

Sikeres EU projektek eredményei - radikálisan új technológiák fejlesztése

Dr. Rohács József

BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, Magyarország e-mail: jrohacsht.bme.hu)

Kivonat: A BME Repülőgépek és Hajók Tanszék munkatársai többféle, európai (kutatási, csere és térségi) támogatású projektekben vesznek részt. Ezekben egy sor új módszer, technológia kidolgozásában és alkalmazásában működnek közre. Közülük nem egy radikálisan új technológia kifejlesztéséhez vezet, például a személyes repülőgépek biztonságfilozófiájának a kialakítása, új igény-felmérési módszerek kidolgozása, a fenntartható fejlődés átfogó értelmezése, a nem kooperáló célok felderítéséhez új algoritmusok és eljárás kifejlesztése, gázturbinák integrálása a repülőgép szárnyszerkezetébe az infravörös sugárzást csökkentő módon, vagy a futómű nélküli repülőgépek alkalmazási lehetőségeinek a vizsgálata, amikor a fel- és leszállást mágneses levitáció segíti.

Az előadás egyfelől bemutatja, hogy egy viszonylag kis létszámú, (talán túlzottan is) sokféle szakterületet művelő, gyenge hazai ipari - gazdasági háttérrel rendelkező tanszék és munkatársai hogyan (milyen képességek fejlesztésével) tudtak bekapcsolódni tucatnyi nemzetközi projektbe; másfelől felvázolja milyen sikeresek az innovatív és a radikálisan új technológiák fejlesztésében.

BEVEZETÉS

A BME Repülőgépek és Hajók Tanszékét - hosszú küzdelem után - 1946-ban alapították. A tanszék hamar bekapcsolódott a Hadmérnök Kar munkájába, jelentős sikereket ért el a repülőmérnökök képzésében és hamarosan megmutatta, milyen eredményes a kutatás-fejlesztésben. Mindezek ellenére az 1956 utáni "reform tanterv" bevezetésével a repülőmérnök-képzést megszüntették, a tanszék nevét Aero- és Termotechnikára változtatták és feladatként a hőtan, az áramlástan és a hő- és áramlástechnikai gépek oktatását jelölték ki részére. A tanszék munkatársai sikeresen megőrizték a repülőgépész oktatás és kutatás alapjait, és kialakították a hajógépész oktatás - kutatás feltételeit is. Később, 1991-ben tanszék "visszakapva" régi tevékenységi körét, felvette a Repülőgépek és Hajók Tanszék nevet és azóta megtartva az alaptudományi tantárgyakat és szakterületeket a repülőgépészet, valamint a hajógépészet, illetve ezekhez csatlakozva a repülés és a hajózás minden területével foglalkozik, ezeken a területeken doktori képzésekben vesz részt, és magas szintű oktatást, kutatást, szolgáltatást nyújt.

Mivel a nemzetközi szintű magyar hajógyártás a telekspekuláció áldozata lett, hajók egy részét "elprivatizálták", a magyar repülőipart az Első és a Második Világháború után tiltották, illetve elszorvasztották, a repülés pedig az elmúlt 20 évben gazdasági válságok sorozatán ment át, a tanszék csak úgy tudott eredményesen működni, hogy önálló kutatásokba kezdett, megújította a kapcsolatait a gazdaság szereplőivel és bekapcsolódott a nemzetközi kutatás-fejlesztésbe. Ezek elérését alapvetően az eredeti gondolkodás, az új ötletek kidolgozása, radikálisan új technológiák kifejlesztése szolgálták. Példákként kiemelhetjük a személyes repülőgépek biztonságfilozófiájának a kialakítását, új igény-felmérési módszerek

kidolgozását, a fenntartható fejlődés átfogó értelmezését, a nem kooperáló célok felderítéséhez új algoritmusok és eljárás kifejlesztését, gázturbinák integrálását a repülőgépek szárnyszerkezetébe az infravörös sugárzást csökkentő módon, vagy a futómű nélküli repülőgépek alkalmazási lehetőségeinek a vizsgálatát, amikor a fel- és leszállást mágneses levitáció segíti.

Az előadás egyfelől bemutatja, hogy egy viszonylag kis létszámú, (talán túlzottan is) sokféle szakterületet művelő, gyenge hazai ipari - gazdasági háttérrel rendelkező tanszék és munkatársai hogyan (milyen képességek fejlesztésével) tudtak bekapcsolódni tucatnyi nemzetközi projektbe; másfelől bemutatja milyen sikeresek az innovatív és a radikálisan új technológiák fejlesztésében.

A cikk négy pontból áll. Az első azzal foglalkozik, miért van szükség olyan magyar tanszékre, mely a repüléstudományokkal és a hajózástechnikával foglalkozik. A második pont bemutatja milyen képességeket fejlesztett ki a tanszék a jövőnek stratégiai biztosítására. A harmadik pont felvázolja, hogy sikerült a tanszéknek és munkatársainak bekapcsolódnia a nemzetközi kutatás-fejlesztési projektekbe. Végül a negyedik pont néhány érdekesebb projektet és azok eredményeit ismerteti.

1. MIÉRT FONTOS EGY KIS ORSZÁGNAK, HOGY A HAJÓZÁS, REPÜLÉS TUDOMÁNYAIVAL FOGLALKOZZON?

Sokan nem értik, de a hajózás, a repülés, és azok tudományos kutatása - fejlesztése meghatározó hatással van az ország - különösen a kis és a külföldi, illetve nemzetközi piacoktól függő ország - gazdaságára, társadalmára. Ezeket a hatásokat a legegyszerűbben a következők szerint lehet összefoglalni:

- a szállítással kapcsolatos költségek minden termék árában 1/3 arányt képviselnek,
- a közlekedés biztosítja az áru és az emberek szabad mozgását (vélekedések szerint minden áru előbb, vagy utóbb hajóra kerül, de az amerikai előrejelzések szerint már 2020-ra az amerikai export - import több mint fele légi úton lesz szállítva),
- a vállalkozások több mint 80 %-a függ a repüléstől (a termék, a szolgáltatást igénybe vevők, a menedzsment, stb. használja a repülést),
- a (tengeri) hajózás autonóm rendszer-elemekkel működik,
- a repülés a legtöke-intenzívebb biznisz (1. ábra) (mivel a tudomány és a technológiai legújabb eredményeit alkalmazza, magasan képzett alkalmazottakkal dolgozik és gyorsan igazodik a változásokhoz),
- a tudományos technológiai újítások legfontosabb forrása az űrtechnológia, a repülőipar,
- aki ettől a forrástól elvágja magát, az azt szeretné, hogy a mai modern korban a "bozótlakók" szintjén éljünk.

Elődeink ezt értették. 1911-ben a kereskedelmi miniszter ösztöndíjjal Franciaországba küldte Zsélyi Aladárt és Székely Mihályt. Zsélyi Aladár Melczer Tiborral már 1912-ben 500 LE-s, 34 utas szállítására alkalmas gépet terveznek Gépüket Aerobusznak neveztek.

Természetesen minden értelmes, a hazája gazdaságának a felemeléséért felelősen tevékenykedő politikus, kormánytag ismeri ezt. 1901- 1911 között például a kínai Qing dinasztia kormánya ösztöndíjjal Európába és Amerikába küldi a fiatalokat, hogy repüléstudományi tanulmányokat folytassanak. Az ösztöndíjasok közül került ki a Boeing gyár első főmérnöke, Wang Zhu is, aki megtervezte a repülőgépgyárnak először anyagi sikert is jelentő repülőgépet a Boeing Model C vízi repülőgépet.

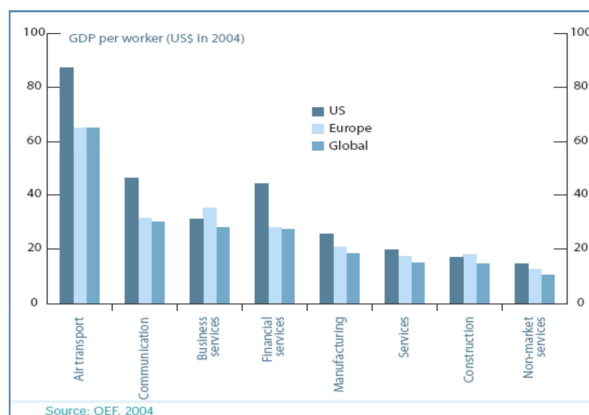
További magyarázatok helyett, érdekesebb röviden áttekinteni, milyen küzdelem folyt egykor a műegyetemen a repüléstudomány oktatásért, a repüléstudományokat művelő tanszék megalakításáért.

A műegyetemi elődeink jól ismerték az új technológiák hatását a gazdaságra. Az egyetem egykori vezetőinek a nagyszerű tudományos gondolkodását és a mérnökképzésért, a magyar gazdaság fejlesztéséért érzett felelősségét mutatja, hogy a József Nádor Egyetem Egyetemi Tanácsa külön foglalkozott a repüléssel, mint új tudományos technológiai lehetőséggel és felkérte Bánki professzort, hogy előadásain térjen ki a repülés elméletére. Az 1910/11-es tanévben Bánki professzor - először a magyar felsőoktatás történetében - repüléselméleti előadásokat tartott. A professzor egyik, világhírűvé vált tanítványa volt az amerikaiak által a repülés atyjának nevezett Kármán Tódor is.

Már az 1910-es évek végén is felvetődött, hogy repüléssel foglalkozó tanszék alapítsanak a műegyetemen. Ez sajnos a trianoni technológiai terror miatt nem valósulhatott meg. A trianoni békediktátumot fontos elemei igyekeztek távol tartani a további technológiai fejlődéstől az országot: (i) elcsatolták a nyersanyagforrással rendelkező bányavidéket, (II) leválasztották a közlekedési infrastruktúra fontos részét a "körvasutat", mely mindenütt az új határokon kívül rekedtek, (iii) felszámolták, megsemmisítették a csúcstechnológiát képviselő repülőgépeket és megtiltották a repülést.

Abban az időben a műegyetemen élen járt a Trianoni Békeszerződés követő technológiai válság lehetséges következményeinek az enyhítésében is. 1920

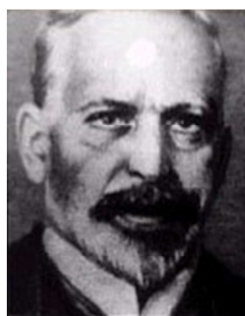
őszén elméleti pilótatanfolyamot indítottak 50 hallgatóval. Részben a békediktátum elleni tiltakozás jegyében az újdonságokra mindig fogékony, lelkes egyetemisták 1921 november 10-én megalakították a Műegyetemi Sportrepülő Egyesületet (MSrE), hogy „A technika e legmagasabb hajlékában ápolják a legnemesebb sport, az emberi repülés ügyét”.



1. ábra: A töke-intenzív bizniszek jellemzése

1926-ban jelentős társadalmi akció kezdődött, hogy a műegyetemen alakítsanak meg egy repüléssel foglalkozó tanszékot. Érdemes kissé megismerni milyen érveket sorakoztattak fel akkor a repüléstudományokat oktató, fejlesztő tanszék létrehozása érdekében.

A kezdeményezést felkarolva a Magyar Aero Szövetség jól megalapozott beadvánnyal fordult a Vallás és Közoktatásügyi Miniszterhez, melyet a szövetség elnöke, József Ferenc dr. főherceg írt alá. Az Aviatikai Értesítő 1926. évi augusztus-szeptemberi számában is „Aerotechnikai tanszék a Kir. József Műegyetemnek!” címmel megjelent előterjesztés a kialakult biztonságos, szervezett légiközlekedésre hivatkozik és megállapította, hogy „Az előrelátható további fejlődés következtében a repülés a jövőben minden eddiget meghaladó súllyal fog latba esni az államoknak úgy védelmi rendszerében, mint békés viszonylataiban, s ezért a kormányzatok az aviatikát mindenütt az életbevágóan fontos államügyek közé sorolják”. (Néha úgy tűnik, a politikusaink többsége ezt még ma sem érti.)



2. ábra: Bánki professzor és világhíres tanársegédje Krázmán Tódor

A felterjesztés készítői nemzetközi párhuzamot is vontak: „Az aerotechnika elérkezett arra a fokra, hogy már rendszeresen tanítható és a technikai felsőoktatásba beilleszthető. Világosan mutatja ezt, hogy már az európai és amerikai főiskolákon - rendszerint a gépészmérnöki karokon – az aerotechnikát előadásokban, tervező és laboratóriumi gyakorlatokban ugyanolyan terjedelemben oktatják, mint a hidrogép—technikát, vagy a gőzgép—technikát.” Emellett kevésnek tartották az egyetlen – választható - repüléstudományi szakmai tantárgyat a Melczer Tibor oktatta „Repülőgépek elmélete és szerkezetana” című 2 féléves heti 2 órás kurzust. Kiemelték „... az aerotechnika a műegyetemen ma már egész ember kíván, a megoldás tehát: külön aerotechnikai tanszék felállítása...”.

Mivel az egyetemi tanács a felterjesztést úgy véleményezte, hogy a tanszékhez erős laboratóriumi háttérrel is kell biztosítani, abban az időben még nem tudták megszervezni a megfelelő támogatást a tanszék létrehívására.

1932 végén a Műegyetem ismét a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztériumhoz fordul egy aerotechnikai tanszék létesítése érdekében. A korábbi kezdeményezésekre is hivatkozva részletesen feltárták az európai helyzetet. Felhívták a figyelmet, hogy a német egyetemeken – már abban az időben is – 134 tantárgy 323 óra előadás és 262 óra gyakorlat terjedelmében foglalkoztak a repüléssel. Berlin - Adlershofban egyre többen és egyre eredményesebben dolgoztak a kitűnően felszerelt repülési kutató intézetben, a DVL-ben. Az aacheni Aerodinamikai Intézet, Kármán Tódor vezetésével nemzetközileg is kiemelkedő munkát végzett. Párizsban önálló repüléstechnikai főiskola alakult Ecole Nationale Supérieure d'Aéronautique néven és minden műszaki főiskolán foglalkoztak repüléssel. A bécsi műszaki főiskola aviatikai tanszékén már 1911 óta végeztek széleskörű kísérleteket. Prágában két tanszéknek témaköre volt a repülés és önálló Repülési Kutató Intézet működött.

A műegyetemi felterjesztés arra is rámutatott, hogy „... az aerotechnikai tanszék hiánya az egész magyar repülés ügynek mérhetetlen nagy kárára van. ... Az aerotechnika olyan fejlettséget ért el, hogy valóban csonka az a műegyetem, amelyen nincsen számára külön tanszék. ... Eltekintve a tanszéknek az iparra és közlekedésre való sokoldalú kihatásától, valóságosan nemzeti becsület kérdése, hogy végre a magyar műegyetemen is felállítsassék ez a tanszék. Az aerotechnika tanszék sikeres munkájához elválaszthatatlanul hozzátartozik a kapcsolatos laboratórium is, mert a repülőgépek szerkesztése, építése, működése nagyon terjedelmes és változatos kísérleti vizsgálatok felhasználását kívánja meg. ...”

A minisztérium a felterjesztés alapján - a minisztérium államtitkárának, Anderlik egykori professzorának Dr. Szily Kálmánnak a hathatós közreműködésére – az aerotechnikai tanszék létesítésére alapberuházásként 300.000 pengőt, működési költségekre pedig évi 30.000 pengőt adott a kinevezendő tanáron kívül három segédtanár illetményére. A támogatást az akkor súlyos gazdasági helyzet ellenére az 1934/35-ös gazdasági évtől biztosították.

Az eredményes kutató-fejlesztő és oktatói munka során a repüléstudományi kutatással foglalkozók száma egyre nőtt. A "csúcsot" az 1950-es évek közepére érték el, amikor a műegyetem (a Hadmérnök Karon) egyszerre öt tanszék, az Aerodinamikai, Repülőgépek, Repülőgép Hajtóművek, Repülőgép Gyártástechnológiai és a Repülőgépek Üzemtana Tanszék foglalkoztak eredményesen a repüléssel, a repüléstudományokkal.

Az 1956 utáni reform tanterv végül minden repüléssel foglalkozó tanszékot "átprofiloztak". Az 1990-es politikai váltás után egyedüli tanszékként a korábbi, 1946-ban alapított Repülőgépek Tanszék (az idő közben Aero- és Termotechnika Tanszékként működő, de a repüléskutatást részben megtartó tanszék) kapta vissza az eredeti nevét és tevékenységét. A mai Repülőgépek és Hajók Tanszék ugyan sikeresen kapcsolódott be a nemzetközi kutatás-fejlesztésbe, újra indította a repülőmérnöki képzést, jelentős segítséget nyújtott a légiközlekedési mérnökök képzéséhez, de ma sem kapja meg a többi tanszéknek kijáró támogatást.

Többek közt az európai államok közül lényegében egyedülként csak itt lehetetlenítette el az egyetem korábbi rektora, hogy járműmérnöki BSc-t lehessen indítani (miközben a járműgyártás a gazdaság kiemelkedő területe). Újabb öt év kellett, hogy az BSc / MSc -re való átállás után el lehessen érni, hogy ismét legyen Magyarországon járműmérnöki képzés. Szakosodni légijárművekre és légi közlekedésre is lehet a jelenlegi BSc. képzésekben és létezik hasonló szakosodási lehetőség az MSc programokban is. Viszont a fejlett európai országoktól eltérően nincs nálunk repülőmérnök, vagy légi-közlekedési mérnök képzés. A jelenlegi rendszerben ilyen képzések indítására igen kevés az esély. Ugyanígy senki sem

akar foglalkozni a dunai hajózással, a hajóépítéssel, vagy a tengeri offshore bányászattal.

A műegyetem jelenlegi vezetése igen messzi áll az egyetem korábbi 1910, vagy az 1920-as évek vezetőitől. Annyira el vannak foglalva a létesítménygazdálkodással, hogy nem tudják felismerni a technológiai fejlődés sajátosságait, fontosságát, nem értik, hogy a járműgyártás, közlekedés, logisztika milyen szerepet játszik a modern gazdaságban, miért kiemelt területe az a magyar gazdaságnak. Irányításuk alatt az európai gyakorlattal szemben menve, de a hazai társegyetemek laborfejlesztését is figyelmen kívül hagyva a műegyetemen a laboratóriumi háttér visszafejlesztése folyik. Egyesek szerint a lendő mérnököknek elég csak videofilmeken, szimulációs játékokban bemutatni a mérnöki ismereteket.

2. A TANSZÉKI KÉPESSÉGEK FEJLESZTÉSE

Az egyetemeknek és így a tanszékeiknek hármas feladata van: oktatás - kutatás - szolgáltatás. A BME Repülőgépek és Hajók Tanszék az 1990-es évek elejétől jelentősen megújította a tevékenységét, következetesen törekedett a stratégiai fejlesztésre. A célnak megfelelően a következő fontosabb fejlesztéseket hajtottuk végre.

A tanszéki infrastruktúra fejlesztése.

A jelentős laboratóriumi háttérrel (pl. a „2 x 2 néha öt”-ből megismert törő-állvánnyal) rendelkező tanszéken új oktatási és főleg kutatási célú laboratóriumi berendezéseket fejlesztettünk ki (melynek az eredményeit a vízcsatorna, nemlineáris, digitális kontrollal ellátott kisméretű gázturbina, sugárhajtómű, a Kutatók éjszakáján tömegek által keresett, mintegy 100 millió Ft. értékű, sok új megoldást tartalmazó fix bázisú, de az egyik ülésben a hagyományos kormányval, a másik ülésben – az Airbusoknál elterjedt – oldal-kormányval felszerelt repülésszimulátor, termovíziós értékelő rendszer, vagy az ötfős szimulációs és virtuális laboratórium kialakítása, jellemzi).

A kis gázturbina és a repülésszimulátor már eddig is egy – egy doktori értekezés alapját képezte. A vízcsatorna megbízásos munkák és egy jövőre megvédendő doktori értekezés kutatásaiban is segítségünkre volt.

A tanszéken igen jelentős az infó-kommunikációs infrastruktúra, mely a hagyományos operációs rendszerektől (Windows) a fejlett elemző, vizsgáló és tervező programokon keresztül a pilóta nélküli repülőgépeken alkalmazható programozható robotpilótáig terjed.

A tanszék 6 + 4 + 2 + 2 számítógépre épülő környezetben működteti a tanszék szimulációs központját, mely a tervezési - számítási - modellezési - szimulációs feladatok megoldása mellett a virtuális technológia alkalmazási lehetőségeinek a tanulmányozására szolgál és információs központként is működik. A központ a gazdag szoftver - tárral is rendelkezik. A hallgatók a repülőgépek, és hajók tervezésekor alkalmazott programok mellett általános tervezési feladatokra és szilárdsági elemzésekre, numerikus aerodinamikai, hőtechnikai, valamint multi-fizikai számításokra, szimulációra alkalmas szoftvereket, és a virtuális technológiát működtető szoftvereket is használhatnak (Techplot, Fluent, Matlab, Simulink, Symbolic Math, a Matlab 15 toolboxa, OLP NL MS Backoffice SBS 2000, PD 5.0, Univerz, NOEMi, ILabview, MikroPascal PRO for PIC 2009, Delft Ship pro, ANSYS, DAR AAA, AAA-CAD, komplett Maxsurf és öt toolboxa, FLSIM, VAPS, stb.) A központban a MATLAB- nak szinten minden toolboxa elérhető, az ANSYS sokféle lehetősége kipróbálható. A tervezői szoftverek közül is ki lehetne emelni a AAA (Advanced Aircraft Analysis) szoftvert, mely a repülésoktatásban a leggyakrabban alkalmazott és a repülőgépek tervezésekor, illetve azok FAA (Federal Aviation Authority) minősítő elemzésekor gyakran felhasznált repülőgéptervező szoftver, amely a repülőgépek aerodinamikai, re-

pülésmechanikai és repülésdinamikai jellemzőinek a számítására is kiválóan alkalmas. A szoftver minden repülőgépező hallgató részére elérhető az évfolyamtervek elkészítéséhez. További érdekesség pl. VAPS, amely az országban korábban egyedül nálunk volt meg, és kiválóan használható műszerfalak gyors prototípus fejlesztésére. Nem véletlenül ezt használtuk a repülésszimulátor egyes objektumainak (pl. a budapesti repülőtér) szimulációjához.



3. ábra: A hőskor: magyar fejlesztésű teljesen fémépítésű repülőgépszárny terhelésvizsgálata



4. ábra: A tanszék repülésszimulátora

A szoftvereket saját fejlesztési programok egészítik ki, melyeket a repülésszimulátor működtetéséhez, a gázturbinás méréshez, a vízcsontra vizsgálatához dolgoztunk ki. Jelenleg is fejlesztés alatt van (a részben OTKA által is támogatott) - DASFLO numerikus áramlástan szoftver fejlesztése.

A szoftvereket az oktatásban, az évfolyamtervek kidolgozásakor, a szakdolgozatok és diplomamunkák mintegy 80 %-ának az elkészítésekor és tucatnyi doktori értekezés során alkalmaztuk. Nemzetközi projektekben is könnyebb részt venni, ha a tanszék ilyen fejlett IT-vel rendelkezik.

Problémaként jelentkezik, hogy a legjelentősebb fejlesztésünkre, a repülésszimulátorra eddig nem sikerült megbízások munkát szerezni és nem sikerült nyertes nemzetközi pályázatra megjelentetni.

További probléma, hogy az európai versenytárs egyetemeken nagy ütemben folynak a laboratóriumok rekonstrukciói, új laboratóriumi eszközök, főleg kutatási, tesztelési és mérési próbaállamosok fejlesztései. Nagyon nehéz velük lépést tartani. Ezért kell koncentrálnunk a speciális ismeretek megszerzésére, kutatási területek, mérési eljárások kidolgozására, mint a repülőgépek infravörös sugárzásának a mérése, értékelése, a multi-fizikai számítások elvégzése, stb.

Human támogatás

A tanszék megfelel a műegyetemen bevezetett – a hazai elvárásoknál keményebb – követelményeknek, az un 1 – 5 – 10 (1

professzor, 5 minősített és minimum 10 oktató – kutató) szabálynak. A tanszéken jelenleg 11 főállású oktató dolgozik. Öt fő, köztük egy fő adjunktusi beosztásban rendelkezik PhD-val. Hárman most írják a PhD dolgozatukat. A tanszéken 2 egyetemi docens 40 év alatti és 2 fő tanársegéd is dolgozik. Tehát a „korfa” lényegében nem torzult. Nem érdemtelen megjegyezni, hogy 2 – 3 fő folyamatosan „vöröslistán” van és szeretne bekerülni a tanszék főállású oktatói közzé. Ezt az egészséges rendszer az is segíti, hogy az oktatók sikeresen egészítik ki a főállásúknak járó megalázó bért. (Az egyetemi kutatások szerint a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán végzetek a munkába állásuk első évének a végére már több nettó jövedelemmel rendelkeznek, mint az egyetemi docensek államilag fizetett bére. – A kontraszelekció – ha más okból is, mint korábban – újra működik.)

A tanszéki oktatók másodállásban, tanácsadónként, vagy akár műszaki, kutatási igazgatóként is megállják a helyüket, és nemcsak jelentős hazai, de tucatnyi nemzetközi kutatási projektben is sikeresen dolgoznak.

Problémát jelent, hogy a feszített munka mellett nincs elég időnk arra hogy a munkáink dokumentálásával – pl. a weblap megfelelő kialakításával, frissítésével foglalkozunk -), nem tudjuk megoldani a szükséges tanúsítványok megszerzését – pl. a tanszék repülőipari beszállítói tanúsítványát, egyes szakértők, úgy mint repülőgép-tervezői központ, repülőesemény kivizsgáló, repülésszimulátor üzemeltető, stb. – nemzetközi engedélyek megszerzését (alapvetően finanszírozási problémák miatt), nem tudjuk elkészíteni a tanszéki kutatási minőségbiztosítási rendszert (aminek a hiányában már maradtunk ki - később győztesnek bizonyuló - pályázat konzorciumából).

További fontos probléma, hogy az egyetemi elvonások miatt jelentős versenyhátrányban vagyunk. (Elvileg az elvonások papíron még elfogadhatók, de mivel a tanszék az utóbbi 15 évben a munkabér teljes fedezetét sem kapta meg a tulajdonosi hozzájárulásból – amit számomra elfogadhatatlan módon támogatásnak szoktak nevezni, mintha mi nem dolgoznánk meg a bérünkért – és semmit nem kapunk a telefonra, a papírra, az infrastruktúra fejlesztésére, sőt még terület-használati díjat is kell fizetnünk – így biztosítva a „nem laboros” és nem KK-zó tanszéknek, vagy az adminisztrációnak a „versenysemlegességét”.) A tanszék által vállalt munkákból, így az egyetemi előírások és a ránk kényszerített torzult „támogatási rendszer” miatti tényleges elvonás meghaladja az 50 %-ot. (Az elmúlt 20 évben összesen kétszer kaptunk számítógépet és hozzátartozó nyomtatót, melyek egyike már átvételkor sem felelt meg az adott célra, míg a másikat is egy év után kidobtuk, mert selejtes, raktáron maradt szállításból érkezett.) Az összes többi fejlesztést mind megbízások munkák eredményeinek terhére, vagy kutatási projektekhez kapcsolódva hajtottuk végre. A szakképzési hozzájárulás nagyban segítette az oktatási laborszakozók szinten tartását, megújítását, sőt több új oktatási laboratóriumi berendezést is készítettünk.

Oktatás

Az egyetemi tanszékek alapfeladata az oktatás. A tanszék a BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karon a hőtan, az áramlástan és a hő-és áramlástechnikai gépek tantárgyait oktatja félévente 300 – 400 hallgatónak. (A műegyetemen is van olyan kar, ahol ezen tantárgyak oktatására külön tanszékeket állítottak fel.) A tanszék további feladatai közé tartoznak a repülőmérnöki, a hajómérnöki szakmai tantárgyak és egyes a repüléssel, hajózással kapcsolatos tantárgyak oktatása. Az oktatott tantárgyak száma meghaladja az 50-et. A tantárgyak mindegyikét idegen nyelven angolul némelyeket németül és franciául is elő tudják adni a tanszék oktatói. Külön kiemelni, hogy a tanszéken rendszeresen meghívott oktatók is dolgoznak. Az elmúlt 20 évben több mint 30 (közülük több külföldi) meghívott vendégtanár is oktatott. Közülük más egyetemek professzorai, hazai és nemzetközi vállalatok, intézmények vezetői is szívesen vállalták (a honorárium nélküli) oktatást. (Volt eset, amikor a müncheni egyetem oktatói még repülőgépet is hoztak magukkal, hogy a légi mérések tantárgy előadása mellett gyakorlati képzést is tudjanak biztosítani.). A választható tantárgyaink is sikeresek. Magyarországon elsőként szerveztük meg a systems engineering oktatását, az űrdinamika és a világűr békés alkalmazása, az üzemeltetés elmélete, a tervezési (termék-fejlesztési filozófiák), az innováció a légiközlekedésben, stb. tantárgyak előadását.

Az oktatásunk nemzetközi szinten is „jól eladható”. Az elmúlt 20 évben a tanszék repülőmérnöki képzésében részt vett és diplomázott mintegy 200 főből majd 40 – en szereztek már doktori címet, sokan közülük más egyetemi tanszékeken, más egyetemeken, vagy éppen külföldön.

A tanszék munkatársai eddig is több ezer slide-ot használtak (5. ábra) a képzés során, de az elmúlt két évben újraírták az alaptantárgyakhoz kapcsolódó korábbi egyetemi jegyzetet és sok hajómérnöki, repülőmérnöki tantárgyhoz is jegyzetet készítettek, melyek ingyen elérhetők a weben.

A tanszéki munkatársak több oktatással kapcsolatos nemzetközi fórumon, társaságban is közreműködnek. Pl. az EASN (European Aeronautics Sciences Network) kutatási igazgatója a tanszék jelenlegi vezetője, többen részt vesznek a READ (Research and Education in Aircraft Design). Jelentős a diákcsera program és most indult be egy oktatói csereprogram, az EU által támogatott A2-Net-Team project is.

A hajózással kapcsolatos képzés megújításán is nemzetközi projektekben dolgozunk (lásd pl. NELI project).

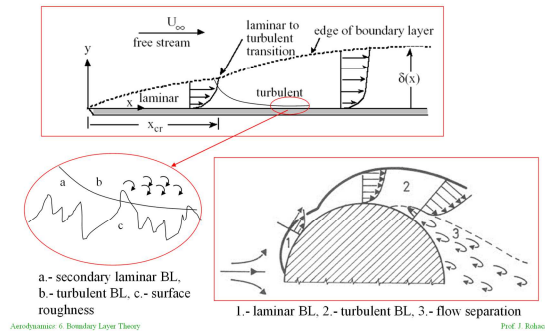
A oktatás területén követjük a nemzetközi trendeket, részben (mivel a kívánt kontaktóraszám kevesebb a kellenél) megfelelünk a nemzetközi követelményeknek. A repülés terén két tantárgyunk, a repülőgép tervezést bevezető repülőgép tervezési filozófiák heti egy óras tantárgy-rész, valamint a repülőgépek üzemeltetése (mely heti öt órában foglalkozik a repülőgépek üzemeltetésének elméletével) nemzetközileg is egyedülálló.

Az oktatással kapcsolatos problémák három fő csoportba sorolhatók:

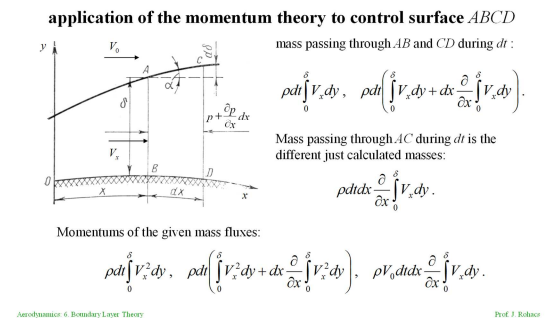
- nincs repülőmérnöki, nincs repüléssel kapcsolatos képzés, nincs hajómérnöki képzés (ezek csak választható szakokként jelennek meg),
- a kis létszámú, de laboratórium, illetve szoftver-igényes oktatást a belső elosztási rendszer hátrányosan különbözteti meg és nem fedezi az oktatás költségeit,

- az állam jelentős hátrányt okoz a hallgatóinknak, és sérti a tanulóhoz való állampolgári jogokat azzal, hogy ellehetetleníti a repülőmérnökök és hajómérnökök, a légi és vízi közlekedési mérnökök képzését, valamint nem engedélyezi, hogy az ilyen képzésben részt vevők diplomájába be lehessen írni a szakmájuk angol megfelelőjét.

6.3. Structure of Boundary Layer Aer6-3



6.4. Integral Equation of the Steady BL Aer6-4



5. ábra: Két kép az aerodinamika tantárgy előadásain alkalmazott bemutató anyagból (határreteg - elmélet)

Ezek a problémák hátrányos helyzetbe hozzák a tanszéket a nemzetközi pályázatokon. Nehéz bekerülni olyan nemzetközi oktatási projektekből, ahol a tananyagfejlesztést, a csereprogramokat támogatják.

Kutatás

A kutatás – fejlesztés egyik feltétele megfelelő kutatási infrastruktúra, a másik a megfelelő humán erőforrás. Az elsőt már részben bemutattuk.

Nem feltétlen panaszként, de megjegyezzük: a tanszék eléggé szegényesen van felszerelve mérő és adatgyűjtő eszközökkel. A tanszék az elmúlt 40 évben nem részesült központi (egyetemi) támogatásban a laboratóriumi fejlesztéséhez. Az elmúlt időszakban a repülés és a hajózás terén dolgozó saranyú sorsú vállalatok pedig csak erősen korlátozott lehetőségeket tudtak biztosítani a tudományos kutatási eszközeink fejlesztésére. (Egyébként, annyira él a fejedben az a vélemény, hogy Magyarországnak nincs szüksége a repüléstudományok kutatására, a hajózással kapcsolatos ismeretek magas szintű tanulmányozására, hogy szinte le kell tagadjuk a hazai pályázataink során, hogy ezekkel kívánunk foglalkozni.)

A másik tényező a humán erőforrás tekintetében szinte előke-lő helyzetben vagyunk. Az oktatóink megtanultak eredeti módon (un „out of the box” elven) gondolkodni és ezért ere-

deti látásmóddal rendelkeznek, sok új ötletük van. További sajátosság, hogy részben a repülőgépek tervezési sajátosságai (tömegre és élettartam-költségre optimalás), valamint az innováció-elméleti ismeretek azt eredményezték, hogy a tanszék nemzetközi szinten is úgy tartják számon, mint az eredeti modellek és leírások kidolgozója, eredeti technológiák fejlesztője, a gazdasági, az innovációs és a műszaki sajátosságokat együttesen kezelni képes kutatóhely. Sok esetben ez segített bennünket abban, hogy bevontak bennünket a nemzetközi projektekbe.

A tanszéken a kutatási területeket igyekeztünk úgy meghatározni, hogy azok eléggé egyediek legyenek (ne zavarják más kutató központok területeit, de legyen igény rájuk nemzetközi kutatási projektekben), és jól kifejezzék a tanszék képességeit. Ennek megfelelően a következő területeket jelöltük meg:

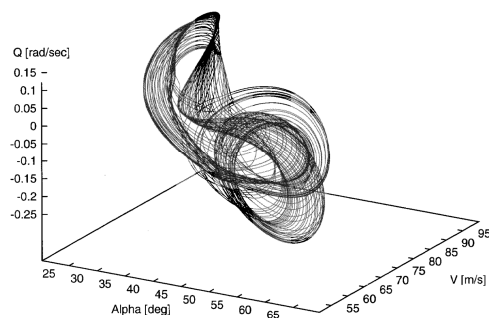
- **mikroáramlástan:** a mikro-elektro-mechanikai rendszerek (MEMS) áramlástechnikai problémáinak elemzése, a mikroáramlástan fejlesztése, hő- és áramlástechnikai mikroeszközök tervezése, vizsgálata és alkalmazási feltételeinek elemzése, humán alkalmazású mikro-eszközök fejlesztése,
- **jármű hőtechnikai:** járművek hőhasznosítási folyamatainak elemzése, hőátadó eszközök és alkalmazásuk az újraindítási folyamatok segítségével, jármű klímatechnika hőtechnikai folyamatainak vizsgálata, eszközök fejlesztése,
- **numerikus számítások:** szimulációs eljárások: járművek környezetben, hajtóművek, és járműalkatrészek, berendezések, belsejében lejátszódó hő- és áramlástechnikai folyamatok numerikus számítása, szimulációja,
- **gázturbinák és belsejében lévő motorok:** földi és repülőgépi gázturbinák, belsejében lévő motorok hő- és áramlástechnikai folyamatainak elemzése, fejlesztése, dinamikai és energetikai folyamatainak modellezése, állapotfelügyelő és diagnosztikai rendszereinek tervezése, fejlesztése, optimális üzemeltetési folyamatok tervezése,
- **repüléstudományok:** repülőgépek aerodinamikai, repülésmechanikai vizsgálata, repülőgépek és rendszereik tervezése, fejlesztése, légi eszközök nem hagyományos mozgásformáinak elemzése (6. ábra), repülőgépek dinamikai, energetikai, környezetterhelési hatásainak vizsgálata, minősítése, repülésbiztonság,
- **különböző repülőgépek:** helikopterek, siklórepülőgépek és siklóernyők tervezése, fejlesztése, aerodinamikai és repülésmechanikai tulajdonságainak elemzése, légszavak, forgószárnyak vizsgálata, aeroelasztikus jelenségek tanulmányozása, V(S)TOL gépek,
- **légi közlekedés:** Légi közlekedési rendszerek tervezése, fejlesztése, minősítése, légi közlekedési trendek, műszaki és környezeti jellemzők elemzése, a légi közlekedés szabályozása, légialkalmasság, EU jogharmonizáció,
- **hajóépítés és gépészet:** hajóépítés tervezése, szervezése, fejlesztése, hajók mozgásának elemzése, hajógépészeti elemek dinamikai, energetikai és környezetterhelési viszonyainak modellezése, vizsgálata, minősítése.
- **vízi közlekedés:** vízi közlekedés, folyami és tengeri hajózás tervezése, szervezése, fejlesztése, kombinált áruszállítás elemzése, RO-RO hajózás, vízi és közúti kapcsolat gépi berendezései, rámpák, forgalomszervezés, kikötők, környezetvédelem.

Ezen területek mindegyikén egy-három PhD dolgozat született. Több eredmény nemzetközileg is érdekes és egyedülálló volt. Nyílt irodalomban pl. elsőként közlünk olyan adatokat, melyek azt bizonyítják a harcászati repülőgépek nagy állásszögű, mozgásakor az átesés utáni tartományokban még a determinisztikus modelleket alkalmazva is kaotikus mozgás keletkezik (6. Ábra). Később kiderült, a CAGI (Cetralnűj, Aero-Gidrodinamiccseszkij Intézet) szakembere több napig vitatkoztak azon hogyan kerültek ki a számítási eredményeik külföldre, míg rájöttek az eredmények csak hasonlóak az általuk számítottakkal. Mi egyébként a NASA-tól származó szélcsatorna kísérleti adatokból meghatározott aerodinamikai modelleket alkalmaztunk, de ennek ellenére a Journal of Aircraft – papíron – azzal az indokkal utasította el a cikkünket, hogy a bifurkációs vizsgálatokban alkalmazott aerodinamikai modellek nem eléggé pontosak. (Azt még sem írhatták, hogy nem célszerű a harcászati gépekre vonatkozó adatokat szélesebb körben terjeszteni.)

A későbbiekben úgy véltük célszerűbb a képességeinket jobban tükröző kutatás-fejlesztési területeket megjelölni. Ezért

ma már a következő kutatási irányokat szoktuk megnevezni: üzemi koncepció kidolgozása, matematikai modellek fejlesztése, szimulációs vizsgálatok, radikálisan új technológiák fejlesztése, új technológiák meghatározás, értékelése, kiválasztása, virtuális technológiai fejlesztése.

A tanszék előnyös képességei az előzőekben megfogalmazott területeken mutatkoznak. Lényegében ezen tulajdonságok, képességek határozzák azt meg milyen projektekbe tud bekapcsolódni a tanszék, amint ezt az 4. pont is mutatja.



6. ábra: 3D kaotikus attraktor a tolóerő-irány szabályozású harcászati repülőgép átesés utáni tartományában (V – repülési sebesség, Alpha – támadásszög, Q – kereszttengely körüli szögsebesség)

Különös problémaként jelentkezik az a sajátos helyzet, hogy a tanszék a nemzetközi átlagot is jóval meghaladva jelentős mennyiségű nemzetközi projektben vesz részt, ugyanakkor a tanszék munkatársai viszonylag keveset és az elvártnál többnyire alacsonyabb szinten jegyzett folyóiratokban, és konferencia-kiadványokban publikálnak.

Egy másik sajátos probléma, hogy a nemzetközileg is jelentős eredmények ellenére a tanszék és munkatársait vagy a személyes ismeretség, vagy a beígért egyedi megoldások ötletek alapján választják be a pályázó konzorciumokba. Példaként említhetjük, hogy a tanszék és vezetője eddig 3 EU által támogatott és a személyes repüléssel kapcsolatos fejlesztésben vet, vesz részt de csak egy volt közülük az amelybe azért hívták, mert olvasták az 5 évvel korábban közölt cikkét a személyes repülésről (a Personal Air Transportation System – PATS) és annak ellenére, hogy ma már nemcsak Európában, de a NASA is külön projektben foglalkozik a PATS fejlesztésével, lényegében senki sem hivatkozik - a több kutatásban is szó szerint átvett részletek ellenére - az említett tanulmányra.

Ugyancsak ilyen sajátosság pl. a SINBAD projektben elért eredmény, a nem kooperáló légitársaságok osztályozására kidolgozott algoritmus, melyre a NAVY által javasolt projektindításban név szerinti is hivatkoznak, de szakcikkekben még sem utalnak az ötletadókra.

Fontos, ne csak legyenek képességeink, de tudjuk azokat megmutatni és érzük el, hogy azokra hivatkozva fogadjanak/hívjanak bennünket a nemzetközi projektekbe. Nem véletlen, hogy mindennel próbálkozunk, pl. megjelentünk nemzetközi kiállításon is.

Szolgáltatás

Ez egy fontos, de egyelőre kevésbé kiaknázott terület.

A képeségeinket tekintve vitathatatlan, hogy pl. a Magyar viszonylatban a speciális technológiák értékelésében az általunk a NASA által alkalmazott eljárásokat továbbfejlesztve kialakított és a GABRIEL projektben hasznosított technológia azonosító, értékelő és kiválasztó eljárás-csomagunk és a technológiai élettartam becslésére alkalmazott eljárásaink a legjobbnak tekinthető. Még sincs ilyesmire kereslet. Az új technológiák alkalmazására készülők többsége nem is ismeri a technológia élettartam fogalmát, annak meghatározási módszereit és az ismeretének a fontosságát.

A technológiai előrejelzésre, a termékek kicsi bevezetésének becslésére alkalmazott eljárásaink is egyedülállóak, mivel a vizsgált technológia, termék műszaki jellemzőinek, a piaci igényeket befolyásoló tényezőknek és az innovációs diffúziós folyamat modellezésének az egységére épülnek. Úgy tűnik ilyen szolgáltatásra sincs túlságosan sok igény a hazai piacon, míg ezen ismeretek segítettek abban, hogy pl. a SATS-Rdmp projektbe bekerüljünk.

A mérés, kiértékelés, minősítés folyamata számunkra ismert, de ezekre - a szakterületünkön - sincs különösebb hazai igény.

Talán egyre jobban felfigyelnek arra, hogy a Knorr Bremse és a Jármű Elektronikai Tudásközpont tevékenységéhez kapcsolódva a CFD analízisre egyre több érdeklődés van.

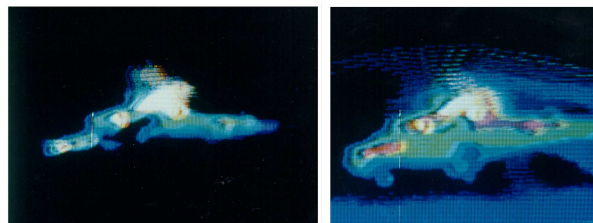
A tanszék oktatói egyénileg rendkívül sikeresek pl. a kishajók, az elektromos hajók tervezésében. Ez örömteli dolog, de az egyetem csak azért részesül ennek hasznából, mert az oktatók az így megszerzett ismereteket beépítik az oktatási anyagba.

Néhány szó a problémákról. Az egyik legfontosabb dolog, a magyar cégek keveset fejlesztenek és tőkehiányosak, míg a nem magyar cégek a fejlesztéseiket külföldön, az anyacégek-nél végzik.

Valamelyest segített az, hogy a Magyar kis és közepes vállalkozások nem rendelkeznek megfelelő tőkével, hogy kutatásokat, méréseket, minősítéseket rendeljenek meg (különösen nem a drága műegyetemtől).

Sajátos tanszéki probléma, de egyfelől a központi régió számára limitált a kiírt hazai pályázati lehetőség, másfelől a repülésben és a hajózásban, illetve a repülőiparban és a hajóiparban az a kevés vállalkozás, mely itt működik, vagy nem rendelkezik elég tőkével, ötlettel a fejlesztésre, vagy a fejlesztéseket az anyacégek-nél, külföldön hajtják végre.

Az innovációs járulék terhére adható és adott kutatás-fejlesztési megbízások valamelyest ellensúlyozták ezt a súlyos hátrányt, de az NAV által mostanában kitalált és alkalmazott ellenőrzési gyakorlat ezt a lehetőséget is bezárja előttünk. A NAV szakemberei szerint kutatásnak csak az minősül, ami azonnal világra szóló újdonságot eredményez. Legalábbis az esetünkben ezt több témakörben is eljárszították. Például foglalkoztunk azzal, hogy a termovíziós kamera hogyan alkalmazható a repülőgép alkatrészek diagnosztikai vizsgálatai során. Az első probléma az volt, hogy mi magunk 12 évvel korábban már alkalmaztuk a videokamerákat a helikopterek infravörös sugárzásának (ezzel a vállról indítható rakéták által alkalmazott felderítési és célzási eljárás sikerességének) a csökkentésére kidolgozott és alkalmazott eljárások minősítésére (7. ábra). A minősítő méréseket a török belügyi csapatok helikopterein hajtottuk végre és ezt nem titkoltuk el. A másik probléma az volt, hogy végül a vállalkozás vásárolt egy infravörös kamerát, bevezette a repülőgépek karbantartásának a technológiájába, de a repülőgépgyártó által közben készített technológiát alkalmazta.



7. ábra: Harcászati helikopter infravörös sugárzása (azonos távolságról mérve sugárzás csökkentővel felszerelt (fent) és anélküli (lent) helikopterek esetében)

Csak egy rövid megjegyzés. Kármán Tódor az önéletrajzi könyvében azt írja, hogy a sikeres tudósoknak az életük során két – három jó ötletük akad. Ő szerencsés, mert neki talán négy jó eredeti ötlete volt. Meg nagy szerencséje, hogy az amerikai kormány alkalmazta, német és amerikai egyetemeken dolgozott, amerikai vállalatok, kínai intézet, stb. kért tőle tanácsot. Egyébként most vissza kellene kamatostul mindent fizetnie. Talán fel is jelentené, hogy csalt, el nem végzett munkát számlázott le. Kivéve persze azt a négy jó és eredeti ötletét. (Tudom, eleinte a NAV a Frascatti kézikönyvre hivatkozott, melyet a kutatás – fejlesztések statisztikai besorolására állítottak össze, de sajna, azt már az EU sem használja, mivel egymásnak ellentmondó kitételek voltak benne. Hol nagyon szűken értelmezte a kutatást, amint azt az innovációs járulékról szóló rendelet is tette, hol nagyon általánosan.)

Igaz a NAV nélkül is vannak érdekes, és sajnálatos eseteink. Az utóbbi öt év talán legfontosabb és legnagyobb értékű munkán, az a tanácsadói részvétel volt, melynek eredményeként hozzájárulhattunk a Corvus Aircraft által a Red Bull World Air Race megrendelése alapján és az állam jelentős támogatásával elkészült Corvus Racer 540 kifejlesztéséhez. A világhírű pilótánk Besenyei Péter részére készült és a Red Bull versenyeken kimagaslóan jól szerepelt repülőgép fejlesztésével kapcsolatban két sajátos problémát is megemlítenék. Az új repülőgép terheléspróbáit - a terveinkkel ellentétben - nem tudtuk a laboratóriumunkban megoldani, mivel a rendkívül szűk határidők miatt a gép szállítása és a laboratóriumba a bevitel nem volt kivitelezhető. (Azóta a szűknek bizonyult nagy bejáratot harmadára csökkentette az egyetemi laborfejlesztési programban megvalósult átépítés - ezzel a törőállványt sikerült a külvilágtól elzárni. Ha mégis lesz olyan repülőgép, melynek a terhelését itt szeretnénk megoldani, akkor majd előtte falat kell bontani...). Egyébként a Corvus repülőgépe a földi terheléspróbán a 24 g-s terhelést is probléma mentesen kibírta.

A másik – sajátosan magyar – probléma, hogy miközben az állam egyik csatornáján a közös pénzünk-ből (adónkból) 100 milliókkal támogatta a repülőgép kifejlesztését, egy másik szervezete meg nem adta ki a gépre a repülési engedélyeket. Sikerült megmutatni, hogy a magyar mérnökök milyen nagy-szerű alkotásokat tudnak tervezni, a lassan, KKV-k szintjén újjászülető magyar repülőgépgyártás milyen csodás és eredményes munkát tud végezni, sikerült elkészíteni a világ talán legjobb speciális célú műrepülőgépét, és akkor ez a gép kanadai lajstromjellel tudott csak versenyezni. Igaz az állam, vagy fura tanácsadói következtetések voltak, mert sikerült a Red Bull repülőverseny is ellehetleníteni.

Nemzetközi szakmai kapcsolatok

Együttműködünk szinte valamennyi a repüléssel, hajózással foglalkozó hazai oktatási, fejlesztői, felügyeleti, üzemeltetői intézménnyel, szervezettel.

A BME Repülőgépek és Hajók Tanszék aktívan részt vesz különféle nemzetközi és az EU FP projektekben, ezért több, mint 50 nemzetközi kutatóintézetrel (pl. CIAM, CIRA, DLR, INCAS, IoA, NLR, ONERA), vállalattal (úgy mint Evector, Honeywell, IAI, Ivcsenko, Motor Sich JSC, Paggio, Thales, Via Donau) felsőfokú oktatási intézménnyel (Odessa National Maritime Academy, CERONAV, egyetemek: Bologna, Graz, műegyetemek: Aachen, Crainfield, Delft, Munich, Rzeszow, Torino, Warsaw, Wraclaw és így tovább), valamint hatósággal, nemzetközi szervezettel (többek közt Bulgarian Agency Maritime Administration, Germanischer Lloyd, EASA, EUROCONTROL) van rendszeres munkakapcsolata.

A tanszék, illetve oktatói tucatnyi nemzetközi konferencia szervezésében vesznek részt, mint a szervező bizottság, a programbizottság, vagy a tanácsadói testület tagjai, illetve nem egy esetben voltak sikeres konferenciák főszervezői (pl. a Magyar Repüléstudományi Napok, az European Inner Water Navigation konferencia sorozat (8. ábra), vagy a 2006-ban Magyarországon megrendezett International Conference on Non-linear Problems in Aeronautics and Astronautics, vagy az 2010-ben Budapesten megrendezett International Conference on Research in Air Transport).



8. ábra: A tanszék szervezésében egyre sikeresebb European Inland Waterway Navigation Conference résztvevői

A tanszék munkatársai szintén tucatnyi hazai és nemzetközi folyóirat szerkesztő bizottságában dolgoznak.

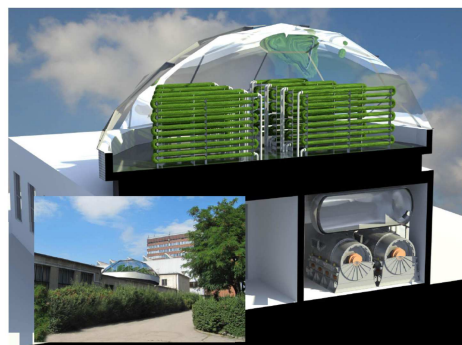
Fontos kiemelni, hogy a tanszék munkatársai a nemzetközi tudományszervezés szintjén is megjelennek, úgy, mint a nemzetközi kutatási fejlesztési irányokat, meghatározó, az európai kutatás-fejlesztések eredményeit értékelő és a nemzetközi együttműködések szervező bizottságok tagja.

Összefoglalva a tanszék képességeit, a következőket lehet kiemelni:

- olyan infrastruktúra (virtuális technológia, infravörös sugármérés, multifizikai numerikus számításokhoz szoftverek, tervezői szoftverek, szimulátor, stb.) kialakítása, mely lehetővé teszi, hogy a tanszék széles körben vállalkozzon speciális kutatásokra, fejlesztésekre, tervezési feladatok elvégzésére,
- olyan szakterületek oktatási (systems engineering, innovációs elmélet, úrdinamika, tervezési filozófiák) és kutató-

si (mikroáramlások, igények előrejelzése, radikálisan új technológiák fejlesztése, értékelése, technológia előrejelzése és élettartamának a becslése, stb.) és elemzési, vizsgálati módszerek (bifurkáció és káosz, multifizikai objektum és cél függő optimalás, szituációelemzés, szimulációs eljárások, konfliktus detektálás, döntéselőlkészítés, stb.) magas szintű elsajátítása, melyek nemcsak haza, de nemzetközi szinten is egyedüliek, ezért viszonylag könnyű kapcsolódni nemzetközi kutatási konzorciumokhoz,

- a hazai és nemzetközi kapcsolatok folyamatos építése, ápolása, nemzetközi munkakapcsolatok kiépítése, hogy a tanszék és munkatársai könnyebben kapcsolódhassanak a nemzetközi kutatásokhoz,
- stratégia: az “előre menekülés”: rendszeresen készülnek olyan tervek (9. ábra), belső tanszéki pályázatokon jelentős anyagi támogatásban részesülő diplomamunkák, melyekben olyan részfeladatokat és olyan szinten dolgoznak ki, ami lehetővé teszi az új ötletek hasznosítását a későbbi pályázatokban (lásd pl. GABRIEL project).



9. ábra: Autonóm tri-generation energetikai blokk elhelyezése a tanszék AE laborjának a tetején – pályázathoz előkészített fejlesztési terv, célja fűtés – hűtés – energia termelés zárt, zéró emissziójú autonóm rendszerben alga menedéccel

3. KUTATÁSI MEGBÍZÁSOK PROJEKTEK ELSYERÉSE

A tanszék, mint a magyar polgári repülés és hajózás, hajóépítés egyetlen egyetemi szintű oktatási és kutatói műhelye igyekszik megfelelni a vele szemben támasztotta társadalmi és gazdasági igényeknek, igyekszik felzárkózni a neves nemzetközi kutató-fejlesztő műhelyek szintjére. Ez – a jelenleg gazdasági és társadalmi viszonyok, illetve az egyetemi belső szabályozások miatt csak részben sikerül. Ennek egyik oka – amint azt már korábban is jeleztük - az, hogy a hazánkban működő, a tanszék szakterületén tevékenykedő magyar, illetve nemzetközi vállalkozások, vagy jelentős gazdasági nehézségekkel küszködnek, vagy a külföldi anyacégtől átvett technológiákkal dolgoznak, kevés a hazai fejlesztés. A másik oka, hogy e kevés feladatra sem tud a tanszék az egyetemi színekben versenyképesen pályázni. Ennek megfelelő a tanszéki munkatársak gyakran egyéni vállalkozásaikon, keresztül, illetve magánemberekként kapcsolódnak be a hazai – kétségkívül – egyre bővülő fejlesztésekbe.

Jelentősebb projektek az elmúlt 7 évben

Hazai kutatás - fejlesztési együttműködések, megbízatások:

Eglo Lux kft. (megbízó): Innovációs folyamatok kezelése a lámpagyártás és kereskedelemben, a fényforrás és megvilágítási technológiák fejlesztése, 2005;

Lufthansa Technik Budapest: Új technológiák alkalmazási folyamatának menedzselése a repülőgép karbantartásban és javításban, kutatás - fejlesztés - innovációs megbízás, 2005;

OM Alapkezelő Konceptió a környezetterhelés csökkentésére (Állami megbízásos kutatás-fejlesztés, 2005;

Visteon szakképzési hozzájárulás rendszerem próbapad készítéséhez, 2005 - 2006;

MÁV: Új, innovatív eljárás-technológiák kifejlesztése a járműmenedzsment, elővárosi vasúti közlekedés és a jegypénztárak működése területekre. I. Elméleti alapok és előzetes vizsgálatok, MÁV jegypénztári sorbaállási és sorhossz modellek alkalmazása a pénztárak működtetésének optimalizálására, II.-4, MÁV jegypénztári sorbaállási és igény (sorhossz) modellek. (téma-vezető. Dr. Kulcsár Béla, jegypénztárakkal foglalkozó alprogram témavezetése a BME Repülőgépek és Hajók Tanszéken) BME Közlekedésmérnöki Kar, Budapest, 2005 - 2006;

Lufthansa Technik Budapest: Repülőgép javítási technológiák fejlesztése, 2006;

Dunaferr Portolan: A hajóépítőmérnök képzés gyakorlati feltételeinek fejlesztése, 2006;

Visteon Hungary: Hő- és áramlástechnikai képzés gyakorlati feltételeinek fejlesztése, egyedi mérőpad készítése 2006.;

Dunai kikötő medence kialakításának elemzése a hajómozgások szimulációjával (főállalkozó: BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék), 2006 - 2007,

GE Energy Hungary: Tanszéki multimédiás oktatástechnikai infrastruktúra fejlesztése, szakképzési hozzájárulás - GE Energy Hungary), 2006 - 2007;

Andreas Kft.: UTH Teszthajó fejlesztésének és tervezésének a szakmai felügyelete 2006 - 2007;

HungaroControl: Szimulációs eljárások alkalmazási lehetőségei légiforgalmi irányítási problémák vizsgálatában, 2007;

HungaroControl: Kifutópályák párhuzamos használatának vizsgálatára alkalmas számítógépes szimulációs módszer kidolgozása, 2007;

RAMSYS Zrt.: Speciális hőcső hővezetési képességének a vizsgálata (RAMSYS Zrt), 2007;

Lufthansa Technik Budapest: Új innovatív karbantartási és javítási technológiák fejlesztése, 2007;

RAMSYS Zrt.: Hőcsövek vizsgálatára szolgáló mérő-próbapad összeállítás (szakképzési hozzájárulás), 2007;

Budapest Aircraft Service kft.: Oktatási laboratóriumi fejlesztés (szakképzési hozzájárulás), 2007;

GE Energy Hungary: Hajtóművek karbantartási és diagnosztikai eljárásainak fejlesztése (oktatási laboratóriumi gyakorlatok kidolgozása, (szakképzési hozzájárulás), 2007;

OTKA: Felület-morfológiai eljárás kifejlesztése, 2007 - 2010;

GOP: 4 üléses repülőgép biztonság filozófiájának a fejlesztése (SafeFly projekt a Corvus Aircraft vezetésével), 2007 - 2010;

Airport Security: A repülésvédelem elveinek ismertetése a repüléstudományi szakokon (szakképzés hozzájárulás), 2007;

HungaroControl: Virtuális valóság oktatási és kutatási laboratórium fejlesztése, 2007 - 2008;

Lufthansa Technik Budapest: Repülőgép karbantartó vállalatok modern irányítási módszerei, 2008;

Knorr Bremsen: Porlasztási folyamatok modellezési lehetőségei, 2008;

General Motors: Motorok tesztelésekor keletkező hulladék hő hasznosítási lehetősége, 2008;

GOP - Corvus Aircraft: Corvus Racer 540 akrobatikus repülőgép fejlesztése , 2008 - 2010;

General Motors: Gyártósor hővesztéseinek hasznosítási lehetőségei, 2009;

Lufthansa Technik Budapest: Repülőgép karbantartó vállalatok és technológiák fejlődési sajátosságai, 2009;

HungaroControl: Légiközlekedés veszélyes közelség helyzetek szimulációja radar adatok alapján, 2009;

TAMOP: BME Kutató Egyetem projekt (tanszéki közreműködés), 2009 - 2011,

Oktatásért Alapítvány: Felsőoktatási intézményekben működő tehetséggondozó műhelyek támogatása, 2010;

Budapest Airport: A gyakorlati képzés feltételeinek fejlesztése, repülésszimulátor repülőterei szimulációs lehetőségeinek a továbbfejlesztése (szakképzési járulékos terhére), 2010,

Lufthansa Technik Budapest: Repülőgépek gyártásában, javításában megjelenő új anyagok vizsgálata, az alkalmazási lehetőségek elemzése, 2010;

Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Minisztérium: A Tisza és a Bodrog folyókon működő kompok átépítésének szakmai felügyelete, 2010 - 2011;

Budapest Airport Service: A gyakorlati képzés tárgyi feltételeinek a támogatása, 201 - 2011;

TAMOP: Új tehetséggondozó programok és kutatások a Műegyetem tudományos műhelyeiben (tanszéki közreműködés), 2010 - 2012,

Budapest Airport: A gyakorlati képzés feltételeinek fejlesztése, repülőterei folyamatok szimulációja (szakképzési járulékos terhére), 2011,

Kerülőváz Kft.: SafeFly eredmények alkalmazása, 2011.

HungaroControl: BME Repülőgépek és Hajók Tanszék laboratóriumi infrastruktúra fejlesztése (szakképzési járulékos terhére), 2011 - 2012;

TAMOP BME laboratóriumi eszközök és műszerpark fejlesztése, 2011 - 2012;

Nemzetközi projektek az elmúlt 7 évből:

- CREATING (Concepts to Reduce Environmental impact and Attain optimal Transport performance by Inland Navigation (EU FP6 - STREP), a tanszék részéről témavezető: Dániel Hadházi) Budapest, 2004 - 2007.
- Veszélyhelyzet menedzsment technológia (magyar - kínai kétoldali együttműködési - T&T - projekt, témavezetők: Feng Changgen, Rohács, J., Mechatronikai Facultás, Pekingi Műszaki Egyetem, BME repülőgépek és Hajók Tanszék), 2005 - 2006.
- Bélyízi hajózás biztonsága technológia (magyar - kínai kétoldali együttműködési projekt, témavezetők: Dr. Wxin Huang, Hadházi, D., Nanjing Forestry University, Institute of Water Transportation, BME repülőgépek és Hajók Tanszék), 2005 - 2006.
- EPATS - European Personal Air Transportation System (EU FP6 Projekt), 2007 - 2008
- SINBAD - Safety Improved with a New concept by Better Awareness on airport approach Domain (EU FP6 projekt), 2007 - 2010
- NELI - Cooperation-Network for logistics and nautical education focusing on Inland Waterway Transport in the Danube corridor supported by innovative solutions, EU - SEE projekt, 2009 - 2011
- SATS-Rdmp (Small Aircraft Transportation System Roadmap - EU FP7 projekt), 2010-2012
- A2-Net-Team - Advanced Aircraft Network for Theoretical & Experimental Aeroviscoelastic Modeling, FP7-IRSES Projekt , 2011-2014
- ESPOSA - Efficient Systems and Propulsion for Small Aircraft (EU FP7 Projekt), 2011 - 2014
- Move It! - Modernisation of Vessels for Inland waterway freight Transport (EU FP7 Projekt) 2011-2014.
- INNOVATIVE - Associate Partner of the SESAR JU, Lot 5: Modelling, support, validation, 2011-2014
- ATM-FUSION Lot 6 Integration of UAV into the SESAR, SESAR (Single European Sky ATM Research) Project 2011 - 2014

További Nemzetközi kutatás-fejlesztési projektek, melyben jelen cikk szerzőjének egyetemi "színeiben" vesz részt:

- Out of the Box project (Financed under Astera-2, EU project, leader: de Graaff - mintegy 40 résztvevő azon a workshopon, melyen több úttörő jellegű projektjavaslat - köztük a GABRIEL alapjait kidolgozták), 2006;
- PPLANE - Personal Plane (EU FP7 projekt., témavezető: Cloud le Tallec - ONERA, Franciaország, magyar témavezető: Rohács J.), Rea-Tech, Kft., Budapest, 2009 - 2012,
- COOPERATEUS (Cooperate Eu - US (EU FP7 project, témavezető ADS Belgium, EASN_ European Aeronautics Sciences network - képviselő Rohács, J. kutatási igazgató), Brüsszel, 2010 - 2012);
- GABRIEL - Integrated Ground and on-Board system for Support of the Aircraft Safe Take-off and Landing (EU FP7 L1. Projekt, témavezető - koordinátor Rohács J., projekt menedzser: Rohács D.), Rea-TEch Kft., Budapest, 2011-2014,
- OPTI - Observatory Platform Technological and Institutional - Observational platform to assess the fulfilment of Vision 2020 goals from techno-

logical and institutional standpoints (EU FP7 projekt, Rohacs J. a repülésbiztonsági és a frepülésvédelmi szekciók vezetője), 2012.



10. ábra: Amire büszkék lehetünk: tanácsadóként a tanszék több munkatársa is közreműködött a Corvus Racer 540 kifejlesztésében

Tervezési – termékfejlesztési eredmények

- Részvétel a Corvus Racer 540 kifejlesztésében (10. ábra)
- Részvétel a Pénélope UTH teszthajó kifejlesztésében
- Elektromos hajók tervezése
- Vitorlás hajók tervezése
- Részvétel nagy tengerjáró és offshore technológiai hajók tervezésében
- Repülőgép fejlesztések támogatása
- Repülőgépműszerek fejlesztése
- Repülési profilalkotó szoftver

Új eljárások, tudományos eredmények

- Közlekedési igény előrejelzése (demand model development)
- Új technológiák élettartamának becslése
- Működési koncepció kidolgozásának módszertana
- Repülőterek környezetében a károsanyag (emisszió) kibocsátás és szóródás szimulációja
- Vidéki repülőterek fejlesztéséhez master plan készítés
- Fenntartható közlekedés fejlesztési index (STPI) meghatározása (belvízi hajózás)
- Nem kooperáló légitársaságok osztályozása (algoritmus és szoftver)
- Repülőgép mozgás leírása sztochasztikus modellekkel
- Cél és objektum orientált fejlesztési innovációs folyamat irányítása
- Végesszárny és rotorlapátok körüli áramlások leírása, számítása
- Bifurkáció és káosz elemzése repülőgépek átesés utáni tartományában
- Repülőgépek infravörös sugárzásának értékelése és csökkentése
- Testek radar keresztmetszetének számítása
- Külső és belső áramlások numerikus elemzése (DAS_FLO fejlesztése)
- Multifizikai elemzések áramlástechnikai alkalmazása

- Morfológia alkalmazása profilok, aerodinamikai testek optimalizálásában
- Rugalmas repülőgépszárny egyszerűsített modellje

Egy viszonylag kis tanszéktől az itt felsorolt eredmények eléggé színvonalasaknak tekinthetők. A nagy kérdés, hogyan lehetett ezt elérni? A választ nehéz pontosan és jól megfogalmazni, de a következő sajátosságoknak, tényeknek köszönhető a sikeres működés:

A képességek, tudatos fejlesztése

A tanszék, miután Repülőgépek és Hajók Tanszék elnevezéssel megújult, először arra törekedett, hogy felfejlessze az oktatást és a kutatást a szakterületén, a repüléstudományok és a hajómérnöki ismeretek területén. Az 1990-es évek során ez a törekvés nagyrészt sikerrel járt: megindult a repülőmérnöki és a légiközlekedési mérnökök képzése, újjászerveztük a hajóépítő mérnöki és a hajózási képzést, melyeket sajnos a BSc - MSc rendszerre való áttéréskor sikerült szinte teljesen ellehetetleníteni. Másfelől egy sor PhD tézis készült, hogy a szakterületek minden jelentősebb tudományterületén (aerodinamika, repülésmechanika, repülőgépek tervezése, repülőgépek szerkezete, repülőgépek üzemeltetése, hajtóművek, gázturbinák termodinamikája, szimuláció, kontrol, stb.) legyen magyar minősített kutató. nem véletlen, hogy az elmúlt 20 évben 24 disszertációt védtek meg a tanszéken, és továbbiakat a társtanszékeken.

Később, a nemzetközi kapcsolatrendszer fejlesztésével előtérbe került az az elképzelés, hogy néhány területen legyünk erősek, de ott nemzetközi szinten is számoljanak velünk. Ezért - amint azt korábban már meghatároztuk - manapság a képességeinket általánosabban és magasabb szinten fogalmazzuk meg. Ezekben a területeken, azaz az üzemi koncepció kidolgozása, matematikai modellek fejlesztése, szimulációs vizsgálatok, radikálisan új technológiák fejlesztése, új technológiák meghatározás, értékelése, kiválasztása, virtuális technológiai fejlesztése területeken tudjuk eredményesen elérni a nemzetközi kutatási konzorciumokat. (lásd a következő pontot is.) Így sikerült bekerülni az EPATS, PPLANE, SATS-Rdmp, stb. projektekbe.

Bekapcsolódás a hazai és a nemzetközi szakmai - közéleti tevékenységekbe

Tudatosan törekedtünk a hazai és főleg a nemzetközi kapcsolatrendszer építésére.

A hazai kapcsolatrendszer a szakterületünkön szinte teljesen tekinthető mind horizontálisan (társégyetemek, kisvállalatok), mind vertikálisan (hatóságok). Nem véletlen, hogy a tanszék eléggé sikeres a szakképzési hozzájárulások és az innovációs járulékok terhére köthető szerződések terén.

A nemzetközi kapcsolatrendszer építésének az egyik legfontosabb területe a konferenciák szervezése. Az egymás után háromszor megszervezett International Conference on Unconventional Flight hozta meg számunkra a szélesebb nemzetközi ismertséget, és innen erednek a kisrepülőgép fej-

lesztéssel foglalkozó nemzetközi projektjeinkhez vezető nemzetközi kapcsolataink.

Másik fontos konferencia sorozatunk a European Inland Water Navigation, mely sorozat nemcsak elindította a hajózással és hajóépítéssel foglalkozó szakembereinket a nemzetközi kapcsolatrendszer erőteljes fejlesztését, de minden nemzetközi "hajós" projektünk (CREATING, NELI, Move It!) ebből a kapcsolat-rendszerből ered.

A nemzetközi kapcsolatépítés másik fontos területen a nemzetközi bizottságokban való közreműködés. Mi mintegy 10 éve és eléggé fokozatosan kapcsolódtunk be a nemzetközi egyesületek, bizottságok munkájába. Ezek a kapcsolatrendszerek alapvetően három dologban segítenek: (i) könnyebben tudunk bekerülni kutatói konzorciumokba, (ii) jobban megértjük a pályázati felhívásokat, háttér információkhoz jutunk a stratégia fejlesztési célok kijelöléséről, (iii) lehetőségünk van arra, hogy valamelyest befolyásoljuk stratégiai programok alakulását.

A nemzetközi kapcsolatok akkor fejlődnek igazán, ha már sikeres nemzetközi kutatás-fejlesztési projekteken is közösen dolgoztunk a partnerekkel. Az utóbbi években elnyert nemzetközi projektek nagyobb részébe már ilyen tapasztalatok után kerültünk be.

Két problémát emelnék ki. Egyfelől nehézségeket okoz a kialakult és fejlett nemzetközi kapcsolatrendszer fenntartása (különösen a finanszírozás terén, mivel csak a meglévő projektjeink terhére tudjuk az utazásainkat szervezni). Nem véletlen ajánlható, hogy a nemzetközi kapcsolatrendszer kiépítését kétoldalú T&T projektekkel célszerű elkezdni, amint azt mi is tettük a korábbi, a müncheni és a toulousi egyetemekkel együtt végrehajtott projektjeinkben, vagy ezt alkalmaztuk a kínai kapcsolat-rendszerünk fejlesztésében.

Másfelől számunkra nem eléggé ismert és nem mindig érthető, a kormányzati (magyar) képviselő tevékenysége a szakterületünk fontos nemzetközi szervezeteiben, az európai technológiai platformokban (pl. ACARE), megaprojektekben Clean Sky, SESAR, stb.).

A lehetőségek kihasználása

A lehetőségeinket igyekszünk maximálisan kihasználni. Külön köszönet a mögöttünk lévő ipari partnereknek, akik megbízásaikkal lehetővé tették, hogy a nemzetközi kapcsolatrendszer kiépítéséhez szükséges anyagi fedezetet előteremtjük. (A projektek kidolgozói az őket megillető megbízási díjak egy részéről lemondanak, hogy segítség a tanszéket a működési költségek előteremtésében, és hozzájáruljanak a stratégiai fontosnak vélt konferencia-részvételek, külföldi bizottsági munkaértekezletek, a külföldi utazások finanszírozásához.)

Példaként megemlíthetjük, hogy a cikk szerzője jelenleg is az ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe) Monitoring Group és a WG1 (Working Group 1) Social and Market Needs tagja, és minimum havonta egyszer bizottsági ülésekre utazik.

Másik példa, hogy a tanszéken dolgozó nappali doktorandusz hallgatóknak biztosítjuk a külföldi konferenciákon való részvételt, és igyekszünk őket

nemcsak a projektekbe, de a projektek előkészítésével, végrehajtásával kapcsolatos adminisztratív munkákba is. (Az ESPOSA projekt munkaértekezletén egyetemi hallgató - ma már tanszéki doktorandusz - is tagja volt a külföldre utazott csoportunknak).

Sokszínűség

A nemzetközi projektjeink sokszínűsége is mutatja, hogy közel azonos témacsoportokban, de minden lehetőséget igyekszünk kihasználni. Például a fenntartható közlekedés (CREATING) eredményeit nemcsak az oktatásba, doktori értekezésben használtuk fel, de ez teremtette meg a lehetőségét, hogy a PPLANE és a STAT-Rdmp projekteken hasonló környezetvédelmi problémákkal is foglalkozzunk. Ugyanígy a GOP projekt keretében kidolgozott biztonság-filozófiát a PPLANE projektben is alkalmaztuk.

Másik sajátosságunk és erősségünk, hogy az oktatás a kutatást és a disszeminációs aktivitást integráltan kezeljük és összehangoljuk. Ez történik pl. a NELI, és a Move It projektjeinkben.

Felvállaljuk a csereprogramokban való részvételt (lásd A2-Net-Team).

Más esetekben pályázatok készítésekor bevállalt sajátos vizsgálatok, feladat-megoldások, illetve az eredeti ötleteink segítenek.

A sokszínűségünket bizonyítja, hogy a felsorolt nemzetközi projektjeink többféle EU-s pályázaton, úgymint EU FP, FP7-IRSES, EU- SEE, SESAR) nyertek. Talán elmondhat, hogy lassan elég jó rálátásunk van a különböző pályázatok céljaira, sajátosságaira.

Szeretnénk aláhúzni, hogy a túlzott rugalmasság sem jó. ha azt hiszik, hogy mi mindenre hajlandók vagyunk, akkor azt gondolják, azt a mindent csak alacsony színvonalon tudjuk megoldani.

Eredeti ötletek, gondolatok

Az eredeti ötletek nagyon fontosak. Két ilyen fontos példát is ki tudunk emelni.

A SINDBAD projektbe a konzorcium vezetője először csak "geopolitikai helyzetünk" miatt, azaz azért hívott bennünket, hogy legyen kelet-európai egyetem is a projektbe, ami abban az időben lényegében plusz pontot ért. Amikor felvázoltuk, hogy mit tudunk csinálni és javasoltuk, hogy a nem kooperáló célok osztályozását az azonosított célok mozgásának dinamikai sajátosságait is figyelembe véve lehet pontosítani. Ez az ötletünk megötszörözte a projektben betöltött szerepünket (finanszírozásunkat).

A másik hasonló esemény az ESPOSA projekt összeállítása-kor történt. A projekt vezetője azért keresett bennünket, mert az EPATS és a PPLANE projektek eredményeit ismertte, és a saját projektjében is hasonló feladatokat akart ránk bízni. A projekt előkészítő megbeszélésein ismertettük, az infravörös sugárzással kapcsolatos mérési és számítási lehetőségeinket is. Végül a projektbe ezek is bekerültek. Az egyik feladatunk a projekt keretében készülő új, kisméretű gázturbina alkalmazásaként a szárnyba történő beépítés szerkezeti kialakítását

úgy optimaljuk, hogy az infravörös sugárzás, és ezzel a terroveszély csökkenthető, illetve minimális legyen. Itt is megötszöröztük a feladatainkat és a finanszírozási hányadunkat.

Rugalmasság - igazodás a pályázati lehetőségekhez és a pályázatírás elsajátítása

Lényegében a legfontosabb sajátosságunk - a képességeink mellett - az a tulajdonságunk, hogy rugalmasan igazodunk a pályázati kiírások feltételeihez, a konzorciumok elvárásaihoz, és megtanultunk pályázatot írni. Ez a tudás sikeres pályázatírásban is megjelent. A GABRIEL projektben a cikk szerzője a témavezető. A pályázatot háromszor is be kellett adnunk. Az első két esetben is magasan teljesítettük az elvárásokat, de csak a tartaléklistára kerültünk fel. A harmadik esetben viszont a második legmagasabb pontszámmal nyertünk. Ez jelenleg az egyetlen un L1 szintű projekt a repülés-tudományok terén, melyet magyar témavezető irányít, és egy magyar kisvállalat a témavezető.

A PPLANE és a GABRIEL projektek jól példázzák a rugalmasságunkat is. Az első projektben a több kutatóintézet és e3gyetem mellé kifejezetten kisvállalatot kerestek a konzorciumba. A második eset kissé bonyolultabb. Az alakuló konzorcium tagjai győztek meg bennünket, hogy - ugyan a pályázati ötlet a miénk - a projekt egyetemi keretek közt nehezen kivitelezhető, a partnerek kérték a kisvállalati forma alkalmazását.

Problémák

A nemzetközi pályázatok elnyerését - a már említett, és többnyire a pályázókhoz köthető problémák, mint a kiírás nem megfelelő értelmezése, a pályázatírás elvárásainak, szabályainak a nem ismerése mellett - egy sor sajátos, tőlünk "kispályázóktól" független anomália is nehezíti. Ezek közül néhány sajátos, de jelentős hátrány okozó tényező a következő:

- a kialakult rendszerben a "nagy játékosok" igen erős lobbitevékenységet folytatnak, ami sajnos még a pályázatok elbírálása során is megjelenhet,
- egyes szereplők (kisvállalatok, személyek, a jelenlegi, vagy a korábbi bizottságokban jelentős szerepet betöltő szakértők) túlzottan sok pályázatban megjelennek, mint tanácsadók, a pályázatot adminisztratív segítőik,
- nem biztos, hogy helyén való, amikor olyanok is részt vesznek a független bírálatban, akik tucatnyi pályázatban érdekeltek,
- néha úgy tűnik a pályázatírás fontosabb, mint a pályázatban megvívásítandó kutatás,
- egy olyan kis ország, mint hazánk nehezen tudja érvényesíteni az érdekei, különösen, ha nem vagyunk jelen, vagy nem összehangoltan dolgozó szakértővel képviseltetjük magunkat az előkészítő bizottságokban.

5. ÉRDEKESEBB PROJEKTEK, EREDMÉNYEK,

Az előző pontban hivatkozott sokféle projektből csak néhány sajátost szeretnénk kiemelni és azok egyes eredményeit röviden bemutatni.

Hazai projektek

HungaroControl megbízások teljesítése

Példaértékűnek tekinthető, ahogy fokozatosan kialakult az együttműködés és egyre komolyabb feladatok megoldására sikerült megbízást kapni. A HungaroControl vezetői folyamatosan figyelemmel kísérték a kapcsolatok alakulását, elemezték az eredményeket és széles körben igyekeztek azokat a vállalatnál elfogadtatni, bevezetni. A HungaroControl hasonló megoldásokkal élve több egyetemi tanszékkel is eredményes kapcsolatokat épített ki.

Ahogy a Jetfly internetes magazin is megírta, a HungaroControl az egyik munkánkat Amszterdamban, a légi közlekedési iparág 220 meghatározó szereplőjének részvételével megtartott, a szakma legnagyobb európai seregszemlájén, az ATC Global rendezvényen is bemutatta a közreműködésünkkel készült ún. repülési profilalkotó programot. Ez a program egy bonyolult matematikai algoritmussal kiküszöböli a radarrendszerek működési elvéből adódó pontatlanságokat, így a lehető legpontosabban határozza meg a légi járművek ténylegesen megtett útvonalát. A szoftver látványos formában, mozgó animációként képes megjeleníteni a korrigált adatokat, ami valós konfliktus-helyzetek, megtörtént események szakszerű elemzése révén nagyban segíti a repülésbiztonság fejlesztését és a légiforgalmi irányítók képzését (11. ábra).



11. ábra: A repülési profilalkotó szoftver alkalmazása

Lufthansa Technik Budapest megbízásainak teljesítése

A Lufthansa Technik Budapest vezetői teljesen egyedi elvárásokat fogalmaztak meg a megbízási szerződések aláírásakor. Mivel a cég egy nagyvállalat magyar egysége, és a tevékenységi körében, a repülőgépek karbantartásában a gyártócégek és a hatóságok meghatározó jelleggel befolyásolják a bevezethető változásokat, újításokat, első sorban olyan kutatási eredményeket kértek, melyek megmutatják milyen fejlődési irányok várhatóak, mire kell a stratégiai fejlesztésükben kitérni, mire kell felkészülniük. Magyarul ezek inkább a kutatás-fejlesztés első fázisára az irodalomkutatásra és a technológiai változások előrejelzésére koncentráltak.

Az elvégzett munkák során több érdekes és fontos megállapítást tettünk. Például elsőként hívtuk fel a figyelmet arra, hogy a rendszerek mérnöki tudományait (systems engineering) és az eredetileg az autógyártásban kifejlesztett

lean technológiát a repülőgépek karbantartásában is célszerű alkalmazni. (Tettük ezt akkor, amikor az MIT-n is csak vita folyt arról, lehet-e a lean technológiát a repülőgépek karbantartásában alkalmazni. - Ma már ez nem kérdés.)

A több doktorandusz hallgatónak is munkát adó (és a nemzetközi kapcsolataink fejlesztésében is alapvetően fontos) megbízások során felvázoltuk a technológiai fejlődést meghatározó sajátosságokat, megmutattuk, hogyan hatnak azok a repülőgépek karbantartási technológiáira, a karbantartási folyamatok tervezésére, irányítására és egy sor egyedi, technológiai megoldás, irányítási eljárás bevezetésére tettünk javaslatot. Ezek közül nem egy később megjelent a repülőgépgyártó cégek bevezetésére ajánlott, vagy kötelezően bevezetendő eljárások listáján is. - (A NAV pontosan ezt kifogásolta, hogy a mi leírásunk után 2 -3 évvel a nagyvállalatok is jhasonlót ajánlottak, tehát az ajánlás nem eredeti, nem új).

Továbbra is fenntartjuk, hogy a repülőgépek fejlesztése során csökken a szerepe a hagyományos karbantartásnak, javításnak és új módszerek, mint az általunk javasolt a repülőgép üzemeltetőivel közösen kialakítható távfelügyelet, távkarbantartás és a műszaki élettartam menedzsment lesz a jövő karbantartó vállalatának a fő feladata.

Ki kell emelni, hogy az 1990-es években kidolgozott infravörös sugárzás mérésére alkalmas eljárásunkat a Lufthansa Technik Budapest megbízása alapján elemeztük újra és újítottuk meg. Ennek a munkának köszönhető, hogy az ESPOSA projektbe bekerült az infravörös sugárzás csökkentését szolgáló szerkezeti integráció optimalása. (A Frascatti kézikönyv szerint már ez is elegendő arra, hogy a munkákat kutatásnak minősítsék.)

GOP projekteket

A GOP által is támogatott projekteket közül a 4 üléses repülőgép fejlesztését célszerű kiemelni. Ebben, a Corvus Aircraft által vezetett projektben a feladatunk a kisrepülőgép biztonságfilozófiájának a kidolgozása volt. Ez a munka közvetlen kapcsolódott az EPATS, PPLANE, SATS-Rdmp projektekhez is. Az eredményekett egy sor konferencia-előadásban, folyóiratcikkekben és könyvrészletben is közreadtuk. Legálább négy fontos eredményt lehet utólag is meghatározni:

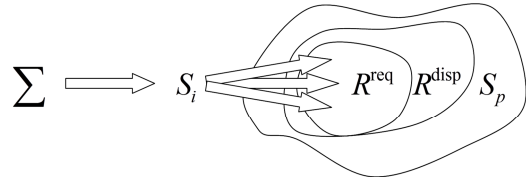
- kialakítottuk a kisrepülőgépek általános biztonságfilozófiáját;
- kidolgoztunk egy algoritmust a passzív (GPS pozicionálásra és adatközlésre épülő) konfliktus detektálási és elkerülési eljárásra, mely alkalmazását fizikai modellkísérletekben bizonyítottuk (és ennek következtében kerültünk be az ATM-FUSION projekt konzorciumába);
- általános kidolgoztuk és közzétettük azt a megoldási javaslatot, mely szerint a személyes repülőgépek kormányzási megoldásait a személygépkocsinál alkalmazott kormányzási szinterre kell "leszállítani";
- bevezettük a szubjektív analízis módszerének az alkalmazását a kevésbé gyakorlott repülőgépvezetők döntési folyamatainak a modellezésébe.

Ez utóbbi azt jelenti, hogy a repülőgép vezetése egy aktív (a repülőgép vezetője a döntéseit a pillanatnyi szituációk elemzésére alakítja ki és közvetlen beavatkozik) és endogén rendszer (melynek irányítása belülről, a rendszerkontrol körében

lévő repülőgépvezetőtől ered), miközben a repülőgépvezető szubjektív döntéseket hoz.

Röviden a repülőgép vezetése a következők szerint alakul. A repülőgép mozgás függ (i) az aerodinamikai és repülés-technikai jellemzőktől, (ii) a zavarásoktól (szél, turbulencia) és (iii) az alkalmazott irányítástól.

A repülőgép-vezető (operator - szubjektum), Σ , (i) azonosítja és megéri az S_i problémát (szituációt), majd (ii) az elérhető és lehetséges S_p megoldási módszerekből, (iii) kiválasztja a rendelkezésre álló R^{disp} módszereket, (iv) döntést hoz, és (v) alkalmazza a szükséges R^{req} módszereket, eljárásokat (12. ábra).



12. ábra: A repülőgépvezető "döntési folyamata" a gép irányításáról

A repülőgép-vezetők aktív források (saját pszicho-fiziológiai adottságaikat, azaz fizikai, intellektuális és mentális képességeiket) alkalmaznak, melyeket a passzív forrásokból (gazdasági, anyagi, informatikai, energetikai lehetőségeiből) határoznak meg:

$$R_a^{req} = f(R_p^{req}).$$

Az operator (repülőgépvezető) tevékenységét a passzív források aktívvá alakításának a sebességével (v) is szokás jellemezni:

$$v_a^{req} = f_v(v_a^{req})v_a^{req}.$$

Két fontos sajátosság definiálható:

- a szituáció elemzés – döntés és beavatkozás folyamatsor függ a repülőgépvezető fizikai és pszicho-fiziológiai terhelésétől
- a reakció idő függ a repülőgép-vezető gyakorlottságától.

A repülés során a pillanatnyi állapotot a repülési jellemzők folytonos idejű és folytonos állapotú terében lehet meghatározni. Ez a folytonos, a zavarások és a repülőgépvezető beavatkozása miatt folytonos sztochasztikus folyamat, időben és állapotterében is diszkrét formában, repülési szituációk egymásutánosságaként adható meg. A folyamatot a szituációk egymásutánosságával alkotott lánc matematikai modellje elég kompakt formában is felírható modelljével

$$c(t): (x_0, t_0, \omega(t_f \in [t_0, t_0 + \tau])); R^{disp}(t_0), R^{req}(t_0), \dots)$$

lehet megadni, melynek általánosabb alakja a következő:

$$c(t): (P: \sigma_0(t_0) \rightarrow \sigma_j(t_f \in [t_0, t_0 + \tau]) \in S_f \square S_p, R^{disp}(t_0), R^{req}(t_0), \dots)$$

ahol X_0 az állapotvektor és a t_0 az idő kezdeti értéke, σ a rendszer állapota az adott t időben, τ az a rendelkezésre álló idő, mely alatt a rendszer új ω állapotba megy át nem később, mint $[t_0, t_0 + \tau]$ alatt, P - jelzi azt a feladatot, hogyan menjen át a rendszer egy új $S_f \subset S_a$ lehetséges állapotba a rendelkezésre álló τ idő alatt. Ezt nevezik szituációs láncnak (folyamatnak). Valójában ezt egy folytonos idejű, diszkrét Markov folyamattal lehet közelíteni.

A szubjektív analízis alkalmazásával vizsgált döntési folyamatokban általában a legfontosabb és egyben korlátozó tényező a döntéshez szükséges idő:

$$t^{req} = t_{ue}^{req}(\sigma_k) + t_{dec}^{req}(S_a) + t_{reac}^{req}(\sigma_k, S_a).$$

amely az adott σ_k pillanatnyi (repülési szituáció) állapot megértésére és értékelésére szükséges $t_{ue}^{req}(\sigma_k)$ idő, egy adott S_a döntés kiválasztása érdekében meghozandó (irányítási) döntésre felhasználandó $t_{dec}^{req}(S_a)$ idő, valamint a döntés végrehajtására kellő $t_{react}^{req}(\sigma_k, S_a)$ idő összege. Itt a σ_k az összes lehetséges szituációt (állapotot), illetve annak egyik ténylegesen becsült megjelenését jelöli, míg az S_a a lehetséges és alkalmazható irányítási megoldások halmazából választott megoldást jelenti.

Az operátor szubjektív döntéseinek az un szubjektív tényezője az szükséges és a rendelkezésre álló időnek a viszonya:

$$\bar{r}_k = \frac{R^{req}(\sigma_k)}{R^{disp}(\sigma_k)} = \frac{t^{req}(\sigma_k)}{t^{disp}(\sigma_k)},$$

melynek az alkalmazásával bevezethető a szubjektív aktív rendszer un endogén tényezője:

$$\varepsilon_k(\sigma_k) = \frac{\bar{r}_k}{1 - \bar{r}_k} = \frac{\tau^{req}(\sigma_k)}{\tau^{disp}(\sigma_k) - \tau^{req}(\sigma_k)}.$$

Az utóbbi összefüggésben a τ a vizsgált rendszer jellemzőkora alkalmazott képzetes idő, a valós t idő helyett.

A szubjektív analízis alkalmazásakor felteszik, hogy a σ_k lehetséges szituációk szubjektív valószínűsége $P(\sigma_k)$, mely a preferenciák kanonikus eloszlását feltételezve az alábbi formában adható meg:

$$P(\sigma_k) = \frac{P^{-\alpha}(\sigma_k) e^{-\beta \varepsilon_k(\sigma_k)}}{\sum_{q=1}^2 P^{-\alpha}(\sigma_q) e^{-\beta \varepsilon_k(\sigma_q)}},$$

ahol a $P(\sigma_k)$ a negatív szempontból a lehetséges legjobb alternatívák eloszlását (annak sűrűségfüggvényét) írja le. A kifejezésben szereplő idő invariáns α és β együtthatók az alkalmazott modell endogén tényezői, azaz a repülőgépezető - operátor szubjektív pszicho fiziológiai sajátosságait jellemzik, melyek természetesen a repülőgépezető leterheltségétől, mentális állapotától is függenek. A repülőgépezetők irányítási "minősége" sok tényezőtől, sajátosságtól függ, melyek közt egy "periodikus bizonytalanság" is megjelenik. A döntésre rendelkezésre álló idő lejártahoz közeledve a repülőgépezető "bizonytalan" a döntés meghozatalában, vagy elvetésében.

Általánosságban elmondható, hogy a $\bar{r}_k = \frac{t^{req}(\sigma_k)}{t^{disp}(\sigma_k)} \rightarrow 0$ esetben a preferenciákat csak a $P(\sigma_k)$ szubjektív valószínűség határozza meg, míg a $\bar{r}_k \rightarrow 1$ esetben a preferenciák nullába "fordulnak".

Az emberi gondolkodás sajátosságai a döntési folyamatokban általában kaotikus eredményekhez vezethetnek. Kasyanov professzor javaslatára az embernek, mint operátornak a döntési modelljét célszerű egy módosított Lorenz attraktorral modellezni:

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= aY - bX - hX^2 + f(t); \\ \frac{dY}{dt} &= -Y - XZ + cX - mY^2; \\ \frac{dZ}{dt} &= XY - dZ - nZ^2. \end{aligned}$$

Itt az a, b, c, d, h, m, n állandók, az f a zavarásokat veszi figyelembe. Amennyiben $h=m=n=0$ és $f(t)=0$, akkor a modell a klasszikus Lorenz attraktorra egyszerűsödik.

A javasolt endogén dinamikai modellben az X - belső endogén paraméter, $Y = \alpha$ és $Z = \beta$.

A vázolt modellt alkalmaztuk a gyakorlatlan repülőgépezető által irányított személyes repülőgép leszállásának a vizsgálatára és fontos megállapításokat tettünk a leszállópálya hosszának a minimális értékére, a leszállási sebesség maximális biztonságos értékére. (Bővebb információt a cikk végén adott publikációs listában megjelölt a szubjektív analízist és döntést a címben tartalmazó tanulmányok szolgáltattak.)

Nemzetközi projektek

CREATING

A projekt célja a belvízi hajózás fenntarthatóságának a vizsgálata volt. A főfeladatunk egy Kkomplex közlekedési mutatószám (Development of the Sustainable Transportation Permutation Index (STPI) kidolgozása volt, melyet a belvízi hajózásra alkalmazni lehet.

A feladatot túlzottan sikeresen oldottuk meg. Az elképzelés alapja az volt, hogy olyan mutatót találjunk, mely az összes hatást figyelembe veszi kezdve ahajóút kialakításától, karbantartásától, a hajókhöz szükséges anyagok bnyászásától a z anyagok feldolgozásán, a hajók építésén keresztül a hajók működtetésén át a hajók recyclingjáig. A végén megértettük, hogy sokkal egyszEbben a megközelítésben a hajózás verhetetlen.

Aztán megértettük, a projekt célja az, hogy csak az áruszállítással foglalkozzon. Csak azt kellett összehasonlítani, hogy mi a kedvezőbb, ha közúton viszik az árut egyik várostól a másikig, illetve, ha azt közben egy jelentős szakaszon vízen is szállítják. Itt egyrészt fontos érteni az előző mondatban szereplő is használatát, másrfelel el kell gondolkozni azon ajelenleg használt hajók - különösen Kelet-Európában - minimum 30 - 40 éves dizelmotorokkal működnek. Végül azt kaptuk, hogy a hajózás csak bizonyos esetek közt kedvezőbb, azaz az adott áruszállítás során a kibocsátott emisszió, mint a fenntarthatóság legfontosabb mutatója, csak akkor kedvezőbb, ha az indulási és a célállomás elég közel van a víziúthoz.

A projekt eredményei több tanulmányban, cikkben és egy PhD értekezésben is megjelent.

Számunkra hasznos volt megérteni a projektek rejtett céljait (melyeket már a pályázatok során is szem előtt kell tartani). Másik fontos sajátossága volt a projektnek, hogy ekkor tanult meg, hogy kell ilyesmit csinálni egy egyetemi adminisztrációs rendszerben (Az első éves támogatási összegünket el is veszítettük, mivel az egyetemi rendszerben nem tudtuk kifizettetni a munkabérek időre.) Végül azt is megtanultuk, hogy a támogatásból az ellenőrzések lezárásáig visszatartott összegek akár 5 - 6 évvel a projekt lezárása után érkeznek meg.

SINBAD

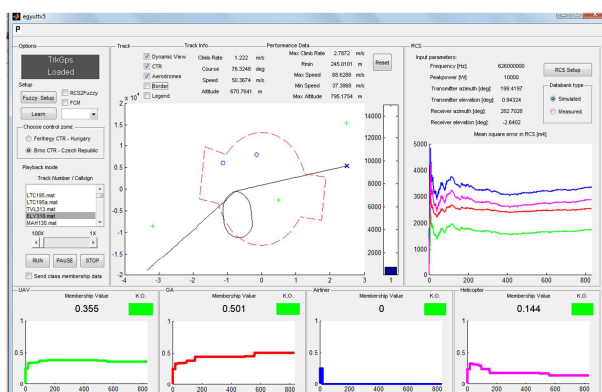
A projekt keretében két fontos feladatunk volt: részvétel az Active Hazard Assessment (AHA) rendszer kialakításában, és az un nem-kooperáló légitörzvény osztályozásában. Nem kooperáló célnak nevezik azokat a célokat, azaz az elsődleges légterfigyelési eszközökkel (radarokkal) felderített mozgó célpontokat, melyek a másodlagos radarra nem válaszolnak, azaz nem működnek együtt a légtér ellenőrzését végzőkkel. Az ilyen célok lehetnek olyan repülőgépek, melyeken a válaszadók meghibásodtak, de lehetnek olyanok, ahol valamilyen okból a válaszadók kikapcsolták, vagy olyan kisrepülőgépek, melyeken a gépeket azonosító automatikus válaszadók alkalmazása nem kötelező, vagy pilótánélküli kisrepülőgépek, esetleg madarak. A légforgalmi irányítók számára fontos, hogy az ilyen céloktól milyen mozgás várható. Például a tiltott repülési zóna (mondjuk egy atomerőmű közelében repülő) ilyen cél milyen manőverezési képességekkel rendel-

kezhet, milyen gyorsan tud irányt váltani, milyen sebességen képes repülni. A lgiforgalom irányítóinak tehát nem azt kell tudni pontosan mi lehet az az azonosítatlan cél, azt kell tudni milyen osztályba sorolható a manőverezőképeségei, repülési tulajdonságai alapján.

Két fontos ötletünk is volt. Az egyik, hogy a légicél azonosításához felhasználhatók a mozgásának kinematikai és dinamikai elemzéséből származó adatok. A másik, hogy egy adatbankot kell létrehozni, melyek a lehetséges célok osztályaira jellemző gépek un radar keresztmetszeti tényezőit tartalmazzák a tér bármely pontjából megfigyelve. Az adatbankot számítások, illetve mérések alapján is fel lehet tölteni. Az adatbank felhasználása pedig azon az egyszerű elven alapszik, hogy még az egyes vonalon mozgó objektumról visszaverődő radar képe is folyamatosan változik, mivel az érzékelési pontból folyamatosan másképp, más szög alatt látjuk a mozgó gépet. Ezért nem egy mérési adatk van, hanem egy adatsorunk.

Nekünk az algoritmusokat kellett szolgáltatni, míg a szoftvert hollan munkacsoport készítette. Az érzékelőket a konzorcium vezetője a Thales fejlesztette. A kísérleti vizsgálatokat Bno kisrepülőterén hajtottuk végre.

A projektben két doktorandusz is aktívan közreműködött. A disszertációjuk megvédésére még várnunk kell.



13. ábra: A SINBAD projektben kifejlesztett nem-kooperáló légicélok osztályozására alkalmas rendszer felhasználói képnyője

GABRIEL

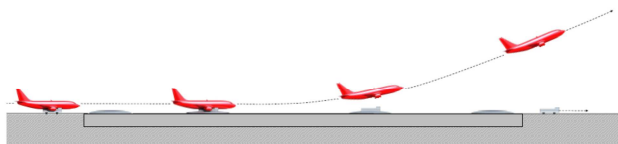
A GABRIEL projektben a tanszéki munkatársakból és doktoranduszokból többen is részt vesznek, bár a projektek egy hozzánk kötődő kisvállalat irányítja. A projekt célja, hogy a mágneses levitációt alkalmazva segítsük a repülőgépek fel- és leszállását. A projekt un úttörő jellegű projekt, melyek célja olyan technológiák kifejlesztése, melyek alkalmazása csak 10 – 15 évvel később. Esetünkben ez csak 30 – 40 év múlva várható, és addig igen sok érdekes kísérletet kell elvégezni.

A projekt fontos sajátossága, hogy un. L1 típusú (ami a nagyságára utal, itt ez 3.3. millió EURt jelent, melyből az EU 2.5 millió EUR-t ad támogatásként.). Másik említésre méltó sajátosság, hogy a projekt vezetői mi vagyunk. Ez mutatja, hogy a szerény ipari háttérrel és gyenge érdekérvényesítési tevékenységgel rendelkezők is képesek eredményesen pályázni. Ehhez persze az is kellett, hogy merjünk vállalkozni radikálisan új technológiák kidolgozására.

A feladat megoldása azért fontos, mert alapvetően csökkenti a repülőterek környékén a káros anyagok emisszióját, jelentősen redukálja a repülésből keletkező zajt, és hatékonyabbá teszi a repülést, mivel a felszállási tömeg, ami

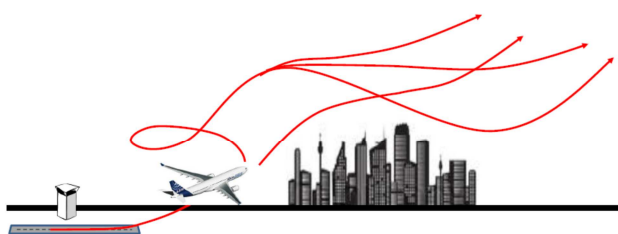
a futóművek és az azokat működtető rendszerek elhagyásával 3 – 6 % - kos is lehet.

A projekt kidolgozása még a kezdetén tart. Az már világos, hogy a gépek egy szállító kocsin fognak közlekedni a repülőtéren, majd a kocsival együtt kapcsolódnak a máhneses levitáció sinein mozgó szánkóhoz. A projekt keretében ezt a megoldást tucatnyi szenáriót tanulmányozva és a technológiák azonosítására értékelésre és kiválasztására kidolgozott egyedi eljárás-technológia alapján határoztuk meg (14. ábra).



14. ábra: A GABRIEL koncepció elve

A projekt eddigi eredményei közt szerepel az az elképzelés, hogy a rendszert egyfajta katapultként használva a gépet akár 300 – 500 m magasságig is „fel lehet lőni”, mielőtt a repüléshez szükséges teljesítményt a hajtóművektől nyernék (15. ábra).



15.ábra: Nem hagyományos emelkedési pályák

Természetesen erről a projektről órákat lehetne beszélni, vitatkozni. Elég, ha csak arra gondolunk, hogy oldjuk meg a repülőgép leszállását veszélyhelyzet esetén és a mágneses levitációs technológiát alkalmazó repülőterekről távol, vagy tényleg elérető-e az a pontossággal, mellyel biztonságosan leszállítható a repülőgép a sikenek mozgó szánkóra erős oldaszélben, viharos időben.

Ezért is várható, hogy ezt a technológiának legkorábban 30 – 40 év múlva fogják alkalmazni.

Mindenesre ez egy olyan terület, amit piaci verseny előtti kutatásoknak neveznek, és ezért itt jelentős nemzetközi együttműködés alakulhat ki, valamint nem az a fontos ki milyen iparral rendelkezik, hanem ki tud eredeti módon gondolkodni.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ez a tanulmány azt próbálta bemutatni, hogy egy viszonylag kis létszámmal, kényszerből sokféle szakterületen működő egyetemi tanszék, a BME Repülőgépek és Hajók Tanszéke, hogyan tudott sikeresen bekapcsolódni a hazai és nemzetközi kutatás-fejlesztésekbe.

A tanulmány célja, hogy a fejlesztési stratégia kidolgozásától kezdve a képességek fejlesztésén keresztül a sikeres projek-

tekig milyen problémák, milyen sajátosságok jelentek meg, milyen problémákat kellett megoldani. Néha túlzottan ösztintén beszél egyes problémákról, de ezzel is azt próbálja meg bemutatni, hogy a jelentős ipari háttér hiányában és a külföldiek versenyelőnyét leküzdve, hogyan lehet sikeres nemzetközi kapcsolatrendszert kiépíteni, hogy lehet nemcsak bekapcsolódni nemzetközi projektekbe, de projektvezetői szerepet is elérni.

A sikereséget talán szerénytelenség hangsúlyozni, de aki belülről ismeri egyes egyetemek működési rendszerét, vagy tudja, hogy azért vesztett el egy 80 ezer EUR-s az Airbus repülőgépek fejlesztéshez kapcsolódó megbízatást, mert az egyetem több hónapig próbálta megváltoztatni az Airbus által adott megbízási szerződés szövegét, vagy ismeri, hogy az egyetem többszörösen nehezítette annak a repülésszimulátornak a telepítését, melynek építését hazai és nemzetközi cégek mellett pl. a müncheni műegyetem is 15 ezer márkával és szoftverek átadásával támogatta, talán megértéssel fogadja, hogy akár büszkének is lehetünk az eredményeinkre.

Mindenesetre most a célunk az ismeretek, tapasztalatok átadása volt. A sok ábra és tényadat ezen tapasztalatok eredményességét volt hivatva bizonyítani.

Tudjuk, hogy nekünk is sok hibánk van. Például a tanszéki munkatársak az elmúlt öt évben mintegy 140 tudományos közleménnyel jelentkeztek, melyek közül 18 jegyzet, könyv, illetve könyvrészlet, a konferencia-előadások 80 %-a idegen nyelven jelent meg. Viszont a külföldi neves lektorált folyóiratokban viszonylag kevés cikket jelentettek meg. A tudományos közleményeket nagyrészt néhány oktató és doktoranduszai jegyzik.

Tudjuk mely területeken kell még jelentősen fejlődünk, hogy további sikerekről is beszámolhassunk egy későbbi konferencián.

NÉHÁNY FONTOSABB PUBLIKÁCIÓ

- Pandazis P., Paál Gy., Gausz T., Kiss A.:* Development of a new hang-glider wing concept using CFD Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'06) Bp, Szept. 6-9, 2006.
- Gausz T.:* Aerodynamic Parameter Estimation of the CG Controlled Airplanes, Periodica Polytechnica (Transportation Engineering), Vol. 24. No.1. 1996, pp.19-27.
- Sipos S., Gausz Zs., Gausz T.:* Hungarian Flight Safety Data on the Basis of 1990-2001's Changes, Safety: Learning from Each Other - 14th annual European Aviation Safety Seminar (EASS), Budapest, Hungary, March 11- 13, 2002, pp.7-15.
- Gausz T.:* Blade Vortex Interaction Problem at Helicopter Rotors, Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF'03), The 12th International Conference on Fluid Flow Technologies, Budapest, Sept. 3-6, 2003, p.1080-1085.
- Gáti B.:* Open Airborne Test Platform Project. Új század, új technológia konferencia. Szolnok, 2006. pp.1-2.
- Veress Á., Sánta, I.:* High Resolution Euler Solver for 2D Transonic Flow. Proceedings of the 8th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2002), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2004, pp.521-530.

- Sánta I.:* Analysis of Axial Compressor Characteristics by Mathematical Models. Proceedings of the 8th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2002), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2004, pp.503-510.
- Gausz T., Gausz Zs.:* Analysis of Helicopter Rotor Blade Behaviour Based on Nonlinear Equations of Motion. Proceedings of the 10th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2006), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2008, pp.431-438.
- Veress Á., Molnár J.:* Compressible Viscous Flow Modelling. Proceedings of the 10th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2006), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2008, pp.439-442.
- Gáti B., Somos M.:* Simulation of Near-Flexible Flying Wing. Proceedings of the 10th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2006), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2008, pp.453-462.
- Gausz T., Gausz Zs.:* Aquaplaning Problems in the Aircraft Wet Runway Motion Process. Proceedings of the 11th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2008), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2010, pp.567-576.
- Beneda K.:* Dynamic Nonlinear Mathematical Model of Active Compressor Surge Control Devices. Proceedings of the 11th MINI Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA 2008), (Ed. by Prof. I. Zobory), BME Department of Railway Vehicles, Budapest, 2010, pp.583-591.
- Rohács J.:* Control based on the biological principles, Sixth International Conference on Mathematical Problems and Engineering and Aerospace Sciences (ed. By Sivasundaram, S.), ISBN 978-1-904868-56-9, Cambridge Scientific Publishers, 2007, pp.617-626,
- Rohacs, J.:* Some thoughts about the biological principle based control, Sixth International Conference on Mathematical Problems and Engineering and Aerospace Sciences (ed. By Sivasundaram, S.), ISBN 978-1-904868-56-9, Cambridge Scientific Publishers, 2007, pp.627-638,
- Rohács D.:* "Potential European Small Aircraft Prediction and Demand Models". , Sixth International Conference on Mathematical Problems and Engineering and Aerospace Sciences (ed. By Sivasundaram, S.), ISBN 978-1-904868-56-9, Cambridge Scientific Publishers, 2007, pp.605-616.
- Veress A., Rohacs J.:* Flow Induced Nonlinear Blade Excitation in Cascade at Different Channel Configurations, Sixth International Conference on Mathematical Problems and Engineering and Aerospace Sciences (ed. By Sivasundaram, S.), ISBN 978-1-904868-56-9, Cambridge Scientific Publishers, 2007, pp.803-812,
- Rigo N., Hekkenberg R., Ndiaye A. B., Hargitai L. Cs., Hadházi D., Simongáti, Gy.:* Performance assessment of intermodal chains, European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2007. április, www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2007_04/pdf/2007_04_02.pdf
- Gausz T., Rohács J., Sánta I., Veress Á.:* Axiális kompresszor állapotátutólapát szegregált numerikus áramlástanai modellezése, Repüléstudományi Közlemények (On line folyóirat), Különszám: Új évszázad, új technológia", HU ISSN 1789-770X, 2007 április 21. pp.11-21.
- Rohács J., Simongáti Gy.:* Komplex közlekedési mutatószám (STPI) kidolgozása a belvízi hajózásra, (Development of the

- Sustainable Transportation Permutation Index (STPI) for inner water navigation), Közlekedéstudományi Szemle, 2007, No.7. pp.267 – 271.
- Réger T., Lajos, T., Szegény P., Gausz T., Nagy L.:* Application of an Effective Description, Procedure for Interpreting 3D Flow Fields Past a Helicopter Fuselage, International Aerospace CFD Conference, June 18-19, Paris, 2007.
- Rohács, J., Simongáti, Gy.: The role of inland waterway navigation in a sustainable transport system, „Transport Research” Journal of Vilnius Geodiminas Technical University and Lithuanian Academy of Sciences, Vol. XXII. No. 3, 2007, pp 148 – 153. printed version, ISSN1648-4142,
- Rohács J.: Roadmap Development for a New Transportation System, Transport Means 2007, Proceedings of the 11th International Conference, ISSN 1822-296X, pp.5 – 9.
- Hargitai Cs., Rohács, J.:* Inland Waterway Ship Motion Simulation and Parameter Sensibility of Its Motion Equations, Transport Means 2007, Proceedings of the 11th International Conference, ISSN 1822-296X, pp.114–117.
- Rohács J.:* Effects of aerodynamic model structure on the aircraft high angle of attack dynamics, CHAOS 2008, Chaotic Modelling and Simulation International Conference, June, 3 – 6 Chania, Crete, Greece, Proceedings (ed. By Skiadas, H.), CD-ROM, MAICH Conference centre, Chania, 2008, pp.8-12.
- Juhász A., Veress A., Rohács J.:* Feasibility study on multi-phase flow simulation on fuel injection using lattice boltzmann method, 26th International Congress of the Aeronautical sciences, ICAS (International council of the Aeronautical Sciences), 14 - 19 September 2008, Anchorage, Alaska, USA, ICAS 2008 CD-ROM Proceedings, ISBN 0-9533991-9-2, paper No. ICAS 2008-4.3.4, pp.10.
- Gausz T., Gausz Zs.:* Gyakorlati számítási módszerek a forgószárnyak aerodinamikájában „70 éves a légierő” konferencia, Szolnok, 2008. ápr. 11.
- Nagy A., Rohács J., Réger T.:* Investigation on the effect of hydrodynamic MEMS on airfoil, 26th International Congress of the Aeronautical sciences, ICAS (International council of the Aeronautical Sciences), 14 - 19 September 2008, Anchorage, Alaska, USA, ICAS 2008 CD-ROM Proceedings, ISBN 0-9533991-9-2, paper No. ICAS2008-3.10 ST: pp.10.
- Veress A., Molnar J., Rohács J.:* Compressible viscous flow solver, Periodica Politechnica, 2009 (37), No. 1-2, Budapest, 2009, pp.77-81.
- Rohács, J.:* A new car-following model for highway traffic safety investigation, Chaos 2009, The 2nd Chaotic Modelling and Simulation international Conference, 2009 June, Chania, Crete, MAICH Conference Centre, Proceedings edited by C. Skiadas, I. Dimotikalís), Crete, 2009, pp.8,
- Beneda K.:* Investigation of Compressor Surge Control Using Nonlinear Mathematical Model and Realizing by MEMS Technology. 7th International Conference on Mathematical Problems in Engineering, Aerospace and Sciences. ISBN 978-1-904868-70-5, Genova, 2008.
- Gausz T., Szilágyi D., Szelestey Gy., Megyery M., Brüller J., Pettenkoffer S.:* KA-26 helikopter forgószárny lapátok élettartam növelés lehetőségeinek vizsgálata, Gép, 2009
- Veress A., Gallina T., Rohács J.:* Fast and Robust Inverse Design Method for Internal and Cascade Flows, International Review of Aerospace Engineering - February 2010, pp.41-50.
- Rohács J., Veress A., Jankovics I., Voloscsuk 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.
- Rohács J., Rohács 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, June 28-30, 2010, Proceeding CD. ISSN 1425-2104, 22 p.
- Veress A., Gallina T., Rohács J.:* Modified Soft Solid Wall Convergence Acceleration Technique for 2D Euler Equations, Proceedings of the International Conference on Innovation Technology in Design, Manufacturing and Production, Praha, 2010, pp.59 - 62.
- Rohács J.:* Product development philosophy, Proceedings of the International Conference on Innovation Technology in Design, Manufacturing and Production, 14-16 Sept. 2010. Praha, 2010, pp.516 - 520.
- Rohács J.:* Subjective Aspects of the less-skilled Pilots, Performance, Safety and Well-being in Aviation, Proceedings of the 29th Conference of the European Association for Aviation Psychology, 20-24 September 2010, Budapest, Hungary, (edited by A. Droog, M. Heese), ISBN: 978-90-815253-2-9, Budapest, 2010, pp.153-159.
- Rohács 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.
- Rohács J., Palme R.:* Some Thoughts on Fatal Road Accidents, Proceedings of the International Symposium on Safety Science and Technology (2010ISSST), held in Hangzhou, China, Oct. 26 - 29, 2010, Part B. Hangzhou, 2010, pp.1917 – 1930.
- Rohács J., Palme R., Siket Zs.:* Non-Cooperative Target Classification to Improve Safety on Airport Approach and Departure Domain, Proceedings of the International Symposium on Safety Science and Technology (2010ISSST), held in, China, Oct. 26 - 29, 2010, Part B. Hangzhou, 2010, pp.1931-1944.
- Rohács J.:* Evaluation of the air transport efficiency definitions and their impact on the European personal air transportation system development, Transactions of the Institute of Aviation, Scientific Quarterly 3/2010(205), "EPATS European Personal Air Transportation Systems - selected issues, Institute of Aviation, , ISSN 0509-66699, Warsaw, 2010, pp.14-32
- Hadházi D.:* Hajók IMO „időjárás kritérium” szerinti stabilitásvizsgáló módszerének kialakulása és a módszer fizikai alapjai, Közlekedéstudományi Szemle 2010. április, pp.12-20.
- Hadházi D.:* Hajók stabilitási görbéire vonatkozó IMO határértékek kialakulásának története és azok meghatározásának módja Közlekedéstudományi Szemle 2010. június, pp.25-37.
- Hideg M., Rohács J.:* Development of the Hungarian Aeronautical Industry, 5th International Conference “Supply on the wings” 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).
- Rohács J., Voloscsuk A., Gecse T., Óvári 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
- Gáti, B.:* Parameter Identification of Flying Wing with Significant Deformation. ICAS Congress (International Council of the Aeronautical Sciences. Anchorage, US, 2008.09.15-2008.09.19. (ISBN: 0-9533991-9-2), Edinburgh.: Optimage Ltd., pp.1-2.

- Gáti B., Gausz T.*: Veszélyes légiforgalmi helyzetek vizualizációja 3D-ben a Flightgear alapján; XVII. Repüléstudományi Napok Konferencia, 2010. nov. 10-12, Budapest
- Rohacs J., Kasyanov V.A.*: Pilot subjective decisions in aircraft active control system, J. Theor. Appl. Mech., 49, 1, 2011, pp.175-186.
- Rohacs, J.: Subjective factors in flight safety Chapter 6 in book "Recent Advances in Aircraft Technology" (ed. Ramesh Agarwal), ISBN 978-953-51-0150-5, Intech, 2012