

Bali Tamás¹

SZIMULÁTOROK ALKALMAZÁSA A LÉGIJÁRMŰ-VEZETŐK KIKÉPZÉSÉNEK TÁMOGATÁSÁBAN

REZÜMÉ

Nem túlzás azt állítani, hogy a szimulátorok korszakát éljük. A számítógépek és informatikai rendszerek rohamos elterjedésével a szimulátorok beköltöztek mindennapjaink munkájába, életébe. Nincs ez másképp a repülés világával sem. A repülő szimulátorok alkalmazása beépült a repülést professzionális szinten folytató nemzetek légijármű-vezetői kiképzési tematikáiba. A cikk megírásának célja az volt, hogy bemutassam a repülő szimulátorokat, azok alkalmazásának lehetőségeit és előnyeit a légijármű-vezetők kiképzése során.

THE USE OF FLIGHT SIMULATORS IN PILOT TRAINING

RESUME

It is not unreasonable to say that we are living in the age of the simulator. As a result of the rapid spread of computers and IT systems, simulators have become part of everyday work and life. The world of aviation is no exception. The use of flight simulators has become an integral part of the pilot training syllabus in countries where aviation is conducted professionally. The objective of writing this article was to introduce flight simulators and outline the perspectives and advantages of their application in the context of pilot training.

BEVEZETŐ

Napjainkban a rohamosan fejlődő technológia korszakát éljük, mely gyakorlatilag hatással van életünk minden aspektusára. A fejlődő technológia hatásai nyomon követhetők úgy a mindennapokban, mint a legösszetettebb tevékenységek megoldásában. A modern technológia vívmányai megtalálhatóak az élet legfőbb tényezőiben úgymint földön, vízen és levegőben.

A világ országainak meghatározó része a légiteret a jövőbeni fejlődés színterének tekinti. Nagy figyelem összpontosul az űrtechnológiákra (a világűr megismerését szolgáló űreszközökre, műholdakra), illetve a légitérünket használó légijárművekre, azok fejlesztésére és gazdaságos, biztonságos és hatékony alkalmazására. A légijárművekkel kapcsolatos tevékenységek – alapvetően – két fő csoportra sorolhatók. Az első csoportba a légijárművek tervezésével, fejlesztésével; a másodikba pedig az elkészült légijárművek alkalmazásával kapcsolatos feladatok tartoznak. A légijárművek biztonságos alkalmazásának, illetve az arra történő felkészülésnek egyik legfontosabb eszköze a repülési szimulátor [1].

A repülési szimulátor tulajdonképpen nem más, mint egy olyan eszköz, mely képes modellezni a gyakorlati repülés elemeit bármely repülési környezetben. A gyakorlati repülés elemein a légijármű hajtóművének indításától a leállításáig felölelő összes tevékenységet kell érteni, a légijármű működését biztosító rendszerek üzemeltetésétől, a repülési elemek végrehajtásáig.

¹ Bali Tamás alezredes

MH 86. Szolnok Helikopter Bázis, Repülő Felkészítési Főnök, baliitomi@yahoo.com

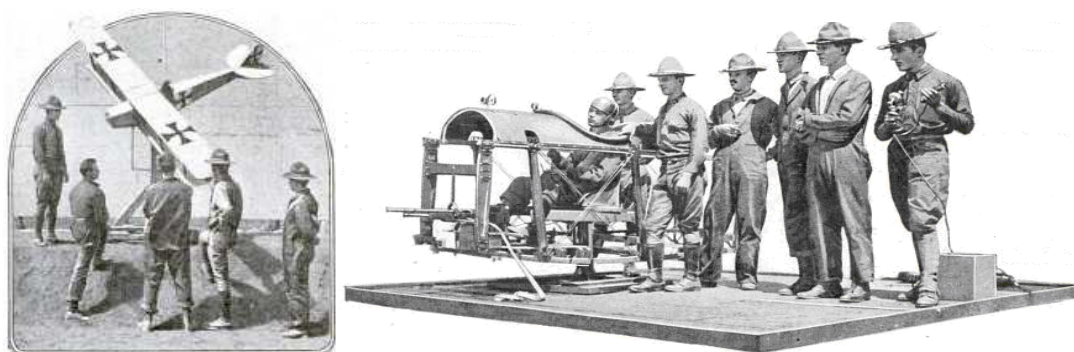
A szimulációs tér repülési környezeti tényezőit vizsgálva meghatározhatóvá válik, hogy a mai kor igényeit kielégítő repülési szimulátor szoftvere támogatja az összes napszakon belüli repülési tevékenység modellezését az időjárási állapotjelzők² módosíthatóságának lehetőségével.

REPÜLŐ SZIMULÁTOROK SZEREPE AZ ELMÚLT ÉVTIZEDEKBEN

Az I. világháború időszakában a repülés még a „szárnybontogatás” időszakát élte. Az emberiség csupán egy évtizeddel volt túl azon a történelmi eseményen, amikor a Wright fivérek először hajtottak végre repülést³ egy gyakorlatban működő, irányítható, motorral hajtott, levegőnél nehezebb „eszközzel”.

A háború folyamán alkalmazott repülőgépek irányítása nem igényelt túlzottan kiterjedt repülés-technikai felkészítést. Ez abból adódott, hogy az akkori, jobbára könnyűszerkezetes légijárművek a kialakítási karakterisztikájuknak köszönhetően aerodinamikailag stabilak, így könnyen vezethetőek voltak. A repülőgépek könnyű irányíthatósága ugyan nem tette szükségessé a repülő szimulátorok kialakítását, de volt egy olyan terület, amely megkövetelte egyfajta földi gyakorló berendezés kifejlesztését és alkalmazását. Ez a „terület” a fedélzeti géppuskával történő lövészet végrehajtása volt.

A fedélzeti géppuska a légi hadviselés, illetve annak eredményességét döntően meghatározó eszköze volt. A fedélzeti géppuska alkalmazására történő képzés – a fontosságából adódóan – meghatározó elemévé vált a légijármű-vezető kiképzésnek. Az I. világháború idején felmerült az igény egy olyan földi berendezés kialakítására, mely képes volt a képzési igény kielégítésére. A berendezés két részből állt. Az egyik része a sematikus kabin volt a géppuskával, a másik pedig a célt szimbolizáló ellenséges „repülőgép”. A kabin mozgatható volt, mivel akkoriban a géppuska a törzsszerkezethez mereven volt bekötve. Ez azt jelentette, hogy célzáskor a repülőgép orrát kellett az ellenséges repülőgépre irányítani. Az ellenséges repülőgépet egy makett repülőgép szimbolizálta, mely a légijármű-vezető kabintól különböző távolságba elhelyezve emberi erővel volt mozgatható. (1. ábra)



1. ábra

Pilóták géppuska lövészetének begyakorlása földi berendezés (szimulátor) alkalmazásával

A szimulátorok alkalmazása révén nyert képzési előnyök már az első világháborúban meggyőzően bizonyították jelentőségüket. A két világháború közötti időszakban robbanásszerű

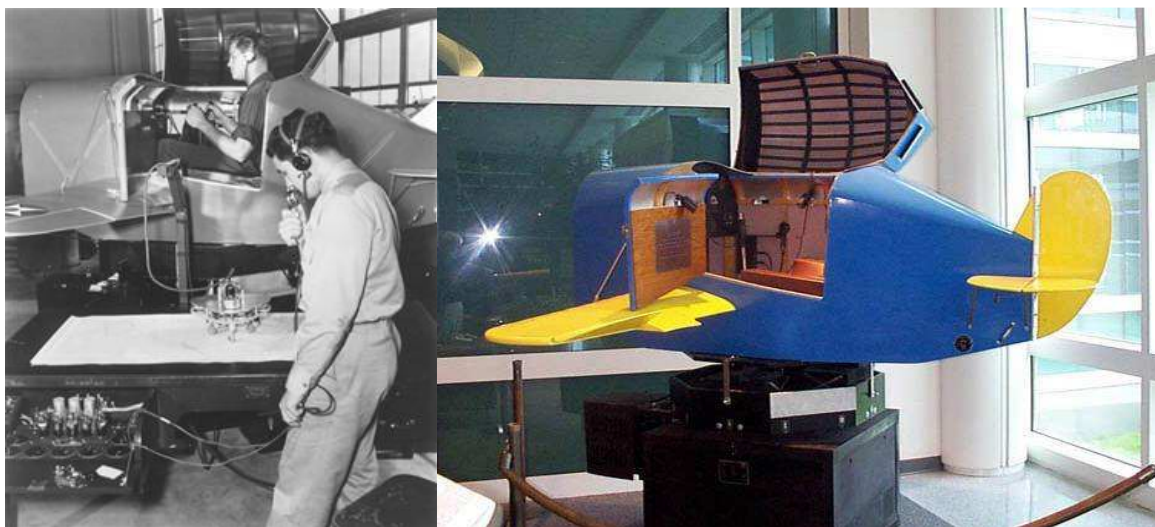
² Hőmérséklet, nedvességtartalom, csapadékosság, szél

³ Az első repülést Orville Wright hajtotta végre 1907. december 17.-n. Ő akkor 39 métert repült 12 másodperc alatt.

változáson ment keresztül a repülőipar. Az akkori repülő-mérnökök a szerteágazó igényeknek megfelelően különböző kategóriájú- és rendeltetésű, illetve ebből adódóan különböző repülési tulajdonságokkal rendelkező légi járműveket terveztek. Megjelentek a könnyű kategóriás, általában futárcélokat ellátó repülőgépek mellett a nehézkategóriás személy- és teherszállító légi járművek. Az akkori repülőgép-vezető oktatással foglalkozó szakemberek felismerték, hogy a kiképzés leginkább költséghatékony és egyben legbiztonságosabb eszköze a repülő szimulátor.

A II. világháború közeledtével a repülő-mérnökök azt a feladatot kapták, hogy az előzőeknél gyorsabb, fordulékonyabb, azaz jobban manőverezhető repülőgépeket tervezzenek azzal a céllal, hogy a későbbi harctevékenységekben⁴ azokat hatékonyabban lehessen alkalmazni. A repülőgépek manőverezhetősége a stabilitásuk hátrányára valósult meg. A könnyen irányítható légi járműveket a manőverező légi harcot megvívni képes, kialakításukat tekintve instabil repülőgépek váltották le. Az ilyen repülőgépek irányítása – repüléstechnikai szempontból – lényegesen összetettebb feladat volt, mint az elődeiké. A repülőgépek irányítását tovább bonyolította az a tény, hogy a repülési manővereket olyan újszerű hatások mellett kellett végrehajtani, mint a megnövekedett repülési sebességekből adódó túlterhelések.

Ebben az időszakban nyilvánvalóvá vált, hogy a harctevékenységekben résztvevő repülőgép-vezetők kiképzésének biztosításához egy olyan repülő szimulátort kell kialakítani, mely képes támogatni az összetett repüléstechnikai elemek begyakorlását egyfajta „instabil környezetben”. A felmerülő igényre nyújtott megoldást az Edwin Link⁵ által tervezett „Link Trainer” elnevezésű repülő szimulátor. (2. sz. ábra)



2. ábra A „Link Trainer” elnevezésű repülő szimulátor

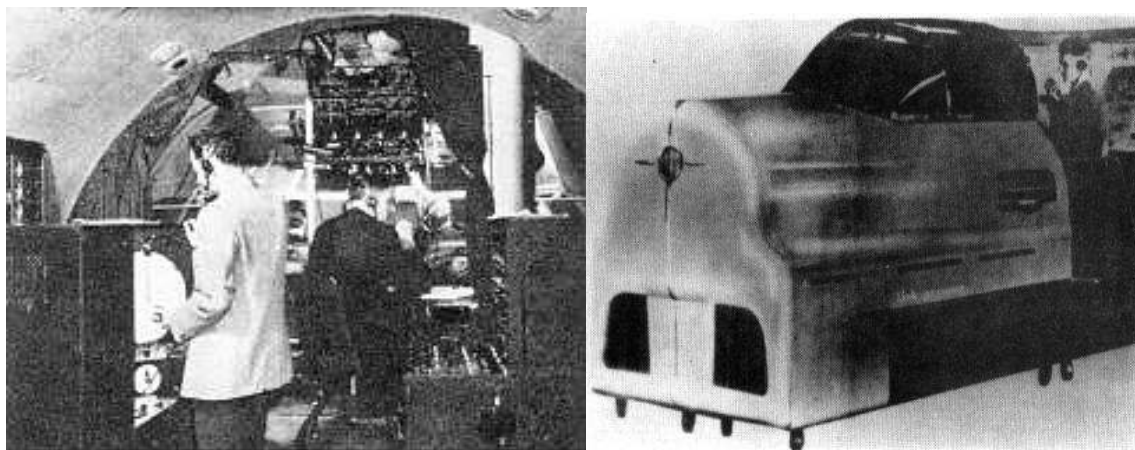
Ez a szimulátor olyan mozgatható törzsszerkezettel rendelkezett, mely lehetőséget biztosított – nappali és éjszakai viszonyok között egyaránt – a repülés közbeni bedöntések és bólintások szimulálására.

⁴ Közel légi harc.

⁵ Edwin Albert Link (1904. július 26. – 1981. szeptember 07.). A repülés és a víz alatti régészet úttörője volt. Legemlékezetesebb találmánya az 1929-ben kereskedelmi forgalomba helyezett „Link Trainer” – közismert nevén „Blue Box” – repülő szimulátor volt.

A kabin általános kialakítású volt, így megtalálhatóak voltak benne mindazon repülési műszerek, melyeket az akkori légijárművekbe beépítettek⁶. A szimulátort ezen tulajdonságai tették elismerté. A szövetséges erők (országok) a II. világháború időszakában széleskörűen⁷ alkalmazták a berendezést a repülőgép-vezetők kiképzésénél.

A digitális technológia fejlődésével a szimulátorok képességei, illetve az általuk biztosított képzési képesség is rohamos fejlődésnek indult. Az analóg számítógépek megjelenésével – az 1950-es években – kialakították azt a szimulátort, mely első alkalommal adott lehetőséget teljes repülő gépszemélyzet együttes tevékenységének begyakoroltatására. Ezt az tette lehetővé, hogy a légijármű berendezéseit már rendszer szinten lehetett üzemeltetni. Ez a szimulátor volt az úgynevezett „Curtiss Wright Boeing 377 Star Cruiser”. (3. ábra)



3. ábra A „Curtiss Wright Boeing 377 Star Cruiser” elnevezésű repülő szimulátor

A repülő szimulátorok következő nemzedékéhez tartoztak azok a berendezések, amelyeket már elláttak vizualizációval⁸, illetve hidraulikus mozgatható kabinnal (törzsszerkezettel). A vizualizáció kialakításánál – az 1950-es évek közepétől – kisméretű terepasztalokat készítettek, melyek felett egy kamera mozgott a repülőgép-vezető kormánymozgatásának megfelelően. A kamera által felvett képet vetítették a kabin elé elhelyezett felületre. Ezzel egyidőben, a hidraulikusan mozgatott törzsszerkezet bevezetésével megjelentek a megerősített törzskerekekkel rendelkező teljesen fémépítésű szimulátorok. Erre azért volt szükség, mert a törzsgyors hidraulikus mozgásokkor olyan erőhatások léptek fel, melyeket az addigi, jobbára-fa, illetve könnyűfém szerkezetek már nem tudtak elviselni [2].

Az 1960-as évek elején, amikor az analóg számítógépeket leváltották a digitális számítógépek, megjelent a ma is használt számítógép-alapú repülő szimulátor berendezések első generációja. Ezen időpont után robbanásszerűnek tekinthető az a technológiai fejlődés, mely lehetővé tette, hogy a ma alkalmazott berendezéseknél már mindennaposnak mondható a törzsszerkezet hidraulikus úton történő realizisztikus mozgatása, a szimulációs tér valósághű megje-

⁶ Ezek a következők: sebességmérő, magasságmérő, függőleges emelkedés és süllyedésmérő (variométer), irányszög rendszer, műhorizont, a műszeres repülési eljárásokat biztosító pörgettyűs iránytű és az ezen műszerbe integrált rádió iránytű, csúszásjelző, fedélzeti óra, hajtómű ellenőrző műszerek.

⁷ A II. világháborúban több mint tízezer Link Trainer volt alkalmazásban.

⁸ Vizualizáció: a repülési környezet megjelenítésére szolgáló rendszer.

lenítése bármely időjárási- és napszaki körülmény között, illetve a katonai célú berendezéseknél a harctevékenységek teljes körű szimulációja.

A REPÜLŐSZIMULÁTOROK KATEGÓRIÁI, LEHETŐSÉGEI

Napjainkban mind a katonai, mind a polgári repülés világában, széleskörűen alkalmaznak szimulátorokat. A berendezések képességei túlmutatnak a repülőgép-vezetők képzésén. Ezen eszközök felhasználhatóak az üzemeltető repülő-mérnökök légi üzemeltetési képzésénél, a módosított vagy újonnan kialakított fedélzeti rendszerek kísérleteinél, próbaüzemeltetésénél.

A korszerű képzést támogató berendezéseknek több kategóriája ismert [3][4]. A kategóriák sokszínűségét mutatja az, hogy léteznek olyan berendezések, melyek csupán arra szolgálnak hogy az alkalmazó megismerje a kabin belső kialakítását és képes legyen a „repülőgép” indítására, illetve léteznek olyanok, melyek egy több nemzeti harci kötelék harctevékenységét támogatják. Az alábbiakban bemutatom a jelenleg alkalmazásban lévő szimulátorok kategóriáit:

1. Kabin eljárásokra képző szimulátor (Cockpit Procedures Trainer – CPT):

Ezen kategóriájú berendezések kialakításának és alkalmazásának alapvető célja az, hogy a légijármű-vezető megismerje az adott légijármű kabin kialakítását, abban „otthonosan” el tudjon igazodni. Be tudja gyakorolni azon eljárásokat, melyek alapvetően a rendszerek indításához, leállításához szükségesek. Lehetőséget biztosít az általánosan előforduló különleges esetek⁹ kezelésének begyakorlására.

Napjainkban a CPT-ket interaktív módon alakítják ki, mely azt jelenti, hogy a légijármű-vezetők az alkalmazás előtt saját maguk választhatják ki, hogy mely légijármű - milyen fedélzeti konfigurációját akarják használni. Ezt repülőszoftvekkal telepített számítógéppel támogatott érintő képernyős „felületekkel” (például LCD monitorokkal) oldják meg. Egy Mi-17 szállítóhelikopterre konfigurált CPT látható a 4. ábrán.



4. sz. ábra: a Mi-17 szállítóhelikopter kabin kialakítását szimuláló CPT

A berendezés a fentiekén túl lehetőséget biztosít a már kiképzett légijármű-vezetők kiképzésének támogatására is. Alkalmazásával megismerhetővé válik egy korszerűsítés kapcsán a légijárműre újonnan felszerelt rendszer, műszer és azok földi és légi üzemeltetése.

⁹ A fedélzeti rendszerek és berendezések normál működésétől eltérő esetekre alkalmazott kifejezés. Ezek a következők lehetnek: hajtómű meghibásodások, tűz a légijármű különböző helyein (hajtómű és hajtómű tér, kabin), légijármű vezérlésének meghibásodásai, elektromos problémák.

Meg kell jegyezni, hogy ezen berendezések a légijármű-vezetők repüléstechnikai kiképzését nem szolgálják, mivel kialakításuk ezt nem támogatja.

2. Légi kiképző berendezés (Aviation Training Device – ATD):

A szimulátorok ezen kategóriája – a képességeit tekintve – közel áll a CPT-hez. Ezek a szimulátorok is általános kialakításúnak tekinthetők, de meghatározó különbség tapasztalható abban, hogy az eszközök csupán egy bizonyos légijármű „család”-ra vonatkozó képzést támogatnak. Ez azt jelenti, hogy lehetőséget biztosít például a könnyű kategóriához tartozó maximum 4 fő befogadására alkalmas merevszárnyas légijárművek fedélzeti berendezéseinek megismerésére, helyes földi és légi üzemeltetésnek begyakorlására, az esetlegesen felmerülő különleges esetek kezelésének elsajátítására. (5. ábra)



5. ábra Cessna-172 repülőgép kialakítását szimuláló ATD

Ennél a berendezésnél fontos megjegyezni, hogy a Magyar Honvédség is rendelkezik ilyen kategóriájú berendezéssel. Az eszköz az MH 86. Szolnok Helikopter Bázisnál, a légijármű-vezető képzés Előválogató fázisánál kerül alkalmazásra a jövőbeni repülőgép-vezetők képzésénél illetve kiválasztásánál.

3. Műszerrepülést támogató kiképző szimulátor (Basic Instrument Training Device – BITD):

A szimulátorok ezen kategóriájának alapvető célja, hogy támogassa a légijármű-vezetők műszerrepülő kiképzését. Felmerülhet a kérdés, hogy miért van szükség kifejezetten a műszerrepülés gyakorlásához egy egész szimulátor családra (kategóriára). Ha figyelembe vesszük a repülés üzemmódjait, akkor kijelenthető, hogy a műszerrepülés a repüléstechnikai-, valamint az alkalmazott repülési eljárások szempontjából a legösszetettebb feladat. Egy adott repülőtér műszeres megközelítése, a leszálláshoz történő bejövétel összetettsége, illetve a műszeres repülési manőverek repülés-technikai komplexitása megköveteli azt, hogy a légijármű-vezető azokat kiterjedten gyakorolja. Ez nagy repülési idő vonzattal jár, amely a kiképzés ezen ágát költségessé teszi. A műszerrepülő képesség elsajátításának leginkább költséghatékony elsajátítását biztosítják a BITD kategóriájú szimulátorok.

Mivel a BITD-k alkalmazásánál a prioritás a műszerek alapján történő repülésen van, ezért a fejlesztők ezeknél a berendezéseknél a vizualizációra nagy hangsúlyt fektetnek. Ebből fakadóan az eszköz a légijármű-vezetők repüléstechnikai képzésére alkalmatlan.

A 6. ábrán egy általános kialakítású BITD berendezés látható.



6. sz. ábra: Általános kialakítású BITD

Ennél a kategóriájú szimulátornál meg kell jegyezni, hogy ugyanezen kiképzési cél eléréshez az ATD kategóriájú szimulátorok is alkalmazásra kerülhetnek.

4. Repülő- és navigációs eljárásokra felkészítő szimulátor (Flight and Navigation Procedures Trainer – FNPT):

Az FNPT szimulátorok kategóriája már biztosítja a légijármű-vezetők repüléstechnikai és navigációs képzéséhez szükséges körülményeket. E körülmények közé kell sorolni a látvarepülési szabályoknak megfelelő repülési manőverek végrehajtását, illetve a vizuális navigáció vezetését biztosító részletes vizualizációt, az eredetivel megegyező kormány-szervek meglétét és az azok mozgatásánál fellépő valósághű elmozdulások szimulálását, a műszeres navigációt biztosító berendezések (műszerek) meglétét és valósághű működését.

Ezen berendezések kialakításánál még nem követelmény az, hogy a kabin kialakítása egy bizonyos légijármű hű másolata legyen, hiszen a képzési koncepció ezt nem követeli meg. A szimulátorok ezen kategóriájának alkalmazási célja az, hogy egy általános repüléstechnikai és navigációs képzést lehessen rajtuk folytatni. Egy általános kialakításúnak tekinthető FNPT szimulátor berendezés látható a 7. ábrán.



7. ábra: A Cessna repülőgépcsaládra kifejlesztett FNPT berendezés

5. Repülőképző berendezés (Flight Training Device – FTD):

Az FTD-k, a képzési képességeiket tekintve kontrasztosan nem különülnek el az FNPT kategóriájú szimulátoroktól, viszont kialakításukat tekintve már láthatóak különbségek. Alapvető kialakítási különbségnek tekinthető, hogy ezen berendezések már egy kifejezett légijármű típusra kerülnek kialakításra, belső kialakításuk kötött, nem konfigurálható. A kabin belső elrendezése teljesen valósághű. A műszerek és rendszerek üzemeltetését biztosító kapcsolók, illetve az azok visszaellenőrzésére szolgáló eszközök helye teljesen megegyezik a valós légijármű kabinjában meglévő helyével. Természetesen a szimulátor említett fedélzeti rendszereinek működése tökéletesen megegyezik a valós légijármű berendezéseinek működésével. A szimulátor alkalmazása kapcsán kijelenthető, hogy a szimulációs térben szoftveresen biztosított aerodinamika tulajdonságok megegyeznek az adott – valós – légijármű aerodinamikai tulajdonságaival. A szimulátor irányításakor a kormányokon fellépő erők szimulálása teljesen valósághű. A szimulációs tér vizualizáció biztosítja mind a nappali, mind pedig az éjszakai repülés-technikai és navigációs repüléseket a látva- és műszeres repülési körülmények között.

Mivel a szimulátor valósághűen képes szimulálni a légijármű rendszereinek és berendezéseink működését, ezért az alkalmas a felmerülő különleges esetek kezelésének begyakorlására akár gépszemélyzeti szinten. A 8. sz. ábrán a Boeing 737 típusra kifejlesztett FTD kategóriájú szimulátor látható.



8. sz. ábra: Boeing 737 FTD berendezés

Az FTD-nél meg kell jegyezni, hogy azok két meghatározó típusú kialakítással készülnek. Az egyik kialakítási típus a statikus kiépítés. Ezen kiépítésnél a kabin nem mozog, mivel az fixen kerül beépítésre, viszont a vetített kép „mozog” a kabin körül. Ekkor a szimulációs tér vizuális megjelenítése olyan határok között mozog, hogy ha az alkalmazó a repülés időszakában bármely irányba is tekint, azt látja. A másik kiépítési típusnál a kabin hidraulikusan kerül mozgatásra. Itt a vetített képen megjelenített vízszintes és függőleges tengelyek megfelelő természetes és mesterséges képződmények megegyeznek a valóságban fellelhetőekkel [5].

6. Teljes-képességű repülő szimulátor (Full Flight Simulator – FFS):

Ezen szimulátor kialakításánál is utalnom kell az előző kategóriájú szimulátornál (FTD) leírtakra. Gyakorlatilag az FFS kategóriájú szimulátorok a képességeiket tekintve nem térnek el az FTD-től, de kialakításukat tekintve igen.

Ezek a berendezések már kivétel nélkül mozgó platformra vannak kiépítve. A platformok hidraulikusan kerülnek mozgásra a számítógépek által kidolgozott vezérlőjeleknek megfelelően. A mozgítás annyira valóságos, hogy a repülés közbeni mozgások dinamikáját illetve a fellépő gyorsulásokat is életszerűen lehet bennük érzékelni.

A platform mozgása alapvetően több szabadságfokú, mely biztosítja a kabin bármelyirányú elmozdulását. (9. ábra)



9. ábra A Thales cég SSJ-100 FFS berendezése

A képzési képességei alapján az ilyen kategóriájú berendezés a szimulátorok csúcskategóriájának tekinthető[6].

Ha a katonai képzési igényeket tekintjük, akkor viszont kijelenthető, hogy nem elegendő az FSS repülés-technikai-, navigációs-, a különleges eljárásokra, illetve a gépszemélyzet közös tevékenységének kialakítására vonatkozó képesség. Szükség van egy olyan szimulációs képességre, mely biztosítja a légijármű-vezetők harcászati képzését. Ezt a képzési képességet fogja támogatni a repülő szimulátorok következő kategóriája.

7. Harcászati képzést biztosító szimulátor (Full Mission Simulator – FMS):

A harcászati képzést támogató szimulátorok általában rendelkeznek mindazon képességekkel mint az FSS-ek. Ugyanakkor háttérbe szorul például a kormánysszervek sorosíthatóságának lehetősége¹⁰, mely lehetőségre vonatkozó igény fel sem merül a merevszárnyú (harcászati) repülőgép szimulátoroknál. Ezen szimulátorok képességeinél a hangsúlyt az ellenséges erők támadó, illetve védelmi tevékenységének szimulálása kapja. Természetesen a harcászati képzést támogató szimulátoroknál is jelentőséggel bír a meteorológiai körülmények állíthatóságának lehetősége, mely figyelembe véve a harcászati elveket a nappali illetve éjszakai körülmények szimulálására korlátozódhat [7].

¹⁰ A kormánysszervek sorosítása teszi lehetővé a repülés-technikai képességek kialakítására szolgáló oktatási tevékenységet.

A harcászati feladatokat általában nem egyes géppel, hanem kisebb-nagyobb kötelékben hajtják végre, ezért az ezen kategóriához tartozó berendezések egy hálózatra vannak kötve. A hálózaton keresztül a berendezések, és így a szimulált légijárművek, harctevékenysége egy időben jelenik meg a szimulációs térben. A magasabb szintű szimulációs rendszereknél lehetőség van a különböző haderőnemekhez tartozó fegyvernemek tevékenységének egyidejű szimulálására, együttműködésük begyakorlására. A hálózat a kialakítását tekintve lehet intranet- vagy internet hozzáféréseken keresztül működő.

A berendezés lehetőséget biztosít a fegyverrendszerek alkalmazásának teljes körű begyakorlására. (10. ábra)



10. ábra Az EC 665 (NATO kódnev: Tiger) harci helikopterek harcászati alkalmazásának gyakorlására kialakított FMS berendezés

A SZIMULÁTOROK SZÜKSÉGES KÉPESSÉGEI A LÉGIJÁRMŰ-VEZETŐK FELKÉSZÍTÉSE ASPEKTUSÁBÓL[8]

A szimulátor berendezés alkalmazásának célja az, hogy a pilóták a földön képesek legyenek megszerezni a vizuális repülési és műszerrepülési gyakorlatok végrehajtásához szükséges alapvető repülő-technikai és navigációs készségeket. A berendezés üzemeltetési költségeinek figyelembevételével a repülő felkészítés leginkább költséghatékony megoldását nyújtja, mivel üzemeltetésével jelentős repülési üzemóra takarítható meg.

A képzést támogató szimulátorokkal szemben pontosan behatárolható követelmények fogalmazhatóak meg. Elsősorban a ki kell jelenteni azt, hogy csak akkor hajtható végre hatékony képzés egy adott szimulátor berendezésen, ha az teljes mértékben képes szimulálni a képzésbe bevont légijármű típus aerodinamikai jellemzőit. Természetesen a szimulátor berendezésnek támogatnia kell a gépszemélyzetben végrehajtásra kerülő repüléseket. Rendelkeznie kell olyan párhuzamosított oktató és növendék munkahellyel, mely lehetőséget biztosít az oktató számára, hogy a repülés folyamán beavatkozzon a repülési paraméterek „rendezése” érdekében. A kabin kialakításának meg kell, felelnie egy általános repülőgép és helikopter kabin kialakításának a műszerezettség, a kormányszervek, az ülések, és a kilátás szempontjából. A kabinban elhelyezett kapcsolók, és kezelőszervek működése meg kell, hogy egyezzen a valós funkcionális szerepükkel.

A szimulátor berendezésnek rendelkeznie kell „Oktatói pulttal (Oktatói munkahellyel)”, mely lehetőséget biztosít a repülés meteorológiai helyzetének repülés előtti és közbeni módosítására, légi meghibásodás imitálására a repülés teljes időszakában (indítástól a hajtómű leállításáig). A feladatok végrehajtása folyamán, azért hogy a pilóták tapasztalatot szerezzenek egyes műszerek, berendezések üzemképtelenné válásának időbeni észlelésére, az oktató a repülés bármely szakaszában imitálhatja a légi meghibásodásokat. Ennek megfelelően az oktatói pultnak – illetve kezelőjének – képesnek kell lennie: a szimulációs tér meteorológiai körülményeinek alapbeállítására, repülés közbeni változtatására; a különleges esetek szimulálására; a vizuális elemek megjelenítésére (módosítására) a látva repülési szabályok végrehajtása melletti repülések folyamán, külső képi megjelenítéssel, navigációs adatok betöltésére; a navigációs feladatok végrehajtásánál, szimulált, légi irányítási, kommunikáció végrehajtására a gépszemélyzetek és az irányító szolgálat között.

A szimulátor berendezés műszerezettségének biztosítania kell mind a vizuális (VFR¹¹), mind pedig a műszeres (IFR¹²) repülések végrehajtását nappal és éjszakai körülmények között egyaránt. A repülőképzés alapelemeként kell a pilótáknak elsajátítani a természetes horizonthoz, illetve természetes és mesterséges tereptárgyakhoz viszonyítva a repülési elemek elsajátítását. Ennél a repülési módozatnál kerül előtérbe a szimulációs tér valósághű kidolgozottsága. A szimulációs tér vizualizációjának támogatnia kell az alap-repüléstechnikai elemek – úgymint egyenes vonalú repülés, magasságtartás, emelkedés és süllyedés, állandó szögsebességű standardfordulók, forduló meghatározott irányszögre, emelkedő és süllyedő fordulók, különböző bedöntésű fordulók, függés, földközeli elmozdulások, elfordulások, útvonalrepülés, sebesség és konfigurációváltások, repülőtér vizuális megközelítési eljárások – végrehajtását. A repülések folyamán – főleg a képzés első időszakában – gyakorlatilag folyamatosan fennáll annak a veszélye, hogy a légijármű „bonyolult helyzetbe”¹³ kerül. Annak érdekében, hogy gyakorolni lehessen a bonyolult helyzetek kezelését, a szimulációs tér vizualizációjának támogatnia kell a nagy állásszögű-, és nagybedöntésű fordulók végrehajtását, repülések végrehajtását átesés közeli sebességen, kiengedett féklappal-, és futóművel átmeneti üzemmódon, a kis és nagysebességű „átesést” a repülőgép helyzetének függvényében illetve a repüléseket a helikopter önforgási üzemmódján. Ezen túl a vizualizációnak képesnek kell lennie a repülőtéri fények megjelenítésre (megközelítési fények, pályafények, guruló fények, VASI/PAPI¹⁴ fények, marker fények); a különböző meteorológiai viszonyok vizuális megjelenítésére (felhőzet, csapadék, pára, köd), a valóságos repülőterek objektumainak- (épületek, guruló utak, irányító torony, fel és leszállópálya) illetve a terepdomborzat megjelenítésére.

A szimulátornak képesnek kell lennie a földi mozgások (gurulás, airtaxi¹⁵, fékezés megállás le-, és felszállás), illetve a földi tevékenységek (indítás, rendszer ellenőrzések, leállítás) szimulálására. Képesnek kell lennie a repülés folyamán fellépő különleges esetek szimulálása a

¹¹ Visual Flight Rules

¹² Instrument Flight Rules

¹³ A repülés folyamán fellépő bonyolult helyzet azt jelenti, hogy a légijármű olyan üzemmódon repül vagy olyan térbeli helyzetbe kerül mely nagymértékben eltér az előírttól és/vagy veszélyezteti a repülés biztonságát.

¹⁴ Visual Approach Slope Indicator/Precision Approach Path Indicator = Siklópálya fénytechnikai indikátor.

¹⁵ „Légigurulás”, mely kifejezi a helikopter kissebességű elmozdulását a gurulásra kijelölt utak felett. A csúszótalppal rendelkező helikopterek által alkalmazott eljárás.

hajtómű indításától annak leállításáig, mind a földi tevékenységek (hajtóműindítás, hajtómű próba illetve gurulás), mind pedig a teljes repülés folyamán.

A repülőképzés során az egyik legnagyobb nehézséget a műszerek szerinti repülés végrehajtása okozza. A műszeres repülési eljárások szabvány végrehajtásának begyakorlása érdekében a berendezésnek képesnek kell lennie a műszeres alap-repüléstechnikai elemek – egyenes vonalú repülés, magasságtartás, emelkedés és süllyedés, forduló meghatározott irányszögre, állandó szögsebességű, standardfordulók, emelkedő és süllyedő fordulók, különböző bedöntésű fordulók, sebesség és konfigurációváltások, kivétel bonyolult repülési helyzetekből, repülés kiegészítő, tartalék műszerek alapján – végrehajtására. Mivel a műszerrepülés elsajátításának jelentősége abban rejlik, hogy egy adott légijármű képes legyen bonyolult időjárási körülmények mellett is a feladat-végrehajtásra, ezért a szimulátoroknak a műszeres alap-repüléstechnikai elemek elsajátíthatóságán túl támogatnia kell a földi telepítésű – különböző hullámsávokon működő – irányadó állomások (VOR¹⁶/DME¹⁷, ILS¹⁸, NDB¹⁹) felhasználásával végrehajtásra kerülő műszeres repülési/navigációs eljárások végrehajtását is.

A műszeres navigációs repülési eljárások végrehajthatóságának érdekében támogatnia kell a radiálok felhasználásával történő helymeghatározást, radiál elfogást, radiálon való repülést, irányra való rárepülést, műszeres forgalmi körre állást, megadott pont feletti várakozási eljárást, megközelítési eljárásokat különböző repülőterekre, megszakított megközelítést (Missed Approach Procedure), megközelítést kiegészítő műszerek alapján. A szimuláció valósághűségének biztosításához szükség van egyrészt arra, hogy a berendezés képes legyen szimulálni az ISA²⁰ szerinti atmoszférikus körülményeket, úgymint légnyomás és hőmérséklet változását a magasság növekedésével vagy csökkenésével, másrészt pedig arra, hogy szimulálja a repülés közbeni hanghatásokat (motor/hajtómű hang, futó-fékszárnny ki-, és behúzása, földetérés, repülés közbeni figyelmeztető jelzések).

Amikor képzést támogató szimulátorokról beszélünk, akkor meg kell említeni egy olyan szimulációs rendszerelemet, mely legtöbbször a háttérbe szorul. Ez a rendszerelem nem más, mint a repülések kiértékelését biztosító kamera-, és képrögzítő rendszer. A kamerarendszer a hozzákapcsolt képrögzítővel létfontosságú információkat biztosít azzal kapcsolatban, hogy egy adott képzés alatt álló légijármű-vezető különböző stressz hatásokra (pl.: repülések folyamán bekövetkező rendszer meghibásodások, madárral történő ütközések, a rendtől eltérő műszeres repülési eljárások kezelése, bonyolult meteorológiai körülmények közötti repülés stb.), milyen válaszreakciókat ad, milyen terhelhetőséggel bír. Ezen rendszerelem (általános neve: Ellenőrző és értékelő munkaállomás) alkalmazásával objektív információkat (adatokat) lehet gyűjteni a pilóták képességeiről, illetve adottságairól mind repülésbiztonsági-, mind pedig repülő-egészségügyi szempontból. Kiszűrhetővé válnak azon pilóták, akik nem képesek a stressz helyzeteket – az alapos repülésre történő felkészülés ellenére sem – helyesen vagy meghatározott időn belül megoldani. Bizonyos képzést támogató szimulátorok botkormányá-

¹⁶ VHF Omnidirectional Radio Range = VHF frekvencia tartományban működő földi irányadó állomás

¹⁷ Distance Measuring Equipment = Rádió távolságmérő berendezés

¹⁸ Instrument Landing System = Műszeres bevezető rendszer mely rádió és fénytechnikai berendezéseket foglal magában a bejövetheti eljárások, illetve a leszállások megkönnyítése céljából.

¹⁹ Non Directional Beacon = Középhullámú rádiófrekvencia tartományban működő földi irányadó állomás

²⁰ International Standard = Nemzetközi szabvány

nak markolatába marokszorítást, kézremegést és pulzusszámot mérő érzékelőket, illetve kifejezetten a szemmozgást figyelő kamerát építenek be. Ez az Elemző és értékelő munkaállomás a pilóták „szűrésén” túl lehetőséget teremt a Magyar Honvédségiben aktívan repülő légijármű-vezető állomány jártasságainak ellenőrzésére is. Objektíven mérhetővé válik egy adott légijármű-vezető jártasságainak romlása – pl. repülésekből történő különböző idejű kiesések esetén – a különleges helyzetre adott válaszreakció időinek mérésével. A válaszreakció idők változási tendenciája természetesen nemcsak a repülésből történő kiesés hosszától, hanem az adott légijármű-vezető képességeitől (adottságaitól) függ. A mérési eredmények személyre menően határozhatják meg azt az időintervallumot, melyet az adott légijármű-vezető a képzésének bizonyos elemeiben kihagyhat egy bizonyos jártasság fenntarthatóságáig. Ezzel az eljárással – azon túl, hogy a repülő alegység parancsnoka részletes képet kap a beosztott légijármű-vezető állománya képességeiről – új lehetőségek nyílnak a hadrafoghatóságot meghatározó jártasságok fenntartását biztosító képzés személyre menő tervezésére.

A repülések végrehajtása nem merül ki csupán az adott légijármű manuális irányításában (vezetésében), ugyanis azt egy komplex feladatnak kell tekinteni, mely kell tekinteni, mely – többek között – magában foglalja a földi irányító szolgálatokkal történő kommunikációt, a légtérben feladatot végrehajtó egyéb légijárművekkel történő együttműködést is. Ennek megfelelően a szimulátor berendezésnek a fedélzeti kommunikáció biztosításán túl képesnek kell lennie a repülés közbeni rádiólevelezés szimulálására a földi repülés-irányító szolgálatokkal, adott esetben légi vezetési pontokkal.

Abban az esetben, ha a berendezés a fenti követelményeknek megfelel, akkor képessé válik az alapvető vizuális és műszerrepülés közbeni repüléstechnikai és repülés eljárási elemek, az ellenőrzött és nem ellenőrzött repülőtereken és légterekben illetve nemzetközi légiforgalomban alkalmazott rádiólevelezés, a légijármű fedélzetén történő együttműködési rend, a repülés folyamán kialakuló vészhelyzeti eljárások, a légijármű vezetése folyamán kialakuló bonyolult helyzetek megoldására irányuló tevékenység gyakorlásának támogatására.

BEFEJEZÉS

A cikk megírásával az volt a célom, hogy feltárjam a repülő szimulátorok alkalmazásának lehetőségeit a pilóták képzésében. Bemutassam a jelenleg alkalmazott berendezések kategóriáit, azok képességeit, korlátait, illetve azok lehetséges alkalmazási területeit. Írásomban a pilóták képzési követelményeivel kapcsolatban szerzett tapasztalataim felhasználásával összefoglaltam azon elvárásokat, melyek egy kompetens módon alkalmazható szimulátortól elvárhatóak.

Reményeim szerint sikerült annak alátámasztása, hogy a repülőképzés egyik legfontosabb és leginkább költséghatékony eleme a szimulátorok alkalmazásában rejlik, azok alkalmazása nélkülözhetetlen a komplex rendszerekkel rendelkező légijárművek használata során. Az azokon történő képzés (gyakorlás) repülésbiztonsági szempontból megkerülhetetlen a harci alkalmazásra történő felkészítés időszakában.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Charlotte Adams: Simulation and Training (Rotor & Wing magazine, Rockvill /USA/ 2010 június, p 24-30, ISSN-1066-8098)

- [2] Brendan Sobie: Virtually Perfect (Flight International online magazine, 2008 december, p 32-35, ISSN: 00153710)
- [3] <http://www.faa.gov/about/initiatives/nsp/>, letöltés ideje: 2011. október 01., 20.49,
- [4] JAR-FSTD A: Aeroplane Flight Simulation Training Devices (Joint Aviation Authorities, 2008. május 01.)
- [5] Charlotte Adams: Enhanced and Synthetic Vision (Rotor & Wing magazine, Rockvill /USA/ 2010 szeptember, p 32-38, ISSN-1066-8098)
- [6] Debbie Sparks & Tony Capozzi: Helicopter Training (Rotor & Wing magazine, Rockvill /USA/ 2009 március, p 46-50, ISSN-1066-8098)
- [7] Ian Strachan: Military Flight Simulators Today (Military Simulation & Training online magazine, Lake Mary /USA/ 2008 január, p 27-31, ISSN: 10711052)
- [8] Bali Tamás – Koller József: Szimulátor alkalmazásának aspektusai a pilótaképzés és műveleti repülések érdekében (Honvédségi Szemle, 63. évfolyam 5. szám, 2009. szeptember)

ÁBRÁK JEGYZÉKE

	Forrás	Letöltés ideje
1.	Popular Science Monthly, 1919 január, vol. 91.; http://translate.googleusercontent.com/translate	2011. szeptember 26. 22.27
2.	http://www.google.hu/imgres?q=Link+trainer&um=1&hl=hu&client	2011. szeptember 18. 23.30
3.	http://www.google.hu/imgres?q=Curtiss+Wright+Boeing+377+simulator	2011. október 11. 10.20
4.	http://www.aerosyseng.com/products/Cockpit-Procedures-Trainer.html	2011. október 12. 8.30
5.	http://https://www.flyelite.com/?page_id=67	2011. október 12. 9.00
6.	http://https://www.flyelite.com/?page_id=953&shopp_pid=76	2011. október 12. 9.40
7.	http://www.mechtronix.com/nc/photo-gallery/album/?tx_jmgallery_pi1[albumUId]=4	2011. október 14. 8.40
8.	http://www.simaviatik-south.com/photos#Previous	2011. október 14. 9.50
9.	http://www.flickr.com/photos/superjetinternational/5997302939/in/pho-tostream/	2011. október 14. 10.40
10.	http://www.barco.com/simulation_virtualreality/reference/2970	2011. október 14. 11.10