

Hegedűs Ernő¹

**DR. HENNEL SÁNDOR TIBOR REPÜLŐMÉRNÖK,
REPÜLŐGÉP-KONSTRUKTÓR MUNKÁSSÁGÁRA
EMLÉKEZVE**

REMEMBERING THE WORK OF DR. TIBOR SÁNDOR
HENNEL, AERONAUTICAL ENGINEER AND AIRCRAFT
DESIGNER

[HTTPS://DOI.ORG/10.30583/2025-1-2-227](https://doi.org/10.30583/2025-1-2-227)



Összefoglalás

A cikk dr. Hannel Sándor Tibor (1937–2024) repülőmérnök, MALÉV technológiai osztályvezető, repülőkonstruktőr és szakíró munkásságát foglalja össze. Részt vett mű-, vitorlázó- és könnyű repülőgépek, illetve egy gázturbinás katonai repülőgép tervezésében, konstruálásában, valamint dugattyús motoros változatból légcsavaros gázturbinássá átépített könnyű repülőgépek programjaiban is. Jelentős szerepet játszott a repülőgépszerelő-képzés kialakításában, gázturbina-szabályozásból doktorált, több könyvet írt, szabadalmakat jelentett be.

¹ Dr. Hegedűs Ernő alezredes, PhD, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Haditechnikai Tanszék, adjunktus.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8457-5044>

Kulcsszavak: repülőgép-tervezés, vitorlázórepülőgép, műrepülőgép, könnyű repülőgép, gázturbinás katonai repülőgép, repülőműszaki képzés, MALÉV

Abstract

The article summarises the work of dr. Tibor Sándor Hannel (1937-2024), aeronautical engineer, head of technology department of MALÉV (the former Hungarian Airlines), aircraft designer and writer. As an aeronautical engineer, he was involved in the design and construction of aerobatic aircraft, gliders, several light aircraft and a supersonic gas turbine military aircraft. He took part in development programmes for light aircraft converted from piston-engine to turboprop versions. He played a major role in the development of aircraft mechanic training, earned a doctorate in gas turbine control, wrote several books, and filed patents.

Keywords: aircraft design, glider, aerobatic aircraft, light aircraft, supersonic gas turbine military aircraft, aeronautical training, MALÉV

Bevezetés

2024. június 22-én elhunyt dr. Hannel Sándor Tibor repülőmérnök, a MALÉV korábbi technológiai osztályvezetője, repülőkonstruktor, tanár és szakíró. Munkássága során számos repülőeszköz építésében és tervezésében részt vett, több szabadalom is köthető a nevéhez. Több könyv szerzője, tanári éve alatt tankönyveket írt, meghatározó szerepet játszott a magyar polgári repülőgépszerelő-képzés kialakításában.

1. Dr. Hannel Sándor Tibor (1937–2024) repülőmérnök, MALÉV technológiai osztályvezető, repülőkonstruktor és szakíró szakmai életrajza

Hannel Sándor Tibor 1937 október 23-án született Budapesten. Egy éves korában vesztette el édesapját, így édesanyja, nagymamája és nagybátyja nevelték. Anyja postai tisztviselőként, nagybátyja belgyógyásként dolgozott. Iskoláit eminens tanulóként végezte a Széchenyi István Általános Gimnáziumban, 1956-ban. Fiatalkorában makettezett, kémiai kísérleteket folytatott.

1961-ben végzett okleveles repülőmérnökként a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar, Erőgépész szak, repülőgépész ágazatán.² Később visszatért a BME-re, amikor repülőgépészeti ágazaton szakmérnöki képzést végzett 1974–1975-ben.³ Végül a BME-n doktori képzésen vett részt „*Repülőgép hajtóművek és szabályozásuk - teljesítménymérési eljárás légimérések felhasználásával*” tárgykörben, mely területen 1981. november 9-én védte meg értekezését.⁴

A Budapesti Műszaki Egyetem elvégzését követően a Magyar Légi-közlekedési Vállalatnál (MALÉV) számos műszaki beosztást töltött be 1961–1993 között, végezte a repülőgépekkel kapcsolatos karbantartási és mérnöki feladatokat. A „Járművek, mezőgazdasági gépek” tudományos folyóiratban megjelent életrajza szerint: „1961-től a Magyar Légi-közlekedési Vállalatnál dolgozik, a repülőgép üzemeltetés és a technológia területén. Részt vesz a magyar polgári légi-közlekedés jelenlegi repülőgéptípusainak üzembeállításában; tevékeny részt vállal a repülőgépek karbantartási-üzemeltetési rendszerének és módszereinek kidolgozásában. A hagyományos karbantartási technológián kívül ennek során került alkalmazásra a paraméterdiagnosztika, a tribológia és az állapot szerinti üzemeltetési rend. Vállalatának tanfolyamain repülőgépszerelőket és hajózókat oktat.”⁵ A vállalatnál 1961-ben repülőgép-szerelőként kezdte pályafutását. Ezt követően üzemeltető mérnökként tevékenykedett 1962–1963 között, majd 1964–1969 között technológusmérnöki beosztásba került. 1966-ban e beosztásában műanyag szakítószilárdságvizsgáló-gép tervezésében és kivitelezésében vett részt. 1970-től műszakvezető mérnökként dolgozott az üzemeltetésben 3 éven át. E beosztásában vezette mintegy 50 fő repülőgép-szerelő, a művezetők és a csoportvezetők, illetve 1 fő beosztott mérnök munkáját. 1974–1975 között üzemeltetést vezető mérnökként 4 műszakvezető mérnököt irányított, munkájában egy néhány fős mérnöktörzs támogatta. 1976-tól 2 éven át a MALÉV gépész főtechnológusa lett. 1978-tól a vállalat technológiai osztályvezetőjeként irányította a repülőgépész és a villamosmérnök főtechnológusok, továbbá hat - zömében mérnökökből álló - részleg munkáját, „feladata a vállalat repülőgép-üzemeltetéssel, -javítással, -átalakításokkal kapcsolatos teljes tevékenységének szabályozása, számos esetben konstrukciós módosítások megtervezése, mintegy 200 kötetnyi előírás elkészítése

² BME mérnökdiploma oklevélszám: 339/1961.

³ BME Szakmérnöki oklevélszám: 4154/1976

⁴ BME Műszaki doktori oklevél oklevélszám: 3140.

⁵ Dr. Hannel Sándor. Életrajz. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1985. évi 32. évfolyam, 9. szám 340. o.

vagy honosítása, majd állandó változtatása az üzemeltetési tapasztalatok alapján.”⁶ Főtechnológusként számítások és tanulmányok készítése is a feladata volt.

Pályafutása során a MALÉV-nál olyan típusok üzemeltetését és javítását szervezte és vezette, mint az Il-14, az Il-18, a Tu-134 és a Tu-154 típusú repülőgépek. A legkomplexebb repülőgéptípus, a Tupoljev Tu-154 bevezetésében az 1973-as hazai megjelenésétől kezdve jelentős szerepet játszott. A MALÉV a típust csaknem három évtizeden keresztül alkalmazta, ez idő alatt összesen 18 darabot üzemeltetett. Ő készítette a Tupoljev Tu-154 repülőgép sárkányszerkezet-oktatási jegyzetét.⁷ A típusról cikket is írt a Járművek, mezőgazdasági gépek tudományos folyóiratba.⁸

Részt vett a Tu-154 repülőgép gázturbinák földi alkalmazásának kivitelezésében, a gázturbinák méréseiben, ehhez kötődő szerkezetek tervezésében. Feladata volt a ferihegyi műszaki bázis felszereléséhez tartozó próbapadok tervezése és gyártása, a gyártás koordinálása, a próbapadok átvétele is. Részt vett egy műszaki film készítésében is, amelyet a Tu-154 repülőgép üzemeltetési, üzemeltetési szaktevékenységeinek oktatása céljából forgattak.

A MALÉV technológiai osztályvezetőjeként nagyszámú kiküldetésre kellett kiutaznia a Szovjetunióba továbbképzések, illetve repülőgép-nagykarbantartások és -nagyjavítások ellenőrzése és átvétele céljából. Gyakori kiutazásai miatt 3 tanfolyami évet felölelő orosz nyelvi képzésének jó hasznát vette, és elsajátította a repülő szakterület szaknyelvét is. A Tu-154-es típus hazai üzemeltetése során a MALÉV mérnökállománya a vezetésével olyan üzemeltetési tapasztalatokra tett szert, melyek megosztása mindkét fél számára előnyösnek bizonyult, és az üzemeltetés módszereinek fejlesztését is lehetővé tette.

A MALÉV három mérnöke 1981-ben „Repülőgépek üzemeltetésének korszerű módszerei” címmel jegyzetet bocsátott ki a vállalat mérnökállománya számára.⁹ Ehhez kötődően 1983-ban a BME-n „Repü-

⁶ Dr. Hannel Sándor: Szakmai önéletrajz. Gépelt, 3 oldal.

⁷ Hannel Sándor: Tupoljev Tu-154 repülőgép sárkányszerkezet-oktatási jegyzet. MALÉV, Budapest.

⁸ Hannel Sándor: Újdonságok a TU-154 típusú repülőgépen Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 11. szám 401. o.

⁹ Dr. Rohács József – Szabó I. – Herpai S.: Repülőgépek üzemeltetésének korszerű módszerei Jegyzet, Budapest, 1981., MALÉV

lőgépek korszerű üzemeltetése” címmel tanfolyamot szerveztek, melyen – két szovjet professzor és számos magyar repülőmérnök meghívásával – közösen áttekintették a korszerű utasszállító repülőgépeken alkalmazott adatrögzítő berendezések adatainak számítógépes kiértékelési lehetőségeit és általában az adatelemzésen alapuló korszerű üzemeltetés új módszereit, melyet egyúttal már oktattak is a résztvevő szakembereknek.¹⁰

A tapasztalatcsere kétirányú és mindkét fél számára hasznos volt, mivel nemcsak a szovjet gyártó, de a magyar üzemeltető is kidolgozott új, korszerű üzemeltetési módszereket. A magyar szakemberek által ekkor bevezetett eljárások közeledést jelentettek az állapot szerinti üzemeltetés irányába. A Tu-154-est 2001-ben vonták ki a MALÉV az utasforgalomból.

Amikor a Boeing B-737 típusú utasszállító repülőgép megjelent a MALÉV-nál, angol nyelvű műszaki dokumentációjának használata során igen jó hasznát vette annak, hogy angolul 5 éven át tanult nyelvtanfolyamokon, nyelvvizsgát is tett (továbbá három évig tanult németül is).

A MALÉV vállalati szervezésű oktatásában 1962-től két évtizeden át tanított repüléselméletet, sárkányszerkezettan ismereteket, repülőgép-hajtómű ismereteket évi 150 órában a repülőmérnökök, a hajózók és a repülőgép-szerelők számára. Emellett a repülőmérnököknek előkészítő tanfolyamon tartott órákat a posztgraduális képzés keretében szervezett továbbképzésükhöz. Végezte a BME-n diplomázó repülőmérnök hallgatók üzemi gyakorlatának irányítását, majd diplomatervük bírálatát, összesen 12 repülőmérnök esetében.¹¹ 1980-ban például a gázturbinák gazdaságos üzemeltetése és javítása témában készült egy diplomamunka az ő bírálatával.¹²

A hatvanas években mérnök-tanárként részt vett az Eötvös Loránd Gépipari Technikumban zajló légiközlekedés-gépészhatalmas képzésben, négy éven át oktató repülőgépmotorszerkezettant és aerodinamikát óráadó tanárként. A „Járművek, mezőgazdasági gépek” tudományos folyóiratban megjelent életrajza szerint: „az Eötvös Loránd Gépipari

¹⁰ Prof. dr. A.F. Akszonov - prof. dr. R.V. Szakacs: Korszerű repülőgép üzemeltetés a Szovjetunióban. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1984. évi 31. évfolyam, 1. szám 14-21. o.

¹¹ Dr. Hannel Sándor: Szakmai önéletrajz. Gépelt, 3 oldal.

¹² Lévai Zoltán: Lépünk be a Műszaki Egyetem kapuján 3. Autó-Motor, 1980. évi 2. szám 6. o.

Technikumban ... beinduló repülőgépszerelő oktatás előkészítésekor oktatási tematika összeállítást és tankönyvírást vállal.”¹³

A hetvenes évektől a csepeli Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum keretei között zajló repülőgépszerelő- és -műszerész-, illetve repülőgépésztechnikus-képzéshez írt három szakmai tankönyvet, illetve tanmenetet. Részt vett a szakközépiskolai tantervek elkészítésében a sárkányszerkezettan területén.

A BME elvégzését követően – a MALÉV technológiai osztályvezetői feladatai mellett - folyamatosan végzett tudományos, kutatási és oktatási tevékenységet is. Technológiai osztályvezetői beosztásában számos tudományos publikációt jelentetett meg a „Járművek, mezőgazdasági gépek” című, BME-hez kötődő tudományos folyóiratban, a repülésbiztonság és a karbantartás kapcsolatáról, a korszerű repülőgépek üzemanyagtartályairól, a sugárhajtóművek tolóerejének ellenőrzéséről, illetve a TU-154 típusú repülőgépről, továbbá a héjszerkezetek együtthordási hibáiról is.¹⁴ 1985-től a tudományos folyóirat szerkesztőbizottságának a tagja.¹⁵ A tudományos folyóiratban megjelent életrajza szerint: „1969-ben az M-L Egyetemen filozófiát tanul. 1976-ban a BME Közlekedésmérnöki Kar Repülőgépész Szakmérnöki szakán szerez oklevelet.

A polgári légi közlekedés repülőgépeinek és hajtóműveinek repülésmechanikai – aerodinamikai – termodinamikai sajátosságait rendszeresen elemzi. E téren szerzett tapasztalatai alapján 1981-ben a BME-n hajtóművek és szabályozásuk tárgyban ír egyetemi doktori értekezést, amit sikerrel véd meg. Több sportrepülőgép tervezésében vesz részt, szilárdsági számítások készítésével. Egyesületünk Repülőgép

¹³ Dr. Hennel Sándor. Életrajz. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1985. évi 32. évfolyam, 9. szám 340. o.

¹⁴ Fazekas József—Hennel Sándor: Repülésbiztonság és karbantartás. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1966. évi 13. évfolyam, 7. szám 249. o.; Hennel Sándor: Korszerű repülőgépek üzemanyagtartályai Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 7. szám 226. o., illetve Hennel Sándor: Sugárhajtóművek tolóerejének ellenőrzése Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 10. szám 380. o. továbbá Hennel Sándor: Újdonságok a TU-154 típusú repülőgépen Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 11. szám 401. o. és Hennel Sándor: Héjszerkezetek együtthordási hibái Járművek, mezőgazdasági gépek, 1971. évi 2. szám 57-58. o.

¹⁵ Dr. Hennel Sándor. Életrajz. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1985. évi 32. évfolyam, 9. szám 340. o.

Központi Szakosztályában végez társadalmi munkát.”¹⁶ Hannel Sándor gépészmérnök 3140. számú doktori oklevelének átadására, az egyetemi doktori fokozat odaítélésére – a BME Millenniumi Évkönyv „Műegyetemen doktorra avattak” fejezetének adatai szerint – 1981-ben került sor.¹⁷ A későbbiekben almamáterét tevőlegesen is segítette, számos diplomamunkának, értekezésnek volt konzulense, bírálója.

Hannel Sándor repülőgép-tervezőként, konstruktőrként 1962-től részt vett a műrepülő-világbajnokságra szánt Bukfenc műrepülőgép tervezésében. Ezt követően 1982-től a MALÉV mérnökei az ő vezetésével egy könnyű repülőgépet terveztek a főként az általa vezetett Technológiai osztályon. Említésre érdemes továbbá, hogy egy nemzetközi pályázat keretében vitorlázó-repülőgép tervezésében is részt vett, ahol pályatervük helyezést ért el.

1984–1986 között esetében részt vett a Maule és Pilatus repülőgépek fedélzeti oxigénellátó-rendszereinek beépítési munkálataiban.¹⁸ 1980–1985 között Rubik Ernő repülőkonstruktőrrel együttműködve az R-26 Góbé vitorlázó-repülőgépből továbbfejlesztettek egy Góbé II. szériát, ahol Hannel Sándor a további gyártás engedélyeztetési folyamatában vett részt elsősorban. Egy R-29 típusjelzésű, tolólégcsavaros motoros repülőgépet is megterveztek – mely végül nem készült el teljes mértékben. Hannel Sándor elkészítette a Maule és Pilatus repülőgépek kezelési utasítását, illetve a kilencvenes években a GAK-22 repülőgép légi üzemeltetési utasítását is.¹⁹

Ezt követően részt vett az SzM-92 Finyiszt és a Dornier Do 28 típusú többcélú könnyű repülőgépek dugattyús motorjainak gázturbinás hajtóművekkel való lecserélésére irányuló átépítési programokban, az új rendszerek megtervezésében és átépítésében. Mintegy 10 darab gázturbinás Finyiszt gép megépítésére került sor e program során.

Hasonló átépítési program volt szintén a részvételével zajló Dornier Do 28 többcélú könnyű repülőgép légcsavaros gázturbinával ellátott változatának kialakítása is, melyből 7-et építettek. Az 1990-es

¹⁶ Dr. Hannel Sándor. Életrajz. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1985. évi 32. évfolyam, 9. szám 340. o.

¹⁷ BME Millenniumi Évkönyv 2000. A Műegyetemen doktorra avattak. Műszaki, egyetemi doktorok 1901–1996. <https://repozitorium.omikk.bme.hu/ser-ver/api/core/bitstreams/4feaaf10-6aa6-450b-bc35-2f34c1fa1c50/content/104>. o.

¹⁸ Szórád Tamás: Ritka, mint a Maule. Aeromagazin, 2002. július 44. o.

¹⁹ Dr. Hannel Sándor: Szakmai önéletrajz. Gépelt, 3 oldal.

évek elejétől a Ganz-Avia GAK–22 többcélú könnyű repülőgép tervezésében és megépítésében vett részt.

A rendszerváltás időszakában a magyar repülőiparról írott „A magyar repülés a világ rendszerében” című cikke már az egész iparágat, a konstrukciókat, az ipari és jogszabályi hátteret, illetve a nemzetközi kapcsolódási pontokat tekinti át.²⁰ 1990-től a Gépipari Tudományos Egyesület Repülési Szakosztályának vezetőségi tagja.²¹ Ugyanebben az évben – számos rangos, a repülőszakmát képviselő vezető szakemberrel együtt – részt vett az Akadémiai Kiadó „A repülés világa” című kiadványának megírásában.²²

Az immár elismert repülőgép-konstruktőr Hannel Sándort 1992-ben gázturbinás katonai repülőgép tervezésére kérték fel. A rendszerváltást követően Antall József miniszterelnök katonai tanácsadója kereste fel, és felkérte egy könnyű gázturbinás katonai repülőgép tervezési lehetőségeinek vizsgálatára. Az általa kidolgozott fejlesztési terv egyrészt a könnyű gázturbinás katonai repülőgép koncepciójának vizsgálatát, előterveit és teljesítményszámítását tartalmazta, másrészt főbb vonalait tekintve a megvalósítás, a gyártás feltételei, költségei, lehetőségei is kiszámításra, kidolgozásra kerültek.²³ A Hannel-féle könnyű gázturbinás katonai repülőgép végül csak tanulmány maradt.

Mérnöki tevékenységét több szabadalom is védi. Ilyen volt például a „Légcsavar fordulatszám szabályozása szárnyszögállítással” néven bejelentett újszerű megoldás.²⁴ Merőben újszerű megoldás volt a „Lemezrugós repülőgép futóművek elforduló bekötése” futóműfejlesztési

²⁰ Dr. Hannel Sándor: A magyar repülés a világ rendszerében Járművek, mezőgazdasági gépek, 1990. évi 37. évfolyam, 6. szám 201-203. o.

²¹ Dr. Hannel Sándor: GTE Repülési Szakosztály vezetőségválasztása Járművek, mezőgazdasági gépek, 1990. évi 37. évfolyam, 9. szám 337. o.

²² Baj Attila - Domokos Ádám - Dr. Bihari Gábor - Dr. Grósz Andor - Dr. Hannel Sándor - Dr. Pásztor Endre - Dr. Pokorádi László - Dr. Remes Péter - Dr. Rohács József - Jéki László -Nádor Ferenc - Rohály Gábor: A repülés világa 90/1. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990.

²³ Dr. Hannel Sándor – Kasza József: Egy meg nem valósult álom. A repüléstörténeti konferencia közleményei. 2004. [Szerk. Zörgő Tibor.] Bp. Magyar Repüléstörténeti Társaság, 2004. évi 29. évf. 251 p.

²⁴ Ezek egyike: Domokos Ádám – dr. Hannel Sándor - dr. Sobor Ákos: Légcsavar fordulatszám szabályozása szárnyszögállítással (Revolution Controlling Of An Airscrew By Adjusting The Wing Angle) Bejelentés napja: 1991.09.30. Közzététel: 1994.11.28. Megadó határozat kelte: 1998.10.05. Nemzetközi Szabadalmi Oszályozás: B64C 11/34

téma is, melyet a GAK-22 Dino sportrepülőgép alumínium laprugós futóművén próbáltak ki – sikerrel.²⁵

Mérnöki szaktudását a repülőmérnöki szakterületen túlmutatóan is hasznosította, amikor 1978-tól a dr. Ferenc Csaba fizikus és csillagász által vezetett kutatócsoport tagjaként részt vett a Magyar Nemzeti Múzeum által indított, a Magyar Szent Koronával kapcsolatos kutatásokban, mint a mérnök-fizikus csoport egyik tagja. Kutatási eredményeiket magyar és idegen nyelvű tudományos publikációkban adták közre.²⁶

Az ezredforduló után nyugdíjas éveit saját tervezésű könnyű repülőgépének, a He-11-nek a tervezésével és építésével töltötte. A He-11 együléses, fémépítésű, behúzható futóműves könnyűrepülőgépet 2024-re közel kész állapotig fejlesztette.

2. Repülőkonstruktóri tevékenysége

2.1. A Z-326 „Bukfenc” műrepülőgép tervezése és a Tréner műrepülőgéppé alakítása (1962–1963)

Hennel Sándor és Tóth József a HA-TRK lajstromjelű Z-326 Tréner kiképző repülőgépet „1963-ban «Bukfenc» speciálgéppé alakították.”²⁷ A „Bukfenc” műrepülőgéppel Tóth József, az 1962. évi műrepülő-világbajnokság nyertese repült volna a következő világbajnokságon.²⁸ Tóth József Alagon volt repülőgéptervező-mérnök (az alagi vitorlázó-repülőgépgyártóüzemnél – Dunakeszi repülőtér), később a ferihegyi repülőtér egyik mérnöke volt. A következő évi világbajnokságra tervezett, illetve épített egy repülőgépet Hennel Sándorral. A Trénert Csehszlovákiában

²⁵ Dr. Hennel Sándor – Dr. Pfeilmayer Artúr: Lemezrugós repülőgép futóművek elforduló bekötése Járművek, építőipari és mezőgazdasági gépek, 1994. évi 41. évfolyam, 9. szám, 335-336. o.

²⁶ Beöthy Mihály — Fehér András — Ferenczné Árkos Ilona — Ferencz Csaba — Hennel Sándor: Észrevételek a „korona-kutatás” kapcsán. Életünk 1963-2014 Életünk, 1986 (24. évfolyam, 1-12. szám)1986 / 8. szám

²⁷ Lajstromjel: HA-TRK <https://www.avia-info.hu/talalat.php?KeresettSzo=HA-TRK> (Letöltve: 2025.05.31.)

²⁸ Tóth József (1932 –) magyar mérnök, vitorlázó- és motoros sportrepülő, illetve repülőgépezet- oktató, aki 1947-től repül vitorlázó repülőgéppel, és az 1950-es években élvonalbeli vitorlázórepülő 1950–1956 között teljesítette az Aranykoszorús vitorlázó követelményt. Az első magyar sportrepülő, aki világbajnokságot nyert. Szabó József (szerk.): Repülési lexikon II. k. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991. 403. o.

gyártották, a magyar légierő, majd később az MHSz (Magyar Honvédelmi Szövetség) is használta. 1963-ban Alagon egy Tréner átalakított két egymás mögötti ülésről együléses műrepülőgépre, felszerelték rá egy nagyobb teljesítményű hathengeres motort és egy állítható légsavart, így jött létre a „Bukfenc” műrepülőgép.

Az erősebb, benzinbefecskendezéses motort a Tréner hathengeres Walter Minor 6-III. 160 LE-s erőforrása helyett építették be a repülőgépbe. „Készült egy nem hivatalos modifikáció: Tóth József műrepülővilágbajnok tervei alapján egy Z-326-os motorját egy L-200 «Moravá»-ból kölcsönvett, 210 LE-s M-337-esre cserélték, a hozzá tartozó háromágú V-410A légsavarral. A gép gyorsabb lett, és jobban emelkedett, de a nem műrepülésre tervezett befecskendezőrendszer miatt nem volt alkalmas komoly figurák végrehajtására. A HA-TRK lajstromjelzésű gép a «Bukfenc» nevet kapta.”²⁹ A tervek teljeskörűen elkészültek, az építés a Pestvidéki Gépgyárban valósult meg, azonban a berepülést követően motorproblémák miatt visszaalakították a repülőgépet az eredeti állapotára – karburátorosra és merev, kéttollú fa légsavarúra.³⁰ mivel a háromágú V-410A elektromos szögállítású légsavár sem bizonyult optimálisnak a műrepülő feladatkör ellátásához, ugyanis a légsavartollak szögállításának átállítását csak a szükségesnél kisebb sebességgel végezte. A budaörsi repülőtér műhelyeiben végezték el az építési feladatok egy részét. Az M-337-es motor műrepüléshez szükséges rendszerei (buboréktalanító rendszer, illetve hátonrepülő-szelep) csak több évvel később készültek el a gyártónál. Végül Spanyolországban nem Tóth József nyerte a világbajnokságot.

2.2. Részvétel a Rubik R-18 Kánya újratervezésében és gyártásának előkészítésében a MALÉV-nál (1965–1970)

Az R-18 Kánya első prototípusa 1948-ban készült el. A gép rövid fel- és leszállási tulajdonságokkal rendelkezett, ennek érdekében a merevített felső szárnyak orrsegédszárnyal és réselt fékszárnyakkal lettek ellátva. Az 1960-as évek közepén Rubik Ernő továbbfejlesztette az R-18 Kányát, és áttervezte fémépítésűre. A tervek szerint már többcélúnak szánt R-28 Fém-Kánya típusjelzésű repülőgép teljesen fémépítésű félhéjszerkezet lett volna.

²⁹ Zlin "Tréner" - A típus története. Tisztelgés a Zlin Tréner előtt - A típuscsalád története. <https://hampage.hu/repules/trener/tipustortenet.html#z26> (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

³⁰ Zainkó Géza: A Zlin Tréner család – Bajnokok bajnoka. Aeromagazin, 2021. augusztus 34. o.

A gép gyártását elkezdték a MALÉV ferihegyi javítóbázisán. Hannel Sándor az R-18 Kánya - Rubik Ernő könnyű futár- és sportrepülőgépe - esetében is részt vett a tervezésben, amikor „...a MALÉV ferihegyi műhelyében indult meg a gyártás. A főkonstruktor természetesen Rubik Ernő volt, de a törzs hátsó részét Hannel Sándor, az első részt pedig Jakab Róbert tervezte.”³¹ A törzshátsórész félhéjszerkezetű volt.

Az R-18-as típus vegyes építésű, felsőszárnyas, merev futóműves könnyű futár-, illetve vontató repülőgép volt. Az első három változat (A, B, C „Kánya”) három, a további gépek pedig két ülésel (de növelt kapacitású üzemanyagtartállyal) készültek - a B „Kánya” kivételével - megkettőzött kormányberendezéssel. Motorként az A és B változathoz a négyhengeres, soros elrendezésű Walter Major 4-t, a további példányokhoz a hathengeres Walter Minor 6—III, illetve később – a hathengeres motor kis sebességből adódó hátsóhenger-hűtési problémái miatt - az öthengeres M-11D (M-11K) típusú csillagmotort alkalmazták.

A MALÉV-nál az elképzelések szerint két változat épült volna meg: egy 117,6 kW teljesítményű M-11FR, immár sűrítettlevegős indítású, öthengeres csillagmotorral, egy pedig Lycoming boxermotorral. A gép futóműve széles nyomtávú, háromkerekű, a főfutók merevítő dúccal voltak kitérítve. A rugózásuk olajcsillapítású spirálrugós, teleszkóprendszerű, a farokkerék nyomba terelő megoldású volt. A gép magassága 2,5 méter.

Ez a típus nemcsak futár- és vontatógépként szolgált volna, hanem alapként szerepelt egy magyar mezőgazdasági repülőgép kifejlesztéséhez is. A MALÉV-nál készült fém Kánya szárnya esetében szférikusán húzott belépőél-kialakítást terveztek alkalmazni a bordák részbeni el-mellőzése érdekében. A mélyhúzó szerszámok egy része el is készült a gyártáshoz. Hannel Sándor jelentős szerepet játszott a típus dokumentációjának elkészítésekor is. A szárnybordák nagyrészehez elkészültek a sablonok, sőt már néhány lemezidomot le is gyártottak.

Ekkor már látszott, hogy az építési költségek 1-1,5 millió forint körül lesznek, aminek fedezésére nem sikerült megnyerni sem a Közlekedési Minisztériumot, sem pedig a különböző polgári repülőszervezeteket. Emiatt, sajnos, az építés elakadt, majd pedig teljesen törölték a programot. Végül egy példány sem készült el az R-28-ból, a program 1968-ban lezárult.

³¹ Simon László: Az R-18 Kánya - Rubik Ernő könnyű futár- és sportrepülőgépe Top Gun 1999. évi 2. szám. 27-28. o.

2.3. Az optimalizált vegyszerszórás-turbulenciájú mezőgazdasági repülőgép tervezése, és a nemzetközi mezőgazdaságirepülőgép-tervpályázat repülőgéptervei; a Sárgarigó (1981–1995)

A II. világháborús vadászpilóta, később agrármérnök Dinka Tibor 1966–1978 között már mezőgazdasági pilóta volt.³² Szolnokon telepedett le. 1976–tól kísérleteket végzett a légijárműből kipermetezett folyadékcseppek egyenetlen elosztásának kiderítésére. A kutatást a Mezőgazdasági és Élelmezési Minisztérium Repülőgépes Szolgálat 1981-ben lezárta, az eredmény: a kiszórt vegyszer legfeljebb 60%-a hasznosul, a többi veszteség. Ezért Dinka Tibor kezdeményezésére „Egy új repülőgép tervezésébe fogtak dr. Hannel Sándor és Bánhidi Antal segítségével. Az előnyös aerodinamikai kialakítás mellett olyan repülőgépet akartak tervezni, mely a permetezéshez a legideálisabb örvényeket kelti repülés közben. Összesen 16 különböző elképzelés született meg a rajzasztalon. ... A permetezés szempontjából a legideálisabbnak a kétfedelű megoldást tartották. 1981 és 1995 között folyt a kísérletezés és a pályázatok benyújtása. Összesen 27 különböző sárkány kialakítást terveztek, ezek között kacsaszárny elrendezésű repülőgép is volt, emellett a gázturbina beépítésének lehetőségét is vizsgálták. Négy pályázat leírása maradt meg, ezek közül a **«Sárgarigó» névre keresztelt repülőgéppel** megpályázták a megépítéshez szükséges anyagi fedezetet, amit pénzhiány és a rendszerváltás környékén tapasztalható bizonytalanság miatt nem támogattak. Olyan nemzetközileg elismert repülőgépmotor gyárakkal levelezett, mint a Porsche vagy a Rolls-Royce. A ... hazai minisztériumokkal és a mezőgazdaság legjelentősebb képviselőivel folytatott kiterjedt levelezést Dinka Tibor, de a kitartó próbálkozások ellenére sem valósult meg egyik repülőgépter-terv sem.”³³ A pályázati folyamat során 1986-ban Jugoszláviában a kísérleti gépének tervét átvették, és tervezték a megépítését. Nemzetközi szinten a lengyel együttműködés lehetőségére is javaslatot tettek. Végül ez az optimalizált turbulenciájú mezőgazdaságirepülőgép-kon-

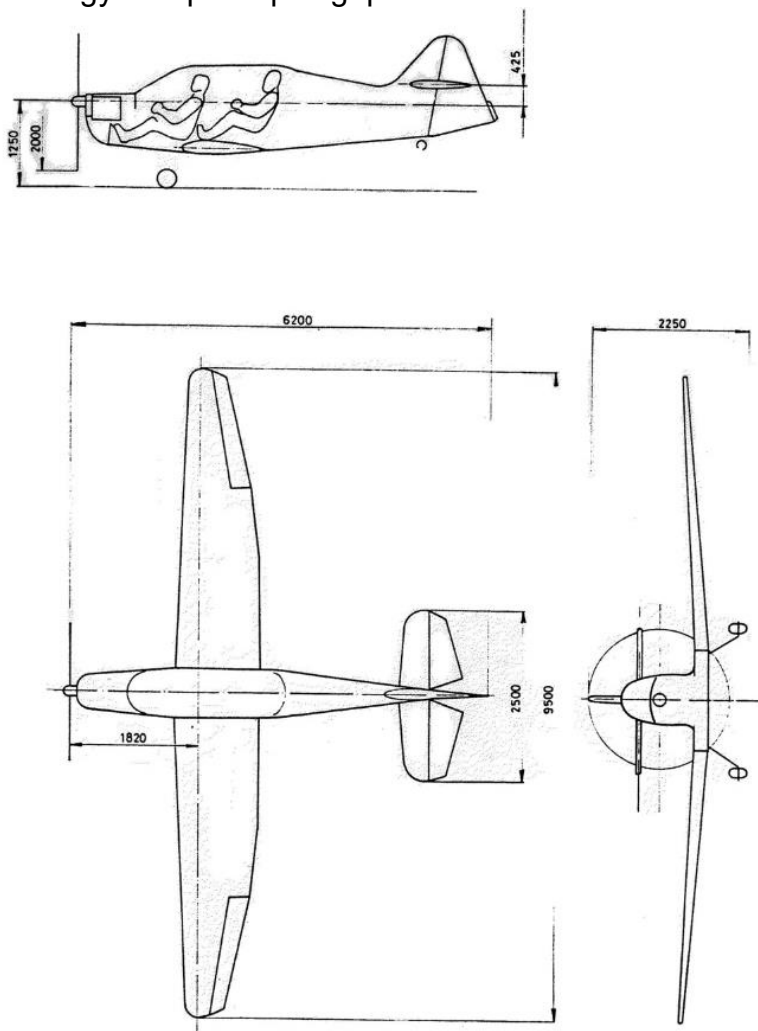
³² Dinka Tibort 1944. augusztus 20-án avatták fel tartalékos zászlósnak, majd pedig 1945. január 1-én áthelyezték a 101. Vadászrepülő Ezredhez, a Pumákhoz. A második világháborúban vadászpilótaként szolgált az egyik legsikeresebb magyar pilóta, vitéz Tóth Lajos hadnagy kísérőjeként. A motoros repülést 1948–1951. között folytatta a demokratikus légierőnél. Ezt követően zajlott le agrármérnöki és mezőgazdasági repülési pályafutása. 2006. január 5-én hunyt el.

³³ Magó Károly: Repüléstörténet: még kísérleti társaság is alakult Szolnokon, akik helikoptert akartak építeni <https://www.szoljon.hu/helyi-kozelet/2022/01/repulestortenet-meg-kiserleti-tarsasag-is-alakult-szolnokon-akik-helikoptert-akartak-epiteni> (2024.11.08.)

cepció az elkészített és benyújtott 16 repülőgépterv ellenére sem valósult meg – holott egy ilyen gép alkalmazása jelentős megtakarítást eredményezhetett volna.

2.4. A MALÉV könnyű repülőgép terve (1982)

A MALÉV rendkívül nagylétszámú mérnökkellectívával rendelkezett, köztük Hennel Sándor és Tóth József. 1982 elején vetődött fel a gondolat, hogy ennek a csapatnak a szellemét erősítené saját műszaki alkotás létrehozása. Ezért a MALÉV mérnökei Hennel Sándor vezetésével könnyű repülőgépet terveztek. 1982 március – december időszakában – főként a Hennel vezetésével működő Technológiai Osztályon – elkészültek egy kis sportrepülőgép tervei.



1. számú ábra. A MALÉV mérnökei által Hennel Sándor vezetésével tervezett könnyű repülőgép

A szerkesztési, számítási technológizálási munkák úgy voltak személyekre szétbontva, hogy lehetőleg minél több mérnök részt kapjon belőle. A tervezett repülőgép méretei, jellege úgy lett megválasztva, hogy egyszerű kivittel biztosan megvalósítható legyen, és a MALÉV-repülőklub keretein belül minél többen tudják majd használni. A gép hagyományos elrendezésű, egymotoros, kétüléses, alsószárnyas, merev futóművel. A repülőgép tervezése során elkészült a szükséges számítások 70%-a, ezen belül: az aerodinamikai alapjellemzők számítása, repülési teljesítmények meghatározása, terhelési terület számítása, a szárny szilárdsági méretezése az összes jellemző terhelési eset szerint. A szárny elkészítéséhez szükséges rajzok elkészültek.

A MALÉV KÖNNYŰ REPÜLŐGÉPÉNEK TERVEZETT, ILLETVE SZÁMÍTOTT ADATAI³⁴

1. sz. táblázat

Fesztávolság	9,5 m
Hosszúság	6,3 m
Magasság	2,25 m
Szárnyfelület	9 m ²
Felszállótömeg	400 kg
Üres tömeg	176 kg
Vízszintes farokfelület	1,8 m ²
Vízszintes farokfelület fesztávolsága	2,5 m
Vízszintes vezérsík felülete	0,96 m ²
Függőleges farokfelület	1,758 m ²
Függőleges vezérsík felülete	0,843 m ²
A Rotax motor max. teljesítménye	43 LE
Felszállósebesség fékszárnyal	65 km/h
Felszállósebesség fékszárny nélkül	78 km/h
Emelkedőképesség	5,4 m/s
Legnagyobb sebesség (50% légcsavarhatásfokra számítva)	162 km/h
Felszálláshoz szükséges úthossz	73 m
Legnagyobb terhelési többszörös	4,4
Legnagyobb terhelési többszörös háthelyzetben	1,8
Legnagyobb megengedett sebesség siklásban	240 km/h

³⁴ Dr. Hannel Sándor – Kasza József: Egy meg nem valósult álom. A repüléstörténeti konferencia közleményei. 2004. [Szerk. Zörgő Tibor.] Bp. Magyar Repüléstörténeti Társaság, 2004. évi 29. évf. 251 p.

A repülőgép szilárdsági méretezése a BCAR semi-aerobatic³⁵ kategória szerinti volt. A szárny egyfőtartós, héjszerkezetű. A repülőgép tervezésénél az egyszerű építési módon túl jellemző volt a kis tömegre való törekvés. Ezt szükségessé tette az akkor kapható legkedvezőbb motor kis teljesítménye. A merev futómű is a kis szerkezeti tömeg és egyszerűség célját szolgálta.

A belépőél durál lemezborítású, a szárny hátsó szakasza, a fék-szárnyak és a csűrők vászonborításúak. A szárnyprofil NACA 23015. A farokfelületek a szárnyhoz hasonló kialakításúak, profiljuk NACA 0009. A törzs vászonborítású rácsszerkezet. A pilótaülések egymás mögött vannak elrendezve. A futómű merev, farokkeres. A repülőgép tervezése során elkészült a szükséges számítások 70%-a, ezen belül: az aerodinamikai alapjellemzők számítása, repülési teljesítmények meghatározása, terhelési terület számítása, a szárny szilárdsági méretezése az összes jellemző terhelési eset szerint. A szárny elkészítéséhez szükséges rajzok elkészültek. A tervezés viszonylag előrehaladott állapotában vált érthetővé, hogy a vállalat vezetése elállt a repülőgép-építés támogatásától. Mikor ez nyilvánvalóvá vált, a tervezési munkákat megszakították, a gép végül nem épült meg.

2.5. A Bánó-Hennel-Kovács féle BHK-1 vitorlázórepülőgép-terv (1990–1991)

Dr. Bánó Imre repülőmérnök és dr. Hennel Sándor, illetve Kovács Géza mérnökök egy pályázat során működtek együtt versenycélú vitorlázó repülőgép tervezésében a 70-es években.³⁶ A cél egy vitorlázórepülő standard létrehozása volt, a tervezők nevének kezdőbetűiből BHK-1 típusjelzéssel. A World-Class osztályú standardizált vitorlázó repülőgép, mint egységes vitorlázórepülőgép-típus alkalmazásával a vitorlázórepülőgép-versenyek során a versenyző pilóták közötti valós repüléstechnika különbségek kerülhetek volna a felszínre, nem pedig a repülőgépek közötti - gyakran a beszerzési árral összefüggő – minőségkülönbségek.³⁷

³⁵ BCAR (British Civil Airworthiness Requirements - Brit polgári légiakalmassági követelmények) szerinti alap-műrepülő képesség (a szerkesztő megjegyzése)

³⁶ Bánó Imre: BHK-01 - A FAI pályázat finisében Új Szárnyak, 1991 évi 7. szám 30-32. o.

³⁷ 1990 januárjában hozta nyilvánosságra a FAI (a Nemzetközi Repülőszövetség) a Pályázat a világosztályú vitorlázógép kiválasztására (Competition for the Selection of the World Class Glider) kiírását.

Hennel Sándor a MALÉV technológiai osztályvezetőjeként a FARMINNOVATOR mérnökirodának dolgozott e project során Bánó Imrével együtt (az iroda ipari szellőzőberendezések fejlesztésével és tervezésével foglalkozott). A nemzetközi pályázatra Bánó és Hennel benyújtották a standardizált vitorlázó repülőgép általuk elgondolt változatának aerodinamikai és szilárdságtani számításait, illetve tervdokumentációit.

„A gép alapvetően fémépítésű, általában ragasztva és szükség szerint szegecselve. Gyártása egyszerű, és főleg igen alkalmas tömeggyártásra. A szárny háromrészes ... egy főtartós, fém félhéjszerkezet, a főtartó mögött vászonborítással. A gépnek súlypont mögötti merev rugózott futója, orr- és farokcsúszója van. A rádió akkumulátora és az oxigénberendezés a csomagtérben kap helyet, a barográf a szárny felett és mögött, a hátsó kis kabintető alatt helyezhető el. A farokfelületek hagyományos elrendezésűek, ún. keresztvezérsík alakban, hogy ne léphessen fel a «deep stall» (mély átesés). A kormányozgatások az oldalkormány kivételével tolórudasak.”³⁸



2. számú ábra. A Bánó-Hennel-Kovács féle BHK-1 vitorlázórepülőgép-terv alapján készített makett dr. Hennel Sándor gyűjteményéből

³⁸ Bánó Imre: BHK-01 - A FAI pályázat finisében Új Szárnyak, 1991 évi 7. szám 30-32. o.

Pályamunkájukkal II. helyezést értek el, ami már egy bizonyos támogatási összeg elnyerését is jelentette a repülőgép megépítéséhez. A projektnek ezen a pontján azonban dr. Hennel Sándor egyéb munkaköri elfoglaltágai miatt kiszállt.

Az építési előírás JÁR 22 FAR Part 23 volt. A repülőgéppel Dr. Bánó Imre foglalkozott tovább, ám a vitorlázó repülőgép megépítésére végül nem került sor. Megmaradt viszont a pályázati munka során létrehozott makett, amely a 2. ábrán tekinthető meg.

A szárny – egy ragasztott-szegecselt konstrukció – végül elkészült Percz Ferenc fehérvári repülőgépipítő-műhelyében (Aviatika Kft.), és azt, illetve a makettet be is mutatta Bánó Imre a párizsi nemzetközi pályázati zsűrinek.

BHK-01 TÍPUSÚ VITORLÁZÓ REPÜLŐGÉP FŐBB ADATAI³⁹

2. sz. táblázat

Üres tömeg	160 kg
Fesztáv	14 m
Szárnyfelület	10,4 m ²
Karcsúság	18,846
Húrhossz tőben	0,85 m
Húrhossz a szárnyvégen	0,425 m
Törzs hossza	6,92 m
Átesési sebesség	62 km/h
Minimális merülés	0,64 m/s
Legjobb siklószám 92,4 km/h-nál	36
Merülősebesség (100 km/h-nál)	0,78 m/s
Merülősebesség (150 km/h-nál)	1,86 m/s
Maximális repülőtömeg	300 kg

³⁹ Bánó Imre: BHK-01 - A FAI pályázat finisében Új Szárnyak, 1991 évi 7. szám 30-32. o.

2.6. A Ganz-Avia GAK–22 Dino könnyű repülőgép tervezése és építése (1990–2000)

Hennel Sándor Tibor repülőkonstruktőrként számos jelentős hazai repülőgép-építési projektben vett részt, melyek közül legismertebb a Ganz-Avia GAK-22 DINO könnyű repülőgépe. A GAK–22 Dino a Ganz-Avia Kft.-nél az 1990-es évek elején tervezett és megépített többcélú könnyű repülőgép. Általános célú repülőgépként, valamint alapfokú kiképző, mezőgazdasági, vízügyi, sport és túrarepülőgépként tervezték a felhasználását.⁴⁰

A GAK–22 Dino koncepció-repülőgépe a „Famadár” volt.⁴¹ A dugóhúzóra kevésbé hajlamos aerodinamikai koncepciót – az egymáshoz képest eltolt aerodinamikai centrumú biplán szárnyszerkezetet – a faépítésű „Famadár” repülőgépen próbálták ki.⁴² A gépet tervező Simó Willy 1989-ben elhunyt.⁴³ Az ő kiinduló „Famadár-koncepciója” alapján a GAK-22 részletszámításait kezdetben Kovács Gyula repülőmérnök végezte el. „Kovács Gyula ... olyan koncepciót dolgozott ki, hogy a gép a pilótaképzésben mutassa meg az előnyeit, magyarárn ne „dugózzon”.⁴⁴

A GAK–22 Dino könnyű repülőgép építési projekt mögé 1992-ben a Ganz Holding állt. A repülőgép fejlesztésére és építésére 1992. december 1-jén létrehozták a Ganz Avia Kft.-t. A GAK-22 Dino tervezését egy ötfős mérnökcsoport végezte. („A tervezésben és építésben Pfeilmayer Artúr, Simó Willy, Végh Pál, Elterné Gombkötő Edit, id. Hennel Sándor, Keszthelyi György, Kovács Gyula dolgoztak.”)⁴⁵

⁴⁰ Erősebb motorú változatát műrepülőként is használni tervezték, legalább 150 LE-s motor és állítható légcsavar beépítésével, megfelelő szárazkarteres olajozás, karburátor- és üzemanyagtartály-rendszer tervezett alkalmazásával.

⁴¹ Néprepülőgép. Made in Hungary, Top Gun, 1994/10. szám, pp. 10–13.

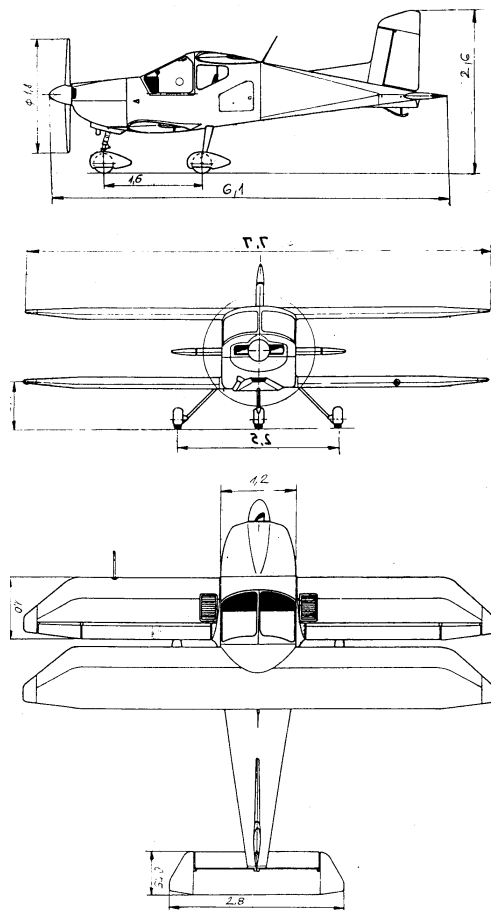
⁴² Avarosy Éva, Simóné: Az AEROFA szárnyai. Nem mind ósdi, ami régi /repülőgép/. Faipar. 1986. évi 36.évf. 4.sz. 124-125.p. Az eltolt aerodinamikai centrumú biplán szárnyszerkezet, mint elrendezés előnye, hogy a repülőgép átesési tulajdonságai rendkívül kedvezőek, átesés esetén lényegében mindössze irányított süllyedésre kerül sor. Emellett a repülőgép – az egymáshoz képest eltolt aerodinamikai centrumú biplán szárnyszerkezet sajátos jellemzői miatt - nehezen esik dugóhúzóba. Oktatási és kiképzési célokra ezek a tulajdonságok rendkívül előnyösek voltak.

⁴³ További kutatásokat igényel, hogy a fémépítésű GAK-22 kezdeti számításai és építése milyen mértékben épült a 2/3-os méretű faépítésű Famadár számításaira és méreteire. Utóbbi szárnyszerkezetét Simó repülőmérnök felesége publikálta egy szaklapban. Avarosy Éva, Simóné: Az AEROFA szárnyai. Nem mind ósdi, ami régi /repülőgép/. Faipar. 1986. évi 36.évf. 4.sz. 124-125.p.

⁴⁴ Uo.

⁴⁵ Néprepülőgép. Made in Hungary, Top Gun, 1994/10. szám, pp. 10–13.

A repülőgép GAK elnevezése a gyártó cég és a tervezőcsoport vezetőjének nevéből (**Ganz**Avia, **Kovács** - GAK) összeállított betűszó. Kovács Gyula nagy valószínűséggel minden számítást elvégzett – amit az utólag Hannel Sándor által elvégzett második tervezési folyamat igazolt.⁴⁶ Pfeilmayer Arthur főtechnológus és Papp Márton (a Pajtás tervezője) Kovács Gyula halála után folytatták a tervezési munkákat.⁴⁷



3. számú ábra. A GAK-22 GanzAvia Dino könnyű repülőgép háromnézete

⁴⁶ Az eredeti tervdokumentáció és számítások a konstruktőr halálakor csak töredékes formában álltak rendelkezésre (hiányoztak pl. a stabilitás-számítások stb.)

⁴⁷ Papp Márton (1912-) gépészmérnök, repülőgép-tervező. 1932-től az MsRE tervezőirodában, majd 1938-tól a WM-23 Ezüst Nyíl vadászrepülőgép tervezőcsoportjában, ezután 1947-től az AERO EVER és az OMRE repülőgéptervező-irodájának statikus vezető mérnökeként egyebek mellett a Kánya vontatógép tervezésén dolgozott, majd 1951-től a Székesfehérvár-sóstói repülőgépjavitó üzembe helyezték át. 1952-től a Jak-18 sorozatgyártását irányította főmérnöki beosztásban Esztergomban 1958-ig. Szabó József (szerk.): Repülési lexikon II. k. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991. 535. o.

A munkálatokat elősegítette, hogy Papp Márton ebben az időben a Légügyi Hatóságnál dolgozott főállásban. Pfeilmayer és Papp Márton felkérték a repülőgép-konstrukciós és -tervezési munkálatokban járatos dr. Hannel Sándor okleveles repülőmérnököt, aki elkészítette a GAK-22 teljes körű számításait (mivel az eredetiek lényegében elkallódtak).⁴⁸

A repülőgép fejlesztésében áttételesen részt vett ifj. Michelberger Pál is, aki 1988-tól 2000-ig a Ganz Gépgyár Vállalatnál, ill. a Ganz Gépgyár Holding különböző gazdasági társaságainál töltött be vezetői, ill. ügyvezetői beosztásokat, és aki 1993 és 2000 között a Ganz Avia Kft.-nél dolgozott.⁴⁹

Michelberger a tervezési folyamat legvégén csatlakozott a munkálatokhoz. A GanzAvia céget a tervezésben résztvevő Michelberger apja, a híres akadémikus vezette, akinek nevéhez fűződik a fém könnyűszerkezetek tervezési metódusainak kidolgozása és tökéletesítése.⁵⁰

A repülőgépet a XIII. kerületi Dunyov utca egyik műhelyében kezdték el építeni, majd a Gödöllői Gépgyárban folytatták a munkát. Keszthelyi György technológusként támogatta a munkálatokat.

⁴⁸ Egyedül a törzsrács szerkezetének számítása maradt meg, amelyet Elter Pálné dr. Gombkötő Edit repülőmérnök tervezett, aki a vitorlázórepülő D. vizsgáját (az ezüstkoszorút) 1959–60 között a gödöllői repülőtéren repülte meg. A hatvanas években a Pestvidéki Gépgyár esztergomi üzemében dolgozott 1961. augusztus 7-ig, mert utána Moszkvába készült aspirantúrára. Gombkötő Edit okl. gépészmérnök munkahelye a Budapesti Műszaki Egyetem Műszaki Mechanikai Tanszék volt, ahol az egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa tudományos fokozatot nyerte el.

Bende Lajos: Esztergomi repülőipar története 1933-1989. 128. o., illetve

A Budapesti Műszaki Egyetem Évkönyve 1984-1985, 1. kötet. Az egyetem oktatói és dolgozói

https://library.hungaricana.hu/en/view/BME_Evkonyv_1984-85_1/?pg=116&layout=s

⁴⁹ Prof. dr. Michelberger Pál akadémikus (1930–2014) fia, ifj. Michelberger Pál 1964-ben született Budapesten. A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán 1988-ban gépészmérnöki oklevelet szerzett. 2002-ben jelentkezett a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájába. A 2005-ben sikeresen megvédett doktori (PhD) értekezése honvédelmi célú informatikai rendszerelemek összehasonlító értékelésének módszertani megalapozásáról és projektszerű adaptációjáról szólt. <http://kgk.uni-obuda.hu/node/476>

⁵⁰ 1994. júniusában rendezték meg a kőbányai vásárvárosban az Industria '94 elnevezésű szakkiallítást, a beruházási javak nemzetközi vásárát. Varga Károly: Az Industria '94 szakkiallítás nagydíjas járműipari termékei. Közlekedéstudományi Szemle 1994. évi XLIV. évfolyam 11. szám http://real-j.mtak.hu/9964/15/Kozlekedestudomanyi_1994_11.pdf

A GAK-22 DINO egymotoros, vonólégcsavaros, kétszemélyes, két-kormányos, egymás melletti üléselrendezés könnyű repülőgép. A törzs hegesztett acélcsövekből készített rácsszerkezet, melyet duralumínium-borítás fed. A motorburkolat kompozitanyagból készült. A törzsben kialakított kétfős fülkében az ülések egymás mellett helyezkednek el, mögöttük csomagtartó található. A GAK-22 negatív lépcsőzöttségű kétfedelű szárnyelrendezésű repülőgép. Szárnya szabadonhordó biplán elrendezésű, 1,09 m szárnyközépvonal-eltolással (egymáshoz képest eltolt aerodinamikai centrum), átmenő főtartó megoldással.

A GAK-22 Dino repülőgéppel Matuz István, a Magyar Repülő Szövetség (MRSZ) főpilótája 1993. október 8-án hajtotta végre az első fel szállást. A berepülések során szinte lehetetlen volt dugóhúzóba vinni, így ideális kiképző repülőgépnek bizonyult.



4. számú ábra. A GAK-22 Dino könnyű repülőgép Budaörsön

A szárny a főtartó előtt torziós lemezburkolattal rendelkezik, a főtartó mögött dakronszövet-borítást alkalmaztak. A szárnyvégek hátranyilazott kialakításúak. A függőleges és a vízszintes vezérsík durál borítású.

A repülőgép kormányserveinek jellegzetessége a kombinált magassági kormányzás, melyben az alsó szárnyak is részt vesznek a kitérített ívelőlapokkal. A repülőgép felső szárnya nem rendelkezik szárnymechanizációval, a csűrők és az ívelőlapok az alsó szárnyon vannak elhelyezve. A törővéig menő csűrő ívelőlapoknak könnyűfém a szerkezete, tolórudakkal lettek összekötve a magassági kormányzáshoz. Az alsó szárnyon így kialakuló felhajtóerő-változás a magassági kormányon keletkező erőkkel együtt biztosítja a kereszt tengely körüli elforduláshoz szükséges nyomatékot. Kormányműve kombinált magassági kormányrendszer, melyben a botkormány tolórúd közvetítésével kitéríti az ívelőlapokat, így a kitérített ívelőlap a mellső szárnyon felhajtóerő-növekményt kelt, és ez összedolgozik a magassági kormányon ébredő erővel. A kormány és a trimm mozgatása himbás tolórudas megoldású.



5. számú ábra. A GAK-22 fő futóművek laprugózású hőkezelt alumínium-ötvözet hőkezelt-hengerelt kivitelben, elforduló laprugóbekötéssel

A GAK-22 futóműve orrkerekes elrendezésű, nem behúzható, az orrfutómű kormányozható. A főfutó kerekeit mechanikus (bowdenes) működtetésű fékekkel látták el, melyek nyomtávja 2,5 m. A főfutók könnyűfém-ből készült laprugófutószáron helyezkednek el, könnyűfém laprugózásúak. A repülőgép ötvözött alumíniumból, kovácsolással készített laprugós fő futóműve garantálja a fajlagosan csekély szerkezeti

tömeget. A főfutómű-rugóstag egy 40 mm vastagságú laprugó, amely hőkezelt alumíniumötvözet hőkezelt-hengerelt (hengerléssel hajlított) kivitelben. Ezt a Székesfehérvári Alumíniummű kísérleti üzeme állította elő (dr. Banis Károly találmánya). Az acél szilárdságával vetekedő alumíniumötvözet szilárdsága 60–62 kg/mm². A szabadalmaztatott Banis-ötvözet jelentős előnye volt, hogy a hőkezélést követően sem vált hajlamossá a kristályközi (interkristallin) korrózióra, ami a kedvező mechanikai tulajdonságok mellett is jelentős élettartamot garantált. Az alumínium laprugó elforduló laprugóbekötése minimálisra csökkentette a laprugóbekötésnél a törzsre a rugózás során ható erőt. Dr. Hennel Sándor és dr. Pfeilmayer Artúr „Lemezrugós repülőgép futóművek elforduló bekötése” címmel közöltek le szakcikket egy gépészeti tudományos folyóiratban a GAK-22 rugózásáról, ahol az elforduló laprugóbekötésről ezt írták 1994-ben: „A GAK-22 Dinó sportrepülőgép laprugós futóművének bekötésénél ... ez a megoldás került alkalmazásra, és annak működése az eddigiek szerint kielégítő.”⁵¹



6. számú ábra. A GAK-22 Dino repülőgép 1995 előtti állapota

A nyilvánosság számára 1993. december 13-án mutatták be a Budai repülőtéren Hegyháti József ipari és kereskedelmi minisztériumi államtitkár jelenlétében. 1994-ben Berlinben az 1994-es ILA repülőgépipari szakvásáron is kiállították, ahol a gép repülési bemutatót is tartott. Szolnokon a Magyar Honvédség képviselői is megtekintették a

⁵¹ Dr. Hennel Sándor – Dr. Pfeilmayer Artúr: Lemezrugós repülőgép futóművek elforduló bekötése Járművek, építőipari és mezőgazdasági gépek, 1994. évi 41. évfolyam, 9. szám, 335-336. o.

repülőgépet. Kezdetben HA-XBP lajstromjellel repült, majd 1995-ben átlajstromozták HA-YACT jelzésre.

A Ganz Avia Repülőgép Építő és Fejlesztő Kft. terméke 1993-ban a II. Magyar Innovációs Nagydíj Pályázaton elismerő oklevelet, 1994-ben Ganz Ábrahám díjat és az Industria'94 Beruházási Javak Szakvásáraán Nagydíjat kapott.



7. számú ábra. A GAK-22 Dino repülőgép alsó szárny és motorburkolat nélkül. Látható a Lycoming O-235 H2C négyhengeres, léghűtéses, benzinüzemű boxer elrendezésű repülőgépmotor

A repülőgépbe egy 86 kW (115 LE) maximális teljesítményt leadó léghűtéses Avco-Lycoming O-235 H2C négyhengeres boxermotort építettek, amely Mühlbauer gyártmányú, 1,8 m átmérőjű légcsavart hajtott. A repülőgép korlátozottan műrepülhető is. Az üzemanyag-rendszer az alapváltozatnál nem alkalmas negatív repülési módokban a motor üzemanyag-ellátására.

A repülőgép többlépcsős teszt- és berepülési programnak lett alávetve (Famadár és GAK), emellett rendelkezik a légügyi hatóság engedélyével, kidolgozott tervdokumentációval, és megfelel a FAR part 23 Aerobatic követelményrendszernek.

A projekt végül a gazdasági nehézségek miatt akadt el, a prototípuson kívül további példányokat nem építettek, a Ganz Avia Kft. pedig megszűntette e tevékenységét. Egy példány készült belőle, amely napjainkban a Közlekedési Múzeum Repüléstörténeti kiállításán tekinthető meg.

GAK-22 MÉRET- ÉS TÖMEGADATOK, REPÜLÉSI JELLEMZŐK

3. sz. táblázat

Fesztáv	7,7 m
Hossz	6,1 m
Magasság	2,6 m
Szárnyfelület	14,04 m ²
Üres tömeg	430 kg
Maximális felszállótömeg	720 kg
Üzemanyag tömege	80 kg
Motor típusa, felépítése	Lycoming O-235 H2C négyhengeres, léghűtéses, benzinüzemű boxer
Felszálló teljesítmény	86 kW (115 LE)
Maximális sebesség	195 km/h
Felületi terhelés	51 kg/m ²
Repülési távolság	700 km
Felszállási úthossz	235 m
Terhelhetőség	+6g / -4g



8. számú ábra. A számos különleges megoldással rendelkező GanzAvia GAK-22 könnyű repülőgép a Közlekedési Múzeumban

Dr. Hannel Sándor a „Kétszárnyú repülőgépek stabilitásával kapcsolatos tapasztalatok” című cikkében ismertette a GanzAVIA Dino sportrepülőgép prototípusának vizsgálatával szerzett tapasztalatait.⁵²

2.7. Az SzM–92T Turbo Finyiszt repülőgép légcsavaros-gázturbinás hajtóműrendszerű változatának átépítése (1995–2000)

Az SzM-92 Finyiszt az orosz Technoavia tervezőiroda egymotoros könnyű repülőgépe, melyet a Szmolenszki Repülőgépgyár gyárt.⁵³ 1994-ben kezdődött az SZM–92T Turbo Finyiszt repülőgép légcsavaros-gázturbinás hajtóműrendszerű változatának átépítése, amikor Gál András mérnök, pilóta és cégvezető vásárolt egy SzM-92 sárkányszerkezetet Moszkvában, egyúttal felvette a kapcsolatot a repülőgép tervezőjével, Kondratyjev mérnökkel.⁵⁴ Megállapodtak az átépítési programról a Gál András által vezetett G-92 Kft. kivitelezésében. Az átépítési és engedélyeztetési munkálatokban részt vett Gál András cégvezető, ifj. Badovszky György repülőmérnök, Hannel Sándor repülőmérnök, illetve Kiss Tibor és Dobránszky Péter pilóta, Kondratyjev orosz repülőmérnök, Peter Stolarik szlovák mérnök és mások.

Az SzM-92 Finyiszt típus 1993-ban repült először. Az SzM–92 hagyományos felépítésű, felsőszárnyas elrendezésű könnyű repülőgép, mely 6 fő vagy 600 kg teher szállítására alkalmas. Maximális felszállótömege 2350 kg. Az SzM–92 alapváltozatú repülőgépbe gyárilag az elavult, de más típusokon széles körben alkalmazott 268 kW-os (360 LE) maximális teljesítményű Vegyenyjev M–14P típusjelzésű csillagmotort építettek, ami mindössze 220 km/h maximális sebesség elérését tette lehetővé. Átesési sebessége a kedvező szárnyprofil-kialakításnak köszönhetően 100 km/h. A Vegyenyjev M–14P típusú, kilenchengeres léghűtéses csillagmotor egy háromtollú, változtatható állásszögű MTV–9 típusú fém légcsavart hajt.

1994-ben jelent meg a könnyű fegyverzettel felszerelt határőrizeti, rendvédelmi és katonai feladatokra kialakított változata, az SzM–92P, az orosz Szövetségi Határőr Szolgálat részére kifejlesztett változat. Öt példányt készítettek ebből a változathoz. Az SzM-92 Finyiszt repülőgép magyar érdekeltségű fejlesztésének köszönhetően egy Walter M601 típusú légcsavaros gázturbina került a repülőgépbe beépítésre, amely átalakítás a sportoló ejtőernyősök hatékonyabb ugratását célozta. A

⁵² Dr. Hannel Sándor: Kétszárnyú repülőgépek stabilitásával kapcsolatos tapasztalatok Járművek, mezőgazdasági gépek, 1995 évi 8. szám 296. o.

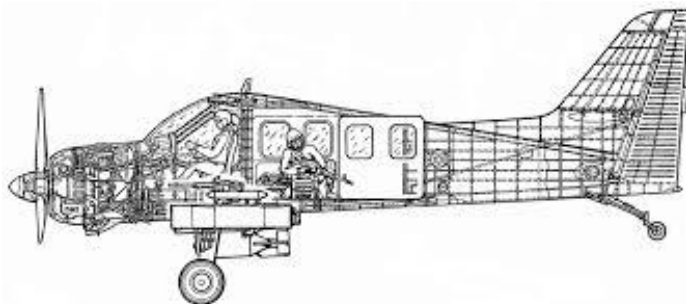
⁵³ Az eredeti orosz jelölés szerint: СМ-92 "Финист".

⁵⁴ Kondratyjev repülőmérnök a Jakovlev és a Szuhoj repülőgéptervező irodákban is dolgozott pályafutása során.

360 LE teljesítményű csillagmotor helyére az L-410 repülőgép Walter M601 gázturbináját építették.



9. számú ábra. A Hannel Sándor részvételével átépített SzM-92 Finyiszt gázturbinás repülőgép



10. számú ábra. Felfegyverzett Finyiszt könnyű repülőgép

Légcsavaros gázturbinával felszerelt változatai az SzM–92T Turbo Finiszt és az SMG–92 Turbo Finist. Az SzM–92T Turbo Finiszt a cseh Walter M601F légcsavaros gázturbinával, míg az SMG–92 Turbo Finist a szlovák Aerotech Slovakia által gyártott, Walter M601D2 légcsavaros gázturbinával ellátott változat.

A típusátalakítás célja egy olyan repülőgép létrehozása volt, amely kategóriájában versenyképes a hasonló szerkezetű Pilatus repülőgépekkel, ám azoknál alacsonyabb beszerzési áron érhető el. Az átalakítási munkálatok során Hannel Sándor több alkalommal is részt vett azokon a Pozsonyba szervezett kiutazásokon, melyek során az átalakítás részleteit egyeztették a szlovák partnerrel, elsősorban Peter Stolarik mérnökkel.



11. számú ábra. Gázturbinás katonai Finiszt: fő profil az ejtőernyős-kiképzés

Kedvező körülménynek bizonyult, hogy a beépítendő gázturbinás hajtóműhöz ebben az időszakban viszonylag alacsony áron sikerült hozzájutni. Az orosz cég a sárkányszerkezetet szállította le, míg a csehek a gázturbinás hajtóművet, illetve biztosították az annak beépítéséhez szükséges elektromos és egyéb szerelvényeket. Gál András cége német relációból beszerezett egy fém, három tollú állítható légcsavart. A gázturbinás repülőgép átalakításának terveit cseh mérnök készítette el, a légi üzemeltetési utasítás számításai dr. Hannel Sándor nevéhez köthetők.

Kedvező módon az SzM-92 repülőgép eleve úgy került megtervezésre, hogy abba később 7-800 LE teljesítménytartományig különböző erősebb hajtóműveket be lehessen építeni. A repülőgépben

Walter M601 gázturbina került beépítésre. Az eredeti M-14 csillagmotor-ágy-lábat Kondratyjev mérnök újratervezte. Stolarik mérnök új burkolatot tervezett a hajtóműhöz. A beépítéshez szükséges áttervezés tervdokumentációját egy cseh repülőmérnök készítette el. A magyar gázturbinás Finyiszt repülőgépterv ellenőrzésében részt vevő cseh mérnökökkel Hannel Sándor is tárgyalt. A munkálatokban részt vett továbbá ifj. Badovszky György repülőmérnök, illetve Kiss Tibor MA-LÉV pilóta is, aki jelentős szerepet játszott az angol nyelvű légi üzemeltetési utasítás kidolgozásában.

A munkálatokban a légügyi hatóság részéről Punka György vett részt. Hannel Sándor a magyar típusleírás elkészítésében vett részt, Punka Györggyel együttműködve. A munkálatok a FAR-23 előírásnak megfelelően kerültek végrehajtásra. A magyar hatósági engedély megszerzésében jelentős szerepet vállalt Hannel Sándor és Badovszky György. Az átalakítási munkálatok során el kellett végezni az FCU tüzelőanyag-szivattyú szabályzó rendszer aktuális teljesítmény-és típus-paraméterekhez illesztett beszabályozását. A gázturbinás típus hatósági berepülését Dobránszky Péter pilóta végezte, mely folyamatban a Technoavia szakembere is részt vett. A Finyiszt hatósági berepülése során Hannel Sándor felvette az új repülési paraméterek szerinti görbeseregeket.

A nagy teljesítményű gázturbina beépítése egy olyan rezgésmentes, hosszú élettartamú hajtómű alkalmazását jelentette a Finyiszt repülőgépen, amely az eredeti emelkedő képességhez képest jóval kedvezőbb paraméterek megvalósítására volt alkalmas. Ez a képesség egyebek mellett az ejtőernyős kiképzés területén tette rendkívül sikeresen alkalmazhatóvá a gázturbinás Finyiszt típust. Az 537 kW-os (720 LE-s) hajtómű lényegesen nagyobb emelkedő sebességet ért el, így az egy ejtőernyős ugrásra vetített költségeit sikerült versenytársainál alacsonyabb szintre hozni.

A gázturbinás hajtómű az ejtőernyős kiképzés során nem csak a kiváló emelkedőképességgel tűnt ki, de olyan előnyök is származtak alkalmazásából, mint az ejtőernyősök ledobását követő gyors süllyedés során a dugattyús motorokra jellemző, jelentős terhelést követő gyors túlhűtés miatt fellépő hengerfejrepedés elmaradása.

A viszonylag kis létszámú céggel folytatott együttműködés során végül mintegy 10 darab gázturbinás Finyiszt megépítésére került sor, melyek egy részét nyugati relációban is sikeresen értékesített a Gál András által vezetett G-92 Kft.⁵⁵

⁵⁵ Punka György: A nemzetközi összefogással épült turbóprop. Aeromagazin 2000. december – 2001. január 46. o.

A FINYISZT REPÜLŐGÉPEK FŐBB ADATAI

4. számú táblázat

	SzM–92 Finyiszt	SzM–92T Turbo Finyiszt
Személyzet + utasok	2+6 fő	2+6 fő
Fesztáv	14,6 m	14,6 m
Hossz	9,1 m	9,1 m
Magasság	3 m	3 m
Szárnyfelület	20,44 m ²	20,44 m ²
Szerkezeti tömeg	1430 kg	1430 kg
Max. felszálló tömeg	2350 kg	2350 kg
Motor/hajtómű teljesítménye/típusa	268 kW-os (360 LE) Vegyenyeejev M–14P csillagmotor, léghűtéses, benzinüzemű	537 kW-os (730 LE) Walter M601F légcsavaros gázturbina
Maximális sebesség	220 km/h	240 km/h
Csúcsmagasság	3000 m	7000 m
Utazó sebesség	180 km/h	220 km/h
Minimális sebesség	100 km/h	100 km/h
Repülési távolság	1380 km	1000 km
Terhelhetőség	+6g / -4g	+6g / -4g
Szerkezeti anyag	fém	fém

2.8. A Dornier Do 28 repülőgép légcsavaros-gázturbinás hajtóműrendszerű változatának építése (1995–2000)

A Dornier Do 28 könnyű, dugattyús motoros többcélú repülőgép, melyet a Dornier-Werke GmbH, később Dornier GmbH gyártott. Két fő változata a Do 28A/B, valamint a Do 28D, amelyek konstrukciós szempontból is jelentősen különböznek. A repülőgépet két dugattyús motor hajtja meg. A Dornier Do 28 repülőgépet a Gál András által vezetett G-92 Kft. kivitelezésében átalakították gázturbinásra. A Dornier átalakítási munkálatokban részt vett Fülöp András, Peter Stolarik, ifj. Badovszky György, Gál András és Hannel Sándor. A munkálatok 1994-ben zajlottak. Az átalakítások eredményeképpen létrejött repülőgép Dornier Do 28 D2 variáns volt. A repülőgép előzőleg a Bundeswehr tulajdonát képezte. Az átalakított Dornier repülőgép hatósági berepülését Dobránszky Péter végezte. Dr. Hannel Sándor repülőmérnök részt

vett a Dornier 28 típusú többcélú könnyű repülőgép dugattyús motorjának lecserélésére irányuló átépítési programban, a Walter 601 gázturbinás hajtóműrendszerű változatának építésében.⁵⁶

Gázturbinás Do 28-as gyári változatban is létezett: ebből a Dornier 50 darabot készített PT-6 gázturbinával, és ezeket Kamerun, illetve Nigéria hadereje számára szállította le könnyű katonai szállító repülőgép kategóriában. A légcsavaros gázturbinával ellátott gyári változat típusjelzése a Do 28G.92. A dugattyús motoros változatban épített Lycoming boxermotor 400 lóerő teljesítményű hathengeres típus volt. Peter Stolarik mérnök a repülőgép M601 gázturbinájának új felfüggesztő rendszerét tervezte meg. A csövekből álló hajtóműág egy bilinccsel csatlakozott a hajtóműgondolat tartó szárnycsonkhoz (stubwing). Hermann Geng, a Dornier főkonstruktor felügyelte a motorág tervezését és kivitelezését.

A Dornier repülőgépnél nehézségekbe ütközött a nagyobb teljesítményű hajtómű beépítése. A terhelésiterület-diagramon jól követhető volt, hogy a nagyobb teljesítményű erőforrás alkalmazása esetén egy ponton nem megengedhető túlterhelés léphet fel. A Dornier repülőgép terhelésdiagramja szerint a maximális sebességnél – ha 400 LE-nél nagyobb teljesítménnyel terhelték a repülőgépet – a megengedett értéken felüli túlterhelés-érték adódott. Ezért a beépítés során a cseh gázturbina maximális startteljesítményét 450 LE-re korlátozták az FCU tüzelőanyagszivattyú-szabályzóberendezés beszabályozásával.⁵⁷ Kimérték a gázkar állását a beszabályozott helyzetnek megfelelően, és a kellő ponton egy feloldható gázkarütközőt építettek be. A csökkentett teljesítményű hajtóművariánst D2 típusváltozatként tartották nyilván. Az eredetileg a 70-es években készült gázturbinás hajtómű típusjövahagyási igazolása a 700 LE teljesítményre íródott, ezért a csökkentett teljesítményű hajtómű esetében – az eredeti üzemóraszám megtartása mellett – 4500 indítási ciklust engedélyeztek (a teljesítménykorlátozás fejében). Az átalakított Dornier repülőgépet Fülöp András és Kovács Pál pilóták repülték be. Az alkalmazott légcsavaron ugyan nem volt reverz üzemmód, azonban megfelelő üzemmódon fékező hatást fejtett ki a leszállás során.

⁵⁶ Zsák Ferenc: A Do-28D-2 G92 „Skyservant” Aeromagazin 2013. december -2014. január. 78. o.

⁵⁷ Dornier Do-28 https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=679 (Letöltve: 2025.05.31.)



12. számú ábra. Dornier Do 28D kétmotoros többcélú könnyű repülőgép

A légi üzemeltetési utasítást Hennel Sándor, ifj. Badovszky György és Kiss Tibor állította össze. Szintén ők gondoskodtak a karbantartási dokumentáció elkészítéséről. A repülőgépen kétszer réselt fékszárny működött, melyet az eredeti Hatzell légcsavarnál hosszabb tollú Avia légcsvár kedvezőbben megfűjt, ezzel javítva a gép STOL (Short Take-Off and Landing - rövid fel- és leszálló úthossz) tulajdonságait. Az átalakított gázturbinás repülőgépből összesen 7 darab készült a Gál András által vezetett G-92 Kft. kivitelezésében. A cég nevével összefüggően az átalakított típusváltozat jelölése Do 28G-92. 1994-ben Pozsonyban végezték el az első repülőgép-átalakítást, összesen 7 repülőgépet építettek át gázturbinás változatra.

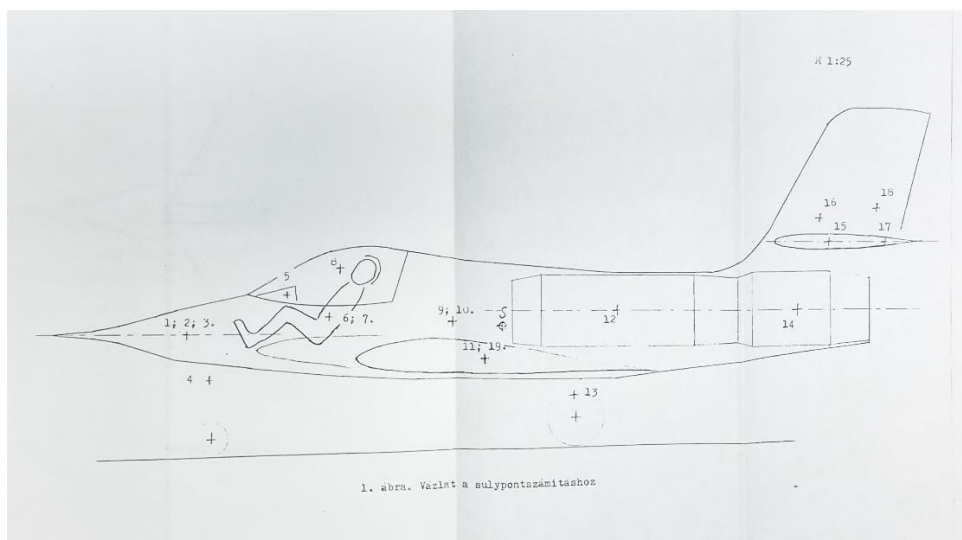
2.9. Könnyű, gázturbinás katonai repülőgép fejlesztése (1992)

Dr. Hennel Sándort a kilencvenes években könnyű gázturbinás katonai repülőgép tervezésére kérték fel.⁵⁸ A délszláv háború időszakában Antall József miniszterelnök katonai tanácsadója kereste fel, és felkérte a könnyű gázturbinás katonai repülőgép elkészítésére. A felkérés alapján a Hadiipari Hivatal számára 1992. március 31-én készítette el a repülőgéptervet és gyártókapacitás-tervet tartalmazó tanulmányát.⁵⁹ A 23 oldalas tanulmány három melléklettel – köztük a repülőgép terveivel – készült, 12 fejezettel.⁶⁰

⁵⁸ Dr. Hennel Sándor – Kasza József: Egy meg nem valósult álom. A repüléstörténeti konferencia közleményei. 2004. [Szerk. Zörgő Tibor.] Bp. Magyar Repüléstörténeti Társaság, 2004. évi 29. évf. 251 p.

⁵⁹ Katonai repülőgép fejlesztése. Budapest, 1998. augusztus 31.

⁶⁰ Dr. Hennel Sándor: Könnyű vadászbombázó fejlesztése. Tanulmány. Budapest, 1992. 23 o.



13. számú ábra. A Hennel-féle könnyű gázturbinás katonai repülőgép vázlat a súlypontszámításhoz, a hajtómű beépítési kontúrjával⁶¹

A délszláv háború elején vetődött fel kormányzati körökben a kérdés: ha háborús helyzet áll elő, és nem várhatunk fegyverszállítást külföldről, miképpen lehet a légierő ellátását biztosítani? A miniszterelnök katonai tanácsadója elmondta, hogy a magyar haderő átvilágítása során felismerték: az importfüggőség – különösen háborús helyzet esetén – kerülendő, mivel az importból származó haditechnikai eszközök (alkatrész, lőszer) utánpótlása hamar elakadhat, ami biztonsági szempontból nem megengedhető. A katonai tanácsadó a kormány kérésére kezdeményezte egy könnyű gázturbinás katonai repülőgép megtervezését, a koncepció és a hazai gyártás lehetőségének vizsgálatát.

Koncepcionális párhuzamként, előzményként említhető a brit Folland Gnat könnyű gázturbinás katonai repülőgép, egy „kompakt” kisméretű repülőgép-koncepció. Az 50-es évek végén a jugoszláv légierő két Folland Gnat megvásárlása mellett döntött, melynél a fesztávolság csak 6,76 méter és a 20,93 kN tolóerejű hajtómű 1119 km/h (0,98 M) sebességet tett lehetővé 6100 m-en a 2177 kg szerkezeti tömegű repülőgép számára. A Folland Gnat Fo.142 változat számítottan 1,5 M sebességre lett volna képes egy csaknem kétszer nagyobb teljesítményű, 35,6 kN tolóerejű hajtóművel, majd az F0.143-ba már lokátort is terveztek. Azonban a csekély tömegű függeszthető fegyverzet és beépített rendszer, ill.

⁶¹ Dr. Hennel Sándor: Könnyű vadászbombázó fejlesztése. Tanulmány. Budapest, 1992. 23 o.

a csekély hatótáv miatt a Folland Gnat könnyűrepülőgép-konceptió hosszú távon nem bizonyult életképesnek.⁶²

A Hannel-féle könnyű gázturbinás katonai repülőgép koncepciója és előterve olcsón beszerezhető és raktáron lévő ukrán és orosz repülőalkatrészek felhasználására épített. A koncepció a következő volt: a Jak-40 típusú repülőgép AI-25-ös típusú, ukrán eredetű gázturbinás hajtóművének felhasználásával – amely egyúttal az L-39 típusú katonai gyakorló repülőgép hajtóműve is volt – építendő meg egy gázturbinás katonai repülőgép.

A HENNEL-FÉLE GÁZTURBINÁS KATONAI REPÜLŐGÉP FŐBB MŰSZAKI ADATAI

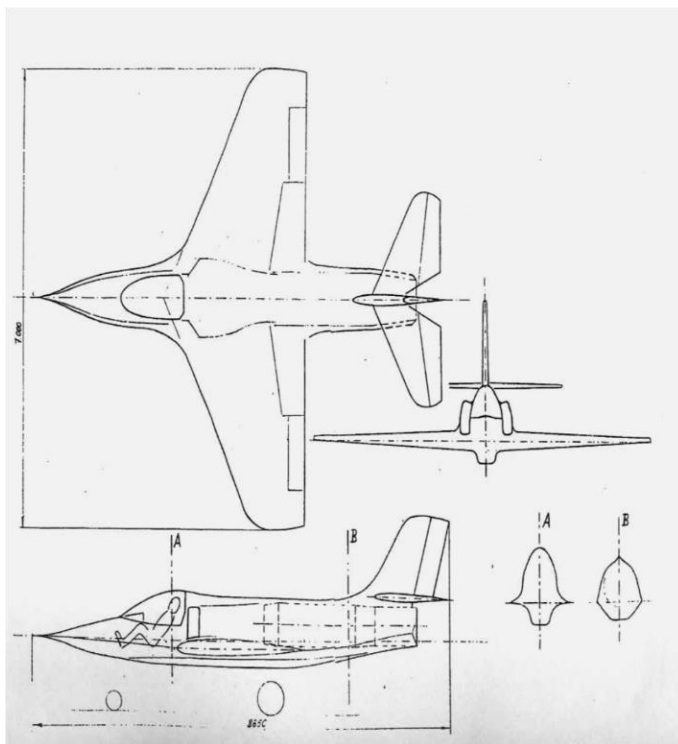
5. sz. táblázat

Fesztáv	7,0 m
Hossz	8,65 m
Szárnyfelület	14 m ²
Húrhossz szárnytőben	3,0 m
Húrhossz a szárnyvégen	1,12 m
Hajtómű-tolóerő	17 kN
Üres tömeg	1750 kg
Minimális repülési tömeg	2000 kg
Minimális repülési sebesség (repülési tömegtől függően)	116-164 km/h
Maximális sebesség 0 méteren	1100 km/h
Maximális sebesség 5000 m-en	0,9 M
Emelkedőképesség tengerszinten 2000 kg-nál	72 m/s
Emelkedés 5000 m-re 2000 kg-nál	70 s
Megengedett terhelési többszörös	4,4

⁶² A brit Folland Gnat egy gázturbinás, szubszonikus sebességű könnyű katonai repülőgép, amelyet a Folland Aircraft fejlesztett és gyártott 1959-től. A repülőgépet „megfizethető” könnyű katonai repülőgépként képzeltek el, melynek kialakítása lehetővé tette, hogy gyártási, illetve karbantartási feladatait speciális eszközök nélkül is el lehessen végezni, így alkalmassá tette volna a még alig iparosodott országokban való használatra. A Brit Királyi Légierő (RAF) a Gnat T.1 kiképzőgép-változatot üzemeltette, emellett a RAF Red Arrows műrepülő csapatának bemutató repülőgépként volt jelen. A Gnat F.1-et Finnországba, Jugoszláviába és Indiába exportálták. A licenc megvásárlását követően az indiai HAL vállalat gyártotta a repülőgépet, mellyel harcban légyőzelmeket is elértek. Bingham, Victor (2002). Folland Gnat: Red Arrow and Sabre Slayer. Hailsham, East Sussex, UK: J&KH Publishing.

A tervezett együléses könnyű repülőgép szerkezeti tömege – összevetve az L-39 gyakorlórepülőgép mintegy 3500 kg-os tömegével – mindössze 1750 kg-ra adódott, geometriai méretei is kisebbek voltak, például a szárny fesztávolsága 30%-kal kisebb. A könnyű gázturbinás katonai repülőgép teljesítményszámítását Hannel Sándor 1992-ben elkészítette.⁶³ A koncepció egyik központi eleme a kis méret, a könnyű szerkezet volt. Tervezésekor számos felmerülő lehetőséget – fegyverzet függesztése, a maximális sebesség hangsebesség fölé növelése – is megvizsgáltak, mely célok elérése a tervezett kis méretnél rendkívül komplex, nehezen elérhető feladat volt.

A tervezett repülőgép fő jellemzői: szabadon hordó, nyilazott szárny, fűtött belépőél, a szárnyban elhelyezett tüzelőanyagtartály. A szárny, a törzs, a farokfelületek egyaránt könnyűfém héjszerkezetűek. Háromfutós, orrkerekes futómű, behúzása a szárnyba, illetve a törzsbe történt. A vezérlés hidraulikus erősítővel, a dinamikus lengések csillapítására elektronikával rendelkezett. Túlnyomásos pilótafülke került tervezésre. Hajtóműve egy kétáramú gázturbinás sugárhajtómű.



14. számú ábra. A Hannel-féle könnyű, gázturbinás katonai repülőgép háromnézete

⁶³ Dr. Hannel S. - Kasza J.: Könnyű vadászbombázó fejlesztése. Kézirat.

A dr. Hennel Sándor által kidolgozott fejlesztési terv egyrészt egy gázturbinás katonai repülőgép előterveit és teljesítményszámítását tartalmazta, másrészt a megvalósítás, a gyártás feltételei, költségei, lehetőségei is kiszámításra, kidolgozásra kerültek.

A Hennel-féle gázturbinás katonai repülőgép lehetséges változatainak tervezésekor megvizsgálták annak az elméleti lehetőségét is, ha a maximális sebesség a hangsebesség több, mint másfélszeresére adódna, utánégető alkalmazásával.⁶⁴ (Tervek készültek utánégető nélkül és utánégető kialakításával is. A Hennel-féle gázturbinás repülőgép változatainak technikai részletei olyan – jelenleg csak igen töredékesen rendelkezésre álló, kivonatos - dokumentációkból ismerhetők meg, melyek teljes terjedelmű feltárása és elemzése állami levéltárakból további hadtörténeti és hadiipar-történeti kutatásokat igényel.) A tervezés során elkészült a repülőgép elrendezésének, körvonalrajzának meghatározása, tömeg és súlypont, valamint repülési teljesítmények számítása. A tervdokumentáció elegendő volt arra, hogy dönteni lehessen a megvalósításról. A döntés meghozatalához az elkészített anyag tartalmazta a következőket:

- hasonló típusok a szomszédos országból;
- építési technológiák, bázis, felszerelés elemzése;
- munkaerőigény;
- prototípus-építés időterve;
- költségek.

A folyamatokat László Jenő hadiipari államtitkár irányította.⁶⁵ Amikor a teljes anyag elkészülte után a Hadiipari Államtitkárságra került, ezt az államtitkárságot néhány hét múlva megszüntették, az ügy gazdátlaná vált. A miniszterelnök halála is negatívan befolyásolta az eseményeket. Ezt követően a kormánypárt MDF vezetői még egy értekezleten összeültek a

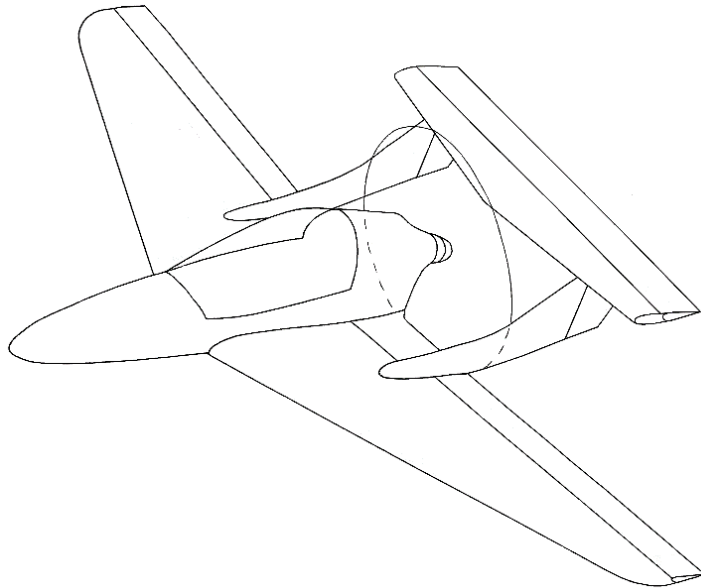
⁶⁴ Ennek elméleti felméréséhez fel kellett rajzolni a teljes lökéshullámrendszert a repülőgép sárkányszerkezetére, majd ebből lehetett kiszámolni a repülőgép el-lenállását maximális sebességű repüléskor. Elsősorban a hangsebesség felett kialakuló hullámellenállást kellett kiszámítani. Amikor a tervek elkészültek, bebizonyosodott a részletes számítások alapján, hogy az adott teljesítmény-tömeg arányok mellett 1,6 Mach sebességre lehetne képes a gázturbinás katonai repülőgép 1000 m repülési magasságon, utánégetővel.

⁶⁵ László Jenő (1939 –) mérnök, katonaijármű-tervező, címzetes államtitkár. Az ÁVÜ IT tagja 1990–92 között. 1990. december 20-án László Jenőt az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium közigazgatási államtitkárává nevezték ki. Feladata volt a hadiipar koordinálása is. 1991. december 13-án László Jenő az újonnan létrehozott Hadiipari Hivatal elnöke lett.

gázturbinás katonai repülőgép gyártási projektjének megvitatása céljából, azonban végül elhalasztásra került a megvalósítás. A Henkel Sándor-féle könnyű gázturbinás katonai repülőgép előtervezése egy koncepció részletes vizsgálatának tekinthető, melynél olyan komplex volt a követelményrendszer, hogy annak teljesítése számos nehezen megoldható feladatot (fegyverzet, lokátor, katapultülés stb. rendszerek tömeg- és helyigénye, sebesség növelése) vetett fel, melyek csak nagy nehézségek árán lettek volna megoldhatóak. A koncepció alapját képező AI-25 gázturbinás hajtómű valóban nagyobb darabszámban állt rendelkezésre hazánkban, azonban egyfelől voltak típushibái (a labirinttömítés titántűzre való hajlama), másfelől tolóereje kevésbé volt alkalmas a magasabb sebességtartományokon végzett repüléshez. A Magyar Repüléstörténeli Társaság „A repüléstörténeli konferencia közleményei” című 2004. évi kiadványában ismertette a Henkel-féle könnyű gázturbinás katonai repülőgépet.⁶⁶

2.10. A He-11 tolólégcsavaros könnyű repülőgép tervezése és építése (2000–2024)

Az ezredfordulótól Henkel Sándor egy tolólégcsavaros könnyű repülőgépet épített. Az 5 méter fesztávolságú gép egyszemélyes, fémépítésű, behúzható futóműves konstrukció.



15. számú ábra. Henkel-féle tolólégcsavaros könnyű repülőgép terve

⁶⁶ Dr. Henkel Sándor – Kasza József: Egy meg nem valósult álom. A repüléstörténeli konferencia közleményei. 2004. [Szerk. Zörgő Tibor.] Bp. Magyar Repüléstörténeli Társaság, 2004. évi 29. évf. 251 p.

A He-11 célkitűzése egy egyszerű, könnyű, olcsó sportrepülőgép létrehozása. Az együléses, egymotoros könnyű sportrepülőgép alsószárnyas, tolólégcsavaros, teljesen zárt fémépítésű, félhéjszerkezetű konstrukció. Szárnya a súlypont és a stabilitás miatt enyhén nyilazott. Mellső és hátsó főtartója végigfut a fesztáv mentén. A szárny egy darabból épült, a törzshöz csavarokkal csatlakozik. A szárny hátsó részéhez csűrőlapok és fékszárnyak kapcsolódnak, és a benzintartályok a szárnyban kaptak helyet.

A HE-11 KÖNNYŰ REPÜLŐGÉP FŐBB TECHNIKAI ADATAI

6. sz. táblázat

Fesztávolsága	5 m
Hosszúsága	3,7 m
Magassága	1,7 m
Szárnyfelülete	5,55 négyzetméter
Vízszintes farokfelület fesztávolsága	2,4 m
Vízszintes farokfelület	1,44 m ²
Magassági kormány	0,72 m ²
Függőleges farokfelülete	2x0,45 m ²
Szárnyprofil	NACA 23012
Farokfelület profilja	NACA 009
Maximális felszállótömege	260 kg
Üres tömege	140 kg
Benzintartály	2 x 25 liter
Motorteljesítmény	50 LE
Legnagyobb terhelési többszörös	+6 g; - 3 g
Fel- és leszálló sebessége nyitott fékszárnyal	66 km/h
Fel- és leszálló sebessége csukott fékszárnyal	79 km/h
Maximális sebessége	230 km/h
Utazósebessége	180 km/h

A He-11 könnyű sportrepülőgép hárompontos futóműve orrfutós kialakítású. Orrkerekes kialakítású, futóművei behúzhatóak, működése elektromos. A főfutók fékezhetőek, az orrfutó kormányozható.

Kormányzása tolórudas vezérlésű. A nagyméretű plexi fülketető és a pilóta mögött elhelyezett motor kiváló kilátást biztosít. A repülőgép alapvető műszerezettségű.

A repülőgép tolólégcsavarját egy kéthengeres, kétütemű 50 LE-s Rotax 503-as léghűtéses motor hajtja. A háromtollú 150 cm átmérőjű légcsavarjának lapátbeállítási szöge állítható konstrukciójú. A tolólégcsavar két oldalán két héjszerkezetű faroktartó kapott elhelyezést. A függőleges vezérsík osztott kialakítású.

A He-11 építési előírások a nagy szárnyfelületi terhelése miatt nem az ultrakönnnyű kategóriájú, FAR-23 szabvány szerinti. Maximálisan megengedett terhelési többszöröse 6 g.

3. Dr. Hennel Sándor oktatási tevékenysége

Hennel Sándor - a MALÉV technológiai osztályvezetőjeként – jelentős óraszámokban tanított a vállalatnál, mely tevékenységét fentebb már ismertettük. Ezen túlmenően is oktatott azonban felkért óraadóként, különböző oktatási intézményekben.

A hatvanas években mérnök-tanárként részt vett az Eötvös Loránd Gépipari Technikumban zajló légiközlekedés-gépésztechnikusi képzésben. Itt így emlékeznek oktatói tevékenységére: „Az 1960-as években működött Budapesten egy kevesek által ismert, ám rendkívül színvonalas, speciális műszaki középiskola, mely fennállása alatt hat nappali és öt levelezőtagozatos évfolyam hallgatóinak összesen 334 légiközlekedés-gépésztechnikusi oklevelet adott ki. 1960-ban jelent meg a Közlekedési- és postaügyi Minisztérium (KPM) Légügyi Főigazgatósága vezetőjének 40/1961. sz. utasítása. Ebben távlati tervként a repülőgépeket üzemeltető szervek repülőgépszerelő szakmunkásainak alapképzettségül a technikumi végzettséget jelölték meg. A MALÉV ebben az időben nem rendelkezett kellő számú és felkészültségű repülőgéptechnikusi gárdával. A korábbi motoros típusoknál nagyságrendekkel modernebb Il-18-as repülőgép 1960. évi megérkezése és forgalomba állása a Szovjetunióban átképzett mérnökök és repülőgépszerelők mellett már technikus végzettségű és beosztású szakembereket is igényelt. A Légügyi

Főigazgatóság a Kohó- és Gépipari Minisztériummal (KGM) egyetértésben az utóbbi felügyelete alá tartozó Eötvös Loránd Gépipari Technikumban (Budapest XX. Török Flóris u. 89.), az 1960/61 tanévtől kezdődően nappali tagozaton légiközlekedési szakot szervezett. Az iskola elsősorban a MALÉV és más üzemeltető vállalatok, mint például az akkoriban fejlődésnek indult Repülőgépes Növényvédő Állomás (RNA) számára képzett ki légiközlekedésgépész-technikusokat. Így került többek között 1961 augusztusában az iskolába egy Zlin-381 Fecske kiképző repülőgép.⁶⁷ Az oktatás során alkalmazott „Hennel-skálára” így emlékezik egyik tanítványa: „A második évben az első szaktantárgyunk - amit már MALÉVes repülőmérnök adott elő -, az aero- és gázdinamika lett. *Tanárnk, Hennel Sándor az első órán ... a táblán húzott egy hosszú függőleges vonalat, és berajzolta rajta a „Hennel-skálát”. Ez legalul érdekes módon nulláról indult, tehát nála már az egyes osztályzatért is kellett valamit nyújtani. Ezután a skála legfelső harmadában kapott helyet a 2-es, majd végül egymástól egészen rövid távolságra, a legtetején a 3-as, 4-es és az 5-ös. Hennel arra is felkészített bennünket, hogy ha például a MALÉVnél beülünk majd egy típustanfolyamra, ott bizony csak a 4-es és 5-ös feleletet fogadják el, a 3-as már bukást jelent. Később a többi mérnök tanárunk is tartotta magát eme szigorú elvárásokhoz, de tegyük hozzá, rendkívül magas színvonalú óráik, valamint a repülés iránti érdeklődésünk önmagukban arra ösztönöztek bennünket, hogy rendszeresen megtanuljuk az adott tantárgyat.”⁶⁸ A képzéshez Hennel Sándor elkészítette a „Sárkányismeret” jegyzetet.⁶⁹*

A hetvenes évektől dr. Hennel Sándor részt vett a csepeli Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum keretei között zajló repülőgépszerelő- és műszerész, illetve repülőgépgépész-technikusi képzésben is. Oktatási tevékenysége mellett 1979–1987 között tankönyveket készített a repülőműszaki képzést folytató intézmények számára, több – rendszerint három – kiadásban. Hennel Sándor írta a „Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret I.” két kiadását, illetve Megyery Miklóssal társszerzőségben a „Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret II., III” tankönyveket.⁷⁰

⁶⁷ A 346-os gyári számú HA-BUU 1949 elejétől még I-235-ös fedélzeti számmal repült a magyar légierőnél.

⁶⁸ Földesi László: Volt egyszer egy Eötvös. <http://www.aeronews.hu/index.php/aerohistory/historia/212-volt-egyszer-egy-eoetvoes>

⁶⁹ Hennel Sándor: Sárkányismeret 4. Tananyag a repülőgépszerelő szakmunkások továbbképző ismeretfelújító korszerűsítő tanfolyama számára. Kiadó: Közlekedés és Postaügyi Minisztérium Személyzeti Főosztálya, Budapest, 1974. pp. 104.

⁷⁰ Hennel Sándor: Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret I. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Budapest. Kossuth Lajos Szakközépiskola és



16. számú ábra. A dr. Hannel Sándor által írt repülőműszaki tankönyvek

E tankönyvek egyebek mellett ismertetik a repülőgépek általános felépítését, sárkányszerkezetét, a szárnyat, a futóművet, a repülőgépek vezérlését, kormány szerveit, fékszárnyait, hidraulikus rendszereit,

Technikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979, 1980, 1987. pp. 204.; illetve Hannel Sándor - Megyery Miklós: Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret II. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979., 1987., 2004-2005.; továbbá Hannel Sándor - Megyery Miklós: Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret III. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979., 1987.

pneumatikáját, tüzelőanyag-rendszereit, magassági rendszereit, a repülőgépek utas- és tehertér berendezéseit, a tehertér kialakítását, a pilótafülke berendezéseit, a műszerek beépítését, a sárkány olajrendszerét, helikopter-rotorokat, a helikopterek repülési elvét, a rotor hajtószerkezetét, a hajtóművek elrendezését és változatait, vész- és mentőfelszereléseket, a légifényképezés berendezéseit, a rendszerek és a repülőgép karbantartására, javítására, üzemeltetésére vonatkozó ismereteket stb. Dr. Hannel Sándor tökéletességre törekvő tanári hozzáállása az Eötvös Technikum és Kossuth Műszaki Szakközépiskola diákjai számára meghatározó volt, tankönyveit a repülőműszaki szakma napjainkig használja.

Összegzés, kitekintés és epilógus

Hannel Sándor repülőkonstruktóri munkásságát több repülőgép-típuson át követhetjük nyomon. Repülőmérnöki szaktudása azonban nemcsak repülőgépek megalkotására alkalmas. 1978-tól fontos szerepet vállalt a hazaérkezett magyar Szent Korona történeti kutatására irányuló tudományos tevékenységben is. E kutatásokban a dr. Ferenc Csaba professzor, fizikus és csillagász által vezetett mérnök-fizikus kutatócsoport tagjaként, mint a repülőgép héjszerkezetek ismerője, elemezte a Szent Korona sérüléseinek mechanikáját. Kutatási eredményeket magyar és idegen nyelvű tudományos publikációkban adták közre. Az ezredfordulón a kutatásvezető professzor könyvben ismertette kutatásaik összegzett eredményét. E könyvben Ferencz professzor külön méltatta a mérnökcsoporthoz tartozó kutatásában dr. Hannel Sándor szerepét a Szent Koronán látható sérülések pontos műszaki rekonstrukciója tekintetében, mely szerint „a vizsgálatok e részét a repülőmérnök vezette.”⁷¹ Ferencz professzor így írt a mérnökcsoporthoz tartozó kutatásáról és dr. Hannel Sándor szerepéről: „A koronán látható sérülések pontos műszaki rekonstrukciója ugyanúgy megadható, mint például repülőgépek sérülése esetén. Az analógia nem véletlen, a Szent Korona műszakilag szintén héjszerkezet, s a vizsgálatok e részét ezért Hannel

⁷¹ Ferencz Csaba: Szent István király koronája Heraldika Kiadó, Budapest, 2002. A Kiadó számára a professzor az alábbi könyvismertetőt adta (részlet): „A Magyar Szent Korona vizsgálatával a Korona 1978-as hazatérése óta foglalkozik négy mérnök társával együtt. Megállapításaik átalakították a Koronáról hagyományosan elfogadott szakmai ismereteket. Ők igazolták és publikálták először, hogy a Szent Korona nem egy görög és latin koronából, utólag összeszerkesztett „tákolmány”, hanem gondosan megtervezett és egyetlen műhelyben kivitelezett műalkotás.”

Sándor repülőmérnök kollégám vezette.”⁷² Nyugdíjas éveiben is foglalkozott a Szent Korona kutatásával, az ebből születő cikksorozat megírásában is részt vett. 2015-ben a Szent István Bazilika felkérésére és a Honvéd Koronaőrség közreműködésével újratervezte és kivitelezte a Szent Jobb hordozószerkezetét, amely a mai napig az augusztus 20-ai Szent Jobb körmenetek alapja.

Egy mechanikai modellt dr. Hennel Sándor alkotott meg 1986–88 között, amikor egy orvosokból és mérnökökből álló csapat (dr. Hennel Sándor, dr. Ferencz János, dr. Ferencz Zsolt, Hennel Beatrix) tagjaként új műtéti eljárást dolgoztak ki, és vezettek be a gyakorlatba.⁷³ A vállizomzat egyéb módon nem helyreállítható funkcióit olyan műtéti technikával biztosították, mely addig ismeretlen volt a sebészetben. A felkarcsont fejének elforgatásával a nem sérült izomzat átvehette a mozgatófunkciókat, és ezzel a sérült teljes mozgását visszanyerhette. Az eljárást tudományos értekezésben és számos szakmai cikkben publikálták a szerzők.

Saját maga tervezte és építette családi házukat, illetve korszerűsítette és restaurálta kedvenc Fiat autóit, így szabadidejében autófelújítással, karosszériacserével is foglalkozott. Saját személyes 1956-os tapasztalatai alapján jelentős kutatómunkával készítette el a forradalmi hadi eseményeket összefoglaló művét. 8000 kötetes könyvtárja jól tükrözte széleskörű tájékozottságát.

Összességében, a dr. Hennel Sándor Tibor repülőmérnök által tervezett és áttervezett repülőgép-kategóriák – az alapfokú vitorlázógép és a kiképző repülőgép, az ejtőernyős ugrásra alkalmas könnyű szállító repülőgépek és a hangsebesség feletti könnyű harci repülőgép – ma is a Magyar Honvédség és a magyar repülőipar érdeklődési körébe tartozó repülőeszközök lehetnek.

Felhasznált és hivatkozott irodalom

A Budapesti Műszaki Egyetem Évkönyve 1984-1985, 1. kötet. Az egyetem oktatói és dolgozói https://library.hungaricana.hu/en/view/BME_Evkonyv_1984-85_1/?pg=116&layout=s (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

⁷² Ferencz Csaba: A Szent Korona keresztje héjszerkezeti mérnök véleményezésével. <https://www.halljad.hu/cikkek/szent-istvan-koronaja-es-kora/a-szent-korona-keresztje-hejszerkezeti-mernok-velemenyezesevel.html>

⁷³ Dr. Ferencz Beatrix, mint résztvevő elmondása alapján.

Avarosy Éva, Simóné: Az AEROFA szárnyai. Nem mind ósdi, ami régi /repülőgép/. Faipar. 1986. évi 36.évf. 4.sz. 124-125.p.

Baj Attila - Domokos Ádám - Dr. Bihari Gábor - Dr. Grósz Andor - Dr. Hennel Sándor - Dr. Pásztor Endre - Dr. Pokorádi László - Dr. Remes Péter - Dr. Rohács József - Jéki László -Nádor Ferenc - Rohály Gábor: A repülés világa 90/1. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990.

Bingham, Victor (2002). Folland Gnat: Red Arrow and Sabre Slayer. Hailsham, East Sussex, UK: J&KH Publishing. ISBN 1-900511-78-9.

Bánó Imre: BHK-01 - A FAI pályázat finisében Új Szárnyak, 1991 évi 7. szám 30-32. o.

Bende Lajos: Esztergomi repülőipar története 1933-1989.

Beöthy Mihály - Fehér András - Ferenczné Árkos Ilona - Ferencz Csaba: Eppur si... Fizikai Szemle 1984. évi 2. szám

Beöthy Mihály — Fehér András — Ferenczné Árkos Ilona — Ferencz Csaba — Hennel Sándor: Észrevételek a „korona-kutatás” kapcsán. Életünk, 1986. évi 8. szám

BME Millenniumi Évkönyv 2000. A Műegyetemen doktorrá avatottak. Műszaki, egyetemi doktorok 1901–1996. <https://repo-zitorium.omikk.bme.hu/server/api/core/bitstreams/4feaaf10-6aa6-450b-bc35-2f34c1fa1c50/content> (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

Dr. Hennel S.-Kasza J.: Könnyű vadászbombázó fejlesztése. Kézirat.

Dr. Hennel Sándor – Dr. Pfeilmayer Artúr: Lemezrugós repülőgép futóművek elforduló bekötése Járművek, építőipari és mezőgazdasági gépek, 1994. évi 41. évfolyam, 9. szám, 335-336. o.

Dr. Hennel Sándor – Kasza József: Egy meg nem valósult álom. A repüléstörténeti konferencia közleményei. 2004. [Szerk. Zörgő Tibor.] Bp. Magyar Repüléstörténeti Társaság, 2004. évi 29. évf. 251. p.

Dr. Hennel Sándor. Életrajz. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1985. évi 32. évfolyam, 9. szám 340. o.

Dr. Hennel Sándor: A magyar repülés a világ rendszerében Járművek, mezőgazdasági gépek, 1990. évi 37. évfolyam, 6. szám 201-203. o.

Dr. Hennel Sándor: GTE Repülési Szakosztály vezetőségválasztása Járművek, mezőgazdasági gépek, 1990. évi 37. évfolyam, 9. szám 337. o.

Dr. Hennel Sándor: Kétszárnyú repülőgépek stabilitásával kapcsolatos tapasztalatok Járművek, mezőgazdasági gépek, 1995 évi 8. szám 296. o.

Dr. Hennel Sándor: Könnyű vadászbombázó fejlesztése. Tanulmány. Budapest, 1992. 23 o.

Dr. Hennel Sándor: Szakmai önéletrajz. Gépelt, 3 oldal.

Dr. Rohács József – Szabó I. – Herpai S.: Repülőgépek üzemeltetésének korszerű módszerei Jegyzet, Budapest, 1981., MALÉV

Dornier Do 28 https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=679 (Letöltve: 2025.05.31.)

Fazekas József – Hennel Sándor: Repülésbiztonság és karbantartás. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1966. évi 13. évfolyam, 7. szám 249. o.

Ferencz Csaba: A Szent Korona keresztje héjszerkezeti mérnök véleményezésével. <https://www.halljad.hu/cikkek/szent-istvan-koronaja-es-kora/a-szent-korona-keresztje-hejszerkezeti-mernok-velemenyezesevel.html> (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

Ferencz Csaba: Szent István király koronája Heraldika Kiadó, Budapest, 2002.

Földesi László: Volt egyszer egy Eötvös. <http://www.aeronews.hu/index.php/aerohistory/historia/212-volt-egyszer-egy-eoetvoes> (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

Hennel Sándor - Megyery Miklós: Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret II. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979., 1987. 2004-2005.

Hennel Sándor - Megyery Miklós: Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret III. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979., 1987.,

Hennel Sándor: Ganz-Avia GAK-22 repülőgép légiüzemeltetési utasítás.

Hennel Sándor: Héjszerkezetek együtthordási hibái Járművek, mezőgazdasági gépek, 1971. évi 2. szám 57-58. o.

Hennel Sándor: Korszerű repülőgépek üzemanyagtartályai Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 7. szám 226. o.

Hennel Sándor: Légcsavar fordulatszám szabályozása szárnyszög-állítással. Szabadalom. P9103113. 1991.09.30.

Hennel Sándor: Maule repülőgép kezelési utasítás.

Hennel Sándor: Pilatus repülőgép kezelési utasítás.

Hennel Sándor: Repülőgép sárkányszerkezet és rendszerismeret I. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Budapest. Kossuth Lajos Szakközépiskola és Technikum. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979, 1980, 1987. pp. 204.

Hennel Sándor: Sárkányismeret 4. Tananyag a repülőgépszerelő szakmunkások továbbképző ismeretfelújító korszerűsítő tanfolyama számára. Kiadó: Közlekedés és Postaügyi Minisztérium Személyzeti Főosztálya, Budapest, 1974. pp. 104.

Hennel Sándor: Sugárhajtóművek tolóerejének ellenőrzése Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 10. szám 380.

Hennel Sándor: Tupoljev Tu-154 repülőgép sárkányszerkezet-oktatási jegyzet. MALÉV, Budapest.

Hennel Sándor: Újdonságok a TU-154 típusú repülőgépen Járművek, mezőgazdasági gépek, 1972. évi 19. évfolyam, 11. szám 401. o.

Ifj. Michelberger Pál. <http://kgk.uni-obuda.hu/node/476> (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

Lajstromjel: HA-TRK <https://www.avia-info.hu/talalat.php?Keresett-Szo=HA-TRK> (Letöltve: 2025.05.31.)

Néprepülőgép. Made in Hungary, Top Gun, 1994/10. szám, pp. 10–13.

Punka György: A nemzetközi összefogással épült turbóprop. Aeromagazin 2000. december – 2001. január 46. o.

Prof. dr. A.F. Akszjonov - prof. dr. R.V. Szakacs: Korszerű repülőgép üzemeltetés a Szovjetunióban. Járművek, mezőgazdasági gépek, 1984. évi 31. évfolyam, 1. szám 14-21. o.

Simon László: Az R-18 Kánya - Rubik Ernő könnyű futár- és sportrepülőgépe Top Gun 1999. évi 2. szám. 27-28. o.

Szabó József (szerk.): Repülési lexikon I-II. k. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991.

Szórád Tamás: Ritka, mint a Maule. Aeromagazin, 2002. július 44. o.

Varga Károly: Az Industria '94 szakkiallítás nagydíjas járműipari termékei. KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 1994. évi XLIV. évfolyam 11. szám http://real-j.mtak.hu/9964/15/Kozlekedestudomanyi_1994_11.pdf (Letöltés ideje: 2025.05.24.)

Zainkó Géza: A Zlin Tréner család – Bajnokok bajnoka. Aeromagazin, 2021. augusztus 34. o.

Zsák Ferenc: A Do-28D-2 G92 „Skyservant” Aeromagazin 2013. december -2014. január. 78. o.

Lévai Zoltán: Lépünk be a Műszaki Egyetem kapuján 3. Autó-Motor, 1980. évi 2. szám 6. o.

Zlin "Tréner" - A típus története. Tisztelgés a Zlin Tréner előtt - A típuscsalád története. <https://hampage.hu/repules/trener/tipustortenet.html#z26> (Letöltés ideje: 2025.05.24.)