

Rohács József

A repülés és a repülőipar fejlődésének hatása a gazdaságra

A repülés, a repülőipar csúcstechnológia tudás alapú gazdasági ágazatok. Szervezettségük alapján az egy alkalmazottra jutó hozzáadott érték ezekben a gazdasági szektorokban a legnagyobb. Nem véletlen, hogy minden fejlett ország aktív részvevője a gazdaság ezen részeinek. Ez a rövid tanulmány pont arra hívja fel a figyelmet, hogy a gazdaság fejlesztésére koncentráló stratégiai fejlesztések során nem szabad kihagyni a repülést, a repülőipart. Ráadásul a repülés most érkezett el a fejlődését meghatározó (második) "S"-görbe végéhez. A mostani változó folyamatot egyfajta stratégiai, technológiai és szerkezeti váltás jellemzi. Ilyenkor könnyebb csatlakozni a főbb folyamatokhoz, a koncentráló piac főbb szereplőjéhez. Ez a cikk ennek a lehetőségeit vizsgálja. Először, néhány meghatározó problémát mutat be, majd felvázolja a technológia fejlődés legfontosabb sajátosságait. Ezután elemzi a repülés és a gazdaság, illetve a repülőipar és a gazdaság kapcsolatát. Kiemeli, a stratégiai fejlesztés szempontjából fontos kapcsolatokat és megfogalmazza a fejlesztés szempontjából fontos következtetéseket.

Keywords: repülés, repülőipar gazdaság stratégiai fejlesztés

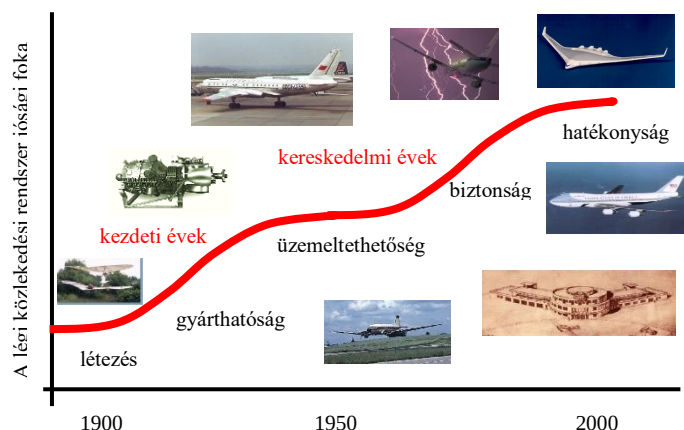
BEVEZETÉS

Talán mindenki hallott a Malév megszűnéséről. Sokan természetesnek tartották, hogy csődhelyzetbe került a vállalat. Egyesek a piaci koncentráció miatti gyilkos versenyben, mások a menedzsment (sorozatban) által elkövetett hibákban, de voltak, akik a tulajdonosok és a menedzsment felelőtlen gazdálkodásában (működési pénzek kivonásában), nemzetközi gazdasági és politikai nyomásgyakorlásban és a többen ezek együttesében vélték meghatározni az elkerülhetetlen csődhöz vezető folyamatokat. Ma már sokan látják, mit veszített a magyar gazdaság ezzel a csőddel. Lényegében a repülőteret használó utasok létszámával nincs is olyan nagy baj. Az ideérkező utasok fogyasztási szokásai és fogyasztó képességei viszont elmaradnak a lehetőségektől.

A magyar repülőipar ennél is összetettebb és rosszabb helyzetben van. Két vesztes háború után is leépítették a repülőipart. Lényegében elzárták a Magyar gazdaságot a csúcstechnológiától. Sajnos jelenleg egy "önkéntes Trianon" következményeivel kell szembesülnünk. Mostanában - még messze nem elég, de - nem elhanyagolható támogatást kap a magyar repülés, repülőipar. A támogatási célokkal és a felhasználás eredményeivel viszont komoly problémák vannak. Ez a tanulmány pont ebben próbál segítséget nyújtani a stratégiai fejlesztési koncepciót készítő számára. Mint ilyen szervesen kapcsolódik a korábban megjelent a stratégiai fejlesztéssel foglalkozó cikkekhez [1, 2].

A tanulmány összeállításának másik fontos aktualitását az adja, hogy a repülés fejlődését meghatározó ún "S"- görbék (1. ábra) közül a második végénél tart [3 – 5]. Ez egyben azt jelenti,

hogy (i) felerősödnek az ágazatban megjelenő problémák, (ii) megindul egy erőteljes – kezdetben kifejezetten technológiai - fejlesztés, (iii) átrendezik a repülés és a repülőipar. Az átmenet akár 15 – 25 évig is eltart, mire nyilvánvalóvá válik a következő “S” – görbét meghatározó alapvető technológia. Mindenesetre, ebben az átmeneti időszakban tudnak az új szereplők helyzetbe kerülni. Most nem az a fontos kinek milyen ipara, gazdasági háttere van. Az a fontos kinek, milyen ötlete van, ki tud többet hozzátenni a problémák megoldásához, új technológiák kifejlesztéséhez.



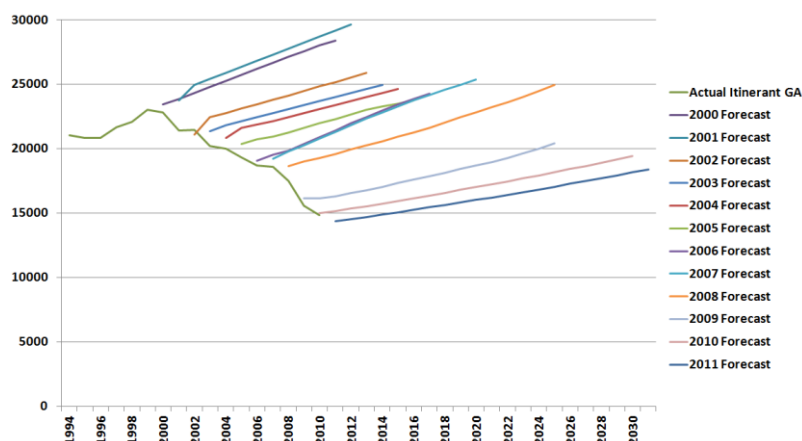
1. ábra: A repülés fejlődéstörténetének két “S” görbéje [3]

Érthető, ebben az átmeneti időszakban könnyebb bekapcsolódni a nemzetközi folyamatokba a repülés és a repülőipar rendszerébe. Ezzel lehet közvetlen kapcsolatot teremteni a legfejlettebb technológiák forrásához, ezzel lehet a technológiai transzfer folyamatokat erősíteni.

Ez a rövid tanulmány öt pontban foglalkozik a repülés és a repülőipar gazdasági kapcsolataival. Az első pont a legfontosabb ágazati problémák közül néhányat kiemelve jellemzi, mit jelent az repülés fejlődésében megjelent átmeneti időszak. A második pont alapvetően a jövőre koncentrálna és néhány jelentős technológia fejlesztést, illetve eredményt elemezve megkísérli felvázolni a változási irányokat. A harmadik pont kifejezetten a repülés és a negyedik a repülőipar és a gazdaság kapcsolatát vizsgálja. Célja a kapcsolat jelentőségének az értékelése, a lehetséges fejlődési, fejlesztési irányok bemutatása. Végül az ötödik pont felvázolja a magyar repülőipar fejlesztésére kidolgozandó és alkalmazandó stratégia alapjait.

1. A REPÜLÉSFEJLŐDÉSÉT MEGHATÁROZÓ PRTOBLÉMÁK

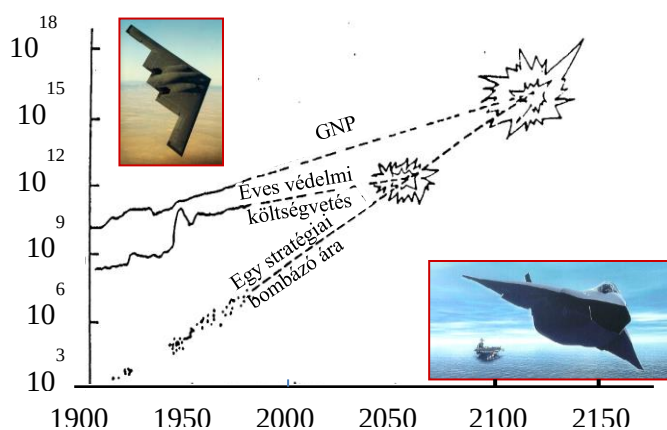
A repülés fejlődését egyfelől eléggé könnyen lehet előre jelezni, mivel a fejlődés folyamatos és „kisebb visszaesésektől” eltekintve töretlen (lásd 3. pont). Másfelől, az új technológiák alkalmazásával – pl. a személyes repülőgépek megjelenésével - új lehetőségek, új piacok nyílnak, de ezek előrejelzése (forecast) szinte lehetetlen (2. ábra) a szabályozási környezet (általában elkéső) változáskövetése (lásd drónok), a piacfejlesztés anomáliái, hibái és a társadalmi elfogadottság miatt. Egy biztos, a 2. ábra előrejelzéseinek készítői töretlenül bíztak abban, hogy az FAA, NASA (National Aeronautics and Space Administration) SATS (Small Aircraft Transportation System) megaprogramba [7] fektetett milliói előbb, utóbb eredményre vezetnek.



2. ábra: Az FAA (Federal Aviation Administration) és a GAMA (General Aviation Manufacturers Association) előrejelzése az általános repülés növekedésére az U.S. toronnyal rendelkező repülőterein [6] (A valós adatokból kiinduló emelkedő vonalak az évente kidolgozott előrejelzéseket mutatja)

A NASA SATS program elmaradt hatásaiért, részben, vagy egészben a 2008 – as válság okolható. Ugyanakkor a repülésben egy sor és jelentős probléma jelentkezett (lásd részletesebben az [1]-es hivatkozást). Közülük sokan ismerik pl. a repülésvédelem (security) vagy a környezetszennyezés problémáit. Ennek ellenére érdemes néhány fontosabb problémát kiemelni és röviden bemutatni.

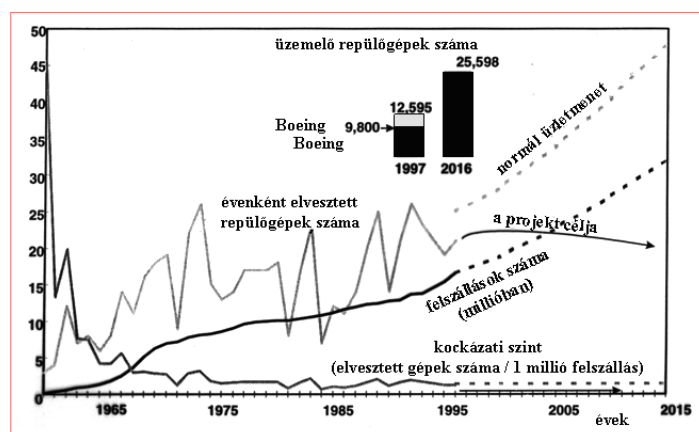
Elsőként egy kevésbé ismert, de alapvető, mondhatni első számú problémát, az „ár-konfliktust” érdemes elemezni. Ezt egyfajta ár-robbanásnak lehet értelmezni. A repülőgépeket a gyártók egyre több és fejlettebb megoldással, berendezéssel, rendszerrel, felszereléssel látják el. Ezek a gépek ténylegesen jóval többet tudnak az elődjeiknél, de lényegesen drágábbak is. Megfigyelhető a repülőgépek exponenciális emelkedése. A repülőgépek beszerzési költségeinek várható alakulására egy amerikai projekt hívta fel a figyelmet még a múlt század végén [8]. Az akkori előrejelzés szerint (3. ábra) az amerikai hadsereg éves költségvetése 2060 körül, az amerikai GNP (Growth National Product) pedig 2140 körül éves szinten meg fog egyezni egy stratégiai bombázó repülőgép árával, ha a jelenlegi fejlődési tendencia megmarad. Nem véletlen, hogy az amerikai kormány a jelenség felismerése után a többfunkciós F-16-osok leváltására – akkor még csak készülő - JSF (Join Strike Fighter) repülőgépek árát már maximalizálta.



3. ábra: Ár-robbanás – a repülőgépár változásának előrejelzése (1998-ból) [8]

Szinten mindenki ismeri a repülésbiztonság legfontosabb sajátosságait, hogy a legtöbb katasztrófa a bevezetés és leszállás során következik be, a katasztrófák mintegy 80 %-át emberi hiba váltja ki, a katasztrófát 3 – 5 látszólag egymástól független jelentős ok váltja ki. Azt is sokan tudják, hogy a légiközlekedés a legbiztonságosabb közlekedési ágazat. Azt már talán kevesen ismerik, hogy már az 1990 – es évek közepére felhívták a figyelmet a repülésbiztonság sajátos problémájára [9, 10, 11].

A 4. ábrán is bemutatott [9, 10, 11] formában a repülési kockázatot, vagyis a légikatasztrófa bekövetkezésének a valószínűségét elfogadható költségszinten, a jelenleg alkalmazható műszaki és technológiai megoldásokkal tovább csökkenteni már nem lehet. A korabeli előrejelzések szerint a légiforgalom várható növekedése miatt mára durván kétszer több nagyméretű utas-szállító repülőgép közlekedik és a műszaki kockázatokkal számolva már akár heti egy légikatasztrófa is lehetne. Ezt elkerülendő menedzsmenti módszereket javasoltak. Például, amennyiben a repülőgép vezetője soron kívüli leszállási engedélyt kér mivel az egyik hajtómű leállt, akkor a légiforgalmi irányítók a normál üzemmódhoz képest 50 – 80 gyakrabban hibázhatnak. Ez a kockázat csökkenthető menedzsmenti módszerekkel, a probléma megjelenésekor pihent légiforgalmi irányító bevonása a feladat megoldásába, az adott repülőgép segítségét új, csak ezzel a feladattal foglalkozó irányítóra bízják, stb.



4. ábra: A repülésbiztonsági mutatók várható alakulása az elkövetkező években (a NASA becslése)

További fontos probléma a kapacitás probléma, mellyel az utasok a repülőtéren a felszállások késése formájában találkoznak. Ma már a nagy repülőtereken a nagyméretű repülőgépek 20 – 40 percet is várakoznak működő hajtóművekkel a felszállópálya előtt. Ugyanakkor a légtér is telített és a kapacitás probléma miatt pl. az európai légiutakon a repülőgépek az optimálisnál mintegy 7 – 8 %-kal hosszabb utakon repülnek, többlet üzemanyagfelhasználást és késéseket felhalmozva.

A köztudatban a repülőgépek zaj és légszennyezése talán a legismertebb probléma, annak ellenére, hogy a repülőgépek zöldebbek, mint a többi közlekedési mód. Például a 300 utas szállítására alkalmas repülőgép már 20 évvel ezelőtt is [12] durván 40 %-kal kevesebb energiát használt fel 1 tkm szállítására mint a 280 km/óra sebességű vonat, 50 %-kal kevesebbet mint az Audi A8, és 60 %-kal kevesebbet, mint a 350 km/óra sebességű vonat. És akkor nem szóltunk

a nagysebességű pályák építéséhez szükséges óriási beruházási igényekről. ne feledjük, Európában átlagban a villamos energia termelése 50 %-ban jelentősen szennyező erőművektől származik.

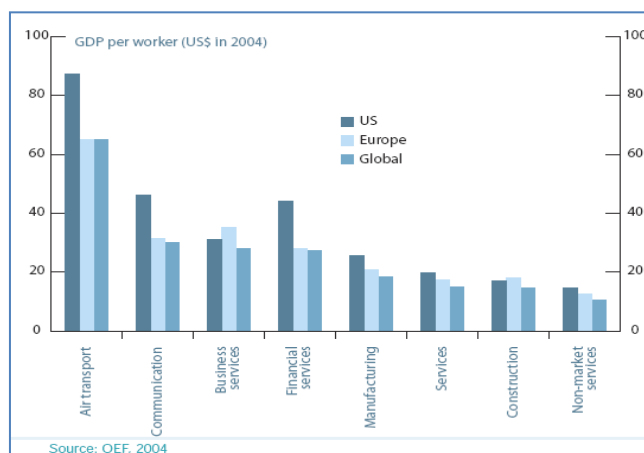
2. GAZDASÁGI SZERVEZETI PROBLÉMÁK

A technológiai problémák mellett a légi közlekedés egy sor gazdasági és szervezési, szervezeti problémával, sajátossággal is küzd. Egyfelől a légiközlekedés 35 millió menetrend szerinti repülés során 3.8 milliárd utast szállított 2016-ban [13]. Ezzel 9,9 millió közvetlen és összesen 63 millió munkahelyt tartott fenn.

A teherszállítás volumene csak 0,5 % a globális szállítási teljesítményből, de az értékét tekintve ez 34,6 % (!) repülőgéppel jellemzően a nagyobb ár / tömeg arányú árut érdemes szállítani, mivel a költségek jellemzően 4 – 5 – ször magasabbak a közúti és 12 – 16 – szor nagyobbak, mint a tengeri szállításé [13].

A repülés felel a közlekedés által kibocsátott CO₂ 12 % - áért felel, szemben a közúti közlekedés 74 % - ával, és ez globálisan 2 % - nak felel meg. Egy igaz, a repülés a CO₂ kibocsátásának 80 % – a 1500 km felett kerül a levegőben, ahol csak a repülés „szennyez”.

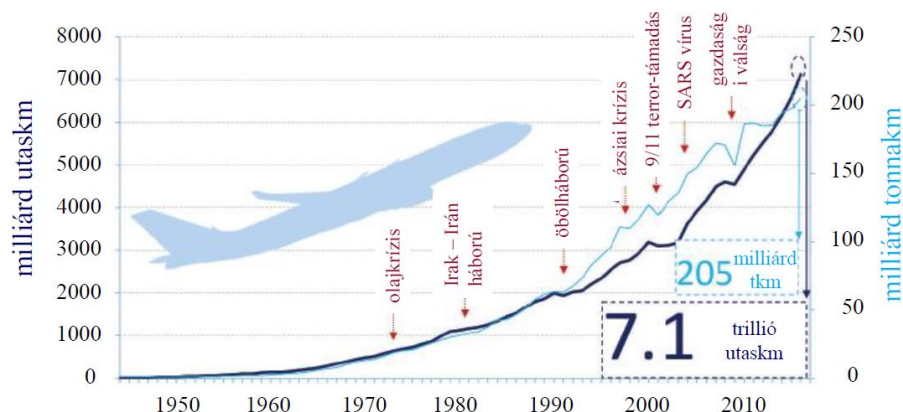
A [14] kimutatása szerint egyébként a légiközlekedés a legtőkeintenzívebb ágazat (5. ábra), mivel a tudomány és a technológia legújabb eredményeit használja, gyorsan alkalmazkodik a változásokhoz és a munkaerő rendkívül képzett.



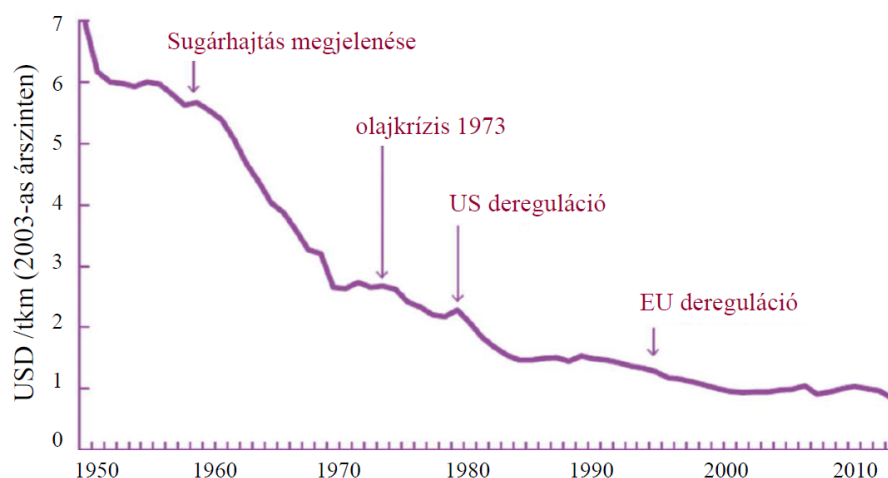
5. ábra: Az egyes gazdasági ágazatok egy főre jutó GDP termelése [14]

A légi közlekedés alapvető sajátossága, hogy a rendkívül gyors fejlődése. Az első géprepülés (Wright testvérek 1903) óta a repülőgépek sebesség több tízszeresére, a felszálló tömege több, mint 1000 – szeresére nőtt. A fejlődés egyfelől – minden akadályozó tényező ellenére – töretlen (6. ábra), miközben az átlagos szállítási költség folyamatosan csökken (7. ábra).

A légiközlekedés volumene a GDP növekedésével változik. Általában elmondható, hogy a GDP 1 %-os növekedése a légi utasszállításban mintegy 2 %-os, a teherszállításban pedig majd 3 %-os növekedést generál. Számszerűen ez azt jelenti, hogy a GDP az 1962 évi szinthez képest 400 %-ot nőtt 40 év alatt, ugyanezen idő alatt a légi utasszállítás pedig 1400 %-kal, a légi teherszállítás pedig 4300 %-ot emelkedett [14].

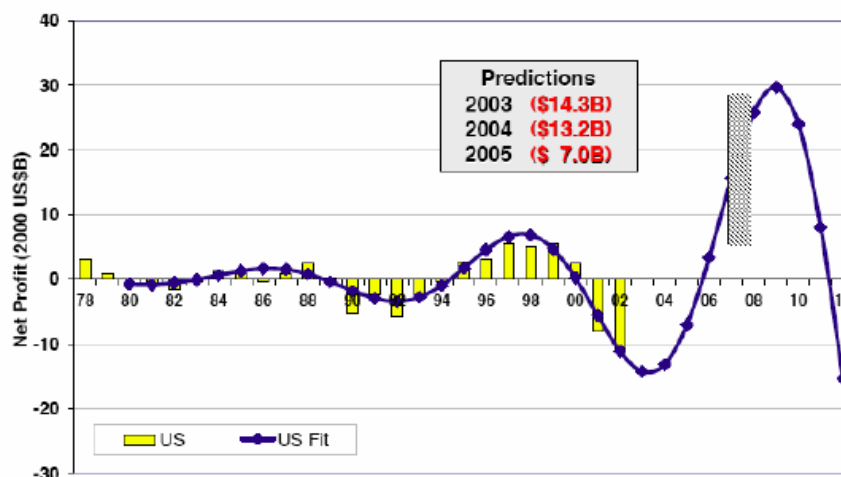


6. ábra: A légitölekedés teljesítményének folyamatos növekedése [13]



7. ábra: A légi szállítás költségének folyamatos csökkenése az utóbbi 70 évben [13]

Egyes területeken a légitölekedés azonban jelentősen eltér a többi gazdasági szektor működésétől. Az egyik legjelentősebb sajátosságot az MIT mutatta ki. (8. ábra). Azt észlelték, hogy a légitársaságok profit termelése ciklikusan, egyre nagyobb amplitúdóval változik [15], míg a légitölekedéshez kapcsolódó többi vállalkozás (repülőgép-gyártás, karbantartás, légi szállítómányozás, repülőterek) gazdaságosan működik, működhet.



8. ábra: Az MIT által felfedezett periodicitás a légitölekedési vállalatok profittermelő képességében [15]

A profitabilitás hullámzását részben politikai, adózási nyomás, vagy társadalmi elvárás is befolyásolja. Néhány példa erre a furcsa sajátosságra. ha időben vásároljuk meg a repülőjegyet, akkor Brüsszelbe Budapestről olcsóbban elrepülhetünk, mint a Brüsszel Charleori repülőtérre busszal bejutni a városba. Másik jellemző példa: utazás Londonból Párizsba. Amennyiben mintegy két hónappal előre váltjuk meg a jegyet, akkor az Eurostar (vonat) jegy 70 USD alatt lesz (lásd pl. Cheapoair.com (US) portált) és nincs adó. Ezzel szemben a legolcsóbb repülő-jegyár 50 USD a Vueling Airlines-nál, melyben nincs adó és bonusszal van számolva. ugyanakkor pl. az EasyJet úgy kínál az Eurostárhoz hasonló árat (annál fél USD-vel alacsonyabban), hogy abban 19 USD adó is van. De van jegy 77 USD-ért az Iberiánál, mely már 36 USD adót tartalmaz. Így védik a sokkal nagyobb költséggel kiépített nagysebességű vasutat politikai hátszéllel.

A közhiedelemben egy másik súlyos félreértés is él. Sokan úgy vélik a repülés az igazi környezetszennyező közlekedés. Nos, a valóság ennek pontosan az ellentéte. Egyfelől a repülőgépek üzemanyag-felhasználása és ezzel arányosan a környezetterhelése minden évtizedben 10 - 15 %-kal csökken. A fajlagos energetikai mutató, vagyis az egységnyi szállítási teljesítményre jutó energiafelhasználás szempontjából a repülőgépek nemcsak felveszik a versenyt a többi közlekedési ágazattal, de a közúti és a vasúti közlekedésnél kedvezőbbek is [12]. Egy 300 utas szállítására alkalmas modern repülőgép egy utast egy km távolságra harmadannyi energiát felhasználva visz el, mint a nagysebességű (350 km/óra-val száguldó) vonat. A 250 km/órával haladó gyorsvonat, vagy azt Audi A8 2.5TDI – hez viszonyítva is csak feleannyi energiát használ a repülőgép ugyanolyan szállítási teljesítményre [1, 12].

A repülőterek környékén élőket zavaró zaj is viszonylag relatív. A 9. ábra szerint a Budapesten élők több mint 50 %-ának a lakókörnyezetében még éjjel is a közúti közlekedés által okozott 55 dB-nél nagyobb zaj mérhető [16]. A metróban meg még ennél is rosszabb a helyzet. A „zöldek” persze nem a metró bezárását követelik. Ez nem paradoxon. Ez az ún pszichológiai zajhatás. Elfogadjuk, hogy a metró a zajjal együtt, mivel munkába járva, dolgainkat intézve kénytelenek vagyunk használni. Ugyanakkor a metróból kiérve a felszínre, meghalljuk, hogy valakik most repülnek üdülni. Persze, hogy ez eléggé zavaró. A jelenséget az emberek egyéni zajérzékenységet befolyásoló pszichológiai faktorok magyarázzák, melyeket sajátos módszerek, pl. a zaj miatti felébredés alapján [17] lehet figyelembe venni .



9. ábra: A budapesti zajterhelés (dB) által érintett lakosság (%-ban) nappal (balra) és éjjel (jobbra)

A 6 – 8. ábrák együttesen megmutatják, hogy a légiközlekedés nem követi a gazdaság általános gyakorlatát, melyben a piachoz legközelebbi szereplő vagy a piacot felügyelő szereplő (legyen az a zöltséges bolt tulajdonosa, vagy egy bank) tesz szert a legnagyobb profitra. Ugyanez magyarázza, hogy miért van ilyen éles verseny és miért buknak el a légiközlekedési vállalatok olyan gyakran.

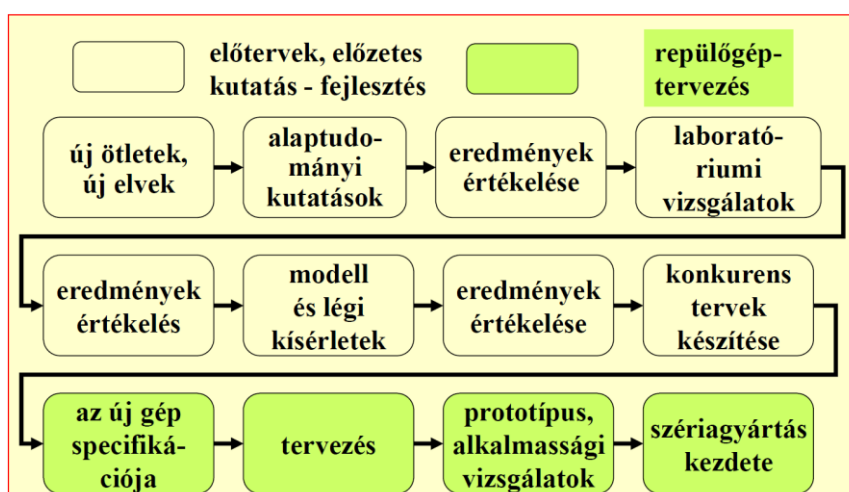
3. ÚJ TECHNOLÓGIÁK, MEGOLDÁSOK, FEJLESZTÉSI IRÁNYOK

A repülőgépek fejlesztése, a repülés egy új fejlődési ciklusa most kezdődik (1. ábra). Az átmenetet gyors és jelentős változások jellemzik. Közülük néhány – a magyar gazdaság szempontjából is érdekes – néhány fontosabb szemléletbeni és módszertani változást, valamint a jövő repülését befolyásoló új technológiák, megoldások fejlesztését célszerű kiemelni.

Repülőgépek fejlesztési folyamata

A radikálisan új (un. diszruptíve) technológiák és megoldások fejlesztése és alkalmazása egy hosszú, jól szabályozott folyamat, mely négy fontos szakaszra osztható (10. ábra). Az első az ötlet megjelenése és tesztelése. Ezt alaptudományi kutatásnak is nevezni. Általában egyetemi kutatóhelyek és kisvállalkozások jelentkeznek kreatív ötletekkel, melyeket az egyetemeken a „legolcsóbb” ellenőrizni (pl. évfolyam, vagy diplomatervek keretében). Amennyiben az első értékelések azt mutatják, hogy érdemes tovább foglalkozni az új ötlettel, akkor azt – szintén egyetemi környezetben – laboratóriumi vizsgálatokban tesztelik. A fejlesztés harmadik szakaszában – a technológia transzfer kutatóintézetekben – nagyértékű kísérleti eszközök (pl. szélcsatornák, szuperszámítógépek) alkalmazásával és valóságos körülmények közt (kísérleti repülőgépeken) – vizsgálják és felhasználásra előkészítik az új technológiákat, új módszereket, eljárásokat. Végül a felhasználók, azaz a repülőgépgyárak, az új ötletet, eljárást, mint új technológiát betervezik, beépítik az új gépekbe.

Az alkalmazás feltétele, hogy az új ötletet, technológiát, eljárást, illetve a kifejlesztett berendezést, alkatrészt, szertifikáltatni (repülési alkalmasságát hatósági engedélyezési folyamatban bizonyítani) kell. A szertifikált termék, technológia egyben mintegy 10-szeres áron értékesíthető.



10. ábra: A repülőgép fejlesztési folyamata

A fejlesztés egyes szakaszai általában 4 – 6 évet igényelnek. Egy új ötlet tehát 20 – 25 év alatt jut el az alkalmazásig. Mivel az új repülőgépet legalább tíz évig gyártják, majd az utolsót is kb. 20 évig tartják üzemben, az új technológiák élete az ötlettől az üzemeltetés végéig 50 – 60 évet is kitesz.

A repülőgépek fejlesztési folyamatának (10. ábra) az ismerete kijelöli azt az utat, melyet követni célszerű; azaz először az egyetemi kutató helyet (helyeket) kell fejleszteni (amint azt pl.

a csehek tették) és a kisvállalkozásokat segíteni kell a szertifikációs folyamat és követelményrendszer megismerésében (ahogy azt az osztrák Take-off programban tették).

System engineering

A systems engineering, azaz a rendszerek mérnöksége [18] lényegében a modern fejlesztési és a projekt teljes élettartamára kiterjedő menedzsmenti eljárások, eszközök egységes rendszere.

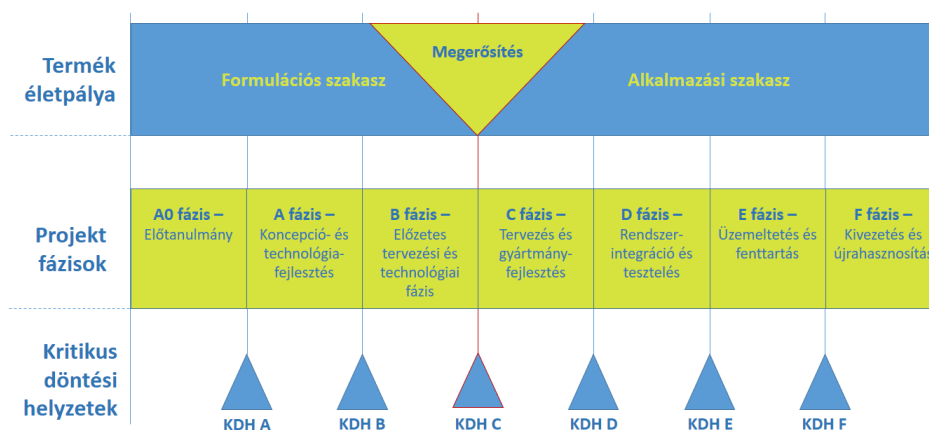
A systems engineering [18] három legfontosabb sajátossága:

- a termék, a projekt teljes élettartam ciklusára kiterjesztette az egységes, integrált folyamatkezelést (menedzsmentet),
- az életciklust fázisokra bontva (11. ábra) elemzi, vizsgálja és irányítja, és döntési pontokat definiál, valamint
- kiemeli az un kulcsfontosságú döntési helyzeteket, döntéseket.

A projekt (a technológia, termék, vagy szolgáltatás fejlesztését) a systems engineering alapvetően két fő szakaszként értékeli. Az első a projekt megalapozó, ún formulációs szakasza, melyben dönteni kell a projekt tartalmáról, megvalósíthatóságáról, a költségekről. A második szakasz a megvalósításról szól, ide értve a tervezést, gyártmány / szolgáltatás fejlesztését, a gyártást, üzemeltetést (használatot, karbantartást, javítást) és az újrahajszosítást is.

A két szakasz közt van a legfontosabb döntési pont, mivel az első szakaszban viszonylag kis költséggel kell számolni, miközben ott kell megalapozni a teljes projekt megvalósíthatóságát és profitabilitását.

Valójában a systems engineering ennél többet is jelent, hiszen módszertant ad arra, hogy kell a nagy rendszereket részekre bontani, hogy kell a rendszerintegrációt megoldani, stb.



11. ábra: A termék, a projekt életpálya fázisai

A tervezés elvek, módszerek

Az informatika robbanásszerű fejlődésének a korában az innováció-központú, tudásalapú információs társadalom és gazdaság legfontosabb, a fejlődést alapvetően behatároló törvényszerűségeit (Moore, Gilder, Metcalfe törvényei, a jólét és a nagy forgalmi dugók íratlan szabályai, Kurzweil gyorsuló visszatérése) Holmes [5] nyomán az [1] ismertette. Ezek az alapvető folyamatok, törvények gyökeresen megváltoztatják a fejlesztési módszereket. Többek közt a klasz-

szikusan mérnöki feladatként definiált tervezésben is egy sor új módszer alkalmazását katalizálja. Így jelennek meg a következő példaként felsorolt és első, rendkívül leegyszerűsített formában meghatározott új eljárások módszerek is.

- koncepcionális tervezés – a koncepció kidolgozása és a termék specifikálása a systems engineering fejlesztési fázisa;
- törésre tervezés – korábban a repülőgépeket törésre, azaz a töréshez vezető terhelésre tervezték;
- repedésterjedési sebességre tervezés – a szerkezeti anyagok kifáradásakor megjelenő repedések terjedési sebességére;
- tervezés károsodástűrésre - a kompozit szerkezetek hasznosítását meggyorsító tervezési eljárás olyan szerkezeteket kialakítására, készítésére, melyek bizonyos károsodások után is egy ideig biztonságosan alkalmazhatók;
- tervezés teljes élettartam ciklusra - a systems engineering elveit követve a termék (itt repülőgép) teljes élettartam ciklusára kiterjed a tervezés, a teljes élettartamra (a tervezéstől a gyártáson, az üzemeltetésen át az újrahasznosításig tartó folyamatra) optimalizálnak;
- konkurens (párhuzamos) tervezés – mikor a tervezés, gyártás idejét az ötlettől a piacra jutásig terjedő időt csökkentik párhuzamosan végrehajtott tervezés, gyártmányfejlesztés és gyártás végrehajtásával;
- multifizikai tervezés - egyszerre több fizikai (pl. áramlástani, hőtani) alaptörvény alkalmazva hajtják végre a tervezést;
- multidiszciplináris tervezés – egyszerre több tudományág elveit használják a tervezéskor a szerkezet, a gyártmány és működés optimalizálásakor;
- evolúciós tervezés – az evolúció elvét követve folyamatosan módosítva, keresik az optimálisabb megoldást, ide értve a piaci igények felmérése alapján meghatározott fejlesztési irányt is;
- genetikus tervezés – genetikus algoritmusokat alkalmazó tervezés;
- revolúciós tervezés – amikor a tervező a piaci igényeknél előbbre „lát” és forradalmian új terméket tervez;
- ökotervezés – minimális környezetterhelés biztosítása a termék teljes élettartam ciklusára optimalizált termék;
- stb.

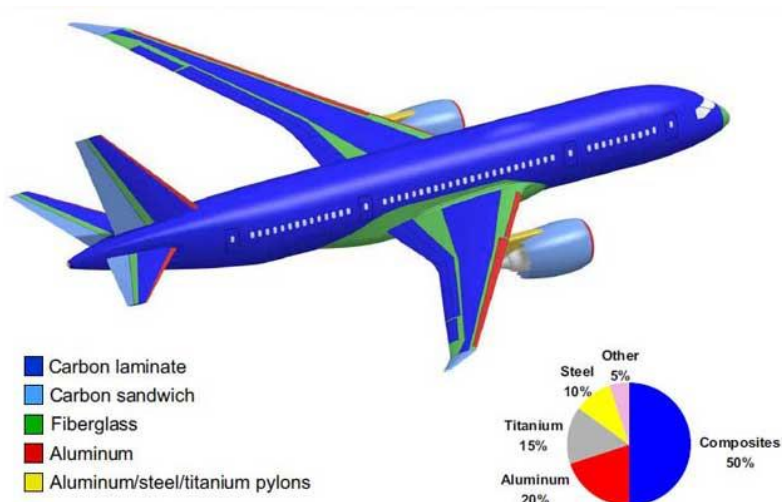
A Műegyetem Vasúri Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék dolgozói a tervezési, fejlesztési filozófiától [19], a forradalmian ötletek alkalmazásától [20] a módszertan fejlesztésén [21, 22] termék és alkatrész tervezésén, optimalizálásán [23, 24] át a fejlesztések menedzseléséig [25, 26] a tervezés - fejlesztések minden fázisában részt vesznek.

Anyagtudomány fejlődése

Az emberek többsége az anyagtudomány látványos fejlődéséről elég sok ismerettel rendelkezik. Legalábbis úgy vélik. Ezt részben magyarázza, kompozit anyagok gyors terjedése. Valójában a kompozit anyagok megjelenésekor kiderült, hogy a gyártás nem eléggé biztonságos, a meghibásodások diagnosztizálása nehéz. nem is engedélyezték, hogy repülőgép teherviselő elemeket

kompozit anyagból készítsenek. Amikor ezen sikerült javítani, akkor az alumínium lítium ötvözetek megjelenése hátráltatta a kompozit anyagok terjedését. Ma már persze a sok teljesen kompozit kisrepülőgép van és a nagy utasszállítók is ma már akár nagyobb részt kompozit anyagokból készülnek (12. ábra).

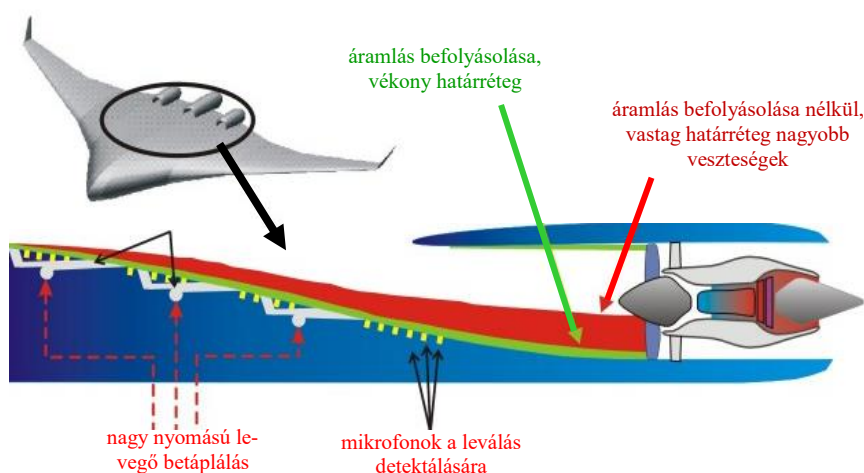
A modern kompozit anyagok persze nemcsak szimplán károsodástűrőek, de a rétegrendek tervezésének, a szálirányok variálásának, az öngyógyító (auto health) technológiának és a többi új megoldásnak köszönhetően megbízhatóak és könnyűek.



12. ábra: Szerkezeti anyagok a Boeing 787-ben

Mikro technológia alkalmazása

A mikro-elektro-mechanikai rendszerek (MEMS) technológia forradalmian új lehetőségeket és távlatokat nyit a mikroérzékelők és beavatkozók, beágyazott rendszerek alkalmazásával. Lehetővé válik a repülőgép környezetében és belsejében az áramlások befolyásolására (13. ábra).



13. ábra: Csupaszárny repülőgép hajtómű – sárkányszerkezet integrálása és határréteg vezérlés

Az új MEMS útja az ötlettől a piaci bevezetésig általában 15 – 20 év. Ez egyben azt is jelenti, hogy a termék árában jelentős hányadot 40 – 60 %-ot is kitesz a tudás. Ezért ez egy igazi tudás-alapú technológia és termék. Ez az amihez a magyar kreativitás jól használható.

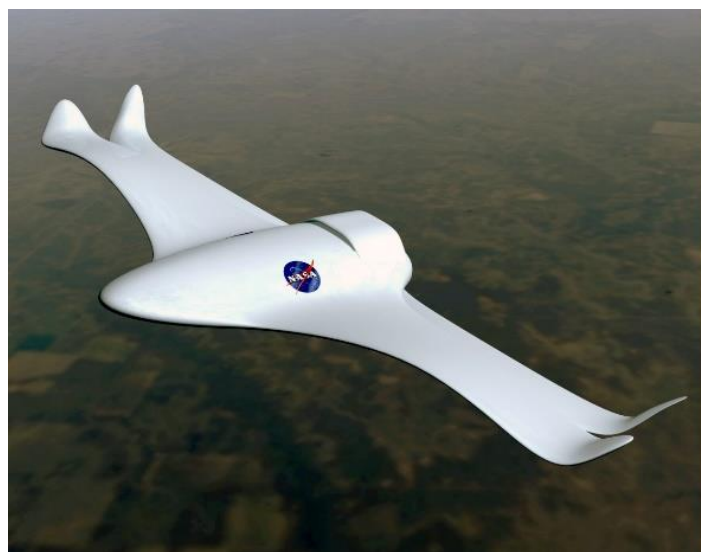
Szoftverfejlesztés

A mai repülőgépek árában több mint 50 %-át a szoftverek fejlesztése alkalmazása generálja. Az info-kommunikációs rendszerek forradalma katalizálja a szoftverek gyors fejlődését, alkalmazását. A szoftverek minden területen a tervezéstől, gyártmányfejlesztéstől kezdve a tesztelésen, minősítő légvizsgálatokon, az üzemeltetés irányításán át a repülés minden területén megjelenik [1]. Jelenleg, talán a legfontosabb hatásokat a légiforgalom menedzsmentje terén érik el. Nem egyszerűen a légtérelenőrzés minőségét javító megoldásokról, a konfliktus detektálás és elkerülésről van szó. Ide tartozik a digitális adatkapcsolat, vagy az összes repülőgép egy infó-kommunikációs rendszerbe integrálása [27], amint azt Amerikában két erre a célra használt műhold segítségével megvalósítják.

A szoftverfejlesztés, irányítás (kontrol) terén a SZTAKI nemzetközi szinten is az elsők közt van. A HungaroControl pedig Európában az egyik legfejlettebb rendszereket üzemelteti, nagyszerű, önálló szimulációs és kutatás-fejlesztési bázissal rendelkezik és bátran kezdeményez, pl. a szabad útvonalválasztás [28] bevezetésével (Európában elsőként) és a remote tower [29, 30] fejlesztésével. A BME (vasúti Járművek, repülőgépek és Hajók Tanszéke) is aktív új megoldások keresésében, új szoftver és új számítási módszereke, eljárások fejlesztésében, alkalmazásában [31, 32]. Ezeket a területeket tudományos eredményei miatt is célszerű lenne jobban támogatni.

Bionika

A szakirodalomban gyakran biomimikri, biomimetika, vagy biomimézis néven is szereplő új területe, mely a természetben megtalálható biológiai megoldásokat alkalmazza a mérnöki szerkezetekben (14. ábra). Ismertebb megoldása pl. a látás utáni irányítás, vagy a biológiai alapokra épülő kormányzás. Ide tartoznak olyan szerkezeti megoldások, mint a fejlett adaptációra alkalmas szerkezetek, a morphing, vagyis alakváltoztató technológia. talán a leismertebb alkalmazás a formáció repülés [33], amikor a madarak vonulásához hasonlóan a repülőgépek olyan alakzatban repülnek, hogy az előbbre lévő gépekről leváló áramlás (örvények) segítse a következő gépeket. Másik fontos alkalmazási terület a biológiai elvekre épülő irányítás [34, 35].



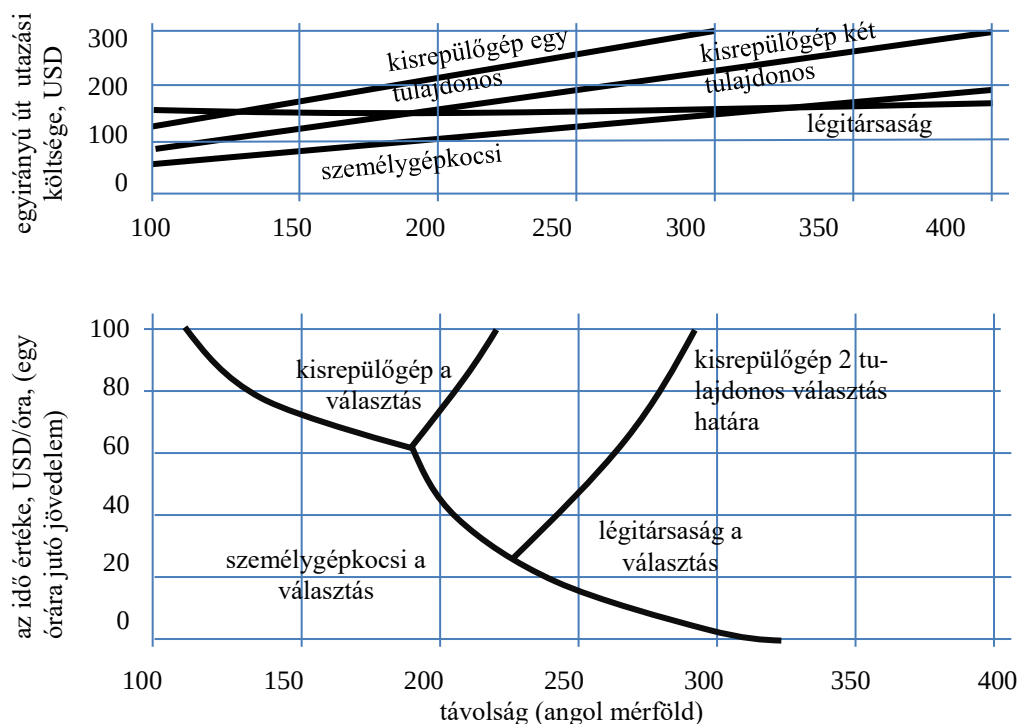
14. ábra: A NASA által közzétett rajz a morphing (alakváltozó) repülőgépről
(<https://www.dfrc.nasa.gov/Gallery/Photo/Morph/Medium/ED01-0348-1.jpg>)

A Műegyetemen egy, a Szegedi Tudományegyetemmel és a Neumann János Egyetemmel közös, diszruptív technológiák fejlesztésével foglalkozó EFOP projekt keretében olyan hibrid propulziós teherszállító ember nélküli repülőgép koncepcionális terveit készítik, mely alkalmazza a bionika elveit.

Személyrepülőgépek

A szakemberek többsége egyetért abban, hogy a jövő repülésében a kisrepülőgépek szerepe, a személygépjármű forgalomhoz hasonló jellegű személyrepülés szerepe drasztikusan nőni fog. Ezért a NASA pl. több megaprojektet is indított. Közülük a NASA SATS (Small Aircraft Transportation Systems) – a európai repüléstudományi kutatásfejlesztési költségekhez képest – hatalmas támogatással foglalkozott a repülőgépek a repülési környezet fejlesztésével [36, 37], ide értve még a rendszer gazdasági megalapozását, a rent a plane rendszer és a gépvásárlás finanszírozását is.

A fejlesztések egyik sajátos eredménye [38, 39] megmutatta, hogy a személyrepülés már tényleg itt van, hiszen sokak számára elérhető (15. ábra), mind az egyirányú utazás költségét, mind a jövedelmi viszonyok (egy órára jutó jövedelem) alapján.



15. ábra: A személyes kisrepülés választása a távolság és a jövedelmi viszonyok függvényében

A magyar kisépéses repülés, főleg a könnyű repülőgépek fejlesztése – még nemzetközi szinten is – jelen van, fontos eredményekkel büszkélkedhet. A kisrepülőgépek fejlesztésével magyar kutatók már féltucat nemzetközi, EU által támogatott, projektben is részt vettek (lásd pl. [22, 26, 40 - 42]). Ez egyik potenciális kitörési lehetősége a magyar megújuló repülőiparnak. Igaz ennek feltétele, egy jelentős minőségi ugrás. A csehek pl. úgy támogatták a repülőgépek fej-

lesztőket, hogy kötelezően összekötötték őket az egyetemi kutatóhely fejlesztéssel. Ennek eredménye, hogy a cseh repülőipar már nemcsak benne van a Clean Sky 2 megaprojektben [43], vezető szerepet játszik a kisrepülőgép demonstrációs programban (16. ábra).



16. ábra: Az Evezor E55 repülőgépe, melyet a Clean Sky 2 is alkalmaznak (https://en.wikipedia.org/wiki/Evezor_EV-55_Outback)

Robotizáció

A mai társadalom egyik fontos eredménye és jelentős problémája a gyors robotizáció, mely elérte a repülőgépek gyártását is. A Boeing a 777 gyártásában alkalmazott KUKA robotokkal a törzs szegecselési idejét mintegy 60 ezerszer gyorsabban tudja végrehajtani (16. ábra). A hagyományos (pl. személyautókat készítő) gyártósorokkal szemben a repülőgép törzsek, szárnyak méretei és a termelési darabszám, nem indokolja, nem teszi hatékonyá a gyártósorok alkalmazását. A jövő pedig most kezdődik amikor definiálják, hogy olyan robotokra van szükség, melyek önjáró módon 20 – 30 m-es körzetben mozognak és a szükséges helyeken 1 mm-es pontossággal hajtják végre a feladataikat [45].



17. ábra: KUKA robotok alkalmazása a Boeing 777 törzs szegecselésében [44]

A hatóság szerepének változása

Utolsó példaként célszerűnek tűnik a hatóság szerepének a változásáról, vagy problémájáról megemlékezni. A hatóságok (ide értve az ICAO - International Civil Aviation Organization, az európai EASA - European Aviation Safety Agency, vagy éppen az FAA - Federal Aviation Administration szabályozó tevékenységeit) általában követő jelleggel alkotják meg a javaslatokat, kötelező előírásaikat. Megfigyelhető, hogy nehézkesen kezelik a gyors változásokat. Az

EASA pl. „nem kedveli” a kisrepülőgépeket, azok repülésének a szabályozását. A drónokkal is minden hatóság bajban van. A drónok és alkalmazásuk sokkal gyorsabban halad, mint ahogy azt a hatóságok „követni képesek”. A szakemberek jól ismerik, hogy az FAA először igyekezett tiltani a drónok civil alkalmazását, majd a nagy társaságok (mint pl. az Amazon) nyomására visszavonult és ma talán a kelleténél megengedőbb a szabályozásban. Nem véletlen, hogy az informatikai cégek (pl. a Telekom, a Nokia) komolyan gondolják, hogy megoldásaikkal segíteni tudják a légiforgalom biztonságos szabályozását [46]

4. JAVASLATOK

A korábbi, repülőipari stratégiák fejlesztésével foglalkozó cikkeink [1,2] részletesen foglalkoztak a fejlesztési stratégiákkal és a környező államok repülőipari fejlesztési stratégiáival. A gyorsan fejlődő és a környező államok gyakorlatát a [2] alapján röviden összefoglalva a következő eljárásokat lehet kiemelni:

- Dél-Korea - a technológia transzfer kiváló alkalmazásával indult, ma már saját jelentős ipari tevékenysége és eredményei vannak.
- Indonézia – következetes fejlesztést indított meg egy jól kidolgozott stratégia és roadmap alapján, mely a saját kompetenciáik következetes fejlesztésére épült.
- Ausztria – Take-off program keretében egyfelől a kisvállalatokat felkészítette a szertifikálási folyamat értelmezésére és annak figyelembevételére már a fejlesztések kezdetekor és kormányzati szinten törekedett a beszállítói, együttműködési kapcsolatok kialakítására az európai repülőiparral.
- Csehország – tudományos alapokat fejlesztett, azokat kapcsolata az iparhoz és következetesen segítette új, magasabb szintű megoldásokat alkalmazó, jobb repülési tulajdonságokat mutató gépek fejlesztésére, rendkívüli figyelmet fordított a nemzetközi kapcsolatok fejlesztésére.
- Románia – a tudományos intézményeit igyekezett jobban bekapcsolni a nemzetközi kutatás-fejlesztési rendszerbe.
- Lengyelország – külföldi együttműködések és a hazai fejlesztések összekapcsolásával újította meg a repülőiparát.

Magyarországnak nem szabad lemaradni a repülőipartól, nem szabad elvágni a csúcstechnológiai forráshoz való hozzáférést.

A repülőipari fejlesztési stratégiát a következő egyszerű elvek és módszerek alkalmazásával lehetne viszonylag gyorsan (10 – 15 év alatt) bekapcsolni, integrálni az európai repülőiparba.

A legfontosabb elv, a mostani szétforgácsolt támogatási rendszert egységes céllal egy rendszervbe kell foglalni.

A cél. csatlakozás az európai repülőiparhoz és annak integrált részévé válás.

A cél elérése érdekében 4 ütemet lehet meghatározni.

I ütem: rendelkezésre álló alapok, kompetenciák elemzése, stratégiai terv készítése

Fontos lenne, hogy a kompetenciák meghatározásakor ne a globális vállalatok igényeit elégítsük ki, hanem a valós hazai tudást és képességeket térképezzük fel. Két javaslat. A képességekkel rendelkezőket meg kell tanítani arra, hogy helyén kezeljék a képességeiket és a repüléstudományok, fejlesztések terében el tudják helyezni a tudásukat, lehetőségeiket. (Másképp fogalmazva nem azt kell támogatni, aki globális vállalattal, vagy szervezettel együttműködve egy kis részfeladatot ellátva bedolgozó feladatokat lát el, vagy a nagyvállalat PR tevékenységét támogatva egy jövőbeni új megoldást egy egyszerűbb rendszerben, megoldásban bemutat.) A másik, a képességekkel rendelkezőket fel kell készíteni az eredményeik magasabb szintű alkalmazására, azaz az posztrák Take-off program tapasztalatait alkalmazva széles körben ismertetni kell a szertifikációs eljárásokat.

II. ütem: Tudás és kompetencia fejlesztés

A cseh tapasztalatokat felhasználva minden repülőipari fejlesztést csak akkor célszerű támogatni, ha járulékosan a képességeket, azon belül a tudományos hátteret is fejlesztjük. talán nem a legbarátságosabban, de pontosabban megfogalmazva ez azt jelenti, hogy a közösségi támogatást, (állami pénzt) csak olyan programok, fejlesztések kapjanak, melyek eredményeként az átlagosnál magasabb színvonalú és jobb tulajdonságokkal rendelkező produktumok születnek. Ebben az országban több ezren képesek biztonságosan repülő modellt, robotrepülőgépet készíteni és tucatnyi vállalat tud repülésre alkalmas szerkezetet, repülőeszközt készíteni. Ezek nemzetközi szinten akkor lesznek érdekesek és a valós üzleti, piaci értékük akkor jelentkezik, ha a hasonló sok tucat próbálkozásból a termék a színvonalával, a tulajdonságaival kiemelkedik. E nélkül a támogatás csak baráti segítség.

A magyar sport barátai tudják, hogy a versenysikerekhez hozzátartozik, hogy a nemzetközi szervezetekben is képviseltetni kell magunkat és aktívan kell bekapcsolódni a jövő folyamatának a tervezésébe, irányításába.

A II ütem legfontosabb feladatai: (i) szertifikációs képzés, (ii) tervezési és tesztelési bázisok fejlesztése, (iii) nemzetközi szervezetekben, projektekben a tagság támogatása.

III. ütem. Csatlakozás a nemzetközi repülőiparhoz

A jelenlegi gyakorlati tapasztalatokat és a környező országok gyakorlatát követve négy lehetséges kapcsolódásút létezik: (i) olyan beruházások támogatása, melyben nem egyszerűen bér munka valósul meg, hanem a technológia transzfer, a fejlesztésekbe való bekapcsolódás prioritást élvez, (ii) saját fejlesztések (pl. mikroérzélők, műszerek, kompozit alkatrészek) fejlesztésének felfuttatása és az európai repülőipar részére beszállítói státusz megszerzése, (iii) olyan területek művelése, melyben a „nagy játékosok” kevesebb fantáziát látnak (pl. ilyen a karbantartás, a távfelügyeleti diagnosztizálás, stb.) (iv) politikai „nyomás” – pl. a Wizz Air nagy megrendelése „feljogosítanak” bennünket, hogy az Airbus-tól több figyelmet kérjünk a saját fejlesztéseink, aktivitásunk értékelésekor.

IV. ütem: saját fejlesztésekkel csatlakozás az európai iparhoz

A következetes fejlesztés, a technológia transzfer, a képességek tudatos támogatása, el fog vezetni a saját terméket megjelenéséhez, melyeket már piaci alapon is érvényesíteni lehet.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ez a tanulmány a korábbi, a repülőipari fejlesztési stratégiákkal foglalkozó cikkek [1, 2] folytatásaként, a szerző jelentős szakmai és nemzetközi (eddig 24 nemzetközi, EU által támogatott projektben való részvétel, projektvezetés, illetve egy sor, jelentős nemzetközi szervezetben, konferencia szervezési, tudományos és tanácsadói bizottságokban, tucatnyi fejlesztési stratégia kidolgozásában szerzett) tapasztalatai, alapján, arra szeretné felhívni a figyelmet a repülőiparban most zajló folyamatokra. Jelenleg a repülőipar és a légi közlekedés egy megújulási szakaszát éli, mely idején új szereplőknek - a korábbiakhoz képest - könnyebb bekapcsolódni a nemzetközi kutatás-fejlesztésbe, az európai repülőipari kooperációs munkákba.

A cikk először röviden áttekinti a repülés, és annak szervezeti, gazdasági problémáit. Eztután bemutatja a fejlesztések irányait lehetőségeit. Pontosabban felhívja a figyelmet néhány, a magyar repülőipar és légi közlekedés szempontjából fontos fejlesztési irányra.

A cikk röviden meghatározza a magyar repülőipar fejlesztésével kapcsolatos stratégiai elképzelést, annak ütemezését. Természetesen ezek csak javaslatok. A fejlesztési stratégiákat az érintettek (stakeholder-ek) képviselőiből álló szakmai bizottságnak kell kidolgoznia.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A cikk részben kapcsolódik az EFOP-3.6.1-16-2016-00014 „Disruptív technológiák kutatás-fejlesztése az e-mobility területén és integrálásuk a mérnökképzésbe” projekthez

IRODALOM

- [1] ROHÁCS J. Gondolatok, háttéranyagok a repülés, repülőipar stratégiai szerepéről, Repüléstudományi Közlemények (ISSN 1789-770X), XXVII. évf. 2015, No. 3. p. 19 - 36.
- [2] ROHÁCS, J. Repülőipari fejlesztési stratégiák alapjai, sajátosságai, Repüléstudományi Szemelvények (szerk. Békessy, B., Kavás, L.) Nemzeti Közzolgálati Egyetem katonai repülő intézet, ISBN 978-615-5057-70-0, 2016, 9 - 35
- [3] ROHÁCS J. A repüléstudományok második 100 éve (Second Century of the Aeronautical Sciences), „100 éves a motoros repülés – 2003, XIV. Magyar Repüléstudományi Napok” Budapest, CD-ROM, (szerk. Gáti, B., Rohács, J.), GTE, Budapest, 2004. p. 43. o., ISBN 963 214 104 0
- [4] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. “NASA Aeronautics Blueprint: Towards a Bold New Era in Aviation.” Washington, D.C., 2002, p.

-
- [5] HOLMES, B. J. Innovation in air transportation system, National Training Aircraft Symposium, Embry-Riddle Aeronautical University, March, 2009, <http://www.docslide.com/innovation-in-air-transportation-systems/>, visited at June 22, 2012)
 - [6] SHETTY, K. I., HANSMAN, R. J. Current and historical trends in general aviation in the United States, Report No. ICAT-2012-6, MIT (Massachusetts Institute of technology), International Center for Air Transportation (ICAT), Cambridge, 2012, p. 93.
 - [7] VIKEN, S. A., BROOKS, F. M., JOHNSON, S., C. Overview of the Small Aircraft Transportation System Project Four Enabling Operating Capabilities, ", Journal of Aircraft, Vol. 43, No. 6 (2006), pp. 1602-1612.
 - [8] HARRIS, W. L. Product and process: a very non-linear relationship in aerospace, , Proceedings of the First International Conference on Nonlinear Problems in Aviation and Aerospace, (ed. by. Senath Sivasundaram), Embry-Riddle Aeronautical University, Daytona Beach, Florida, USA, 1996, pp. 693 – 717
 - [9] SHIN, J. The NASA Aviation Safety Program: Overview, Nasa, 2000, NASA/TM—2000-209810, <http://gltrs.grc.nasa.gov/reports/2000/TM-2000-209810.pdf>
 - [10] WHITE, J. Aviation safety program, NASA, (2009), <http://www.docstoc.com/docs/798142/NASA-s-Aviation-Safety-Program>
 - [11] COMMERCIAL AVIATION SAFETY TEAM (CAST), Process Overview, CAST%20Process%20Overview%209-29-03.ppt#2, 2003
 - [12] VOLKER VON TEIN Status and Trends in Commercial Transport Aircraft, Lecture on the ICAS'98 Conference, ref. number: ICAS-98-0.3, Melbourne, 1998.
 - [13] AVIATION BENEFITS 2017, ICAO, p 68, available at <https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2017-web.pdf> (visited at Nov. 12, 2017)
 - [14] THE ECONOMIC IMPACT OF AIR SERVICE LIBERALIZATION, InterVISTAS-ga2 Consulting, Inc. Washington, 2006, http://www.intervistas.com/4/reports/2006-06-07_EconomicImpactOfAirServiceLiberalization_FinalReport.pdf
 - [15] HANSMAN, R. J. Overview of Recent Trends in the Airline Industry, http://www.nextor.org/Conferences/200406_Industry_Public/2004_06_21_John_Hansman.pdf
 - [16] BUDAPEST FŐVÁROS STRATÉGIAI ZAJTÉRKÉPÉRE ÉPÜLŐ INTÉZKEDÉSI TERV, Budapest, 2008, p. 106.
 - [17] ROHACS, D., VOSKUIJL, M., ROHACS, J., SCHOUSTR, R.-J. Preliminary Evaluation of the Environmental Impact Related to Take-off and Landings Supported with Ground-Based (MAGLEV) Power Journal of Aerospace Operations (2) 2013, No. 3-4, pp. 161-180.
 - [18] NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA), Systems Engineering Handbook, NASA, SP-610S, 1995
 - [19] ROHACS, J. Product development philosophy, Proceedings of the International Conference on Innovation Technology in Design, Manufacturing and Production, 14-16 Sept. 2010 Praha, pp. 516 - 520.
 - [20] ROHACS, D., ROHACS, J. Magnetic levitation assisted aircraft take-off and landing (feasibility study – GABRIEL concept) Progress in Aerospace Sciences 85 (2016), pp. 33-50. doi:10.1016/j.paero-sci.2016.06.001
 - [21] VERESS, Á., FELFÖLDI, A., GAUSZ, T., PALKOVICS, L. Coupled Problem of the Inverse Design and Constraint Optimization, Applied Mathematics and Computation, 219:(13) pp. 7115-7126. (2013)
 - [22] ROHACS, J., VERESS, A., JANKOVICS, I., VOLESCHUK, A., FARKAS, CS. Goal oriented aerodynamic design of a new acrobatic aircraft, Research and Education in Aircraft Design, READ 2010 international Conference, Warsaw, Poland, June 28-30, 2010, Proceeding CD. ISSN 1425-2104, 10 p.
 - [23] VERESS, Á., BICSÁK, GY., ROHÁCS, D. Pressure Loss and Flow Uniformity Analysis of Baseline and Redesigned Engine Inlet Duct for a Small Turboprop Aircraft, Czech Aerospace Proceedings, 2016 (1) pp. 3-9.
 - [24] BENEDA, K. Development of a modular FADEC for small scale turbojet engine, In: Szakál, A. (ed.) SAMI 2016 : IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics. 367 p., New York: IEEE, 2016. pp. 51-56.
 - [25] ROHACS, J., VOLESCHUK, A., GECSE, T., OVARI, GY. Innovation process management for reducing the time to market, Aerospace – The global industry, November 2 – 4, 2010, Exhibition Centre Frankfurt / Main Germany, Conference Proceedings, AIRTECH GmbH and Co. KG, 2010 ISBN 978-3-942939-00-3 p.21.
-

- [26] BICSÁK, GY., SZIROCZÁK, DÁVID., ROHÁCS, D. Changes in Aerospace Development Process Trends In: Rolandas Makaras, Robertas Keršys, Rasa Džiaugienė (ed.) Proceedings of 20th International Scientific Conference Transport Means 2016. pp. 528-535.
- [27] AIR TRAFFIC MANAGEMENT REVOLUTIONARY CONCEPTS THAT ENABLE AIR TRAFFIC GROWTH WHILE CUTTING DELAYS, Boeing Air Traffic management, 6/2001
- [28] SZEPESSY, K. HungaroControl Disruptive Technologies in Air Traffic management, 8th European Air Transport regulation "Disruptive technologies in Air Traffic management", 8th Florence Air forum, Oct. 21, 2016, http://fsr.eui.eu/wp-content/uploads/2016_10_21-SZEPESSY-Disruptive-technologies_KSz_en_161021.pdf (accessed at 22 of October, 2017)
- [29] DUDÁS D., SOMOSI V., ROHÁCS D. A remote tower technológia polgári és katonai alkalmazási lehetőségei, Repüléstudományi Közlemények, XXIX. évf. No. 1, 2017, 205 – 217 o.
- [30] BOS, T., ZON, R., FUREDI, E., DUDAS, D., ROHACS, D. A pilot study into bio-behavioural measurements on air traffic controllers in remote tower operations. H-Workload 2017: The First International Symposium on Human Mental Workload, Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland, June 28-30. doi:10.21427/D7ZH02,
- [31] VERESS Á, BICSÁK GY, ROHÁCS D, Pressure Loss and Flow Uniformity Analysis of Baseline and Redesign Engine Inlet Duct for a Small Turboprop Aircraft, Czech Aerospace Proceedings, 2016, (1), pp. 3 - 9,
- [32] BICSAK, GY. VERESS, A. New Adaptation of Actuator Disc Method for Aircraft Propeller CFD Analyses, Acta Technica Hungarica, Vol. 14, No. 6., 2017, pp. 95 - 114
- [33] Gu, Y., Campa, G., Seanor, B., Gururajan, S., Napolitano, M. R., Autonomous formation flight - design experiments, chapter 12 in Lam, T. M. (ed.) "Aerial vehicles", In-tech, 2009, pp. 237 - 258
- [34] ZSEDOVITS, T., BAUER, P., JANI MÁTYÁSNE PENCZ, B., HIBA, A., GŐZSE, I., NÉMETH, M., NAGY, Z., VANEK, B., ZARÁNDY, Á., BOKOR, J. Onboard visual sense and avoid system for small aircraft. IEEE Aerospace and Electronic Systems magazine, 31 (9). pp. 18-27. ISSN 0885-8985 10.1109/MAES.2016.150129
- [35] ROHACS, J.: Development of the control based on the biological principles, ICAS Congress, Hamburg, 2006 Sept. P. 10. CD-ROM, ICAS, 2006, http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2006/PAPERS/609.PDF
- [36] HOLMES, B.J., DURHAN, M.H., TARRY, S.E. "Small Aircraft Transportation System Concept and Technologies". Journal of Aircraft, Vol. 41, No.1, January-February 2004.
- [37] PIWEK, K., WIŚNIEWSKI, W. Small air transport aircraft entry requirements evoked by FlightPath 2050, Aircraft Engineering and Aerospace Technology, Vol. 88, 2016, Issue: 2, pp.341-347, <https://doi.org/10.1108/AEAT-02-2015-0065>
- [38] DOWNEN, T. D., HANSMAN, R. J. JR. Analysis of Barriers to the Utility of General Aviation Based On A User Survey and Mode Choice Model, Downen and Hansman, MIT-ICAT, Report # 2002-1,
- [39] MOORE, M.D. Personal Air Vehicles: a Rural/Regional and Intra-Urban on-Demand Transportation System". Journal of the American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), no. 2003-2646, 2003.
- [40] ROHACS, J. Safety aspects of the personal air transportation system, 27th International Congress of the Aeronautical sciences, ICAS (International council of the Aeronautical Sciences), 19 - 24 September 2010, Nice, France, ICAS 2010 CD-ROM Proceedings, ISBN 978-0-9565333-0-2, paper No. ICAS2010-10.7.5. pp. 12 http://www.icas.org/ICAS_ARCHIVE/ICAS2010/PAPERS/527.PDF
- [41] ROHACS, J., ROHACS, D., JANKOVICS, I. Safety Aspects and System Improvements for Personal Air Transportation System „Research and Education in Aircraft Design (READ) 2010” International Conference. Warsaw, Poland, 28/06/2010-30/06/2010. Paper CD-ROM. 22 p.
- [42] ROHACS, D. A Preliminary Emission Model to Analyze the Impact of Various Personal Aircraft Configurations on the Environment, Journal of Airspace Operations (2) 2013, pp. 135-144, IOS Press, The Netherlands 2211-002X (Print), 2211-0038 (Online)), DOI, 10.3233/AOP-140040), 2013
- [43] Clean Sky 2 project, <http://www.cleansky.eu/>
- [44] WAURZYNIAK, P. Aerospace Automation Stretches Beyond Drilling and Filling. Manufacturing Engineering. <http://www.sme.org/aerospace-automation-stretches-beyond-drilling-and-filling/?taxid=3440> (visited at Oct. 26, 2017
- [45] VALERI - Validation of Advanced, Collaborative Robotics for Industrial Applications projekt, <http://www.valeri-project.eu/>

- [46] FINGER, M., BERT, N., KUPFER, D. (ed.) 8th European Air Transport regulation "Disruptive technologies in Air Traffic management" Summary of presentation, 8th Florence Air forum, Oct. 21, 2016, p. 28, <http://fsr.eui.eu/wp-content/uploads/162310-Air-Forum-Summary.pdf> (downloaded at Oct. 26, 2017)

Impact of Air transport and aeronautical industry on the economy

The air transport and the aeronautical industry are the knowledge based high sectors of economy. Because their well-organised structure, they have largest added values pro employees. It is not sudden; all the well-developed countries are active in these economic sectors. This paper calls the attention on the strategic developments of the economy cannot avoid the air transport and the aeronautical industry developments. The aeronautics just has reached the end of the second „S” – curve of its development. The transition period is characterised by changes in technologies and structures. In such cases, more easy to connect, to the major processes, to the concentrating market leaders. This paper tries to analyse the possible integration of the new developing countries into the international cooperation of the aeronautical industry. At first, the paper introduces the major, technical, economic and structural problems of the air transport and aeronautical industry. At second, it analyses the interconnection of the economy and aeronautics. It underlines the important interactions defining the strategic developments and shortly defines the most important conclusions that may support the strategic development of the aeronautical industry in developing country like Hungary.

Keywords: air transport, aeronautical industry, strategic development plans

Dr. ROHÁCS JÓZSEF (PhD) egyetemi tanár Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék jrohacs@vrht.bme.hu orcid.org/0000-0002-4607-9063	Dr. JOZSEF ROHACS (PhD) professor Budapest University of Technology and Economics Department of Aeronautics, Naval Architecture and Railway Vehicles jrohacs@vrht.bme.hu orcid.org/0000-0002-4607-9063
--	--
