

# LÉGI KÖZLEKEDÉS

ÍRTA  
RÁCZ ELEMÉR

## A LÉGI KÖZLEKEDÉS KIALAKULÁSA.

EZERKILENC SZÁZHÁROMBAN, Wrighték első sikeres felszállásával kezdődik a motoros repülés története. Az első évek többnyire egymástól és a nyilvánosságtól elszigetelt, törhetetlen pionirmunkában teltek el, 1908-ban Blériot átrepüli a La-Manche-csatornát és ezzel széles körök érdeklődését sikerül felkeltenie a repülés ügye iránt. A néhány év múlva kitört világháború rohamos fejlődést hozott, de a fejlődés irányát természetesen a hadi alkalmazhatóság szabta meg. A teljesítmények a repülőgépek sebessége, hatósugara és teherbírása tekintetében jelentősen megnövekedtek.

A repülőgépeknek hadicélokra való kiváló alkalmazhatóságát már a világháború is kellőképpen igazolta. Éppen ezért a háború befejezése után, különösen a győztes államok még fokozottabb energiával láttak hozzá repülőgépiparuk kiépítéséhez és hadi gépállományuk gyarapításához. Emellett azonban a repülőgépeknek a szárazföldi közlekedési eszközökénél már akkoriban is jóval nagyobb sebessége miatt, csakhamar felmerült az a gondolat, hogy a repülőgépet, mint leggyorsabb közlekedési eszközt, szolgálatba állítsák. Ezekben az államokban tehát, főként Franciaországban és az Egyesült Államokban, a légi közlekedés bevezetésének elsősorban gazdasági indító okai voltak.

A vesztes államok közül Németország volt az, amelyik a repülés ügyének rendkívüli fontosságát egy pillanatra sem tévesztette szem elől. Mivel a hadirepüléstől a versaillesi békeparancs eltiltotta, egyrészt a vitorlázó repülés igen nagymértékű kifejlesztésével, másrészt a légi közlekedés korai megindításával és légi hálózatának tervszerű, nagyarányú kiterjesztésével biztosította maga számára a repülés rohamos fejlődésében való részvételt. A fegyverkezési egyenjogúság kimondása után, a Német Légi Hansa ennek a céltudatos törekvésnek eredményeképpen a kiválóan kiképzett repülőgéppeve-

tők egész seregét bocsáthatta a Légi Erők rendelkezésére és a német repülőgépipar minden további nélkül áttérhetett a korszerű hadirepülőgépek gyártására. Németországban tehát a gazdasági szempontok mellett elsősorban politikai okokra vezethető vissza a légi közlekedés megindítása és nagyarányú fejlesztése.

Az első légiforgalmi vonal Németországban nyílt meg 1919 februárjában Berlin és Weimar között. Néhány napra rá egy francia érdekeltség is megindította forgalmi gépeit Párizs és London között, mindkét vonalon a levélpostaszolgálat felvételével.

Nagyobb fellendülés az 1925—26. évektől következett be, amikor a hadi- és forgalmi gépek fogalmát először különítették el egymástól és a gyárak megkezdték a kimondottan forgalmi célokra szolgáló gépek építését. Hadigépeknél legfontosabb követelmény a minél nagyobb teljesítmény, forgalmi gépeknél ezzel szemben — akár a teljesítmény rovására is — inkább az olcsóbb, de tartós építési mód, üzembiztonság, kényelmi követelmények, gazdaságos üzemi viszonyok az irányadó szempontok.

Különösen az Északamerikai Egyesült Államok fordított már ebben az időben is igen nagy gondot légi közlekedésének kiépítésére. Az egész repülésügy évi költségvetésének csaknem a felét juttatta a polgári repülés céljaira, míg az európai államokban a hadirepülésre fordított összegnek csak a tizedrészét áldozták a polgári repülésre. Ennek eredményeképpen a 20-as évek vége felé az Egyesült Államok légi közlekedése magasan felette állott az európai államokénak, s ezek csak a 30-as évek elején kezdtek hátrányos helyzetükön javítani, ekkor azonban olyan nagy lendülettel, hogy az évtized vége felé már teljesítmények tekintetében túl is szárnyalták Amerikát.

A légi közlekedés az első 20 éves időszakban, 1939-ig, különösen Közép- és Nyugat-Európában, valamint az Északamerikai Egyesült Államokban rendkívül nagy mértékben kifejlődött. A légi úthálózat kialakulására elsősorban a politikai tagoltság, a település sűrűsége, gazdasági és kulturális kapcsolatok, valamint az egyéb földi közlekedési eszközök hálózatának sűrűsége volt irányító befolyással. Európában minden gócpontból minden irányba szétágazó, sugaras elrendezésű légi úthálózat alakult ki, meglehetősen rövid útszakaszokkal, az erős politikai tagoltság és a minden irányban élénk gazdasági kapcsolatok jeléül. A nagy népsűrűség és az elsőrendű földi közlekedési viszonyok miatt a légiutak a fővárosokon kívül csak a nagyobb városokat érintik. Hogy az igen élénk gazdasági kapcsolatok mennyire fel tudják fokozni a légi közlekedés iránti keresletet, arra legjellem-

zőbb példa a Német Légi Hansa Berlin—Lipcse-i vonala, amely a kis távolság és az elsőrendű gyorsvonat! összeköttetés ellenére is egész Németország legforgalmasabb légivonala.

Az Egyesült Államokban, amely nagy kiterjedésű politikai egységet alkot, nagyjából egységes kultúrával, a keleti és nyugati vidékek között fejlődött ki erősebb gazdasági kapcsolat. Ennek megfelelően a légi úthálózat fővonalai is ezt az irányt követik több egymással párhuzamosan futó vonalal. Észak-déli irányban, eltekintve a tengerpartok felett vezető vonalaktól, sokkal kisebb mértékben fejlődött ki a légi közlekedés, noha ebben az irányban a vasútösszeköttetés is gyérebb. A távolságok s maguk az útszakaszok is jóval hosszabbak, mint Európában s így a földi közlekedési eszközökénél jelentősen nagyobb sebességből származó előny sokkal jobban érvényre jut. Nem utolsó sorban ez a körülmény vezetett az Egyesült Államok légi közlekedésének rohamos fejlődéséhez.

A repülőgépek tökéletesedésével, különösen a hatósugar megnövekedésével a gyarmatokkal rendelkező államok igyekeztek minél előbb megindítani transzkontinentális vonalaikat. Ezáltal lényegesen gyorsabb összeköttetést teremtettek az anyaország és a gyarmatok között, ami nemcsak gazdasági előnyökkel járt, hanem politikai és propagandaszempontról is igen nagy jelentőségű volt. Nevezetesebb transzkontinentális vonalak: az angolok indiai és ennek folytatásaképpen ausztráliai vonala, az egyiptomi és délafrikai angol légiutak, a franciák indokínai, szaharai vonalai, az utóbbi Madagascar végcéllal, a belgák Kongó-vidéki vonata, a hollandok batáviai vonala, Olaszország abesszíniái légi összeköttetése, a Német Légi Hansa kabuli vonala és az Egyesült Államok délamerikai vonalai. Mindezek a vonalak 1939 őszé óta, a háború miatt nagyrészt üzemén kívül állanak. A nagytávolságú gyarmati légiforgalomban is szembetűnően jelentkezik a nagy sebesség előnye. Jellemző a transzkontinentális légiforgalomra, hogy a földi közlekedési eszközök csaknem teljes hiánya folytán kifejlődött érdeklődés sok esetben lehetővé tette olyan kislakosságú helységeknél a légiforgalomba való bekapcsolását is, amelyek Európában, vagy az Egyesült Államokban szóba sem jöhetnének.

A légi közlekedés legnehezebb és még részben ma is megoldatlan problémája az óceánok feletti közlekedés bevezetése volt. Az óceánrepülés különleges műszaki nehézségeiről később emlékezünk meg.

A posta-, személy- és áruforgalom megoszlása a fejlődés folyamán állandóan változott. Először mindenütt a postaszolgálat indult meg. Később,

bizonyos kezdeti idő eltelte után, a gépek tökéletesedésével és a biztonság növekedésével a személyforgalom részéről is élénk kereslet jelentkezett a légiforgalom iránt. A személyforgalom rendszeres megindulását az 1926—27. évektől számíthatjuk. Néhány év múlva már jelentős mértékben meghaladta a postaforgalmat, de később, a postai pótdíjak leszállítása után, ez utóbbi ismét előretört. A forgalom megoszlását tehát a tarifapolitika is lényegesen befolyásolja. Legnehezebben az áruforgalom indult meg. A repülőgép a szárazföldi és vízi közlekedési eszközökénél lényegesen korlátozott befogadóképessége miatt csak kistérfogatú, de nagyértékű és sürgős áruk szállítására vállalkozhat. A tömegáruk szállítását, amelyeknél a gyorsaság nem olyan lényeges, sohasem fogja elhódítani a földi közlekedési eszközöktől, de ez nem is célja. A légi közlekedés 1928 és 1938 közötti fejlődéséről a következő néhány adat nyújt nagy vonalakban tájékoztatást:

	1928.	1938.
Úthálózat hossza km-ben .....	118.000	406.000
Repült km .....	38.000.000	300.000.000
Utások száma .....	212.000	3.300.000
Posta tonnában .....	1.530	25.000
Teheráru tonnában .....	5.250	45.000

*Magyar adatok:*

	1927.	1940.
Légi úthálózat hossza km-ben ....	230	4.121
Repült km .....	170.616	805.156
Utások száma .....	2.342	16.044
Posta tonnában .....	23	91
Áru tonnában .....	22	192

## A LÉGI KÖZLEKEDÉS MŰSZAKI KÉRDÉSEI.

A légi közlekedés legfontosabb előnye a gyorsaság. Hogy azonban ezt teljes mértékben érvényesíthesse, teljesítenie kell a minden közlekedésben egyaránt alapvető fontosságú rendszeresség és a minél nagyobb biztonság követelményét.

A rendszeresség legnagyobb akadálya az időjárási viszonyokban rejlik, meg kellett tehát oldani a rossz időjárási viszonyok közötti repülés kérdését, azaz biztosítani kellett az időjárástól független menetrend betarthatóságát.

A vihar, szél és eső ma már a nagy gépsúly és sebesség mellett nem okoz különösebb nehézséget. Mindenesetre zavarja a vezetőt a repülés tervszerű keresztülvitelében és az utasokra is kellemetlen hatással van, de alapjában véve nem akadály a mai forgalmi repülésben. Még az ilyenkor könnyen előforduló villámcsapás sem jelent nagyobb veszélyt, a sérülések eléggé jelentéktelenek, többnyire csak a repülőgép antennája pörkölődik le, magában a rádióberendezésben, vagy a gép egyes alkatrészeiben ritkábban keletkezik zavar. A mai gépek külső fémborítása jó elektromos vezetőképessége folytán megóvjá a gép berendezését és utasait nagyobb rombolásoktól.

Egyik legkellemetlenebb jelenség és a rendszeres forgalom fenntartásának egyik legnagyobb akadálya a jegesedés jelensége. Ha a repülőgép túlhűlt felhőben, vagy túlhűlt esőben repül, a túlhűlt cseppecskék az ütközés következtében a gép mellső részére, különösen a szárnyak elülső élére, a légsavarra stb. ráfagynak s nem ritkán tekintélyes rétegvastagságot érnek el. Ez több szempontból veszélyes. Először is növeli a gép súlyát, ami az amúgyis erősen megterhelt utasgépnél könnyen kellemetlen mértéket érhet el, a gép emelkedőképességét rendkívül lerontja s így a biztonságot is jelentősen csökkenti. De nem kevésbé hátrányos azért is, mivel a szárny aerodinamikailag helyes alakját elrontja, ami felhajtóerő-csökkenéssel és ellenállásnövekedéssel jár, akkor, amikor a súlynövekedés miatt éppen nagyobb felhajtóerőre lenne szükség.

A légsavarra ráfagyott jégdarabok a centrifugális erő hatására egyenlőtlenül letöredeznek, a légsavár kiegyensúlyozottsága megszűnik, a motor erős rázkódással jár, ami adott körülmények között veszedelmes méreteket ölthet. A jegesedés további veszélyei: a karburátor eljegesedése, a műszerek torlónyílásainak eldugulása s ezzel a műszerek helytelen jelzése, régebbi kivitelű gépeknél a kormányhuzalok befagyása a vezetékekbe. Még az antenna működését is hátrányosan befolyásolja a jegesedés.

A jegesedés elhárítására számtalan eljárást dolgoztak ki, de kielégítően még ma sincs megoldva ez a kérdés. Legjobb védekezés még mindig a jegesedési zónák elkerülése, mellette vagy fölébe repüléssel. Ehhez mindenesetre olyan repülőgép kell, amely rendelkezik a szükséges hatóságár-, de méginkább teljesítményfelesleggel, ami növeli a gép emelkedőképességét. A védekezésnek ez a módja sok esetben könnyen keresztülvihető, néha azonban a jegesedési veszéllyel fenyegető felhők oly nagykiterjedésűek vízszintes és függőleges irányban is, hogy elkerülésük lehetetlen. Ekkor magában a felhőben kell a repülőgép vezetőjének a legkedvezőbb útvonalat meg-

keresnie. Ebben nagy segítségére van a repülés időjárásai szolgálata, amely ma már rendkívüli fontossága miatt minden repülőtéren be van vezetve. Innen kapja a repülőgép, mégpedig rádió útján, az időjárásai jelentéseket, a jegesedés, köd, vagy viharzónák helyét és kiterjedését, a szélirányokra és erősségekre, a légnyomásra s egyéb időjárásai adatokra vonatkozó közléseket.

A jégréteg keletkezésének megakadályozására, vagy a már keletkezett jégréteg eltávolítására szolgáló módszerek kémiai, mechanikus, vagy termikus elveken épülnek fel. A kémiai módszer abból áll, hogy a szárnyfelület mellső részét, légcsavart stb., tehát a jegesedésnek leginkább kitett részét valami kémiai anyaggal vonják be, ami megakadályozza a jégrétegnek a felületekre való tapadását. A mechanikus eljárás szerint vékony, kis légsűrítő segítségével ütemesen felfújható gumihártyával vonják be a szárny mellső élét, amely a keletkezett jégréteget lerepeszti. A kipuffogó gázok melegével is igyekeztek megakadályozni a jégréteg keletkezését, de mindegyik módszer, mint már említettük, mai állapotukban még nem oldják meg a kérdést teljesen kielégítő módon.

A nagy kiterjedésű köd, vagy felhő — még jegesedési veszély nélkül is — szintén nagy nehézséget jelent a rendszeres légiforgalomra. Ködben való repüléskor, amikor tehát a földdel való látási kapcsolat megszűnik, a repülőgép repülési helyzetének ellenőrzése, helyének megállapítása és irányítása lényegesen nehezebb feladatot hárít a vezetőre, mint jó látási viszonyok között. Huzamosabb ideig tartó ködben, vagy felhőben való repülésnél, különösen, ha — mint az az utóbbi esetben igen gyakori — a levegő erősen szellőkéses, az emberi fülben levő egyensúlyi érzékszerv megzavarodik, a vezető érzi ugyan, hogy a gép repülési helyzete nem helyes, de nem tudja, hol a baj. Ez a körülmény főképp a légi közlekedés első idejében okozott nagyobb nehézséget, ma már a pontos és megbízható műszerek egész raja tájékoztatja a vezetőt a gép helyzetéről. A látás nélküli kormányzás kényszerűségéből fejlődött ki a műszerek utáni, vagy vakrepülés. Ez ma már teljesen megoldott kérdés, naponta felmerülhet a föld bármelyik légi útvonalán. Mindenesetre igyekezni kell a műszerek célszerű elrendezésével és automatikus kormányzószervek alkalmazásával minél jobban tehermentesíteni a repülőgép vezetőjét. A repülőgép helyzetének műszerek segítségével történő ellenőrzése mellett igen fontos a repülőgép térbeli helyének és a repülési iránynak a megállapítása is. Ez rádióirányítás által történik. A repülőgép rádiójeleit több földi állomás felfogja, majd a rádióhullámok érkezési irányát egy térképre berajzolva, azok metszéspontja megadja a

repülőgép helyét. Ezt aztán az egyik állomás — szintén rádió útján — közli magával a repülőgéppel.

Legnagyobb nehézséget okoz a köd a leszállásban. A ködben, általában rossz látási viszonyok között való leszállást ugyancsak a repülőgép és a föld között meglévő rádiókapcsolat teszi lehetővé. Rádióhullámok vezetik a repülőgépet a repülőtér fölé és különböző, rádió útján adott jelek tájékoztatják a vezetőt a repülőgép pontos helyéről és arról a pillanatról, amikor a leszállás műveletét megkezdheti. Eleinte az úgynevezett ZZ-eljárás ez volt a leszállás megkezdhetőségének Morse-jele — volt használatos, az újabb és tökéletesebb (UKW) módszer irányított rövidhullámokkal dolgozik. Ha a repülőgép kitér a megállapított leszállási sávból, a gép vezetője pont- vagy vonaljeleket hall, amint balra, vagy jobbra tér ki. A helyes leszállási irányt az összefüggő monoton hang jelzi. Természetesen a ködben való sikeres leszállás előfeltétele a repülőgép személyzete és a földi személyzet közötti legteljesebb együttműködés.

A rossz látási viszonyok közötti repülést az a körülmény is lényegesen megnehezíti, hogy ma még nem áll rendelkezésre olyan műszer, amely a föld fölötti magasságot pontosan és megbízhatóan megadná. A repülőgépekbe beépített barometrikus magasságmérők ugyanis a tengerszint fölötti magasságot mutatják. Ez a kérdés nagy magasságban való repülés-kor, vagy jó látási viszonyok között nem okoz különösebb gondot. Rendkívüli fontosságúvá válik azonban akkor, amikor a gép ködben akar leszállni, vagy a földtől, esetleg hegységektől nem nagy magasságban lévő felhőrétegen akar áttörni a földdel való látási kapcsolat megteremtésére.

A geodetikus magasság mérésére számtalan műszer és eszköz van használatban vagy kipróbálás alatt, de egyik sem véglegesen kielégítő. Az akusztikai, vagy elektroakusztikai módszer a föld felületéről visszaverődő hanghullámokon alapszik. Működését a motor és egyéb zaj erősen zavarja és az is károsan befolyásolja, hogy a repülési sebesség és hangsebesség között nincs nagyságrendi különbség. A repülőgép egyes alkatrészeiből kialakított kondenzátor kapacitásának a földhöz való közeledéskor bekövetkező változásával is igyekeztek megállapítani a föld fölötti magasságot, de ez az eljárás sem bizonyult elég pontosnak és a mérhető távolság is túlságosan kicsi. Nagyfrekvenciájú elektromos energia visszaverődésekor keletkező állóhullámokkal is próbálkoztak, de ezzel a meglehetősen körülményes módszerrel sem értek el kielégítő eredményt. További kísérletekre van tehát még szükség, mivel a légi közlekedés fejlődésével, a rossz időben végzett

repülések állandó szaporodása miatt e feladat végleges megoldása nem várthat sokáig magára.

Az időjárás káros befolyásától legegyszerűbben meg lehetne szabadítani a légi közlekedést olyan nagy magasságban való, úgynevezett „időjárás fölötti“ repüléssel, ahol már a kellemetlen időjárási jelenségek, mint felhő-, ködképződés stb. nem jelentkeznek. A magassági repülésnek még egy másik nem kevésbé jelentős előnye is lenne. A levegő sűrűsége ugyanis a magassággal csökken, ami maga után vonja a repülőgép légellenállásának a csökkenését is, tehát ugyanazon motorteljesítmény mellett a gép sebessége nagyobb lesz, a hatósugár egyidejű növekedésével. Azaz a repülés gazdaságosabb lesz: a kilométerenkint elhasználandó üzemanyag mennyisége kevesebb. 11 km magasságban repülve például 50%-kal megszűbb és egyszersmind 40%-kal gyorsabban repülne a gép, mint földközben. A légi forgalom jelenleg kb. 3000 m magasságig bonyolódik le, csak magasabb hegységek (Alpok, Andesek) feletti repülésnél kell 4000 m-ig felmenni.

A magassági repüléssel kínálkozó előnyöket azonban a vele kapcsolatos műszaki nehézségek miatt, sajnos, ma még nem tudjuk teljes mértékben kihasználni. A nehézségek mind két okra: a légsűrűség (s vele az oxigénmennyiség) és hőmérséklet csökkenésére vezethetők vissza. A légsűrűség csökkenésével a motor teljesítménye is jelentős mértékben csökken, ezért nagy magasságban való repüléshez légsűrítővel ellátott, ú. n. magassági motorra van szükség. Ez nem jelent különös nehézséget, mert a tervezőnek ma már a legkifogástalanabbul működő magassági motorok állanak rendelkezésére.

Az emberi szervezetre a nagy magasság hatása a fizikai és szellemi munkaképesség csökkenésében jelentkezik. 4000 m-en felül már nem tanácsos segédberendezések nélkül huzamosabb ideig tartózkodni. A hadirepülésben bevált légzőkészülék és elektromosan fűthető ruha, vagy a búváröltönyhöz hasonlóan működő ú. n. „magassági öltöny“ a forgalmi repülésben, az utasok kényelmének veszélyeztetése miatt, nem kerülhetnek alkalmazásra. De egyébként sem elég csak a földi hőmérséklet és nyomás fenntartása, hanem más tényezőket, mint légnedvesség, szénadtartalom stb., is figyelembe kell venni, azaz a földi klimatikus viszonyokat kell minél „élet-hűbben“ előállítani. A legjárhatóbb út ennek elérésére a vezetőket és utasokat magábfoglaló, légmentesen zárható utasfülke, amelyet kb. 2—3 km magasságnak megfelelő nyomás alatt tartanak. A normális utasfülkével



szemben így előálló lényeges súly és előállítási költségtöbblet mellett még egyéb hátrányok is jelentkeznek. A kormány, gáz és egyéb rudazatokat tömítő szelencén át kell vezetni és gondoskodni kell a nagy hőmérsékleti határok miatt fellépő hosszváltozások kiegyenlítéséről is. Az utasfülke nyomását és szellőzését szabályozni kell tudni, a szellőző levegőt meg kell tisztítani a légsűrítőből származó olajködtől. Nehézségek merülnek fel a kenésben is, sőt a hűtés is — a jóval alacsonyabb hőmérséklet és nagyobb sebesség ellenére is — a kis légsűrűség miatt Csökkentett hatású. Emiatt a lég-hűtéses motorok alkalmazhatósága erősen korlátozott is a magassági repülésben. Mindezek a nehézségek ma még nagymértékben hátráltatják a magassági repülés bevezetését, ami amúgyis csak a nagytávolságú légivonalakon jöhetne számításba.

Talán egyik közlekedési eszköznel sem jelentkezik a biztonság kérdése olyan élesen, mint éppen a légiforgalomban. Csak ennek állandó növekedése tudta legyőzni azt az idegenkedést, ami a légi közlekedés első éveiben az utasforgalom fellendülését annyira hátráltatta. Kezdetől fogva legkisebb hibaforrás volt maga a sárkány. A légi közlekedés egész történetében csak a legkritikább esetben fordult elő, hogy a kedvezőtlen körülmények véletlen összejátszása folytán — többnyire rezgési jelenségek kíséretében — valamely gép szárnya, kormányfelülete stb. letört. A fejlődés folyamán kidolgozott újabb méretezési és szerkesztési eljárások e tekintetben is tovább növelték a biztonságot. A motor már lényegesen nagyobb szerepet játszott a balesetek előidézésében, különösen a légi közlekedés első éveiben. A motortechnikának a 20-as évek vége felé bekövetkezett rohamos fejlődése a maga részéről is a legkedvezőbben befolyásolta a repülés biztonságát. A hajtóműnek több egységre való megosztása egyszersmind a hibaforrások megtöbbszöröződését is jelenti. A biztonság tehát csak az esetben növekszik ezáltal, ha a motorok nagyobbik felének kihagyása esetén a repülőgép — habár csökkent teljesítményekkel — még üzemképes marad olyan értelemben, hogy kisebb terepakadályok fölött is el tud jutni a legközelebbi repülőtérré vagy kényszerleszállóhelyre. Ma a helyzet valóban az, hogy a balesetek igen nagy százaléka a rossz időjárási és látási viszonyok között végrehajtott és a nagy sebesség által jelentősen megnehezített leszállások alkalmával jön létre. Az üzembiztos repülőgép és a leggyakorlottabb repülőszemélyzet mellett is tehát nem utolsó sorban a földi személyzet képzettségén és lelkiismeretes munkáján múlik a forgalmi repülés biztonsága.

## GAZDASÁGOSSÁGI SZEMPONTOK.

Noha a világ összes légitársaságai közül ma még talán egyik sem működik gazdaságosan, azaz a bevételek nem fedezik teljes mértékben a kiadásokat, az utolsó tíz év folyamán e tekintetben is számottevő javulás következett be. A gazdaságosság növekedése elsősorban a biztonság és a repülési teljesítmények nagyarányú fejlődése folytán a légitranszport iránt jelentkező élénk érdeklődés következménye volt. Érdemes itt egy pár pillantást vetni a repülés kérdésének arra a bámulatatos ütemű fejlődésére, amely a tudomány és ipar nagyszabású, vállvetett munkája folytán a világháború utáni két évtized alatt következett be.

A 20-as években inkább a motorteknika fejlődése volt nagyobb arányú: a motorok üzembiztonsága növekedett, az egy lóerőre eső súly lényegesen kisebb lett, nagyteljesítményű, könnyű motorok hagyták el a gyárakat. A motorok homlokfelületét is csökkentették, ami maga után vonta a légellenállás csökkenését is. A légsűrítők bevezetésével a nagyobb magasságban való repülésre is alkalmas motorokat állítottak elő. Az állítható légcsoncsavarok lehetővé tették a motorteljesítmény jobb kihasználását és a motoroknak a különböző üzemi viszonyokhoz való könnyebb alkalmazkodását.

A motorteknikának ez a fejlődése nagymértékben hozzájárult a repülőgépek sebességének növeléséhez, ami a fejlődés folyamán tulajdonképpen a leginkább szem előtt tartott cél volt. Sokkal hatásosabban lehetett azonban növelni a sebességet a sárkány légellenállásának csökkentése által. A gép-szerkesztők legközelebbi célja tehát, főként a 30-as évek folyamán a repülőgép külső alakjának a beható aerodinamikai kutatások eredményei alapján végrehajtott kifinomítása volt. A nagy légellenállást okozó kitámasztó dúcok, merevítő huzalok eltűntek, hogy helyet adjanak a szabadonhordó, lesimított, „áramvonalas“ építési módnak. Erre különösen az újabb méretezési eljárások s a héjszerkezetek fokozottabb mértékben való alkalmazása adott módot. A behúzzható futómű és farokkerék, amit minden modern gépen megtalálunk, a légellenállás csökkentése által szintén a sebesség növelését célozzák. A jelentékenyen megnövekedett sebesség bizonyos nehézségeket okozott a fel- és leszállásban, amit a réseltszárny és fékszárny alkalmazásával igyekeztek megszüntetni. A hatalmas tempójú fejlődés eredményeképpen az 1921. évi 260 km/ó legnagyobb sebesség 1938-ban már kerekén 750 km/ó-ra növekedett, akkor, amikor a hajók sebessége egy emberöltő alatt 45 km/ó-ról mindössze 55 km/ó-ra tudott csak emelkedni.

A légi közlekedés azonban nem használja ki teljes mértékben az elért eredményeket. Míg a modern bombázó gépek 500—550 km/ó sebességgel repülnek, a velük körülbelül egyenlő nagyságrendű forgalmi gépek megelégszenek 350, legfeljebb 400 km/ó sebességgel. Ennek legfőbb oka gazdasági természetű: a nagyobb sebesség fokozódó üzemanyag-fogyasztást jelent, ami a repülés gazdaságosságát károsan befolyásolja. Az üzemanyag kímélése az önköltség csökkentésén kívül másik előnnyel is jár: a gép hatósugara nagyobb lesz. A hatósugár növekedése megint kedvezően befolyásolja a repülés biztonságát, mivel kedvezőtlen szélirányok és rossz időjárási viszonyok lényegesen meghosszabbíthatják a repülés időtartamát. A kisebb sebességet a motorok erős fojtásával érik el, ami kíméli a motorokat, növeli azok élettartamát és nagy teljesítményfelesleget biztosít.

Az üzemanyag-fogyasztás csökkentése kezdettől fogva elsőrendű feladatot jelentett a légiforgalmi társaságok részére, önműködő benzin-levegőkeverék-szabályozó alkalmazásával és a berepülendő útvonalnak a szélviszonyok és más meteorológiai tényezők gondos figyelembevételével történő részletes kijelölése által sikerült is számottevő megtakarítást elérni. Természetesen a motorok tökéletesítése folyamán is elsőrendű szempont volt a fogyasztás csökkentése, a kezdeti 240—250 gr/LE óra fogyasztást sikerült 200—210 gr/LE órára leszorítani. A Diesel-motorok fogyasztása még kevesebb: 165—170 gr/LE óra, emiatt különösen nagytávolságú útvonalon igen előnyös a Diesel-motorok alkalmazása. Végeredményben az utolsó 10 év alatt az aerodinamikai és konstrukciós fejlődés nyomán az üzemanyag-fogyasztás 1'58 l-ről 0.68 l-re csökkent haszon tonnakilométerenkint, noha a sebesség ugyanakkor az átlagos 180 km/órától kb. 320km/órára növekedett.

Az útvonal létesítése szempontjából a légi közlekedés meglehetősen kedvező helyzetben van, amennyiben a légi útvonal létesítése nagyobbára csak a repülőterek berendezéséből áll. Különösen áll ez — a közbelső leszállóhelyek csekély száma miatt — az óceánrepülésre. A fejlődés folyamán a repülőterek és a biztonsági berendezések fokozottabb kiépítése miatt a létesítési költség számottevően növekedett ugyan, de így is jelenleg egy közepes hosszúságú kontinentális légiút létesítési költsége egy kétvágányú vasút, vagy két nyomtávú autótút létesítési költségének körülbelül a huszonötöd része.

A gépek beszerzési költsége a fejlődés folyamán szintén jelentősen emelkedett, aminek az oka egyrészt a felszerelés tökéletesítésében, másrészt a kényelmi szempontok fokozottabb mértékű kielégítésében keresendő.

A rossz időjárási viszonyok között végrehajtott repülések állandó szaporodása miatt a gépek felszerelését vakrepüléshez szükséges műszerekkel, rádió és egyéb biztonsági berendezésekkel kellett mind nagyobb mértékben teljessé tenni. Az utasok kényelme, különösen a zaj elleni küzdelem igen fontosnak bizonyult a légi közlekedés gazdaságossága tekintetében. Egy amerikai légiforgalmi társaság vizsgálódásai szerint ugyanis a leginkább a zaj hatásából származó légi betegség tartotta vissza az utasok nagy többségét a repülőgépen való ismételt utazástól. Ma már zajszigetelő réteggel burkolják az utasfülke falát, igen nagy gondot fordítanak az állandó szellőztetésre, egyenletes hőmérsékletre, nagyobb távolságú légivonalakon konyha- és mosdóhelyiségek berendezésével igyekeznek minél kellemesebbé tenni a repülőgépen való utazást. Mindez természetesen lényeges súly- és költség-többlettel jár.

A beszerzési költségek csökkentése a miatt is rendkívül fontos, mivel a repülőgépek aránylag rövid élettartama miatt az amortizációs költségek igen jelentékenyek. Az előállítási költségeket a sorozatgyártás bevezetésével s a gyártási készülékek és normáliák minél nagyobb mértékű alkalmazásával kell majd csökkenteni. Komoly sorozatgyártásra eddig a forgalmi gépek előállításában nem került sor. hiszen a világ összes forgalmi gépeinek száma 1938-ban még nem érte el egészen a 2000-t sem. Remélhető, hogy azoknak a részletes gyártási tapasztalatoknak, amelyekre a gyárak jelenleg a hadigépek igen nagy sorozatokban való gyártásánál tesznek szert, a forgalmi repülés is hasznát fogja látni.

*Óceánrepülés.* A légi közlekedés legfontosabb, de egyben legnehezebb feladata az óceánok feletti forgalom rendszeresítése. A repülőgépek nagy sebessége a szárazföldi közlekedési eszközöknél is lassúbb hajózással szemben még fokozottabb mértékben érvényesül. 5—6 nap helyett egynapi közelségbe hozza az európai és amerikai civilizációt egymáshoz. A légi közlekedés gazdaságossága is növekszik az óceáni forgalomban.

Az óceáni forgalom nehézségei a leszállás nélkül berepülendő nagy távolságokkal és a szélsőséges időjárási viszonyokkal állanak összefüggésben. A nagy távolság és a rendkívül erős széljárások miatt igen nagy<sup>7</sup> hatósugarú gépekre van szükség, hatalmas mennyiségű üzemanyaggal. A hosszabb ideig tartó út a kényelmi szempontok kielégítésében is fokozottabb feladatot ró a tervezőre. Jelentős mértékben meg kell növelni az egy utasra eső utasfülke térfogatát, mivel nagyobb mozgási, sőt alvási lehetőségről is gondoskodni kell. Ezek miatt az óceánrepülőgép jellegzetesen nagyterhelésű gép, amely-

nek a felszállási nehézségei nem csekélyek. 2000 km-en felüli távolságokra a rádióhíradás rövid hullámok segítségével sikerül ugyan, de a rádióirányítás még megoldatlan.

Az óceánrepülés három nagy feladata: az Északi- és Déli-Atlanti, valamint a Csendes-Oceán feletti légi forgalom rendszeresítése.

A Dél-Atlanti óceán feletti légiót, amely a nyugatafrikai partok érintésével Natalba vezet, 1934 óta van üzemben. A nehézségek ezen a vonalon a legcsekélyebbek. Erős trópusi esők és zivatarok zavarják ugyan néha a rádióvételt, de különösebb akadályt nem jelentenek. A szélviszonyok is kedvezőek. úgyhogy a légi forgalmat egész éven át zavartalanul fenn lehet tartani.

A csendesóceáni légi útvonalon, amely San Franciskót Honolulu — Midway—Wake—Guam—Manilán keresztül Hongkonggal köti össze, már valamivel kedvezőtlenebbek a szélviszonyok és a leszállás nélkül berepülő távolság is nagyobb (San Franciskó—Honolulu 3800 km a Dél-Atlanti óceán fölötti 3000 km-rel szemben). Ezen a vonalon 1935 óta közlekednek a repülőgépek, amelyek főként postaforgalmat bonyolítanak le.

Legnehezebb feladat volt az Észak-Atlanti óceán fölötti légi közlekedés rendszeresítése. Itt két útvonalon próbálkoztak: az időjárási viszonyok által rendkívül megnehezített, de rövidebb Berlin—New-York vonalon és a délebbre fekvő, hosszabb Lissabon—Azori szigetek—Bermudák—New-York útvonalon. Az előbbit kiterjedt köd és jegesedési vidékek teszik az év nagy részében teljesen járhatatlanná. A délebbi útvonalon rendkívül erős, viharos szelek, amelyeknek a sebessége nem ritkán a 100 km'órát is meghaladja, támasztanak szokatlanul nehéz feladatot a légi közlekedésben. 1936-tól 1938-ig az Észak-Atlanti óceán felett még csak kísérleti repülések folytak, de 1939 második felében a Pan American Airways a délebbi útvonalon már megindította a posta- és utasforgalmat.

Hogy az óceánforgalomban a repülő csónakok (clipperek) vagy a szárazföldi gépek fognak-e inkább beválni, most még nem lehet végérvényesen eldönteni. Ma leginkább négymotoros repülőcsónakok bonyolítják le a forgalmat, de hogy a szárazföldi gépek is alkalmasak az óceán fölötti repülésre, azt a német, szintén négymotoros „Condor“ típusú szárazföldi gép 1938 nyarán végzett Berlin—New-York és New-York—Berlin repülései is igazolják.

Vízigépeknél a nagy terhelésből adódó felszállási nehézségeken a rendelkezésre álló korlátlan kiterjedésű vízfelület enyhít valamelyest, míg a repülőterek aránylag kis mérete a körülötte emelkedő magasabb épületekkel, gyárkéményekkel stb. sokszor leküzdhetetlen akadályt jelentenek a nagyterhe-

fésű szárazföldi gépek felszállásában. Légellenállás és súly szempontjából a vízigép hátrányosabb helyzetben van, mivel az úszótest kialakításánál hidrodinamikai szempontokat is figyelembe kell venni s így az áramvonalazást nem lehet olyan mértékben végrehajtani, mint a szárazföldi gépeknél. E miatt a vízigép sebessége valamivel kisebb is, mint a szárazföldi gépé.

Az óceáni légi forgalomban igen használhatónak bizonyult a léghajó is, noha a sebessége csak körülbelül a fele a repülőgépeknek. Az óceánok fölötti léghajóforgalmat csak a német Légi Hansa vezette be, a „Graf Zeppelin“ és „Hindenburg“ léghajók 1928 és 1936 között 173-szor repültek át a Déli-, majd az Észak-Atlanti óceánt. A biztonság kívánatos mértékét azonban csak a léghajóknak hidrogén helyett héliumgázzal való töltésével lehetett volna elérni. Ennek szállítását azonban az Egyesült Államok, ahol egyedül nyerne nagyobb mennyiségben héliumgázt, Németország részére megtagadta. Így a „Hindenburg“ léghajónak 1937 tavaszán Lakehurstba való megérkezésekor bekövetkezett tragikus elérése után az óceáni léghajóforgalom teljesen megszűnt.