

Domján Károly

## A JAS–39 GRIPEN FEJLESZTÉSÉNEK TÖRTÉNETE

### A GRIPEN ELŐDEI

A SAAB gyár neve már az 1948-as években ismert volt. Az első sikeres repülőgép a SAAB–29-es volt, amely 1948 szeptemberében repült először és 601 darabot építettek belőle.

A következő jól sikerült konstrukció a SAAB–32 LANSEN, ami 1952-ben hajtotta végre első repülését. A sikeres próbautat követően kezdték el építeni az alapváltozat 3 különböző modifikációját. Ezek a következők:

- A 32 A: földi támogató
- J 32 B: minden időben alkalmazható vadász
- J 32 C: felderítő repülőgép

Ezekből a változatokból 1960-ig 450 darabot gyártottak. A SAAB–32 LANSEN-t váltotta fel a SAAB–35 DRAKEN, amelyet kora egyik legjobb elfogó vadászának is neveztek. Az 1969-ig történő gyártása során 5 típus változatot építettek, többek között:

- oktató-gyakorló;
- felderítő;
- elfogó vadászrepülőgép.

A 9 év alatt 600 db gurult ki a szerelőcsarnokból. A 69–79 évek szülötte lett a SAAB–37 VIGGEN, melyből ezen évtized alatt 3510 darabot készítettek el. A VIGGEN típusai:

- vadászbombázó (AJ 37);
- oktató-gyakorló (SK 37);
- tengerészeti (SH 37);
- szárazföldi felderítő (SF 37);
- elfogó vadász (JA 37).

### A JAS–39 GRIPEN

#### A GRIPEN fejlesztési elvei

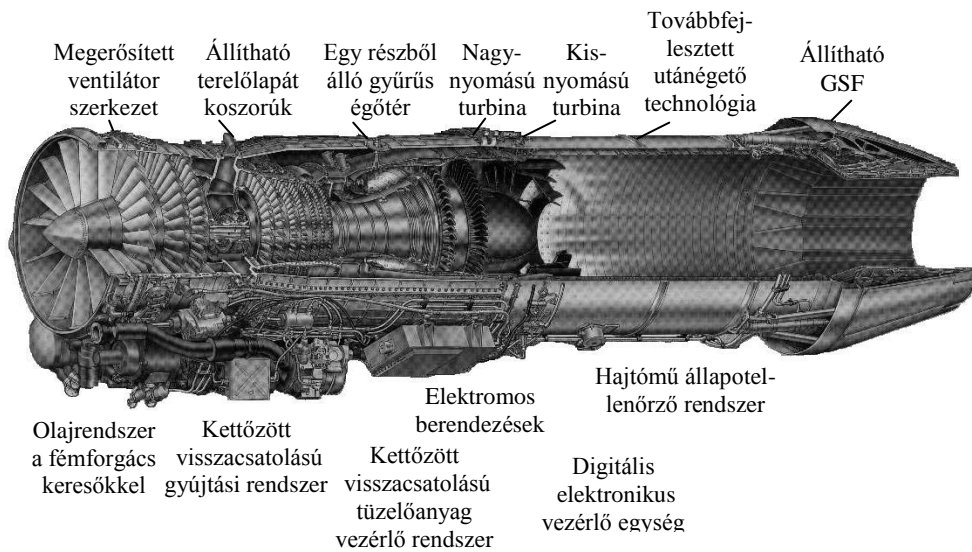
A program legfontosabb előírása az volt, hogy a GRIPEN nagyteljesítményű repülőgép legyen. Ezért a főbb kritériumok a következők voltak:

- egy hajtómű;
- mellső (kacsa) delta alakú vízszintes vezérsík és szárny kialakítás (csökkentett hosszirányú stabilitással, és repülésvezérlő rendszerrel);
- korszerű anyagok széleskörű alkalmazása (szénszálas kompozit anyagok)
- számítógépes vezérlő rendszerek, integrált és cserélhető modulokból összeállított elektromos rendszerek;
- számítógépek alkalmazása minden fedélzeti rendszerben.

Tapasztalatok alapján bizonyított, hogy az üzembenntartás költségeinek mintegy 60%-a hajtóműre fordítódik. Ezért az egy hajtóműves kialakítás nagyon fontos a költségek alacsony szinten tartásához. Az egy hajtóműves kialakítás lehetővé tette a vizuális-, infravörös és lokátor hullámtartományú felderíthetőség minimalizálását.

### Az RM-12 hajtómű

A JAS-39 GRIPEN részére kiválasztott hajtómű GENERAL ELECTRONIC F 404-400 típus javított változata, amit az RM-12 jelzéssel (2. ábra) a VOLVO AERO CORPORATION gyárt. A hajtómű a korábbi üzemeltetések során nagyon jól bevált, továbbá a tolóereje 10–15%-al megnőtt, a kompresszor lapátok jól ellenállnak a madárbeszívás okozta esetleges sérüléseknek, a modul rendszer pedig jelentősen megkönnyíti és meggyorsítja az esetleges helyszíni hibaelhárítását.



1. ábra. Az RM-12-es hajtómű

## A JAS–39 GRIPEN SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA ÉS AERODINAMIKAI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA

Ezen fejezetben bemutatom a JAS–39 GRIPEN aerodinamikai kialakításának folyamatát és a szerkezeti kialakítás előnyeit és hátrányait, valamint a fejlesztés mozzanatait. Kezdve a 3 pontos futó elrendezéstől (duplakerekes orrfutó, a főfutó a törzs két oldalán behúzható). Nem lényegtelen a mentőfelszerelés, a „00”-ás Martin–Baker féle katapultülés, amely 0 m-en 0 sebességnél is hatásos védelmet nyújt a pilótának. Szintén újítás, hogy botkormány helyett joystick-ot építettek be a fülkébe, valamint átgondolták a fülke berendezéseinek elhelyezését, új technikai elemeket alkalmaztak.

A különböző aerodinamikai elrendezések összegzésének tanulmányozása vezetett a rövid deltaszárnyú kacsa típusú elrendezés elkészítéséhez.

A Svéd Légierő követelményei által meghatározott leírás egy aerodinamikailag kifinomult és optimalizált kialakítást vázolt fel. A repülőgép korszerű, egyhajtóműves és megtestesíti:

- a rövid-deltaszárnyú, mellső vezérsík elhelyezésű kialakítást a teljes mellső vezérsík mozgásával;
- a keresztmetszet területek elosztásának optimumát a speciális Mach-szám tartományban (differenciált terület-tér szabály);
- az oldal elhelyezésű pitot típusú szívócsatornákat, optimalizálva a jó szuperszónikus gyorsításra;
- a negatív statikus hosszirányú stabilitást, ami a teljesítmény javítását teszi lehetővé a teljes időtartam alatt működő elektromos repülésvezérlő rendszer által;
- automatikusan mozgatott szárnymechanizációs eszközöket (orrsegéd-szárny);
- az automatikus kiegyensúlyozást a mellső vezérsík és a szárnyon levő eleron között az optimális teljesítmény érdekében.

Az első berepülés (tesztrepülés) 1988 decemberében volt. Megközelítően 300 db repülőgép kerül gyártásra, melyből eddig 30 db készült el a Svéd Légierő részére.

### **Általános ismertetés**

A JAS–39 GRIPEN egy új svéd könnyű harci repülőgép, mely 1993-ban állt rendszerbe, és várhatóan szolgálatban marad a következő évszázadban is.

A korszerű technológia felhasználásával lehetővé válik egy olyan repülőgép megtervezése, amely teljesíteni fogja 3 harci repülőgép feladatát egyszemélyes változatban (vadászrepülő, csapásmérő és felderítő).

A vadászrepülőgép szerepkörben a GRIPEN magával visz rövid és közepes hatótávolságú levegő-levegő típusú rakétákat és beépített 27 mm-es MAUSER fedélzeti géppályát. A célfelderítés főleg a nagyteljesítményű Doppler impulzus radar által történik (PS-05 ERICSON). A repülőgép kis súlya ellenére a GRIPEN-t nehéz és változatos fegyverterheléssel tervezték.

A földi csapásmérő fegyverei magukba foglalják a levegő-föld típusú rakétákat, hagyományos és irányított bombák, valamint a terület lefogó (kazettás) bombákat. Tengeri célpontok ellen a radart használják célfelderítésre és a fő fegyver a SAAB RBS-15 F levegő-tenger típusú rakéta.

A felderítési feladatokat végre tudja hajtani bármilyen világítási és látási feltételek mellett elektrooptikai érzékelők és a radar alkalmazásával.

Az új repülőgép előzetes tervezésének tanulmányozása a SAAB-nál 1979-ben kezdődött. A javaslatot 1981 közepére nyújtották be a Svéd Védelmi Anyagi Hivatalhoz, és a prototípusok fejlesztési és szállítási szerződése a kezdő 30 db GRIPEN repülőgéppel együtt, belefoglalva az ellátó rendszereket is 1982. június 30-án került aláírásra.

Négy svéd vállalat, a közös IG JAS vállalaton keresztül kooperációban fejlesztette a repülőgépet. A SAAB repülőgép divízió felelős a repülőgép és rendszerei integrált fejlesztéséért és a gyártásáért. A nemzetközi piackutatást szintén a SAAB kezelte.

A Volvo Flygmotor AB felelős a hajtómű fejlesztéséért és gyártásáért kooperációban General Electric-kel.

A ERICSON Radar Electronics a felelős az elektronikus kijelző rendszer, a videó rögzítő rendszer, a többcélú radar és a szabványosított számítógépes rendszer fejlesztéséért és gyártásáért.

Az FVV Aerotech a felelős az üzemeltetési és a javítási szintet biztosító berendezések fejlesztéséért és gyártásáért.

Az 5 prototípus egyik repülőgépe 1988. december 9-én hajtotta végre az első repülését. Az ellenőrző (teszt) repülések egy évet késtek az első prototípus repülőgép 1989. februárjában történt elvesztése miatt. A próbarepüléseket 1995-ig, az első széria repülőgép leszállítását a Svéd Légierőnek 1993-ra tervezték.

## **Aerodinamikai elrendezés**

### *Alapvető tervezési feltételek*

A tervezés kezdeti szakaszában a SAAB a tanulmányozás középpontját az alapvető elrendezés kiválasztására helyezte. Az egyszerűség volt a vezérlő elv. Bizonyos döntések már voltak korábban az előzetes tanulmányozás és elhelyezés tapasztalatai alapján.

### ***Egy vagy kétfős személyzet***

Az egy fős személyzet döntés kialakítása a korábbi harci repülőgépek tapasztalatain alapult. A tervezett új vezetőfülke együtt az elektronikus kijelző rendszerekkel hozzájárulnak a repülőgép hatékonyabb felhasználásához, a feladatok eredményes végrehajtásához bármely típusnál anélkül, hogy növelnék a repülőgép vezetőre ható terhelést a korábbi típusokhoz viszonyítva.

### ***A repülést vezérlő rendszer***

A többcsatornás elektromos repülésvezérlő rendszer elért egy olyan fejlettségi állapotot a megbízhatóság, súly és költség szempontjából, hogy a teljes repülőgép hatékonysága szempontjából valódi választás lehetett a hagyományos mechanikus repülésvezérlő- és az elektromos rendszer<sup>1</sup> között. Függetlenül a repülőgép elrendezésétől megállapítást nyert, hogy az FBW rendszer előnyösebb összehasonlítva a hagyományos rendszerrel a következő szempontok szerint:

- a vezérlési funkciók és teljesítmény;
- a sérüléstűrés;
- a megbízhatóság;
- az üzemeltetés és ellenőrzés;
- a teljesítménynövekedés.

Ezért, egy korai döntés született a digitális FBW rendszert előnyben részesítve. Ez lehetővé tette a repülési teljesítmény növelését azáltal, hogy a tanulmányozott elrendezés (konfiguráció) alapvetően instabil a keresztengely körül (emelkedésre), az elektromos repülésvezérlő rendszer azonban biztosít egy mesterséges stabilitást állandó tevékenységénél. Egy beépített 5–10%-os KAH instabilitás szubszónikus üzemmódon elfogadható minden tanulmányozott konfigurációra.

### **Az instabilitás szintje**

Enyhén különböző jellemző instabilitási szint lett kiválasztva a mellső és a hátsó vezérsík elrendezésre, tipikusan 10% KAH az utazó üzemmódon a 2105-re és 5% a 2102-re. Mérlegelték, hogy a peremfeltételek egy hátsó vezérsík elrendezésnél, ahol a trimmfelület túlterhelése és átesése súlyosbítja a helyzetet, növelve az instabilitást rosszabb, mint a mellső vezérsík elhelyezésnél, ahol a trimmfelület átesésének tendenciája stabilizálja a repülőgépet. Ez az alapvető következtetés a kétféle elrendezés elvi összehasonlításából ered.

Egy mellső vezérsík elhelyezésű repülőgépnél jelentős hozzájárulás a tervezett stabilizációs szinthez a mozgatható vezérsík. A „B” változat szemlélteti az

---

<sup>1</sup> FBW — Fly-by-Wire.

ilyen kialakításkor a vezérsíkon felfelé ható felhajtó erőt, ami növeli a repülőgépre ható emelő erők összegét. Megszüntetve ezt a hozzájárulást, a repülőgép a kereszt tengely körül enyhén stabillá, vagy semlegessé válik. Egy hátsó vezérsík elrendezésénél az ellentétes hatás érhető el.

A mellső vezérsík elrendezésű repülőgép ezen jellemzőit a GRIPEN repülés vezérlő rendszere a „kisegítő” üzemmódon alkalmazza, ahol mellső vezérsík felületek lebegnek és engedik a légáram szabad folyását. A hosszirányú stabilitás növekedésének eredményeként a vezérlő felület mértéke iránti igény csökken és ennek megfelelően a hidraulika rendszer teljesítmény igénye is. Szélsőséges esetben a hidraulikus teljesítmény teljes elvesztése esetén, amikor a teljesen instabil repülőgép túl gyorsan csökkenti a repülőgép vezető biztonságát, ez a jellegzetesség stabilizálni fogja a repülőgépet eléggé ahhoz, hogy a repülőgép vezető katapultáljon.

## **Szárny kialakítás**

A technikai elemzésnél nem egyedüli szempont szerinti döntés volt a delta kacs típus kiválasztása. Súlyozták az összes mellette- ellene szóló érvet, összehasonlítva a fark vízszintes vezérsík elrendezéssel. A kacs típusú repülőgép volt a legjobb jelölt a megállapodási követelményekhez mind technikai, mind gazdasági szempontból.

Egy fontos kiegészítő szempont volt, hogy a delta- kacs elrendezés nyújtotta a legjobb lehetőséget a repülési jellemzők optimalizálásához az FBW vezérlő rendszerrel és a legjobb feltételeket a nem hagyományos vezérlési módhoz, valamint a továbbfejlesztést a közvetlen emeléshez, a közvetlenül a törzs oldalához rögzített fegyverrel való célzást, a széllekedések hatásának csökkentését. Más példa a leszállási kifutási üzemmód, melynek leírása a következő részben található. A végső kiválasztási döntés a delta- kacs koncepció további finomítására és optimalizálására 1980 decemberében történt.

Ragaszkodtak a VIGGEN szerkezeti kialakításának elvi felépítéséhez, a közeli páros kacsaszárny elvhez, ami felhasználja az örvény és az emelőerő kölcsönhatást az alapelrendezésben. Az örvényáramlás lehetővé teszi a mérsékelttől a nagy állásszögig való repülést. Ez azt jelenti, hogy a szárny nyílzási szögének és kialakításának, elrendezésének elegendően hatékonyak kell lennie ahhoz, hogy biztosítsa a stabil belépő-, orrszegéd- szárnyörvényeket, így elkerülve az erős nonlinearitást és a „bafting” rezgéseket. A kis nyílzási szögnél pont ez okoz problémát, különösen a transzónikus zónában (hangsebesség körüli áramlásnál).

Azonban a nagy nyílzási szögű szárny követelménye ellentétben áll azokkal az alapkövetelményekkel, melyek a megfelelő fordulási jellemzőket biztosítják a szubszónikus tartományban: kis szárnynyílzás és nagy fesztáv.

Egy köztes megoldású tervet készítettek, ahol a belépő élre orrsegédszárnyat építettek, hogy jó áramlási minőséget biztosítsanak a szárny körül. A manőver közbeni orrsegédszárny kitérés a szárny íveltségével és alkalmazkodásával kapcsolatban elsődlegesen nem az áramlásleválás megelőzésére szolgál, hanem az örvényimpulzusok késleltetésére és a nyomáscsökkentő erők előre irányítására, hogy a légellenállást csökkentsék.

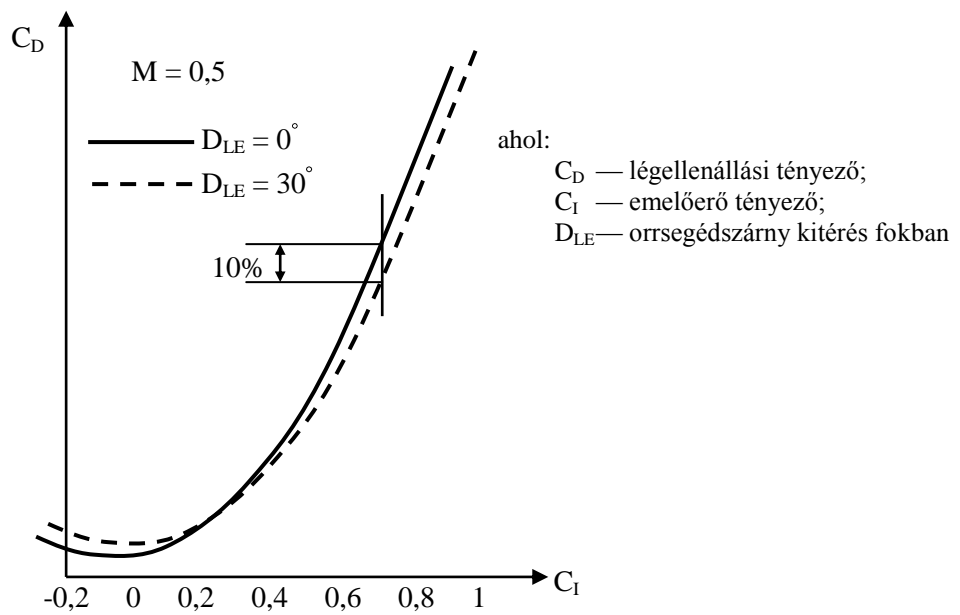
A különböző szárnyak alapkarakterisztikájának megismerése már 1980-81-ben az előzetes tervezési fázisban elkezdődött különböző szárny és kacsaszárny mátrixok tanulmányozásával. A  $44^\circ$ – $60^\circ$  fok közötti nyílzási szögű szárnyakkal kombinált különböző méretű mellső vezérsíkok terveit tanulmányozták. Ezen szárny-, kacsaszárny konfigurációk legtöbbjét kis és nagysebességű szélcsatornában is tesztelték.

A kiválasztott szárnyszekció a hagyományos NACA szárnyszelvényen alapszik. Előrelépés történt a szuperkritikus szárnyszelvényekkel kapcsolatban. Egy előző tervet, a szubszónikus/transzónikus könnyű támadó repülőgép (B3LA) kapcsán, amely projectet azonban leállították. Egy szuperszónikus vadászgép számára egy vastagság/szelvényhúr hányados túl kicsi ahhoz, hogy kivitelezhető legyen egy szuperkritikus szárnyszelvény, de ilyen kellett használni. Tehát egy módosított NACA 64A szelvényt választottak, melynek megnövelt a vastagsága a szelvény hátsó részénél. Mérsékelt íveltség és aerodinamikai elcsavarás optimalizált a szubszónikus hirtelen és hosszan tartó forduló közbeni gyorsításhoz, kiegyenlítve a szuperszónikus sebesség és gyorsítás követelményekkel.

## Orrsegédszárny

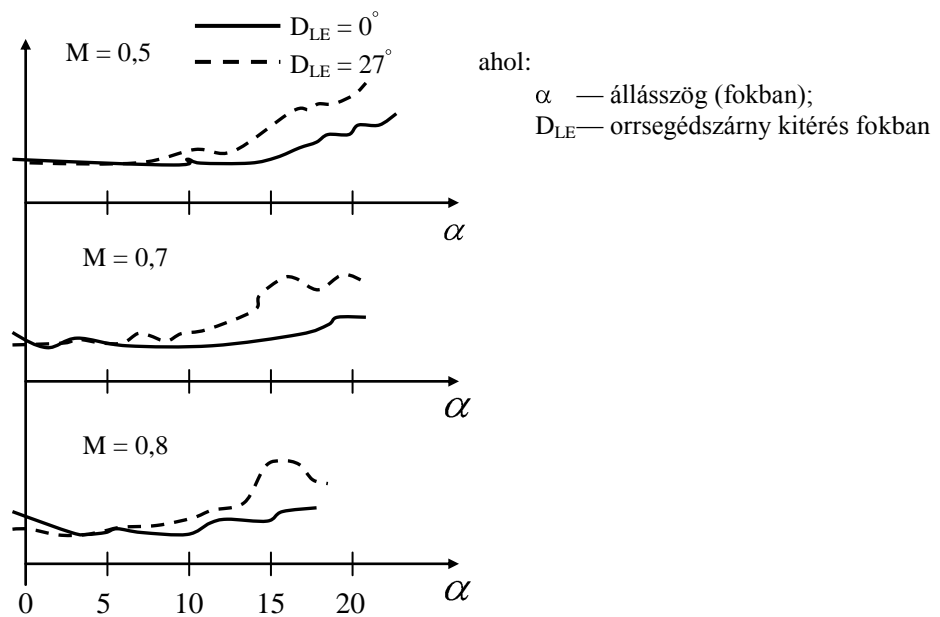
Az orrsegédszárny automatikusan áll be a légellenállás és a „buffeting” rezgés minimalizálására minden repülési körülmény között, ennél fogva optimalizálja a szárny íveltségét a forduló manővereknél, utazórepülésnél és gyorsításkor.

Az orrsegédszárny rendszere teljesen automatikus, egy hidraulikus egység működteti két mechanikus forgó erősítőn keresztül mindkét oldalon. Az orrsegédszárny helyzete a Mach- szám és az állásszög függvénye. Szuperszónikus sebességeken az orrsegédszárnyak fenti helyzetben vannak maximum 5 fokos eltéréssel. Ez igazából csökkenti a szárny görbületét, csökkenti a profilellenállást a kis állásszögeken és így javítja a szuperszónikus gyorsítási jellemzőket. Az orrsegédszárnyak hatását szélcsatorna tesztek bizonyítják. Erre hoz egy légellenállási példát a 2. ábra. A poláris bemutatja az emelőerő együttható és a homlokellenállás tényező összefüggését. Jól látható, hogy 10%-kal csökken az ellenállás értéke  $M = 0,5$ -nél ha az orrsegédszárny kitér.



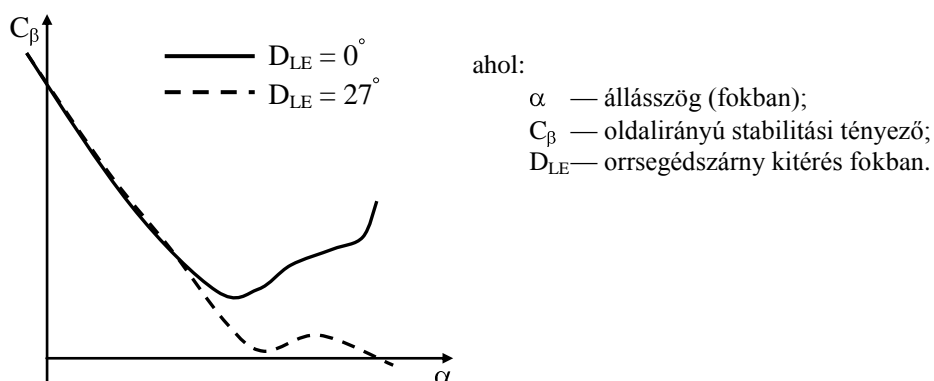
2. ábra. Az emelőerő és a légellenállás tényező összefüggése

A 3. ábra az orrsegédszárnyak hatását mutatja be a „buffeting” rezgési szintekre különböző Mach-számok ( $M = 0,5-0,8$ ) esetén, az állásszög függvényében.

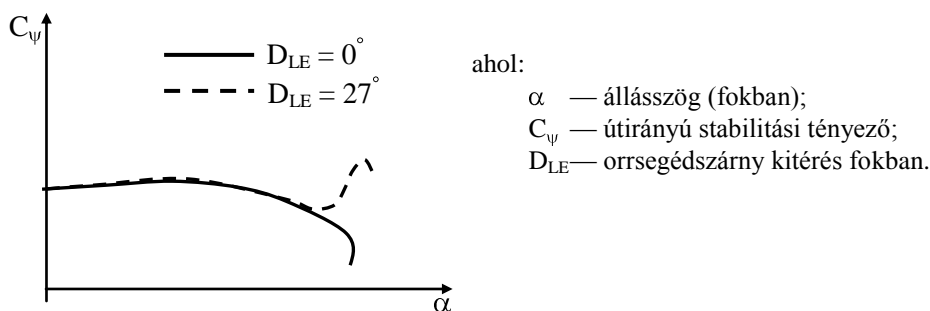


3. ábra. Rezgési szintek különböző Mach-számok esetén az állásszög függvényében

A 4. és 5. ábrákon látható, hogy az orrsegédszárnyak javítják nagy állásszög esetén az útirányú, és az oldalirányú stabilitást.



4 ábra. Az oldalirányú stabilitás az állásszög függvényében



5. ábra. Az útirányú stabilitás az állásszög függvényében

Az orrsegédszárny fesztávját a szárny külső részének mérete határozza meg. A szélcsatorna tesztek igazolták, hogy további javulások érhetőek el, ha az orrsegédszárnyat befelé a törzs irányába növelik meg. A javulás mértéke azonban relatíve kicsi, figyelembe véve a szárny belső részén lévő terhelés csökkenését, mely a kacsaszárnytól nézve a lefelé leszakadó áramlás felületén van. (Ez bonyolultabb kialakítást igényel, illetve csökkenne a szárnyrekesz mérete is. Így a „kicsiny” javulás nem éri meg a befektetést.)

Felszállás és leszállás idején az orrsegédszárnyak „semleges” helyzetben vannak, az optimális örvényemelés miatt. A leszálláshoz való bejövétel esetén a kitérített orrsegédszárnyak veszteséget okoznak a kiegyensúlyozott felhajtóerőben.

Fel-, és leszálláskor 5 foknál nagyobb állásszög esetén az orrsegédszárnyak automatikusan kitérnek az út-, és oldalirányú stabilitás javítása érdekében.

## Kacsaszárny

A leszállás során a GRIPEN képes a kigurulási út hosszát csökkenteni azzal, hogy lefelé kitéríti vízszintes vezérsíkjait (lásd a 6. ábrát).



6. ábra. A GRIPEN sajátos fékezése

A VIGGEN-hez hasonlítva a mozgatható kacsaszárny nagyon fontos előre lépést jelent. A VIGGEN merev kacsaszárnyán a kilépőélen kormányfelületek vannak, hogy növeljék a felhajtó erőt a fel-, és leszálláskor. A mozgatható kacsaszárnyfelület együtt a 4 csűrő és magassági kormányval, az oldalkormányval és az orrségédszárnyval, amelyeket az elektronikus repülésvezérlő rendszer<sup>2</sup> vezérel, sok lehetőséget biztosít a repülési tulajdonságok javítására, illetve a kezelési lehetőségekre a hagyományostól eltérő üzemmódokon. Lehetséges a kacsaszárny és a kilépőél kormányfelületeinek kombinálásával elérni akár a maximális felhajtóerő homlokellenállás hányadost, akár a maximális felhajtóerőt, attól függően melyik szükséges az adott speciális repülési helyzetben. Utazó repüléskor és manőverezéskor a kacsaszárny és a csűrő kitérése az alacsony légellenálláshoz van optimalizálva. Az oldalt elhelyezett beömlő nyílások limitálják a kacsaszárny méretét. Így, hogy elérjék a kedvező trimmterhelést a kacsaszárnyon a nagy felhajtóerőt eredményező tulajdonságok kerültek előtérbe a tervezéskor. A kacsaszárnyfelületek differenciáltan is kitérítethetők, az ilyen aszimmetrikus kitérés a közvetlen oldalerő és a függőleges tengely körüli elmozdulást „legyezést” teszi lehetővé. Szintén ezt használják, ha az oldalkormány meghibásodik.

---

<sup>2</sup> Electronic Flight Control System (EFCS) — elektronikus repülésvezérlő rendszer.



7. ábra. A GRIPEN röntgenrajza

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Vezendi Attila: [szakdolgozat].
- [2] Dr. Peták György: A vadászrepülőgépek korszerűsítése, harci hatékonyságuk, túlélő képességük és fenntartási költségeik néhány összefüggése.
- [3] Internet.
- [4] AIAA'91 Paper 91-3195 Aerodynamic Design Evolution of the SAAB JAS-39 GRIPEN Aircraft.