítja ki. Burkolat céljára tudatosan választják a hullámlemezt, mivel súlya rendkívül csekély, viszont szilárdsága nagy, előállítási módja igen egyszerű. Karbantartási és fenntartási költsége pedig kisebb, szinte elpusztíthatatlan. A vászonburkolatú repülőgépeknél például a burkolatot két-háromévenként teljesen ki kell cserélni, ami igen költséges és időrabló munka.¹⁸ Ennek az úttörő típusnak egy példányát ma is megtekinthetjük a budapesti Közlekedési Múzeumban. A cég irányvonalának csúcspontja a hazánkban is gyártott, JU-52 volt, amely a terveknek megfelelően már 3 motorral, 17 utast szállított békeidőben, később pedig a német hadsereg fő igáslovaként szolgáltá végig a következő háborút.



14. Douglas DC-3 1935.

A hullámlemez, a csőmerevítők és a szögletes kialakítás túlhaladottá vált. Napjaink repülőgépeinek klasszikus, mondhatjuk ideális alakját Donald W. Douglasnak és tervező csapatának, így az abban dolgozó Kármán Tódornak köszönhetjük. A DC-1-ből kialakított DC-3 (1935) a világ legsikeresebb

repülőgépe. Tervezője remekül megragadta ennek az új eszköznek a belső sa-

¹⁸ Gerhard Wissmann: i.m. p378-379

játosságait, és jelentéshordozó, tetszetős, már-már szeretni való formát kölcsönzött neki. A kerek törzs tompa, gömbölyded orrától ívelő, farokban csúcsosodó csepp alakú forma a szárnyak alakját is jellemzik. A gép 1935. december 17-én repült először, és még ma is nagyon sok repülőképes példány létezik. A gép fő újdonsága az önhordó, héjszerkezetű, kör keresztmetszetű törzs volt, amelyet addig csak néhány kísérleti katonai gépen mertek alkalmazni. Ma már csak nagyon kevés repülőgép repül rácsszerkezetű törzzsel: a könnyű műrepülőgépek, és az ultra könnyű (UL.) kategóriájú lélekvesztőkön alkalmazzák ezt a megoldást. A II. világháborúban fényes katonai karriert futott be C- 47 néven, az amerikai légierő alap szállítógépe volt. Természetesen becenevet is kapott, a világon mindenütt Dakota néven ismerik, nálunk Tevének becézték hihetetlen terhelhetősége és igénytelensége miatt. Kelet Európai országokban is megismerték és megszerették a típust, a szovjet repülőgépgyárak is futószalagon ontották Li-2 néven. „A DC 3, - írja Jay Doblin- ugyanazt tette a kereskedelmi repülésért, mint a T modell a földi szállításért. A gépnek tiszta, és hatékony áramvonalas formája volt, amelynek csinos, ragyogó, teljesen alumínium külseje megteremtette a mintát az utána jövő utasszállító repülőgépek számára.”¹⁹

A repülőgép vitathatatlanul az emberi teljesítőképesség, a technika mindenhatóságának, a szimbólumává vált. Ezt az afrikai, sarkköri expedíciók és az óceánrepülések merész pilótáinak köszönhetjük. Sokszor nem csak a kimerítő utakra vállalkoztak, hanem a repülőgép kialakításában is részt vettek.



15. Charles Lindbergh

Charles Lindbergh például a Ryan Airways Corp. mérnökeivel saját elképzelései szerint tervezte meg „Spirit of St. Louis” nevű gépét. Céljuk egy annyira funkcionális egymotoros volt, melynél az üzemanyagtartály mérete miatt még az előre kilátásról is lemondtak, Lindbergh a menetirányba csak egy kis periszkópon keresztül

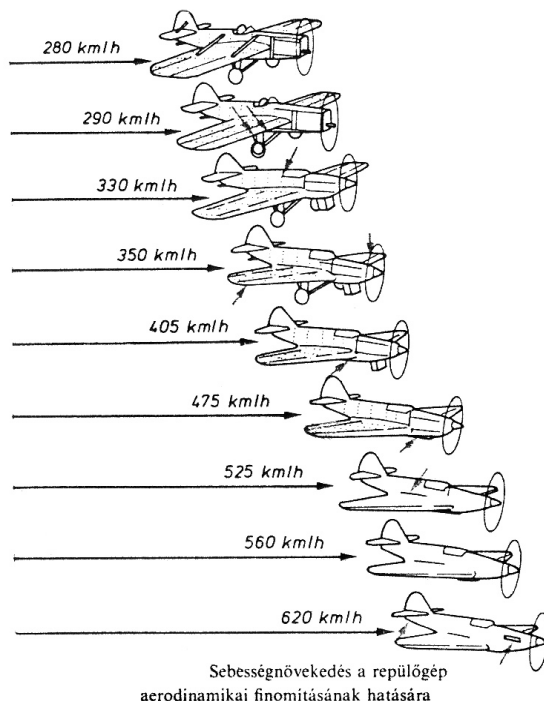
¹⁹ idézi Ernyey Gyula: *i.m.* p.178.

látott, de oldalra is csak egy kis ablakot terveztek.

A léghajókkal konkuráló vízi-repülőgépeknél egyfajta gigantománia jelentkezik. Egyszerre több száz utast akartak az óceánok felett átröpíteni a nagyobb profit érdekében, ám hiába sorakoztattak a lenyűgöző méretű, csónaktestű gépeknek a szárnyaira 6-10 motort, a technika színvonala nem engedte, hogy megelőzzék koruk lehetőségeit. Sem a Dornier „Do-X” (1929), de még később, Hughes hatalmas gépe a „Flying Boat” (1947) sem tudott tartósan pár száz méternél magasabbra emelkedni. Idővel a négymotoros, közepes típusok, mint a Shorts Sunderland (1937), a Boeing 314 Clipper (1938) azonban szorgalmasan járták a föld óceánjait. Robosztus testük érdekes ötvözete volt az óceánjárók és a fémépítésű repülőgépek formavilágának.



16. Dornier Do-X



A méretek, a távolságok mellett a legnagyobb versengés a sebességért folyt. A technikai, formai újdonságokat az aerodinamika egyre alaposabb ismerete segítette. Már a Wright testvérek is építettek maguknak kis szélcsatornát, és az I. vh. alatt is figyelmet fordítottak a gépek alakjára, de a szélcsatornás tervezés csak a sebesség ugrásszerű növekedésével kapott főszerepet. A kísérletek

17. eredményeit alkalmazva elhagytak

minden felesleges elemet, a pilótaülést lefedték, a futóműveket eleinte csepp alakú burkolattal látták el, majd behúzhatóvá tették, később takarólemezekkel

lefedve teljesen elrejtették. Megjegyzem, a korszerű Boeing 737-es utasszállító főfutó kereke takarólemez nélkül utazik.

Az önhordó szárnyak, vezérsíkok is egyre jobban elterjedtek. A vászonborítást először a törzs felső részén, majd az oldalán váltották fel furnérral, végül fokozatosan áttértek fémlemezre. Ezeket az anyagokat a későbbiekben is kombinálták, még fém-vászon borítást is sokáig láthatunk, de amikor már az élvonalbeli típusokat kivétel nélkül fémből készítették, a páratlan teljesítményű kétmotoros De Havilland Mosquitot (1937) teljesen ragasztott fából építették.



18. Szélcsatorna kísérlet 1928.

A folyadékhűtéses soros motorok karcsúbb, kisebb légellenállású törzset tesznek lehetővé. Az egyszerűbb üzemelés és a kedvezőbb súly/lóerő arány miatt soha nem merült feledésbe a léghűtéses csillagmotorok alkalmazása, mely drasztikusabb külsőt adott a gépeknek. Igaz, a hűtést elősegítő és a szabályozást lehetővé tevő NACA gyűrű szinte egybesímította a törzsszel a gép orrészét, elfedve a hűtőbordákkal borított hengerek koszorúját. 1929 februárjában a Lengley kutató központ mérnökei egy kölcsönzött Curtiss AT-5 típusú kétfedelű 190km/h sebességét csupán a gyűrű felszerelésével 220km/h-ra tudták növelni.²⁰

Az egymotoros gépek alakja Bleriot óta töretlenül fejlődött, formáik a célszerűség szépségét sugározzák: a légcavarkúptól a gép farkáig csak a kabintető, ill. alul az olajütő töri meg az ívet, idővel ez is a szárnyba kerül besüllyesztésre. A V állást kapott szárnyak és vezérsíkok száma a minimálisra csökkent.

A polgári repülő-gépgyártó vállalatok és tervezők békés vetélkedésének leple alatt a készülődő háború vadászgépeit is kikísérletezték. Így Angliában, a

²⁰ Vernon W. Ruttan: *Is war necessary for economic growth?*
<http://www.apec.umn.edu/faculty/vruttan/Chap3-Aircraft.pdf>

Reginald Mitchell tervei szerint épült Supermarine SB6 mely, 1931-ben elnyeri vízi repülőgépek Schneider Kupáját képezi a későbbi Spitfire alapját. A német Bf-209-es típussal pedig 1937-ben egy zürichi bemutatón állítják fel a szárazföldi repülőgépek sebességi világrekordját.



Messerschmitt Bf-109



Supermarine Spitfire

19.

Első pillantásra hasonlónak tűnhet Willy Messerschmitt híres gépe a 109-es és a Spitfire, mivel soros motoruk és alsószárnyas elrendezésük azonos konfigurációt eredményez, mégis a számtalan apró eltérésnek köszönhetően (szögletes kabintető, vezérsík lezárások, motorburkolatok íve stb.) egyéni karakterrel rendelkeznek.

Az egyes tervezők egyéni stílusban építették a gépeiket, típusaik is jó felismerhetőek. Példának a kalandos életű, de kevésbé ismert tervező, Alexander Seversky (1894-1974) három gépét mutatom be:²¹



BT-5



P-35



P-47C



P-47D

20.

²¹ <http://home.att.net/~historyzone/Seversky-Republic.html>

Az azonos célokat az egyes tervezők sokféle, teljesen különböző megoldással érték el, az egyéni megoldások nagyon gazdag formavilágot eredményeztek.

Vessük össze, például a fent látható csillagmotoros P-47 Thunderboltot és a rendkívül előremutató formájú, kecses P-39 Aircobrát. Ez utóbbinak soros motorját H.M. Poyer javaslatára²² egy merész megoldással a vezetőülés mögé helyezték, a kedvezőbb aerodinamikai adottságok, a karcsú orr érdekében, sajnos így viszont a motor hűtésével akadtak folyamatosan gondok.



21. A középmotoros Bell P-39 Aircobra 1941



22. Variációk egy témára: Spitfire, P-40, F-4U, P-51

²² http://en.wikipedia.org/wiki/P-39_Aircobra

Motoros repülés a nagyok árnyékában

A közlekedés légi módjának története során számos célt tűztek ki a kísérletezők, fejlesztők, melyeket rendre el is értek. Így megvalósult a kontinensek közötti, a hangsebesség feletti repülés, a helyből felszállás és lebegés. A legnagyobb Airbus esetében ma már akár 850 ember is utazhat egyetlen szerkezettel. Az impozáns eredmények ellenére vagy azok árnyékában tovább él az igény az önálló, szabad repülés iránt is. Sokan kívánják szabadidejüket a repüléssel eltölteni, elég csak a szinte tömegsporttá vált siklóernyőzőkre gondolni, de elterjedtek a garázsban tartható motoros sárkányok vagy ultrakönnnyű repülők is. Az egyéni légi közlekedés is egyre több ember és vállalat számára elérhető. A kisrepülőgépek által használható repülőterek száma sokszorosa a nagy nemzetközi légikikötőknek, így az egyes célállomások is jobban megközelíthetők és a menetrendet sem kell figyelembe venni.

Egyre elérhetőbb a saját repülőgép. A kis, motoros vitorlázógépektől, a kétmotoros gépekig világszerte nagy a kínálat, és az árak sem emelik a kis légcsavaros gépeket a luxus kategóriájába. Egyes modellek már az autókhoz mérhető árakon találnak gazdára. A kompozitok alkalmazása felvirágoztatta ugyanis a kisrepülőgépeket gyártó vállalatokat, manufaktúrákat. Érdekes, hogy a kisméretű gépek területén újabb cégek jönnek létre, miközben a nagy repülőgépgyáraknak évek óta összeolvadás a sorsa. A legtöbb cég készletben is kínálja egyszerű modelljeit, otthoni összeszerelésre, de sokan fognak hozzá saját típus házilagos megépítéséhez is.

1.5. Magánrepülők

A repülőgépek kialakulásának áttekintése után most a kisméretű gépek történetére fókuszálok, ez irányban mélyítem tovább kutatásom. Meg kell jegyeznem, rögtön gondban is van az ember, keresi a megfelelő magyar megnevezést a szakirodalomban „general aviation” néven összefoglalt területre. Angol nyelvterületen így nevezik a nem katonai és nem menetrendszerinti légi

közlekedést, melybe értelemszerűen beleértendő sport (vitorlázó, műrepülő), mezőgazdasági, mentő stb. repülés is.

Ha ebből a felosztásból indulunk ki, akkor jól látható, hogy a repülés úttörőinek szerkezetei is ezt a kategóriát képviselték. A Wright testvérek is a kisgépes repüléssel alapozták meg a légi közlekedést. A tízes évek egy-kétszemélyes típusai csak jóval később kaptak személy-, teherszállítási, vagy katonai feladatot. Az első világháborúba bevonultatott néhány felderítő lélekvesztő helyett, többmotoros, nagyteljesítményű, megbízható gépek flottája szerelt le. A nagy rutint szerzett hadi pilóták, leselejtezett gépeikkel, szerteágazó vállalkozásokkal igyekeztek pénzt keresni. Légi akrobata, légiposta szolgáltatásaik vagy épp utas repültetés során elsősorban az Egyesült Államokban ismertették meg a lakossággal a repülést, amit akkor még fenntartásokkal fogadott a nagyrészt.



23. Piper J-3 Cub

A „repülőgépgyártás Henry Fordja”-ként is emlegetett William T. Pipernek sikerült legjobban meglovagolni a “Lindbergh Boom”-nak nevezett jelenséget. A sikeres óceánrepülés, 1927 után ugyanis megnőtt az átlagemberek bizalma a kisebb egymotoros repülőgépek iránt, melyre sok kisebb-nagyobb cég azonnal reagált is. Piper a gazdasági válság idején sem veszítette el hitét abban, hogy az egyszerű, megbízható és könnyen kezelhető repülőgépek piaca fel fog virágozni. Folyamatos fejlesztéseik során alakult ki népszerű típusa, a Piper Cub. A Gilbert Taylor által tervezett E-2 jelű, első Cub, 1931. július 11.-én szállt fel először, majd némi áttervezés után, J-2, majd J-3 változatban gyártották. Népszerű is lett a 40, majd 65 lóerős kivétel nélkül sárga színben gyártott repülőgép, melyben a két utas egymás mögött foglalt helyet. A nagynak nem nevezhető, 6,5 méter hosszú, 10,7 méter fesztávolságú és 2 méter magas kis gépekből 3.016 darabot gyártottak a háborúba lépésig. Természetesen a béke és az újabb fellendülés beköszöntével a Piper cég újabb korszerűbb magánrepülőket (Vagabond,

Pacer, TriPacer) kezdett el gyártani, de a Cub szerepe a sikerben vitathatatlan, az egész vállalat neki köszönheti sikereit, akár a Volkswagen gyár a Bogárhátúnak.

1.6. Katonai hatások oda-vissza

Mint tudjuk, sokáig nem látták a repülőgépekben rejlő katonai potenciált, de hamarosan az egyes feladatokra specializált, hatékony gépek egész sorát fejlesztették ki. A már túlhaladott, kis teherbírású és lassú típusok gyártása háborúk idején háttérbe szorult és a meglévő flottát is csupán egyszerűbb feladatokra, vagy kiképzésre alkalmazták. Amerikának a kétfrontos háborújához hirtelen rengeteg pilótára volt szüksége és a kis Piper Cub így is remekül helytállt, a világháború végére, az amerikai pilóták 80%-a Cub-on kapta meg alapfokú kiképzését, ehhez szükség is volt az 1947-ig legyártott újabb 14.125 darabra!²³ Nem mindegyikük szolgálta azonban a zöldfülüket, L-4 Grasshopper-re (Szöcske) átkeresztelve például személyes gépként Eisenhower és Pattont is szállította a második világháború frontvonalai felett.

Természetesen a katonai típusok voltak a fejlődés igazi motorjai, de néhány túragép, melyek a háborúban futárszolgálatot láttak el, nem sokkal maradtak le, bizonyos esetekben a vadászipar fejlesztésének alapjául is szolgáltak. Ennek oka, hogy a hadi repüléstől eltiltott Németország rejtve fejlesztette



24. Messerschmitt Me-108 Taifun

vadász-, és bombázógépeit, sport ill. szállító típusoknak álcázva azokat. Legjobb példa erre a legendás Me-109-es (1936), mely a négyüléses Me-108 (1934) Taifun átépítésével indult útjára. Későbbiekben, más nemzetek hadseregeinek kutatási megbízásai, nagy megrendelése is segítették a kisrepülőgépek széleskörű elterjedését.

²³ http://www.centennialofflight.gov/essay/GENERAL_AVIATION/piper/GA6.htm

A futár feladaton kívül minden harcoló állam legnagyobb számban kiképzőgépet gyártott, melyek a béke beköszöntével fölöslegessé váltak és a sok ezer darab zöme privát kézbe került. (Hobby vagy sporteszközként néhány még ma is repül.) Természetesen ez a jelenség, mint az első világháború után, ismét az USA-ban volt jellemző. Az európai hadszíntéren a nagyfokú pusztítás, a lakosság anyagi helyzete, Kelet-Európában pedig a politikai légkör nem tette lehetővé a magánosításokat.



25. Cessna O-1 Bird Dog

A vietnámi háború során ismét megfordult a szituáció és polgári célra fejlesztett kisrepülők kerültek a tűzvonalba. Terepszínűre festett, fegyvertelen Piper és Cessna (pl.: Bird Dog) típusok kis magasságban repülve a bombázók, a tüzérség találatait figyelték meg, helyesbítették. Ezen

kívül színes füsttrakétáikkal jelölték ki a célpontokat a lecsapó vadászbombázók számára. Nem csoda, hogy célponttá és könnyű áldozattá váltak e lassan és alacsonyan repülő kisrepülők is, melyeken komoly sérülést vagy a személyzet halálát is okozhatta néhány kézfegyver találata.

1.7. Új idők

Az amerikai gyártók jelentős vásárlóréteget láttak a frontokról visszatért több ezer rutinossá vált pilótában, kik a civil életben talán majd szívesen repülnek kisrepülőikkel. Az áramvonalas autók világában bíztak abban is, hogy majd a háziasszonyok is pilótaiskolába járnak, hisz a hadiüzemekben helytállva megismerkedhettek a repülőgépekkel, s az elkészült gépeket is többnyire pilótanők repülték be, jutatták el az alakulatokhoz. Mindezek ellenére, a második világháború után számos, a 20-as, 30-as években



26. Cessna 120

sikeres vállalat kiszorult a repülőgép piacról és a túlélők is, mint a Cessna, Beech vagy a Piper, csak nehezen, a 70-es évekre tudták felfuttatni termelésüket.²⁴

Az egyik első, kimondottan polgári, kis típus a Cub-hoz hasonlóan válszárnyas Cessna 120 (1945. június 28.) még vászonborítással épült. Testvérével, a 140-es típussal együtt 1946 és 1950 között 7000 került a vásárlókhoz. A négyülékes C170 (1948) már teljesen fémépítésű volt, de egy év múlva már mind a három típusukat vászon alkalmazása nélkül gyártották és gyártják a mai napig. A most is rendelhető Cessna 172 Skyhawk sárkánya (törzs és a szárnyak) csak kis részletekben tér el az eredeti típusoktól.

A háborút követő években, a jegyrendszerben létező és az újjáépítésen fáradozó európaiakat természetesen nem igazán foglalkoztatta a szabadidő ilyen jellegű eltöltése. A repülőgépgyárakat is az új helyzethez igazodás és a túlélés foglalkoztatta. A hidegháború igényeinek megfelelő, nagyteljesítményű harci típusok terén Anglia például az élvonalat képviselte. Elég csak a Rolls-Royce sugárhajtóműveket említeni, melyek mind a szovjet, mind az amerikai fejlesztések kiindulásaként szolgáltak. A kisrepülőgépek alapját itt is a futár és iskolagépek jelentették, és igaz, hogy később, de főként a francia és brit (pl. Morane, Beagle-Auster Aircraft Ltd.) üzemekből kerültek ki kis túragépek is. Sajnos már soha nem olyan mennyiségben, mint az USA-ban, Európa ezen a téren is háttérbe szorult.

A keleti blokk országaiban viszont majdnem olyan felfutása volt a kisgépek gyártásának, mint Amerikában. Itt nem a lakosság, a magánvállalkozások voltak a megrendelők, hanem az állam ill. a hadsereg. A hidegháború nagyarányú fegyverkezése miatt a légierőknek



27. Jak-18

²⁴ Janet R. Bednarek and Michael H. Bednarek: *Dreams of Flight*, Texas A&M Press, 2003.

tömegesen volt szüksége pilótákra, melynek érdekében a szelekció miatt a szükségesnél több fiatalnak biztosították a motoros repülőképzést. Ezt a tevékenységet a légierőkön kívül oldották meg, olyan szervezeteket hoztak létre, mint a Szovjetunióban a DOSZAF, vagy hazánkban az MHSZ. Nyugat-Európa repülőipara a nagyarányú import miatt szorult a tengerentúli gyárak mögé, amiről a vasfüggöny innenső oldalán szó sem lehetett. Érdekes módon a szovjet vezetés ezen a téren nagyobb teret engedett a kisebb KGST országoknak. Míg élvonalbeli harci repülőt kizárólag ők fejleszthettek, addig még a saját alapfokú kiképző flottája egy részét is Lengyelországtól és Csehszlovákiától vásárolta. Természetesen nagy mennyiségben gyártották például a saját Jak-52, és Jak-18 típusokat is. Csehszlovákia a sugárhajtású kiképző L-29 és L-39-eseken kívül a Zlin repülőgépgyár különféle típusait ontotta. Lengyelország a PZL üzemében készítette saját fejlesztésű motoros gépeit, de a francia Morane cég Rally típusát is gyártották licenszben.

1.8. A nagy konstruktőrök

A korszerűbb, nagy sebességű repülőgépek kialakításában a fizikai törvényszerűségeknek, az aerodinamikának még inkább döntő szava van, de a kiemelkedő tervezők egyéni megoldásaikkal továbbra is befolyásolják a fejlődés menetét, egy-egy típus megjelenését. Akár Anthony Fokker, Hugo Junkers vagy Donald Douglas esetében, a bemutatott tervezőknél, vagy az irányításuk alatt dolgozó csapatoknál is jutott hely az alkotó fantázia szárnyalásának.



28.

A XX. századi repülőépítés szinte minden korszakában alkalmazott egyéni formái miatt érdemes külön megemlíteni a Lockheed gyár tervezőjét Clarence L. „Kelly” Johnson-t (1910-1990). Már az elképzelései szerint gyártották a világháború villás farkú csodáját, a P-38 Lightningot, nevéhez fűződik az USA első sugárhajtású gépe, a 143 nap alatt

megvalósított P-80 Shooting Star. Ő volt a 60-as években híressé vált, vitorlázógép hatású, merészen karcsú U-2, és napjainkig rekordtartó, méltatlanul elfelejtett, két hajtóműves, fantasztikus filmbe is beillő SR-71 (YF-12) főkonstruktor is.²⁵

Egyéni, fantázia-gazdag tervező volt John Knudsen Northrop (1895-1981) is, a csupaszárny repülőgépek megszállottja. Hatalmas összegekbe került vállalatának az YB-35, és gázturbinás társa az YB-49 megépítése, melyek balesetveszélyes kormányzási nehézségeik miatt az 50-es



29.

években kudarcra voltak ítélve, nem kerültek sorozatgyártásra. Az elektronika, a kiáramló gázok irányíthatósága azonban megoldotta ezt a problémát, s így tapasztalataik felhasználásával létrejöhetett az eddigi legnagyobb, legbizarrabb lopakodó bombázó, a B-2.²⁶

Ahogy Northrop a csupaszárnyakat kutatta, úgy igyekezett meghonosítani a kacsza elrendezést Elber „Burt” Rutan. Saját cégénél, a Scaled Compositesnél civil kisrepülőgépeket tervez és készít, de meghökkentő és kísérleti repülőgépei után, mostanában történelmi projekteken dolgozik. Több száz típusa között találjuk a földet leszállás nélkül körbepülő kétszemélyes, háromtörzsű Voyagert, vagy a majd később részletesen ismertetett, anyagép segítségével a világűrre felrepülő Space Ship One-t. Mindkét szerkezet tisztán kompozit technológiával épült, és egyszerű, ötletes megoldásokkal tudott újszerű formákat kialakítani. Kétségtelenül ez az előremutató, újító szellem határozza meg a jövő repülőgépeinek a formavilágát.²⁷



30. Rutan: Starship 1988.

²⁵ <http://www.wvi.com/~sr71webmaster/kelly1.htm>

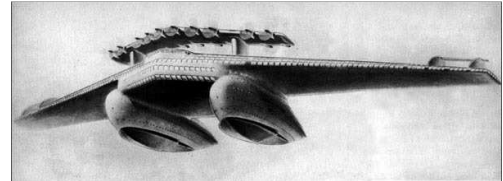
²⁶ <http://www.centennialofflight.gov/essay/Aerospace/Northrop/Aero40.htm>

²⁷ <http://www.scaled.com/>

1.9. A design klasszikusai és a repülés

A nagy formatervező legendákat is megérintette a repülés rohamos fejlődése.

Többen is foglalkoztak e járművekkel, de többnyire, illetve egyelőre, csak a partvonal mellől figyelhették a fejlesztéseket. A vasút és autóiparban is dolgozó tervező, Norman Bell Geddes áramvonalas világát terveiben a repülőgépekre is kiterjesztette, igaz csak futurisztikus víziók formájában öltöttek testet elképzelései. Az Airliner Number Four nevű kilencszintes óriásgépe tervét Otto Koller repülőmérnökkel közösen dolgozta ki 1929-ben. Akkoriban mérnöktársával - ki több sikeres első világháborús vadászgépet is tervezett - így képzelték el az 1940-es évek utasszállítóit.



31. Az Airliner No4 látványrajza



32. Norman Bel Geddes és egy autótérve

Henry Dreyfuss munkásságát kutatva sem találtam közvetlen, repülőgép tervezési megbízást, de ergonómiai eredményeit hasznosító utastereket azonban szép számmal tervezett.

1947-ben azonban részt vett egy kísérleti fejlesztésben, amikor a Convair cég próbálkozott a legáhíttabb jármű, a repülő autó megépítésével. Ennek az Aircar elnevezésű eszköznek az autó elemét tervezte Dreyfuss, s mivel elsődleges cél volt az alacsony



33. Aircar prototípusa a levegőben

súly biztosítása, ezért elsőként alkalmazott kompozit karosszériát. A szerkezet működő képes volt, de az egyetlen példány üzemanyag kifolyás miatt lezuhant, s a programot törölték.

Raymond Loewy is csak az utólagos átépítésekben jutott szerephez. 1962-ben felkérést kapott az Air Force One elnöki gép grafikájának és belsőterének megtervezésére.²⁸ Mint az arculattervezés nagy úttörője ő tervezte a TWA emblémáját is, de repülőgép tervezésben nem mutathatta meg zsenialitását.



34. Raymond Loewy a Boeing 707-esből a tervei szerint átépített elnöki gép modelljével

A XX. század vége felé már egyre több designer került kapcsolatba a repüléssel. A leghíresebb ezek közül az aerodinamikát is hallgatott formatervező, Luigi Colani. Igaz, az ő utópikus formatervű repülőgépeit sem gyártják sorozatban, viszont egy általa tervezett, egyedi gyártású gépnek 1977-ben sikerült a robbanómotoros repülőgépek se-



35. Colani vitorlázógép modellje

²⁸ <http://perpenduum.com/2008/05/raymond-loewy-never-leave-well-enough-alone/>

bességi csúcsát beállítani.²⁹ A mellékelt képen egy energiakímélő tervét és egy kínai cég számára készített koncepció óriásgép vázlatát láthatjuk.³⁰ Részt vett az egyetlen Wankel motoros repülőgép, a kísérleti Fanliner tervezésében is. Érdeemes megfigyelni a különbséget a szabadon formált vázlatok és a legyártott, a technológia által korlátozott repülőgép között.



36,37. Colani óriásgép koncepciója a megvalósult Fanliner

Értekezésem II./2. fejezetében mutatom be, hogyan állnak helyt a formatervezők a dolgozós hétköznapiakban, a kisrepülőgépek világában.

²⁹ Colani, Luigi: *For a Brighter Tomorrow*, Osami Suzuki, 1983. p.28

³⁰ <http://www.colani.de/presse/presse19.html>

1.10. „Műanyag” szárnyakon a csillagok felé

A kompozit technikával számtalan cég tervez, és épít repülőgépeket, de a lehetőségek határát, e technológia csodálatos képességeit egyértelműen az amerikai Scaled Composites és alapítója, az imént említett Burt Rutan fémjelzi. Csupán szakmai körökben ismerik őt a több mint 40 repülőgépéről, melyeket kivétel nélkül előremutató és úttörő megoldásokkal épített. Ő tervezte azt a két rekorder repülőgépet is melyek leszállás és utántöltés nélkül repültek körül a Földet. 1986-ban a Voyager légcsavarhajtással és kétfős személyzettel, 2005-ben pedig Steve Fosset 67 óra alatt egyedül, a sugárhajtású GlobalFlyer-el repülte körül a földet.

Az igazi világhírt azonban az jelentette számára, hogy a repülőgép-építés egyszerű technikájával űrrepülő építésére vállalkozott. Nem is eredménytelenül.



38. A SpaceShipOne

2004. június 21.-én a SpaceShipOne névre keresztelt szerkezete 100km magasra, a légkörön túlra emelte pilótáját valamint két utasát helyettesítő ballasztját, és ezzel elnyerték az első magánérőből megvalósított embert szállító űrrepülés megvalósítóinak kiírt Ansari X-Díjat. Megjegyzem a díj 10 millió dollár értékű volt, az űrrepülő kifejlesztése azonban 25 milliót

emésztett fel, amelyet zömében Paul Allen, a Microsoft második embere biztosított a vállalkozáshoz.

A SpaceShipOne néhány tulajdonságát a korábbi rakétarepülőktől örökölte. A Spacedev Inc. által kifejlesztett hibrid rakétahajtóművet használ, de az indítási magasságot egy sugárhajtású hordozó repülőgép, a White Knight (Fehér Lovag) segítségével éri el. A repülőgép, az űrrepülőgépet a hasa alatt szállítja, és mind a kettő, a felhasználás után újra üzembe állítható, nem úgy, mint a ma is

alkalmazott, XX. századi, többlépcsős rakétarendszerek elemei. A hordozórepülő szerkezetéhez a Space Shuttle 47 méter magas fémtartályaival ellentétben, a könnyű és erős kompozitot használták. Teljes mértékben ebből az anyagból épül a légkörön túlra repülő egység is, mely az egész úton repülőgépként is viselkedik. Például, a szárny egyéni kialakításával tették lehetővé, hogy éles szögbe elfordítva fékezze az ereszkedő repülőt, így a törzset sem borítják kerámia lapokkal, a visszatéréshez fékernyőt sem nyitnak.



39. A White Knight és a SpaceShipOne

A rakétakilövésekben hatalmas pénztemetőt látva (jelenleg az Űrsikló kilövése 1,5 Mrd dollárba kerül) sokan megkérdőjelezzik az űrutazás értelmét, mondván a Földnek ennél fontosabb, sürgetőbb feladatai vannak. Magam is egyet értek ezzel a megállapítással, de szerintem új, gazdaságos, repülőgépszerű megoldásokkal mindenképpen folytatható az emberiség nagy kalandja.

A SpaceShipOne kísérleti utazása megfelelt Alan Sheppard 1961. május 5.-i űrúgrásának, csupán egy biztató, új felfogással és kevesebb pénzből végrehajtva. Ez a repülés bizonyította, hogy máshogy is lehet. A mára egyértelműen életveszélyesnek számító Space Shuttle, és a Szovjet űrhajók is egytől egyig Wernher von Braun, második világháborús, 60 éves rakétatechnikáján alapulnak, és szinte semmi újat nem adtak e rendszerhez. Már a megbízhatóan üzemelő V2-es ballisztikus rakéták idején készen álltak a New Yorkot támadó többlépcsős rakéták tervei, melyek alapján épp az amerikaiak fejlesztettek rakétát a Hold meghódítására. Kennedy tervében nem számított a pénz, a több tonnányi fém, mely mellékesen került földkörüli pályára.

Burt Rutan nemigen szokta megválogatni szavait, ha az általa nem sokra tartott űrhivataláról kérdezik. Az űrhajózás virágkora óta egyre mélyebbre süllyedő NASA-t az 1970-es évektől, mint „No Adult Supervision Apparent”, azaz a szülői felügyelet hiányaként emlegeti. Az állami hivatal egyébként éppen mostanában kötelezte el magát, hogy mintegy 100 milliárd (!) dollárért juttat ismét embert a Holdra. Ezt a tervet a NASA kritizálói az „Apollo-program szteroidokkal felpumpálva” néven szokták emlegetni, a hatalmas Crew Exploration Vehicle (CEV) ugyanis inkább a méretében, semmint technológiájában fog különbözni az ötven éves Apollótól.³¹ CEV-t építő cégek kezét egyébként ismét megköti az űrhivatallal fennálló szerződésük, ami kizár minden újítást, kreativitást vagy technikai áttörési esélyt.

Ezzel ellentétben a Scaled Composites már dolgozik a nyolc személyes SpaceShipTwo-n, melyből egy egész flottát kívánnak építeni Richard Branson nemrég létrehozott cégének, a futurisztikus nevű Virgin Galactic számára. Kabinjának átmérője nagyjából meg fog egyezni egy Gulfstream V business jetével, ami valamivel több, mint 1,9 méter magas és 2,2 méter széles.³²

Az űrturizmus sokféle formáját kívánják elérhető áron megvalósítani, maga Rutan is szeretne még életében a Holdra eljutni, de nem ők az egyetlen csapat, mely civilként földköri pályára készül. Robert Bigelow, a Bigelow Aerospace vezetője jövőbeli, felfújható űr-lakóegységükkel való összekapcsolódásra és akár hathónapnyi bedokkolt állapotú közös keringésre alkalmas űrjármű részére írt ki egy újabb díjat, mely nagy valószínűséggel szintén csak repülőgépszerűen



40. A SpaceShipOne felhajtott szárnya a légkörön túl

³¹ Dr.Galántai Zoltán: *Űrlift, űrpolitika, Clarke-szabály* www.infopark.hu

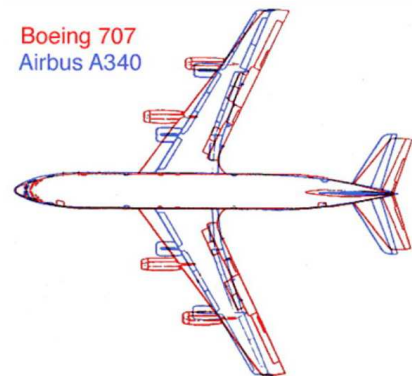
³² Jeff Foust: *Burt Rutan, in his own words* The Spacereview, 2004. október 25.

lesz megoldható. Az 50 millió dolláros Amerika Űrdíj megszerzéséhez egyébként öt embert kell 2010. január 10-ig a világűrbe juttatni.

Ezért a díjért is jó esélyekkel indul Burt Rutan, aki szerintem az aviatika ma élő legnagyobb alakja. Idővel együtt fogják említeni a Wright testvérekkel, Lindberghgel, vagy inkább Wernher von Braunnal, hiszen ő hozta létre az átmenetet a légköri repülőgépek és az űrhajók között.

1.11. A fejlődés dinamikájáról

Ahogy véget értek a nagy világrendek összeadásai, csökkent a fegyverkezési verseny, lelassult a repülőgépek formavilágának fejlődése is. A háborúk során tökélyre fejlesztették a technológiákat; a második világháború végére a dugattyúmotoros, a hidegháború végére a sugárhajtású repülés érte el teljesítményének határait. Míg a második világháború alatt egy-egy típust pár évig gyártottak, addig ma még mindig gyártásban van az 1967-ben bemutatott Boeing-737, az 1977-es SU-27, vagy 1972-óta az F-16-os vadászgép. Természetesen a folyamatos technikai, főleg elektronikai fejlesztéseknek köszönhetően ezeket máig a legkorszerűbbnek mondhatjuk. A kiforrott konfigurációk, és a csupán az anyaghasználatban, fedélzeti rendszerekben bekövetkezett fejlesztések miatt, arra gondolhatunk, hogy a tervezésben az elmúlt negyven évben szinte semmilyen előrelépés nem történt, hiszen például 60-as évek közepére teljesen kialakult korunk utasszállító repülőgépeinek formavilága. Megfigyelhető, hogy milyen kevés különbség látható a Boeing 707 (1954) és a harminchárom évvel később kifejlesztett Airbus 340 (1991) kontúrvonalai között.³³



41.

³³ <http://adg.stanford.edu/aa241/intro/futureac.html>

Természetesen a felszín, a burkolat alatt komoly változások történtek: computer vezérelte kormányzás, üzemanyag rendszer, egyre gazdaságosabb hajtóművek jelennek meg. Az elektronikai rendszerek terén zajló forradalomban keresendő a kevésbé látványos fejlődés másik oka. Hiszen ezek miatt ma már egy új típus kifejlesztése hatalmas összegeket és sokszorta több időt, esetenként évtizedeket is igényel. A kis cégek kénytelenek voltak fuzionálni, napjainkra már csak fél tucat óriáscég működik a polgári és a katonai repülőgépgyártás területén. A költséges újításokat kevés állam engedheti meg magának, még az Egyesült Államok legújabb típusait is kooperációban tervezi a két talpon maradt cég, a Boeing és a Lockheed. A nagy utasszállító gépek iránt ugyan növekszik a kereslet, de a megrendelők már csak az Airbus vagy a Boeing repülőiből választhatnak. Míg az ott folyó, nagyobb fajsúlyú fejlesztéseken – kivétel talán az Airbus A380 – csak a részleteknél, a belső tér kialakításánál, találkozunk újszerű megoldásokkal, addig a kis vállalkozásoknál, a kisgépes repülésnél komplex, új formarendek is felbukkannak, melyeknek hasznos repülőtulajdonság javító, súlycsökkentő, sebességnövelő vetületei is vannak.

Nyugodtan állíthatom, hogy a csúcstechnikájú, tökéletes repülőgépipar árnyékában visszatértünk az úttörő aviatikusok önálló fejlesztésének a korszakához. A fejlett társadalmakban a repülés és a repülőgép építés szinte mindenki számára elérhetővé vált. Megfizethető áron beszerezhetők az alapanyagok, motorok és készletből összerakható repülőgépek. Sok hobbirepülő vág bele saját szerkezet építésébe, egyéni megoldásaikkal színesítve a repülés formavilágát.

1.12. A repülőgépek és az elavulás

Megállapítható, hogy akárki is tervezi a repülőgépeket, ezen a területen nem sok design munka adódik: legyen szó polgári, vagy katonai repülőgépekről szinte örökéletű formákról beszélhetünk.

Ez természetesen túlzás, hiszen az igények és technológiák folyamatos változása itt is érezteti hatását, de az elavulási ciklus jóval hosszabb, mint például az autóiparban, ahol azt is gondosan megtervezik. A használt

repülőgépek piacán nyugodt lélekkel kereskednek a 20-30 éves darabokkal, míg működőképes autóink sokszor már 10 évesen is bontóba kerülnek. Annak ellenére, hogy háromféle elavulást ismerünk³⁴, ezek egyike sem valósítható meg egyszerűen a repülőgép iparban:

Minőségi elavulás

Erről abban az esetben beszélünk, ha a termék néhány éven belül használhatatlanná válik. Természetesen ez a repülőgépek esetében elfogadhatatlan, nem is jellemző. A biztonsági ellenőrzések, és a rendszeres karbantartás gondoskodik arról, hogy véletlenül se forduljon elő, hogy pl. marketing szempontú gyengítés miatt, a levegőben romoljon el egy alkatrész.

Szinte kivétel nélkül védett helyen tárolják a magánrepülőgépeket, ráadásul korrózióknak, töréskárnak is kevésbé vannak kitéve. A személygépkocsikhoz viszonyítva sokkal kisebb intenzitással is használják: egy amerikai kutatás szemléletes számai szerint a magángépek évi 50 órát repülnek, míg az autót havonta használják 50 órányit.³⁵ Ebből is adódóan e szerkezetek élettartama hosszú, és ez a legritkább ok új modell vásárlásakor.

Funkcionális elavulás

Ennek során a termék helyét újabb, többet tudó termék tölti be. Ez már inkább előfordul a hobbipilóták világában, de a gyártási technológiák és a biztonsági megoldások miatt mindig is drága termék volt egy új repülőgép. A többet nyújtó, jobban műszerezett modellek, pedig már igazi luxuscikkeknek számítanak, így nem is jelentenek nagy piacot. A kisebb változtatások sem mindig eredményesek, erre a side-stick, a középről oldalra helyezett kis botkormány bevezetését lehet példának említeni. Az újszerű megoldású modellek helyett még mindig a hagyományos kormányú típusok a kelendőbbek.

Az ultrakönnyű repülőgépek használóinál viszont láthatunk példát ilyen fogyasztói magatartásra. Sokan sárkányrepülőgéppel kezdenek repülni, majd a motoros sárkányozás után, hagyományos kormányú, de nyitott típust választanak.

³⁴ Vance Packard: Tékozlók, Kossuth Könyvkiadó. 1966.

³⁵ www.roadabletimes.com

Kíváncssági elavulás

A fogyasztó a divat, az irányadó trend változása miatt egy újabb típusú termékkel cseréli le a régit. Ennek a folyamatnak az ösztönzéséről szólt szinte az egész AERO kiállítás, ahol azonban a színes pavilonokban kevés olyan modellt lehetett látni, amely még nem volt látható 2005-ben vagy még korábban. Ennek fő oka, hogy egy-egy új típus megtervezése és engedélyeztetése roppant hosszadalmas és nagyon költséges folyamat. Így a modellfrissítési periódusok is meglepően hosszúak, sok kis cégnél nem is beszélhetünk ilyesmiről, alapításuk óta ugyanazt kínálják.

A konzervativizmusra jellemző, hogy nagynevű gyártók is 40-50 (!) éven keresztül tudják gyártani és értékesíteni bevált konstrukcióikat! A Cessna 172-es modellje például 1955 novemberében szállt fel először, s apró változtatásokkal, de idén is gyártásban van. Egy 1955-ös Chevrolet esetében ez elképzelhetetlen.



42. 1956



43. 2006

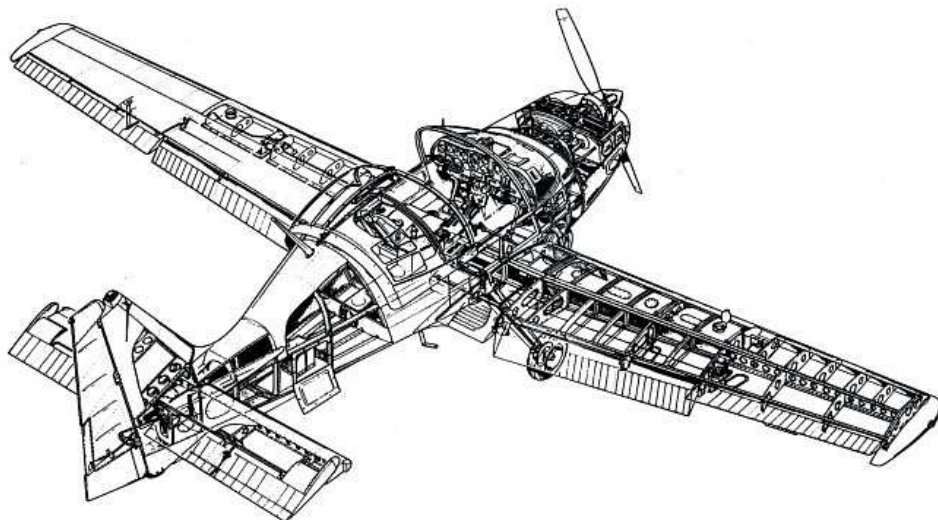
A fenti példák azt szemléltetik, hogy a repülőgépek esetében mindmáig egyáltalán nem a design, hanem a műszaki tartalom dominált. Kezdetben más területeken is hasonló volt a helyzet. A verseny során a technológia kiforrottá vált és a sok tökéletesen megfelelő termék között mára a design az egyetlen megkülönböztető jegy. Az autók 80%, a mobil telefonok 85%-át ma már a design miatt vásárolják.³⁶ És e tendencia a repülőgépgyártásba és értékesítésbe is kezd beszivárogni.

³⁶ Kaucsek György előadása

2. A kisgépek szerkezetének alakulása, áttekintése

A repülés világának szigorú biztonsági szabályozásának köszönhetően más járműveknél gyakoribb és alaposabb műszaki ellenőrzéseken kell egy repülőgépnak megfelelnie, de már a gyártás során is nagyobb előrelátással, különleges anyagokból többszörös biztosítással építik őket. Sokszor egy sárkányszerkezet (törzs-szárnyak) több motorcserét is megélve, zárt helyen tárolva nagyon hosszú ideig marad repülőképes állapotban. Ezért a meglehetősen nagy érték miatt hosszú az elavulási ciklusuk. Egyszerre vannak jelen a legújabb, szénszál erősítésű kompozit- és a negyven éves fém-vászon építésű túrarepülők, ellentétben az utcaképpel, ahol rohamtempóban cserélődnek az autók, s egy jó állapotú harminc-negyven éves már nálunk is igazi ritkaságnak számít.

A hazai hangárokból járva tehát egymás mellett többféle felfogásban épült repülőgépet vizsgálhattam meg. A vonalvezetéstől, a belső kárpitozásig mindenhol jól megfigyelhetők az egyes korszakok, és nemzetek sajátosságai. A legnagyobb eltérések az azonos cél elérésére alkalmazott, az adott időben és helyen rendelkezésre álló technológiák közötti különbségekből erednek. Megállapíthattam, hogy az érdeklődésem középpontjában álló, többszemélyes kisrepülőgépek felépítése egyszerű, és letisztultan jelennek meg az alapfunkciókat ellátó elemek.



42. Beagle Bulldog röntgenrajza

2.1. A szárny

A repülőgép működésének és karakterének is egyik legmeghatározóbb eleme a szárny. Repülés közben ez viseli az egész szerkezet terhét, ugyanis ezen képződik a levegőben maradáshoz biztosító felhajtóerő. Sokan, mint például John Knudsen Northrop, úgy gondolták, hogy akkor ezen elemen kívül más egységre nincs is szükség, csupaszárny repülőinél minden egységet ebbe helyeztek el (pl.: B-2 Spirit). A megnövekedett szárnyvastagság miatt csak nagyméretű repülőgép építhető ezzel az elvvel, túrarepülő nem.

A meghajtás erősödésével növekedett a sebesség, így kevesebb hordfelület is elegendő volt a gép felemelésére. A XX. században számtalan alakot és nyílzási szöveget alkalmaztak, de a kissebességű és alacsony magasságú repülés világában az egyenes szárny maradt az elterjedt megoldás, természetesen újabb és újabb anyagokból és korszerű mechanizációval (orrsegédszárnyak, réselt ívelőlapok, stb.) megépítve. Eltűnedeztek a kétfedelű repülőgépek, azonban az egyetlen szárnyat is négyféle elrendezésben csatlakoztathatták a törzshöz a tervezők, melyek közül kettőtől a túragépek esetében el is tekinthetünk:

A **felsőszárny** (nem váll) esetében a törzs felett, dúcokkal összekötve látható a különálló hordfelület. Ez a múltban gyökerező megoldás láthatóan a kétfedelű gépek technológiáját idézi, annak minden hátrányával.

A **középszárny** elrendezésénél a hasznos belsőteret kettészelő főtartókkal a törzs középvonalában kötik össze a félszárnyakat. A műrepülőgépek szinte kivétel nélkül ilyen módon épülnek, de ott csak egy pilóta számára kell a törzsben helyet biztosítani.

A 2-6 személyes kisgépeknél legelterjedtebb az alsószárnyas és a vállszárnyas építési mód.

Vállszárnyas építésnél a törzs tetején csatlakozik a szárny (a köznyelv ezért nevezi ezeket a repülőket is felsőszárnyasnak). A találkozási pont, a súlypont az utastér fölé esik, ahol azonban az üvegezés és a nyílások miatt komolyabb

megerősítésre nem nyílik lehetőség. Kénytelenek a tervezők támasztó dúcokkal is a törzshöz kapcsolni a félszárnyakat, mely megoldás kis súllyal, megfelelő szilárdságot biztosít ugyan, de rontja a légellenállást, ezáltal csökkenti a sebességet, növeli a fogyasztást. A csűrők mozgatását nehezebb megoldani, bonyolultabb áttételeken keresztül valósítható csak meg az összeköttetés a botkormánnyal. Vitathatatlan előnye azonban a stabil repülés és a könnyű beszállás. Az ilyen típusokból remek kilátás nyílik a föld felé, előszeretettel használják tájékozódási versenyeknél. A beszállás is közvetlenül a földről történhet, nem kell az utasoknak a szárnyon lépkedniük. Az alacsony padlósínt miatt a hatalmas szállítógépeknél is ezt a formát alkalmazzák.



44. Az alsószárnyas Mooney Ovation2



45. A vállszárnyas Cessna 172 Skyhawk

Mindezek ellenére az **alsószárnyas** elrendezés teszi lehetővé a legegyszerűbb és legszilárdabb építési módot. Ebben az esetben zavartalanul, az utasok lába alatt haladhat át a szárny főtartója a törzsön, több és stabilabb megoldás kínálkozik a futóművek bekötésére és az összes csatlakozás is egyszerűen oldható meg. A kormányhúzalok vagy a szárnyban tárolt üzemanyagot szállító csőhálózat is könnyen karbantartható a felsőszárnyasokkal ellentétben. A stabilabb repülés érdekében gyakran enyhe V-beállítással szerelik fel a szárnyakat.

2.2. A törzs

Egymotoros gépek esetén a szárny csak a felhajtóerő termelését végzi, az összes többi feladat a törzsre hárul. Erős szerkezete biztosít helyet többek között a meghajtásnak, az üzemanyagnak és az embernek. A futóművek is ide kapcsolódnak merev vagy behúzható megoldással, s természetesen a földetérés dinamikus erőhatását is itt adják át a szerkezetnek. Mindezeket a funkciókat elnyújtva, hosszúkás formában valósítja meg, hiszen fontos, hogy a repülőgép homlokellenállása és így a keresztmetszete a lehető legkisebb maradjon.

Ebből kifolyólag az egységeket nem egymás mellé, hanem lineárisan helyezik el: többnyire a motor a légcsavarral helyezkedik el az utascella előtt, mögötte pedig a hátranyúló farokrész következik, aminek a stabilitás és az irányíthatóság biztosítása a szerepe. Hogy ezt megfelelően elláthassa, a kormánysszervek mozgulatait huzalok és tolórudak adják át a kitéríthető kormányfelületeknek. A vízszintes vezérsíkokat, melyeken a magassági kormány lapjai vannak, a függőleges tövébe helyezik. Ennek a hátsó felén található az oldalkormány, melyet a

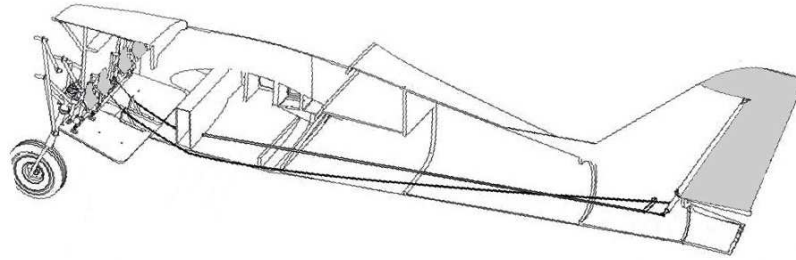
pilóta lábpedállal térít ki jobbra ill. balra. A felső, T-elhelyezésre, amikor a függőleges tetején nyugszik a vízszintes vezérsík, csak kevés példát találunk (pl.: Piper Skipper), ahogy a pillangó elrendezésre is. Ez utóbbinál a három irányfelület szerepét kettővel oldották meg, melyek V alakban illeszkednek a törzshöz, erre a kategóriánkban a Beech Bonanza az egyedüli példa. A legújabb – a kisrepülőgépeknél még nem alkalmazott – megoldásnál villanymotorok mozgatják az irányfelületeket, ahová a súlyos rudak helyett csak vezetékek mennek. Innen az elnevezés is: Fly by Wire.



46. T-elrendezés: Piper Tomahawk



47. V- beállítás: Beechcraft Bonanza



48. Egy huzalos (bowdenes) példa: a Corvus Corone oldalkormányának működési vázlata

Elvétve találunk kacsza elrendezést is, ahol a vezérsíkok a gép orr részén, a szárny előtt kerülnek alkalmazásra. Régóta próbálkoztak a mérnökök ennek a megvalósításával, de a számítógép elterjedése előtt sorra kudarcot vallottak. Napjainkban is csak roppant drága avionikai rendszerekkel képesek megoldani a kormányzást, bonyolult szoftver alakítja át és továbbítja a pilóta mozdulatait. A legújabb harci gépek esetében (Gripen, Rafale, Typhoon) nem számított a pénz és ott el is terjedt ez a megoldás, hiszen az ellenállást növelő, hátul elhelyezett vezérsíkokkal ellentétben a „canard” szárnyacskák további felhajtóerő termelésével biztosítják a stabil repülést.

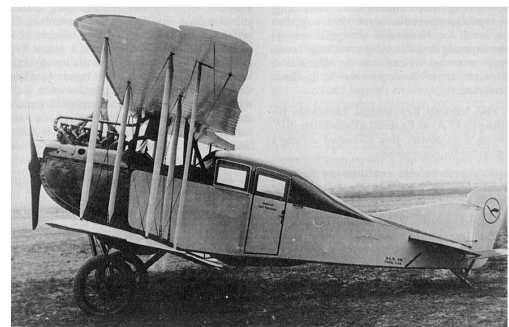
2.2.1. Az utasfülke

A kisrepülőgépek elsődleges célja a kettő/négy ember levegőbe emelése, ezért az utasokat magában foglaló egység helyezkedik el a középpontban. Természetesen ez nem szemantikai okokra vezethető vissza, a repülőgépekre általánosan jellemző szigorú szimmetria amúgy sem enged semmilyen oldalirányú kilengést, (vagy csak nagy motorteljesítményt emésztő ellenkormányozás árán), valamint a súlyponttól sem távolodhatnak el nagymértékben a „hasznos terhek”.

Az embernek nem természetes közege a levegő, nem arra született, hogy 200 km/h sebességgel, ötezer méter magasan repüljön a felhők között, ezért a legkisebb repülőgépben is megfelelő környezetet kell biztosítani a számára. Meg kell óvni a menetszélről, a hidegtől, emellett rögzíteni kell, és biztosítani a jó kilátást. A negyvenes évektől szinte kivétel nélkül zárt fülkével születnek a

repülőgépek, aminek nem feltétlen a nagyobb komfort volt az oka. A nyitott vezetőülés és a kikandikáló fejek nagyban rontják a törzs körüli áramlást, amely megnövelte a légellenállást és akadályozta a nagyobb sebesség elérését. A repülés hőskorában a műszerek hiányában fontos is volt a kapcsolat a környezettel, az aviatikusok folyamatosan figyeltek a motor és a huzalok hangjára, az olaj fröccsenésére, ám ezek az információk nem érdekelték az egyre gyakoribb utasokat. A repülést eleinte a hintókhoz, párnázott limuzinokhoz szokott tehetősebb réteg engedhette meg magának. Ezért az ő igényeik szerint készültek a szeparált fülkék, a holmi kocsisnak tartott pilóták nyitott ülése mögött/alatt. Csak fokozatosan emelkedett a repülőgépvezetők presztízse, s eleinte (a taxisofőrökhöz hasonlatosan) üvegfallal elválasztva ugyan, de kaptak helyet a zárt fülkében.

Kezdetben a kisméretű repülőgépek épphogy elbírtak egy-két embert és sokáig egy pilóta vitte a lassan növekvő számú utasokat (*AEG JII, 1+4fő*). A fárasztó, hosszú távú repüléseknél kezdtek másodpilótát is alkalmazni. Meglehetősen embert próbáló volt akkoriban egy repülőgép vezetése.

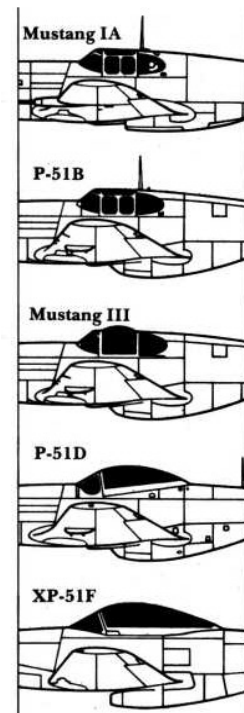


49. AEG JII (1918)

Alacsony magasságban, a még előre nem jelezhető viharokon át, az esőfelhők alatt (és nem felett) vezetett útjuk. Amíg a nagyobb közforgalmú repülőgépeknél (*DC-3*) ismét elválasztották a személyzetet az utasoktól, (ezúttal a zavartalan munkavégzés miatt, a pilóták érdekében), addig a kisrepülőgépek továbbra is kétszemélyesek maradtak, tandem elrendezésben, azaz egymás mögötti nyitott (*DeHavilland Tiger Moth*), majd később zárt (*Piper Cub*) ülésekkel. A motorok erősödésével az egyfedelű gépeknél megjelentek az első egymás melletti ülések. Eleinte csak kettő (*Bücker 181 Bestmann, 1937*), majd két sorban négy hellyel (*Messerschmitt Me 108 Taifun*). Ez a mai túrarepülőgépek általános elrendezése, bizonyos esetekben azonban további két (vagy több) helyet is kialakítottak a következő sorokban.

2.2.2. Kabintető, ajtó

A repülőgépen helyet foglaló embereket a rövidebb-hosszabb út során meg kell védeni az időjárás és a sebesség hatásaitól, de a zajtól vagy az erős napsütéstől is meg kell óvnunk őket. Eleinte egyszerűen csak egy kisméretű üveg szélvédőt helyeztek a pilóta arca elé, melyről hamar kiderült, hogy életveszélyes. A máig használt akriltábla (plexi) alkalmazásáig a helyettesítést a filmiparban használt és gyúlékony celluloiddal oldották meg. Sokáig a plexit sem tudták kellő domborúságúra alakítani, ezért lapokból igyekeztek a tervezők egy áramvonalas, de jól nyitható kabintetőt létrehozni. Az elemeket abronccsal fogták össze, pedig repülésbiztonsági szempont, hogy a kialakítás a legjobb kilátást tegye lehetővé, minél kevesebb zavaró oszloppal.



50.

A második világháborúig ez volt jellemző, egészen addig, amíg az angolok, a műanyag alakra húzásával bevezették a buborék tetőt. A Malcolm & Co. cég által kifejlesztett megoldást alkalmazták az amerikaiak is, sorra cserélték le a különböző típusok régi, kis ketrecszerű üvegezését. (*P-51B és P-51D Mustang*). A háború utáni sportrepülőknél, a magasabb költségek miatt, csak később következett be ez a változás, így napjainkban is sok gép repül a látóteret több fontos helyen zavaró keretes kabinnal.

A tervezett „üvegezésnek” a következő fontos szempontoknak kell megfelelnie³⁷:

- a lehető legnagyobb szabad kilátást biztosítsa
- jó optikai tulajdonságú, torzításmentes legyen
- csapadékkal, jégesővel, porral szemben ellenálló legyen
- kis légellenállású legyen
- ne legyen túl súlyos

³⁷ Roskam, Jan: i.m. p143.

Ami a mi esetünkben nem fontos:

- 460km/h-nál nagyobb sebességű gépek esetén madárbiztosnak is kell lennie.

A kabintető bizonyos értelemben az egyszárnyúaknál a felső szárnyat is helyettesíti: bukókeretként védi is az utazókat. Ma már zárt, biztonsági cellaként öleli körül a benn ülőket a törzsszekció, a kabintető és oszlopai. A megfelelő szilárdság, a jó kilátás megőrzése mellett nehéz feladat, a könnyű és kényelmes beszállást is biztosító, kedvező méretű ajtók kialakítása. A túrarepülőgépek világában talán ezen a téren találkoztam a legnagyobb sokszínűséggel, szinte ahány repülőgép, annyi megoldás.

A **I. és II. számú mellékletben** látható képes összeállítás a fent említett ajtó és kabintető megoldásokról.

-Egy darabból készült tető, mely:

- előre nyílik (*Diamond DS20*)
- hátra siklik (*Morane Rally*)

- Rögzített szélvédő és különálló tető, mely:

- hátra csúszik (*SIAI - Marchetti SF 260*)

- Rögzített szélvédő és kettébontott tető, mely:

- felfelé nyílik (szárnyas ajtók) (*Liberty XL2*)
- előre nyílik (*Me-108 Taifun*)

Meg kell különböztetnünk továbbá, hogy a tető átlátszó részével felnyílik-e az oldalfal egy része is, mert ilyenkor már nem kabintetőn, hanem ajtón keresztül történik a beszállás. Hátra felnyíló ajtó, vagy tető nem található túragépeken, véleményem szerint azért, mert egy rossz becsukás vagy rés esetén a menetszél föltéphetné.

- Rögzített szélvédő széles, folytonos tetővel, ahol az ajtó:

- felfelé nyílik (szárnyas ajtók) (*SOCATA TB9 Tampico*)
- előre nyílik (*Jak-18T*)
- osztott ajtó: a felső fele felfelé, az alsó belépőként lefelé nyílik (*Cessna 337H*)
- kétszárnyú ajtó, előre ill. hátra nyíló részekkel (*Cessna 206*)

- Kettéosztott szélvédő, mely az ajtó része és:

- előre nyílik (*anonim UL*)
- felfelé nyílik (szárnyas ajtók) (*Evector Cobra*)

Ezen kívül a hátsó utasok számára külön ajtó is található, mely mindig fölfelé nyitható és:

- csak a bal oldalon található (*Diamond Star*)

2.2.3. Műszerek, kezelőszervek

A teljesen zárt és üvegezett pilótafülke zavartalan megvalósítását a műszerek elterjedése is segítette. Többé nem volt szükség a motor rezdülésének figyelésére, a műszerfalról leolvasható volt a fordulatszám, hőmérséklet, vagy az olaj nyomása. A komfortos, kevésbé megterhelő munkakörnyezet hosszabb repülést tett lehetővé és kevesebb pilótahibát is eredményezett. Idővel újabb műszerek segítették a navigációt és az orientációt is: iránytű, magasságmérő, műhorizont, variométer és rádió került a pilóta szeme elé. Tanulmányomban nem célom ezek részletes bemutatása, pedig a kisrepülőgépek műszerfalának a mai napig is ezek a kijelzők a főszereplői. Az informatika terjedésével azonban megkezdődött az átrendeződés. Az első hírmondók a GPS kijelzők voltak, melyek viszonylag hamar megjelentek a sokszor harminc éves kerek számlapok mellett. A legújabb típusokon összevont LCD kijelzők váltják fel az analóg műszerek csoportjait. Vészhelyzetekre meghagynak ugyan a fő paramétereket kijelző műszerek közül néhányat, de az összes adatot két-három, méretes, központi kijelzőn jelenítik meg (*Glass Cockpit*). Pilóták elmondása szerint, sajnos kiküszöbölhetetlen, hogy bizonyos benapozásnál ne legyenek teljesen olvashatatlanok az adatok. Valószínűleg erre is megoldást jelent majd, ha a kisépítésbe is bevonul az utasszállítóknál megjelent, katonai eredetű HUD, a Head Up Display, mely a pilóta előtti látómezőbe vetíti a kívánt adatokat.

Ugyanilyen újítás a repülésnek e konzervatív területén a side-stick megjelenése. Kutatásaim során eddig csupán néhány típusnál, (*CirrusDesign SR-20*) találkoztam ezzel a megoldással, ahol a pilóták a mellettük elhelyezett kis joystickkal irányítják a repülőgépet. Sokan ezt szentségtörésnek tartják, hiszen az ilyen kisméretű repülőnél akkor tud a pilóta igazán eggyé válni gépével, ha hagyományos módon, középen elhelyezett botkormánnyal, vagy két kézzel a szarvkormányt fogva irányíthat. Ezek a kezelőszervek általában megkettőzve, a pilótán kívül, a másik első ülésnél is megtalálhatók, lehetővé téve, hogy oktatásra is használható legyen a repülőgép. A Beech különös módon, egy, de átfordítható kormányval is gyártott repülőgépet. Véleményem szerint ez csak felváltott repülőgépvezetésre alkalmas, hiszen az oktatónak hiba esetén nincs esélye gyors beavatkozásra. Az előbb taglalt kormánysszervek (botkormány és szarvkormány) csupán a repülőgép repülési magasságának és oldalirányú bedöntésének változtatására hivatottak. Az elforduláshoz még szükség van a lábpedálok használatára is, a motorteljesítmény változtatásához pedig a középkonzolon elhelyezett gázkart kell előre, ill. hátra mozdítani.

A műszerek sokaságához hasonlóan egyelőre a kapcsolókat sem kívánom listába szedni, pedig sok fontos funkciót figyelhetünk meg a légcsavarral, motorral vagy a rádióval kapcsolatban.



51. Etrich Taube 1914



52. Beech Bonanza



53. Eco Ercoplane



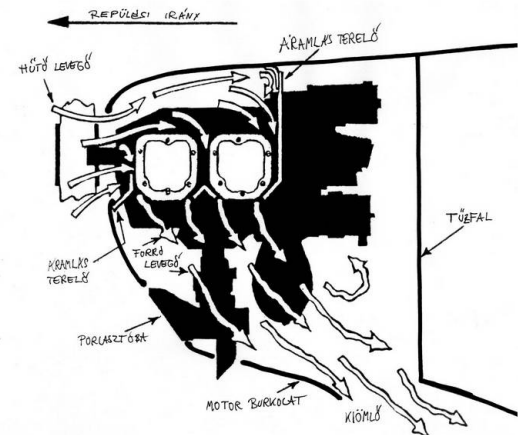
54. Sidestick: Liberty XL

2.2.4. Csomagtér

Szinte kivétel nélkül találunk lehetőséget poggyász elhelyezésére is. Erre leggyakrabban a hátsó ülések után újra összeszűkülő törzsrészben kialakított térben nyílik lehetőség, mely az utastér felől érhető el. Nem gyakori megoldás, de jobb kihasználtságot tesz lehetővé a személygépkocsiknál ismert módon előredönthető hátsó üléstámla alkalmazása, melyet pl. a Grumman Tigernél figyelhetünk meg. Nagyobb méretű gépeknél valamelyik oldalról, külön ajtót is kap a csomagtér, sőt, hosszabb törzs esetén, ahol a súlypont érdekében a motor előbbre nyúlik, a tűzfal és műszerfal között is kialakítanak második csomagteret, szintén oldalajtókkal. Fontos specialitás a repülőgépek csomagterében a beépített rögzítési pontok és hevederek (vagy hálók) biztosítása a szállítmány tökéletes rögzítéséhez. Ez több szempontból is fontos, az elszabadult táskák többek között személyi sérülést, a súlypont változását, a kilátás megzavarását okozhatják.

2.3. Motor és burkolata

A többnyire az orrészben elhelyezett soros, boxer vagy csillagmotorok hűtésére a menetszelet hasznosítják, ezért hűtőradiátorokat ritkán láthatunk, viszont jókora beömlőkön keresztül áramlik a hengerek körül a levegő, melynek a szabad távozását is meg kell oldani. A motorburkolat egyszerű és gyors eltávolíthatósága is fontos szempont. Nem is beszélve az üzemanyag-, elektromos rendszer előírásairól, és a tűzbiztonságról, mely a forró kipufogó közelében igényel komolyabb figyelmet.



55. Hűtőlevegő áramlása négyhengeres boxermotor körül

A kategória gépeinek csupán nagyon kis részét építették tolólégcsavarral. Az ilyen kialakítás messzire mutató hatással lenne a törzs alakjára is: villás farokkal, két függőleges vezérsíkot kellene tervezni, vagy a légcsavarkört a törzs fölé vagy azt áttörve, bele kellene szerkeszteni.

Új jelenség a turbó-diesel motor használata, amely a kedvező üzemanyag felhasználásnak köszönheti az autóiparhoz hasonló, egyre nagyobb térhódítását. Külön repülőtéri specialitás, hogy ezekbe az erőforrásokba a sugárhajtású gépek olcsó kerozinja is tankolható. A korábbi alkalmazást a technológiák színvonala (ötvözetek, feltöltő megmunkálása) nem tette még lehetővé.

Ahogy a bevezetőben említettem, a számtalan előnyének köszönhetően népszerű az egyéni légi közlekedés, de a kisebb sebesség miatt eddig nem jelentett konkurenciát a közforgalmi repülésnek. A közelmúltban azonban, az igényeknek megfelelően már a négy-hat személyes kategóriában is megjelentek a sugárhajtású kisgépek, a „microjet”-ek. Ezek a business-jeteknél olcsóbb kis repülők már utazási magasságban és sebességben is azt nyújtják, amit az utasszállítók, ráadásul a magánrepülők és a kis repterek előnyeivel. Az Eclipse 500, Grob SP, Diamod D-jet-hez hasonló repülőgép fejlesztése egyelőre nem időszerű hazánkban, így a Corvus Aircraftál sem, de a fenti cégek is kis magánvállalkozásként egy kompozit kisrepülővel indultak a közelmúltban.

3. Anyaghasználat

A repülőgépek anyagai folyamatosan változtak az ipar lehetőségei és a tervezők vállalkozó kedvének megfelelően. A hagyományos anyagok áttekintése után alaposabban mutatom be a kompozíciós anyagokat, mert véleményem szerint, manapság ez a technológia a legalkalmasabb kisrepülőgép-gyártásra, ezért fontos tehát hogy alaposabban tekintsük át, a szinte mindent lehetővé tevő és sokat elnéző építési módot. Nem mellékesen a Corvus műhelyéből is ilyen technikával kerülnek ki a repülőgépek.

3.1. Vászon és zongorahúr

Már az első repülőkísérletek, siklószárnyak építői előtt is ismertek voltak a mai repülőgépek építésénél is fontos szempontok. Minél könnyebb anyagokkal megvalósítani a legnagyobb szilárdságot, minél több rugalmassággal.

Kezdetben erre a legkönnyebben alakítható anyagot, a fát használták, amelyeknél a szerkezeti elemeket, bordákat, dúcokat belülről és kívülről is huzalokkal merevítették. Nem legenda, tényleg zongorahúrt alkalmaztak. A szárnyakat, majd jóval később a törzset is, vászonnal borították. Ehhez rugalmas anyagokat kerestek, mert például az első csűrőkormányok (*Bleriot*) az egész szárnyat csavarták. Idővel ezt a szerepet a szárnyvégeken elhelyezett különálló irányfelülettel oldották meg, így, mivel már nem volt szükség olyan nagy rugalmasságra, a vásznat nitrolakkal fesztítették ki. A XX. század első felében ez a technológia határozta meg a repülőgépeket, de a kormányfelületek estében a vásznazás a 70-es évekig megmaradt, s még ma is, mindennapi használatban lévő repülőgépeknél is találunk teljesen vászonborítású szárnyakat (*AN-2*).

A pilótafülkében a lehető legegyszerűbben kivitelezett környezetet találhattuk. Kezdetekben a pilóta vesszőből fonott széken ült, a vászonborítású törzsben, a falemezből készült műszerfalakon csupán néhány műszer, óra mutatója dolgozott. Az emberbarát környezet érdekében egy fontos elem került hamarosan a pilóták köré. A kényszerleszállások keserű tapasztalata alapján, a

törzsön kialakított nyílás peremét körbepárnázták, és bőrrel vonták be. Idővel ugyanis a törzs felső síkját, az oldalát is falemezzel borították, majd jóval később, a fémépítés elterjedése ellenére egész repülőgépeket is készítettek rétegelt lemezből. A faborítás alatt nagy mennyiségben alkalmaztak pillekönnyű balsafát a híres, kétmotoros *Mosquito* esetében is, melynél már az is szempont volt, hogy a fa nem veri vissza a radarhullámokat.

3.2. Fémépítés

Viszonylag hamar megjelentek a fémek a repülőgépek vázszerkezetében, egyre több helyen alkalmaztak csővázat a vászonborítás alatt. Először a törzs hosszmerítőit, vezérsíkok vázát cserélték le. Jóval több időre, és újabb fejlesztésre volt szükség, hogy a borítást is fémmel váltsák fel. Kézenfekvő volt az alumínium alkalmazása, mely akkoriban már vagy ötven éve elterjedt ipari nyersanyag volt és kis súlya mellett megfelelően ötvözve elég erős a feladatra. Hugo Junkers és vállalata az első, akik alumínium hullámlemezzel kezdték el borítani repülőgépeik hagyományos elv szerint, de már teljesen fémből épített vázát. A legelső ilyen módon épített polgári repülőgép a - már említett - Junkers F13 (1919) volt. A következő előrelépés az a felismerés volt, hogy a merevítések zömét elhagyva, a külső borítás, a héjszerkezet is viselheti a szerkezet terheit. Máig ez az elv a meghatározó, így épülnek az utasszállítók és harci gépek is.



56. Szegecselt géptörzs belső

3.3. A kompozit³⁸

A repülés fejlődése során folyamatosan törekednek a repülőgépek sokoldalúbbá tételére és teljesítményének fokozására. Ez magával hozza a szerkezet bonyolultabbá válását, a méretek növekedését - ebből pedig, következik a sárkányszerkezet tömegének növekedése. A nagyobb tömegű repülőgép levegőbe emeléséhez viszont nagyobb motorteljesítmény is szükséges. A repülőgépek szerkezeténél használt fémes anyagokat ezért egyre inkább olyan anyagokkal helyettesítik, melyek felhasználásának következménye a tömegmegtakarítás, az egyszerűbb gyártástechnológia. Ezt a célt elsősorban a korszerű kompozíciós anyagok (ACM = Advanced Composite Materials) vagy rövidebben kompozitok segítségével érik el.

3.3.1. Kezdetek

A kompozit anyagok első hírnökei a repülőgépiparban a rétegelt üvegszálak voltak. A lokátorantennák borításához kerestek nemfémes anyagokat, de 1943-ban az Egyesült Államokban már a *Vultee BT-15* gyakorló repülőgép törzsének hátsó részét is szendvics szerkezettel gyártották, poliészteres rétegelt üvegszál bevonattal és balsafa vázzal. Ez volt a merevített műanyagok első sikeres alkalmazása a repülőgép szerkezetében.



57. Míg-17PF radarburkolata az ötvenes évekből

Az 1950-es években aztán tovább terjedt az üvegszálás műgyanta használata a repülőgépek építésében, igaz, nem a fő szerkezeti elemeknél. 1958-ban a Piper Aircraft cég kezdte meg a fő részek kifejlesztését rétegelt anyagból. Ilyen, a *Papoose* nevű anyagból készült gyakorló repülőgépük, amely 1962-ben szállt fel először. Később a polgári gépeken is tért hódított a technológia, mely a súlycsökkentő póttanyagból a fémeket is teljesen háttérbe szorító teherviselő alapanyaggá nőtte ki magát.

³⁸ Dr. Kollár László előadása alapján, „Kompozitok a termék- és formatervezésben”, BME, 2006.06.01.

3.3.2.A technológiáról

A kompozit anyag készítéséhez rugalmas és nagy szakítószilárdságú finom szálak anyagokat (amelyek akár folytonosak, akár darabosak is lehetnek) megfelelő kötőanyagba ágyaznak be. A kötőanyag (mátrix, mely lehet epoxi- és poliészter gyanta) fő feladata a terhelés átvitele a rostokra és a helyi terhelés elviselése.

3.3.3.Elterjedt merevítő szálak:

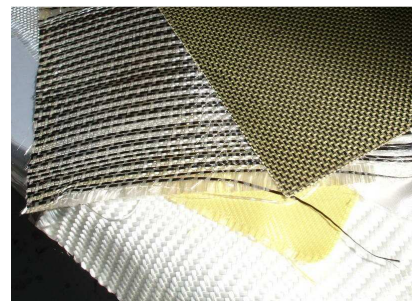
Legelterjedtebb és legelső az üvegszál, mely az egész módszert megalapozta. Közönséges üvegből, húzással nyerik.

Az első szénszálat, *Thornel-25* név alatt az Union Carbide cég fejlesztette ki 1959-ben. Az így létrejött kompozit anyagot a rakétahajtóművek fúvócsöveinek készítésére használták.

A bórszál volt az első végtelen merevítő anyag, amely alkalmas volt a kompozit anyagok merevítésére. A bórszál matt fényű, antracit-fekete és felületi struktúrája a kukorica kalászára emlékeztet. Az egyes bórszálak kezelése nehézkes, nagy merevségük és törésre való hajlamosságuk miatt. Ezért kizárólag félkész termékek (pregreg) formájában dolgozzák fel, melyekben a bórszálak párhuzamosan elrendezettek és egyenletesen elosztottak.

A merevítésnek egyik új típusa az Aramid szerves szál (Kevlar), melyet a DuPont cég fejlesztett ki, és a piacon 1972-ben jelent meg. Ennek a szálnak azonos szilárdságnál kétszeres a rugalmassága és 40%-kal kisebb a sűrűsége, mint az üvegszálé.

Az erősen terhelt alkatrészeknél, bizonyos körülmények között a Kevlar szál nem



58. Kevrt szén-üvegszál és tiszta üvegszál szövetek

megfelelő, mert kisebb a nyomószilárdsága. Az ilyen esetekben ez az anyag kombinálható nagy nyomószilárdságú szálakkal: szénszálakkal és bórszálakkal, így keletkeznek a hibridkompozitok.

3.3.4. Az alkalmazott kötőanyagok

Az elemi szálak beágyazásához sokféle gyanta alkalmazható: epoxigyanták, poliészter gyanták, fenolos gyanták, szilikon gyanták, a hővel szemben ellenálló gyanták.



59. Poliészter- és epoxigyanta

A kötőanyagnak (mátrixnak) a kompozit anyagokban a következő fő követelményeknek kell megfelelnie:

- kompakt anyagot kell képeznie;
- egymástól el kell választania a szálakat annak érdekében, hogy megakadályozza a repedések terjedését;
- lehetővé kell tennie az igénybevétel átvitelét a gyengébb szálakról az erősebbekre;
- a környezet hatásával szemben védenie kell a szálakat; a kész alkatrészen tökéletes felületet kell biztosítani (be kell takarnia a szövet textúráját).

3.3.5. Kompozit féltermékek

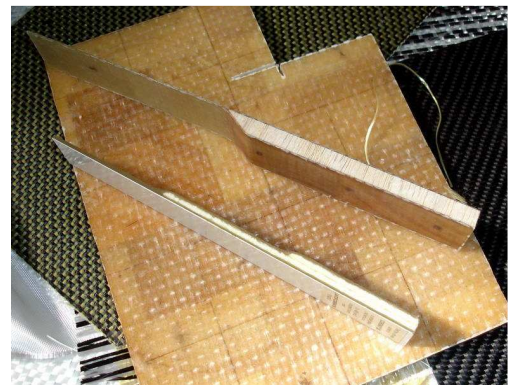
A kompozit anyagokból készült részek ma túlnyomórészt prepreg féltermékekből készülnek. A prepreg fogalma alatt (az angol pre-impregnated-ből) azt a félterméket értik, amelyet előzőleg olyan gyanta kötőanyaggal telítettek, amely tartalmazza a kikeményítőt is, és további olyan komponenseket, mint a töltőanyag, flexibilizátorok, retardérek, stb. Az impregnálás után az oldószert a



60. Törzs építése (CirrusDesign)

szárítókamrában elpárologtatják és a gyantát olyan állapotba viszik át, amelynél normál hőmérsékleten hajlékony és enyhén tapadós. A prepregok alkalmazása biztosítja a pontos merevítő tartalmat, a jobb mechanikai tulajdonságokat, továbbá igényes és higiénikus munkát tesz lehetővé. A feldolgozásra alkalmas prepregot a fogyasztó tekercs formájában kapja, üveg és Kevlar-szálak esetében, vagy szénszálaknál táblák formájában készül, illetve szén vagy bórszálak esetében 300 mm szélességű szalagokban.³⁹

A repülőgép konstrukciónál jellegzetes a szendvics szerkezetek alkalmazása. A korábbi, hagyományos anyagokat, mint az alumínium ötvözetek, ma már itt is szén kompozitokkal, kevlár vagy üvegszállal helyettesítik, prepreg állapotban. A könnyű belső magot képezheti, habosított PVC vagy poliuretán, esetleg méhsejt panelek.



61. Szendvicsek: fa és hab

3.3.6. Térhálósítás

A formán összerakják a prepreg egyes rétegeit, amelyeket a görbületek követéséhez meleg levegővel lehet lágyítani. Az összeállítás után az összerakott rétegeket letakarják fóliával, majd a fólia alól kiszívják a levegőt. A prepreg munkadarabokat végtermékeké rendszerint vákuumos, vagy túlnyomásos (autokláv) készülékekben való térhálósítással dolgozzák fel. A túlnyomásos készülékek hátránya nagy méretük és tömegük, ezen kívül fűtőberendezésük bonyolult, mivel a hevítés egyenletessége terén igen szigorú



62. Prepreg törzselemek előkészítése a levegő kiszívtyúzásához (Silence-Aircraft)

I. ³⁹ <http://www.haditechnika.hu/ARCHIVUM/198101/810105.htm>

követelményeket kell kielégíteniük. Ezeknek a berendezéseknek az ára, mérete hátráltatja a félkész anyagok elterjedését, és ezért sokan még mindig a hagyományos ecsettel felhordott, egészségkárosító, ráadásul egyenetlenebb és gyengébb hagyományos technológiát alkalmazzák.

3.3.7. Kompozit repülőgép alkatrészek

Egyértelmű, hogy számtalan előnyös tulajdonsága van a kompozit anyagoknak. Ilyenek például, hogy ellenállóak a légköri hatásokkal szemben; lehetőség van bonyolult alakok kialakítására, kicsi a sűrűségük, jó a dielektromos tulajdonságuk, stb. A repülőgép építésben való felhasználásuk azonban három fő csoportba sorolható:

- a hagyományos anyagok egyszerű lecserélése;
- helyi merevítés;
- olyan optimális kompozit anyagú szerkezetek előállítása, amelyek érvényesítik a kompozitok előnyös tulajdonságait, másból elképzelhetetlenek lennének.

A hagyományos anyagok kompozitokkal történő helyettesítése volt tehát az első lépés.

Az anyagok ilyen felcserélésére már 1967-ben sor került, amikor az *F-111* típusú repülőgépek duralumínium borítását bór-epoxi kompozittal helyettesítették.

A kompozit anyagok más alkalmazási módja a hagyományos szerkezet helyi merevítése, amikor a terhelést a hagyományos anyag veszi fel, a kompozit-merevítés pedig a biztonság fokát és az élettartamot növeli. Példa rá a *C-130 Hercules* típusú repülőgép szárnyközép-részének torziós doboza, ahol közel 380 kg tömegű duralumínium szerkezetet mindössze 160 kg tömegű bór-epoxi kompozittal helyettesítettek. A tömeg csökkenésén kívül a fáradási élettartam több mint kétszeresére emelkedett.

A Kevlar-epoximűgyanta alapú kompozitok felhasználására példa a *Bo-105* helikopter sárkányszerkezete is. Az eddig használt alumíniumöntvények helyettesítése 11%-os tömeg-megtakarítást eredményezett, de 23%-os tömeg-

megtakarítást értek el az űrrepülőgépnél is. Kompozit anyagokat alkalmaztak a SpaceShuttle építői a törzs szerkezet, a függőleges farokfelületek burkolataként. Például nyomástartó edények tekercseléses elkészítéséhez. Kevlar-szálat használtak, és csak ezzel 270 kg tömeg megtakarítást értek el a fém nyomástartó edényekkel szemben.⁴⁰

E példák az úttörő esetek közé tartoznak, ma azonban a katonai és polgári repülőgépgyártó cégek már kivétel nélkül számolnak a kompozit anyagok fokozott felhasználásával.

3.4. Kompozit és csőváz vegyes használata

Mindkét előbbi építési filozófiának vannak előnyei és hátrányai is, ezért nem meglepő hogy sok esetben a kettőt együttesen alkalmazzák.

A helyzetet talán a vasbetonhoz hasonlíthatom, ahol közismert az egyik alkotóelem, a beton nagy teherbírása, törékenysége, rugalmatlansága, míg külön a vasgerendák veszélyes elhajlásukról is ismertek. A kettő jól alakítható, erős alapanyagot eredményez. Valahogy így van ez a mi esetünkben is. A kompozit alkalmazói gyakran panaszkodtak a nem megfelelő alaktartásról, például a kabintető keretek csavarodásáról. Kézenfekvő



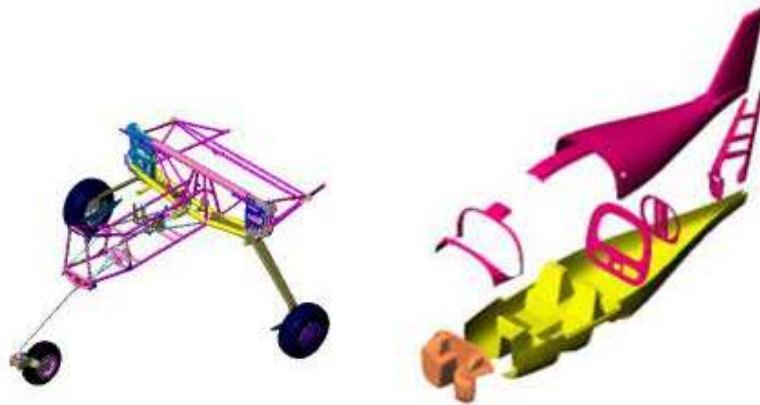
63. Egy Glasair gép vázszerkezetének és a kompozit törzs szerelése

volt sokak számára a repülőépítésben uralkodó fémépítéshez fordulni, s nagyszilárdságú hegesztett acélvázat alkalmazni. Már régóta építettek ezzel vászonborítású repülőgépeket, de mivel a kompozit törzs is nagy teherbírással rendelkezik, nem mindig van szükség teljes struktúrára. A vegyes építésre a

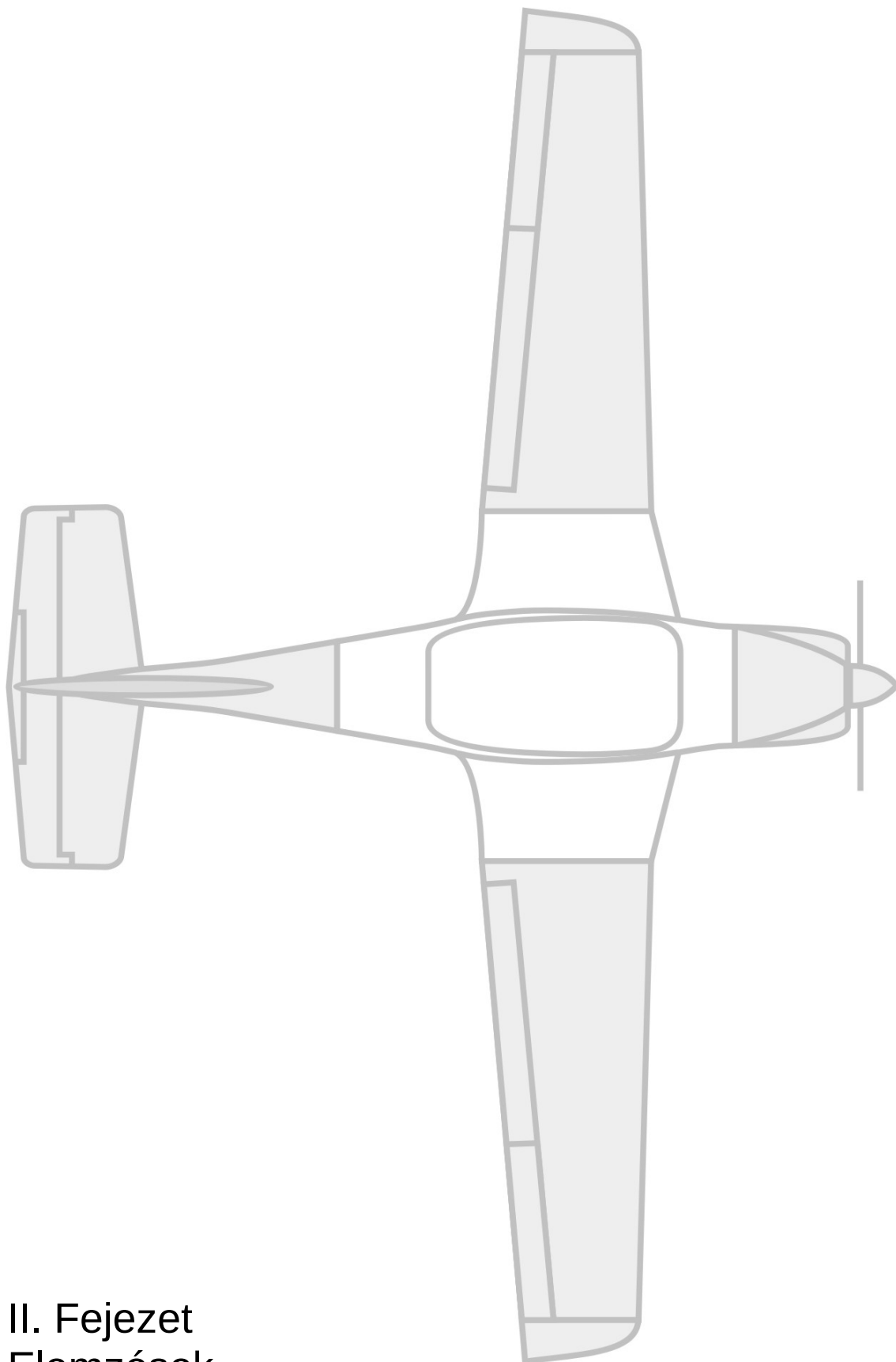
⁴⁰ A Letectvi i Kosmonautika című folyóirat nyomán

felsőszárnyas kisrepülőknél sok példát találunk, de elsődlegesen a nagy igénybevételnek kitett műrepülőknél volt rá szükség.

A Corvus csapata is egy ilyen feladat kapcsán szerzett tapasztalatokat, amin felbuzdulva már a négyülékes megépítésénél is ezzel a szerkesztési elvvel számolnak.



64. Liberty XL2 futómű bekötési acélvázszerkezet és az azt befoglaló kompozit törzs



II. Fejezet Elemzések

II. Elemzések

1. A fejezet bemutatása

Mint a repülőgépek formavilágának alakulásának megfigyelésekor tapasztaltam, a kezdeti időkben szinte minden megoldás az egyes alkotók intuitív elképzelése alapján jött létre. Később a tervezőirodák meghatározó mérnökének, esetleg a felkért formatervezőnek a kézjegyei figyelhetők meg az egyes gyártók hangáraitól kiguruló típusokon. Fontosnak tartottam megvizsgálni, hogyan alakul ez a folyamat a kisrepülők világában. A fejezet elején a válaszat, s a válasz megtalálásának útját ismertetem

Doktori munkám, a mestermű elkészítéséhez számtalan szükséges alapvető információ összegyűjtésére volt szükségem, hiszen egy repülőgép kialakítása sok új ismeret feldolgozását igényli. Természetesen képzettségem, és tapasztalatom sem adott egy komplett repülőgép kifejlesztéséhez, egy személyben nem is helyettesíthetnék egy teljes fejlesztőirodát - de nem is ez a feladatom. A Corvus Aircraft a fejlesztést a Corone minél kevesebb módosításával kívánja megvalósítani. Számításaik szerint a rendelkezésre álló sárkány (törzs, szárny és vezérsíkok) alkalmas egy négyszemélyes konfiguráció levegőbe emelésére is. Így a költséges szerszámok, és a technológia felhasználásával jöhet létre az új típus, mellyel újabb piaci szegmensen jelenhetnek meg itthon és a világban. Munkámhoz tehát alaposan meg kellett ismernem az alapmodellt, melyet 4. pont alatt mutatok be.

A feladatom tehát, a kettő helyett négy személy számára utaskabint kialakítani, a megfelelő kabintetővel, ajtóval, vagy ajtókkal. A formatervezők az autók világában tradicionálisan jól oldják meg az ehhez hasonló problémákat, ezért betekinttem a terület eredményeibe és a legújabb megoldásokat is igyekeztem megszerezni.

2. A designer szerepe a kisrepülőgép tervezésben

Értekezésemben eddig figyelmemet a repülőeszközök jellemzőinek alakulására fókuszáltam, ám munkám során hamarosan előtérbe került az emberi tényező is. Sok hajdani és mai fejlesztésnél találkoztam meghatározó személyiségekkel, cégalapítókkal, akik egy személyben álmodták meg sikeres típusaikat. Ezek a tervezők többnyire repülőmérnökök voltak, akik remek szakmérnökökkel vették magukat körül, gondolhatunk a Lockheed Skunk Works-ének alapítójára, a már említett Kelly Johnson-ra, vagy a nagy orosz tervezőirodák névadóira (Antonov, Tupoljev, Mikoljan, stb.). A jó arányú, esztétikus alkotásokat tanulmányozva, egy idő után megfogalmazódott bennem a kérdés: hol vannak a designerek? A designtörténet számos nevezetes vonatot, autót, esetleg sporthajót említ, de repülőgéppel, a már említett Collanin és az enteriőrökön kívül tulajdonképpen nem találkozhatunk a XX. század nagy designereinek életművében.

Már jó ideje foglalkozok témámmal, így nem volt mellékes számomra, hogy a területen, amelybe hónapról hónapra beleásom magam, bizalommal várják-e, vagy kívülállónak tartják-e a magamfajta. Egyáltalán, kapnak-e megbízást, van-e befolyásuk egy-egy repülőgép kialakítására? Arra is kíváncsi voltam, hogy amennyiben részt vesznek e járművek formálásában, milyen szerep hárul szakmám képviselőire, milyen munkamegosztással dolgoznak az ilyen tervezőirodában?

Választ sehol nem leltem, így elhatároztam, magam derítem fel e területet. A formatervezők mozgásterének feltérképezésére több lehetőség is kínálkozott:

- Személyes beszélgetés hazai tervezőkkel.

Ennek nem sok realitása volt, mivel itthon nem működik repülőgéptervező-iroda.

- Levelezés útján tájékozódni nagy vállalatoknál.

Az e-mail-váltás nem könnyen járható csatorna, a közönségkapcsolati munkatársak ugyanis nem juttatják el a hasonló megkereséseket az illetékeseknek és többnyire néhány mutatós prospektus volt a válasz.

- Személyes interjúkat folytatni kisebb cégek munkatársaival, akik a programomban szereplőhöz hasonló repülőgépek fejlesztésével foglalkoznak.

Az információszerzés ilyen módja általában a lehető legkörülményesebb. Szétszórt kis cégek alkalmazottjait meglegelni és ilyen egyedi felvetésről faggatni szinte lehetetlen vállalkozás. Magam sem próbálkoztam volna meg vele, ha nem adódik egy remek alkalom, ahol a szakma minden jelentős képviselőjével személyesen is beszélhetek.



65.

Szerencsés egybeesésnek köszönhető, hogy éppen a kutatási időszakomban (2007. április 19-22.) rendezték Friedrichshafenben a kétévente megtartott AERO 2007 repülőgép kiállítást és vásárt, mely a kisgépes repülés legnagyobb európai seregszemléje. A három ország találkozásánál (Németország, Ausztria és Svájc), a Zeppelinek szülőföldjén megrendezett eseményen 30 országból érkezett 750 kiállító mutatta be a kisgépes (sport és hobbi) kategóriába sorolható repülőeszközét, repüléssel kapcsolatos kiegészítőit, műszereit. Szinte minden elérhető típust megtekinthettünk, legyen az motoros repülőgép, vitorlázó repülőgép, helikopter, autogiró, vagy business jet.⁴¹

Együttműködő partnerem, a Corvus Aircraft Kft. is visszatérő kiállító. Az évben engem is meghívtak, legyek tagja a kiállító csapatnak, és mivel csak kevés feladat nem hárult rám, a szakmai napokat anyaggyűjtéssel tölthettem.

Három napon át foglalkoztam az aktuális irányzatok megismerésével. Igyekeztem minden területet áttekinteni, de komolyabban a feladatom szempontjából releváns típusokra koncentráltam: a négy- (ill. két-) üléses kisgépeket vettem alaposabban szemügyre. A designerek szerepe utáni

⁴¹ www.aero-friedrichshafen.com

kutatásom is az e területen dolgozó vállalatokra, s nem az utasszállítókat gyártó óriáscégek világára irányult. A repülőgépek tanulmányozása után minden alkalommal megkerestem, ki tud kérdéseimre válaszolni, majd a lehetőségektől függő mértékben betekintettem a tervezési folyamatukba.

2.1. Helyzetismertetés

Feladatom megvalósítása nem volt egyszerű, már a felmerülő problémák is sok mindenre választ adtak. Ilyen volt az első akadály, mely az angol nyelvből adódott, hiszen a *design* szóval fejezzük ki a tervezést, konstruálást és a formatervezést is. Beszélgetőtársaim legtöbbször nem is értették, miféle tervező után érdeklődök. A „*product design*” és az általam kerülni kívánt „*styling*”, „*art design*” szavakkal tudtam csak megértetni, mire gondolok. Még ezek után sem volt egyértelmű az általam keresett alkotó feladata, nem egy helyen a válaszban a „*graphic design*” szerepéről, a repülőgépek festési sémájának, feliratozásának a tervezőjéről beszéltek. Így tudtam meg például, azt a „roppant fontos” információt, hogy az olasz Alpi Aviation repülőgépeinek grafikai munkáit Mirco Pecorari készíti.

Hamarosan mind a kérdéseim megfogalmazásában, mind a megfelelő, számomra fontos beosztású emberek meglegelésében rutinra tettem szert. Többnyire konstruktőrök, cégtulajdonosok is a gépeik közelében voltak, s készséggel válaszoltak.

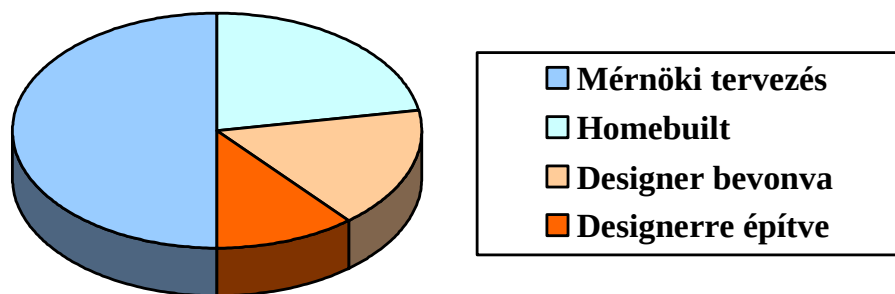
2.2. A négy filozófia

A sok száz kiállító közül végül majd' 40 olyan céget találtam, akik saját tervezésű, és feladatomnak megfelelő kategóriájú repülőgépet mutattak be. Ezek között különféle háttérű és méretű cégek vannak, és a designhoz fűződő viszonyuk is nagyon eltérő: a teljes elutasítástól kezdve, a formatervező(k) elképzeléseinek maradéktalan megvalósításáig, minden előfordult. Az eredményeket értelemszerűen két csoportba oszthatjuk: a cégek egyik része soha nem állt kapcsolatban formatervezővel, míg a másik része kisebb vagy

nagyobb mértékben alkalmazott designert. A két tömböt tovább finomítottam, így összesen négy modellt tudok bemutatni:

1. Az első csoport, a tisztán mérnöki tervezést képviselők azt vallják:
A repülőgép építés mérnöki feladat, nincs szükség formatervezőre.
2. A designer nélkül fejlesztők másik csoportjába azokat a kis cégeket soroltam, amelyeket többnyire egy elhivatott műszaki ember hozott létre, arra a célra, hogy megálmodott repülőgépét életre keltse és forgalmazza. Az ő alapállásuk szerint, a saját álmuk megvalósításába senki ne szóljon bele.
3. Formatervező bevonása. Az ilyen cégek tervezőcsoportjainak már megbecsült tagjai a formatervezők és a designerrel együttműködve hoznak létre új modelleket.
4. Néhány cég pedig kimondottan a korszerű designt hívja segítségül a piac meghódítására: a designerre építve, annak elképzeléseihez keresték meg a megfelelő a műszaki tartalmat.

Az arányokat az alábbi diagramban összegeztem, de a felosztások részletesebb ismertetésekor, az árnyaltabb kép érdekében bemutatok néhány példát is.



66. Az AERO kiállításon szereplő vállalatok design kapcsolat szerinti megoszlása.

	Gyártó cég	Jellemző típusuk	Ország	Mérnöki		Designer		A tervező
				Mérnöki tev.	Homebuilt	-bevonva	-kiindulás	
				18	8	6	4	
1.	Aceair SA	Aerisk 200	CH				X	Antonio Latella
2.	AeroSpool	Dynamic	SK	X				
3.	Alpi Aviation	Pioneer	I	X				
4.	Aero Sp	AT-3	PL	X				
5.	AeroJames	Isatis	F	X				
6.	Aquila	A 210	D	X				
7.	ATEC	321 Fatea	SK		X			Petr Voljenik
8.	Cessna	Skyhawk	USA			X		
9.	Cirrus	SR22	USA	X				
10.	Columbia	400	USA			X		
11.	Comp-Let	Shark	SK				X	Jaroslav Dostal
12.	Comco Ikarus	Breezer	D	X				
13.	Corvus	Corone	H		X			Voloscsuk András
14.	Compact Compositi	Millennium	I				X	Giuseppe Vidor
15.	CZAW	Sportcruise	CZ	X				
16.	Diamond	Star	A			X		
17.	DynAero	Ecolight	F	X				
18.	Dova	Skylark	CZ	X				
19.	EKOLT	Topaz	PL					?
20.	Evektor	Cobra	CZ	X				
21.	Extra	E300	D	X				
22.	FK	FK 14	D		X			Peter Funk
23.	Fläming Air	Smaragd	D		X			
24.	Flight Design	CTSW	D					?
25.	Flying Machines	Vampire	SK				X	Roman Ivanov
26.	Jihlavan	Rapid	CZ	X				Anton Pistek
27.	Liberty	XL2	USA					?
28.	LISA	Akoya	F			X		
29.	Mooney	Ovation	USA			X		
30.	Piper	Arrow	USA			X		
31.	Pulsar	Cruiser	USA	X				
32.	Remos	G3	D	X				
33.	Robin	DR400	F	X				Pierre Robin
34.	Roland	Zodiac 602	D		X			
35.	Silence	Twister	D		X			M&T Strieker
36.	Sedlacek	Fascination	D		X			Wolfgang Dallach
37.	Tecnam	Sierra	I	X				
38.	TL	Sting	CZ	X				
39.	Tomark	SD4 Viper	SK					?
40.	Zaklady Lotnice	Orka	PL		X			Eduard Marganski

66. Az AERO-n megjelent repülőgép építő cégek tervezés jellege szerinti megoszlása

2.2.1. Mérnöki tervezés

Az első csoport, a tisztán mérnöki tervezést képviselők azt vallják:

A repülőgép építés mérnöki feladat, nincs szükség formatervezőre.

E nagyon is gyakori álláspont szerint, a repülőgép olyan összetett szerkezet, hogy annak tervezésébe nem szólhat bele akárki, csak az anyagmegmunkálás törvényei változtathatnak a légerők törvényei által meghatározott kialakításokon. Ezt előszeretettel hangoztatták a fémépítésű repülőgépek tervezői, mint például Milan Bristela, a CzAW főmérnöke, aki udvariasan ajánlotta figyelmembe a kompozit technológiára tervezett repülőgépek építését, szerinte ott biztos sokkal nagyobb mozgásteret van a formatervezőknek. Lehet, hogy a lemez és a szegecseles nem sok szabadságot enged, de a kiállított Sportcruiser típusukon már ők is kompozit elemmel zárták le a szárny végét és a törzs orr szekcióját...

Megfigyelésem szerint, ezek a remek mérnökemberek a designra, mint pejoratív jelzőre gondolnak. Úgy gondolják, hogy a formatervező csak a külcsínnel foglalkozik, és többet árt, mint használ, képtelen belátni a funkció fontosságát és bármit hajlandó feláldozni öncélú elképzeléseinek megvalósításáért. Fel sem merül bennük, hogy együtt is lehet velük gondolkodni és esetleg hasznosítható javaslataik lehetnek, újszerű megoldásokat hozhatnak. Ez a felfogás azért nem zárja ki, hogy a „formatervezés-ellenesség” egyik képviselője, a lengyel AERO cég „quality by design” felirattal hirdesse AT-3 típusú gépét.



68. A lengyel stand

A repülőgépek többségét teljes mértékben mérnökök alakították ki, így könnyű ezekre példát hozni. A választásom a Cseh Jihlavan vállalat Rapid típusára

esett, amelynek főkonstruktőre Anton Pistek, a Brnói Műszaki Egyetem Repülőmérnöki Intézet igazgatója.⁴²

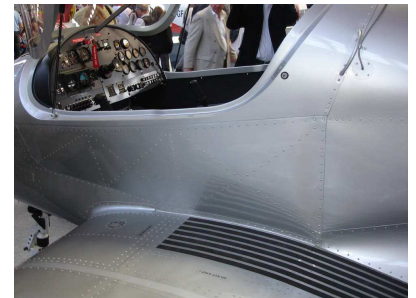
A Kappa 77 néven világot látott, majd cégátalakulások után átkeresztelt repülőgépen láthatóan nagy fontosságot tulajdonítottak az utasfülkének, tágas belső és nagy plexitető jellemzi a törzset. Ezen kívül a fémépítés határozza meg a gép formáját, s különösen a törzs-farok átmenet árulkodik a lemeztechnológiáról.



69. Anton Pistek



70. A Rapid lemeztechnikával készült



2.2.2. „Homebuilt”

A designer nélkül fejlesztők másik csoportjába azokat a kis cégeket soroltam, amelyeket egy elhivatott műszaki ember hozott létre, arra a célra, hogy megálmodott repülőgépét életre keltse és forgalmazza.

Az ő alapállásuk szerint, a saját álmuk megvalósításába senki ne szóljon bele.

Ezek az emberek érzelmileg erősen motiváltak, és lehetőleg mindent maguk akarnak kitalálni. (ATEC, FK, stb.) Sokszor még más mérnök segítők tanácsa ellenében is ragaszkodnak elképzelésükhöz, de a gép karakterét megadó külső formajegyek kialakításának a jogát végképp fönntartják maguknak. Az eredmények eltérőek, sokszor amatőr „homebuilt” (háziépítésű) hatást keltenek, de szép számmal találni sikeres és profi munkát is. Az érzelmi okok mellett nem elhanyagolható az anyagi szempont. Az ilyen kis családi vállalkozások költségérzékenyek, a munkabérek megspórolása miatt is hagyatkoznak minél nagyobb arányban saját erőre.

⁴² www.ultralight.cz/genesis.html

Meg kell jegyezni, hogy a repülőgépgyártók többsége így indult, majd idővel olyan méretűvé fejlődött, hogy a kulcsemberek kénytelenek voltak feladataikat átadni, de az ilyen középcegeknek még mindig ritka saját formatervező foglalkoztatása. Hasonló a felállás a Bessenyei Péter repülőgépét is gyártó Walter Extra cégénél is.



71. Walter Extrával az Extra 300-as



72. ATEC 321 Faeta



73. Petr Volejnik

A saját indíttatásból „kalákában” megtervezett repülőgépek közül az ATEC cég repülőit láthatjuk itt. A teljes gépet, a műszaki végzettségű (a szakirány nem publikált), de idegen nyelvet nem beszélő Petr Volejnik álmolta meg. Ma is ő az 1992-ben alapított cége vezetője, konstruktöre, minőségellenőre, főpilótája, stb.⁴³ Típusait a kompozit technológiára építi, annak könnyedségét, az általa lehetővé tett karcsúság jellemzi. Faeta nevű modellje a jellegzetes csirkecombforma képviselője. A gép alakja annak köszönhető, hogy az üveg/szénszálas farokrész nagyon kis keresztmetszettel képes feladatát ellátni, az utasfülkénél viszont, a tágas belső biztosításához szinte „fel kell fújni” a törzset.

⁴³ www.atecaircraft.eu/en/company/about-us/

2.2.3. Formatervező bevonása

Az újszerű technológiák okozta árcsökkenés és a jóléti társadalomnak köszönhető keresletnövekedés egyre több kis céget keltett életre, melyeknek napjainkban egymással kell megküzdeniük, hogy fejlődhessenek. A versenyhelyzetnek köszönhetően sorra látják be a repülőgép-építők, hogy a korszerű megjelenésnek, izgalmas formai megoldásoknak keresletélénkítő hatása van, s aki nem él e lehetőséggel lemarad. Akik már megerősödtek ezen a területen, nagyobb vállalatként, megengedhetik maguknak, hogy a gyártástól független tervezőirodát tartsanak fenn. Az ilyen tervezőcsoportoknak immár megbecsült tagjai a formatervezők és a ***designerrel együttműködve hoznak létre új modelleket.***



74.-76. Lisa Akoya

Jellemzően a gép-ember kapcsolatra koncentrálva, a belső kialakítását bízzák formatervezőre, legyen szó új fejlesztésről, mint a Lisa Akoya esetében, vagy termékfrissítésről mint a Cessna cégnél. A külsőre kevés ráhatásuk van.

A közismert amerikai gyártók helyett egy sikeres osztrák példát ismertetek.

2.2.3.1. Designer szerepe a Daimond Aircraftnál

Kevéssé közismert, hogy a szomszédos Ausztriában, Wiener Neustadtban működik a kisgépes repülőgépgyártás egyik fellegetvára, a Daimond Aircraft, mely igazi multinacionális nagyvállalatként nem csak a határunkhoz közeli üzemében ontja modelljeit, hanem már Kanadában és Kínában is építettek üzemet.

Gyártanak alkatrészeket Szlovéniában, Szlovákiában, ősmintákat pedig Magyarországon is készíttetnek.

A repülőgépgyár története⁴⁴a korábban a 2.2.2. pontban leírt, homebuilt-menetrend szerint indult. 1981-ben Wolf Hoffmann kezdte meg H36 Dimona típusú, saját modelljének gyártását. A piaci sikereik eredményeként növekedett a vállalat, bővült a típuskínálat, de csak egy tulajdonosváltás után váltak nagyválllattá, ahol a fejlesztés a tulajdonos íróasztaláról teamek fennhatósága alá került. Már így készültek az újabb típusok, mint a munkám szempontjából példaértékű DA40 Diamond Star típusú négyüléses repülőgép, melyet a kétüléses DA20 Katana alapján hoztak létre. Éppen az említett AERO kiállításon mutatták be DA50 elnevezésű, a DA40-nél némileg nagyobb teljesítményű és exkluzívabb, öt személyes változatot.

Az egész sorozat fejlesztésének vezetője, Manfred Zipper alátámasztotta értesüléseimet, az ő csapatában elsősorban a belső tér kialakításában dolgoznak formatervezők, a DA50 utasterét tervező kollégájuk például a munka végeztével a Mazdánál folytatja munkáját.

Hogy pontosabb képet kapjak egy a mestermunkámhoz hasonlatos projekt kulisszatitkairól, személyesen is ellátogattam a cég központjában lévő fejlesztő irodába. Miután soproni kísérem végigmutatta a gyártás és összeszerelés helyszíneit, bemutatott David Bauseknek, aki a fejlesztések főmérnöke. Csapatában fejlesztőmérnökök, gépészek dolgoznak elsősorban, (akiket természetesen designernek neveznek), de további pontosítás után elmondta, hogy nélkülözhetetlen számukra formatervező-művész közreműködése is.

A munkamegosztásra is rákérdezve elmondták, folyamatukra jellemző, hogy a külső kialakításban is részt vesznek.

Külön szobában alakítottak ki munkahelyeket számukra, ahol hol egy, hol két designer dolgozik. Itt a pultokon a gyártásban lévő gépek modelljei, a falakon pedig különféle belsőterek részletrajzai, filctollas renderingjei láthatók. Többnyire a 2007-ben bemutatott DA50-est ismertem fel bennük. Beszélgetésünkben kiderült, hogy úgy öt évente hoznak ki új modellt, tehát nem igazán pörög a

⁴⁴ www.pilotfriend.com

fejlesztés. Továbbfejlesztéseken sem törhetik a fejüket, mivel ha egy típus gyártásba kerül, a szigorú engedélyezési eljárások miatt már nehéz módosításokat jóváhagyni, így csak komoly indokkal folyamodnak áttervezéshez.

Ráadásul egy kissé meghökkentő rendszerben alkalmazzák kollégáinkat. Fél év után mindig új designert keresnek, meglátásuk szerint ennyi idő után már elmaradnak az új ötletek, ismétlik a tervezők önmagukat. Mindenestre az elmondottakból az derült ki hogy a területen, a járműtervezésben alkotó, többnyire fiatal tervezők ezt nem bánják, maguk is vándoréletre rendezkedtek be. Az említett típus fejlesztésében résztvevő jelenleg a Mazdánál dolgozik.

Meg kell említenem egy tervezési mozzanatot, melyet látogatásom során két forrásból is hallottam, s érdekes fényt vet a designerek önállóságára.

Az esettanulmányoknál bemutatott DA-40-es típusnak elkészítették a kétmotoros DA-42 jelzésű változatát.

Ennél csomagok számára

felszabadult az orr rész melynek merészen kecses kialakítása remekül sikerült. Az igazi markáns stílusjegyet nézve gondolhatnánk, hogy lám ezért érdemes iparművészt alkalmazni, de kiderült nem erről volt szó. A megoldást a cég tulajdonos, Christian Dries elképzelései szerint kellett kialakítani. Az volt az elvárása, hogy az új rekeszben férjen el a golf felszerelése, ezért kellett a korábbi, tompább szekciót áttervezni.



77. DA 42 Twin Star a levegőben

Az eset tanulsága, hogy annak ellenére, hogy a cég tervezési metódusát magam a designer bevonásával működő cégekhez soroltam, még itt, e tekintélyes repülőgépgyárnál is működik a homebuilt típusokra jellemző kézivezelés.

Kutatásomhoz nem kapcsolódik, de fontos megemlítenem a Daimond Aircraft legfrissebb problémáját. A vállalat élen jár a gazdaságos dízelmotorok



78. Egy-egy elkészült motorra váró DA42 és DA40

alkalmazásában, ez fémjelezi termékpalettájukat, s számos megrendelő ezért rendelt típusaiból, de e motorok beszállítója a Thielert Aircraft Engine Company még 2008 elején tönkrement, a motorszállítások leálltak. Látogatásomkor a gyár mellett garmadával sorakoztak az elkészült hófehér repülőgépek motorjuk helyén kék ponyvával. Sajnos számos megrendelést már vissza is vontak, így a cég helyzete is megingani látszik.

2.2.4. Designerre építve

Néhány cég kimondottan a korszerű designt hívja segítségül a piac meghódítására:

A designer elképzeléseihez keresték meg a megfelelő a műszaki tartalmat.

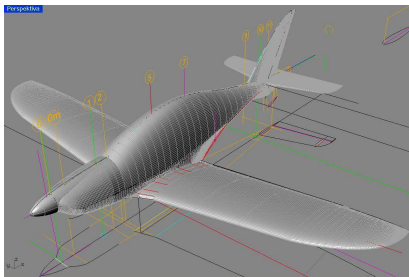
Több olyan projecttel is találkoztam, ahol a fejlesztés kiindulópontjának a formatervező vázlatait tekintették, mint például az olasz Millennium, vagy a szlovák Shark. Ezekben az esetekben két nagy múltú kompozit



79. Roman Ivanov (bal oldalon) az FM-250 Vampire kabinjával

alkatrész gyártó cég kívánt saját típussal megjelenni. Az első cég, a Compact Compositi, keresett elképzeléséhez egy repüléshez vonzó designert (Giuseppe Vidor), míg a másik esetben a tervező, Jaroslav Dostál találta meg tervéhez a Comp-Letet. Merőben más volt a helyzet a kisebb, Flying Machines cégnél, ahol az egyik tervező/tulajdonos, Roman Ivanov maga tanult formatervezést. Igaz, végül építésként diplomázott, de semmilyen repülőmérnöki ismerete nincs.

Ezekben az esetekben, mint Dostáltól megtudtam, a forma-koncepció kerül repülőmérnökökhöz, aerodinamikusokhoz, akik számítógépes elemzések után tesznek javaslatot a módosításokra. Az alap elképzelést nem befolyásoló, de a repülőtulajdonság szempontjából meghatározó területeken, mint például a kompozit rétegezése vagy a szárny profiljának megválasztása, természetesen csak ők döntenek. Az utóbbira a Shark esetében különösen büszkék, ugyanis egyéni és nagyon hatékony lett a szárny kialakítása.



80. Shark a Rhinoceros programban



81. Test modell



82. Jaro Dostállal

2.3. A repülőgép-építők távlatai

A verseny hatására sajnos ritkulni fog a repülőgép-építő szakma, és összeolvadások is várhatóak. Már ma is sok típus elemeinek a gyártását alvállalkozók végzik, így három-négy konkurens törzse, szárnya is egymás mellett készül. Az előbb említett példa két üzeme is kezd öntudatra ébredni. Egy jó saját modellel és a nagy kapacitással biztatók a kilátásaik.

A konkurenciaharc ellenére mindig vannak újabb próbálkozók is. A legkisebb cégek, megrendelésben bízva csak egy prototípust, vagy modellt állítanak ki. Életbevágó, hogy megrendelést kapjanak tervükre, vagy melléjük álljon egy befektető, ha ugyanis egyedi, „experimental” besorolású repülőgépükből gyártható terméket szeretnének kifejleszteni, a szigorú technológiai és biztonsági előírások miatt meg kell szerezni a típusalkalmassági engedélyt. Az európai szabványok szerinti eljárás roppant költséges és összetett feladat, a

legendák szerint egy repülőgép dokumentációjának a súlya nagyjából megegyezik a gép súlyával. Ha támogatás nem érkezik, megáll a fejlesztés.

Így járt sajnos az Antonio Latella designer (Nexus Design) által tervezett Aeriks 200 típusú tolólégcsavaros repülőgép is. A 2002. május 29-én először a levegőbe emelkedett prototípus volt az AERO 2003 sztárja, de tőkehiány miatt a nagy tervek szertefoszlottak, és az idei



83. Parkoló pályán: Aeriks 200

kiállításon még én is megtekinthettem ugyanazt az első darabot. Igaz, már egy másik vállalkozó standján láthattam, mivel a fejlesztő Aceair tönkrement. A terveket és a prototípust Pascal Schadeegg, egy svájci magánszemély vásárolta meg, s azon fáradozik, hogy életet leheljen a szépreményű szerkezetbe.



84-85. A cseh és a svájci gyártású Dallach

Egy másik példa szintén a gazdasági kudarcról szól, de ebben az esetben legalább a tervezett típusok gyártásban vannak. Nem is egy, hanem egyszerre két helyen. Wolfgang Dallach repülőgépeit is külsős üzemekben készítették, így miután cége, a W.D. Flugzeugleichtbau GmbH



86. Közös botkormány

tönkrement, egy cseh (UL-JIH) és egy svájci üzem (Swiss Light Aircraft) is folytatta a gyártást, és a fejlesztést is. A cseh üzem például, egy komfortosított Fascination modellt mutatott be, melyen a kényelmesebb ülések miatt már nem volt hely két botkormánynak, ezért egyet építettek középre.

A kisrepülőgépek előállításával egyre többen foglalkoznak, s ahogy más termékek gyártói között dúló piaci verseny szereplőinek, úgy e magas műszaki tartalmú termékek előállítóinak is minden eszközt be kell vetniük a vásárlók megnyerése érdekében, hiszen a megrendelők e járművektől is az egyéb termékek esetében megszokott minőséget, átgondoltságot várják el. Korunk marketing mindenhatósága a designt is nélkülözhetetlenné teszi, ezért a kisrepülőgépek gyártói is fel kellett hogy ismerjék, az ő iparáguknak is támaszkodnia kell a formatervezőkre, ha sikeresek akarnak lenni. Amely cég a technológia korlátaira hivatkozva ezt nem veszi figyelembe, alulmarad, elég csak az imént említett Wolfgang Dallach esetére gondolni.

A tapasztalatok szerint kereskedelmi célú design – a styling – megkerülhetetlensége folytán a formatervező is csapattaggá válik. Jó esetben újító gondolatai, kreatív és analitikus gondolkodásmódja, az ergonómia és más területeken szerzett tapasztalatai, formaadó képessége beépülhetnek, szerves részévé válhatnak a tervezési folyamatnak.

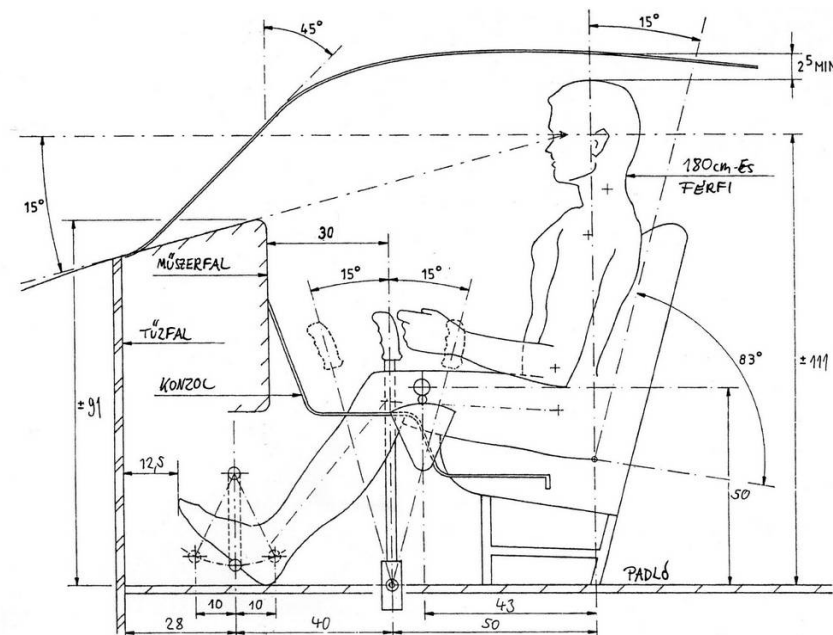
3. Adatgyűjtés

A Corvus Kft. Corax nevű gépe kialakításának alapja, a négy fő kényelmes és biztonságos elhelyezése, az ezt megvalósító utaskabin kialakítása, mely köré felépíthetem a törzset. Az utasok közül kiemelt figyelmet érdemel a pilóta, s az esetleges másodpilóta ülése, munkahelye.

Egy pilótafülkének a következő fontos szempontoknak kell megfelelnie.⁴⁵

- a repülőgépvezetőnek úgy kell elhelyezkednie, hogy minden kezelőszervet kényelmesen el tudjon érni
- erőfelfejtés és mozdulat nélkül kell látnia a fontos műszereket, a repülés szempontjából fontos adatokat
- a külső környezetből a lehető legnagyobb részt lássa a vezetőüléséből.

Az ideális ergonómiai kialakításhoz alapos kutatások tapasztalatain nyugvó adatbázisokat használhatunk. Sajnos a könnyen hozzáférhető modellek nemigen foglalkoznak a repülőgépek sajátosságaival, de a repülőgép építéssel foglalkozó szakirodalom tesz közzé ajánlásokat.



87. Ajánlott üléselrendezés botkormányos könnyű repülőgépek számára

⁴⁵ Roskam, Jan: i.m. III/2 p3.

Az ember-gép kapcsolatok esetén, az egyes emberek testméretei közötti különbségek kezelése jelenti a legnagyobb problémát. Megoldás, az ideális elrendezéshez kialakított munkahelyen személyenként állíthatóvá tenni a szükséges elemeket (lásd V. számú melléklet). Ez a kétüléses Corvus Corone esetében állítható ülés és a kormánypedál alkalmazását jelenti.

3.1. Napjaink repülőgépgyártói és figyelembe vehető típusaik

Jelenleg a fúzióknak köszönhetően szinte csak a két óriáscég, az Airbus és a Boeing uralja a kereskedelmi repülőgépek piacát, de harci gépeket is csak egyre nagyobb összefogással tudnak az erősebb nemzetek kifejleszteni. Ez a növekvő költségek miatt alakult így, aminek az újabb műszerek, az elektronizáció, a drágább anyagok az okozói. A kisgépek esetében nincs szükség méregdrága hajtóművekre, bonyolult elektronikára, csupán alaplasműszerekre, melyek bolti forgalomban is olcsón beszerezhetők. A technológia és az anyagköltség is megfizethetőbb, nem kell radarsugár elnyelő burkolatra vagy túlnyomásos kabinra költeni. A kompozit technológia a sok lépést még egyszerűbbé és fajlagosan olcsóbbá is tette.

A kedvezőbb körülményeknek köszönhetően, számtalan újabb kisvállalkozás próbál szerencsét e területen. Gyakori alaptörténet, hogy egy amatőr, saját álmait megvalósítva, az elérhető technológiát alkalmazva elkészíti saját repülőgépét, amelyből aztán még épít egy pár darabot környezete számára. Miután további megrendelések érkeznek, céget alapítanak, és ha bírják a versenyt, nem áll meg a lendület, további típusokat is fejlesztenek, növekednek. Ilyen múltra tekinthet vissza Lance Neibauer cége a Lancair, Burkhart Grob által létrehozott Grob Aircraft, vagy Walter Extra is így indította nagyszerű sorozatát az osztrák Daimond Aircrafthoz hasonlóan, 1981-ben. Nem utolsósorban Voloscsuk András is magának kezdte építeni a Corvus Corone-t.

Az alábbiakban alfabetikusan szedtem csokorba a jelentősebb repülőgépgyártókat, feltüntetve a figyelembe vehető, négyüléses típusaikat. Találunk a listában nagynevű cégeket, melyeknek már csak a repülőivel

találkozhatunk, a típusuk gyártása már befejeződött (pl.: Fuji, Jakovlev, SAAB), és olyanokkal is, akiknek még csak néhány darabot sikerült értékesíteniük az új fejlesztésű túragépeikből (pl.: Evektor, Iljuszin). Természetesen a legkorszerűbbek képviselőit a későbbiekben alaposan szemügyre veszem.

Az **III. számú mellékleten** látható fotógyűjtemény napjaink gyártóinak figyelembe vehető típusaiból, így az alábbiak közül is láthatunk néhányat:

Aerospatiale Socata, - <i>TB-9 Tampico,</i>	Issoire - APM-20 Lionceau
<i>TB-10 Tobago, TB-20 Trinidad, MS 235 Rallye</i>	Iljushin - IL-103
ATEC – Zephyr, 321 Fetea	Yakovlev - Jak-18T
Beagle – Pub 150, Bulldog,	Liberty – XL2
Beech –Debonair, Bonanza	Luscombe – 11E
Bellanca – 17-31 Viking	Maule – MXT7 Comet
Bolkow – 209 Monsun	Metasokal – Let L40
Cessna – 172 Skhawk,	Meyers (Micco) – 200D
Cirrus Design – SR20	Mooney – Acclaim, Ovation, Chaparral
Columbia (Lancair) – 350	Oberlerchner - JOB 15Percival
Commander – 112,114,115	PZL - 104 Wilga, 111 Kolibri
Diamond – DA 40 Star	Piper – PA28 Chirokee,
Eclipse Aviation	Robin (Jodel) – Alpha, Remo, Dauphin,
Evektor – <i>SportStar, Cobra</i>	President, DR400
Extra - 400	Ruschmeyer - R90
Fournier / Sportavia – <i>Firefly</i>	Saab - Safir
Fuji – <i>FA200 Aero Subaru</i>	Seawind - 300C
FWA - <i>AS 202 Bravo</i>	SIAl-Marchetti - SF.260
Grob – <i>G140, GF200</i>	UTVA - 56-60
Grumman/Tiger – <i>Cheetah, Tiger</i>	Wassmer – WA.52, 54

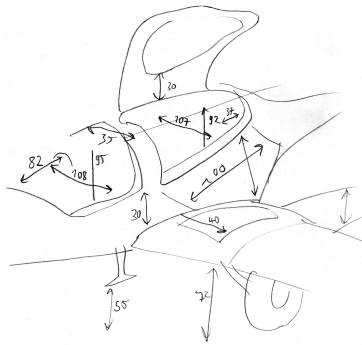
3.2. Felmérés

A mestermű fejlesztése előtt igyekeztem a munkám alapjául szolgáló típus, a Corvus Corone-ról minél több adatot összegyűjteni, és kevésbé alaposan ugyan, de más gyártók típusait is feltérképezni.

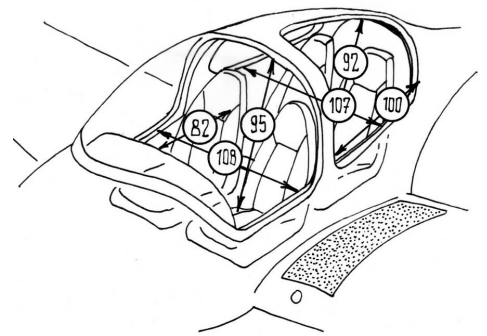
A szakirodalmat kutatva sok hasznos, pontos adatra bukkantam, mely használható támpontot jelent, de rengeteg típus hazánkban is megtalálható, így alkalmam nyílt néhányat személyesen is megvizsgálni. Feladatomhoz kapcsolódóan a kabinokra koncentráltam, az utasteret, megközelíthetőséget tanulmányoztam. Több gyártó típusait megtekintettem, a **VI. számú mellékletben** ízelítőül az osztrák Diamond egy típusának részletfotóit mutatom be. A szemrevételezésen és a fotódokumentáláson kívül a főbb méretadatokat is összegyűjtöttem.



88. DA40 a tököli repülőtéren

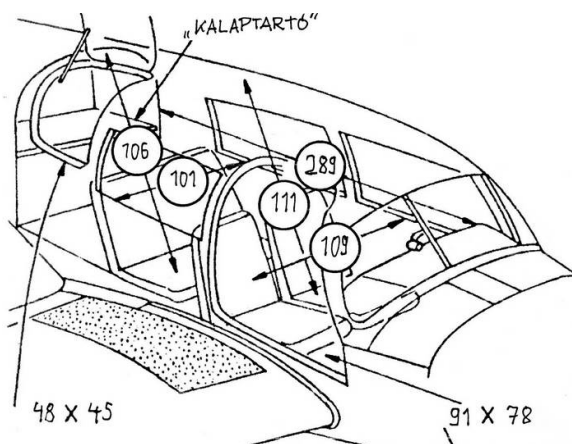


89. Helyszíni méretvázlatom

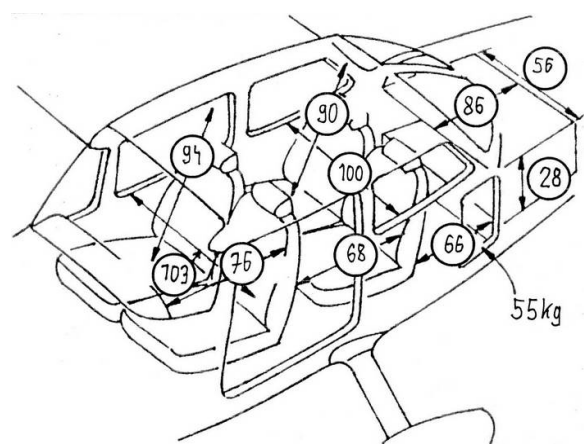


90. Diamond DA40 kabin adatai

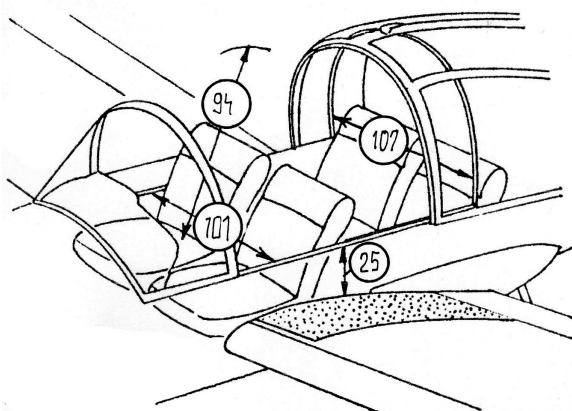
88-95. Az alábbiakban további elterjedt kisrepülőgép típusok utaskabin paramétereit mutatom be. A méreteket centiméterben írtam az ábrákba.



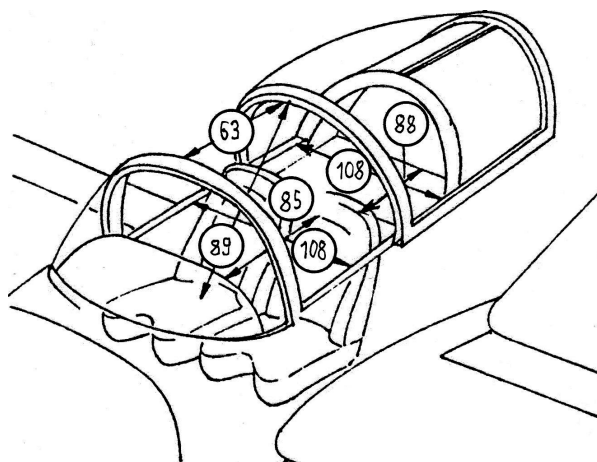
91. Mooney M20F



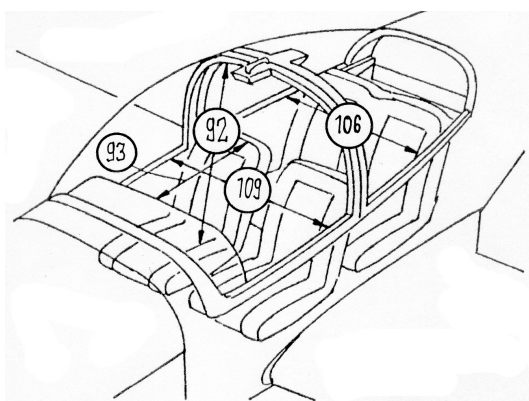
92. Cessna C172 Skyhawk



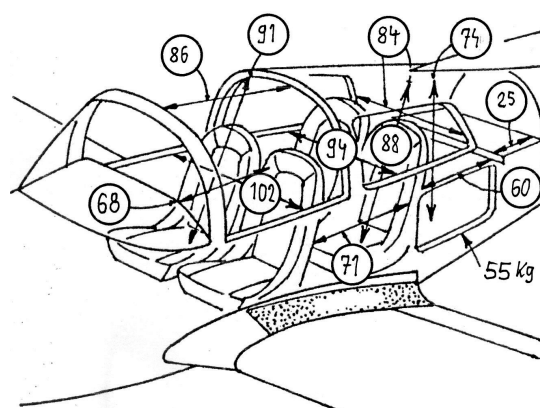
SOCATA Rally



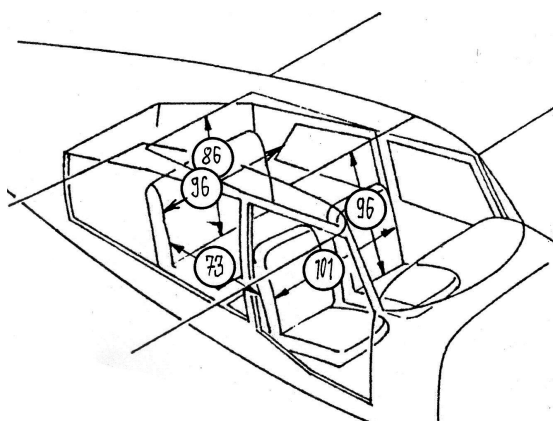
Mudry Cap10



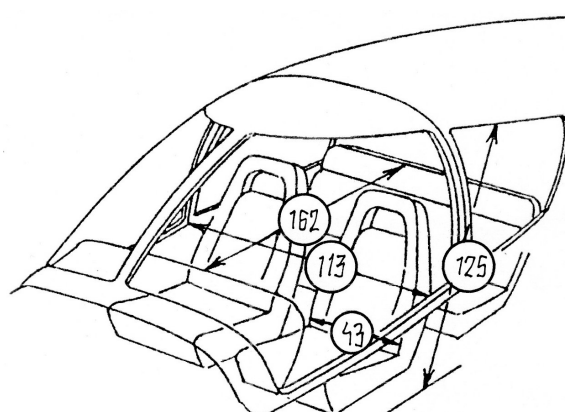
Sportavia RS180



Grumman Cheetah AA 5A



Maule MS 235C



95. Robin R1180T Aiglon

93-98.

A témérdek számadatot összefoglaltam, hogy megkapjam a jellemző beltéri méreteket, melyeket figyelembe vehetek a Corax kialakításánál.

	Jak-18T	SOCATA MS893E Rally	Cessna 172 Skyhawk	Diamond DA-40
Gép méretek (m)				
Hossz:	8,18	7,2	8,2	8,0
Fesztáv:	10,6	9,7	10,9	12,0
Magasság:	2,6	2,8	2,5	8,0
Üres súly:	750kg	694kg	572kg	749kg
Kabin (cm)				
Szélesség:	116	102	103	108
Üléstávolság:	96	85	76	82
Belmagasság:	95	90	90	95
Csomagtér:	40	55	86	37
Beszállás (cm)				
Fellépési magasság:	90	55/66	75	55/75
Nyílás szélesség:	120	110	90	100

A fenti felméréseken is látható típusok adatainak átlagolása:

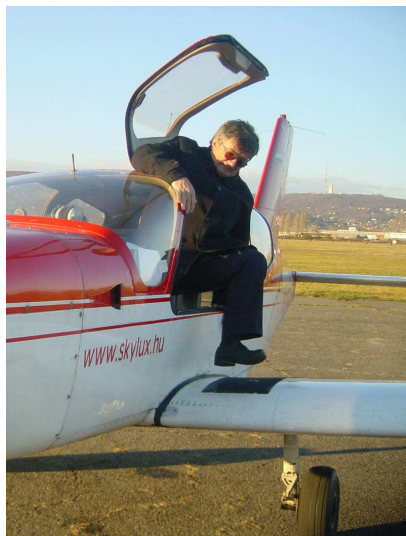
Utaskabin (cm):	Átlag	Szórás
Szélesség:	101	89 -113
Magasság:	95	89 - 111
Táv a műszerfal előtt:	84	76 - 93
Táv a hátsó ülés előtt:	80	68 - 88
Beszálló nyílás szélesség:	105	86 - 120

3.3. Tapasztalati adatgyűjtés

A tájékoztatók és a szakirodalom vizsgálatán kívül kerestem a lehetőséget a különböző megoldások megtapasztalására is. Szerencsére itthon is és a friedrichshafeni AERO 2007 repülőgép kiállításon is lehetőségem nyílt kézzelfogható közelségből is megvizsgálni a kisgépeket.

3.3.1. Ki, és beszállás tapasztalati vizsgálta.

A kisrepülőgépek utasai különböző módokon foglalhatják el helyüket a fedélzeten. Megtapasztalhattam, mely cégek milyen trenírozottságot várnak el felhasználóktól, az utasoktól. Előrebocsáthatom, egyértelműen komfortosabb a felsőszárnyas típusokba a beszállás.



99. SOCATA Tampico



100. Cessna P210

A Corvus négyülésese alsószárnyas kialakítású lesz, annak ellenére, hogy a felsőszárnyas repülőgépekben helyet foglalni egyszerűbb, és nem bonyolultabb, mint beülni egy terepjáró autóba. Nincs útban a szárny, és a törzs sincs sokkal magasabban a föld felett. Ennek megfelelően az ajtókat akár kilinccsel, előre is nyithatjuk. Ilyen repülőgépeknél a hátsó ülések nem rendelkeznek külön ajtóval, (csak a hat vagy több személyeseknél találtam további ajtókat).

Az alsószárnyas repülőgépekbe két lépésben tudunk beülni, ill. kiszállni.

Először a szárnyra kel fellépünk, melyhez a hasmagasság miatt szinte minden esetben fellépőt kell igénybe vennünk. Erre a célra rögzített fellépő-kar, esetleg kisebb létra áll ki a törzsből, de besüllyedő, behúzható változat is létezik.

A szárnyon az utasok csak a kijelölt és megerősített részre léphetnek. Ez a terület a kabin melletti szárnytövet jelenti, hiszen távolabb gyengébb is a szerkezet, nagyobb az erőkar. Különösen sérülékenyek és elkerülendőek a szárny kilépőélén található féklapok, csűrőlapok. A kontúrvonallal vagy eltérő (többnyire fekete) színnel jelzett szabad területet síkosság-mentesített, érdes felülettel is el szokták látni. Találkoztam olyan megoldással is, ahol erre a keskeny sávra gumilapot ragasztottak.

Általában erről a területről már könnyen és értelemszerűen foglalhatják el helyüket az utasok. Legkényelmesebb a helyzet azoknál a repülőgépeknél, ahol az egész tetőt hátrahúzzhatjuk, így mind a négy helyre egy időben is be lehet ülni. A kétajtós gépeknél az előredönthető ülések miatt először hátul kell helyet foglalni. Mint korábban említettem, ahol hátul is van ajtó, ott rendszerint a jobboldali üléshez nem szerelnek, ezért az ilyen repülőknél legelőször oda kell bemászni.

A kiszállás természetesen fordított menetben történik, nehezebb azonban a szárnyról hátrafelé, vakon, a fellépőket lábbal megtalálni. Kényszerleszállásnál rendszerint vészledobással, a zsanéroknál bontva, le lehet a tetőket, ajtókat dobni, s ha a gép hasra szállt, vagy kitörtek a futók, a szárnyról sem kell leugrani, mivel az a talaj síkjába kerül. A felsőszárnyasok törzse hasraszálláskor jobban ki van téve a roncsolódásnak, az ajtók is jobban deformálódhatnak, beszorulhatnak. A magasabban lévő szárny-tartályokból is a sérültekre folyhat az üzemanyag...

A **I. és II. számú mellékleten** látható ajtó és kabintető összeállítás képein különféle beszállási módokat is megfigyelhetünk.

3.3.2. Belső terek vizsgálata

Alapvetően két szélsőség figyelhető meg. Az egyik szerint a belső nem lényeges, a fontos az, hogy minden funkcionális és könnyű legyen. Általában ez jellemzi a sajátépítésű hobbygépeket. A másik szerint a drága magánrepülőknek nem csak az árukban kell hasonlítani a sportkocsikhoz, a gépek utasterének is a minőséget, sok esetben a luxust kell képviselnie.

A Corvus szakemberei szerint az utóbbi, az igényes kialakítás a kívánatos. Az egyre élesedő piaci versenyre való tekintettel egyre inkább ez lesz a jellemző minden kategóriában.

A belsőterek világáról a **IV. számú mellékletben** mutatok be egy összefoglalót.

Érdekes a műszerfalak korszakváltása is, míg a régebbi típusok zsúfolva voltak különféle analóg számlapokkal, addig ma már a legkisebb gép is többfunkciós digitális kijelzőt kapott, melyeken a korábbi paraméterek is előhívhatók, de mint megtudtam, a pilóták oda nem is nagyon kapcsolnak.



101. Régimódi „design”: AT-3 2008.



102. Cirrus sidestick-el: szintén 2008.

Az elmúlt évek során lehetőségem nyílt szinte minden, korábban csak képről ismert gyártmányt belülről is szemrevételezni, a beltér tágasságát, a kezelőszervek elérhetőségét megtapasztalni. Az AERO kiállításon például egy cég képviselője sem lepődött meg, hogy mérőszalaggal matatok a kabinban, épp ellenkezőleg, több helyen segítettek és tartották a szalag végét. A mérési adataimat itt nem foglalom össze, ezeket a konkrét megoldásaim ellenőrzésénél fogom hasznosítani.

3.3.3. Az ülésekről

Az ülések is sokféle technológiát képviselnek, mint azt a IV. számú mellékletben is mutatom, az összetett kárpitosmunkától az egyszerű, keskeny kompozit lapig minden változattal találkozunk. Jelen írásomban nem térek ki a túrarepülőgépek üléseinek kialakításának, arányainak a vizsgálatára, mivel a mestermunkám elkészítésének sem része a Corvus számára új ülés megtervezése, de bízom benne, idővel alkalmam lesz egy egyszerűbben gyártható, ergonómiailag kikísérletezett ülést is megalkotni.

Munkám során a cég jelenlegi kompozit kagylóüléseit tervezem leendő utasterembe, melyről az **V. számú melléklet** alapján alkothatnak képet.

3.4. Egy repülőgép használatának hazai feltételeiről

Fontos megvizsgálni a "típusomtól" független, de a működéshez elengedhetetlen közeget és néhány egyéb feltételt, hiszen a szabad szárnyaláshoz a repülőgépen kívül sok egyébre is szükség van. Szerencsére a rendszerváltás óta fokozatosan csökken az ország lemaradása a kisépés repülés területén is, és a jelentős külföldi érdeklődés mellett egyre komolyabb hazai felvevőpiacra is számíthatnak a magyar repülőgépek.

Jogosítvány

Ha nem is hatalmas mértékben, de felemelkedőben van a PPL-t, a magánpilótajogosítványt megszerzők száma. A PPL, a Private Pilot License szavak rövidített formája. Jelenleg minden évben 150-200 fővel bővül a magánpilóták száma, a növekedés mértéke is évente átlag 10%-kal emelkedik. Ez a létszám tartalmazza a MoVit, azaz a motorosvitorlázó-képesítést megszerzőket is.⁴⁶

A PPL-hez betöltött 17. életév, és középfokú iskolai végzettség szükséges. Sikeres repülőorvosi vizsgálat, elméleti vizsga, majd minimum 45 óra repülés után gyakorlati vizsga. A repülőképzés akár párhuzamosan is folyhat az elméleti oktatással, így könnyebb is a felkészülés, mivel a felmerülő kérdésekre a gyakorlatban kap választ a tanuló.

Üzemanyag

Alapvetően kétféle típusú tüzelőanyaggal működnek a gépek, az egyik a normál 95-ös benzin, míg a másik a repülőbenzin. Mára viszont egy új megoldás is feljövőben van, egyre gyakoribb a dízelmotorral felszerelt repülőgép.

A 95-ös benzin és a gázolaj ára adott, hiszen autóink is ezzel üzemelnek. Más a helyzet a repülőbenzinnel: ez utóbbi ára nálunk döbbenetesen magas, szemben más nyugati országgal. Míg nálunk 430–450 Ft/liter, addig Svédországban az ár 80 euró cent, vagyis kb. 200 Ft/liter. Ha egy Cessna-152-est vizsgálunk, amely

⁴⁶ www.jetfly.hu

óránként 20 liter benzint fogyaszt, és ezalatt kb. 160 kilométert tesz meg, repülőbenzinnel számolva 8600 Ft a költségünk. Ugyanez autóval kb. 3500 Ft, és időben lényegesen több, hiszen a repülő egyenesen repül, nincsenek lámpák, akadályozó forgalom, sebességmérés.

Amennyiben repülünk 95-ös benzinnel üzemel, úgy 160 km csupán 5400 Ft, ahol már nem kérdés, hogy melyik a gazdaságosabb, gyorsabb.

Tárolás

Viszonylag sok repülőtér van az országban, és általában ezeken a repülőtereken havidíj ellenében van mód hangárban tárolni a repülőgépünket. Itt is elég nagy a szórás, annak függvényében, hogy mennyire van közel a fővároshoz, vagy milyen egyéb szolgáltatásokkal rendelkezik az adott reptér. Budapesten van repülőtér, ahol évi 500 000 Ft a hangárbérlet, és van repülőtér távolabb a fővárostól, ahol az éves díj csak 120 000 Ft.⁴⁷



103. A hatalmas budaörsi hangárban sokak repülőgépére vigyáznak.

Biztosítás

A biztosítás hasonlóan működik a repülőgépeknél, mint az otthoni autónknál. Kimondottan ajánlott biztosítást kötni. Általában a gép árának a 3%-a az éves díj, de ettől lehet eltérő biztosításokat is kötni igényeknek megfelelően. Sajnos

⁴⁷ www.vampair.hu

még kevés cég foglalkozik repülőgépek biztosításával, de vannak biztosítók, amelyek kimondottan a repülőgépekre szakosodtak.

Gépbérlés

Ha valaki csupán hobbiszinten repül évi 20–30 órát, akkor nem biztos, hogy megéri saját gépet tartania. Sok cég ad gépet bérbe, tehát érdemes tartós megoldásokkal, nagy igénybevételre tervezni a négyülékes belső terét is. Ár vonatkozásában fő szempont a típus, továbbá hogy "szárazon" béreljük vagy „nedvesen”, azaz tüzelőanyaggal és motorolajjal vagy nélküle. Szárazon már 9000 Ft-ért is lehet gépet bérelni óránként, ami a repült órát jelenti a gépbe épített számláló szerint. Ugyanez az ár lehet 19 000 Ft nedvesen, mikor a bérbeadó biztosítja a tüzelőanyagot (az említett árak Cessna-150-esre vonatkoznak).

Ha jól megnézzük a számokat, látható, hogy már hazánkban sem tekinthető luxusnak a repülés. Hasznos dolog, és nem utolsósorban szórakoztató is. Lehet, hogy nem olcsó hobbi, de mondhatni, hogy már nem csak a kiváltságosak élvezhetik.

4. A Corvus Corone Mk I. típusú repülőgép jellemzői és következtetésem

Mivel feladatom kiinduló típusa a Corvus Kft. ballószögi üzemének terméke, és szempontom, hogy a következő típus gyártása és üzemeltetése is nagymértékben hasonló legyen, ezért tervezés-módszertani szempontból fontos, hogy minél alaposabban megismerjem a mintául szolgáló gépet.



4.1. A Corone általános bemutatása

A Corvus Corone (dolmányos holló) típusnevű repülőgép kialakításakor alapvető szempont volt egy kényelmes, tágas, kétszemélyes, egymás melletti ülés elrendezésű, teljesen kompozit építésű, gazdaságos, könnyű sportrepülőgép létrehozása. Feladata elsősorban hosszabb távolságú túrarepülés.



104. Corvus Corone Mk I. 2005.



105. Corvus Phantom 2007.

A repülőgép hagyományos elrendezésű, orrmotoros, orrkerekes repülőgép. A repülőgép-sárkány üveg-szénszálas szendvics szerkezetű, a szendvicsanyag kevlár „Nomex” méhsejt. A mátrixot kitöltő gyanta repülőgép építéshez használható epoxi. Az alkalmazott szénszál szakítószilárdsága az acélénál magasabb, súlya az alumínium súlya alatt van. Ez az építési mód biztosítja a legnagyobb merevséget a terhelés minden irányára, a legkisebb fajlagos súly mellett. A felületek kialakítása ideális simaságú, nincs korrózió vagy rothadás,

mint a fém vagy a fa építőanyag esetében. A sárkányszerkezet összes eleme sablonban készült kézi laminálással, vákuum technikával. A fő futószár is szálal anyag – kompozit – konstrukció. Az acél alkatrészek korrózió ellen galvanizálással vannak védve.

A szárny alsó elhelyezésű, szabadon hordó és két részből (jobb és balszárny) áll. A szárnyak egy főtartós és segéd tartós elrendezésű héjszerkezetek, a terhelések felvételében a borítás is részt vesz, a megfelelő csavaró merevséget a szárnyhéj biztosítja. A beépített bordákra vannak felszerelve a csűrők, illetve a réselt fékszárny. A szárny trapéz alaprajzú. A fő üzemanyagtartályok is a szárnyban, a fő tartók előtt, a szárnytő felé találhatók.

A vízszintes és függőleges vezérsík, a csűrők, a magassági kormánylap, az oldalkormány és a fékszárnyak is tiszta héjszerkezet. A fékszárny kismértékben hátrasikló jellegű. A csűrők, magassági kormány és ívelőlap működtetése tolórudas illetve torziós cső szerkezetű. Az oldalkormány működtetése kettős, húzó-toló bowdennel történik.

A futómű elrendezése orrkerekes, differenciáltan fékezhető főfutóval, kormányozható orrkerékkel. A működtetését végző lábpedálok távolsága az üléstől, ülésenként a láb hossz méretére állíthatók, motorosan vagy mechanikusan.

A repülőgép törzse üveg/szénszál – szendvics szerkezetű, a szendvicsanyag Nomex (kevlár) – méhsejt. A törzs sablonban két fél részből, vákuum alatt készül. Rendkívül könnyű, erős szerkezetű. A törzshéj merevítését több helyen beragasztott, – szintén kompozit – szendvics szerkezetű törzskeretek végzik. A szárnyak bekötése egymáshoz, valamint a törzsön kiképzett több bordához történik, könnyen leszerelhetőek. A függőleges vezérsík a törzs a farok résszel mereven egybe épített, kompozit szerkezet.

A kabinban két személy egymás mellett helyezkedik el. Mindkét ülés négy-négy pontos biztonsági bekötő hevederrel van ellátva. A repülőgép mindkét ülésből

kormányozható. A hajtóművezérlő kar, a fékszárny elektronikus vezérlése, valamint az elektromosan működtetett magassági kormány trimm az ülések közötti konzolon vannak elhelyezve. A differenciálfékek munkahengerei a jobb oldali lábpedálok buktatásával működtethetők.

A nagyméretű buborék plexi kabintető, mely kompozit szénszál erősítésű keretbe van ragasztva, előre nyílik gázrugó segítségével. Egyetlen karral nyitható, illetve zárható, kívülről és belülről is. Az oldalfal panelek kárpitozottak. A tűzfal kabin felé eső része hang és hőszigetelő bevonattal van ellátva. A kabintér hátsó részén az ülések mögötti szakaszon alsó és felső csomagtartó került kialakításra.

A törzsön-törzskereteken rögzített elemek:

- a szárny főtartó bekötéséhez szükséges megerősített bekötési csomópontok
- a szárny segéd tartó bekötéseinek csomópontjai
- a futóművek bekötésének csomópontjai
- az alsó ülés panel
- a kabintető működtetéséhez alkalmazott mechanizmusok forgási csomópontjai
- kormányvezérlés központi elemeinek csomópontjai
- lábpedálok forgási csomópontjai
- a magassági kormányt működtető rudazat himbáinak felfüggesztő konzoljai
- a csúró mozgatás himba csapágy felfüggesztései
- az oldalkormány csapágyhüvelyei
- a gázkar felfogásához szükséges konzolok
- a fékszárny működtetéséhez szükséges konzolok
- a motorágy felfüggesztéséhez szükséges peremes hüvelyek
- az egyéb berendezések felfogásához szükséges konzolok, hüvelyek.

A repülőgépbe 120 Le-s Jabiru 3300, 6 hengeres, léghűtéses, direkt hajtású motor került beépítésre, kompozit légcsavarral.

A jól áramvonalazott gép statikusan és dinamikusan is stabil, jól kormányozható, vízszintes maximális sebessége 210 km/h, ami 150-180 km/h utazó sebességet

biztosít. Ugyanakkor kis sebességgel is biztonságos, stabil és jól kormányozható. A minimális sebessége a réselt és kismértékben hátrasikló nagyméretű ívelőlapnak köszönhetően maximális terhelésnél is csak 64 km/óra. Rövid fel-, és leszálló úthossza miatt jól alkalmazható a hazai füves repülőtereken, nem nyilvános le-, és felszálló helyeken.⁴⁸

A Corvus Corone szétszedve elfér egy garázsban. A szárny és a vízszintes irányfelület könnyen, gyorsan leszerelhető a törzsről. A csűrő, magasságikormány, valamint a fékszárny vezérlés szétszerelésnél könnyen oldható. Szükség esetén, közúton szállítható a hozzá készült speciális szállítókocsin, személygépkocsival vontatva. Üzemeltetéséhez nem szükséges kiépített állandó repülőtér.

A motor üzemi paraméterei, valamint a repülési adatok a műszerfalra beépített komputerbe érkeznek. Az adatok feldolgozás után folyadékkristályos kijelzőn jól láthatóak. Az előre beprogramozott alsó és felső határértékek túllépése esetén a műszer hibajelzést ad. A hibajelzés látható és hallható. A repült adatok 50 óránként számítógépre letölthetők, elemezhetők. A repülőgép hagyományos motor, navigációs és repülést ellenőrző műszerekkel is fel van szerelve.

4.2. Fizikai megjelenés

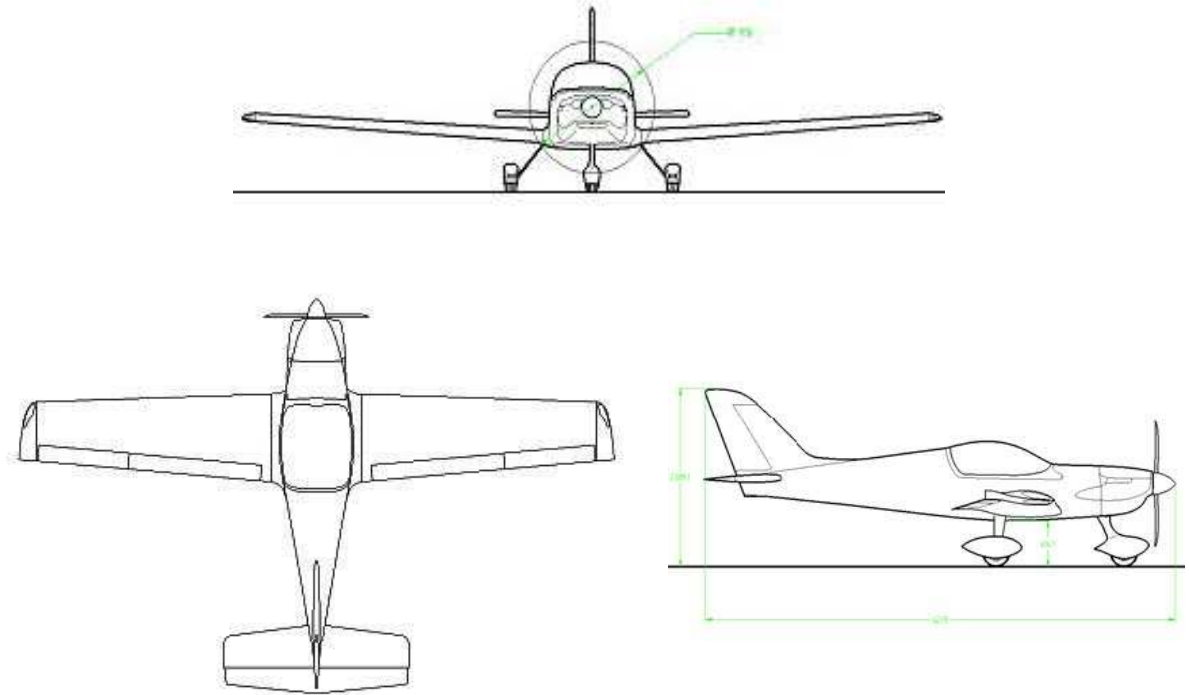


106. Az első Corvus

A kétszemélyes repülőgép az UL típusokhoz képest kompaktabb, komoly repülő hatását kelti. Ami leginkább szembetűnő, az az alacsony, szinte sportkocsi hatású törzs és kabintető. Felülete a jó légáramlás elősegítésére tükrösen sima, ez alól csak szárnytőben, belépéskor használt területen található érdesített felületű sáv.

⁴⁸ Snaiker Sándor főmérnök: Corvus Corone Mk I. típusú, motoros repülőgép légi üzemeltetési utasítása alapján.

A felhasználó, azaz a repülőgépet vezető, megvásároló pilóta sok csatornán kap információt. A korábbi találkozás katalógusokkal, parkoló példányokkal ez esetben nem annyira meghatározó, mint maga a használat és a közben szerzett benyomások. Ilyenek a komfort és a használhatóság, melyek többnyire az utastér kialakításán és nem a sárkányszerkezeten múlnak.



107. A Corone nézeti rajzai

Méret adatok:	Corvus Corone Mk I	
Hosszúság	6,25	m
Magasság	2,39	m
Kabin szélessége	1,17	m
Szárny fesztávolság	9,48	m
Húrhossz (geometriai közepes)	1,17	m
"V" - beállítás	3,0	Fok
Vízszintes irányfelület fesztávolság	3,0	m
Függőleges irányfelület magassága	1,32	m
Keréknyomtáv	2,14	m
Tengelytávolság	1,55	m

4.3. Színek

Az egyes darabok eltérő színben pompáznak: mélyvörös, sárga, kék/sárga. Meglepő módon csak egy fehér festésű gép készült, az is a megrendelő kérésére és nem a gyár szándéka szerint. A repülőgépek világában ugyanis a fehér a legelterjedtebb, aminek számos oka van, köztük az, hogy ezzel is csökkentsék a nap sugárzásának a hatását, amely árthat a kompozit anyagának. Mivel a Corvus pre-preg technológiával készült, kevésbé árt neki az UV sugárzás, megtehetik, hogy mellőzik a fehér használatát. Ezt tudatosan teszik, megkülönböztetve magukat a konkurenciától. A cég jellegzetessége az élénk színhatások.



108. Színes Corvus flotta

4.4. Környezeti hatások és körülmények

Minden, a járművekre jellemző kellemetlen hatás megjelenik a motoros repülőgépek fedélzetén is. Ilyen a zaj, a rezgés, nyáron a meleg, télen a hideg. A motorzaj lefojtása, teljes kiiktatása nem cél, hiszen fontos a teljesítmény, a hangokból, pedig sok hasznos információhoz jut a vezető. Inkább az egyéni védőeszközként is szolgáló fejhallgatóval óvják az utazók egészségét, amely a belső kommunikáció eszköze is, ezért a négyszemélyes gépeken hátul is biztosítani kell a csatlakozást.

A repülés biztonsága szempontjából fontos jó kilátás miatt nagyméretű ablakokkal kell tervezni a repülőgépeket. Ez nagyon erős benapozással, kellemetlen fényhatásokkal és erős melegedéssel is jár. A tető kialakításánál törekedni kell ennek csökkentésére, a „plexi” színezésére. Mivel a motorteljesítmény nem tud légkondicionálót is meghajtani, hatékony szellőztetésről kell gondoskodni.

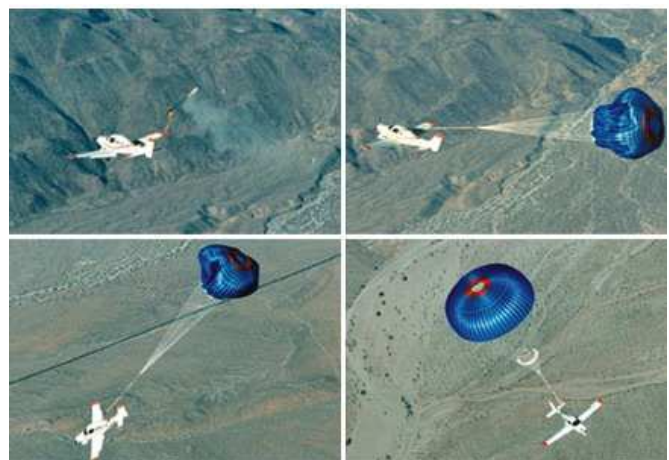
4.5. Veszélyek

Sajnos a márka történetében már két halálos kimenetelű tragédia is történt: 2007.08.02. Bugacpuszta és 2008.10.21. Wiener Neustadt. Mindkét esetben 2-2 személy vesztette az életét. Annak ellenére, hogy egyik alkalommal sem a repülőgép szerkezeti, vagy működési hibája vezetett a lezuhanáshoz, a tragédiák figyelmeztető jelek az építőknek. Soha nem szabad feledni, milyen nagy odafigyelést igényel nem csak a repülőgép vezetése, de egy repülőgép építése, tervezése is.



109. Bulvár téma lett a szomorú eseményből

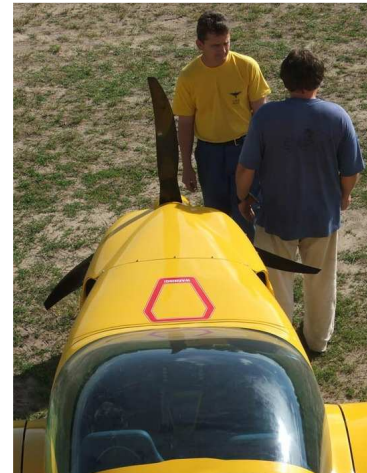
Ezek az esetek kismagasságban történt mulasztás miatt következtek be, de számos veszély a magasban éri a pilótákat. Váratlan meghibásodás, vagy megoldhatatlan helyzet (rosszullét, eltévedés, besötétedés, stb.) esetére az újabb fejlesztéseknek valamint a kisrepülők alacsony súlyának köszönhetően született megoldás. Ahogy a kategória majd minden képviselőjét, a Corvus Corone-t is felszerelték rakétás mentőernyővel, amely szerkezet megállítja a zuhanást, és a gépet, utasaival együtt, a lehető legpuhábban hozza le a földre. Tervezési szempontból a mentőernyő beépítése nem jelent különösebb problémát. A kb. 80 cm-es henger alakú szerkezetet a törzs bármely olyan részébe be lehet sülyeszteni, ahonnan szabadon eltávolodhat a kivetődő ernyő. Azt azonban szem előtt kell tartani, hogy a sodronyok olyan függesztési pontokhoz legyenek megfelelő szilárdsággal rögzítve, amelyek



110. Az ernyő működése

a súlypontban találhatók és fő teherviselőhöz kapcsolódnak. Ezeket a pontokat és a kilövőszerkezetet összekötő, függesztő kötelet a törzs felületén épp hogy besüllyesztve, a festékréteg alatt kell elvezetni.

A repülés veszélyes üzem, de a földön álló gép is rendkívül balesetveszélyes. Itt egyértelműen a járó motorú gép légcsavarja jelenti a legnagyobb problémát, mivel letakarásáról szó sem lehet, csak előírásokkal, és azok betartásával lehet a baleseteket elkerülni. A vizuális észlelést a légcsavarlapátok végének feltűnő színezésével lehet elősegíteni.



111. A mentőernyő tartály fedele a gép orrán, pirossal jelölve

Kisebb gondokat jelenthet még a szárnyra lépés, pontosabban hogy el kell kerülni a mozgatható kormányfelületeket, amelyekre fel kell hívni a figyelmet. A többnyire súlyos tető nem megfelelő nyitása és zárása is okozhat sérülést. Az ilyen problémák, gondok elkerülésére figyelmet kell fordítani a kialakításnál, de szerencsémre a négyszemélyes típus működtetése a veszélyek terén nem tér el a kiindulási modelltől.

4.6. Tevékenységek: működés, használat

Egy repülőgép működtetése két részből áll. Az első a felkészítés, a repülés utáni ápolás és karbantartás, a másik maga a repülés, amibe a ki/beszállás, a gép vezetése vagy csak az utazás sorolható.

A karbantartási munkák a gép szét- és összeszereléséből, a motor és a műszerek ápolásából, valamint az egész gép tisztításából állnak. A szerelés az egyszerű felépítésnek köszönhetően nem megerőltető és értelemszerűen végezhető. A tervezés során biztosítani kell a gép berendezéseinek könnyű hozzáférhetőségét. Ez a Corvus gépein többnyire a könnyű takaróelemek levehetőségével biztosított. Változás az első modellekhez képest, hogy a

műszerfal a kabinkeret belseje helyett immár egy darabban, a törzshöz kerül rögzítésre, ezáltal kevésbé sérülékenyek és egységként szerelhető a panel.

Ergonómiai és mozdulatelemzési szempontból a legkényesebb mozzanat a be- és kiszállás. Az alsószárnyas elrendezés miatt ez csak a szárnyról lehetséges, amihez tehát először oda kell feljutni. A Corvus Corone kabinteteje előre nyílik, így a háttámla felé mindig nagyobb a nyílás, a szárnyra lépés is ebből az irányból



112. A beszállás útvonala

javasolt. A rövid futóműveknek köszönhetően nem kell magasra lépni, kiegészítő fellépő elem – egyelőre – nincs a törzsön, de idősebbeknek, mozgásukban korlátozottaknak bizony el kell a segítség, nincs lehetőség más útvonal biztosítására, akadálymentesítésre. Az ülésbe helyet foglalni sajnos csak az ülőlapra lépés után lehetséges, hiányosság, hogy a műszerfal és az ülés között nincs belépő felület kialakítva, ez, és az alacsony ülés magasság a kiszállást (kikászálódást) is megnehezíti. Még több problémát vet fel a tervezett hátsó két ülésbe a bejutás kényelmes és egyszerű módjának a megtalálása. A feladat azért is kényesebb, mert oda nem „sportember” hobbipilóták, hanem különféle korú és testméretben is nagyobb szórást jelentő hozzátartozóknak és barátoknak kell beülniük.



113. Pedálok és botkormányok

A kabin kialakítása tágas, az ülések komfortosak, a kilátás jó. A már említett sportos, lapos tető viszont már limitálta a maximális testmagasságot, még a cég egyik pilótájának is hozzáér a feje a tető belsejéhez. Az új sorozatú gépeknél már orvosolták ezt a problémát. A kezelőszervekkel kapcsolatban is találtam

gondokat, melyeket pilótákkal is megbeszéltem. Már laikusként is érezhető, hogy a botkormány maximális kitérítéseinél többször ütközik a könyök, csavarodik a csukló. E problémák egy része beállítással illetve a kormányon a markolat ferdeszögű kialakításával orvosolható. Egyszerűen javítható az oldalkormány pedáljainak boka-kitekerő megoldása is. E pedálok fémlappal végződnek, melyen a lábfej nem tud szöget váltani, így kénytelen a pilóta az előre meghatározottan tartani a lábfejét az út egész ideje alatt. A megoldás egyszerű hengeres csőpedál alkalmazása.

4.7. Kiegészítő funkciók, tevékenységek

A magánrepülőgépek elsődlegesen a szabadidő tartalmas eltöltését, utazást szolgálja, de ezen felül alkalmas lehet még:

- sétarepülésre, utaztatásra
- kisebb küldemények szállítására
- pilótaoktatásra
- légifelvételek készítésére (fotó, video)
- vontatásra (transzparens, vagy vitorlázógép)

4.8. Ami felesleges, ami hiányzik és a változtatások

A Corvus típusát eredendően UL, azaz ultralight kategóriájú repülőgépnek fejlesztették, ahol az összsúly nem haladhatja meg a 475kg-ot. Ehhez a gép saját, üres súlyát sikerült 295kg alatt megtartani, de a VLA (Very Light Aircraft) változat sem nehezebb 320kg-nál! Ebből következik, hogy felesleges elemekkel nemigen találkozhatunk. Ami fontos az mind bekerült a repülőgépbe, és a használóknak sem igen volt hiányérzete. A fejlesztők azonban mindig újításokon törnek a fejüket. Ilyen például a behúzható futómű alkalmazása, mely mechanika súlytöbbletet jelent, de növeli a végsebességet és csökkenti a fogyasztást. De a legfontosabb változás mindig a motorok terén következett be.

Idővel a kínálatot növelve egyre erősebb motorok kerültek a törzs elejére, melyek számára új burkolatra volt szükség. A Corone 2005-ben Nívódíjban részesült, de véleményem szerint nem az orrburkolata miatt kapta meg az öt megillető elismerést. Nagy megtiszteltetés volt számomra, hogy a legújabb változat már kézjegyemet is magán viselheti, a Lycoming motorral szerelt gép, a Corvus Phantom orrburkolatának mintáját Kenéz Attila már az én formatervem szerint, az új hűtőlevegő kivezetéssel készítette el.



114. A régi kivezetés



115. A Corvus üzemében



116. Az új formaterv

5. Betekintés az autók világába

Az autók története alaposan feldolgozott téma, és nem is tartozik szorosan dolgozatomhoz. Ami mégis megkerülhetetlenné teszi, az a kétféle közlekedési eszköz utasterének azonos felépítése. Igaz, a kis sportrepülőgépek fülkéje az autótól teljesen eltérő kialakítást tesz szükségessé, de a négyszemélyes túrarepülőgépek utastere már összevethető egy személygépkocsiéval. Felmérésem során egyértelművé vált, hogy csupán a kétülékes típusoknál láthatunk egymás utáni, tandem megoldást, a repülőgépeknél is a két sorban két személy a legelterjedtebb, mondhatni egyedüli elrendezés. A négykerekű közlekedési eszközöknél ezt a konstrukciót vizsgálhatjuk, mivel mindkét esetben a hosszú órákon keresztül helyhez kötött utazás komfortja, biztonsága a cél, aminek a megvalósítása akár földön vagy a levegőben, csak ergonómiailag megalapozott testhelyeztetéssel, üléselrendezéssel, és megfelelő anyagok alkalmazásával lehetséges.

5.1. Különbségek

Az autók világában tett barangolás kapcsán előjáróban meg kell azonban állapítanom, hogy az azonosságok mellett természetesen jócskán vannak különbségek is. A repülőgép utastere sok fontos elemében eltér az autókétól, de még a repülő autókétól is.

Néhány meglátásom:

- A **kilátás** terén más elvárásoknak kell megfelelni. A pilótának nagyobb látótérre van szüksége és nem csak horizontálisan.
- A sebességből is adódnak eltérések. Egy repülőgép nem utazhat 90-100km/h-nál lassabban, így az ablakok **nyithatósága** mellékes, tehát fokozottan kell alternatív szellőztetésről gondoskodni.
- Az **ajtók elhelyezése** nagyban eltérhet, hiszen a repülőgépek utasai csak néhány típusnál léphetnek a földről a fedélzetre. S ha már a törzs oldala a szárny miatt ajtó számára nem elérhető, az autókétól teljesen eltérő megoldásokat kell alkalmazni.

- A súlymegtakarítás központi kérdése a kb. 500kg-os kisrepülőgépek építésének, ami a tervezést és az anyagválasztást is nagyban meghatározza. Egy autó fém és üveg konstrukciójának súlya viszont akár 1-2 tonnát is elérhet.
- A repülő autóknál már említett kormányzási különbségekből adódóan teljesen más kezelőszervek, műszerek veszik körül a vezetőt.
- A biztonság minden járműnél kiemelten fontos. De amíg a rafináltan ellenálló autókarosszériát minden irányból várható erős ütközésre méretezik, addig a repülőgépek csak a legritkább esetben érintkeznek más járművekkel. Itt inkább az erős földetérés, kényszerleszállás során alulról, ill. szemből fellépő behatásokra kell felkészülni, ami sokszor átvágódással végződik. (Erőelnyelő futószárak, ülések, megerősített tető, vezérsík). Míg az autóknál a légszák az életmentés legújabb eszköze, addig a magánrepülőgépeken az egész szerkezetet a földre tevő mentőernyő terjed rohamosan.

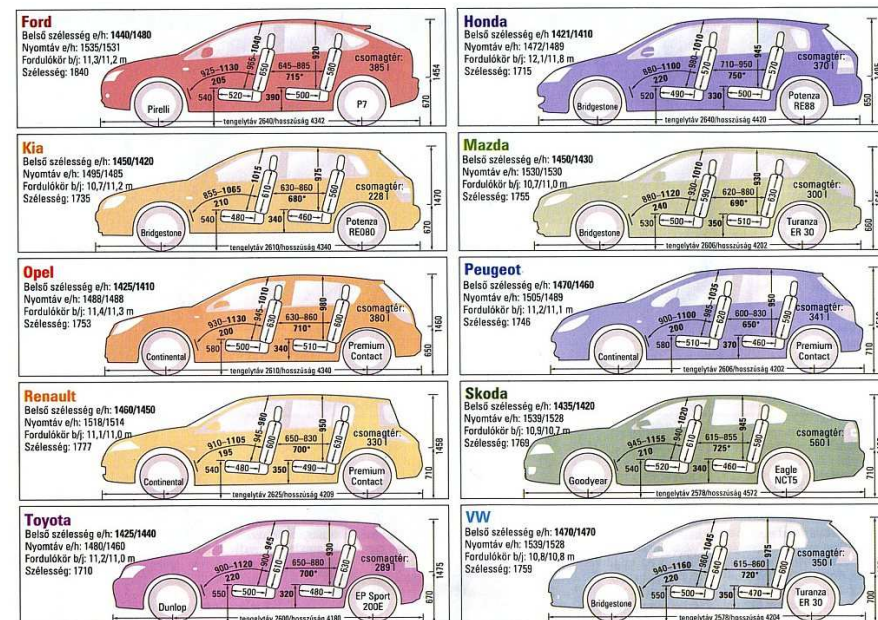
5.2. A személyautók belső világa

Hétköznapijaink személygépkocsi típusai hosszú folyamat eredményeként alakultak ki, egymásra rakódó tapasztalatok alakították utastereiket. Tanulmányozásuk nem jelent nehéz feladatot, nap mint nap, számos korból és gyártótól származó utasteret próbálhatunk ki. Előző dolgozatom elkészítésekor nehezebb helyzetben találtam magam, a csak némi utánjárás árán becserkészhető kisrepülőgépek adatait többnyire saját kezűleg gyűjtöttem össze, míg a jóval elterjedtebb és elérhetőbb autók méretadatai a kereskedők jóvoltából is hozzáférhetőek. Elsődlegesen az alapadatokra voltam kíváncsi, milyen belső méretekkal biztosítható az utasok számára a földön használt autóban megszokott környezet. Természetesen, tapasztalhatók különbségek az egyes osztályok között, de korántsem olyan jelentősek, mint gondoltam. Ez a mellékelt táblázatom adatai alapján is megfigyelhető.

		Peugeot 1007	Renault Clio	Skoda Fabia	Dacia Logan	Saab 900OG	BMW 320i	BMW 530i	Rolls Royce Phantom
Szélesség könyök mag.ban	Elöl	1420	1370	1385	1418	1400	1460	1484	1509
	Hátul	1233	1440	1400	1428	1535	1454	1496	1431
Szélesség váll mag.	Elöl	1365	1357	1380	1390	1350	1454	1456	1509
	Hátul	1214	1350	1390	1420	1345	1399	1520	1431
Ülés feletti magasság	Elöl	956	1020	977	906	960	978	993	1020
	Hátul	890	972	952	873	950	953	967	972

117. Összehasonlító táblázat

Evidens, hogy e kis Corvus repülőgép fedélzetére nem adaptálhatjuk egy Rolls Royce utasterét, de a kisebb, – mondjuk nem ötszemélyes – személygépkocsi belső világát már érdemes megcélózni. Adatgyűjtésem azt igazolta, hogy az éles versenynek és azonos elvárásoknak köszönhetően nagyon hasonló paraméterekkel rendelkeznek az azonos kategóriák utasterei.



118. Tíz kompakt autó összehasonlítása

Ezt illusztrálándó, a szaksajtóban rendszeresen megjelenő összehasonlítások közül egy elég alapos munkát, a német AutoBild magyar változatának, 2005. januári számában publikált teszt egy ábráját mellékelem. Itt tíz kompakt, azaz közepesnél kisebb családi autót hasonlítottak össze: Ford Focus, Honda Civic, KIA Cerato, Mazda 3, Opel Astra, Peugeot 307, Renault Megane, Skoda Octavia, Toyota Corolla, VW Golf. Ebben, és az előző táblázatomban azonban megfigyelhetjük, hogy az egyes tervezők eltérő mértékben, de a vezetőt helyezik előtérbe a hátul ülőkkel szemben. Olykor a kisautókra jellemző hátsó belmagassággal is találkozhatunk (Skoda Octavia), de a hátsó lábtérrel is mostohán bánnak (KIA, Mazda).

5.3. Tanulmányautók a fókuszban

A rövid történeti ismertető és a mindennapi típusok adatainak áttekintése után, érdemes a közeljövő, a tervezőirodák nem sorozatgyártásra készített tanulmányautóit is megismerni. Még az első félév során, a kutatás megkezdésével egy időben elkezdtem elképzeléseimet papírra vetni. Az autótervezők tapasztalatait ezek alakításához kívánom felhasználni, de igazolást kerestem saját ajtómegoldásaimhoz és üléselrendezési vázlataimhoz is. A következőkben e két, általam kiemelt szempont területén figyelembe vehető kialakításokat felvonultató és bemutatásra érdemes modelleket mutatom be.

5.3.1. Kitárulkozás

A személyautók ajtónyitási iránya megfordult az idők során. Kezdetben, – már amióta ajtó került az alvázra – előre tárultak, míg ma kizárólag hátranyílókkal találkozunk, de az elmúlt években megjelent néhány olyan típus, melyen a zsanérok az A és a C oszlopra kerültek, mintegy feltárva a

belső teret. Meg kell azonban jegyezni, hogy korábban olyan autó is akadt, ahol mindkét ajtót a B-re szerelték, de a jövő nem ez lesz: a középső oszlopot egyre több tanulmányautónál már el is hagyják. Ilyen megoldás a fő jellegzetessége a Chrysler Akino, Mitsubishi S.U.P. tanulmányoknak, vagy a Volkswagen Mobile Lounge-nak, amivel az egyterűek jövőjét kutatják. Ez a nagyszerű elgondolás azonban nem alkalmazható az alsószárnyas motoros repülőgépeknél, hiszen a nyitott ajtók pont a szárnyakra lépést tennék lehetetlenné.



119. FIAT Multipla 600



120. Volkswagen Mobile Lounge 2006

Bertone Villa

Egy másik feltárulkozó mechanizmust mutat be Bertone tanulmánya, ahol a négy ajtó, a hozzá tartozó tetőelemmel négy irányba röppen szét. A törékeny rudazattal kiemelt elemek remek hozzáférést biztosítanak, mozgássérültek is bármelyik helyet egyszerűen közelíthetik meg. Az autó egyik változatát joystickkal történő irányítás kísérleteire is átalakították.⁴⁹



121. Bertone Villa 2005

R@inbow

Használható lehet az a három japán tervező egyedi konstrukciója, melynél a tető három szegmense hátratólható. Ez a sok mozgó elemet tartalmazó rendszer nem biztos, hogy a magasban is megállná a helyét.⁵⁰



122. R@inbow 2004

5.3.1.1. Elcsúszó ajtó

Zseb tolóajtó

A kisteherautókról, mikrobuszokról ismert tolóajtó megoldást is meg kell említenünk, mely a közelmúltban a kisebb autókra, mint a Peugeot 1007-nél is megjelent. Ideális szűk parkolóhelyeken, mivel a nyitás folyamata alatt végig a karosszériához simul.



123. Peugeot P1007

⁴⁹ Automobile Revue, 2005 01 12

⁵⁰ Car Styling, 2005/167

Süllyedő ajtó

Előző dolgozatomban nyilvánvalóvá vált, hogy a nyitott pilótafülkés repülőgépek ideje lejárt, s a túrarepülőgépem is zárt tetővel fog rendelkezni. Ebből kifolyólag nem ástam bele magam a kabriók világába, hiszen az autók belső elrendezésén kívül, a különleges ajtók, beszállási módok érdekelnek, s a nyitott sportautók ajtaja többnyire a kupékhoz hasonlóan működik, vagy netán a buggykhoz hasonlóan, nincs is.



124. A BMW Z1 ajtaja

Mégis találtam egy érdekességet, a BMW Z1 roadster ajtaja az oldalfalba süllyeszthető. A megoldás repülőgépen is működhetne, hiszen a Hurricane vadászipülőgépek ajtajának alsó fele is lefelé nyíló. A helytakarékos megoldás, nem lendül kifelé, a felfelé nyílódoókkal ellentétben pedig a fejre sem kell vigyázni. Véleményem szerint a befogadó üreg azonban hely és méretpazarlás, ráadásul a legrosszabb helyen könnyíti ki a szerkezetet.

5.3.1.2. Szárnyas ajtó

Az első pillantásra hivatkozott, öncélúnak tűnő megoldást a praktikum hívta életre. Az alacsony építésű sportkocsikba csak roppant széles ajtónyíláson



125. Mercedes 300SL

keresztül lehetséges beszállni. Ez sokáig csak azt eredményezte, hogy az A oszlopra szerelt ajtók egyre hosszabbak lettek, s egyre több parkolóban okozott gondot az ajtók teljes kitárása. Erre a problémára hozott megoldást a felfelé nyitás megvalósítása, aminek az első „fecskéje” a Mercedes 300SL volt 1954-ben. Az első típusoknál nem volt zavartalan az új

technika, a sirály szárnyas ajtó (gull-wing door) bevezetése. Problémás volt az ajtó súlya, és a könnyítés az oldalvédelmet veszélyeztette. A De Lorean tulajdonosok például folyamatosan vízbefolyásról panaszkodtak, különösen az autómosók nagy nyomású vize talált könnyebben utat a hosszú rés mentén.

Ennél az amerikai típusnál azonban a Grumman Repülőgépgyár által szállított torziós rúddal és egy pneumatikus munkahengerrel remekül megoldották a nyitó mechanizmust, a könnyű mozgatót.⁵¹

Eliica

A sokáig háttérbe szorult szárnyas megoldás lassan már csak a veteránok jellemzőjévé vált, de a Keio Egyetem csapata 2003-ban újra elővette, és az Eliica előremutató kísérleti autóján



126. Electric Lithium-Ion Car 2003.

alkalmazta. Az első ajtók hagyományosan előre, míg a hátsók felfelé nyílnak, így pont az utasok és a rakodás kényelmét szolgálják, ellentétben a korábbi alkalmazókkal, akik kizárólag kétüléses sportkocsikra terveztek ilyen megoldást. Ez a prototípus tulajdonképpen technológiai demonstrációs céllal jött létre, meg kívánták mutatni a világnak, hogy az elektromos hajtású autóban milyen lehetőségek rejlenek. Eredményes volt a 60 fős fejlesztő csapat munkája, hiszen a jármű képes 370 km/h óra fölött, tekintélyes terheléssel és hosszú távon közlekedni. Mind emellett a végeredmény futurisztikus, de az áramvonalas tömegnek köszönhetően nosztalgikus is egyben.⁵²

Nissan Zaroot

A kitárulkozó, B oszlop nélküli példák után, következzen egy feltárulkozó is. A genfi autószalonon 2005-ben debütált concept hobby terepjáróján a Nissan, ajtó helyett



127. NISSAN Zarot 2005

inkább a tető élén elforduló oldalfalat alkalmazott. Azt gondolhatnánk, hogy így elég könnyű lehet beülni, de a tervezők az ajtónyitással egy időben a küszöb alól előbukkanó elemmel még tovább segítene az utasoknak.⁵³

⁵¹ www.deloreanowners.org

⁵² Car Styling, 2005/197 p.14-21

⁵³ <http://archive.carsignnews.com/autoshow/2005/geneva/preview/nissan-zaroot/index.html>

5.3.1.3. LSD ajtó

Napjainkra a szárnyas ajtó feladatát többnyire egy egyszerűbb szerkezettel oldják meg. Annak ellenére, hogy ez a megoldás a Lamborghini-jellegzettségévé vált és világ szerte LSD (Lambo Style Door) néven nevezik, nem ők, hanem az Alfa Romeo alkalmazta először, 1968-ban. A Carabo⁵⁴ típusú, Giugiaro-hoz illően



128. CARABO

kellően szögletes és roppant alacsony építésű autóba még egy felnyitott szárnyas ajtó is akadályozta volna a beszállást. Az olló (scissor door), vagy bicska ajtóként (jackknife door) is emlegetett megoldás alapja egy forgási tengely, mely körül az ajtók függőleges síkban maradván, a menetirány felé előre fordulnak. Mivel ebben az esetben a méret, a geometria azonos, az ajtó csak a nyitás irányában tér el a hagyományos megoldástól, ezért sok cég kínál átalakító készletet a hétköznapi típusok tulajdonosai számára is. Így bármilyen furcsa és értelmetlen, már találkozhatunk LSD ajtó megoldású Golf-fal, Hondával de még Minivel és terepjárókkal is.



129. LSD Tuning

az emelkedő ajtó kialakítás nem csak az utcai tuning csapatok kedvence, de a legelterjedtebb a jövőt fürkésző tervezők körében is.

Volkswagen Concept T

A sivatagi homokfutó buggy autók stílusában készült a Volkswagen tanulmányautója. A terepkupé szárnyas ajtó közötti tetőelem kiemelhető, e



130. VW Concept T

⁵⁴ www.answers.com/topic/scissor-doors

megoldást tartogatónak hívják. A 241 lóerős motorral, összkérékhajtással szerelt autó a maga 1.45 méteres magasságával új kategóriát jelez előre

Koenigsegg

Már nem tanulmány, kisszéiás gyártásban van a svéd kis cég remek, Koenigsegg CCR típusú sportautója, melynek előrebukó ajtói, mintegy fél méterre oldalirányba ki is emelkednek, mielőtt függőleges helyzetben megállnak. E látványos megoldás, nem nehezítené meg kisrepülön a beszállást, viszont nagyon komoly mechanikát, meghajtást igényelne a megvalósítása.



131. Koenigsegg

Ford Reflex

2006 januárjában mutatták be Detroitban a Ford hibrid, dízel-elektromos tanulmányautóját, melyen az újszerű hajtás mellett, még a világításhoz is külön napelem cellákkal gyűjti az áramot.⁵⁵ Valószínűleg erre alapozzák a 2008-ban megjelenő új Pumát, de a szériaautóban csak kevés ötletet fogunk viszontlátni. A



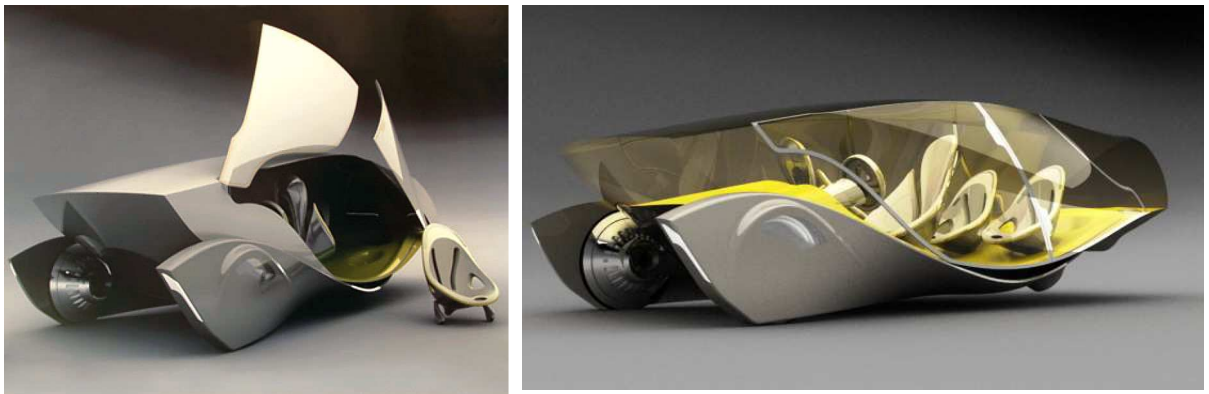
132. Ford Reflex

nagyszerű gazdaságos megoldások mellett, az autó külső és a belső újításai is felkeltették érdeklődésemet, az egyedülállóan hátrafelé felnyíló ajtók, és az ugyan ilyen érdekes, hálóval borított ülések is alkalmazhatóak egy motoros repülőgépen. Az ajtók csomópontjainak a pilótakabin mögött inkább találni teret, mint a motor mellett. A könnyű, de erős ülésmegoldásra pedig nagy szükség lehet a repülőiparban.

⁵⁵ <http://www.a5.hu/cikkek/1/13963.shtml>

Daedalus Concept

Akár a kisrepülőgépek esetében, az autótervezésnél is cél, a legkényelmesebb beszállás biztosítása, amihez célszerű az utasteret minél nagyobb mértékben felnyitni. Ehhez Jonathan Punter, a Royal College of Art hallgatója is ilyen ajtót tervezett Daedalus nevű diplomamunkájára. A jobb eredmény érdekében mindkét irányból felnyíló szárnyak mind nyitott, mind zárt állapotban remekül illeszkednek az organikus formavilágú testre. A nagyméretű felületek üvegezése electrochromatikus bevonattal készülne, melyek szabályozottan engednék át a napfényt. A belső tér is figyelemre méltó ötleteket sorakoztat fel, nem véletlenül nyerte el a Best Overall Concept Car 2006 díjat. A jármű, az utazó családtagok interakciójának elősegítésére, a természeti rendszerek inspirációjával jött létre. Meg kell azonban jegyezni, hogy Jonathan remek ötletének formába öntésében segítségére volt az ARTvps szoftver vállalat a RenderDrive programmal, valamint a Bentley Motors csapata Richard Stevens formatervező vezetésével. Ráadásul ennek a cégnek az ösztöndíjával végezhetné az egyetemet is...⁵⁶



133. Daedalus Concept

⁵⁶ www.carbodydesign.com/archive/2006/08/

5.3.1.4. Emelkedő tető

Az alacsony felépítés okozta nehéz beszállás, vagy az osztatlan látómező megvalósítása újabb, tökéletesebb megoldásokra készítette a tervezőket, hiszen még az emelkedő ajtós megoldások esetében is akadályozza a beszállást a tető vagy az oszlopok valamelyike. Tető nélküli, nyitott cabrio-k már a legelső autók idejében készültek, de a merev szélvédő (terepjárók esetében lehajtható) minden esetben megmaradt.

SAAB Aero X

A SAAB tervezőinek megoldása a repülőgépek világából származtatható, de ott egyszer sem kombinálták különálló emelkedő ajtókkal, mint ahogy az Aero X-nél láthatjuk. Ebben az esetben az ajtókon kívül, azokkal egyidejűleg a tető, a szélvédő is elemelkedik a menetirányba, mintegy helyet kínálva a beszálláshoz. Az ajtó itt csupán a lemezzel fedett részt jelenti, a szélvédő a B oszloptól a B oszlopig tökéletes kilátást biztosítva szünet nélkül fut körbe. Az autó orrán található mechanizmus a vadászrepülőgépek kabintetőjének mozgatására már régóta elterjedt, de a motoros működtetéssel együtt egy ilyen szerkezet túl nehéz lenne egy kis sport repülőgép számára.⁵⁷



134. SAAB AeroX

⁵⁷ www.saab900.hu

Maserati Birdcage

A 75 éves Pinninfarina 2005. évi Genfi autószalonbeli standján mutatta be Maserati „Birdcage 75th” tanulmányautóját. A minden szempontból lenyűgöző modell esetében a beülés problémáját egyszerűen valósították meg: egy darabban megemelhető az összesen 1.09 méter magas karosszéria felső része az orrig előre nyúló szélvédővel együtt.⁵⁸ A SAAB tanulmányautójához hasonlóan kompozitból készült a teljes autó, melynek kialakításával megvalósították, hogy kellő leszorító erő keletkezzen a 700 lóerős autó úton tartásához. A már korábban említett 1959-es Birdcage I. nyitott versenyautó volt, de amikor ennek a keménytetős Maseratinak felnyílik a felső borítása, itt is kilátszik a belső csömerevítés ketrece.



135. Birdcage 75th

5.3.2. Alternatív ülésrendek

Autótörténeti bevezetésemhez végzett anyaggyűjtésem során nemigen talákoztam az autóiparban egymásmellettől eltérő megoldásokkal. Mind a két vagy négy személyes autók esetében ez a jellemző elrendezés, de az öt, hat vagy több személyes egyterűeknél is egymás mögé sorolt két, vagy háromszemélyes üléseket találhatunk. A menetiránynak oldalt beépített ülést egy személygépkocsiban sem találtam, a biztonsági szempontok alapján ez nem is véletlen. A leggyakoribb eltérés is csupán annyi, hogy elöl is három ülés kerül beépítésre, vagy nagyritkán egymás mögötti kétüléssel kísérletekkel találkozhatunk. Ilyen volt például a Messerschmitt Kabinroller (1955), vagy 2006-ban például a Rinspeed Exasis tanulmány.

⁵⁸ www.ultimatecarpage.com

5.3.2.1. Hárman az autóban

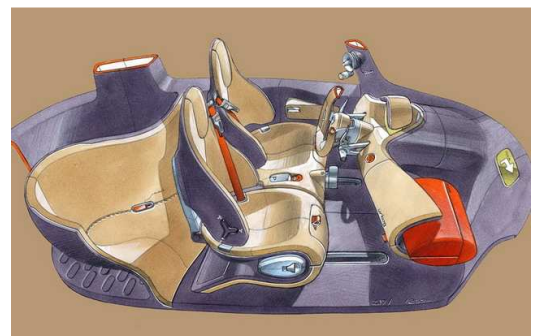
A városi kisautók terjedése helyezte előtérbe a háromülékes autók létjogosultságának kutatását. Utcán még egygyel sem találkozhatunk, de a közeljövőben nem kizárt hogy a közismert Smart-oknak egy háromülékes Renault, vagy a Nissan URGE jelent majd konkurenciát.



136. NISSAN Urge: elől 2, hátul 1 ülés

Renault Zoë

Az apró francia típus érdekessége, hogy amíg a bal oldali ajtaja normál, zsanéros megoldású, addig az utasoldali tolós rendszerű. Mindkét ajtót olyan módon alakították ki, hogy nyitásukkor a tető kissé megemelkedjen, ezzel is segítve a kényelmesebb beszállást. A különlegességeknek ezzel még nincs



137. A Zoë utastere

vége, ugyanis a második ülésor lényegében csak egy ülőalkalmatosságból áll. Ez a fotelszerű ülés a kocsi szélességének csak a felét foglalja el, a másik oldalra, a hátul ülő utas mellé, a csomagtér nyúlik be.⁵⁹ Véleményem szerint ennél jobban kihasználhatók azok az autók, ahol a kettéosztott hátsó ülés igény szerint használható utazásra vagy tárolásra. A Zoënak ez a megoldása ráterelte a figyelmet, arra, hogy túrarepülőgépem utasfülkéjét is alkalmassá kell tenni utas helyetti csomagszállításra is.

⁵⁹ <http://uk.cars.yahoo.com>

Nissan Pivo (2005)

Szintén háromszemélyes egy másik Nissan tanulmány, a Pivo. Ez tulajdonképpen egy tojás alakú kabin, amiből elektromos jelekkel irányítják a villanymotorokkal meghajtott és kormányozott alsó, négykerekű zsámolyt. Mivel a két szegmens nincs a meghajtás szempontjából mechanikusan összekötve, szabadon körbefordulhat az utasfülke, így soha nem kell tolatni, egyszerű a parkolás is. A középső kormányállásnak köszönhetően, a vezető mindig járda felé szállhat ki. A gömb kerek ajtói is a városi szűk tereknek legjobban megfelelő, tolóajtós megoldással nyílnak hátra.⁶⁰



138. NISSAN Pivo

Nissan Pivo II. (2007)

Az áttervezett Pivonál az ajtó az autó orrára került benne a kezelőszervekkel. Az elektromosan hajtott kerek is külön fordíthatók, a parkolás így ennél is oldalra történhet. Ami változatlan maradt az a háromülékes kabin.



139. NISSAN Pivo II.

⁶⁰ www.motoring.co.za

Rinspeed Senzo

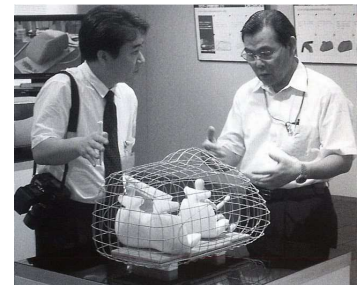
A svájci székhelyű független iroda sok érdekes kísérleti autót mutatott már be. Ilyen volt a test kihúzásával 2-ről 4 személyessé alakítható autó, vagy a szárnyashajóként is működő kétéltű sportkocsi. A Senzo fantázianevű tanulmány célja a vezető számára ideális környezet megalkotása, amit az érzékelőkkel mért állapotnak megfelelő hangulatfényekkel, illatokkal történő biztosításával értek el a jobb koncentráció, a biztonságos utazás érdekében. Ezeket a körülményeket úgy látták a leginkább biztosíthatónak, ha egyedül ültetik előre a vezetőt, aki így jobban érezheti az utat, láthatja be a teret. A hátul helyet foglaló utasok beszállását két nyitható takarólemez segíti.⁶¹



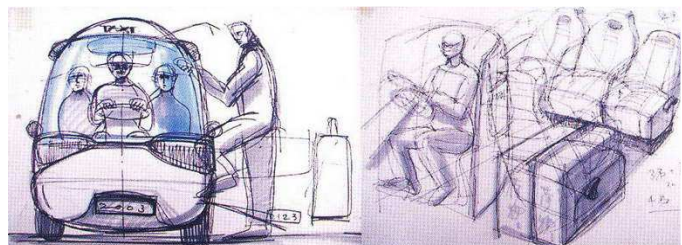
140. SENZO

Shizuoka Egyetem Tanulmánya

Még 2003-ban kezdték meg az egyetem munkatársai a városi tömegközlekedést és azon belül a taxik működését vizsgálni. Céljuk egy roppant kisméretű, de nagyobb számban rendelkezésre álló, környezetkímélő jármű jellemzőinek meghatározása volt.⁶² Érdekes módon, eredményeik alapján az általam a történeti áttekintésben már említett, az 1910-es évekre jellemző szeparált, egyszemélyes vezetőállású autókhoz térnének vissza, melynek üléselrendezése a Sensohoz hasonlóan elől egy és hátul két személy lett.



141. Kawamura professzor



142. Taxi tervek

⁶¹ www.rinspeed.com

⁶² Car Styling, 2005/169 p.81-83

Solo- Duo

Szintén háromülékes a Solo elnevezésű, hazai kisautó, melynek tervezőjének, Üveges Péternek a kényelmes utazáson túl, még a pedálozás fiziológiai igényeit is szem előtt kellett tartania az ülések kialakítása során.



143. Az alacsony építésű SOLO és utastere

McLaren F1 és a Predator

Az előző tanulmányautók után a háromülékes autók közül végezetül bemutatok két gyártásban lévő komolyabb sportkocsit - a McLaren F1 történetesen a leggyorsabb sorozatban gyártott személyautó. Ezek létrejöttét nem elsősorban az motiválta, hogy egyel több személy utazhasson mint a kétülékes társaikban. Itt a legfontosabb, hogy a jármű vezetője jobban érezze az autó mozgását, az utat. Az sem mellékes, hogy az így szélesedő karosszéria jobb útfekvést is eredményez.



144. McLaren F1 vékony középső vezetőülése



145. Predator Xtreme, a nyitott háromüléses

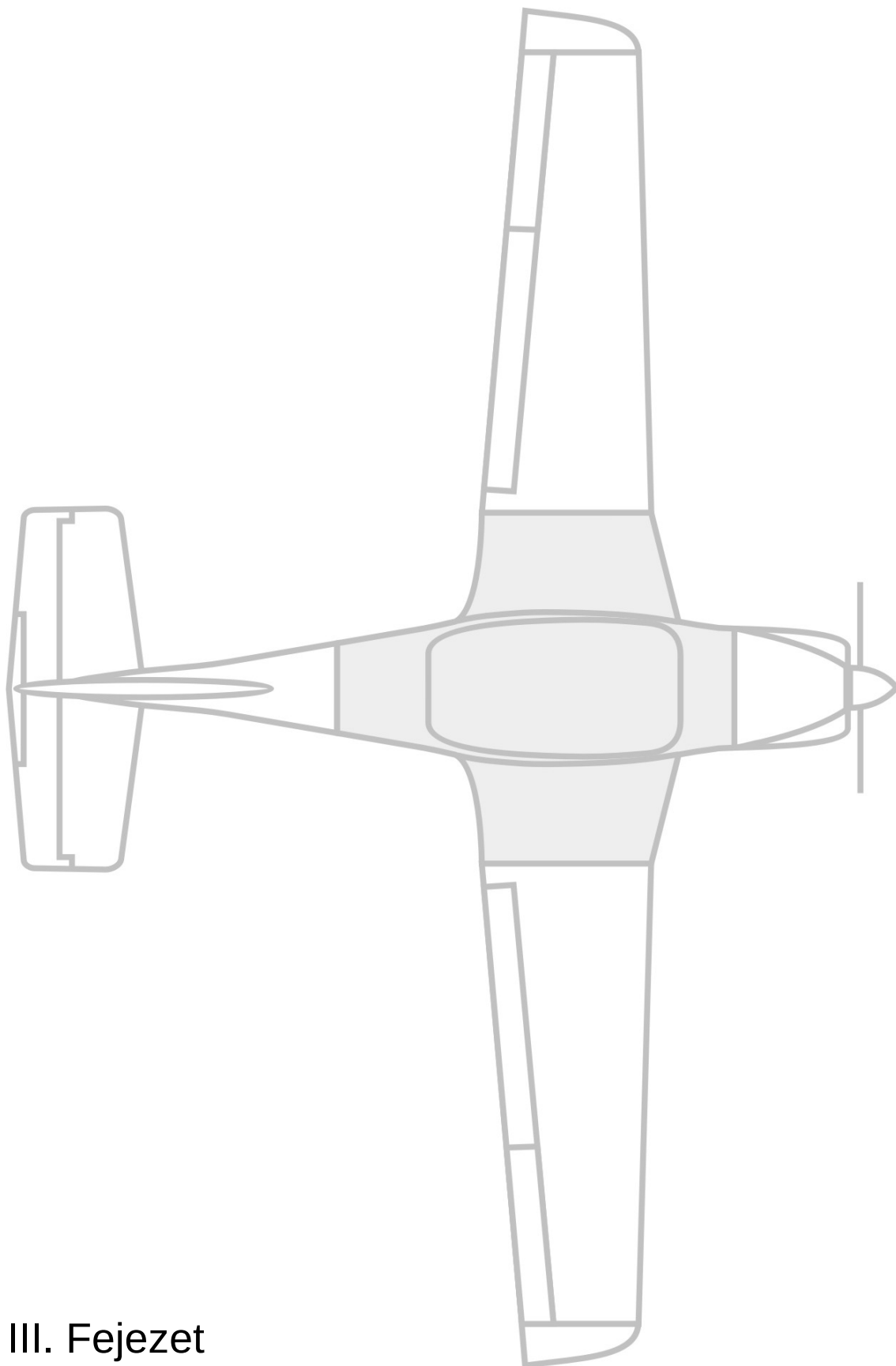
5.3.2.2. Gyémánt alakzatban ülve

Az említett üléselrendezési vázlataim egyikénél például az együléses és tandemüléses repülőgépekből kiindulva, olyan megoldást kerestem, ahol a pilóta a legideálisabb helyen, az előző sportautókhoz hasonlóan a szimmetria-tengelyben ülhet, de a tervezendő repülőnek négyülésesnek kell lennie.



146. Eliica koncept

A gyémánt alakzatban elhelyezett ülésekre sokáig nem találtam előzményt, úgy véltem nem életképes elgondolásom. Ezek után örömmel láttam CarStyling szaklapban, a korábban már bemutatott nagyteljesítményű japán elektromos autó, az Eliica vázlatait. A beszámolókból kiderült, hogy egy fázisban a négy utast ők is gyémánt alakzatban kívánták elhelyezni, arról viszont nem szólt az írás, hogy esetükben, miért merült fel, és miért vetették végül mégis el ezt az elrendezést. Példájuk nem bizonytalanított el, elhatároztam értekezésemben magam is utána járok.



III. Fejezet A mestermű

III.A mestermű

1. A tervezési feladat

1.1. Tervcélok megfogalmazása



Doktori munkám célja, hogy letegyem az asztalra egy végiggondolt, a követelményjegyzék minden pontját teljesítő, újszerűen megformált tūrarepülőgép, négyszemélyes utaskabinból kiinduló formatervét.

Feladatokat a Corvus Aircraft Kft. ügyvezetője, Voloscsuk András nyilatkozatában (2005.11.18.) a következő szavakkal foglalt össze:

„A tervezési feladat leírása:

Négyszemélyes Corvus Corax⁶³ Mk I. típusú repülőgép külső formai tervezése

Olyan, korunk hasonló kategóriájú repülőgépeitől eltérő, újszerű, a Corvus Aircraft egyéni „hangjához” igazodó, a Corvus Corone esztétikai világából merítkező, formaterv elkészítése, amely tükrözni képes cégünk magas műszaki és minőségi színvonal mellett elkötelezettségét, valamint az újdonságokra való nyitottságát.”

A mestermű elkészítése során két egységet kell összehangolnom:

1. A kiindulási alap a Corvus Corone sárkányszerkezete, melynek elrendezési sémája, a szárny és a vezérsík helye meghatározó, ráadásul a négyszemélyes repülő tömegközéppontjának is azonos helyre kell esnie. Tulajdonképpen egyfajta repülő keretbe kell foglalnom az új megoldásomat.
2. A jármű magja, a tervem lényege az utaskabin, mely a törzs súlyponti és optikai középpontjában helyezkedik el.

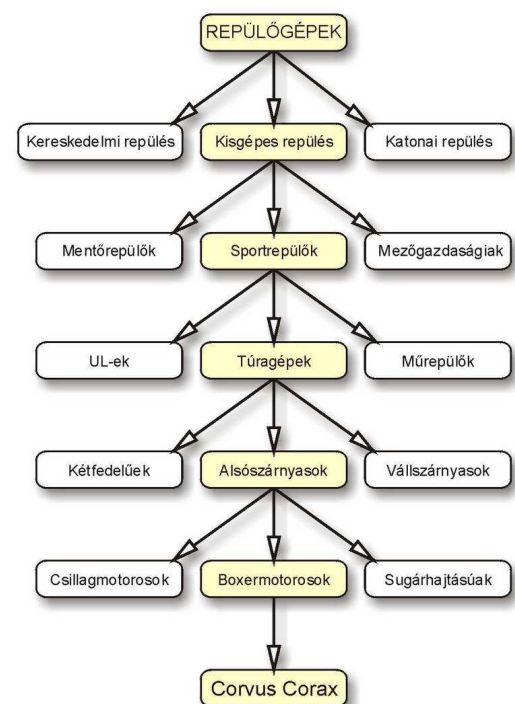
⁶³ Megjegyzés: Idő közben a Corax fantázanevet egy hatszemélyes repülőgép koncepciója kapta meg, melynek fejlesztésében szintén részt vettem, de egyelőre nem valósult meg.

Célom kompromisszum kialakítása az elvárások között: a testforma segítse az előd kétüléssel jó repülőtulajdonságainak megmaradását, miközben négy személy számára könnyű ki- és beszállással megfelelő, kényelmes helyet biztosítani az újszerű megoldásokat felvonultató testben.

Az utazás biztonságának és komfortjának kutatása manapság a közlekedési eszközök fejlesztésének egyik legfontosabb területe. A 4-6-8 személyes kisrepülőgépek tervezői – hasonlóan a személyautókhoz – az utazási komfort növelésében ugyanezeket a kérdéseket feszegetik. Bízom benne, hogy a mesterművemben vizsgált hagyományos és a hagyományostól eltérő megoldások, a feltárt előnyök és a várható hátrányok elemzése új lehetőségek forrása lesz. Egy esetleg újszerű megoldás egy hatékony formaterv mellett a megszokott vezető-utas téri helyzeten és kapcsolaton túlmutató speciális emberi viszonylatokat is generálhat.

1.2. Kategóriák behatárolása

A hazai hivatalos jogszabályokban a 63/2001. (XII. 23.) KöViM rendelethez kiadott 5. számú melléklet a „Kisrepülőgépeket” az 5700 kg alatti felszállótömegű, levegőnél nehezebb, aerodinamikus kormányzású motoros és motor nélküli légi járműként határozza meg. Ezen belül létezik (a hivatkozott helyen nem részletezve) a könnyű repülőgép, közepes repülőgép és a nehéz, többmotoros repülőgép kategória. Ezek felszereltségtől függően éjszakai és felhőrepülésre is használhatók, a szállítható személyek száma sincs korlátozva. A hazai előírások a nemzetközi szabványokra



147. A négyüléssel túragépes repülőgép sematikus elhelyezése a repülőgépek nagy családjában

támaszkodnak, melyek a FAR/JAR (Federal Aviation Regulations / Joint Aviation Requirements) 14 CFR 23 jelzés alatt taglalják a „Közönséges, többfeladatú, akrobatikus, és ráhordó kategóriájú repülőgépek”⁶⁴ légialkalmassági előírásait, paramétereit.

Az alábbi két kategória, melybe a Corvus korábbi típusait sorolták, viszont nagyon is szűk keret közé szorítja a tervezőket, de az olcsóbb üzemeltetési lehetőség nagyon vonzó a sportrepülők számára:

Ultrakönnyű repülőgép: A kategória hivatalos neve Ultra Light, a rövidítése UL. A maximális felszálló súly 450 Kg, 2 főt lehet szállítani, csak nappali repülésre lehet használni, földi látással. Elsősorban hobbigép, mivel gazdasági tevékenység nem végezhető vele, jó időben kisebb, pár száz kilométeres túrák is megtehetőek vele, kevés csomaggal.

Nagyon könnyű repülőgép: A kategória hivatalos neve Very Light Aircraft, rövidítése VLA. A maximális felszálló súly 750 Kg, 2 fővel lehet felszállni, szintén csak nappali repülésre alkalmas. Az UL-nél nagyobb felszálló súly miatt komolyabb túrákat is meg lehet tenni vele.

E két kategóriába a több személyes modellek eleve nem kerülhetnek bele, pedig az egyik legsikeresebb kategória a négyülékes túragép, mellyel már egy család, vagy két pár is hosszabb útra kelhet, de azért a tulajdonos is felszállhat vele egyedül, saját öröme, vagy gyakorlási céllal. Az utasok és az üzemanyag súlyán felül az áttervezés során a szerkezeti tömeg is növekedik.

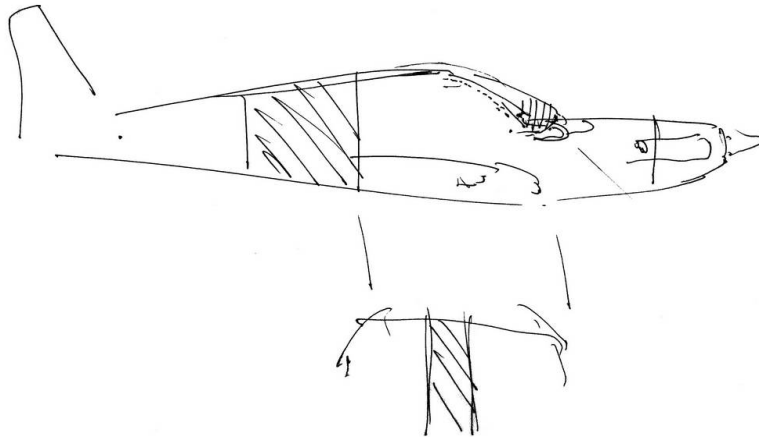
⁶⁴ FAR/JAR 14 CFR 23 Airworthiness Standards: Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Airplanes <http://www.airweb.faa.gov>

1.3. Továbbfejlesztés vagy újratervezés?

A tervek szerint az előállítás folyamatában felhasznált erőforrások majdnem teljesen azonosak lesznek a kisebb típusával, viszont a komolyabb funkcióinak köszönhetően majd jóval magasabb áron értékesíthető a négyüléses repülőgép. Az új típus tehát nagyobb nyereséget termelhet. A feladat indulása idején több szakemberrel is beszéltem, (Koncz Imre, Punka György) akiknek az a véleménye, hogy két plusz személy elhelyezése lavinaszerűen indítja meg a változtatások sorozatát, mígnem teljesen újra kell tervezniük a repülőgépet, s ez a fejlesztési költségek emelkedéséhez vezethet.

Célunknak megfelelően ugyanis az új repülőnek hasonló paraméterekkel, ugyanolyan hatótávval kell rendelkeznie. A motor részéről nagyobb teljesítmény leadására van szükség, amihez azonos idő alatt több üzemanyagot fog fogyasztani ez, pedig az utasok plusz 2x80 kg-ján felül további súlynövekedést jelent a szárnyban, ahol a tartályok vannak. A tömegnövekedés miatt (melynek dinamikus nyomatóka sokkal több) szükség lesz a szárny és a bekötések megerősítésére, áttervezésére is.

Hogy a kabin a súlypontban maradjon, előbbre kell azt a törzsben tervezni, amiből kifolyólag a motor is előbbre kerül a szárny középvonalához képest. Mivel megnövekedik a törzs (és a szárny) felülete, a széllekek kiegyenlítése miatt meg kell növelni a kormányfelületek méretét is. Ezeknek a mozgatásához természetesen nagyobb erőre is lesz szükség, tehát a mechanikájukat is érinteni fogja a változás. Az immár nehezebb repülőgép biztonságos földet éréséhez erősebb futósírákra is szükség van, ami még tovább növeli majd a felszálló súlyt a kiindulási repülőgéphez képest.



148. Ezen a kis vázlaton mutatta be Voloscsuk András elképzelését a gép megnövelésére

Az eredeti elképzelés szerint a gyártásban lévő kétüléses modellt a meglévő szárnnal, az utasfülke és a törzs áttervezésével fejlesztettem volna tovább. Időközben azonban az MK1 típus alapján a cég vezetőjének, Voloscsuk Andrásnak az irányítása mellett elkészült egy újabb változat prototípusa is. Ebbe már egy nagyobb motort építettek, s több az előbb említett rendszer is megerősítésre került. A szárny és a bekötések megerősítését a négyüléseshez készített szárnyközéprész a centroplán fogja megoldani, mely egyúttal az üzemanyag kapacitást is növeli majd. A fejlesztés folyamatosan zajlik, jelenleg többek között egy behúzható futómű megoldáson dolgoznak Ballószögön...



149. A Corvus Corone sárkánya

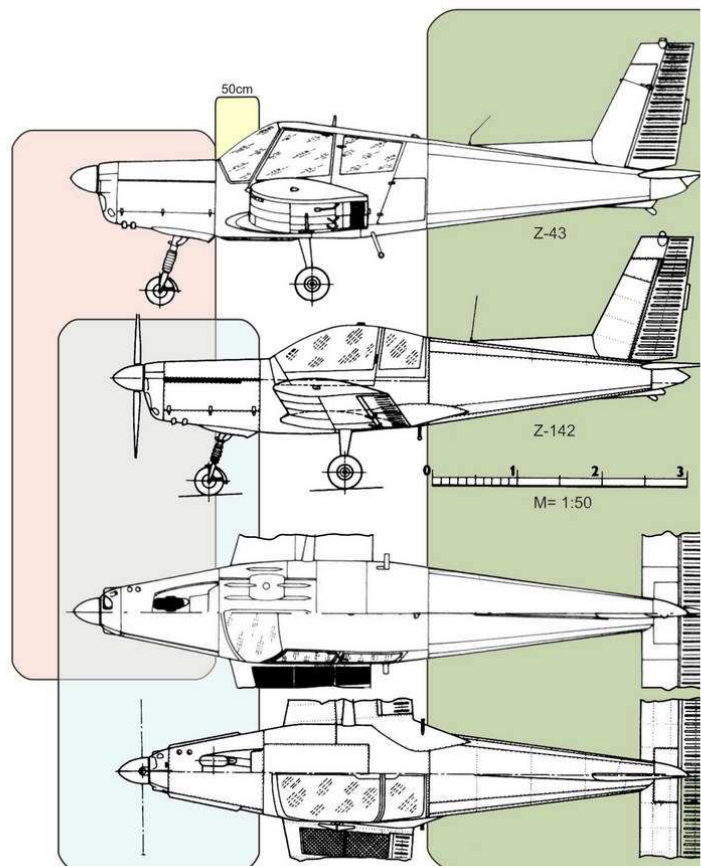
1.3.1. Típuscsalád esettanulmányok

Az egyes repülőgépgyártók tevékenységét áttekintve külön kikerestem néhány hasonló fejlesztést, ahol kétüléses után négyszemélyes változatot, vagy ilyen új típust hoztak létre. A folyamat természetesnek mondható, a kisebb, egyszerűbb repülőgépet követi az összetettebb termék.

Három alapvető útja figyelhető meg a fejlesztésnek.

Az egyik esetben szinte minden porcikáját megőrzi a kisebb repülőnek, csak a minimálisan szükséges méretű törzskeretet illesztik be a kabinszekcióba, a másik esetben több elemet újratervezve, a régre kisebb mértékben hasonlító repülőgép jön létre. Az utolsónál az arra alkalmas kabin körül erősítik a sárkányszerkezetet. Természetesen a gyártási filozófiából következően az ilyen esetben is letagadhatatlan a rokonság.

Az első esetet illusztráló egy régebbi, lemez technikára épülő konstrukciót mutatnak be. A Csehszlovák Zlin üzem terméke volt a Z42-es (újabb változata a Z142) repülőgép, melyet megnyújtva hozták létre a Z43-as négyszemélyest.



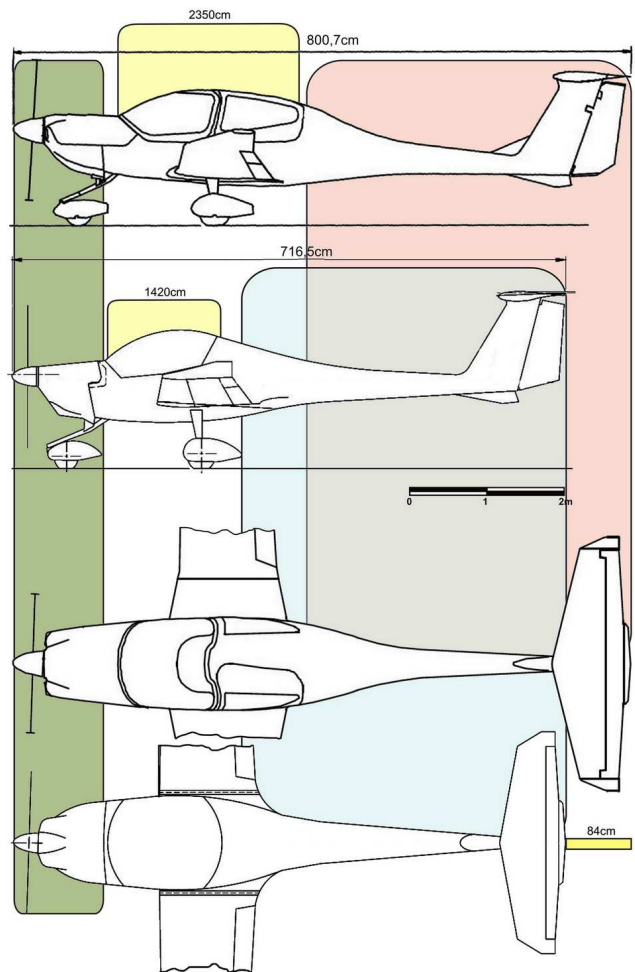
150. Zlin család



151. A negyüléses Z43 a földön

változatot. Érdekes módon a négyszemélyes tetőkialakítását egy folytonos vonallal sikerült a törzshátsó lejtős vonalával egyesíteni. A logikus megoldás egységes hatást kelt, de megerősítette a lemez-doboz jelleget, s kérdéses milyen komfortot biztosít az utasok felett lecsökkenő belmagasság.

A második kialakítási folyamatot is érdemes a technológia jellemzői felől megközelíteni. Itt kompozit anyagból épített repülőgépeket mutatok be, ahol a gyártás más feltételeket támaszt. A törzset egy darabból (pontosabban két félből) készítik, tehát mindenképp új ősmintára van szükség, ami szabad kezet ad a tervezőknek az újraformáláshoz. Merőben újat ekkor sem hoznak létre, hiszen a szakemberek, tervezők kialakult eljárásihoz illesztik termékeiket. Példámon megfigyelhető hogy a Diamond repülőgépeire jellemző nagy karcsúságú törzshátsórész mindkét változat sajátja, igyekeznek a minimális



152. Diamond család

anyagbeépítéssel megteremteni a szükséges szilárdságot. Az egyetlen igazán szembetűnő kiegészítés, a függőleges vezérsík megerősítése egy előrenyúló toldalékkal. Ezen túl amit csak lehet, átvesznek a kisebb testvér alkotóelemei közül, így a Diamond Aircraft sikerét megalapozó DA20-as típus vízszintes vezérsíkját láthatjuk viszont a DA40-esen is, ami a belső mozgó mechanika átvételére is utal. A törzskialakításra fókuszáló ábrámon nem látható, de még a szárnyak is azonosak. A nagyobb terhelés elviselésére a Corvus esetében is tervezett középrész, centroplán beillesztésével teszik alkalmassá a repülőgépet.



153. Diamond DA20 és DA40

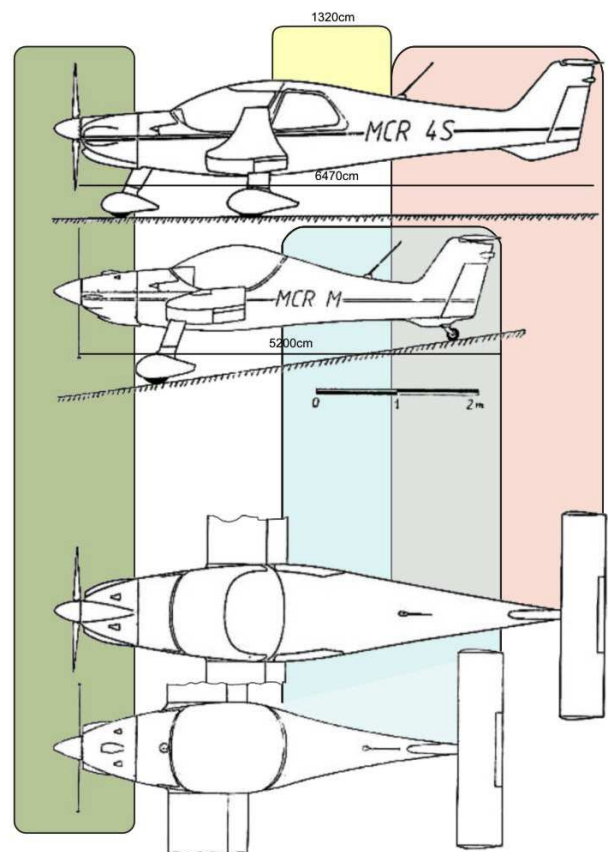
Azonos lépések figyelhetők meg a kisebb gépeket gyártó francia Dynaero fejlesztésénél. Ők nem vékonyítják el modelljeik törzsét, de a vezérsík megerősítését, felületének növelését a törzs alatt oldották meg. Az orr részt a motorburkolattal együtt, szinte teljesen változatlanul vették át.

Külön érdemes áttekinteni hogy a három esetben mekkora hossz-növekedéssel járt a fejlesztés:

Zlin: +50cm,

Diamond: +84cm,

Dynaero: +132cm



154. Dynaero

A harmadik modell kevésbé releváns mestermunkám szempontjából mivel a változtatás alig érinti a repülőgép formáját, kabinjának kialakítását.

Példának az alig ismert, szinte csak a hazai igények kielégítésére, az 1980-as évek elején készült finn, L70 Vinka repülőgépet említem. A Valmet cégnél már eleve tágas kabinnal készítették e fémépítésű kétülékes oktatógépet, de motorjának teljesítménye, paraméterei nem tették alkalmassá több



155. Műrepülés közben jól látható a Vinka tágas kabinja

személy felemelésére. Később ezek közül néhányat nagyobb teljesítményű gázturbinával látták el, a törzset hosszabb orrburkolattal, valamint egy kabin mögötti toldással egy méterrel megnyújtották. Az immár L90 ReDigo elnevezésű hosszabb, karcsú gép tehát már alkalmas négy személy szállítására.

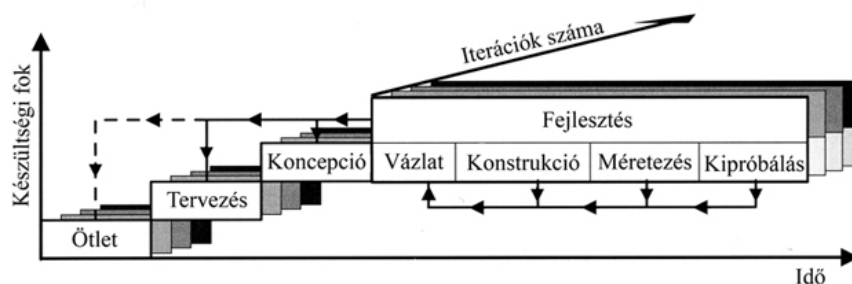
A kétülékes kisrepülőgépek többségének szerkezete csekély változtatással alkalmas két további személy terének levegőbe emelésére, de a motorteljesítmény mindenképp kíván fejlesztést, ha azonos vagy jobb repülési jellemzőket szeretnénk elérni. Előfordulhat, hogy a széleskörűen alkalmazott hathengeres repülőmotorok is kevésnek bizonyulnak, s mint a finn példa is mutatja, az eltérő üzemeltetéssel járó, de egyszerű turboprop jó megoldást jelent.

2. Tervezéstámogatás

2.1. Antropometria a tervezési folyamatban

Az olyan közvetlen emberi használatra szánt termék, mint egy többszemélyes repülőgép, kialakításának kezdetén elengedhetetlen a szükséges méretadatok beszerzése. Nincs értelme a legelső koncepciót sem ezek nélkül kialakítani, hiszen a használat, a kipróbálás során úgyszólván derülne a használhatóság mértékére.

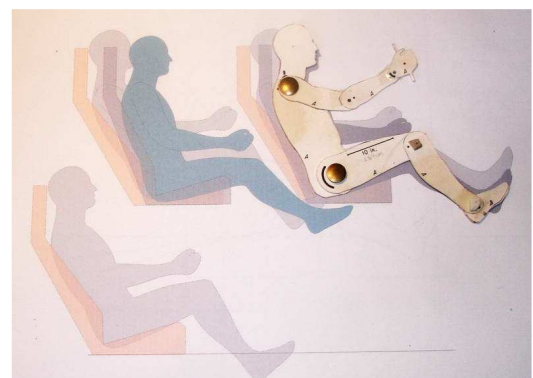
A tervezés és a modellezés során, számtalan módon vagy formában van mód az adatok figyelembevételére.



156. A fejlesztés folyamata

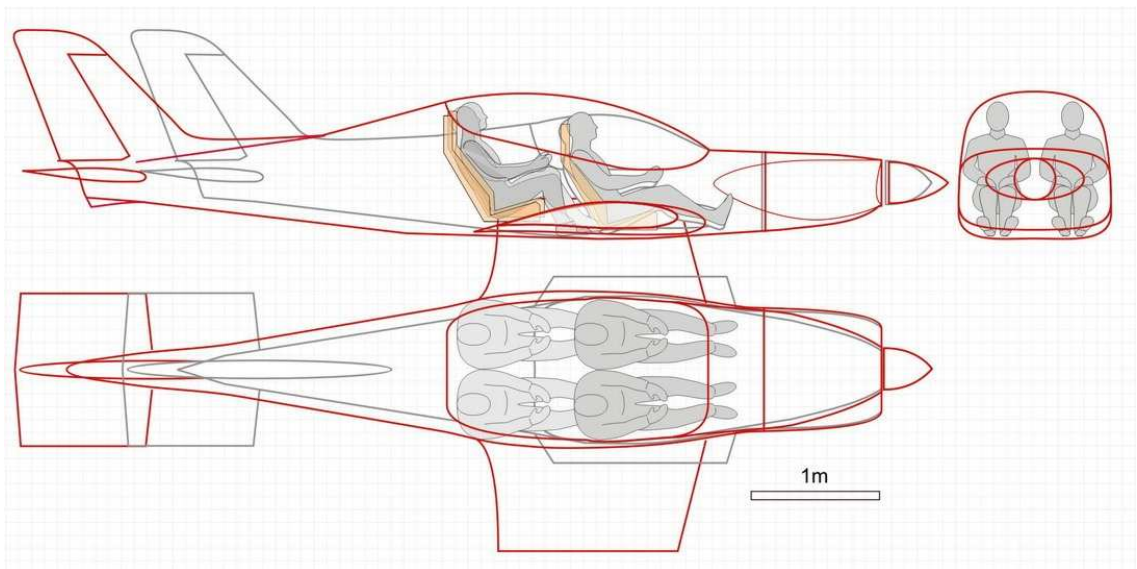
Még a rajzasztalon, a vázlatolás során nagy segítséget jelent különböző méretben készülő rajzsablonok használata. A sablonok többsége több nézetből készül, és állítható tagokkal rendelkezik. Így azt az adott feladatnak megfelelően tudjuk beállítani.

A helyigény ellenőrzésére is talán ez a legegyszerűbb feladat. Ekkor a környezet geometriájának és a modell felületének viszonyát tekintjük át. Ha a két geometria például fedi egymást, akkor nincs elegendő hely az ember számára az adott környezetben. Vagyis antropometriailag nem felel meg az



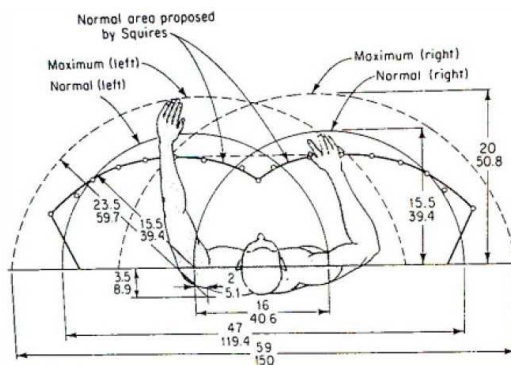
157. 1:10-es sablonom alkalmazása

adott tárgy vagy környezet. Természetesen nem minden esetben elegendő a szükséges hely megléte. Van, amikor megfelelő ráhagyással kell a modellhez képest terveznünk. A sablonok nagyméretű rajzok elkészítésére nem alkalmasak. Erre a célra legalkalmasabbak a számítógépes modellek. A kimondottan csak a valósághű megjelenítést szolgáló szoftverek (pl. Photoshop) ergonómiai, illetve azon belül, antropometriai értékelésre alkalmatlanok, de az előzetes vizsgálatokat - különösen a vektoros grafikai programok - segíthetik. Én CorelDraw-val készítettem az első vázlatokat.



158. Tömegvázlatom vektoros ábrája

A kifejezetten ergonómiai és antropometriai tervezésre számos speciális program létezik. Ezek érzékelik a geometriai fedést, és hibaüzenettel jeleznek vissza. Az ilyenfajta vizsgálatot statikus és dinamikus helyigény vizsgálatnak hívjuk.

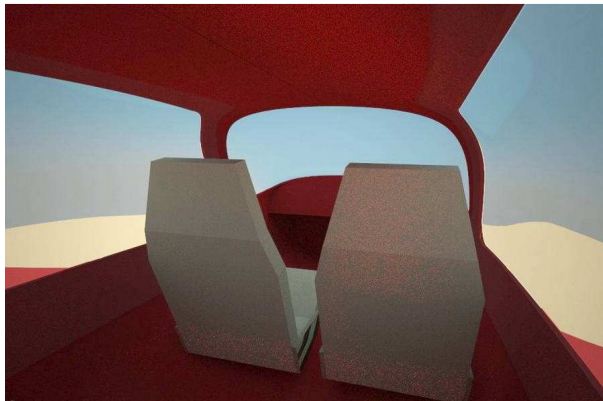


159. Elérési tartományok – Barnes ábráján

Másik fontos vizsgálati terület az elérési tartományoknak a vizsgálata. Egyaránt vizsgálhatják a lábak, illetve a kezek elérési tartományát is. A meghatározáshoz a modell köré egy burkolófelületet helyezünk. A burkolófelület azon szélső helyzetek összességét jelenti, amelyek az

antropometriai adatok szerint még lábbal vagy kézzel kényelmesen elérhetőek. (Az adott szituáció dönti el, hogy milyen jellegű felületet használunk. Például a megfogás tartománya a zárt tenyér miatt kisebb, mint mondjuk az ujjheggyel történő érintésnél.)

A segédfelület elhelyezése után metszetekkel és nézetrajzokkal végezhetjük el a vizsgálatot.



160. Az egyik hátul ülő utasom nézőpontja
Rhinocéros programban

A látótér vizsgálata szintén fontos elemzési lépés. Ekkor egy, az emberi szemhez hasonló, a modell szemével „látott” térrészt tekintünk át. Ezt szemlélhetjük kívülről, vagy konkrétan a szem nézőpontjából. Mindkét esetben hasznos információkat kaphatunk a belátott térrésről.

Ezeket az eljárásokat kellett magamnak is elvégeznem a repülőgépvezető helyének méretezésénél. A végleges kialakítás nem képezi a feladat részét, mivel ez egy jövőbeni típus (a használandó műszerek még nem is kerültek kiválasztásra), de az egyes változatok közötti választásnál döntő ez a szempont.

2.2. Az antropometriai adatok ergonómiai felhasználásának elvei

Az emberi adatokat két kategóriában, különböző alapvető elvek szerint lehet felhasználni, mindegyik a tervezési problémák más típusát testesíti meg

2.2.1. „Egyfelhasználós” termék kategória

Személyre szabott tárgyak

Ebben az esetben a felhasználó speciális helyzete követeli meg az egyedi antropometriai adatok alapján történő tervezést és előállítását, amit sokszor a nagyfokú hatékonyság helyett a kényszer vagy a luxus határoz meg. Példák: élsportolók felszerelése, űrhajó, versenyautó ülése, fogyatékosok számára

készített segédeszközök, művégtagok, szemüveg dioptriák, avagy méretre szabott ruha, netán sportautó.

2.2.2. „Többfelhasználós” termékkategória

Az előbbi módszer csak kis darabszám, egyedi készítés esetén működik, ritka kivétel az elterjedt gyakorlattal szemben. Egy termék kifejlesztése, szerszámozása, gyártása roppant költségeket jelent, a befektetés egyedi gyártás során a kevésszámú megrendelő miatt nehezebben térül meg. Jelentős hasznót csak a tömeges gyártás, a termék elterjedése hozhat. A megfelelő antropometriai illesztésről azonban ebben ez esetben is gondoskodni kell. Az egyszerűbb kis használati tárgyakon (pl. zseblámpa, kilincs) kívül annak megvalósítása, hogy ugyanazt a terméket a legkülönbözőbb emberek is tökéletesen használhassák, komoly kihívást is jelenthet.

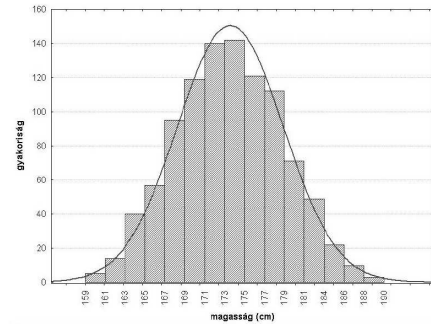
Ötféle utat találtam e cél elérésére, de hamar kirajzolódott, hogy melyik jöhet számításba a repülőgépem utastere estében.

A szélsőség elve. Ennek az elvnek az alkalmazásánál a feltétel általában az, hogy ha a szélsőségnek is megfelel, akkor a többi embernek is biztosan jó. Ez esetben a minimálisan megfelelő értéknek a 95-ös percentilist tartjuk (azaz a népességnek mindössze 5 %-a esik ki az adott paraméter alapján). A legtipikusabb ilyen tervezési példák: ajtók, vészkijáratok. Ha ugyanis a legnagyobbaknak – mondjuk a 95-ös percentilisének lévő személyek - megfelelnek a méretezések, akkor az ennél kisebbeknek is biztosan jó lesz a terv. Tervezői munkámban magam is ekkora testmagassággal számoltam.

A maximálisan megfelelő értékek jelentik a másik szélsőséget.

Ekkor az 5 percentilist kell figyelembe venni, mindenki, aki ennél nagyobb vagy éppen ekkora, használhatja a terméket. Ilyen példa lehet az irányítópultokon a vészleállító távolsága, amit a legrövidebb karú embernek is kényelmesen el kell tudni érni. Ha valakinek ennél hosszabb a karja, annak ez már nyilván nem probléma.

Az 5, illetve 95 percentilis használata elsősorban anyagi, ésszerűségi okokból előnyös. Általában a 100 % elérése olyan többletköltségeket jelent, hogy nem érdemes megcélózni, ezért nem is fordul elő olyan termék, amit mindenki kényelmesen tud használni. Nem építenek két méter húszcentis ajtókat a liftbe csak azért, hogy a 99-es percentilis is használhassa főhajtás nélkül, vagy éttermi székeket sem terveznek 160 kilós embereknek. A nagyon kicsik vagy a nagyon nagyok számára egyszerűen nem éri meg tervezni ipari méretekben. Ugyanakkor láthatjuk, hogy egyes cégek éppen a szélsőségeket célozzák meg termékeikkel, lehetővé téve a könnyebb alkalmazkodást számukra.



161. Egy hisztogram a testmagasság megoszlásáról

Az állíthatóság elve

A berendezéseknek néhány elemét célszerű olyanra tervezni, hogy könnyen állíthatók legyenek a különböző méretű emberek igényeinek megfelelően. Erre az üléseim pozicionálásánál kellett gondolnom, az előre/hátra mozdíthatóságot kell a repülőgépnél is biztosítanom. A például az irodai székeknél ismert föl/le állíthatósággal nem számolok, a korlátozott belmagasság miatt inkább az előre hátra mozdítással kell az ilyen jellegű problémákat orvosolnom. Az állíthatóság lehet fokozatos vagy fokozatmentes, mint a zongoraszék esetében. Az állíthatóság mértéke azonban itt is csupán az 5-ös és 95-ös percentilis közötti intervallum között szükséges.



162. A Corvus korábbi, egyszerű ülésállítási megoldása

Az átlag elve

Az antropometria azt hangoztatja, hogy az átlagos ember nem létezik, mégis néha előfordul, hogy neki kell tervezni. A tervezési gyakorlatban sokszor szembesülünk a „melyik ujjam harapjam meg” típusú problémával, amikor minél több testméret szerint szeretnénk átlagot képezni, annál kevesebb embert fog kielégíteni a termék. Sokszor a szélsőségekhez való alkalmazkodás értelmetlen, mert:

- vagy megoldhatatlan mindkét szélsőség igényei szerint kialakítani valamit,
- vagy egyiknek sem jelent megoldhatatlan nehézséget az átlagos méretre tervezett termék alkalmazása.

Ilyen átlagos terv például az üzletek pénztárpult-magassága. Nem szabad elfelejteni, hogy sokszor ezek a helyzetek nem azt jelentik, hogy megtaláltuk az optimumot, hanem inkább azt, hogy a legkevesebb kényelmetlenség irányába tettünk lépéseket.

2.3. A modellezésről

A modell valaminek a nagyított vagy kicsinyített másolata, egy minta, mintaféleség. Azzal a céllal létrehozott konstrukció, hogy rajta a valóság egy jelenségét, vagy részletét tanulmányozhassuk. Fontos, hogy a vizsgált rendszernek ez csak egy egyszerűsített, idealizált mása, mely többé-kevésbé hűen tükrözi a vizsgált rendszer bizonyos fizikai sajátosságait, belső összefüggéseit. A modell tehát nem azonosítható a vizsgált rendszerrel, de annak teljesebb megismerését segíti elő.

A modellezés során a valóság egy meghatározott szeletéből kiemeljük a számunkra adott szituációban fontos, ismert (ember) vagy feltételezett (design) elemeket és azokat hipotézisünknek megfelelően kapcsolatba hozzuk egymással. Az így elkészített modellt tesztelnünk kell. Ha a modell úgy viselkedik, ahogyan a modellezni kívánt rendszer vagy objektum, akkor azt mondhatjuk, hogy a modell jó, ha eltér attól, akkor a modellt tovább kell fejleszteni, vagy el kell vetni. A modellnek a valós tapasztalatokkal való összevetését a modell tesztelésének nevezzük.

A termékfejlesztés többféle mintával, modellel dolgozik:

- Az *arányos modell* – pl. egy új autótípus kicsinyített mása, – nem részletes, lényegében a külső forma arányait tükrözi.
- Az *ergonómiai modell* már fontos részleteket bemutat a kezelhetőség, használhatóság értékelése céljából.
- A *tervezési modell* küllemében már teljesen megfelel a sorozatgyártásból kikerülő mintának. Ez teszi lehetővé a vevő, a gyártó, a beszállító, stb. véleményének gyors figyelembevételét.
- A *funkciós modell* lehetővé teszi a legfontosabb funkciók (mechanikai, használati tulajdonságok, szerelhetőség, szervizmunka lehetősége, stb.) idejekorán történő értékelését.
- A *prototípus* már csaknem teljesen megegyezik a sorozatgyártásból származó (első) mintával. Az előbbi funkciókon túl lehetővé teszi a gyártószerszám előállítását.

- A *minta* már a sorozatgyártásból származik: a félüzemi- vagy nullszéria, az elő- vagy a főszorozat egy tipikus darabja, amely egyrészt referenciadarabként a minőségbiztosítást szolgálja, másrészt elősegíti a gyártó és szervizszemélyzet képzést, és a továbbfejlesztett termék minőségének, konstrukciójának finomítását.⁶⁵

Mesterművem egyelőre koncepció, nem kerül gyártásba, így funkcionális vagy tervezési modell sem készül. Ergonómiai és arányos modell azonban szükséges a munkafolyamat számos lépése számára, de ezek is kétféle módon jöhetnek létre: anyagi valójukban, vagy virtuálisan, számítógépben. Az első módszert régóta jól ismerem, míg az utóbbival az el-el maradó hazai fejlesztések miatt is ritkábban találkozhatunk, csak a közelmúlt fejlesztései élnek előnyeivel. De mi a helyzet a repülőgép tervezéssel?

Az első Corvus testét kézzel, rajzok alapján csiszolták ki, pedig a számítógépes tervezés a repülőgép-ipari fejlesztésekben világszerte komoly szerephez jutott, számos megoldás ezen a területen alakult ki s terjedt el más iparágakban.

2.3.1. Analóg, épített ergonómiai modellezés

Az ilyen megoldás egyszerű és praktikus, azonban bonyolultabb feladatok elvégzésére, pontos adatok nyerésére már nem alkalmas. Mint látjuk a műszaki életben, és ezen belül az ergonómiában is sokféle modellt használnak. Ezekkel, az esetek döntő többségében, az emberi test geometriáját utánozzák. A modellekkel helyszükséglet-, elérési tartomány- és látótérvizsgálatokat végeznek.

Manapság, ha az ergonómia gyakorlatát nézzük, kevés olyan szituációt találunk, ahol ezek a modellek még fizikai valóságukban léteznének.

⁶⁵ Kempelen Farkas Digitális Tankönyvtár (KFDT) www.hik.hu

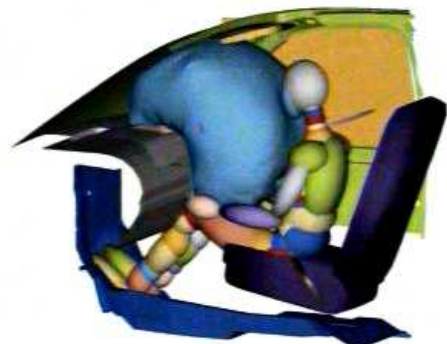


163. Ergonómiai modellem 1992.

Épített ergonómiai modell használatáról magam is szereztem tapasztalatot, mikor 1992-ben motoros sárkányrepülőgépem burkolatát alakítottam ki. A valós méretben elkészített váz alakításával kerestem az ideális kialakítást az Iparművészeti Főiskola 2. emeleti ergonómia laboratóriumában.

2.3.2. CAAA azaz számítógépes antropometriai modellezés

A mai fejlett informatikai háttérrel rendelkező tervezésben a modellek többnyire csak a virtuális térben, a számítógép által generálta világban léteznek. Ezzel gyors és pontos munkát végezhetünk, a gyártók pedig kisebb költséggel alakíthatják ki új modelljeiket. A virtualitás a jövőben a tervezés szinte minden szegletét uralni fogja. A geometriai ellenőrzés ma korszerűen és pontosan, főleg ipari körülmények között, számítógéppel történik. Az autóiparban egyre több helyen iktatják ki az egyik legköltségesebb vizsgálati helyet, a szélcsatornát. A Számítógépes Légáramlás Analízis segítségével a 3D modell körüli áramlásokat számolhatják ki, jeleníthetik meg. Az esetleges kedvezőtlen részletek azonnali módosítása után látható a változás, nem kell hatalmas 1:5, vagy 1:10-es modelleket sem készíttetni.



164. GM VR Studio teszt

Hasonlóképp alakul a helyzet a tervezés, modellezés szinte összes területén. Már töréskereszteket is egyre ritkábban végeznek, de még a kezelőszervek működése is imitálható megfelelő kesztyűk és 3D-s szemüveg alkalmazásával.



165. Az Immersion Corp. tervezéstámogató termékének reklámja

Természetesen értekezésemben, a mesterű elkészítésénél nem vállalkozhatok egy komplex termékfejlesztési folyamat végigvitelére, nem kísérletezhetek ki részletekbe menően egy repülőgépet. Eszközeim sem alkalmasak arra, hogy mindet elvégezzek, amivel fejlesztőirodák tervezőinek hada birkózik nap, mint nap. A számtalan új eszköz és eljárás közül egyet kiemeltem, s alkalmazom koncepciótervem elkészítésénél. Kézenfekvőnek találtam az ergonómiai méretezés során egy célprogram működését megtanulni, a folyamatban használni. A CAAA tervezés, ellenőrzés, melynek jelentése számítógéppel támogatott antropometriai értékelés (Computer Aided Anthropometric Assessment) tulajdonképp két modell összevetéséből áll:

- az egyik maga az emberi test modellje,
- a másik pedig a környezet (tárgy) CAD⁶⁶ modellje.

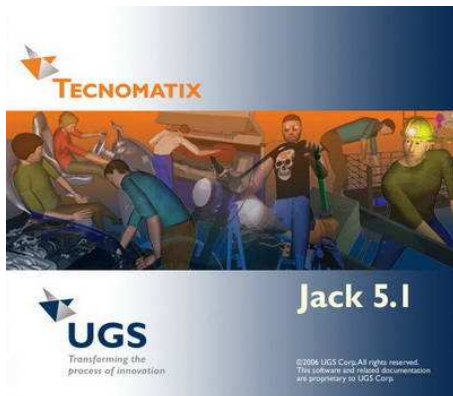
Modellhasználat területei:

- Rajzolás, grafikai megjelenítés
- Látványtervezés, tervdokumentáció
- Erőtani és biomechanikai modellezés
- Tervezési segédlet, ergonómia (antropometria)
- Testméretek
 - Mozgástartományok
 - Látótér

⁶⁶ Computer Aided Design -számítógéppel támogatott tervezés

A megfelelő modell előállítására több lehetőségünk van. Vagy az irodalomban található antropometriai táblázat alapján, vagy általunk lemért adatból generáltatunk egy számítógépes program segítségével embermodellt, vagy célszoftverrel állítjuk elő azt. A megjelenítés bonyolultsága (simított felület vagy egyszerű szögletes felület) nem játszik szerepet, csupán esztétikai jelentősége van. Természetesen lehetnek olyan esetek is, mikor a vázlatszerű ábrák nem elegendőek, például, ha a tervdokumentációjához látványterveket is kell csatolnunk. Ekkor jól jöhetnek a fotorealisztikusan készített, renderelt antropometriai ellenőrzőrajzok.

A munkát nagymértékben megkönnyíti, hogy sok esetben a tárgyat már eredendően számítógéppel tervezték, így digitálisan rendelkezésre áll. Repülőgépet Rhinoceros tervezőprogramban építettem föl, alakítottam ki. Az ellenőrzés első lépéseként a két adatkört én a JACK 5.1-es programban egyesítettem, vagyis a modellt a virtuális környezetbe helyeztem. A speciális szoftvert a Budapesti Műszaki Egyetem Ergonómia és Pszichológia Tanszékének Laboratóriuma bocsátotta rendelkezésemre, az ő segítségével sajátítottam el használatát.



166.



167. Elrendezési vázlatom JACK programban

A kísérletek során ügyelni kellett arra, hogy a „személyeket” a megfelelő pozícióba és a szükséges funkcionális testhelyzetbe helyezzem el. Ezt követően következett az értékelés, az illesztés mértékének meghatározása. Az értékelés eredménye lehet pozitív, vagyis a környezet illeszkedik az emberi adottságokhoz és megfelel az elvárásoknak, vagy pedig negatív. Ekkor a feltárt

hiányosságokat áttervezéssel korrigálhatjuk, majd a szükséges módosítások után ismét ellenőrzés következik. Ha ez után is merülnek fel hiányosságok, akkor azokat ismételten korrigálni kell. A folyamat addig folytatódik, míg hibátlan nem lesz a rendszer, vagy a problémák a megengedett tűréshatáron belül nincsenek. Mindezt természetesen statikus, azaz nyugalmi helyzetben és dinamikus pozíciókban, tehát különféle mozdulatoknál is megvizsgáltam.

A CAAA rendszerek sokfélék, igaz a legtöbb ipari felhasználásra készült, nagyon összetett, s nem is könnyen elérhető. Egyszerű megjelenítésre, biomechanikai modellezésre a legjobban a „pálcika” modellek használhatóak. A pálcikaalakok gyors elavulásával hamarosan teret hódítottak maguknak a különböző 3D drót- és felületmodellek. Ezek a modellek már lehetőséget adtak valódi virtuális térben való megjelenítéshez. Eleinte egyszerű, kevés poligont tartalmazó geometriát használtak. Itt a megjelenített vonalakkal az alak kontúrait, jellemző vonalait jelölték. Az informatika fejlődésével, valamint a megjelenítéssel szemben támasztott igények növekedésével az ilyen modellek nem bizonyultak megfelelőnek. Az új kihívásokra a valódi 3D felület-modellek jelentették a választ. Ezek rendelkeztek minden korábbi modell lényeges tulajdonságával, ezen felül jól körülhatárolható és grafikailag magasabb szinten voltak megjeleníthetőek. Az ilyen komolyabb programok, mint pl. a CATIA, a modellek képzéséhez már szinte mindig a saját antropometriai adatbázisukat használják. Természetesen az egyes paraméterek manuális változtatásának lehetőségét megtartották, gondoljunk csak arra, ha mondjuk mozgássérült, vagy átlagostól eltérő fizikai adottságú modellre van szükségünk (egy adott személyre való tervezés esetén).

Mestermunkámat, mint említettem, magam is számítógéppel támogatott tervezéssel készítettem. Kézenfekvő volt tehát az egyes változatok virtuális modelljeinek ergonómiai embermodellekkel a JACK program segítségével történő egybevetése. A folyamat vizsgálata során megállapíthatom, hogy valóban képes volt ez a fajta modellezés hatékonyabban és pontosabban tesztelni az egyes megoldásokat, ugyanis képtelen lettem volna olyan sokféle és annyi vizsgálati alanyt megszervezni, s annyiféle törzsmodellt felépíteni, amennyire a munka során szükségem volt.

3. A tervezési folyamat lépései

3.1. A tervezés kulcskérdései és a megoldások kialakulása

Mivel a témát közel éreztem magamhoz, ezért természetesen már a kutatásom elején készítettem vázlatokat, milyen is lenne az általam megálmodott repülőgép. Ahogy azonban beleástam magam a terület feltérképezésébe, félretettem vázlatfüzetemet, s tudatosan egy célravezető és a későbbi kudarokat kiküszöbölő folyamat szerint haladtam. El kívántam kerülni ugyanis a lehető legtöbb olyan csalódást, mikor egy kedves formai megoldást, egy egész törzskialakítást kell elvetni, azért mert később derül fény valamilyen technológiai, ergonómiai összeférhetetlenségre.

Az új repülőgép tömegének, befoglaló méretének a meghatározása nem az én kialakításomból ered, ezért megkértem a Corvus szakembereit, határozzák meg a várható méretnövekedéseket az eredeti típushoz viszonyítva. Az így kapott dimenziók alapján felvázolhattam a törzs befoglaló határait, melybe megkezdhettem az utasok elhelyezésének megoldásait keresni.

Értekezésem korábbi fejezetiben bemutatott kutatások során begyűjtött ismeretek felül, a tervezéshez további, elsősorban a használattal kapcsolatos ismereteket kellett még összefoglalnom.

3.2. A kabin kialakításának szempontjai és követelményei

3.2.1. Kezelési műveletek és minősítési ismérvek

Elemeztem és strukturáltam a termékkel kapcsolatban szerzett információkat, tényeket. Meghatároztam a repülőgépem felhasználó-barátságával szembeni legfontosabb kritériumokat, követelményeket, melyeket a következő táblázatomban foglaltam össze:

Feladat (általános és speciális funkciók)	Minősítési ismérvek
Szokásos műveletek	
- Kabin nyitása, zárása	- Könnyű kezelőelem-működtetés - Biztonságos záródás - Vészledobás egyszerűsége
- Az elhelyezkedés - pilóták - utasok	- Fellépés könnyűsége - Leülés, felállás egyszerűsége - Vészelhagyás gyorsasága - Poggyász rögzítése
- Repülőgép irányítása	- Kezelőszervek működtetésének könnyűsége - Megfelelő kilátás - Jelzőelemek láthatósága - A kijelzők, tájékoztatók érthetősége - Szellőzés hatékonysága
- Utazás a fedélzeten	- Megfelelő kilátás - Szellőzés hatékonysága - Belső kommunikáció hatékonysága
Alkalmi műveletek	
- Szállítás, szétszerelés - fő részek - vezetékek, huzalozások	- A szétszedés könnyűsége - Kompatibilitás a tároló egységbe, teherautóba - Tévedésmentes illesztések
- Karbantartás	- Elemek nyithatósága - Berendezések hozzáférhetősége - Balesetmentes megoldások
- Repülőgép tisztítása - test - utastér - motortér	- A tisztítás könnyűsége - Éles sarkok (szögletek) megléte - A tisztítás könnyűsége

3.2.2. Követelményjegyzék

Tervezési feladatomban a következő, a megbízó, és/vagy a hatóságok által meghatározott kööttségeket kellett figyelembe vennem:

- négy személy elhelyezése
- védőernyő beépítése
- autós, minőségi érzet
- a Corone sárkányszerkezetének alkalmazása, amelyből következik:
 - kompozit technológia
 - alsószárnyas elrendezés
 - orrkerekes megoldás
 - léghűtéses boxermotor
 - vonólégcsavar

3.2.3. Funkciók tisztázása

Négyszemélyes repülőszerkezet funkciója sok tekintetben azonos a korábbi Corvus sportrepülőgéppel, így elsődlegesen a szabadidő tartalmas eltöltését, utazást szolgálja, de mindezen felül alkalmas lehet még:

- sétarepülésre, utaztatásra
- kisebb küldemények szállítására
- pilótaoktatásra
- légifelvétel készítésére (fotó, video)
- vontatásra (transzparens, vagy vitorlázógép)

3.3. A pontos elrendezés, az utasok térigénye szerinti kialakítás magtalálása.

Munkámat a megfelelő méretű emberkontúrok nézeti rajzaimba történő elhelyezésével kezdtem. E kiinduló fázis eredményes elvégzéséhez, a két összetevőt, az embermodellt és a repülőgéptörzs várható méreteit is meg kellett határoznom.

Az embermodellt antropometriai adatbázisok és fellelhető sablonok alapján alkottam meg. Nyomtatott és elektronikus adatbázisok megfelelő méreteiből a 95%-os percentilist vettem alapul, a kisebb testméretű felhasználókkal később ellenőrzöm az esélyes változatokat.

A jövőbeli repülőgéptörzs nézeti rajzait a meglévő két személyes Corvus alapadataiból kiindulva, a jellemző technikai megoldásokkal a szükségesnek vélt változtatások szerint módosítva hoztam létre. E sok változós rendszerben épp ez az elem az, amelynek a pontos paraméterei nem ismertek, épp ezek meghatározása a cél. Itt inkább csak hipotéziseim ellenőrzéséről van szó.

Mintaként számos forrást is felhasználtam, hogy munkámat megkönnyítsem, s az ideálshoz közeli konstellációkkal kezdhessek. Ilyenek voltak a kutatásom során feltárt, értekezésem korábbi részeiben taglalt területek információi:

- repülőgépek adatai - Négyszemélyes típusok általam felmért belső tér adatok, prospektusok és interneten közzétett paraméterek megvizsgálása.
- autók adatai - Az egyes típusok prospektusai és összehasonlító táblázatai alapján több kategória kiforrott belső világának jellemző paraméterei.

Ebben a szakaszban szabadkézi vázlatok és kétdimenziós rajzprogramok segítségével kerestem a megoldást. 1:20 és 1:10 léptékű oldal-, felül- és előlnézetekben dolgoztam.

A következő területekre koncentráltam:

- elrendezési lehetőségek
- ülés magasság
- üléstávolság

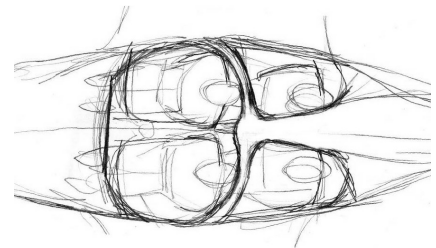
3.3.1. Elrendezési lehetőségek

A hagyományos és a hagyományostól eltérő ülés elrendezési megoldások vizsgálása az előnyök és a várható hátrányok elemzése új lehetőségek forrása a kisrepülőgépeknél. Elsősorban az autóiparban keresik azokat a megoldásokat,

amelyek az utazás közbeni hasznos időtöltést (egyéni munka, tárgyalás, szórakozás stb.) segítik. Az utazási komfort növelésében a személyautók designereihez hasonlóan a 4-6-8 személyes kisrepülőgépek tervezői is ugyanezeket a kérdéseket feszegetik. Egy esetleg újszerű megoldás a megszokott vezető-utas téri helyzeten és kapcsolaton túlmutató speciális emberi viszonylatok létrejöttét is generálhatja.

A kétsoros elrendezés alternatívájának keresése közben sok, az utasokra vonatkozó összefüggést felismertem, a koncept autók világát is a tanulmányoztam. (Erről a második fejezet 5. bekezdésében számolok be.) Míg végül a háromülékes autók kapcsán egy ígéretes megoldás körvonalazódott bennem. Ennek hatására innentől két szálon folytattam munkámat, mindkét irányt izgalmasnak tartottam, egyiket sem kívántam a másik miatt elhagyni.

Az első irány jelölése: „**A**” a hagyományos személygépkocsik utasterére is építő, elsődlegesen ergonómiai szempontokat figyelembe vevő utasbarát elrendezésből indul ki.



168

A második irány melynek jelölése: „**B**”, az elméletileg jobb áramlási jellemzőket biztosító kabintetőt, és ezáltal előnyösebb törzsformát lehetővé tevő rombusz alakú üléselrendezés.

A tandem, egymás mögötti elrendezéssel csupán 2-3 személyes repülőket építettek, ahol mindenki egy vonalban foglal helyet. Négy személy esetében ez már nem járható út, hiszen túl hosszú lenne a géptörzs.

Mindkét ülés elrendezés szerint készítettem terveket, s mindkét változatból ki is dolgoztam egy koncepciót egy eljövendő négyülékes Corvus repülőgép számára. A hagyományos konfigurációval készülő tervemnek a NOVUS fantázianevet találtam, ami az új irányzatot a megújulást fejezi ki. Ennek a realizálódásának nagyobb az esélye, ilyenre vonatkozó elrendezési koncepciót várnak tőlem a fejlesztők. Az alternatív típusomat ROBMUS elnevezéssel

láttam el, mely beszédesen utal az utazók térbeli elhelyezkedésére. Ez a járatlan út csábítása, s a megoldandó formatervi kihívások miatt volt érdekes számomra.

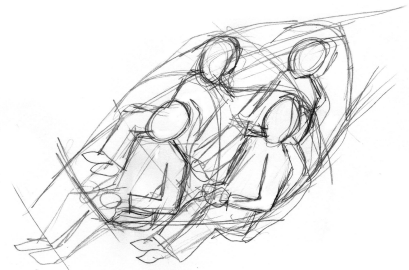
3.3.1.1. Hagyomány és célszerűség: az A változat

A két további ülés géptörzsben történő elhelyezésére célszerű a hagyományos, a személygépkocsiknál is ismert utastér elrendezést kialakítani. Az elnevezés és a tartalom között látszólagos az ellentmondás, ennek a változnak a megszületése a cég szempontjából valóban egy új korszak kezdetét jelenti.

A kétsoros ültetés előnye egyebek között a mindenki számára ismerős a környezet, hiszen a kisrepülőgépek zömét is így építik. Az ilyen elrendezés előnye, hogy a repülő oktatásra is alkalmas amennyiben mindkét első ülést ellátják műszerekkel, kezelőszervekkel. Az egyes oldalakon akár egy–egy ajtóval is megoldható a beszállás. A géptörzs, az együlésesekéhez képest a két sor ülés miatt hosszabb szakaszon fut szélesen, mielőtt újra elvékonyodik.

3.3.1.2. Újszerű rombusz, a B változat

A második változatnál a háromüléses autóbelsőkből indultam ki, amely megoldás több nagysebességű sportkocsinál is előfordul. Esetemben azonban négy személyről szól a kiírás, így a tengelybe, hátra került a negyedik ülés. Alternatív változatomnál az első ülésből a pilóta számára remek kilátás nyílik mindkét oldalra, a központi elhelyezésnek köszönhetően, pedig jobban érezheti a gép mozgását, rezdüléseit.



169.

„A buszvezetőt menet közben beszélgetéssel zavarni tilos!”

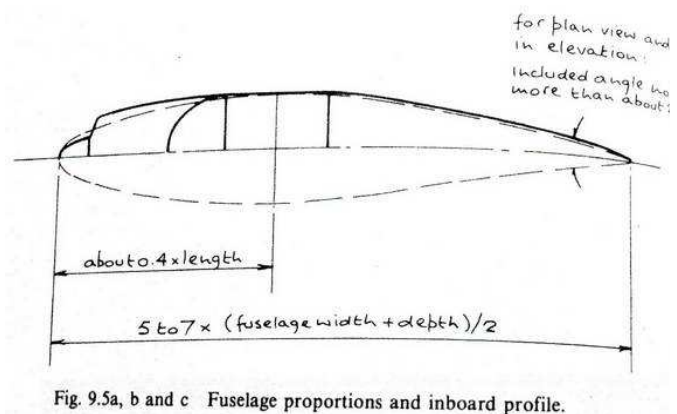
A repülőgéppel a pilóta folyamatosan interakcióban van, különösen fel, leszállásnál, bonyolult időben végzett repülésnél. zavartalan környezetet, biztosítsunk. Charter utak estén tehát zavartalanul végezheti munkáját, s amennyiben elforgatható üléseket alkalmazunk, a hátra ülők elmélyülten

beszélgethetnek, dolgozhatnak is. A hagyományosan általános rend szerint hátul ülő 2 utas még nem csoport, de a három már igen. Amennyiben a középső ülések elfordítható, akkor az utasok beszélgethetnek, játszhatnak is repülés közben.

Tehát légitaxi feladatra és egyedül repüléshez is remekül megfelel, ugyanakkor széles elterjedését akadályozhatja, hogy egy ilyen repülő pilótaoktatásra – alapesetben- nem alkalmas. Az oktatás és a kétpilótás repülés is megoldható, amennyiben az utolsó ülés elé (a két középső támlájának vonalába) is műszerfalat illesztünk, s kialakításra kerül a botkormány, és egyéb kezelőszervek bekötése. Ez esetben a hátsó ülésből is irányítható a repülőgép. Ezen felül gond lehet még, hogy az alternatív megoldásból minden bizonnyal hosszabb utaskabin a súlypont megtervezése, a hátsó utas beszállásának megoldása nagyobb kihívást jelent majd.

A kirajzolódó konfigurációnak kristály jellege van: önálló egység, zárt energiamező, önmagát megformáló alakzat. A romboid forma, mint geometriai síkidom jelentései is sokfélék. A négyszög szögeinek változtatása az egyensúlyi helyzet megbontását, egyfajta dinamizmust sugallnak, a rombusz mindenfelé nyitott, mobilitást fejez ki a négyzettel szemben.

A négyzetes, kétsoros utastérhez képest ráadásul egy előnyösebb, jobb áramlási jellemzőket biztosító törzsformát tesz lehetővé. Feltételezésemet Darrol Stinton „The design of the aeroplane” című könyvében



170.

leírtak bizonyítják. Állítása szerint a törzsnek a gép orrától mért 40%-nál kell a legszélesebbnek lennie, ez előtt s után folyamatosan tartania a csúcsok felé. Ez a felépítés épp ezt az értéket adja ki, ráadásul folyamatos ívvel, nem kell az oldalaknak párhuzamos közelinek maradniuk mint az előző változatnál a két ülésor mentén.

Ennek ellenére eddig nem találtam más típuson olyan repülőgépbelsőt, ahol egyedül, elől ül a pilóta és mögötte az utasok. Az egyetlen, ami hasonló, az is inkább űrrepülőgép: a SpaceShipOne háromszemélyes fülkéje.

A lehetőségeket tehát elkülönítve, mindkét változat esetében megvizsgáltam, dokumentáltam. Így az üléstávolság, ülésmagasság változatokat bemutató ábrák is két típusra vonatkoznak.

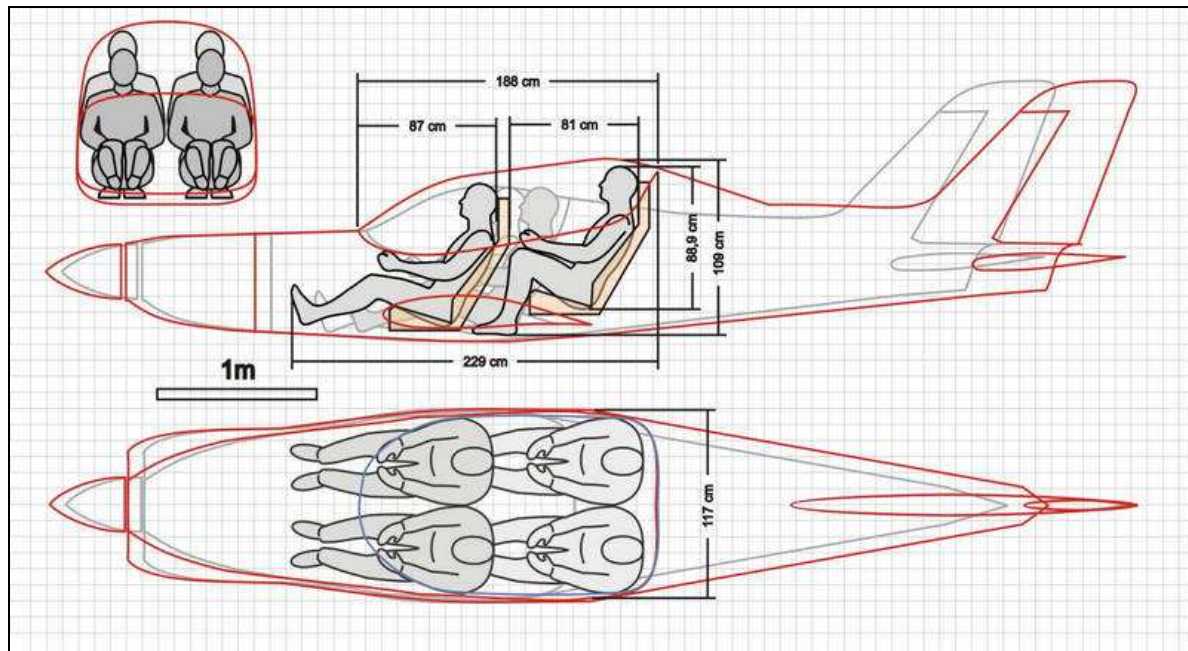
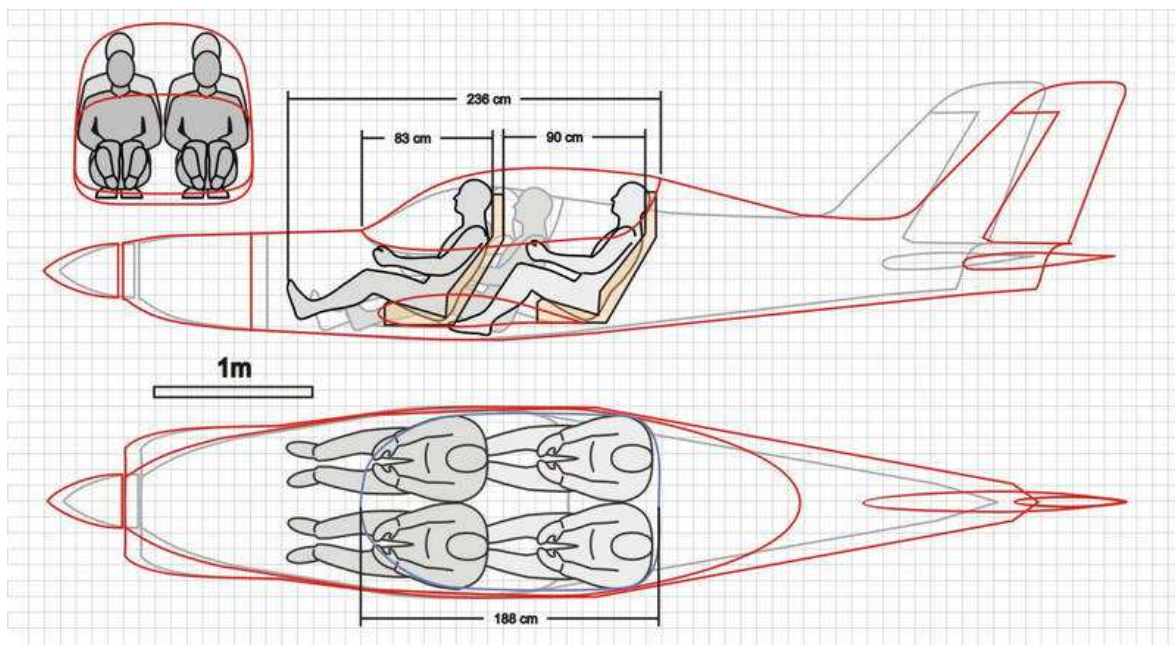
3.3.2. Üléstávolság és magasság

A Corvus munkatársai eddig még nem foglalkoztak az egymás mögött ülés problémájával, minden eddigi modelljük egymásmelletti kétüléssel volt. Az eddigi megoldásaikban a kabinban ülők alacsonyan, nyújtott közeli lábbal ültek, ezzel is csökkentve a repülőgépek homlokellenállását. Tervemben ezt az irányvonalat kívánom követni, ugyanis ha valaki átül a cég másik modelljébe, ne találkozzon merőben eltérő megoldásokkal. Az utasszállítók típusorozatainak is azonos a pilótafülkéje, sokszor szinte csak a gázkar tagolásán látható hogy a két vagy a négy hajtóműves Boeingben vagy Airbusban ül a pilóta.

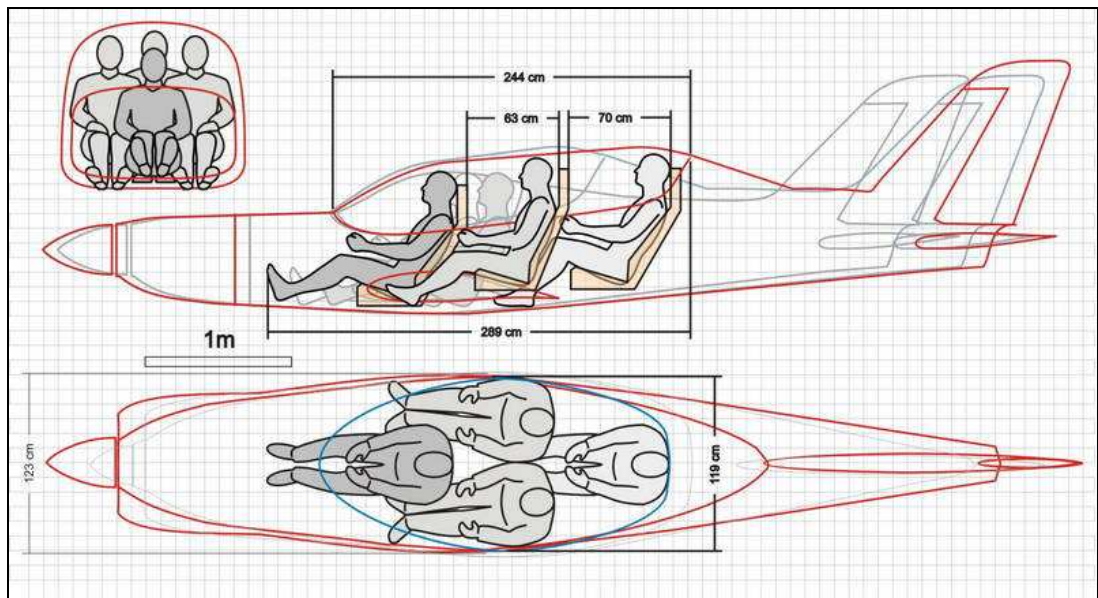
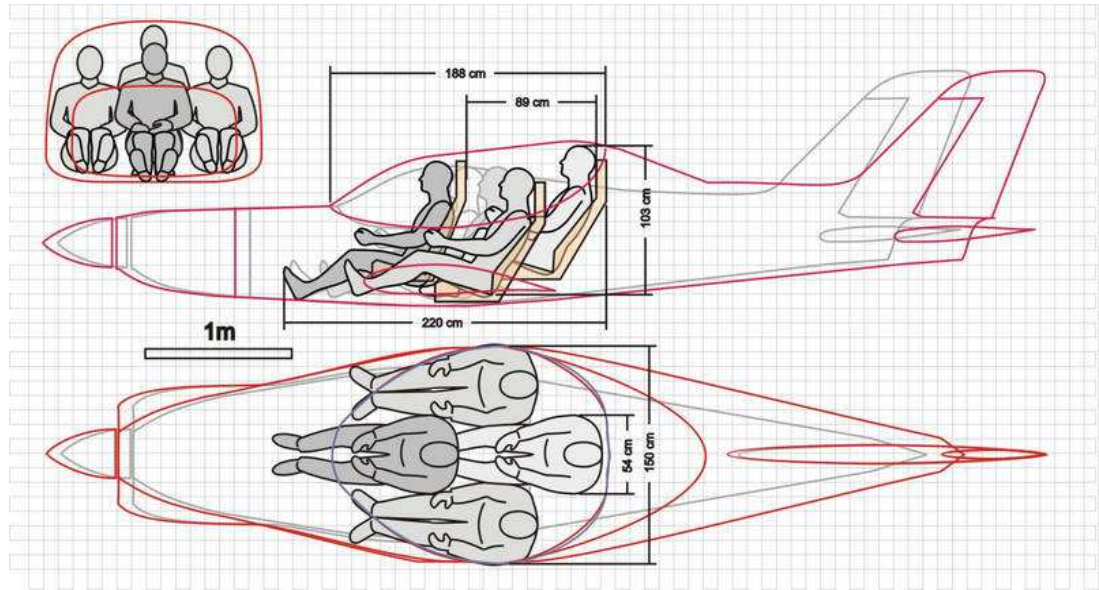
A repülőgépben ülő következő két személy számára megfelelő pozíció megtalálásában az autótervezők tapasztalatait hívtam segítségül. A területen végzett kutatásomról az első fejezet 5. bekezdésében számolok be. Megfigyelhető, hogy a lábtér, azaz kabin hosszának a csökkentése, óhatatlanul a testtartás kiegyenesedésével, a belmagasság növekedésével jár. Ezt el kellett fogadnom, ugyanis esetemben is fontos szempont, hogy minél kompaktabb legyen a fülke, mivel a súlypont közelében kell tartani a négy utazót, hogy a különféle terhelési sémával is jól vezethető maradjon a repülőgép.

A sportkocsiszerű első üléspozícióhoz képest fapadosnak tűnhet a hátul ülőknek kiszabott hely, de esetünkben ez előnyt is jelent. A repülőgépek egész soránál találkozunk olyan megoldással, ahol nagy gondot fordítottak a tervezésnél arra,

hogy a hátrébb ülő minél többet lásson az elől ülő feje fölött. Ez többnyire az oktatói funkcióval rendelkező, vagy harci gépek sajátja, de esetünkben is előnyös, ha az utas többet lát a gép előtti légtérből is.



171. 2-2 üléselrendezési vázlatok

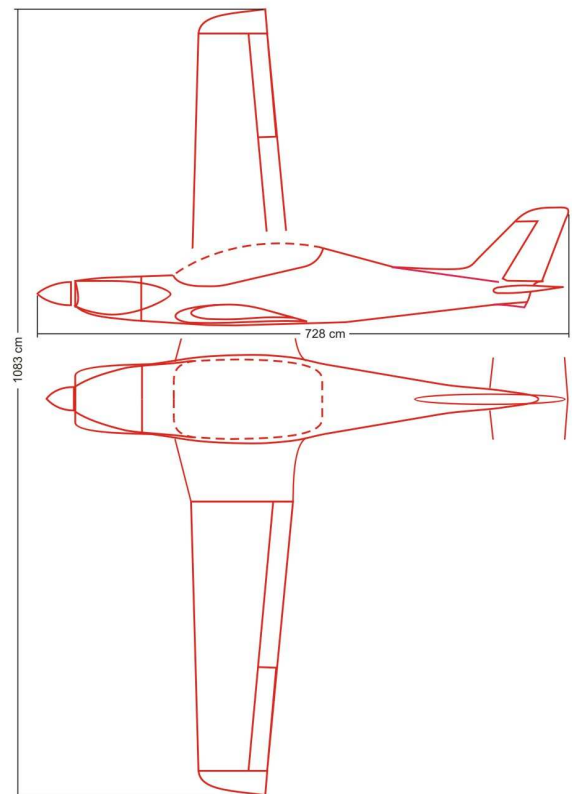
172. 1-2-1 üléselrendezési vázlatok **B**

Az első ülések mögött tehát magasabban, s közel ülnek majd a repülőben, de a pontos helyet koncepciótervemben nem jelölhetem ki, hiszen nagyjából ezen a területen szeli majd át a törzset a szárny főtartó, melynek a térdhajlat alá kell esnie: a lábteret e mögé, vagy elé kell helyezni. Mivel a formatervező szerepének vizsgálata a célja értekezésemnek, ezért előrebocsátom, hogy mivel új szárnyközéprész, centrolán is készül, s nagy valószínűséggel érvényesíthetem a konstrukcióval szemben az utastér által meghatározott igényeket is.

3.4. Ajtómegoldás variációk

Formatervem és a működés szempontjából a következő meghatározó feladat a kabin nyitási mód kiválasztása. Ahogy az I.-II. mellékletben bemutatott néhány példán is megfigyelhető, a zárt utastér megnyitására számtalan variációs lehetőség választható. Ezeket rendszereztem, tanulmányoztam és meglátásaimat, illetve az esetem szempontjai szerinti mérlegelését a következőkben foglalom össze.

Mindkét üléselrendezés szerint vizsgáltam a felmerülő kialakításokat. Először az A-val jelölt hagyományos, majd azután a B-vel jelölt rombuszos esetben a használhatóságot mérlegeltem. A hosszas vizsgálódás megmutatta, szinte mindegyik működőképes lehet valamilyen repülőgépen, de az általam fejlesztett Corvus és különösen az alternatív kabin által szabott igényeket csak néhány konstrukció képes kielégíteni.



173. Tömegvázlatom a befoglaló méretek alapján

3.4.1. Kabintető variációk elemzése

A következő táblázatban sorszámoztam és narancssal jelöltem meg azokat a megoldásokat, melyek kidolgozásra alkalmasak.

		ÜLÉS ELRENDEZÉS			
		2 - 2	- értékelés -	1 - 2 -1	- értékelés -
TETŐ MEGNYITÁSI MÓDOK	Egy darabban hajlik	Előre	A 1.1.	B 1.1.	
		Hátra	A 1.2.	B 1.2.	
		Front marad	A 1.3.	B 1-3.	
		Front előre	A 1.4.	B 1.4.	2.
	Egy darabban tolódik	Előre	A 2.1.	B 2.1.	
		Hátra	A 2.2.	B 2.2.	
		Front marad	A 2.3.	B 2.3.	
		Front előre	A 2.4.	B 2.4.	
	Szárnyasajtó	Végig felnyílik	A 3.1.	B 3.1.	
		Front marad	A 3.2.	B 3.2.	
		Front előre	A 3.3.	B 3.3.	1.
		Külön-külön	A 3.4.	B 3.4.	
	LSD (bicskaajtó)	Előre	A 4.1.	B 4.1.	- - -
		Hátra	A 4.2.	B 4.2.	
		Ferdén	A 4.3.	B 4.3.	- - -
	Hagyományos szimpla ajtó		A 5.1.	B 5.1.	
	Hagyományos dupla ajtó		A 5.2.	B 5.2.	
	Vegyes, szétnyílik		A 6.	B 6.	

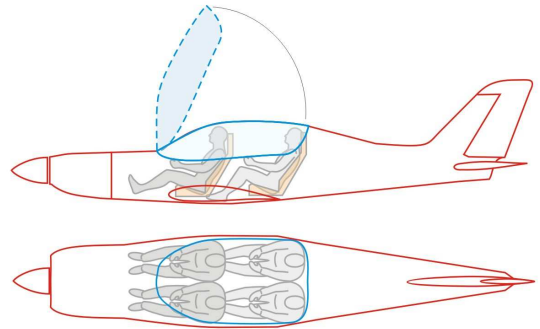
Ajtómegoldás variációk áttekintő táblázata

A sorozat: 2-2 Üléselrendezésnél

A 1. Felnyíló tető

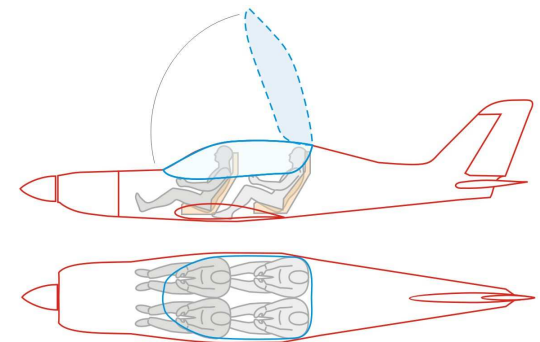
A 1.1. Előre nyílik

A jelenlegi Corvus Mk 1-3. típusok megoldása. Egyszerű, egy elemből álló megoldás, de ami a kétülékesnél bevált, itt a nagy méret miatt nehézkesen lenne működtethető



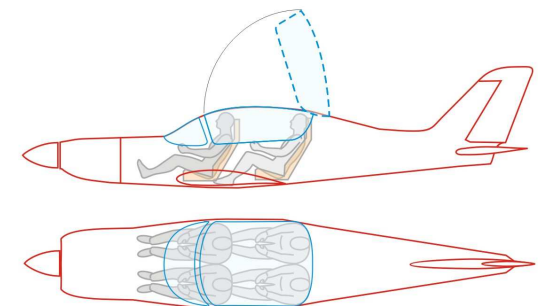
A 1.2. Hátra emelkedik

Az előzőnél még kedvezőtlenebb, a földi használat során veszélynek tenné ki a gépet. A hátsóforgástengely miatt épp a tapasztalatlanabb utasok számára lenne nehezebb a beszállás.



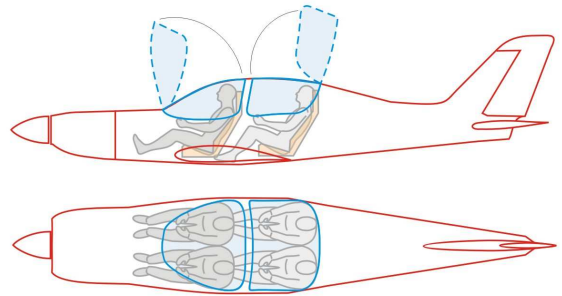
A 1.3. Hátra emelkedik, front marad

Az 1.1.-esnél kedvezőbb, de még így is nagy felületet kellene megmozdítani. A kétülékesnél nagyobb, nehezebb lenne, pedig már ott is két kiegészítő munkahengerre van szükség a megfelelő működés érdekében.



A 1.4. Front előre, hátsó hátra nyílik

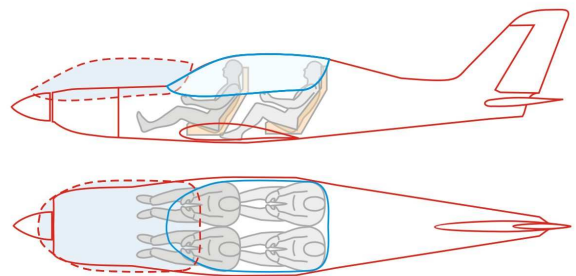
Az előző megoldások társítása. A kettéosztott tető már nem okoz kezelési nehézséget, erős bukókeret is adódik, de így két bekötési pontot kell kiépíteni.



A 2. Tolótető

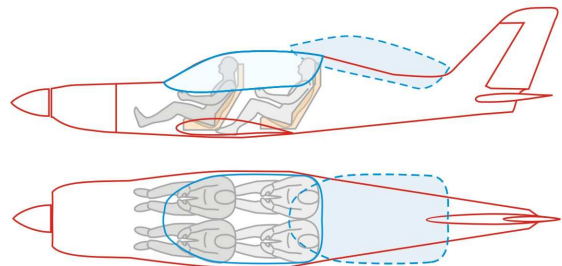
A 2.1. Egy darabban előre csúszik

A nagy elemméreten kívül az ábrán is látható mennyire megvalósíthatatlan: beleérne a légcsavarba, nyithatatlanná tenné a motorteret.



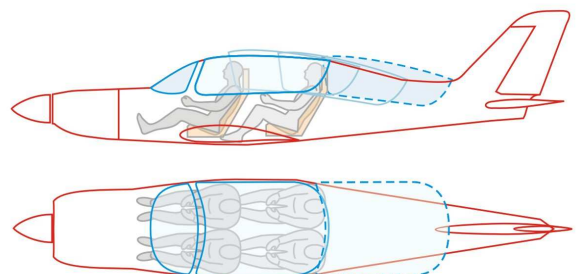
A 2.2. Egy darabban hátra csúszik

Itt a nagy tepsi nem, a légcsavarba, hanem vezérsíkba ütközne.



A 2.3. Hátra csúszik, a front rögzített

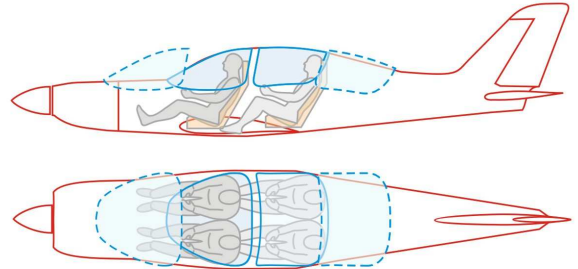
Ez az egyik első életképes megoldás. Nem emelkedik ki veszélyesen, mégis nagy felület tárul fel, könnyen el lehet helyezkedni. Magas marad viszont az oldalfal, amit minden utazónak át kell lépnie. Itt is nagy és egybefüggő a plexi, ami nem gyárthatatlan, de nagy



kihívást jelent a keret és a csúsztató mechanizmus számára.

A 2.4. A front előre, a tető hátra csúszik

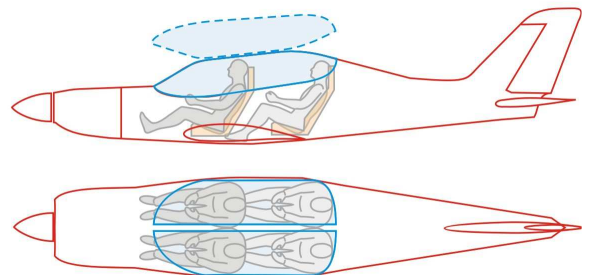
Mint az 1.4.-es változat, ez is sok jó elemet ötvöz. Hogy mégsem kerül alkalmazásra, annak az előrenyúló egység az oka. Megnehezíti a motor hozzáférhetőségét, a karbantartást.



A 3. Szárnyasajtó megoldások

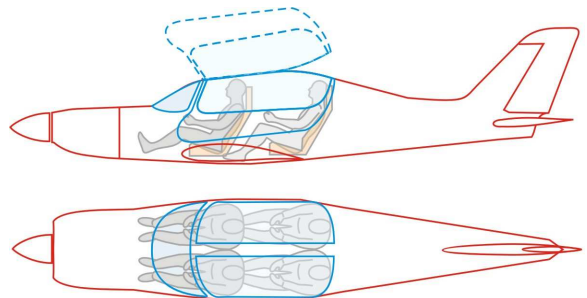
A 3.1. Az egész tető végig felnyílik

Ennél a változatnál hosszában kerülne kettéosztásra a plexi. A két oldal külön-külön nyitható, a hosszanti merevítőn elhelyezett zsanérok körül. Ez a hosszanti elem gépészeti szempontból nagyon praktikus. A kritikus szakasz a menetirányban elhelyezkedő nyílás és annak tömítése.



A 3.2. Szélvédő marad

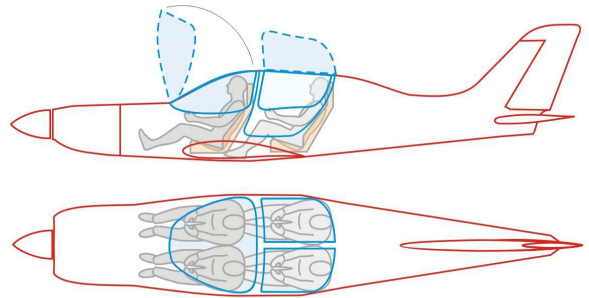
Ez a változat hordozza magában a legtöbb előnyös megoldást. Erős, merev szélvédő kialakítását teszi lehetővé, melyre támaszkodhat a középvonalban végigfutó erős tetőelem, ahol a szükséges vezetékeket, szellőzőcsöveket is el



lehet helyezni. Az ajtók a beszállás akadályozása nélkül nyílnak, s még a súlypontot sem változtatják.

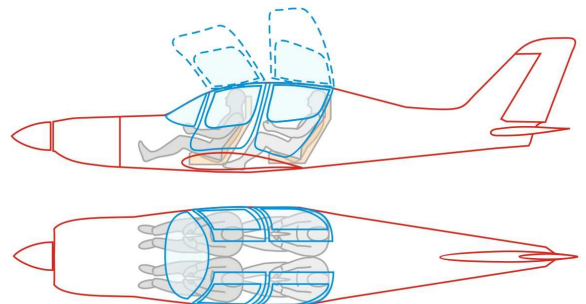
A 3.3. Front előre

Nem példa nélküli megoldás, ez is merev keretet tesz lehetővé, de az első sort és a műszereket túlzottan feltárja. Nagy a különbség az első és a második sorban ülők beszállásában, a szárnyas ajtón belépőknek nem kell olyan nagyot lépnie, mint az előre ülőknek.



A 3.4. Egyedi szárnyas ajtókkal

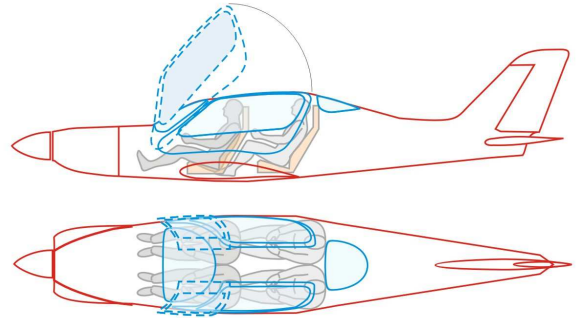
Magában hordozza a 3.2. előnyeit, de még elegánsabb kivitellel, azonban az A oszlopot előbbre kell helyezni a beszállás miatt, így a kabin is hosszabb lesz. Egy ilyen kisméretű gépnél fölösleges újabb oszlopokat beépíteni, tovább osztani az ajtókat.



A 4. LSD (Lambo Style Door) pillangóajtó megoldások

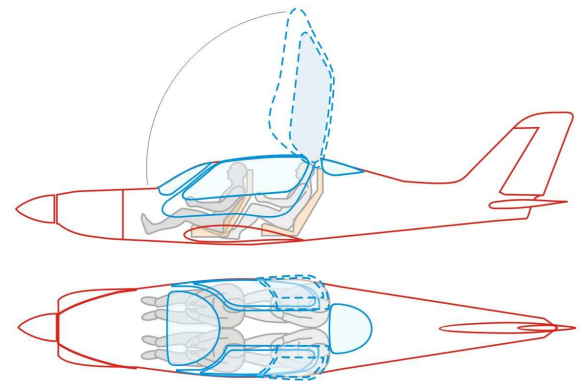
A 4.1. Előre emelkedő ajtók

Az először a Lamborghinik számára kialakított, arról elnevezett változat látványos és nem is öncélú megoldást jelent. Az egy tengely körül előre emelkedő ajtó a legkevésbé zavaróan húzódik félre, miközben a súlyát előre viszi, segítve a földön a behelyezkedést. Hátránya, hogy az ajtó teljes kerülete megnyílik, nehezítve a jó zárást, tömítést.



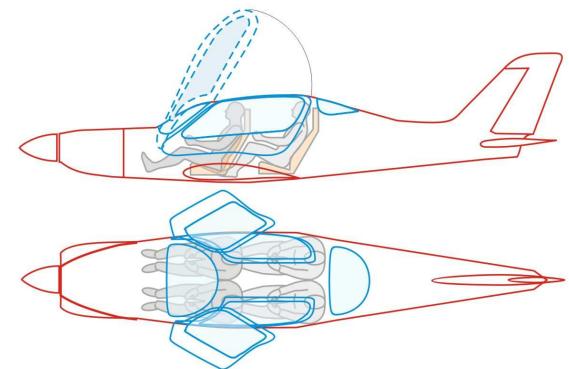
A 4.2. Hátra emelkedő ajtók

Az előzővel ellentétben a nyitás során a súlypont hátrtolódik, de még a mechanikát is hátul kellene elhelyezni. Az ajtó geometriája sem a hátsó elhelyezés mellett szól.



A 4.3. Ferdén, két zsanérral nyíló ajtók

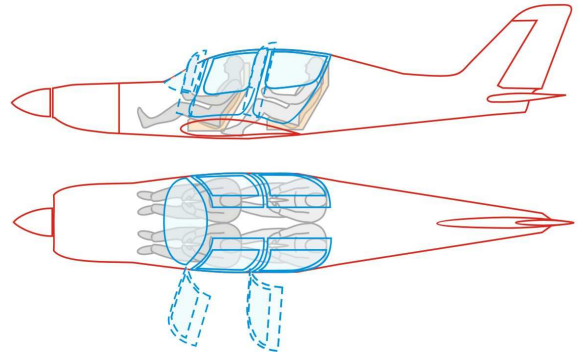
Pillangóajtónak is nevezik ezt a megoldást mely sok sportkocsi sajátja. A 4.1.-el ellentétben ez erősebben kapcsolódhat a törzshöz, a mozgatása nem olyan egyszerű, mint a „Lambo” ajtóé.



A 5. Hagyományos ajtó megoldások

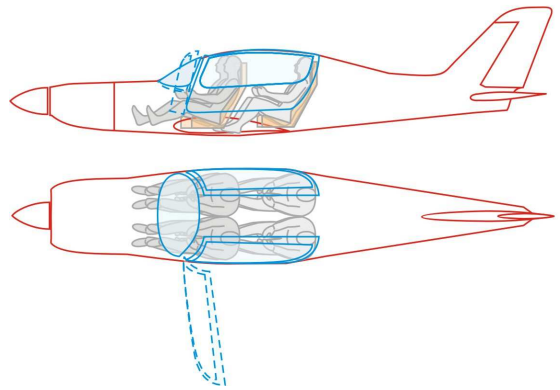
A 5.1. Dupla hagyományos ajtók

Közel függőleges tengely körül nyílnak a szintén kétszanéros ajtók. A kettős osztás akadályozza a szárnyról lejutást, a menekülést.



A 5.2. Szimpla hagyományos ajtók

Az ajtónyílást egy elemmel fedő megoldás ezt a problémát kiküszöböli, de a nagy elem pontos zárása, a szélérőknek ellenállása nehézséget jelenthet.

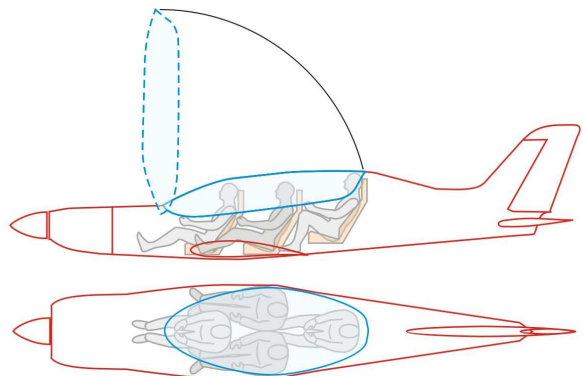


B sorozat: 1-2-1 Ülélrendezésnél

B 1. Egy darabban hajlik

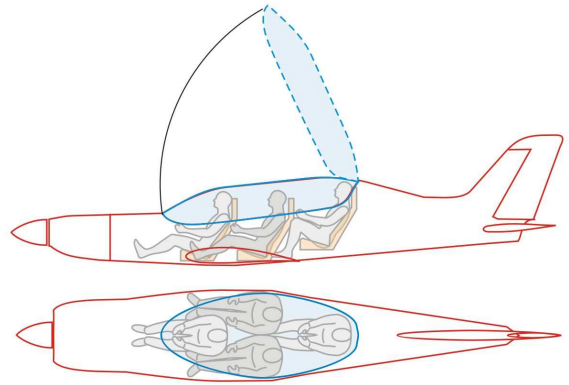
B 1.1. Előre nyílik

Egyszerű, egy elemből álló megoldás, de ennél az elrendezésnél még nagyobb a méret, nehézkesen lenne működtethető.



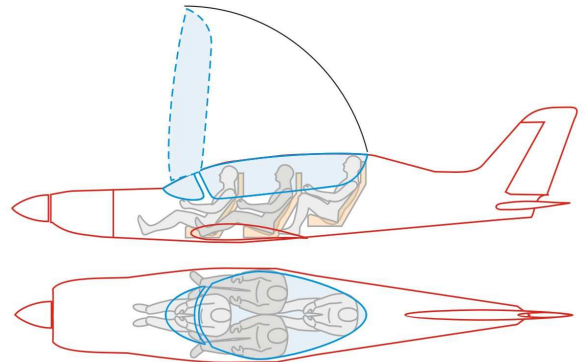
B 1.2. Hátra emelkedik

Még kedvezőtlenebb, a földi használat során valóban veszélynek tenné ki a gépet. A hátsóforgástengely talán meg sem birkózna a tető tömegével.



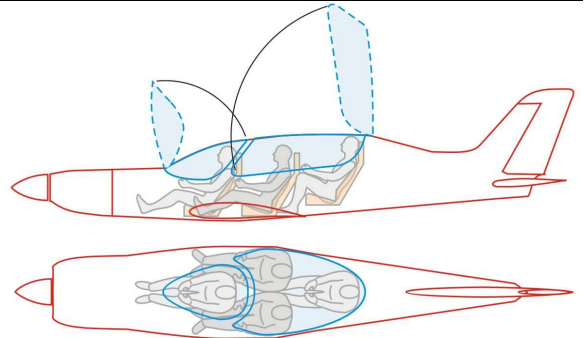
B 1.3. Front marad

A változat esetében ígéretesebb, de itt az előre szűkülő forma miatt kivitelezhetetlen.



B 1.4. Front előre V4

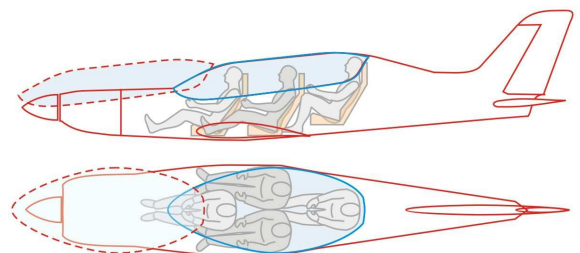
Az előrebillenő megoldással ötvözött hátrahajló tető három fő beszállását teszi kényelmessé. Az előzőeknél kisebb plexivel megvalósítható a mechanika is.



B 2. Egy darabban tolódik

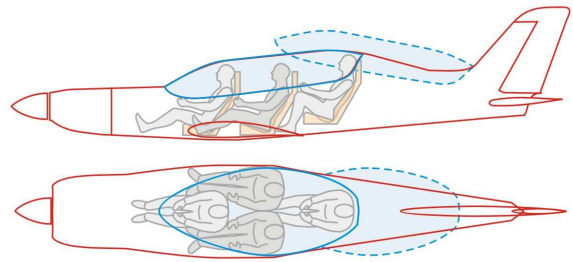
B 2.1. Előre

Megvalósíthatatlan: beleérne a légcsavarba, nyithatatlanná tenné a motorteret.



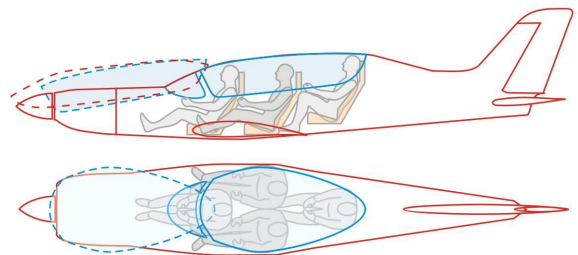
B 2.2. Hátra

A vezérsík még jobban akadályozza a használatot, mivel ebben az esetben az utastér és a tető is hosszabb az A változaténál.



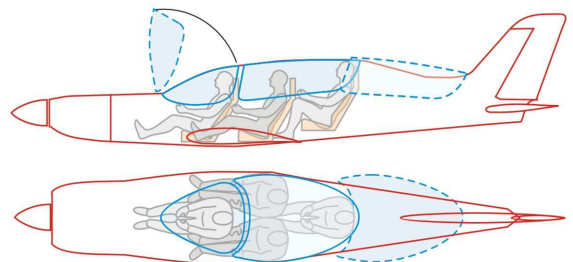
B 2.3. Front marad

Hátra még így sem mozdulhat a tető, de előre is túl hosszú lenne. A magas oldalfal miatt minden utazónak nagyot kellene lépnie. A csúsztató mechanizmus számára nem látszik hely.



B 2.4. Front előre nyílik

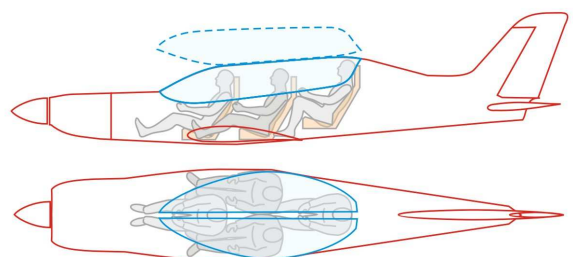
Mivel az előrecsúszás megnehezíti a motor hozzáférhetőségét, ezért eleve a felnyíló változatot vizsgáltam meg, de a hátracsúszás miatt ez is kivitelezhetetlen.



B.3 Szárnyasajtó

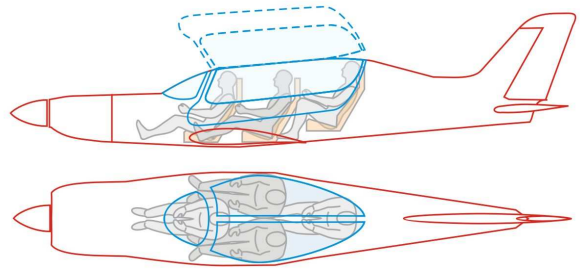
B 3.1. Az egész tető végig felnyílik

A hosszában kettéosztott plexi ennél a változatnál kevésbé alkalmas, mivel az oly hasznos hosszanti merevítő itt az elől ill. a hátul ülő kiszállását akadályozza.



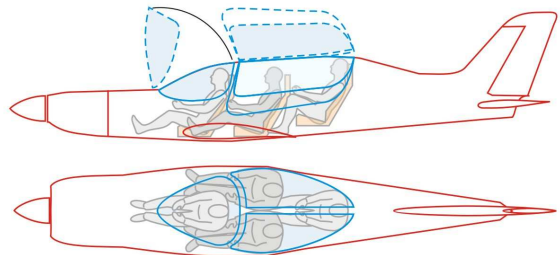
B 3.2. Szélvédő marad

Ebben az esetben az elöl ülő könnyebb beszállása miatt hosszabb megnyitásra lenne szükség, s a szélvédő ehhez képest még tovább hosszabbítaná az amúgy sem kicsi kabint.



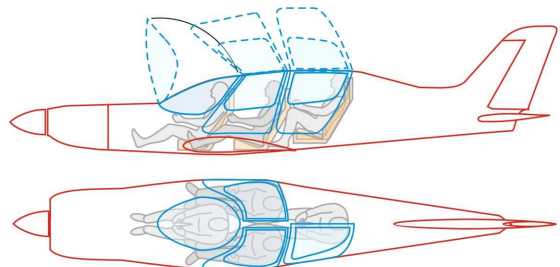
B 3.3. Front előre nyílik

Ez a megoldás nem tűnt szerencsésnek az A változat esetében, de itt a hosszú kabin, s a csúcsos első rész miatt viszonylag kis szekciót kell csak külön megnyitni, míg a hátsó traktus jól elérhető a mélyen nyíló két ajtóval, s a tetőrész is rendelkezésre áll a gépészeti elemek számára.



B 3.4. Külön-külön nyílik

Az előző egyszerűségével ellentétben az öt (részben egyoldalasan csak négy) ajtó feleslegesen bonyolultabb, s nem jár számottevő előnnyel.

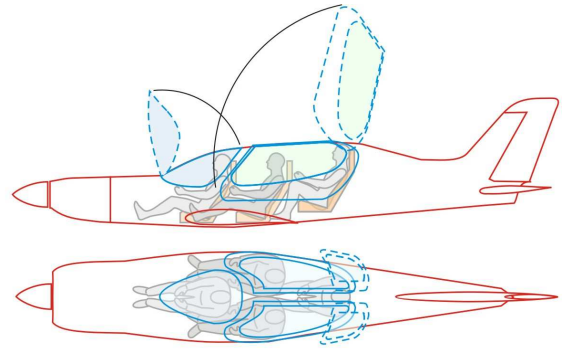


B 4. LSD (Lambo Style Door) pillangóajtó megoldások

B 4.2. LSD ajtó

Az egy tengely körül előre emelkedő ajtó a B változatnál nem szerencsés, hiszen itt a négy utas számára nem elég az oldalfalat megnyitni, nagy arányban a tetőt is nyitni kell. Ezért itt

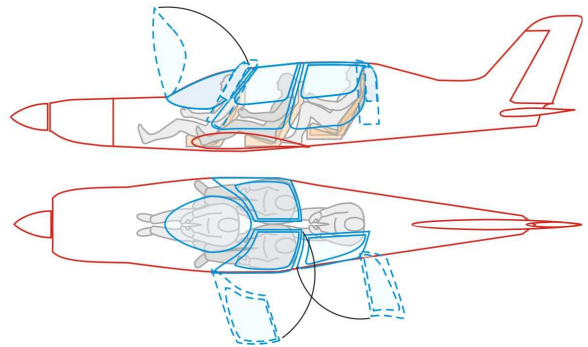
a penge jelleg előnyei nem érvényesíthetők, az előre nyitást be sem mutatom, hiszen abban az esetben az előlülő a két ajtó közé szorulva ki sem szállhatna. A hátra nyílt érdekes meggondolni, de itt nyitáskor az egész súly hátratulódik, a szárnyról pedig kézzel el sem érhetők.



B 5. Hagyományos ajtó megoldások

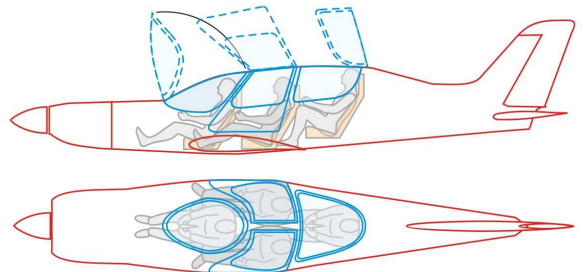
B 5.2. Hagyományos ajtó

A függőleges tengely körül nyíló ajtók nehezen megvalósíthatók a hosszú kabin esetében, egy panel kezelhetetlenül szélesre tárulna fel. Egy irányban nyitás esetén az ajtók az A változatnál ismertetett módon akadályoznák a közlekedést. Szembe nyitva az utolsót viszonylag elfogadható a beszállás, a szárnyról lejutás.



B 6. Vegyes változat

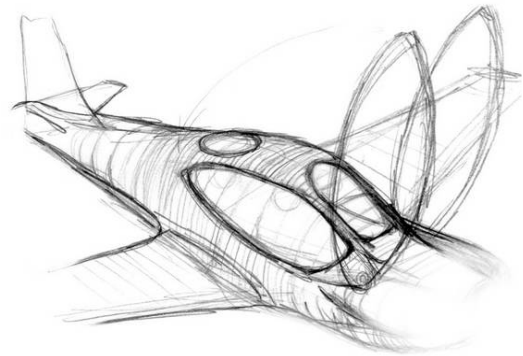
A szárnyas és felnyíló ajtók együttes használata kényelmes, de kétségkívül bonyolult alternatíva lehet. A legtöbb gond a hátsó kezelésével lenne, ezt a legnehezebb elérni.



3.4.2. A kabintető elemzés eredménye, a döntés indoklása

Mint látható, a kabin megnyitási módok közül a választásom mindkét esetben a szárnyasajtó (gull wing door) megoldásra esett.

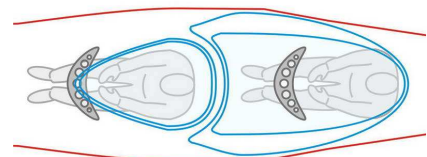
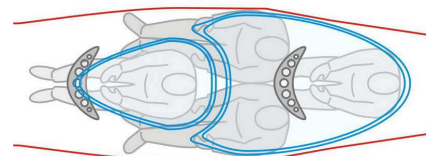
Sokáig maradt versenyben a Lamborghini féle ajtó, melyet nevezhetünk bicskaajtónak is. A forma szempontjából hálás megoldás erősítette volna a kapcsolatot a drága sportkocsik és a sportrepülők között, melyek árfekvése, így vásárlóik is többnyire azonosak. Továbbra is cél a



174. LSD ajtó az egyik legelső vázlatomon

minőség, exkluzivitás sugárzása, amit egy ilyen jelentést hordozó, ilyen érzést nyújtó ajtó önmagában meg is valósított volna. Sajnos azonban ennek a záródásának a biztosítása nehezebben lett volna megvalósítható, mivel egyik oldalélen sem fekszik fel, csupán egy forgáspontnak kellett volna a tökéletes záródást biztosítania.

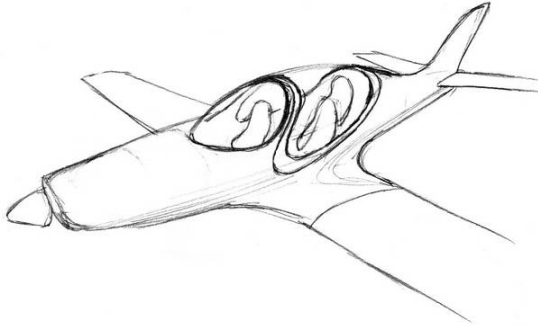
A kiválasztásnál számtalan szempontot vettem figyelembe, melyek közül több a törzsforma kialakításában is meghatározó. Az egyik legfontosabb a merevség biztosítása, melyre a repülőgépnél a folyamatos üzemelésén kívül vészhelyzetben is szerepe van. Ennek legjobban egy az utasok feje felett hosszában átívelő elem felelne meg, így - ennek hiányában - az egy darabból álló kabintető változatokat el is vettem. Megjegyzem, ez esetben a tető alatti merevítéssel még megoldható lett volna ez a probléma, de egy ilyen gerenda véleményem szerint a funkció/forma egysége ellen hatott volna.



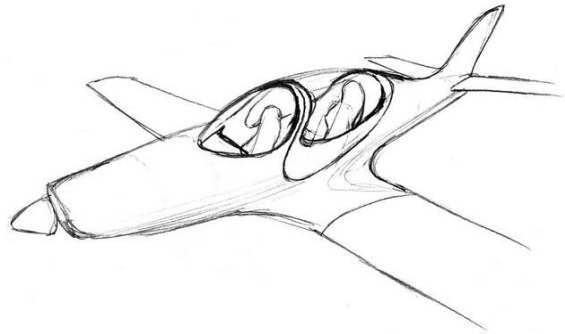
175. VARIA kabin felülnézeti vázlata

A hátra egy darabban hajló féltető a B változat esetében különösen érdekesnek bizonyult, kialakítottam ugyanis egy olyan

„varia” koncepciót, amelyben az utasok száma szerint két eltérő kabint lehetne felhelyezni. Alap esetben a hátul utazó négy személy fölé egy nagyobb, tágas tető kerül. Amennyiben a pilóta mögé, a tengelybe egy személy ül, a hátsó forgástengelynél leoldva egy horpadtabb, csak a tengelyben magas, oldalt lapítottabb kabintető fedné le a széles nyílást.



178.



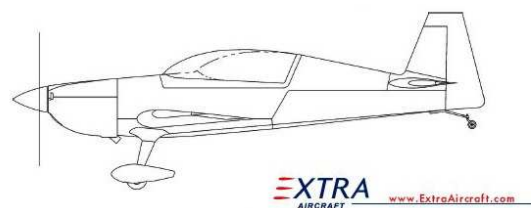
179.

Ilyenkor a két középső ülést is ki lehet venni, melyek helyére csomagokat, esetleg permetezésre tartályt is lehet beszerezni. Ez rendkívül kedvező elhelyezést tesz lehetővé, ugyanis a két pilóta között a teher épp a súlypontba kerül, tehát a folyadék kifogyása nem befolyásolja a gép repülési jellemzőit. Nem véletlenül írtam két pilótát, ugyanis ahogy a III./3.3.1.2. bekezdésben már írtam, ilyen elrendezéssel a többi, egymás mögötti, tandem ülésű géphez hasonlóan alkalmassá válik oktatásra is.



176. Egy tandemüléses gépről készült festményem: Zlin Tréner

A bonyolultnak tűnő megoldás nem gyakori, de nem is példa nélkül álló. Az Extra 300 műrepülőgépnek, melyet egy időben Bessenyei Péter is használt, létezik egy olyan



177. Az Extra 300LP kabinváltozatai

változata, mely lehetővé teszi egy, vagy két személlyel is a repülést, s az ennek megfelelő kabintető megválasztását. Az egyszemélyes értelemszerűen rövidebb, ennek első része a törzs színére fényezve, laposan követi annak formáját.

Végezetül a Varia változatot ezen a szinten elvettem, hiszen mesterművemnek nem többfeladatú repülőgép a tárgya, s a Corvus munkatársai sem ilyen jellegű ötleteket várnak.

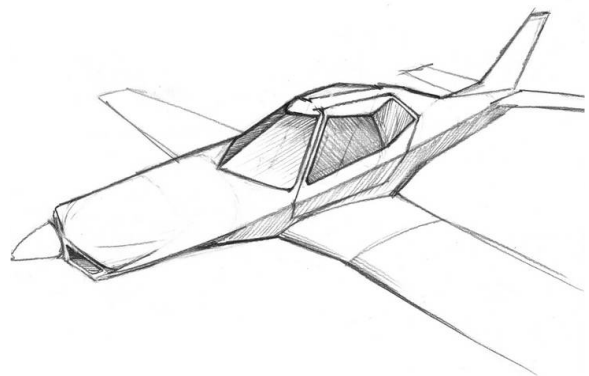
Mivel letisztult formaterv, koncepció alkotása a feladatom, a többi elképzelés felé fordultam. A számtalan formakísérlet, ötletek papírra vetése után mindkét irányban kidolgoztam a bemutatásra kerülő tervemet.

4. A mestermű, a koncepciók bemutatása

4.1. A formavilágról

A törzs kialakítására kihatott a kabintető megfelelő tagolása is. Amennyiben az utasok feje fölé tetőszerűen benyúlik a törzs, a szükséges első megtámasztást is biztosítani, ami kétoldalt kapcsolódik a törzs oldalával. Ezek az oszlopok értelemszerűen egybeesnek a tető plexiburkolatának osztásával. Első vázlataimnál ennek dőlésszöge előre mutatott, hogy a kiszállásnál minél tágasabb helyet hagyjanak az utasoknak, de idővel a szögeket megfordítottam, ugyanis a struktúrát jobban szolgálja, ha az erővonalakat követve, előretámaszkodnak, vonaluk hátra hajlik.

Fontos fogalom a hajlás, hiszen ne feledjük, a törzs kompozitból készül, melynek technológiájából, viselkedéséből következik, hogy határozott éleket, hegyes szögeket nem célszerű tervezni, pedig különösen a B változatomat sokáig



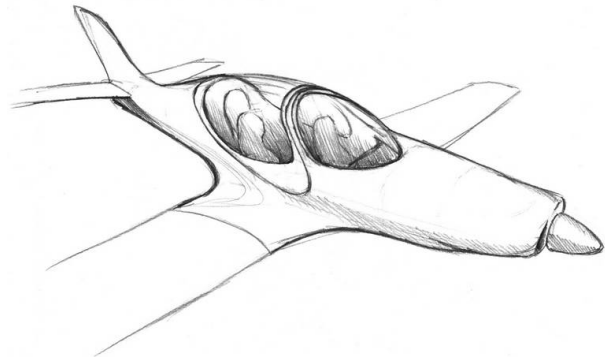
180.

ilyen jellegűre terveztem formálni.

Napjainkban a repülőgépek világában a lopakodó technológia honosította meg ezt a stílust. Itt ugyan szó sincs a radarsugarak jobb szétszórásáról, de a markáns egyedi külső a reptereken összetéveszthetetlené tette volna a négyülékes Corvust. A síkokra épülő elképzeléseimnek az utazók feje által kiadott rombusz tető a kiindulása.

A mestermunkám íves formavilága mellett több érv is szólt. Az egyik legfontosabb a kiindulást jelentő Corvus technológia is. Mint e fejezet 1.1. pontjában, a Tervcélok megfogalmazásánál leírtam, a törzs orr- és farokrészét a jelenleg is gyártásban lévő elemek adják majd, tehát nem hagyhatom figyelmen kívül a kör keresztmetszetű, lágyan ívelt átkötésekkel jellemezhető formavilágot.

A design pszichológiai funkcióit is könnyebben láthatjuk el lágyabb világ alkalmazása mellett. Mint tudjuk, a külső megjelenés meghatározza



viszonyulásunkat a járműhöz,

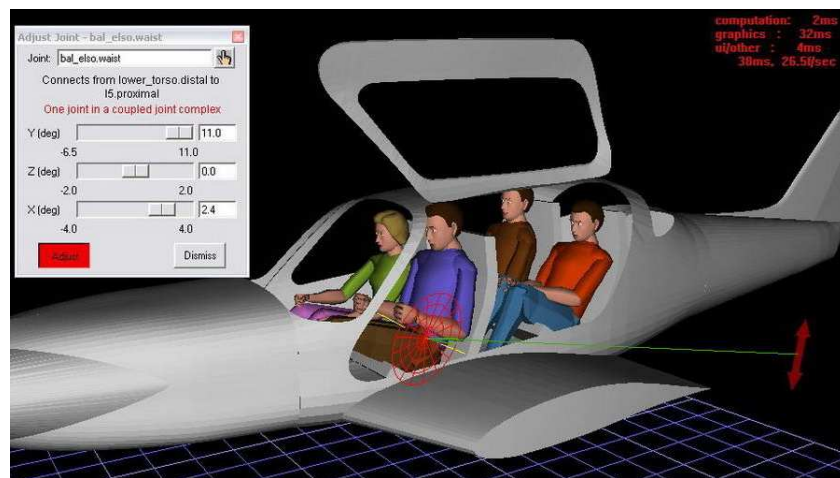
181.

ezért gondosan, a lehetséges másodlagos jelentéseket is figyelembe véve kell kialakítani alakját. E szerint az autók világához hasonlóan születhet: pl. sportos, rerto vagy akár női repülőgép is. De a legfontosabb, hogy sokszor feszült lelkiállapotban ülnek az emberek repülőgépre, ezért a forma kialakításnál törekednünk kell arra is, hogy a repülőgépünk bizalomkeltő legyen, lehetőleg csökkentse a félelmet.

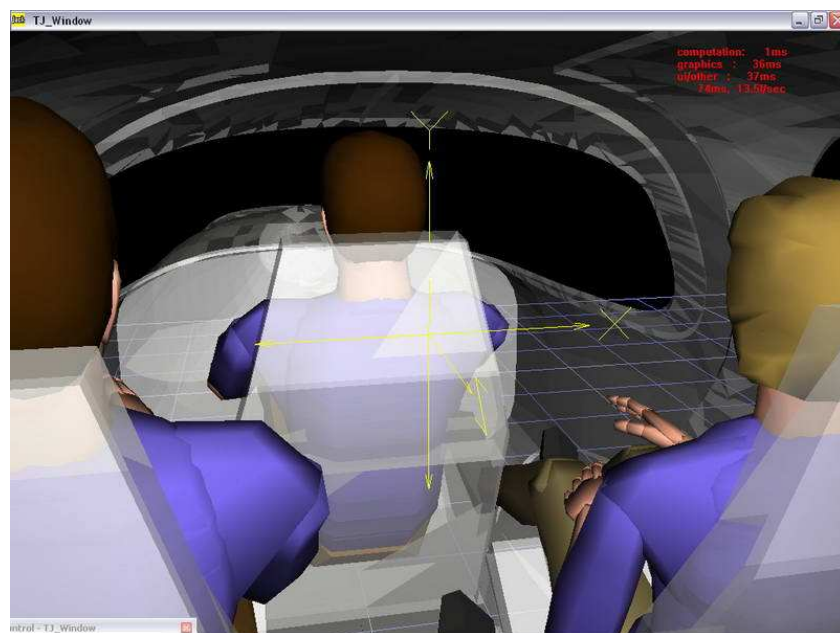
A szárnyas ajtók alkalmazásának feltétele az erős tetőelem, mely azon kívül, hogy védelmet jelent egy átvágódás esetén, magába tudja rejteni az olyan szükséges gépészeti elemeket, mint a friss levegő csöveket/befúvókat, utastér világítást (olvasólámpát) és a kábelezést is. Ezek a magasan zsanérozott ajtók mélyen leérhetnek a szárny felületéig, megkönnyítve a beszállást. Sok más megoldás esetében - mint például a tolótető – csak az oldalfalat átlépve szállhatnak be az utasok. A szárnyas ajtók felülete megfelelően erős váz esetén nagy százalékban lehetnek átlátszók, de az oldalvédelem, a biztonságérzet folytán érdemes a váll/könyék magasságig tele ajtót alkalmazni. A nem fényáteresztő felület előnyt jelent a tetőrészen is. A teljes benapozás hamar felforrósíthatja az utasfülkét, ami vagy zavaró lehet, vagy többlet energiát emésztene fel a légkondicionálás folyamatos alkalmazása. Sok esetben talákoztam olyan plexitetős géppel, ahol függönnyel, vagy utólagos lefestéssel védekeztek a nagy magasságban vakító nap sugarai ellen.

Koncepcióterveimben olyan formai megoldást választottam mely jóízűen szervesül a törzzsel, kiforrott, biztonságos hatást kelt, ugyanakkor funkcionálisan is megfelelő, jól látja el feladatát. Ez nem a technológiai

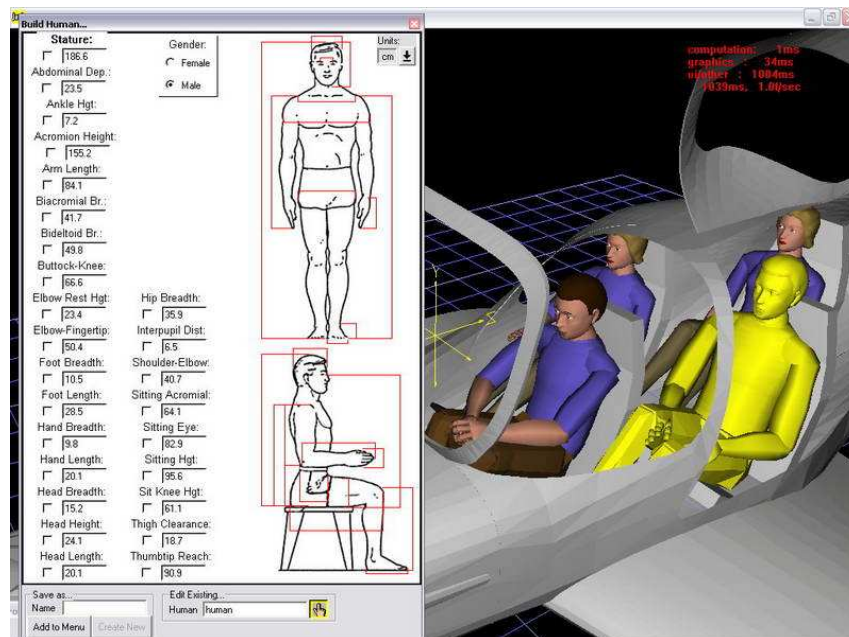
megoldásokat jelenti, mivel gyártás esetén a cég szakemberei fogják a kompozit héj, az alkalmazandó acélváz és a kötőelemek szerkezeti méretezését véglegesíteni. Az én felelősségem e fejezet 2.1. pontjában bemutatott módon kialakítani az utazók számára megfelelő teret. Virtuális modellem környezetét a Siemens-Tecnomatix JACK nevű ergonómiai program segítségével teszteltem, alakítottam. Itt kapcsoltam össze a modellem törzsét a legkülönbözőbb antropometriai adatokkal jellemzett nő és férfi figurákkal, hogy addig alakítsam a méreteket, a nyílásokat, ameddig ki nem alakul a lehető legkisebb, de még teljesen komfortos törzsméret, elrendezés.



182. A 2-2 üléselrendezés



183. Az 1-2-1 elrendezés hátsó utasának látótere



184. Testméretek megváltoztatása



185. Személyek mozgásának vizsgálata

Az ergonómiai modellezési folyamatot szemléltető további képeket a **VII. mellékletben** mutatom be.

Mindkét változatból kiválasztottam egy-egy megoldást, amelyeket most külön ismertetek.

4.2. CORVUS NOVUS

Az 2-2 soros üléselrendezésű „A” változat kialakítása

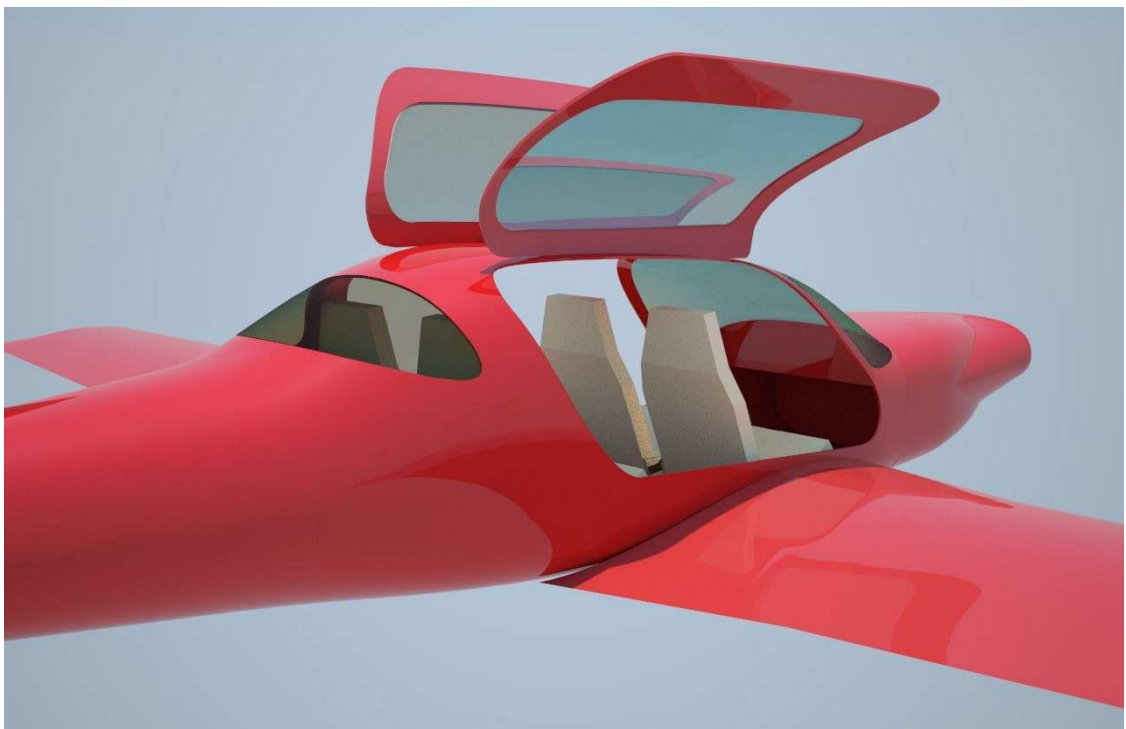


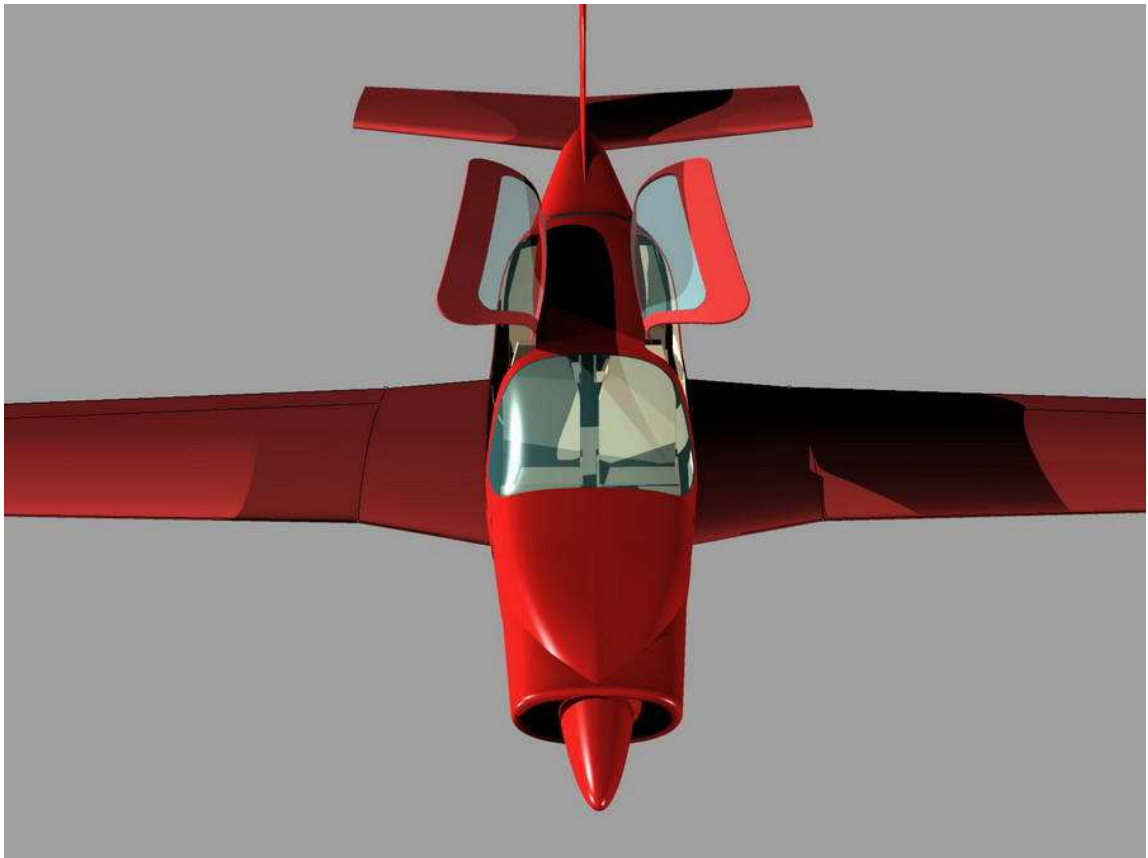
A fent ismertetett körülmények együtt hatásaként kikristályosodott fülke a hosszú ajtó ill. oldalablaknak köszönheti egyszerű és tiszta vonalvezetését. Prioritásnak tekintettem a gondtalan ki/beszállás biztosítását, ugyanis ez piaci előnyt is jelenthet az utas repültetés területén. Volt szerencsém beszállni olyan kis nyílású repülőgépbe (Tampico), ahol fokozott körültekintéssel tudtam csak hátra jutni, s a dönthető ülések miatt ezt is csak úgy, ha a pilóta nem ült a helyén. Az ajtók hossza megfelelően erős oszlopok esetén nem jelent gondot a törzs szilárdsága szempontjából, s mivel a kabin nem túlnyomásos, ezért a tömítésének sem kell hermetikusnak lennie. Az oldalablak alsó éle előre lejt, követve az ülések szintkülönbségét. Az ajtók függőleges élei az A oszlop feladatából kifolyólag előre terpesztenek, hátrafelé dőlnek. Ezek az oszlopok jóval keskenyebbek, mint a hátsók, de a megfelelő szilárdság érdekében befelé, az utastér felé biztosított a kellő vastagságuk. Az itt feszülő szélvédő felső éle nem hajol lefelé, hanem az oszlopokat kerekded, emelkedő ívben köti össze.

Azért esett ilyen megoldásra a választásom, hogy érvényesíthessem a hátul ülők, magasabb pozícióját, s a pilóta feje felett áttekintve valóban lássanak is valamit az elülső légtérből, a leszállásból.



A hátsó légtér felé is nyílik egy kisebb ablak, mely kifli formájával némileg archaizáló, az ötvenes, hatvanas évek repülőgépeit idézi. Méretét a tető merevségét biztosító hátsó ívek szélessége korlátozta, de mivel itt található némi hely a csomagoknak, nem is gond, ha ez a tároló rekesz kisebb fényterhelést kap.

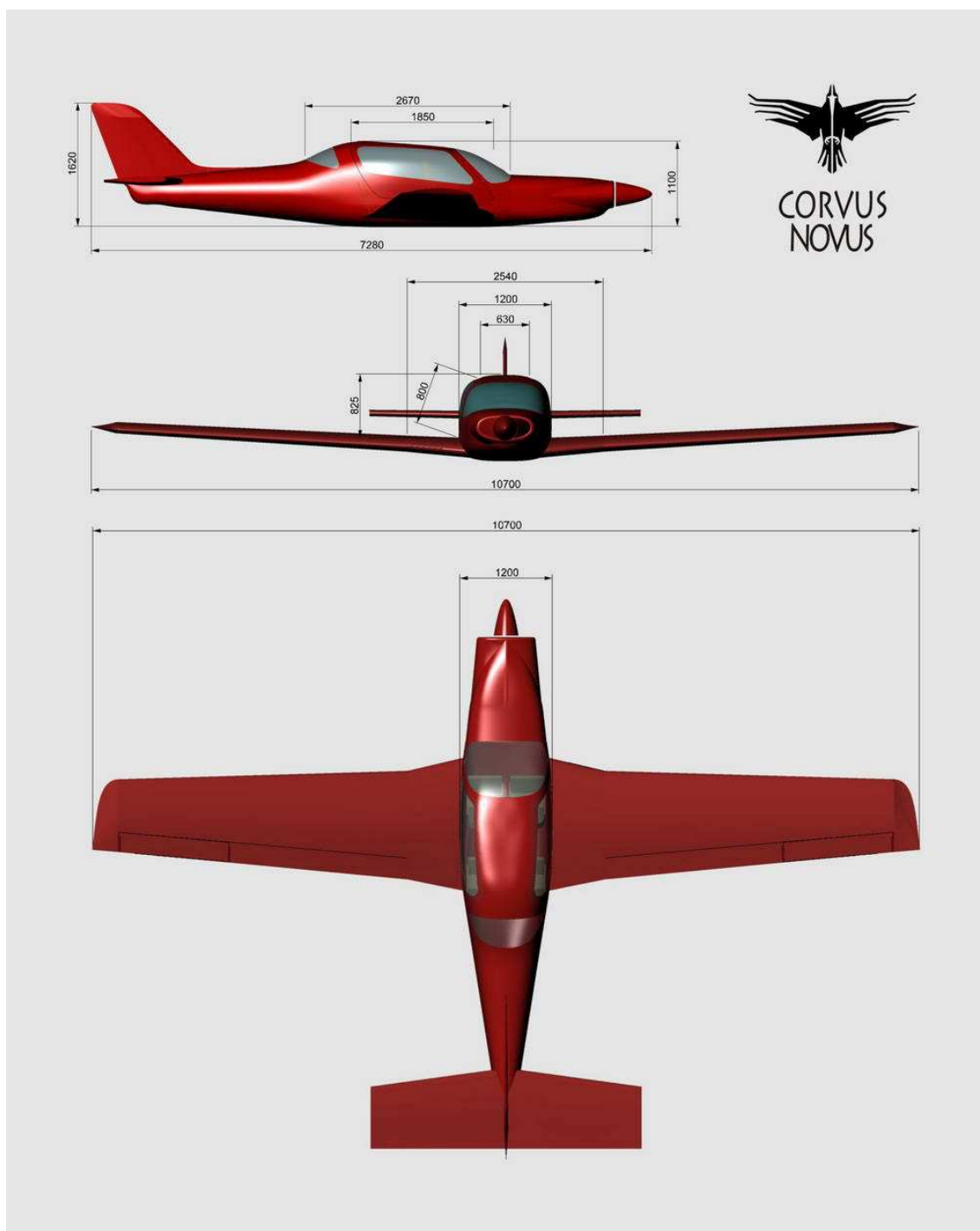




Az A változat színválasztásáról

A renderelt kép és a modell is vörös színt kapott, utalva a Corvus első, 2005-ben sikert aratott modelljére, hiszen ha netán megvalósul e négyüléses, akkor az első példányára is hasonló, figyelemfelkeltő, marketing szerep hárul majd. A testet alkotó kompozit egyébként anyagában színezhető, de utólag fényezik, ezzel is egy védőbevonatot biztosítanak a felületnek.





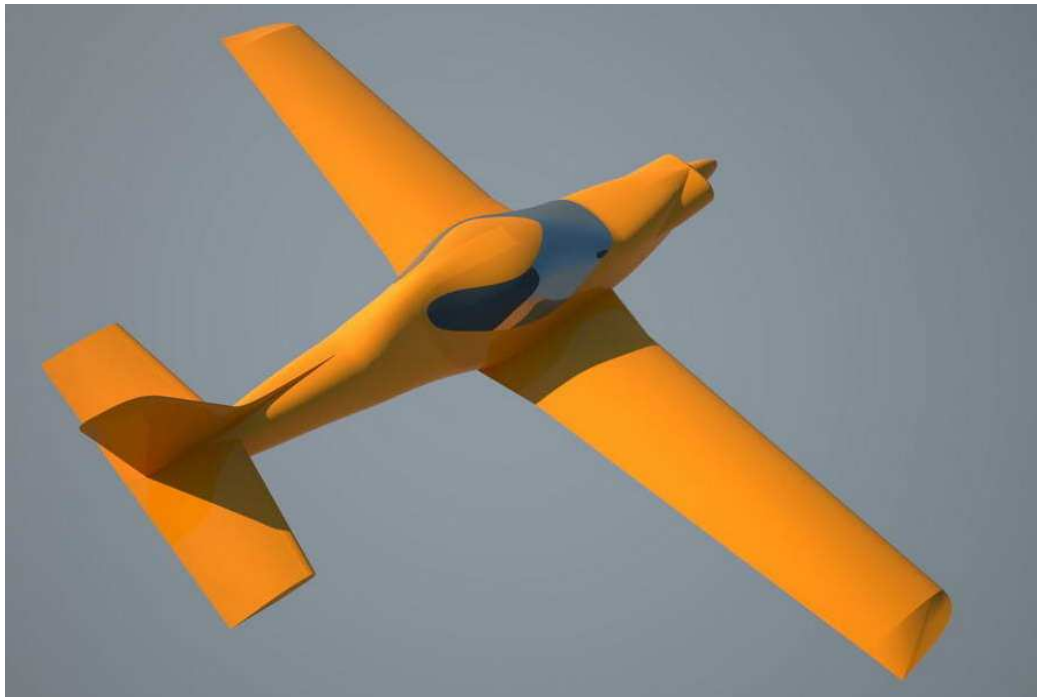
189. A NOVUS nézeti rajza

A koncepció tervekről további képek a **VIII. mellékletben** láthatók.

4.3. CORVUS ROMBUS

A 1-2-1 soros üléselrendezésű „B” változat kialakítása

Miután a szögletes terveimet félretettem, lekerekítettebb formavilágot idéző vázlataim kerültek előtérbe, melyek különösen ennél a változatnál jutott fontos szerephez. A corvus-törzs íves jellegét az ablakok kontúrjánál is visszahoztam, az utasok elrendezéséből adódó rombuszos kis tetőelemet puha formálással szervesítettem a törzs alsó részéhez.



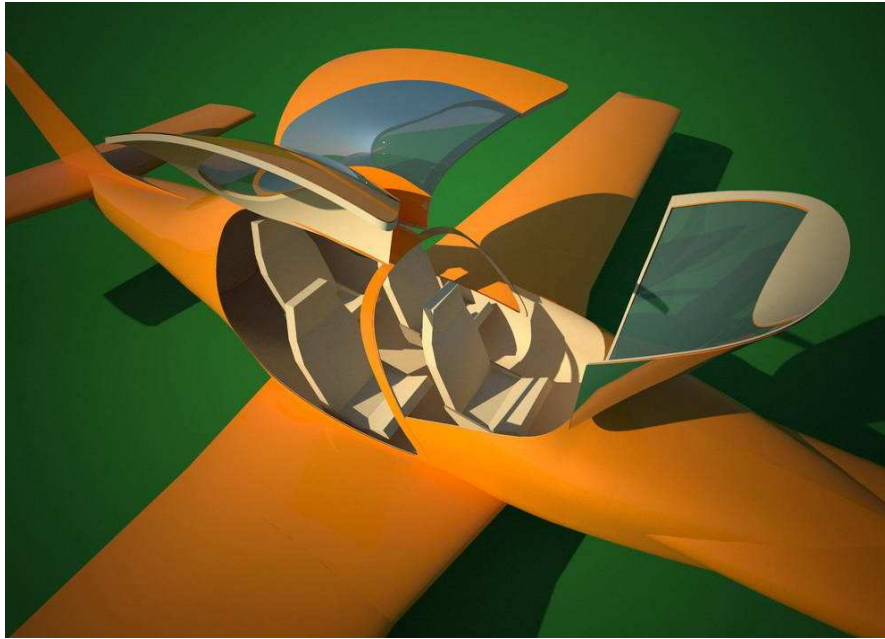
Fontos szempont, hogy a repülőgép kifejezze a megváltozott belsőt, hordozza az újat, imázst teremtsen, de a folytonosságot is képviselje: ne idegenkedjenek a konzervatív pilóták, a repülő szakma kételkedő része is elfogadja az ülés alakzatot.

A rombuszos ülésrend összetettebb ajtómegoldást igényelt. Az előző, hagyományos kabinnal ellentétben itt csupán két ajtóval nem megoldható a kényelmes beszállás. Az elől ülő pilóta külön, a Corvus korábbi modelljeinél alkalmazotthoz hasonló előrebillenő tető alatt foglal helyet. Ez az egyedül repüléseknél, áruszállításnál is praktikus, de az utasok mozgásától is

függetleníti őt. A leghátsó ülés mindkét szárnyról elérhető a kabinba lépés után. (Felmerült az az eset is, hogy az egész oldalon fusson végig az ajtó, de ez a méret már merevítési problémákat vetett volna fel, s ahogy a hátsó utas gond nélkül beülhet a tető alá, úgy a pilóta ezt nem teheti meg a szélvédő laposan emelkedő síkja miatt.)



A nagyobb oldalajtók kialakítását az íves alakítási elven kívül a két fő funkció határozta meg. Az első a beszállás biztosítása, amihez a hátsó ülés vonaláig kell megnyitni az oldalt, s lehetőleg olyan mélyen amennyire csak lehet. Túl alacsonyra nem ereszkedhet a kivágás, mert a nagy nyílás és a vékony tető miatt fokozott szerep hárul a törzs aljára, mint a merevséget biztosító dobozszerkezetre. A második feladat a kilátás lehetővé tétele. Ez a középső sor utasai számára nem probléma, mert közvetlenül a plexinél ülnek, s fél buboréktetőként követi is fejterület az ablak. A hátul ülőhöz is közelít az ajtó, de itt nagy felületet nem terveztem átláthatóvá tenni, mivel mellette, mögötte a csomagtér található, amit vizuálisan rejteni illik a külvilágtól. A legnagyobb kihívás a kontúr megtalálása volt, hiszen e szerkesztési mód eleve egyedi plaszticitású törzset eredményez, amihez nehéz illeszkedő ablak-foltot találni. Az ilyen elemek eleve bizonyos mértékben önálló életet élnek a felületen, s mint ilyenek még izgalmasabb, futurisztikusabb megjelenést adnak e repülőgépnek.



Megoldásomban végül az utas látóterének kúpjához illeszkedő nyílást terveztem: hátul, magasabban körívvel indul, s onnan ereszkedik, szélesedik előre felé, így remek a kilátás a hátsó ülésből is.

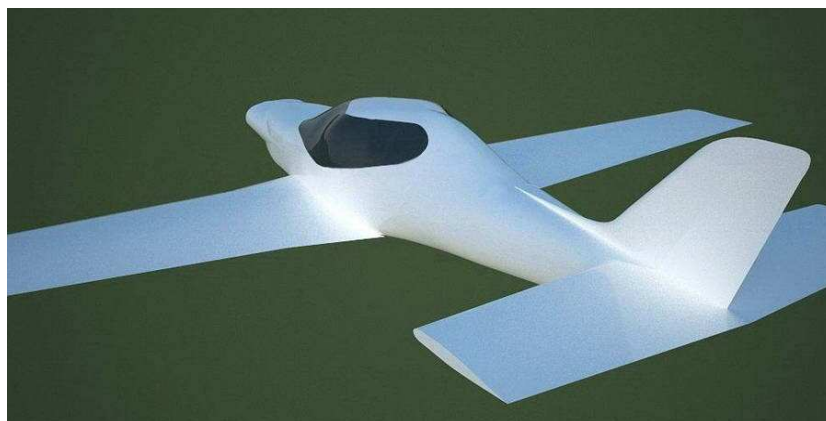
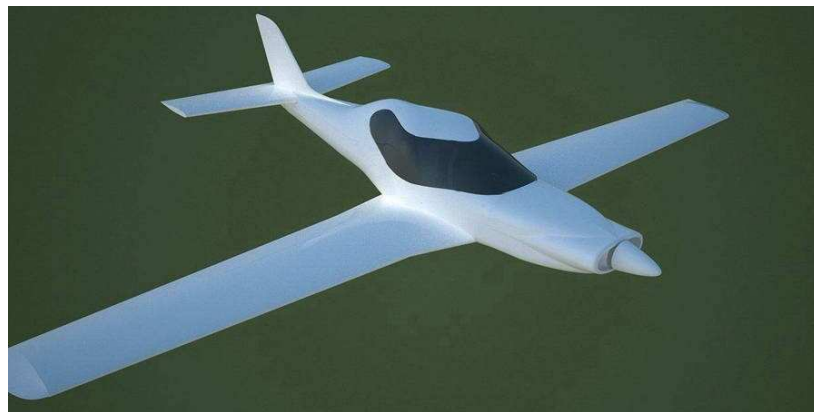


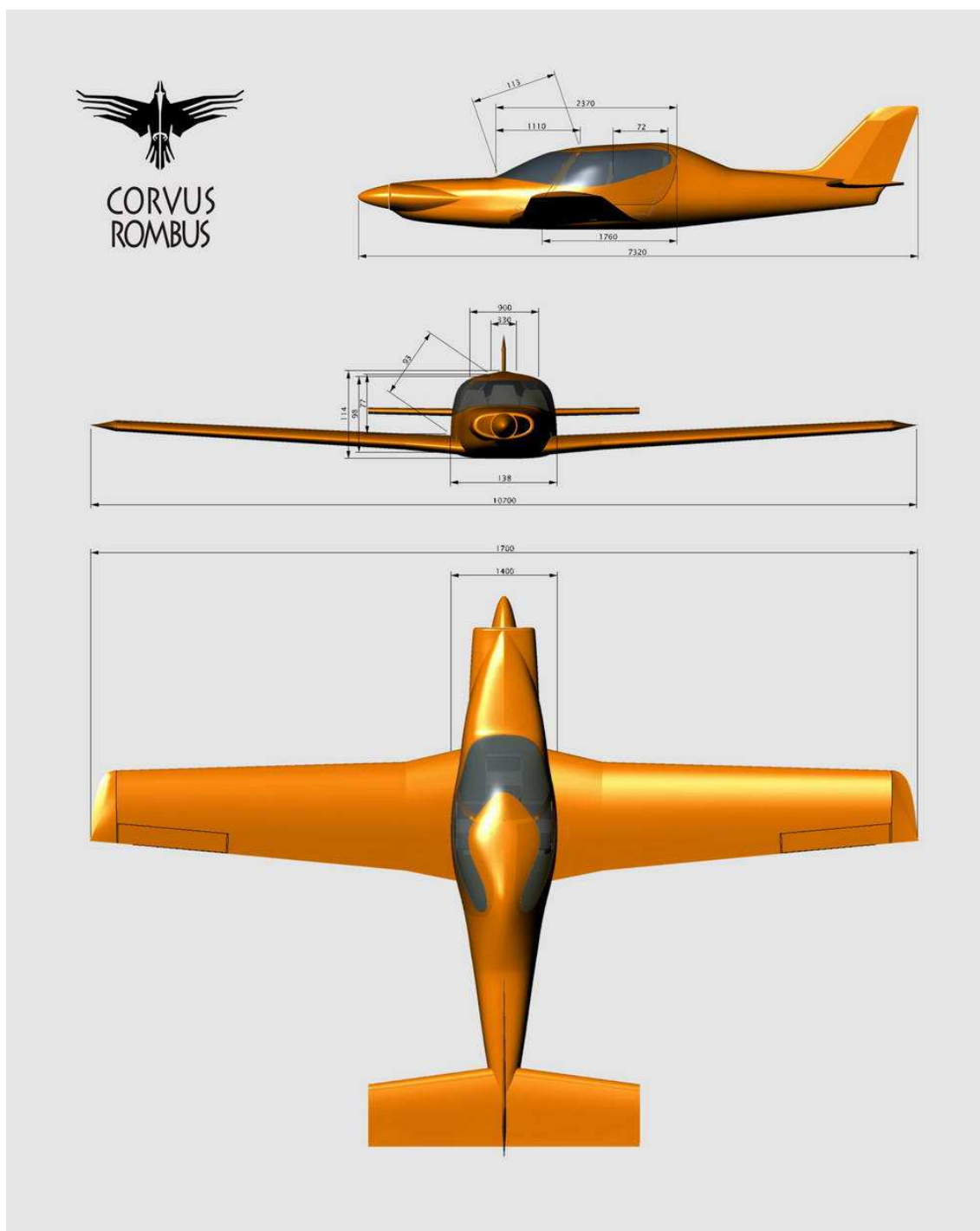
Az ablakokat az autók világát idéző módon fogtam végül egybe, a ragasztott ablak technika alkalmazásával fedtem a nyílásokat, rendeztem egységbe a karosszérián végigfutó üvegfelületeket. Ez a megjelenés sötétített üvegezés esetén működik, melyet egy világosabb törzsszín tud kihangsúlyozni.

A B változat színválasztásáról

Kezdetben a vörös változat párjául kék testet képzeltem el, de mivel a B változat karakterének letéteményesei az ablakfelületek, így a bemutatáshoz végül olyan színt kerestem, mely segít ennek kiemelésében. A narancssárga a merész újításhoz illően kellően provokatív szín, s a repülő közegében a kék égben és füves reptereken is jól érvényesül. Alkalmazása nem idegen a repülés világától, a kutató-mentő gépeknél használják havas vidékeken, ill. gyakorlógépek szárnyvégein. Sajnos a bogarak is szeretik.

Bemutatok egy fehér változatot is, mely tisztelgés a sportrepülés legmeghatározóbb színe előtt. Az egyeduralkodás oka, hogy e szerkezetek folyamatosan ki vannak téve az erős napsugárzásnak s így lehet a legjobban csökkenteni a felmelegedést, és a kompozit anyagokra ártalmas UV sugárzást. (Megjegyzem, hogy a Corvus már a kezdetektől pre-preg alapanyagot alkalmaz, melynek kevésbé árt a napfény.)





194. A ROMBUS nézeti rajza

A koncepció tervekről további képek a **VIII. mellékletben** láthatók.

4.4. Gyárthatósági, feltételek

Az első, kutatásomról szóló fejezet 3.3. bekezdésében részletesen leírom a kompozit technológiát, mellyel e repülőgép is épül. A négyülékes építésében csupán az 1./3.4. pontban bemutatott csőváz merevítés alkalmazása jelenti a különbséget a korábbi típusoz képest. A nagyobb kabin és a szárnyközéprész nem jelent technológiai eltérést, a Ballószögön, Kecskemét mellett települt üzem és annak remek szakemberei fennakadás nélkül képesek átállni a gyártására, hiszen a formatervemen kívüli egységek, mint a szárny, orr és farokrész azonosak lesznek a Corvus Corone ma is gyártott elemeivel.

4.5. Értékesítési kilátások

Az egyszerű, a kétülékes Corone-val rokonságát manifesztáló, láttató hagyományos elrendezésű kisgép, könnyedén megtalálná helyet magának a piacon. Azok közül, akik rutint szereztek a cég kétülékesének vezetésében, s megtehetik, nagy valószínűséggel rendelnének egy ilyen modellt is, hogy szeretteiket, ismerőseiket is magukkal vihessék a felhők fölé.

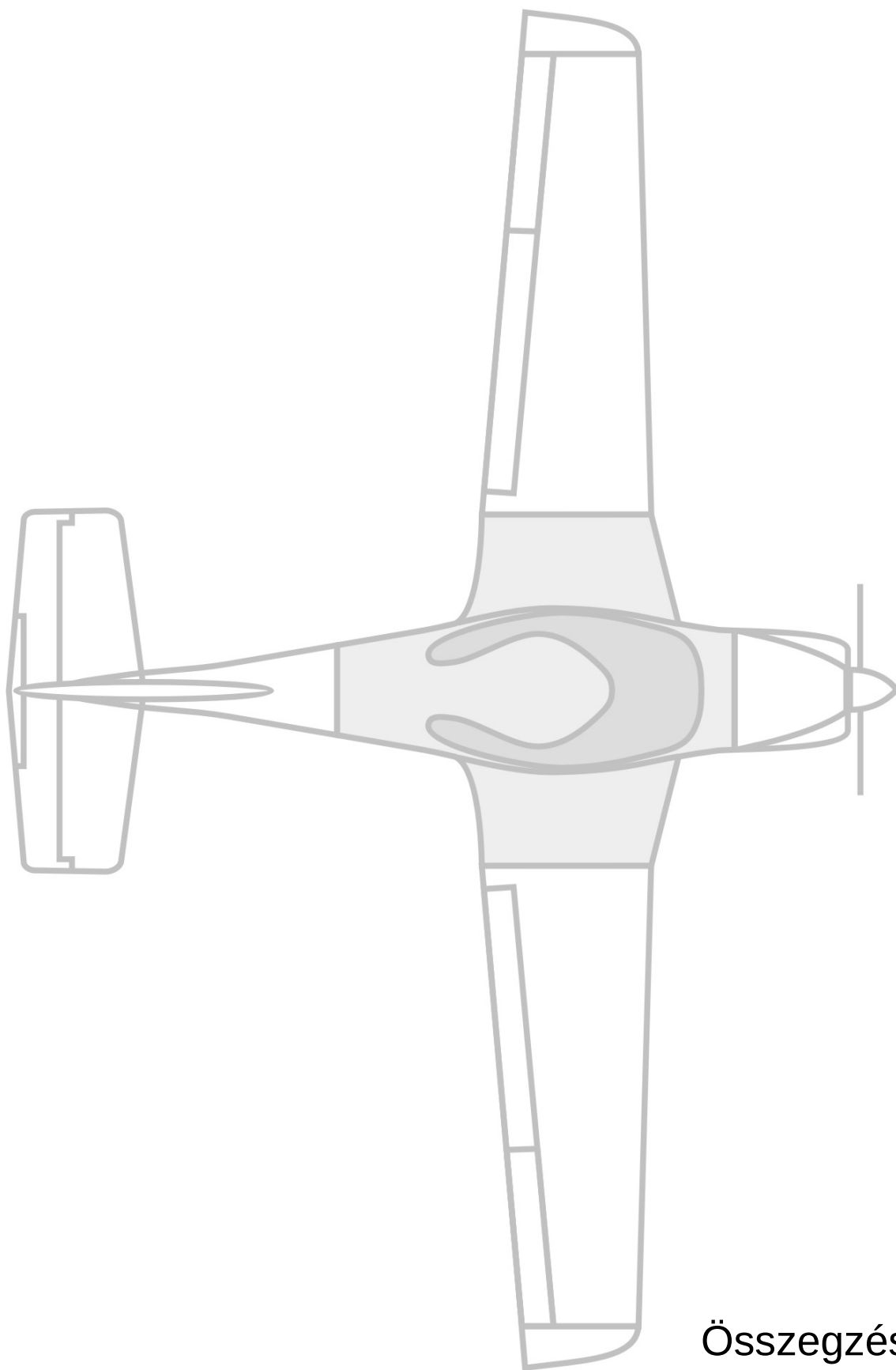
A B változat létrejötte esetén erősen megosztaná a repülőtársadalmat, a vásárlókat. Előzetesen már számos pilótával beszéltem, s többen nem voltak elragadtatva az új belsővel. Az egymás mellett repülésnek nagy hagyománya van, s csak kevesen használnak egy gépet tisztán légitaxizásra, kiscsomagszállításra. Ennek ellenére a szerkezet kuriozitása, egyedisége jó pár megrendelést jelenthet, de a gyártásba kerülés, a végleges kiérlelés elhatározása előtt a valós fogadtatás felmérése komolyabb piackutatást igényelne, mint a hagyományos változatom esetében.

Mindkét változatra érvényes az az előny, hogy a kétülékes szerkezeti, motorikus elemeit alkalmazza, így az üzemeltetése nagyon egyszerűvé válik. A csereszabatos alkatrészek, célszerszámok megkönnyítik az üzembeállítást, s nagy valószínűséggel a konkurens négyülékesek helyett a már Corvust használó magánszemély, vagy vállalkozó ezt a típust választaná.

Természetesen csupán az ezen a területen meglehetősen szűk hazai piacra nem érdemes egy ilyen költséges gyártási, engedélyezési folyamatot elindítani. Szerencsére a cég az elmúlt évek során tekintélyes képviseleti, viszonteladói hálózatot alakított ki, melynek egységei örömmel fogadnák ezt az új terméket:

A Corvus képviseleti, partnerei világszerte:

Délafrikai Köztársaság: *Corvus Aircraft SA cc*
Egyesült Arab Emirátusok: *Corvus Aircraft – Middle East*
Nagy-Britannia: *Mercury Aero Engines*
Németország, Ausztria, Svájc: *ULBI GmbH*
Olaszország: *Corvus Italia - Grifon s.r.o.*
Spanyolország: *Air Marugan SL*
Thaiföld: *DH Worldwide Co. Ltd.*
USA, Kanada: *Corvus Aircraft USA*



Összegzés

5. Összegzés és a folytatás

Doktori értekezésemmel elértem célomat, hiszen a kutatásom megkezdése előtt ismeretlen volt számomra a kisrepülőgépek története, a repülőgépgyártók világa, s mára már elmondhatom, hogy a doktori iskola inspiráló hátterének és a Corvus munkatársainak köszönhetően sikerült elmélyülnöm ezekben a témákban is. Nem csak a magam technológiai és szerkezeti ismeretei bővültek, de bízom benne, hogy a repülőgépek kialakulása után érdeklődők számára is sikerült formatervezői szemszögből összefoglalnom a területet.

Megállapíthatom, hogy a mérnöktársadalom kezdeti idegenkedése ellenére, a design mára megkerülhetetlen a repülőgépek világában is. A repülőgépek műszaki tartalma kiforrottá vált, így mostanában jött el az ideje, hogy felismerjék, azon a téren már nem igen lehet versenyezni. Az autóvásárlás során például a fogyasztók közül 80% a design, és csak a 20% a műszaki tartalom alapján választ⁶⁷, de más esetekben ez az arány még inkább a formatervezés felé tolódik. Kutatásom mindemellett megerősített abban, hogy sok más termékkel ellentétben itt továbbra is komoly determinációkat kell figyelembe venni, nem valószínű, hogy az arány a fent említettek szerint alakul majd. Érdemes lenne tehát feltérképezni, kik mi alapján rendszerezik az összetevőket, a tervezés során, mi alapján állítják fel a fontossági sorrendet? A konnotációkat fel kellene térképezni - kapcsolati háló-mátrixot felállítani: első a légellenállás, második a biztonság, harmadik a költség, vagy fordítva? Mi a helyzet a trendekkel, a divattal? Ez egy érdekes design-elméleti kutatás tárgya lehetne, ami nem biztos, hogy egyértelmű választ, receptet nyújtana, de segítené a designer szerepének, hatáskörének pontosításában.

Az elméleti vizsgálatokon túl immár tevékeny részesévé is válhattam a repülőgépek alkotóinak általam csak kívülről csodált világának. Örömömről szólt hogy a Corvus számára hasznosítható koncepciótervet sikerült

⁶⁷ Kaucsek György előadása

kialakítanom, s remélem a közeljövőben minél nagyobb mértékben meg is valósulhatnak elképzeléseim, megoldási javaslataim.

Természetesen mind a NOVUS, de különösen a ROMBUS repülőgéptervem tanulmányként értelmezendő. Az alternatív üléselrendezéssel sikerült vitát generálnom a szakmabeliek között, mely a hagyományos utastér működésének jobb megismerését is segíti. A koncepció életképességét a gyakorlat mutathatná meg, de megépítésére a piaci fogadtatás bizonytalansága miatt is kisebb az esély, mint a letisztult, hatékony NOVUS esetében.

A megvalósítás mindenesetre rengeteg további alakítást tesz majd szükségessé, elég csak a pontos szerkezeti méretekre, vagy az utastér belső kialakítására gondolnunk. Ez utóbbi egy külön tanulmány tárgyát jelentheti, hiszen miután a törzs, benne a csőváz, az elfedni kívánt szerkezeti elemek, a műszerek helye meghatározásra kerültek, lehet csak ennek a konkrét formatervezését megkezdeni. A repülőgép és az ember fizikai kapcsolatának valamint a belső borítások kialakítása, a kezelőszervek, kilincsek helyének, alakjának meghatározása egy újabb gyönyörű feladat lehet, s bízom benne, ezt is magam végezhetem majd el.

Értekezésem egy kutatási fázis lezárása ugyan, de reményeim szerint mind a saját mind a hazai repülőgépgyártás szempontjából a folytonosság, a fejlődés megalapozása is egyben.

Irodalomjegyzék:

AERO: 1988/29 ,1988/34

Anderson, J. D., The Airplane: A History of its Technology, AIAA, 2002.

AutoBild 2005/1

Automobile Revue, 2005 01 12

Becker György-Kaucsek György: Termékergonómia és termékpszichológia. Bp. Tölgyfa Kiadó. 1998.

Bodóczy István: Sárkányépítés, Műszaki Könyvkiadó, 1982.

Boyne, Walter J.: Fastination Flugzeug, Südwest, 1988.

British Aerospace Inc. Quarterly: 1985/2

Car Styling, 2004/165

Car Styling, 2005/167-2005/194

Colani, Luigi: For a Brighter Tomorrow, Osami Suzuki, 1983.

Czvikovszky Tibor: A polimertechnika mint műszaki anyagtudomány

Dr. Ordódy Márton: Sárkányrepülés, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1980.

Dr. Zvikli Sándor: Közlekedési technika II., SZIF Távoktatás, 1996.

Dulin Jenő szerk.: Ergonómiai kislexikon, Népszava Kiadó. 1987.

Ernyey Gyula: Az ipari forma története, Corvina, 1983.

Ernyey Gyula: DESIGN Tervezéselmélet és termékformálás, Dialóg Campus, 2000.

Eyermann K.H.: MIG Flugzeuge, Transpress, 1988.

FAR/JAR 14 CFR 23 Airworthiness Standards: Normal, Utility, Acrobatic, and
Commuter Category Airplanes (www.airweb.faa.gov)

Flug Revue: 1988/4

Galántai Zoltán: A csapkodószárnyas repülőgépek története, Uránusz, 1997.

Gerhard Wissmann: A repülés története, Táncsics, 1964.

Hercegfi-Izsó szerk.: Ergonómia Typotex, 2007.

Horváth Péter György (NYME – TGYI) <http://hu.wikipedia.org>

Janet R.Bednarek and M. H. Bednarek: Dreams of Flight, Texas A&M Press, 2003.

Jereb Gábor: Repülési alapismeretek, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1980.

Kondor Lajos: Légnajók, repülőgépek, Móra, 1982.

Means, James: The Problem of Manflight During the Period, Smithsonian, 1964.

Olaf Groehler: A légi háborúk története, Zrínyi, 1983.

Panofsky, Erwin: Az emberi arányok stílustörténete, Magvető, Bp., 1976.

Rosenberg, N.: Engineering Knowledge, STUDE, 2001.

Roskam, Jan: Airplane Design, University of Kansas Press, 1989

Ruttan, Vernon: Is war necessary for economic growth? University of Minnesota, 2002.
Snaiker Sándor Főmérnök: Corvus Corone Mk I. típusú, motoros repülőgép légi
üzemeltetési utasítása Corvus Aircraft, Ballószög 2005.
Stinton, Darrol: The design of the aeroplane, Blackwell Science Ltd. 1983
Szűcs Ervin: A modellezés elmélete és gyakorlata, Tölgyfa Kiadó. 1998.
Taylor M., Mondey D.: Repülés Tények és teljesítmények Budapest, Panem, 1993 p96.
Vance Packard: Tékozlók, Kossuth Könyvkiadó. 1966.
Vass Balázs: Repülőgépek, helikopterek, rakéták, Műszaki Könyvkiadó Bp., 1982.

<http://f-86.tripod.com/f86list.htm>
<http://home.att.net/~historyzone/Seversky-Republic.html>
<http://hu.wikipedia.org>
<http://images.motortrend.com>
http://oldbeacon.com/plans/resource2/waterman_aerobile.htm
<http://web.t-online.hu/eszucs7/modell/Modell.htm>
<http://www.boeing.com/history/>
www.a5.hu/cikkek/1/13963.shtml
www.aerofiles.com
www.afaco.com/index.html
www.airliners.net
www.atecaircraft.eu/en/company/about-us/
www.automotivehalloffame.org
www.carbodydesign.com
www.centennialofflight.gov
www.centennialofflight.gov/essay/Aerospace/Northrop/Aero40.htm
www.centennialofflight.gov/essay/Theories_of_Flight/Transonic_Wings/TH20.htm
www.citroen.com
www.colani.de
www.design-technology.org/kite3.htm
www.earlyaviator.com
www.earlyaviator.com/archive1.htm
www.fiddlersgreen.net/AC/aircraft/Degen-Ornithopter/info/info.htm
www.geographic.hu
www.haditechnika.hu/ARCHIVUM/198101/810105.htm
www.haynes-aero.com
www.hik.hu

www.jetfly.hu
www.jetfly.hu/rovatok/repules/katonai/legierok/info/history2_030515/
www.lilienthal-museum.de/olma/213.htm
www.moller.com
www.nasm.si.edu/research/aero/aircraft
www.nasm.si.edu/research/aero/aircraft/waterman.htm
www.piaggioaero.com
www.popularmechanics.com/science/air_space
www.popularmechanics.com/science/air_space/1751557.html?page=1
www.rispeed.com
www.roadabletimes.com
www.saab900.hu
www.scaled.com
www.skywalkervtol.com
www.terrafugia.com
www.umn.edu/faculty/vruttan
www.vampair.hu
www.volanteaircraft.com
www.volny.cz/buterfly/en/nakres.htm
www.wikipedia.org
www.wvi.com/~sr71webmaster/kelly1
www.seriouswheels.com
www.air-races.com/Aircraft.htm
www.hampage.hu
www.flysynthesis.com
www.zenithair.com

Képek jegyzéke:

saját illusztráció:

8, 66, 89-98, 147, 150, 152, 154, 157, 158, 160, 166,167, 168, 169, 171-176, 178-193

saját fotók:

19, 57-59, 61, 68, 70, 71, 73-76, 78, 79, 81-86, 88, 99, 101, 102, 112, 115, 116, 162, 163

- 1, 4,15,18 www.centennialofflight.gov
- 2. Baumunk, Bodo-Mihael: Die Kunst des Fliegens, Leihgeber,1996.
- 3, 9 www.earlyaviator.com
- 5, 6 www.lilienthal-museum.de
- 7. www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/1999/99images/wrightflyer
- 10, 11, 14 www.planesoffame.org
- 12 Olaf Groehler: A légi háborúk története, Zrínyi, 1983.
- 13, 16. www.richard-seaman.com/Aircraft/Museums
- 17. Jereb Gábor: Repülési alapismeretek, Műszaki Könyvkiadó, 1980.
- 20, 22, 24, 51 www.paulnann.com
- 23, 42, 43, 46, 47, 151, 153, 155 www.airliners.net
- 24 <http://airbum.com/>
- 25, 26, 45 www.cessna.com
- 27, 53 www.motag-online.com
- 28, 29, 32 www.wikipedia.org
- 30, 38-40 www.scaled.com
- 33 <http://1000aircraftphotos.com>
- 34 www.raymondloewy.com
- 35-37 www.colani.de
- 41 <http://adg.stanford.edu/aa241/intro/futureac.html>
- 42, 55, 87 Roskam, Jan: Airplane Design, University of Kansas Press, 1989
- 44, 56, 100 www.pilotfriend.com
- 48, 104-109, 111, 113, 114, 148, 149 Corvus Aircraft Kft.
- 49 Taylor-Monday: Repülés Tények és teljesítmények Budapest, Panem,1993 p96.
- 50 www.icon.co.za
- 52 www.beech.com
- 54, 64 www.libertyaircraft.com
- 60 www.cirrusdesign.com

- 62 www.silenceaircraft.de
- 63 www.glasairaviation.com
- 28. MFT éves beszámoló 2006. p11.
- 65 www.aero-friedrichshafen.com
- 69 www.ultralight.cz/genesis.html
- 72 www.atecaircraft.eu
- 77 www.diamondaircraft.com
- 80 www.shark.aero
- 103 www.hampage.hu
- 110 www.nasa.gov
- 131 www.koenigsegg.se
- 118 AutoBild 2005/1 p.44
- 119 http://en.wikipedia.org/wiki/Fiat_Multipla
- 120, 122 Car Styling, 2005/196
- 123 www.peugeot.hu
- 121, 124, 133, 135 www.autoblog.com
- 125, 129, 130 <http://images.motortrend.com>
- 126 Car Styling, 2005/197
- 127 www.automobilemag.com
- 128 www.autodrome-cannes.com
- 132 <http://media.ford.com>
- 134 www.saab900.hu
- 136, 138 www.carbodydesign.com
- 137 <http://images.motortrend.com>
- 139 www.totalcar.hu
- 140 www.rispeed.com
- 141, 142, 146 Car Styling, 2005/194
- 143 www.solo-duo.hu
- 144 www.mclarenautomotive.com
- 145 www.supercars.blogspot.com
- 156, 161 www.hik.hu
- 159 <http://tgyi.fmk.nyme.hu>
- 170 Stinton: The design of the aeroplane, Blackwell Science Ltd. 1983

Doktori nyilatkozat

Kijelentem, hogy az itt bemutatott tervezési folyamat teljes mértékben a saját elképzelésemet tükrözi, az értekezés és a mestermű önálló, eredeti alkotás. Értekezésemet más intézményben nem nyújtottam be, elutasításra sem került.

A tervezésnél nélkülözhetetlen szakmai konzultációk során segítséget nyújtottak, és munkámat korrigálták:

Bárkányi Attila

témavezető, formatervező Moholy-Nagy Művészeti Egyetem

Voloscsuk András

konzulens, műszaki ügyvezető igazgató – tulajdonos, Corvus Aircraft Kft.

A modell elkészítésében szakmai segítséget nyújtottak a Composite One és a Corvus Aircraft munkatársai.

Mascher Róbert

Budapest, 2008. január 5.

Mascher Róbert - Szakmai életrajz

született: Sopron, 1968. szeptember 14.

cím: 1064 Budapest, Rózsa utca 46.
telefon: +36-30-212-1312
e-mail: robert@mascher.hu
honlap: www.aviationart.hu



Képzés, munka:

- | | |
|-----------|--|
| 1988 | Felvétel az Iparművészeti Főiskolára |
| 1993 | Formatervező művészi, valamint rajz- és környezetkultúra tanári diploma, Magyar Iparművészeti Főiskola (MIF) |
| 1996 | Egyetemi Iparművészi diploma, MIF Mesterképző Intézet |
| 2005-2008 | Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Doktori Iskola |
| 2005-2007 | Áthallgatás Képzőművészeti Egyetem, Festő szak |
| 1993- | Adjunktusként rajz- és technika tanítás a Nemzetközi Pető Intézet Konduktor-tanítóképző Főiskoláján |

Design szakmai gyakorlatok:

- | | |
|------|-----------------------------------|
| 1990 | ID Design, München |
| 1991 | DCA Design stúdió Warwick, Anglia |
| 1992 | Schaefer Design, Bécs, Ausztria |

Díjak és ösztöndíjak:

- | | |
|--------------|--|
| 1986 | Roisz Alapítvány Ösztöndíj (Sopron) |
| 1987 | III.díj "Tervezzünk Tárgyakat" MTV, Design Center |
| | I.díj XX. Orsz. Középiskolás Fotókiállítás, Pécs |
| 1990 | Lóránth László Ösztöndíj (Magyar Iparművészeti Főiskola) |
| | Ludwig Alapítvány Ösztöndíj |
| 1991 | Rubik Alapítvány Ösztöndíj |
| 1995 és 1999 | Fiatal Iparművészek Stúdiója Ösztöndíj |

Tagság szakmai szervezetekben:

A Fiatal Iparművészek Stúdiója Egyesület elnöke
Az állami Ferenczy Noémi-díj döntőbizottságának tagja
Az OKM Kozma Lajos iparművészeti ösztöndíj kuratórium tagja
Képzőművészek, Iparművészek, Építőművészek és Művészeti
Dolgozók Szakszervezetének elnökségi tagja
American Society of Aviation Artists (USA)
Guild of Aviation Artists (GB)
Magyar Alkotóművészek Országos Egyesülete
Magyar Rajztanárok Országos Egyesülete
Magyar Pedagógiai Társaság, Vizuális Tagozat

Szakmai tevékenység (válogatás):

Fontosabb munkák:

Illusztrációk a Versenyautók c. Kolibri zsebkönyv (Móra Könyvkiadó); Aranyas Magazin számára; Motoros sárkányrepülő gondola tervezése, Bogdola Kft.; Fa játszótér komplexum tervezése: Békéscsaba, Sopron; Papír játéksorozat tervezése, ICO Rt.

Térplasztikák:

Országos Egészségbiztosítási Pénztár; Dunai Repülőgépgyár RT., Kecskeméti Róna Bevásárlóközpont; Balaton, Pécs, Szeged, Zala, Szolnok, Savaria, Miskolc és a Ruda Slaska (Katowice, Lengyelország) Plaza Bevásárlóközpontok; a Kecskeméti Nemzetközi Repülőnap és a Red Bull Röpnep, Paper Wings díjainak elkészítése

Festmények gyűjteményekben:

Budapest Airport, Dunai Repülőgépgyár Rt., Fabulis Hobby Centrum, GE Engine Services, Gripen International, Honvédelmi Minisztérium, Lufthansa Technik, Magyar Légierő

Kiállítások:

- 1987 Egyéni kiállítás, Panoráma Hotel, Sopron
"Tervezzünk Tárgyakat" Kiállítás Design Center, Budapest
XIII. Orsz. Képzőművészeti Kiállítás, Mosonmagyaróvár, Kecskemét
- 1990 "Őszi Tárlat" Festőterem, Sopron
- 1991 Egyéni kiállítás, Torony Galéria, Sopron
NOVUS Fesztivál kiállítás, Szeged
"Hat félév" kiállítás, Tölgyfa Galéria Bp., Szombathely MMIK
- 1992 "Tatarozás" NOVUS kiállítás, Múcsarnok Budapest
- 1993 Diploma kiállítás, Tölgyfa Galéria, Bp.
"Életünk tárgyai – tárgyaink csendéletei" Budatétény Művelődési Ház, Budapest
- 1994 "Háborúk és Békék" Magdolna Torony, Budapest
"Bemutakozik a F.I.S." Magyar Kultúra Háza, Prága és Messegelende, München
- 1995 "Mai Magyar Szobrászat" Múcsarnok, Budapest
- 1996 "Újjászületés" Csók István Galéria, Budapest
Mesterképzősök Diplomakiállítása, Tölgyfa Galéria, Budapest
Bemutakozik az Iparművészeti Főiskola, Péter Pál Galéria Szentendre
- 1998 "Álom" Vigadó Galéria, Budapest
Egyéni kiállítás: "A 60 év szárnyai" Magyar Légierő Vezérkar, Helyőrségi MH., Veszprém
"Tavaszi szél" fórum kiállítása, Zrínyi Nemzetvédelmi Egyetem, Bp.
- 1999 "Aviation Painting of the Year" kiállítás, Carisbrooke Gallery, London
"Annual Exhibition" aviatikai kép kiállítás, Warner Robins Air Force Base, GA., USA
A HM '99 évi Képzőművészeti Kiállítása, Stefánia Palota, Budapest
Ösztöndíjasok Kiállítása, FISE Galéria, Budapest
"Masterpiece Aviation Miniatures" Art For Living Gallery, Butler, NJ, USA
- 2000 Egyéni vándorkiállítás: Kiskunfélegyháza MH., Kalocsa HEMO., Kiskunmajsa MH.
8. "Horizons of Flight" Kiállítás, GE SimuFlite Center, Forth Worth, USA
"Szobrászaton innen és túl" Múcsarnok, Budapest
"Régiók millenniumi találkozása a képzőművészetben" Magyar Kultúra Alapítvány, Budapest
- 2001 "Összefüggések" Macintosh Gallery, Glasgow School of Art, Skócia
"Kunst-Hand-Werk", Erkrath, Németország
A HM éves Képzőművészeti Kiállítása, Stefánia Palota, Bp.
- 2002 "Tatort" Haus Ungarn, Berlin, Németország
"25 éves a FISE", Vigadó Galéria, Budapest

- A HM éves Képzőművészeti Kiállítása, Stefánia Palota, Bp.
- 2003 Egyéni kiállítás, Monostori Erődgaléria, Komárom
Egyéni kiállítás, Ferihegy 2A, Duna VIP Váró
Egyéni kiállítás, Centenáriumi Repülőkép Kiállítás, Közlekedési Múzeum, Bp.
"Famadarak" Fonte Bútorház, Budapest
- 2005 A Vizuális Nevelési Tagozat kiállítása a Magyar Pedagógiai Társaság
Egyéni kamarakiállítás, Corvus Aircraft, Ballószög
- 2006 MROE kiállítása, Magyar Pedagógiai Társaság Átjáró Galéria, Bp.
Egyéni kamarakiállítás, Red Bull Air Race, VIP sátor, Budapest
Téli Tárlat, FISE Galéria, Budapest
- 2007 „Design, kész, rajt” Gödör Galéria, Budapest
„FISE”, Klostergalerie, Zehdenick, Németország
„450 éves a Berzsenyi Gimnázium” Liszt Kiállítóterem, Sopron
„a huszonötödik év” FISE Kiállítás, Vendéglátóipari Múzeum, Bp.
„Design & Interior Design” FISE Prizma Kiállítássorozat, FISE Galéria Bp.
„FISE – Fishes”, Galeria BB, Krakkó, Lengyelország
- 2008 „TranzitArt”, FISE Galéria, Bp.
„Fresh Hungarian Design”, Liège-i Design Biennálé, és
Magyar Kulturális Központ, Brüsszel, Belgium

Publikációk:

- Fejlesztő Pedagógia** 94/1-2szám: „Vizuális nevelés Angol módra”. p99.
- Nők Lapja** 1994/5; p.16-17. „Ízlésnevelő kísérlet”. riporter: Schaeffer Erzsébet
- Magyar Iparművészet** 1998/1. Szám; Kinek kell a FISE?. Szerk.: Borza Teréz., p.60-63.
- 1986-2006 20 éves a tanárképzés** - Szerk: Gaul Emil: Ízelítő – tanári portré
- A Vizuális és Környezet-kultúra Fejlesztéséért Alapítvány 2007 p.72-73
- MAKtár**, 2007/01 tanulmány: „Lehetne...Design Magyarországon”
- MAKtár**, 2007/04 riport: „A tárgygyá formált gondolat”
- Art Forum 2006**, tanulmány: „Úzni az ipart”

Interjúk:

- Kisalföld**, 1987.02.24. “Művészek randevúja Mosonmagyaróváron”
- Soproni Hírek**, 1990.09.14. interjú: “A Novust hoztam...”
- Vas Népe**, 1990.11.20 “Hat félév”
- Nők Lapja**, 1994/5, Schaeffer Erzsébet: Ízlésnevelő kísérlet

AVIATOR , 1998/május, interjú: “Konkrét történet”

Magyar Honvéd Magazin, 1998.08.28 interjú: “Harci gépek festője”

The Budapest Sun, 1998/18, riport: “Art reaches new creative heights”

Magyar Iparművészet, 1998/1., közös interjú: “Kinek kell a FISE?”

Magyar Honvéd Magazin, 1999.11.19. “Tengerentúli kiállításról”

Top Gun , 2000/2 “Ecsettel írt repüléstörténet”

Szép Lak, 2000/május “Repülőbútorok”

Horizont, Malév Magazin, 2000/5. interjú: “Légies festmények”

Népszabadság, 2000.08.11. interjú: “RepülőKÉP”

Félegyházi Krónika, 2000.08.11.interjú: “Repülők a vásznon”

Aero Brush, ASAA Magazine 2000/3., “ A first ”

Aranysas, 2002/3 “Égészínkép”

Posztersorozat az Aranysas magazinban 2002 (12db)

Magyar Hírlap, 2002.12.09

Metro Újság, 2002.12.18., Interjú: Halló...

MIX Magazin, 2003. február, Repülő képek

Budapesti Nap, 2003.10.27. „Mascher Róbert repülőképei”

Zuglói Lapok, 2003.11.04. „Repüléstörténet festővásznakon”

Magyar Hírlap, 2003.11.17. „Mascher repülőportréi”

Műértő, 2007. november, interjú: „Ifjúsági parlamenttől a brandépítésig”

Венгрия, 2008/02 „Первым делом, первым делом самолёты...” (interjú)

TV interjúk:

DekoTV

Duna TV Híradó

Duna TV Kilátó című műsora

ECHO Tv Tükör

Magyar ATV Híradója

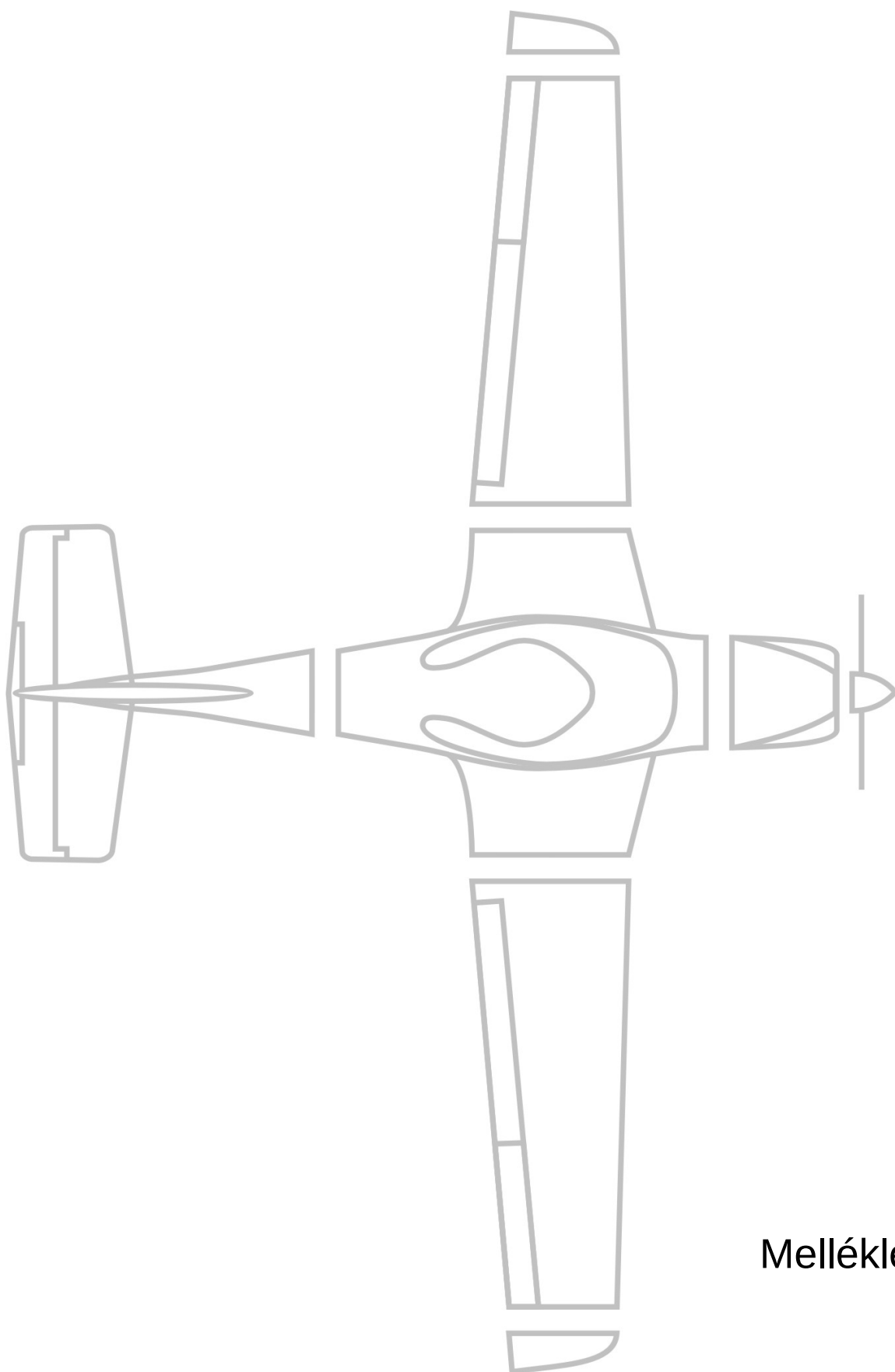
MTV Légcsavar című műsora

MTV Kultúrház

MTV: Itt a Fiatal Iparművészek Stúdiója! Magyar Televízió

MTV Jelentés című műsora

RTL Klub Delelő című műsora



Mellékletek

I./1. Melléklet

Válogatás kabintető megoldásokról



Bücker 181 Bestmann



Miles M.3A Falcon



Tecnam P2002



SIAI - Marchetti SF 260



Flysynthesis Texan RG



Grob 115



Kappa 77



Lancair 320



Diamond DA20



Piaggio P149



SOCATA Rallye



Texan Flysynthesis



TL-Star



WD Fascination



Zodiac

I./2. Melléklet

Válogatás kabintető megoldásokról



Diamond tető



Rapid



Magnum



Cirrus Design G22



Cirrus Design G22



General Avia F15 Picchio



Lancair AM06



Columbia 350



Liberty XL2



Tampico



Evector Cobra



Diamond DA40

II. Melléklet

Válogatás kabinajtó megoldásokból



Messerschmitt Me-108



Cessna oldalablak



Cessna - tipikus ajtó



Bellanca Viking



Jak-18T



Cessna 177 Cardinal



Piper Aztec Nomad



Piper Archer



Piper PA32



Cessna Superskyrocket



Evektor Cobra hátsó ajtó



Cessna 150

III./1. Melléklet

Válogatás figyelembe vehető típusokból



Aerospool WT9 Dynamic



ATEC 321



Beagle Bulldog



Beech Bonanza



Beech Skipper



Cirrus Design SR22



Columbia 350



Commander - Rockwell



Dallach Fascination chh



Diamond DA40



Cobra - Evektor



Extra 500

III./2. Melléklet

Válogatás figyelembe vehető típusokból



General Avia F22



Globe Swift



Grob G120



Grumman Traveller



IAR 823



IL-103



Issoire APM 20 Lionceau



Jak-18T



Lyberty XL2



Meyers Micco SP



Mooney Ovation2



Navion

III./3. Melléklet

Válogatás figyelembe vehető típusokból



Piaggio p149



Piper Archer



Robin R3000 b



Ruschmeyer R90



SIAI - Marchetti SF 260



SOCATA Rallye



SOCATA TB21



Texan Flysynthesis



TL-96 Star



Valmet L70 Vinka



Van's aero



ZLIN 43

IV/1. Melléklet

A belső terek, ülések világa



FM



ATEC 321



Dynamic



Bellanca Viking



Bellanca Viking



Cessna 177 Cardinal



Cirrus



Evector Cobra



Isatis



Texan



Eurostar



Magnum

IV/2. Melléklet

A belső terek, ülések világa



Texan



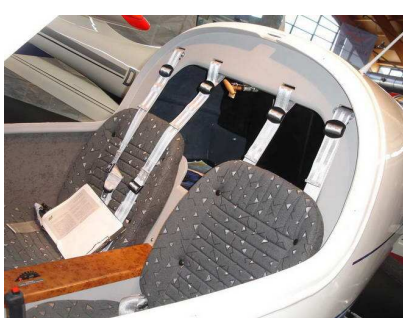
FASCINATION



Kappa Jihlavan



DynAero



Smaragd



Socata Rallye: a 70-es évek



Van'sIntern



Zodiac



Diamond



Flyitalia - kompozit váz



Dynaero



Velocity hátsó ülése

V. Melléklet

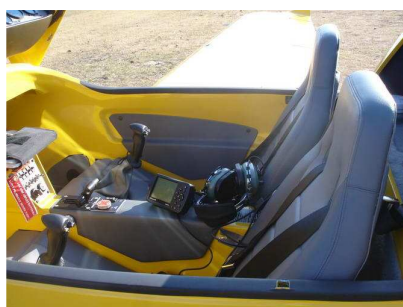
A Corvus ülése részletfotókon bemutatva



Corvus Mk1.



A műszerfal ma már nem emelkedik a tetővel



Corvus Phantom



A fekete sávom szénzál betétek



Forma a készítéshez



A kompozit váz oldalról



Vitatható színválasztás...



Beépítésre váró ülések

VI. Melléklet

Diamond DA-40 kabin részletfotók



Jobb oldalon nincs hátsó ajtó



Szellőző fúvókák



Antennák



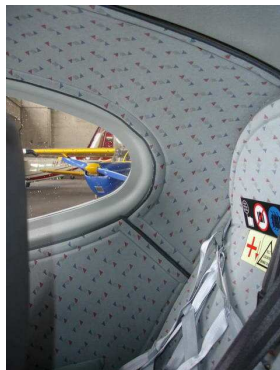
Ajtó zsanér



Az első tető mechanikája



Ajtónyitó



Kárpitozás



Hátsó ülésből előre tekintve



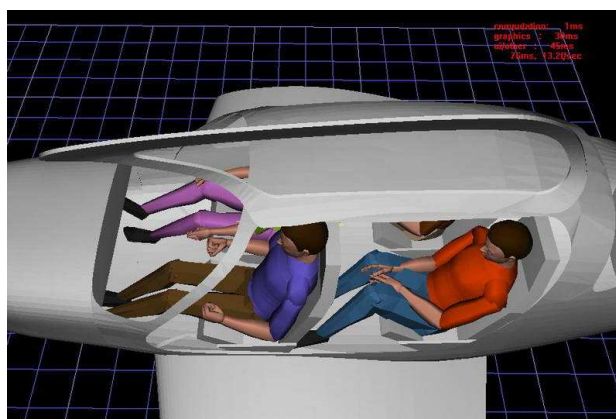
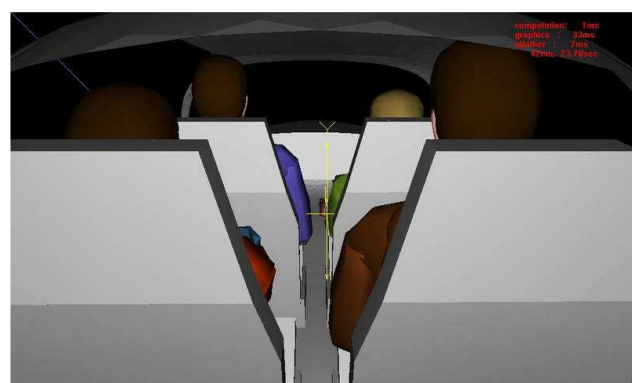
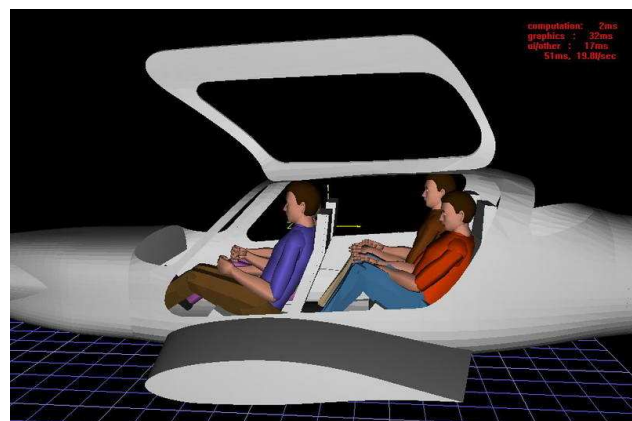
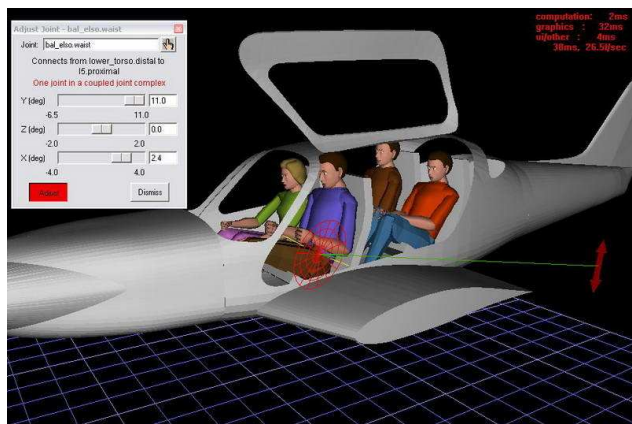
Leszállópálya felé



Az első ülések

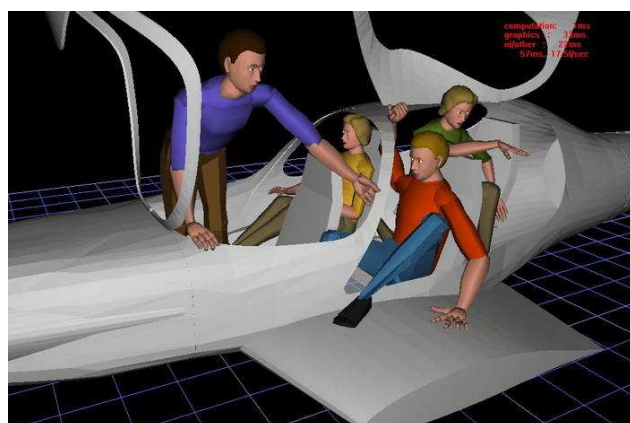
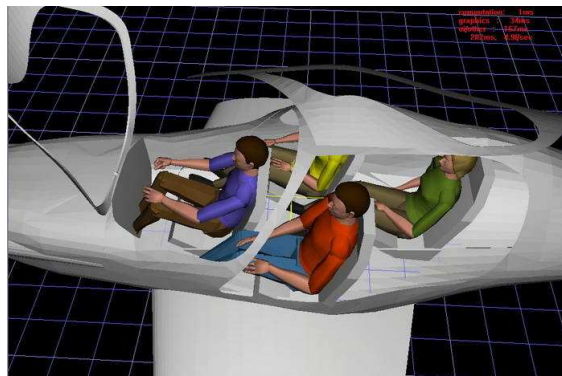
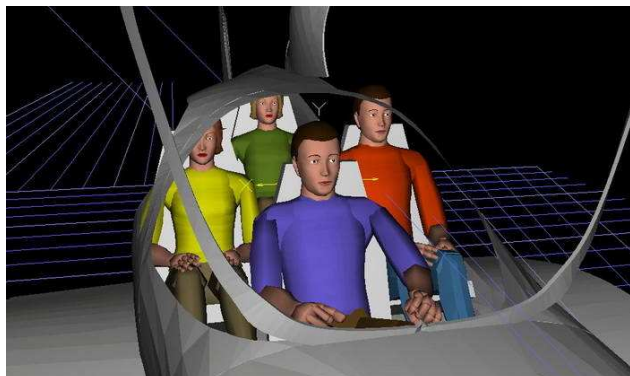
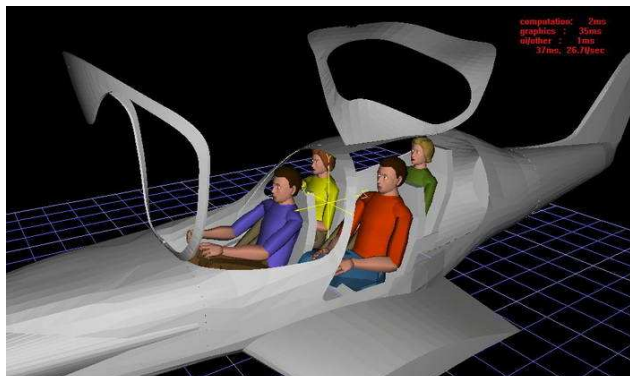
VII/1. Melléklet

Az ergonómiai modellezés munkafolyamat képei



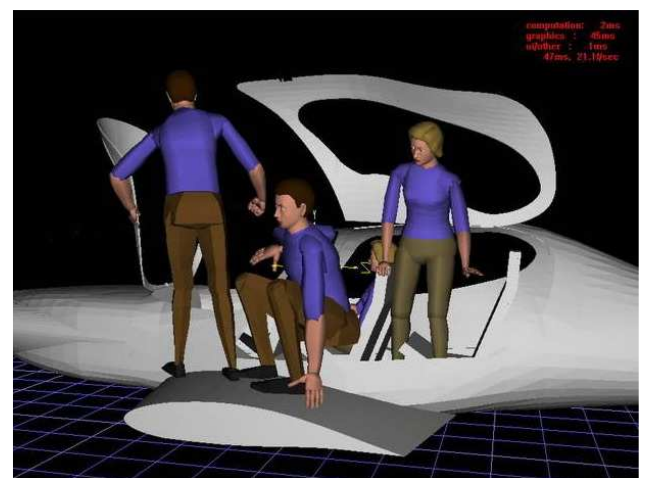
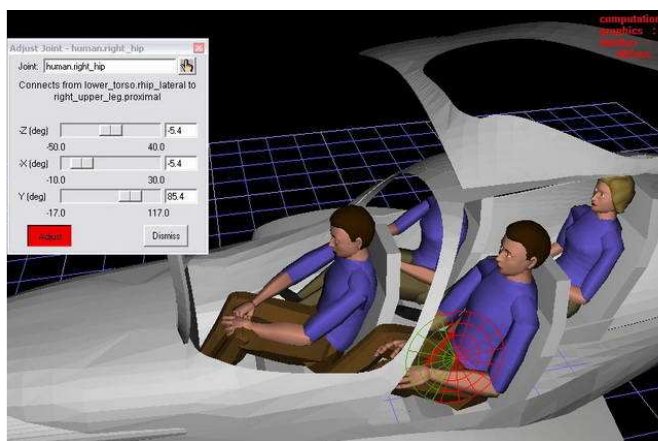
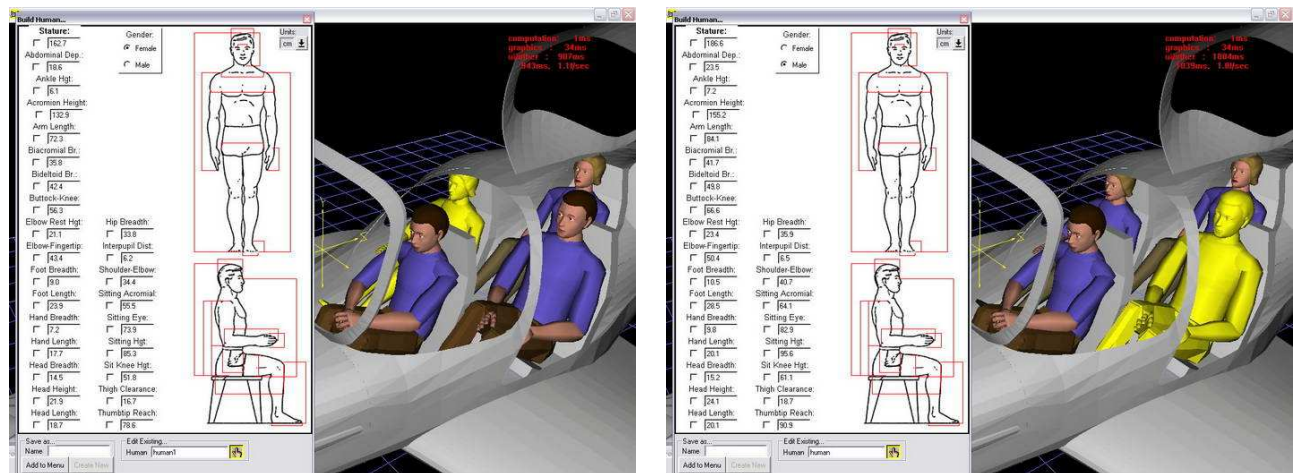
VII/2. Melléklet

Az ergonómiai modellezés munkafolyamat képei



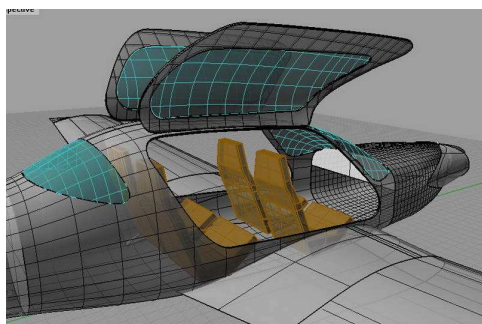
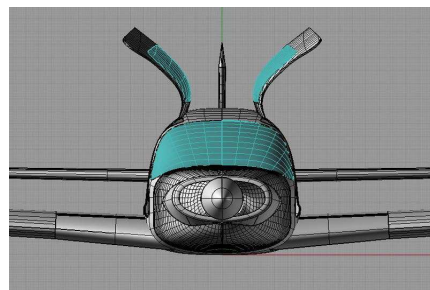
VII/3. Melléklet

Az ergonómiai modellezés munkafolyamat képei



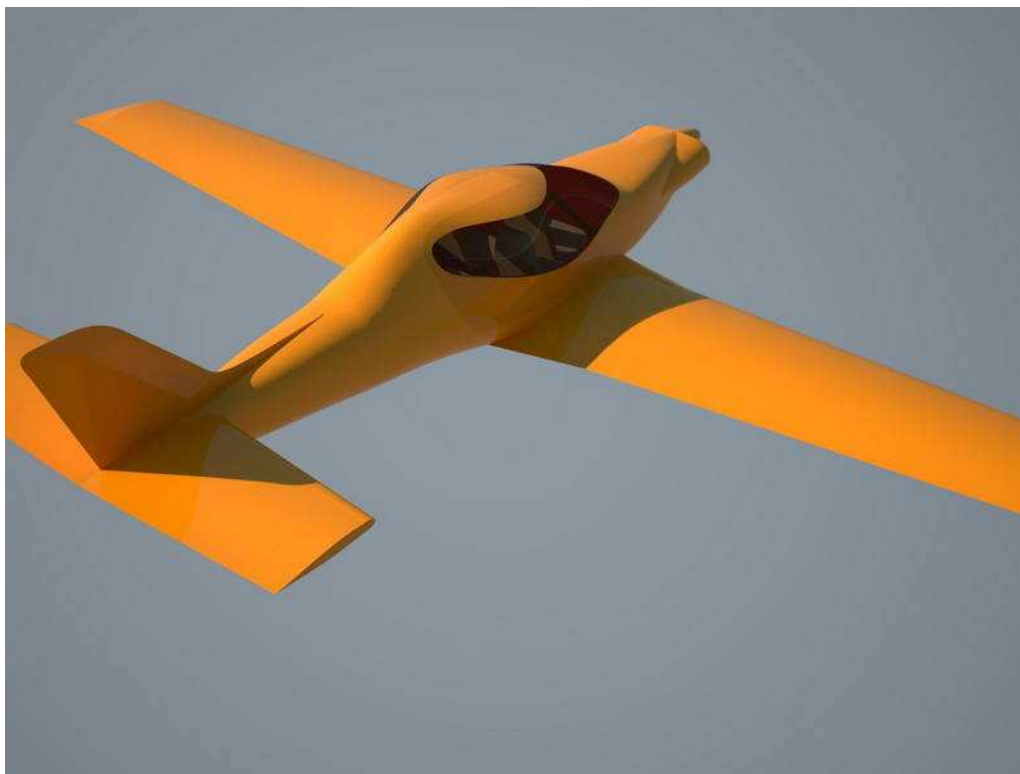
VIII/1. Melléklet

Mestermű képgaléria



VIII/2. Melléklet

Mestermű képgaléria



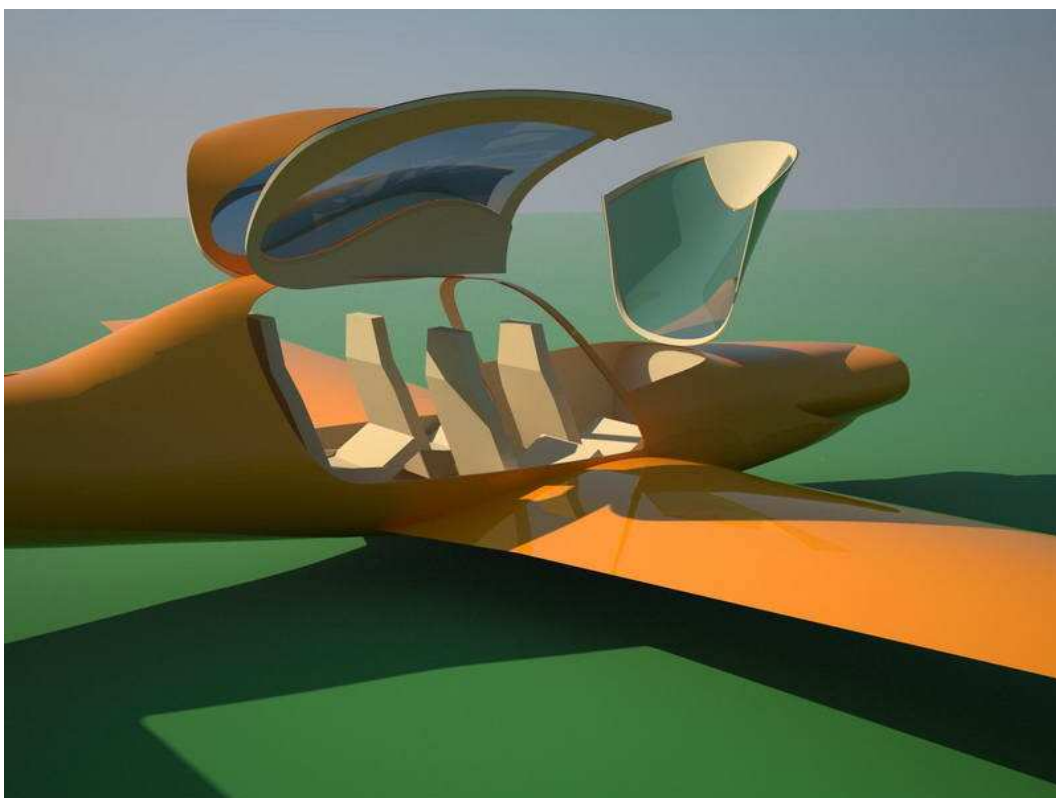
VIII/3. Melléklet

Mestermű képgaléria



VIII/4. Melléklet

Mestermű képgaléria



VIII/5. Melléklet

Mestermű képgaléria

