

## **Farkas Csaba**

okl. gépészmérnök, repülőgép tervező és szerkezeti mérnök Corvus Aircraft Kft, CPL repülőgép vezető,  
ZMNE RLI repülőműszaki tudományok PHD hallgató  
e-mail: farkas.csaba@corvus-aircraft.hu

# **TÖBBFUNKCIÓS KATONAI ÉS POLGÁRI SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEK TERVEZÉSÉNEK, KIALAKÍTÁSÁNAK ÉS ÜZEMELTETÉSÉNEK IDŐSZERŰ KÉRDÉSEI**

## **BEVEZETÉS**

Az elmúlt évtizedekben több alkalommal volt példa arra, hogy polgári, elsősorban utas szállítási feladatokat ellátó repülőgép típusokat építettek át katonai alkalmazás céljára. Gyakorlati tapasztalatok, eredmények bizonyítják, hogy eredetileg a személyszállításra tervezett repülőgép sárkányszerkezete kisebb átépítéseket követően kiválóan alkalmas teherszállítási vagy esetlegesen légi utántöltési feladatok ellátására.

A XXI. század tervezési, üzemeltetési irányelveit figyelembe véve, lényeges szempont, hogy a szállító repülőgépek konstrukciós kialakításai során, a többfunkciós belső tér átrendezhetőségét célszerű kivitelezni. Ez a szerkezeti megoldás számos egyéb fontos kérdést is felvet, például a repülőtechnika kiszolgálását biztosító repülőtéri létesítmények infrastrukturális hálózati kialakítását, vagy a katonai és polgári légi irányítási rendszertechnika összehangolását. A jövőt tekintve ez csak az egyik igény, különös figyelmet szükséges fordítani a repülőgépek kedvező tüzelőanyag felhasználására és a zajterhelések mérséklésére.

Az új konstrukciós irányelvek megfogalmazása azt eredményezi, hogy a repülőgép tervezés hagyományos módszereit félretéve új filozófiát szükséges kialakítani. Már a fejlesztés kezdetekor figyelembe veendő a repülőeszköz katonai és polgári többfunkciós üzemeltetésének lehetősége.

## **LÉGI SZÁLLÍTÁSOK ÉS SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEK KÖVETELMÉNYEI**

### ***Katonai légiszállítások, katonai szállító repülőgépek, katonai légi szállítási infrastruktúra***

A légi szállítás legfontosabb jellemzője és egyben előnye is, hogy gyors, segítségével interkontinentális feladatok láthatók el, nem fix pályához kötött, mint a vasúti vagy a közúti szállítás. Az ezt megszervező logisztika egyedi háttér infrastruktúrára épít, repülőterek és irányítói egységek rendelkezésre állására.

A légi szállítás külön osztályba sorolható ágazata a katonai feladatokat ellátó anyag és humán erőforrás mozgatása. Elsősorban a haderő olyan elemeinek mozgósítására szolgál, ahol más szállítási eszköz nem áll rendelkezésre. Ilyenek; sürgős humanitárius segélyek, lőszer, személyi utánpótlás, harci eszközök és gyalogsági kötelékek szállítása. Másodsorban szükséges megemlíteni a futár és postajáratok működtetését. A katonai légi szállítás útvonalának megtervezése eltérhet a polgári repülésben megszokott repülés előtti útvonaltervezéstől. Két fontos kérdés vetődik fel. Az első, hogy a szállító repülőgép milyen módszerrel juttatja célba a terhet, a másik, hogy milyenek a művelet várható körülményei. A módszereket három csoportba oszthatjuk; a leszállásos eljárás, a teherenyőre rögzített konténeres vagy egyéb kidobási módszer és a kis repülési sebességű, földközeli repülési magasságú kidobásos eljárás. Mindemellett, a körülmények tervezésénél alapvetően két kérdést is szükséges megvizsgálni. Az egyik a műveleten kívüli, mikor nem számolunk ellenséges tevékenységgel, a másik a műveleti, mikor nagy valószínűséggel várható ellenséges tevékenység.

Ilyen összetett feladatot ellátni képes repülőgép konstrukciós kialakítása eltér a polgári légiközlekedésben alkalmazott személyszállító repülőgépektől, főként a sárkány szerkezet kialakításában, és az önvédelmet biztosító külső eszközök függeszthetőségében. A sárkány felépítését tekintve a törzs szerkezetének speciális kialakításokkal kell rendelkeznie, például a terhek mozgatásához szükséges eszközök, rakodóajtók, mobilan ki-és beszerelhető ülések, hűtő-fűtő egységek és utastér hermetizáló rendszer. A korszerű szállító repülőgép aerodinamikai és teljesítmény elvárásaival kapcsolatban alapvető a nagy hatótávolság, a polgári repülésben általános utazómagasságok és utazósebességek képessége, nehéz rakományok szállításának lehetősége, rövid fel-és leszállási úthossz, a kifutópálya minőségétől független üzemeltethetőség és jó aerodinamikai stabilitás kis sebességű repülési tartományban.

A katonai légi szállításokat kiszolgáló háttér infrastruktúra legfontosabb eleme a repülőtér kialakítása. Alkalmas a nehéz szállító repülőgépek fogadására, ami azt jelenti, hogy a kifutópálya kialakítása különleges igényeknek megfelel, úgymint teherbíró képesség, növelt nekifutási, biztonsági futópálya hossz és szélesség. Rendelkezésre áll a kirakást biztosító berendezés és szakszemélyzet, megfelelően felépített raktár és tároló helyiség. A szállítandó csomagok biztonságos elhelyezését tekintve, olyan igények is felmerülhetnek, mint vegyi vagy mérgező anyagok biztonságos tárolása, alacsony hőmérsékleten tartandó élelmiszer készítmények raktározása, személyzet elszállásolási lehetőség, őrző-védő fegyveres szolgálat.

### ***Polgári légi szállítások, polgári szállító repülőgépek, polgári légi szállítási infrastruktúra***

A polgári célú szállításokra más előírások és szabályzók vonatkoznak, mint a katonai légi szállításokra. Polgári repülési feladatok ellátásakor a teherszállításoknál is vannak olyan esetek, melyek különleges intézkedéseket követelnek, mint például a veszélyes vagy vegyi anyagok szállítása. Ennek

szabályozásáról a Chicagói egyezmény 18-as számú melléklete határoz meg egyezményeket, melyet az IATA<sup>1</sup> szervezet javasolt. A polgári célra alkalmazott szállító repülőgépek kialakítása nem igényli olyan előírások teljesítését, mint amelyeket a katonai szállító repülőgépeknél elemeztem, kivéve a navigációs rendszereket. A polgári repülőgépek konstrukciós kialakítását két nagyobb légügyi előírás szabályozza, az FAA<sup>2</sup> által kiadott FAR<sup>3</sup> rendelkezések, a JAA<sup>4</sup> és az EASA<sup>5</sup> által kiadott JAR<sup>6</sup> és CS<sup>7</sup> rendelkezések. Korszerű polgári szállító repülőgépek esetén legfontosabb elvárás a többszörösen túlbiztosított rendszerek alkalmazása, melyeknek egyértelmű célja a repülésbiztonság növelése. Nincs olyan jellemző igény, amely különleges teljesítmény vagy aerodinamikai kívánalmakat követelne meg. Civil repülőterek infrastrukturális kialakításának szintén nem szükséges azoknak az egyedi követelményeknek megfelelni, melyeket napi szinten egy katonai szállító repülőgép fogadására alkalmas légikikötőnek biztosítania kell.

### **A katonai és polgári légi szállítások, szállító repülőgépek és szállítási infrastruktúra különbségei**

Alapvető különbség személyszállító polgári repülőgépek és katonai szállítógépek között az automatizáltság szintjében van. Repülésbiztonsági okokból a polgári célra alkalmazott személyszállító repülőgépeket igyekeznek automatizált, intelligens repülésvezérlő rendszerekkel ellátni, melyek kiszolgálása különbözik a hagyományos repülőgép vezetésben megszokottaktól. Magasan automatizált rendszerek katonai repülőgépeken történő alkalmazása több esetben hátrányos. Példaként említeném a kis sebességű, nagy állásszögű repülő képességet. Ha egy személyszállító repülőgép erre a repülési állapotra kerül, akkor automatikus rendszerek felülbírálják a pilóta döntését és beavatkoznak a repülési paraméterek normál értékre történő visszaállításába. Azonban ilyen repülési helyzet a katonai szállító repülőgép esetében teljesen normális lehet, mikor földközeli deszant dobásos feladatot hajt végre. Az 1-es számú táblázatban összegeztem néhány olyan alapvető különbséget, mely a katonai, polgári légi szállítások, repülőgépek és az infrastruktúra legfontosabbjai. Ezek a rendezőelvek elkülönítése alapvető jelentőségű lesz a többfunkciós szerkezeti kialakítás megközelítése során.

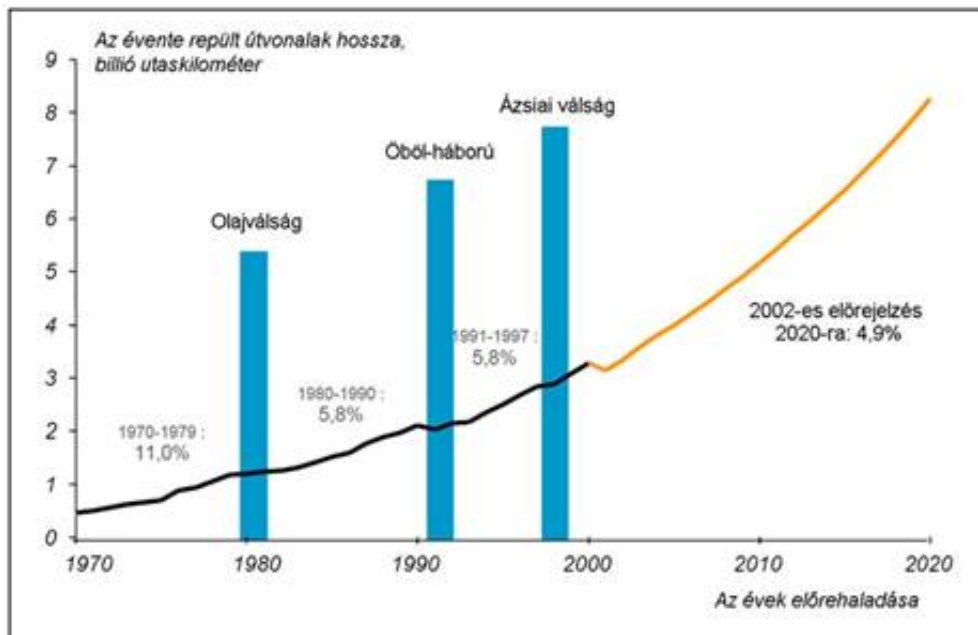
Polgári és katonai szállító repülőgépek kialakításának fontosabb rendezőelvei. Jelölés: + szükségesés alapvető, - nem szükséges másodlagos képesség  
1-es számú táblázat

<b>Jellemző / Igény / Követelmény</b>	<b>Katonai szállító repülőgép</b>	<b>Polgári szállító repülőgép</b>
Tervezés a kereskedelmi repülés szempontjai alapján (NAV/COM <sup>8</sup> rendszerek is beleértve)	+ / -	+
Normál leszállásos módszer	+	+
Tehertérből kidobás repülés közben	+	-
Túl méretes rakományok szállítása	+	- / +
Önvédelmi képesség lehetősége	+	-
Rendkívül kis forduló képesség a talajon	+	-
Rakománykezelő rendszer	+	- / +
Törzs igény szerinti speciális kialakítása	+	-
Nagy hatótávolság	+	+
Rövid fel és leszállási úthossz	+	-
Légi utántöltési képesség (tanker és felvevő egyben)	+	-

Üzemeltetés szükség repülőtér kifutópályáról	+	-
RVSM9 forgalmi képesség	+ / -	+
Jó aerodinamikai stabilitás kis repülési sebességeken	+	+ / -
Különleges teherbíró képességű futópálya	+	+ / -
Speciális anyagmozgató gépek	+	-
Többszörösen túlbiztosított rendszerek	+ / -	+
Utastér kényelmi követelmények	-	+
Automatizáltság magas szintje	-	+
Mobilis és gyors átalakíthatóság a törzsön belül	+	-

### A TÖBB FUNKCIÓS KIALAKÍTÁS ÉS RENDELTETÉS ELMÉLETE, ELVÁRT KÉPESSÉGEK KATONAI SZÁLLÍTÓ REPÜLŐGÉPEK ESETÉN

A jövő szállító repülőgépeinek egyaránt alkalmasnak kell lennie katonai és polgári feladatok ellátására is. Az 1-es számú ábra az Airbus repülőgépgyár előrejelzését mutatja a növekvő légi forgalmat figyelembe véve 2020-ig. Ez a gyors és hirtelen mértékű növekedés a repülőgép gyártó konzorciumokat közös érdek és kompromisszumos megoldások elé állítja. Az egyik ilyen követelmény a multi funkciós kialakítású polgári-katonai szállító repülőgép.



1-es számú ábra - Légi forgalom növekedésének előrejelzése. Forrás: Airbus Industry

A kettős rendeltetésű szállító repülőgép elvárt képességei közül a legfontosabb és talán az összetett funkcionalitás alapja a flexibilisen átalakítható teherter. A törzsben található padlózatnak célszerű olyan rögzítési pontokat tartalmaznia, melyekhez könnyen, gyorsan csatlakoztathatók különböző blokkok, konténerek, melyek belső kialakítása esetlegesen előre gyártott kivitelben készültek. A belső tér lehet olyan kialakítású utastér, amely szerkezetileg, minőségileg, kényelmi szempontok alapján közel hasonló, mint egy polgári utasszállító repülőgépé, vagy teherszállításához szilárd falú konténerek hordozására is alkalmas. Ezzel a két igénnyel azonban még nincs vége a követelmények hosszas listájának. Legyen alkalmas olyan felszerelés szállítására, amivel hadműveletek idején a sebesültszállítás is lehetővé válik, álljon rendelkezésre olyan belső tér kialakítás, mely ejtőernyős és deszant műveletek ellátását is képes biztosítani. Végül meg kell említeni olyan konstrukciós kialakítású

mobil blokkot is, amiben túl méretes szállítmányok például helikopterek, szállítógépjárművek, tankok, gyalogsági egységet kiszolgáló egyszerűbb járművek biztonságosan szállíthatók.

Szerkezeti felépítést tekintve a katonai szállító repülőgépek konstrukciós kialakítását kell figyelembe venni, repülésbiztonsági rendezőelvek alapjául pedig, a polgári légi utasforgalom szabályait kell tekinteni. Ezek közül legfontosabb megemlíteni a polgári repülésben alkalmazásra kerülő NAV/COM<sup>8</sup> rendszereket és az RVSM<sup>9</sup> képességet. Az RVSM alkalmazása előírja azokat a követelményeket (MASPS<sup>10</sup>), melyeket teljesíteni kell az FL290<sup>11</sup> és FL410<sup>11</sup> repülési szintek között közlekedő légi járműveknek. Ennek értelmében a repülőgépet úgy kell megépíteni, hogy az legyen felszerelve két egymástól független magasságmérő rendszerrel, minimum egy automatikus magasságmérő rendszerrel, egy magasság figyelmeztető rendszerrel és két darab SSR<sup>12</sup> magasság jelentő válaszadó (transponder) berendezéssel.

A több funkciós kialakításnak gazdasági vonzatai is vannak. Ha egy repülőgépet úgy építenek meg, hogy az polgári és katonai feladatok ellátására is alkalmas, szükségszerű a repülést kiszolgáló háttérparágak közös együttműködése és új konzorciumok alapítása. Gazdasági szempontok alapján kedvező hatással van a háttér infrastruktúra fejlesztésére is, mert a konstrukció üzemeltetése igényli a közös célra alkalmas polgári és katonai repülőterek fejlesztését, újak építését. Nem szükséges külön humanitárius feladatokat, vagy személyszállítási feladatokat ellátó repülőgépek építése. A jövő elvárása, hogy a repülőgép legyen képes kötelezően előírt karbantartási munkálatok elvégzése nélkül legalább 120-160 napos naptári időszak, vagy 300-500 óra repülési üzemidő biztosítására.

### A TEHERTÉR BELSŐ BLOKKJAINAK SZERKEZETI KIALAKÍTÁSÁNAK TERVEZÉSI KÉRDÉSEI

Az előző pontban már említettem, hogy véleményem szerint a többfunkciós kialakítás legfontosabb eleme, a flexibilisen átalakítható tehertér. Ezért a törzs tartószerkezetét oly módon szükséges kialakítani, hogy ahhoz könnyedén hozzá lehessen csatlakoztatni előre kialakított keretrendszereket, melyek lehetnek szabványos raklapok, konténerek és személyszállításra alkalmas utasterek is. Nézőpontom szerint a legösszetettebb feladat a személyszállításra alkalmas utastér kialakításának konstrukciós kérdésköre, mely során számos műszaki probléma megoldását szükséges átgondolni. A 2-es számú táblázatban összegeztem azokat a legfontosabb műszaki elvárásokat, melyeket az utastér belső kialakítása során szükséges megoldani és a tervezési irányelvek alapjául venni.

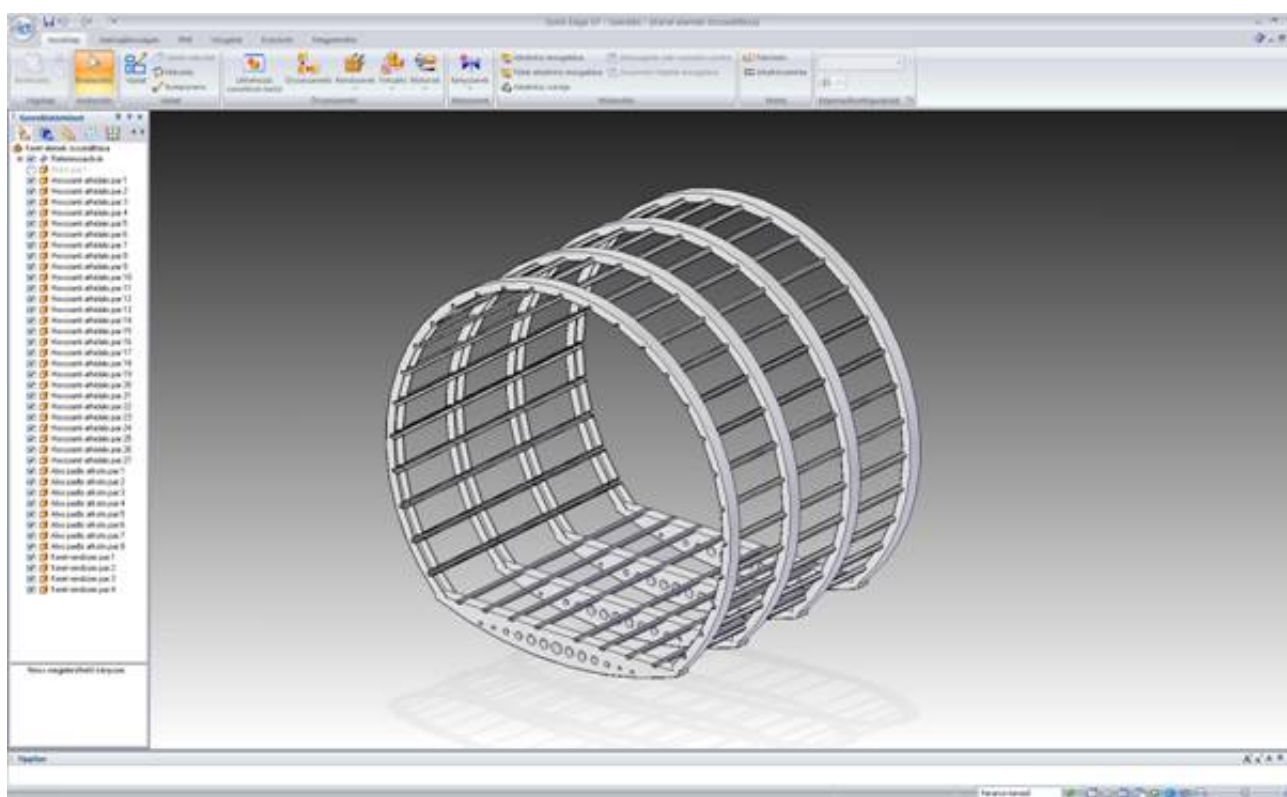
Személyszállításra alkalmas belső blokkrendszer kialakításának általános irányelvei.  
Jelölés: + szükséges és alapvető elvárás 2-es számú táblázat

<b>Utastér beépítésű belső blokk, kialakítási elvárások</b>	<b>Elsődleges követelmény</b>	<b>Másodlagos követelmény</b>
Üléssorok 2-3-2 megosztásban		+
Ülések szilárdsági méretezése kényszerleszállási konfigurációra	+	
Ergonómiailag kedvező kialakítású, állítható ülések	+	
Ülés háttámlákba épített étkező asztal kialakítása	+	
Ülés háttámlákba épített audio és videó berendezés		+
Fej fölötti csomagtér rekeszek	+	
Ablakok, kiláthatóság biztosítása		+
Belső WC rendszer kialakítása lefolyóval	+	
Utaskísérők számára belső konyha		+
Vészkijáratok kialakítása csúszdás elhagyási lehetőséggel	+	

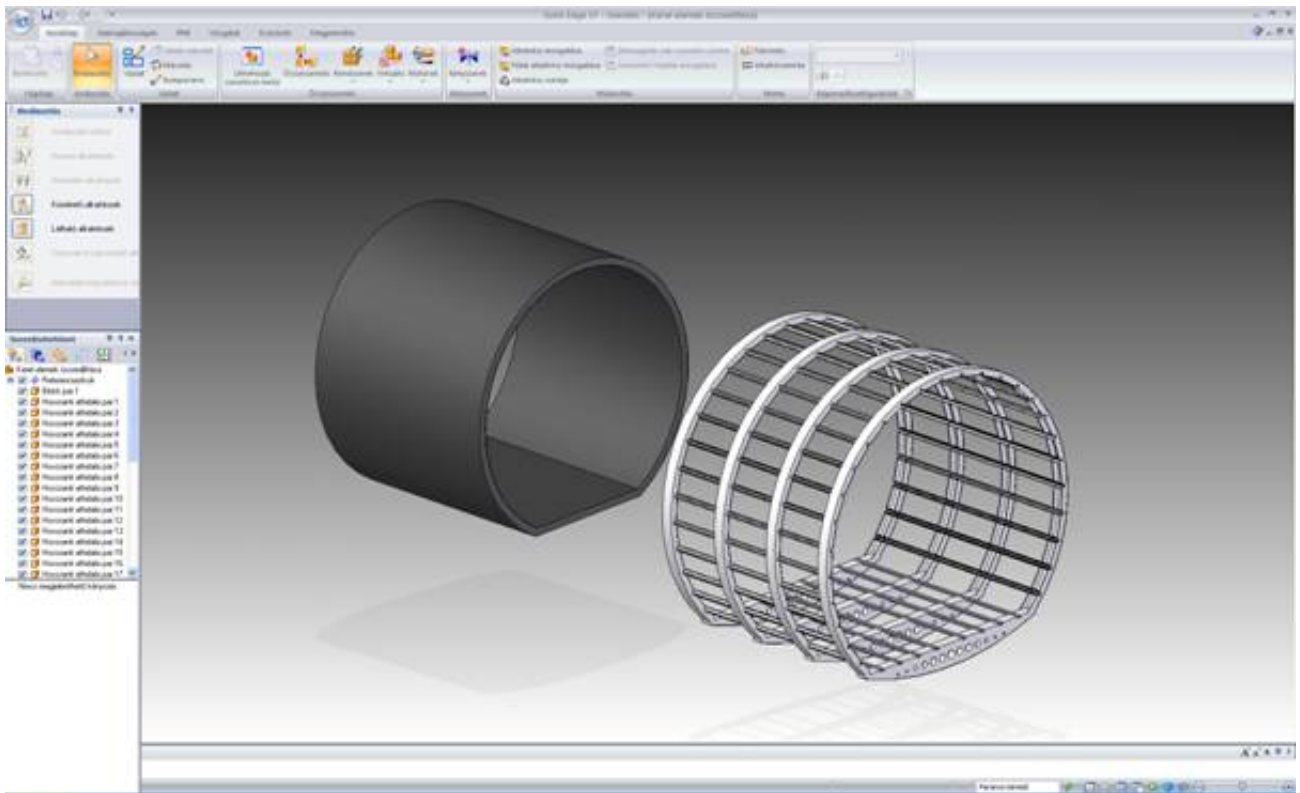
Utas kényelmi szempontok alapján elválasztható belső részek, business osztály, turista osztály		+
Belső világítási rendszer kialakítása	+	
Belső utastér oxigén ellátó rendszer kialakítása	+	

Egy átlagos belső méretterű törzs körülbelül 4 méter szélességű, 3,85 méter magasságú és 18-22 méter hosszú. Ebben kell elhelyezni az előre gyártott, utasszállító repülőgépek komfort és kényelmi szintjét biztosító megoldásnak megfelelő elemeket. Természetesen ekkora méretű egységet egyben a felépítményekkel együtt mozgatni és rögzíteni nem lenne egyszerű. A belső teret kitöltő elemet több szegmensre felosztva könnyedén gyárthatjuk, például kompozit szerkezetből autoklávban. Konstruktív követelmény, hogy az egyes részeket meghatározott módon lehessen rögzíteni a törzs tartószerkezeti elemeire és egymáshoz is.

A 2-es számú ábrán látható egymástól adott távolságra elhelyezett elvi kialakítású törzskeret, hosszmerítőkkel együttesen modellezve, melyet a Solid Edge ST<sup>13</sup> CAD 3D-es tervező rendszerben készítettem el. Egy lehetséges megoldás, hogy a gyártandó rész belső felépítményeivel az ábrán látható teret töltsék ki és sorban egymáshoz is csatlakoztathatók legyenek. A 3-as számú ábrán a keretekre illesztett, általam modellezett, szintén elvi kialakítású rész külső felépítése látható.



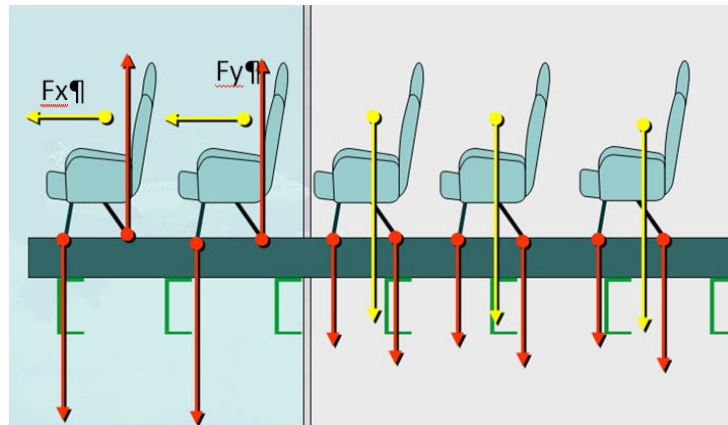
2-es számú ábra - Törzskeretek szegmensei elvi felépítésű rajz  
Solid Edge ST rendszerrel modellezve



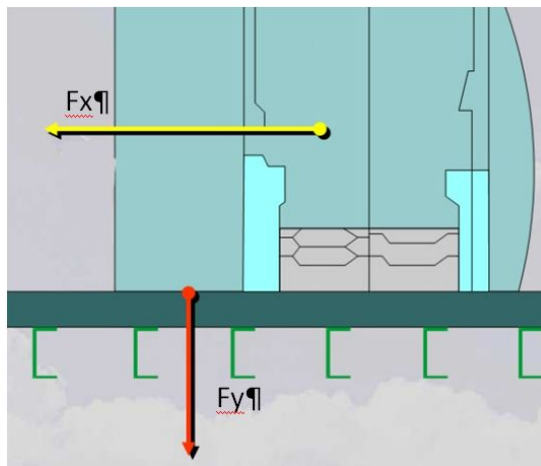
3-as számú ábra - Törzskeretek szegmensei és a mozgatható blokk elvi felépítésű rajz  
Solid Edge ST rendszerrel modellezve

Az előre gyártott és felépített blokk elemeket a padlózaton célszerű görgős vagy sínes rendszerű felépítményen mozgatni, melyeket a felütköztetési pontokon gyorszárrakkal legegyszerűbb rögzíteni. Az egymáshoz kapcsolódó egységek széleit peremes kivitelűre kell készíteni, hogy egymásba illeszkedhessenek. Az illesztést érdemes szorosra választani, hogy ez által is biztosítható legyen a szerkezetek kapcsolatának merevsége. A peremes illesztés mellett természetesen szükséges még további rögzítő pántok elhelyezése is.

A tervezés során az ülésekre és a rögzítési pontokra az 4-es és 5-ös számú ábrákon látható erőhatásokat kell alapul tekinteni.



4-es számú ábra - Ülések méretezésekor figyelembe veendő erők irányai  
Fx - előre mutató, Fy - felfelé mutató



5-ös számú ábra - Felépítmények, rakterek, mosdók méretezésekor figyelembe veendő erők iránya  $F_x$  - előre mutató,  $F_y$  - felfelé mutató

A 4-es és 5-ös számú ábrák értelmének megfelelően az ülések bekötési pontjainak és a felépítmények rögzítési pontjainak egy fel-le irányultságú 6g és előre irányuló 9g túlterheléseket kell elviselnie. Előre irányuló erő esetén a statikus tömeget kell tekinteni az alapterhelésnek, még a vertikális irányban ébredő kiinduló terhelés a statikus tömeg minimum 1,2-szerese.

## ÖSSZEZÉS

A jövő szállító repülőgépeinek tervezésénél a többfunkciós szerkezeti kialakítás kérdései fogalmazódnak meg, figyelembe véve a polgári, katonai alkalmazás összetett rendszerét. A mobil kialakítás miatt különös figyelmet kell fordítani az elektronikai rendszerek tervezésére, kivitelezésére, az RVSM képesség biztosítására, a változtatható konténeres raktér megvalósítására.

### Alkalmazott rövidítések és idegenszavak jelentései:

1. IATA: International Air Transport Association, Nemzetközi Légi Szállítási Szövetség
2. FAA: Federal Aviation Administration, az amerikai nemzeti légügyi hatóság
3. FAR: Federal Aviation Regulations, az amerikai légügyi hatóság által megfogalmazott előírások
4. JAA: Joint Aviation Authorities, az Európai Unió egyesített légügyi hatósági rendszere
5. EASA: European Aviation Safety Agency, az Európai Unió repülésbiztonsági ügynöksége
6. JAR: Joint Aviation Regulations, az Európai Unió egyesített légügyi előírásai
7. CS: CS-23, CS-VLA repülőgépek tervezési és gyártási irányelveit összefogó előírások
8. NAV/COM: a repülőgép navigációs- és kommunikációs berendezéseinek rövidített jelölési rendszere
9. RVSM: Reduced Vertical Separated Minimum, csökkentett függőleges elkülönítési minimum a repülőgépek irányításában alkalmazott eljárás
10. MASPS: a légi járművek számára előírt minimális rendszer követelmények
11. FL: Flight Level, a repülésirányításban alkalmazott repülési szint rövidítése
12. SSR: a repülőgépek fedélzetén alkalmazott válaszjel adó rövidítése
13. Solid Edge ST: számítógépen futtatható szinkronmodellezési CAD 3D-es tervezőrendszer, mely segítségével megoldható a szerkezeti elemek és összeállítások virtuális modellezése, majd kiegészítő alkalmazásokkal szilárdsági, áramlástani és kinetikai szimulációjuk

### Felhasznált irodalom:

1. Michael C. Y. Niu: Airframe Structural Design Lockheed Aeronautical Systems, Company Burbank, California USA 1990. ISBN No. 962-7128-04-X
2. Kavas László mérnök őrnagy: Az A-400 M Katonai Szállító Repülőgép ZMNE oktatási segédlet
3. Dr. Szűcs László: Katonai légi szállítások szervezése ZMNE oktatási segédlet

Vissza a tartalomhoz >>>