



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

ŠVÉDSKÁ LETECKÁ KONSTRUKCE ZA STUDENÉ VÁLKY

SWEDISH AIRCRAFT DESIGN IN THE COLD WAR PERIOD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miroslav Zúbek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lukáš Dubnický

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Miroslav Zúbek**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Lukáš Dubnický**
Akademický rok: 2022/23

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Švédská letecká konstrukce za studené války

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Konstrukce bojových letounů ve Švédsku za studené války byla v mnoha ohledech pokroková ve světovém měřítku. Obranná koncepce neutrálního státu, který je vůči světovým mocnostem malého rozsahu, kladla na letouny ojedinělé kombinace požadavků. Rešerše má popisovat tyto stroje z koncepčního a konstrukčního hlediska.

Cíle bakalářské práce:

Zpracovat rešerši bojových letounů švédské produkce.
Uvést jejich technické parametry a výkony, koncepční a konstrukční prvky.
Identifikovat vlastnosti přímo uzpůsobené pro potřeby švédské obranné koncepce.

Seznam doporučené literatury:

DONALD, D. The Complete Encyclopedia of World Aircraft. New York: Barnes & Noble Books, 1997.

ISBN 0-7607-0592-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Švédska letecká konštrukcia je unikátna vďaka podmienkam, v ktorých musela vzniknúť. Neutrálne Švédsko za studenej vojny je jeden z hlavných dôvodov, prečo došlo k jej vzniku a aj prečo je často prehliadnutá, keď sa hovorí o leteckej konštrukcii napriek inováciám, ktoré sa jej podarilo zaviesť. Táto bakalárska práca sa zameriava na postupný vývoj konštrukcie švédskeho pôvodu počas studenej vojny. Technické požiadavky prispôsobené švédskej obrannej koncepcii sú popísané v kapitolách u jednotlivých lietadiel spolu s problémami a riešeniami, ktorými sa inžinieri museli zaoberať. Práca súčasne poukazuje na niektoré špecifické prvky švédskej konštrukcie. V posledných kapitolách je pojednávané o potenciálnom budúcom smerovaní švédskej leteckej konštrukcie.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

konštrukcia, vývoj, Švédsko, lietadlo, koncepcia

ABSTRACT

Swedish aircraft design is unique due to the conditions in which it had to be created. Sweden's neutrality during the Cold war was one of the main reasons why it was created, and why it is often overlooked when talking about aircraft design despite the innovations it managed to introduce. This bachelor's thesis focuses on the gradual development of the designs of Swedish origin during the Cold War. The technical requirements adapted to the Swedish defense concept are described in chapters for individual aircraft, together with the problems and solutions that the engineers had to deal with. At the same time, the work points out some specific elements of the Swedish design. The last chapters discuss the potential direction the Swedish aircraft design may take in the near future.

KEY WORDS

design, development, Sweden, aircraft, concept

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

ZÚBEK, Miroslav. *Švédská letecká konstrukce za studené války*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/145925>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Lukáš Dubnický.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému *Švédsko letecká konštrukcia za studené války* písal samostatne pod vedením vedúceho práce Ing. Lukáša Dubnického pri použití uvedenej literatúry a zdrojov v zozname.

V Brne dňa 24.05.2022

.....
Miroslav Zúbek

POĎAKOVANIE

Týmto chcem poďakovať môjmu vedúcemu pánovi Ing. Lukášovi Dubnickému za rady a pomoc pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

OBSAH

1	Úvod	11
2	Švédská stratégia a operácia z ciest a vedľajších základní.....	12
3	Saab 21.....	15
3.1	Koncept	15
3.2	Vývoj.....	15
3.3	Letové vlastnosti.....	18
3.4	Parametre	19
4	Saab 29 Fligand Tunnan.....	20
4.1	Koncept	20
4.2	Vývoj.....	21
4.3	Letové vlastnosti.....	24
4.4	Parametre	24
5	Saab 32 Lansen.....	25
5.1	Koncept	25
5.2	Vývoj.....	26
5.3	Letové vlastnosti.....	29
5.4	Parametre	29
6	Saab 35 Draken	30
6.1	Koncept	30
6.2	Vývoj.....	31
6.2.1	Dvojité delta krídlo	31
6.2.2	Saab 210	32
6.2.3	J 35A.....	34
6.2.4	J 35B.....	36
6.2.5	SK 35C	37
6.2.6	J 35D – J 35F.....	38
6.2.7	J 35-export	39
6.3	Letové vlastnosti.....	40
6.4	Parametre	40
7	Saab 37 Viggen.....	41
7.1	Koncept	41
7.1.1	Canard dizajn	41
7.1.2	Motor.....	42

7.1.3	Avionika.....	43
7.2	Vývoj.....	44
7.2.1	AJ37 Attack-Viggen.....	46
7.2.2	SK37 Skol-Viggen	46
7.2.3	SH/SF37 Spannings-Viggen	47
7.2.4	JA37 Jakt-Viggen.....	48
7.3	Data-link.....	50
7.4	Letové vlastnosti.....	51
7.5	Parametre.....	51
8	Saab 39 Gripen	52
8.1	Koncept	52
8.2	Vývoj.....	54
8.3	Letové vlastnosti.....	59
8.4	Parametre.....	59
9	Budúcnosť vývoja	60
10	Záver	63
11	Zoznam Zdrojov	64
12	Zoznam obrázkov.....	66
13	Zoznam Tabuliek.....	67
14	Zoznam Skratiek	67

1 Úvod

Letecká konštrukcia ako celok je veľmi zložitý proces. Rôzne spoločnosti alebo krajiny, ktoré vyvíjajú lietadlá sa musia prispôsobovať špecifickým situáciám a podmienkam, v ktorých sa nachádzajú a to či už technického, ekonomického alebo politického charakteru. Rovnako tomu tak bolo taj v prípade Švédska, ktoré je známe svojou neutralitou a s príchodom 2. svetovej vojny a následne studenej vojny boli naň kladené unikátne požiadavky vo všetkých troch aspektoch.

Švédsko bolo vystavené riziku invázie po zemi aj po mori a spolu s ekonomikou, ktorá sa nemohla rovnať žiadnemu z jeho potenciálnych protivníkov to viedlo k rade unikátnych technických inovácií pre potreby švédskeho letectva, ktoré začiatkom 40. rokov ešte nemalo moc skúseností. Inovácie sa pri tom netýkali len samotných strojov ale aj stratégií boja a prežitia švédskeho letectva. Švédska letecká konštrukcia je vzhľadom ku konštrukciám krajín ako Spojené štáty alebo Sovietsky zväz, často zabudnutá napriek inováciám, ktoré si neskôr adoptovali aj iné krajiny a je treba na ňu upozorniť.

Táto práca najprv uvádza niektoré požiadavky a okolnosti, ktorým sa musela švédska konštrukcia prispôbovať a to hlavne v neskorších rokoch jej vývoja. Následne je v jednotlivých chronologicky uložených kapitolách spracovaný vývoj strojov od druhej svetovej vojny až po modernú dobu, pričom sú uvádzané výkony spolu s koncepčnými a konštrukčnými prvkami daných strojov a ako sa tieto prvky pri vývoji menili, pričom sú poukázané aj unikátne vlastnosti priamo prispôbené švédskej obrannej koncepcii. Unikátne vlastnosti sú pri tom viacej výrazné na neskorších strojoch.

2 Švédská strategie a operácia z ciest a vedľajších základní

Po 2. svetovej vojne bolo Švédsko v zlej situácii nakoľko si dlhé roky držalo neutralitu a zostalo teda zovreté medzi Spojencami a Sovietskym zväzom. Hlavný problém tvoril Sovietsky zväz nakoľko bol od Švédska delený len Fínskom a Baltským morom a aj vďaka švédskej pomoci Fínsku v boji proti sovietom boli vzťahy napäté a teda čelilo invázií po zemi aj po vode. Švédsko nebolo schopné odkúpiť od ostatných krajín po 2. svetovej vojne dostatočný počet strojov pre jeho potreby a preto došlo k rapídному rozvoju švédskej leteckej konštrukcie. Pre Švédsko bolo náročné vyvíjať vlastné stroje a to hlavne kvôli cene samotného vývoja, a preto veľké množstvo komponentov použitých pri vývoji bolo zahraničného pôvodu, ale vyrábaných pod licenciou vo Švédsku. Väčšina komponentov bola západného pôvodu napriek tomu, že Švédsko sa prezentovalo ako neutrálne a pri vývoji boli Britský a Americký piloti používaní na testovanie strojov, pričom od šesťdesiatych rokov existovala tajná zmluva o spolupráci Švédska a Spojených Štátov. Švédske stroje by mali byť prispôsobené arktickým podmienkam a kládol sa veľký dôraz na schopnosť útočiť na pozemné aj námorné ciele. Pre ochranu letectva v krajine ako Švédsko bola vyvinutá špecifická stratégia operácií z rozptýlených základní. [11]

Základnou častou operácii švédskych strojov bola jeho adaptácia na stratégiu švédskeho letectva takzvaná filozofia operačného rozptylu, pričom prvé verzie tejto stratégie sa objavovali už v päťdesiatych rokoch, ale ďaleko väčší dôraz sa dal na túto stratégiu až pri vývoji J 35 Draken a ostatných novších strojov, kedy sa objavili nové technológie ako data-link. Oproti iným krajinám, ktoré stavali stovky zosilnených hangárov a bunkrov pri pokuse uchrániť ich stroje, sa Švédsko rozhodlo ochrániť svoje stroje tým, že by ich rozmiestnilo po celej krajine. [10]



Obr. 2.1 J 35B na jednej z rozptýlených základní [15]

V prípade vojny by boli všetky základne, ktoré boli používané v čase mieru opustené a každé letecké krídlo by rozptýlilo svoje stroje do malých skupín, ktoré by operovali nezávisle, pričom by využívali časti diaľnic a ciest ktoré boli rozptýlené po krajine. [10]

Potreba operovať z ciest silno ovplyvnila technické potreby, tréning aj organizáciu celého letectva počas studenej vojny. Všetky typy lietadiel v švédskej službe museli byť schopné pristáť a vzlietnuť z dráhy nie dlhšej ako 800 m a širokej 16 m. Obsluha strojov medzi misiami musela byť rýchla a jednoduchá, čo v primitívnych podmienkach na tak pokrokových a zložitých strojoch ako Viggen alebo Draken nebolo vôbec jednoduché. Všetky podporné jednotky museli byť rovnako mobilné ako stroje, ktoré mali obsluhovať. [10]



Obr. 2.2 Gripen operujúci z ciest v rámci siete Bas 90 [18]

Okrem ciest by Stroje počas vojny operovali aj zo skupiny rezervných základní určených pre čas vojny, ktoré boli konštantne udržiavané pre túto úlohu aj v čase mieru. Tento koncept sa nazýval Bas 90 ktorý bol vylepšením systému z päťdesiatych rokov Bas 60 a bolo takto pripravených 24 základní. Každá základňa sa skladala z 2000 m hlavnej dráhy a z troch alebo štyroch menších 800 m dlhých dráh, ktoré boli všetky prepojené normálnymi cestami. Tieto základne boli ukryté v lesoch a ich súčasťou bolo aj 100 parkovacích miest pre lietadlá ktoré boli kamuflované rôznymi spôsobmi. Predpripravené zásobníky paliva a bunkre pre velenie boli taktiež ich súčasťou. Lietadlá často menili tieto základne a často lietadlo, ktoré vzlietlo nikdy nepristálo opäť na rovnakom mieste, takže identifikácia cieľov pre útočníka bola veľmi zložitá [10]



Obr. 2.4 J 29 Tunnan na zasneženom letisku. [11]



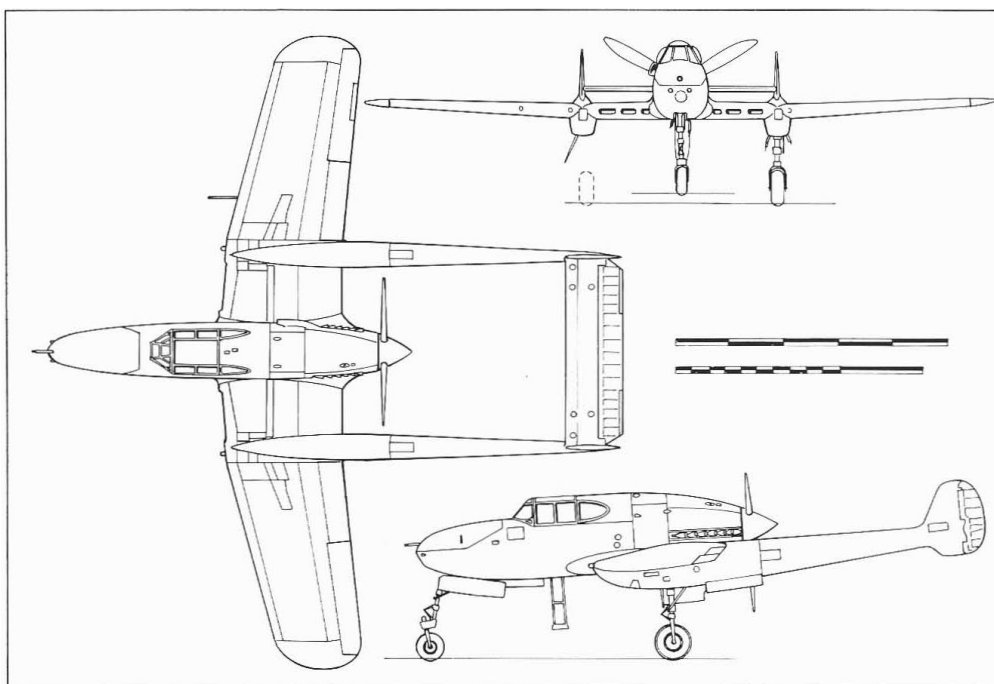
Obr. 2.3 JA 37D, ktorému je dopĺňané palivo medzi misiami pri operácii z ciest. [10]

3 Saab 21

3.1 Koncept

Lietadlo ktoré viedlo vývoj švédskeho letectva na počiatku studenej vojny má svoje korene v roku 1941. Už od svojho počiatku Saab J-21 disponoval niekoľkými netradičnými prvkami na švédske pomery, s ktorými konštruktéri nemali veľa skúseností.

Najvýraznejším prvkom bolo umiestnenie licenčného Daimler Benz DB 605B motoru v zadnej časti trupu za kokpitom pilota, ktorá poháňala tlačnú vrtuľu, toto tiež znamenalo prítomnosť dvojitého chvostu podobne ako na americkom P-38 Lightning a taktiež to umožnilo sústrediť výzbroj jedného 20 mm kanónu a dvoch 13,2 mm guľometov do nosu lietadla a dvoch na jeho krídlach a poskytnutie lepšej viditeľnosti pre pilota. Tiež sa jednalo o prvé lietadlo v švédskej konštrukcii s predným podvozkom [2].



Obr. 3.1 Saab J21 A [1]

3.2 Vývoj

Toto usporiadanie prvkov vytvorilo niekoľko problémov. Hlavným z nich bolo, ako by mohol pilot opustiť lietadlo v prípade núdze v čom mu bránilo umiestnenie vrtule za kokpitom, toto donútilo inžinierov zakomponovať do dizajnu katapultážne sedadlo poháňané pušným prachom, pričom sa jednalo o druhé lietadlo v histórii, ktoré sa dočkalo hromadnej výroby a bolo vybavené takýmto sedadlom. Ďalším boli starosti, či sa motor bude dostatočne chladiť na zemi, nakoľko s vrtuľou umiestnenou za motorom chýbala prítomnosť prúdenia vzduchu z vrtule, čo bolo vyriešené inštaláciou dvoch chladiacich ventilátorov na vnútornej strane krídiel, ktoré boli poháňané motorom a mechanickou prevodovkou s možnosťou odpojenia za letu.

Geometria podvozku a pevnosť bola testovaná na platforme s podobnou hmotnosťou ako Saab 21 a neskôr na Sk 14 ktorého podvozok bol prerobený do rovnakej konfigurácie a prvý prototyp bol testovaný v roku 1943. [1]



Obr. 3.2 Saab J 21A vo februári 1946 [11]

Prvé kusy sériového stroja z označením Saab J21A-1 boli doručené armáde až na konci roku 1945, pričom sa už pracovalo na nových modifikáciách. Jedna z prvých bola modifikácia A-2, kde došlo k revízii vnútorných komponentov za účelom zníženia prehrievania motora a k náhrade 20 mm kanónu Hispano za 20 mm kanón značky Bofors a nové mieridlá K-14. [1].

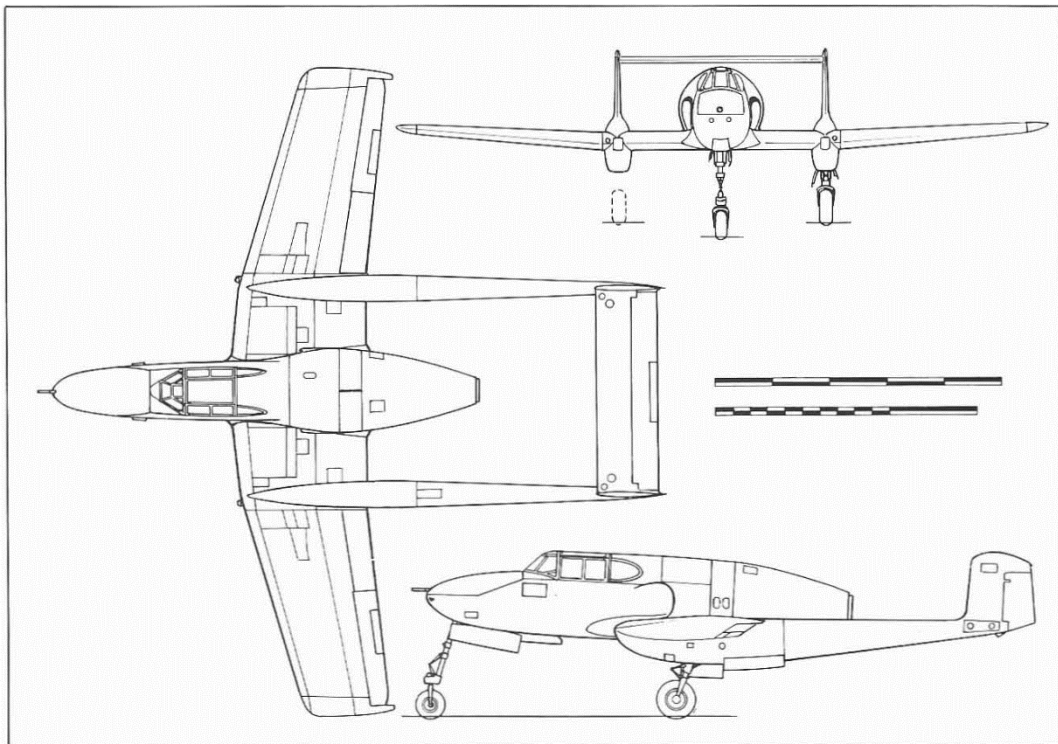
K väčším zmenám došlo pri verzii A-3, ktorá bola určená k pozemným útokom, kde došlo k inštalácii závesníkov pre 600 kg, 500kg, alebo 250kg bomby na vnútornej strane krídiel a závesníkov pre 50 kg bomby na vonkajšej strane. Alternatívne tento model mohol byť vybavený 18 cm alebo 14,5 raketami. Taktiež bol nainštalovaný Saab BT9 počítač, ktorý mal pomôcť zo zásahom na cieľ. Nádrže na koncoch krídla niesli 400 l paliva, zatiaľ čo u predošlých verzií niesli iba 160 l [1].

Ďalším spôsobom ako zlepšiť letové charakteristiky stroja bol návrh na náhradu motora za Rolls-Royce Griffon s 2000 h.p. ale tento nápad bol nakoniec opustený, nakoľko sa už v roku 1945 vedelo že budúcnosť stíhacích lietadiel leží v prúdových motoroch [2].

Vďaka umiestneniu vrtule za kokpitom a motoru bol J 21 ideálny pre konverziu na prúdový motor. Prvé lietadlá boli konvertované v roku 1947 a do služby sa dostali v roku 1950 pod označením J 21R. Došlo pri tom k veľkým zmenám v štruktúre lietadla. Došlo k predĺženiu aj rozšíreniu trupu lietadla, aby bolo možné nainštalovať nový prúdový motor de Havilland Goblin a privody vzduchu na bokoch trupu. Toto tiež viedlo k zmene dizajnu chvostových plôch, kde poloha stabilizátora musela byť navýšená kvôli prúdeniu z motora. Nové palivové nádrže boli nainštalované do strednej časti krídiel a na ich konce. Pre väčšiu rýchlosť tiež došlo k inštalácii vzdušných bŕzd, jedna na vrchnej a jedna na dolnej strane vonkajšej časti krídla. Medzi ďalšie modifikácie patrila úprava katapultážneho sedadla a vďaka odstráneniu vrtule zníženie podvozku a tým pádom aj celkovej výšky lietadla [1].

Pre zlepšenie aerodynamickej konfigurácie bola upravená tetiva krídla. Okrem toho bolo zaoblené čelné sklo a pridané väčšie množstvo revíznych dvierok.

Došlo tiež k celkovej zmene olejového systému a vzhľadom k tomu, že motor britského pôvodu nebol prispôsobený švédskym arktickým podmienkam tak k inštalácii nového ohrievacieho systému pre olej. Nové klapky, brzdy a hydraulická pumpa pre podvozok boli tiež jedny z menej významných zmien rovnako, ako systém so stlačeným vzduchom pre vytiahnutie podvozku a brzdenie. Kokpit bol zmenený s novými prístrojmi a mieridlami a systémom pre dodávku kyslíku [1].



Obr. 3.3 Saab J21R [1]

Problémy sa objavili s kritickým machovým číslom, ktoré sa v podstate rovnalo maximálnej rýchlosti stroja, čo spôsobovalo mrznutie ovládania a plán použiť J 21R ako stíhacie lietadlo bol rýchlo opustený aj vďaka rapídnejmu vývoji nových dizajnov ako napríklad Saab J 29 a na miesto toho bol preurčený ako lietadlo na pozemné útoky vďaka jeho sústredenej výzbroji a možnosti niesť rozličnú výzbroj bômb, rakiet alebo 8 mm guľometov navyše [1].



Obr. 3.4 Saab J 21R na ľavo bol prvý stroj, ktorý bol konvertovaný z J 21A [1]

3.3 Letové vlastnosti

Pri prvých letoch sa ukázalo, že lietadlo disponuje malým polomerom otáčania, stabilitou a dobrou pádovou charakteristikou. Bolo pritom taktiež ľahké na ovládanie a o 25 km/h väčšou maximálnou rýchlosťou ako boli očakávaná z predbežného testovania. Spolu so sústredenou výzbrojou a týmito vlastnosťami bolo J 21 skvelým strojom švédskej konštrukcie, ktoré mohli Švédi porovnávať s P51 Mustang, ktoré sa im podarilo obdržať.

Po inštalácii prúdového motora nedošlo k očakávanému zlepšeniu vlastností a nastali problémy s machovým číslom, pričom rýchlosť stúpania spolu so strmhlavým letom neboli porovnateľné s inými prúdovými stíhacími lietadlami a preto bol J 21 R určený hlavne na pozemné útoky a podporu. [1]

3.4 Parametre

Tabuľka 1 parametre stroja Saab 21 [1]

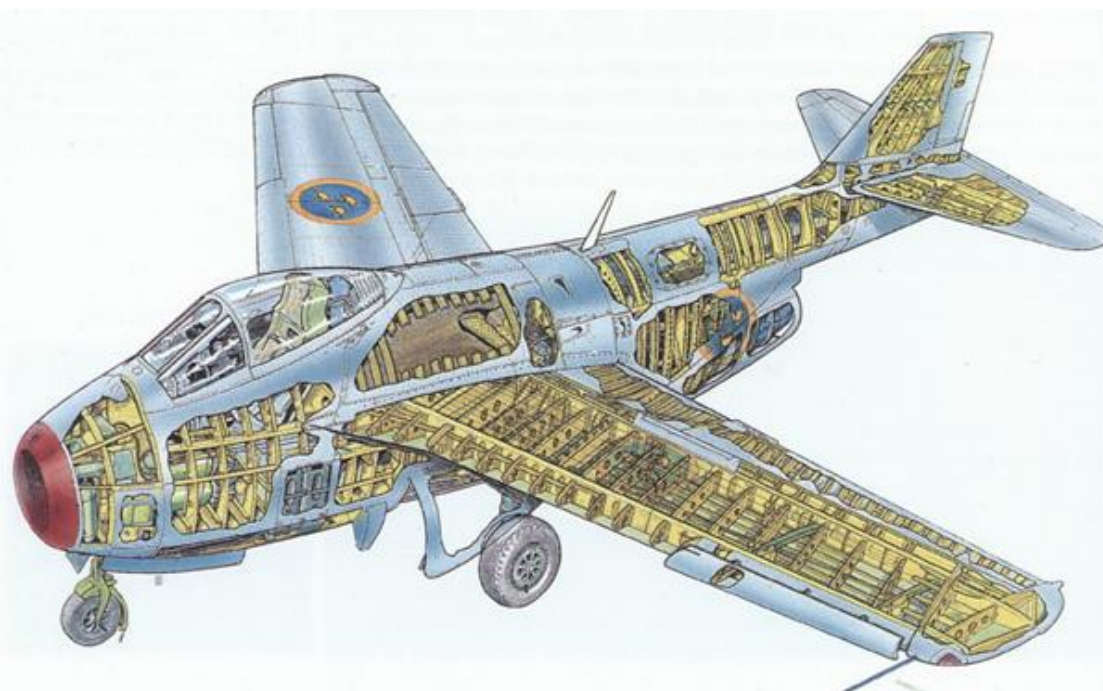
	J21 A1/A2	J21 A3	J21 RB
Rozpätie (m)	11,6	11,6	11,37
Dĺžka (m)	10,45	10,45	10,6
Výška (m)	4	4	2,9
motor	DB 605B	DB 605B	DH Goblin 3
Prázdna hmotnosť (kg)	3 250	3 250	3 112
Hmotnosť s nákladom (kg)	4 150	4 413	5 033
Maximálna rýchlosť (km/h)	640	640	800
Cestovná rýchlosť (km/h)	495	495	700
Rýchlosť stúpania (m/s)	15	15	17
Dostup (m)	11 000	11 000	12 500
Dolet (km)	750	1500	900
výzbroj	1x 20mm 4x 13,2mm	1x 20mm 4x 13,2mm	1x 20mm 4x 13,2mm

4 Saab 29 Fligand Tunnan

4.1 Koncept

Napriek konverzii J-21 na prúdový pohon sa vedelo, že sa jedná iba o provizórnu záplatu, aby Švédsko vo vývoji nezaostalo za ostatnými krajinami. Preto v roku 1945 prišla požiadavka na návrh lietadla, kde by sa od začiatku jeho koncepcie počítalo s prúdovým motorom. Tak vznikol projekt R 101, ktorý v určitých aspektoch bol podobný americkému F-80 Shooting Star, ale po tom, čo bol tento americký stroj odhalený, tak sa švédsky inžinieri zhodli, že nimi navrhnutý dizajn je zastaralý a zastaralý a projekt bol zrušený. Ale vďaka kontaktom vo Švajčiarsku sa podarilo Švédom na jeseň 1945 získať prístup k nemeckému výskumu šípových krídiel a ich efekt na zníženie odporu vzduchu pri rýchlostiach blízkyh rýchlosti vzduchu. Je možné sa domnievať, že plány a dizajny, ktoré sa dostali do rúk švédskym inžinierom boli pre Focke-Wulf Ta 183 vzhľadom k tomu, že Saab 29, ktorý z nich nakoniec vznikol ho nemálo pripomína. [6]

Počiatočný dizajn pre Saab 29 zahŕňal krídla pod sklonom 25 stupňov a bol by poháňaný motorom de Hevilland Goblin, rovnako ako J-21, avšak v tej dobe dochádzalo vo firme de Hevilland k vývoju nového, väčšieho a výkonnejšieho motoru de Havilland Ghost a vďaka tomu, že sa švédska armáda ukázala ako spoľahlivý partner, bolo dovolené tento nový motor vyrábať vo Švédsku. Veľkosť motora bola ideálna pre navrhovaný trup a umožňovala, aby bol do motora vháňaný vzduch jedným centrálnym kruhovým prívodom. Zaťahovateľný podvozok bol umiestnený na bokoch trupu a kokpit pilota bol umiestnený nad prívodom vzduchu v prednej časti, čo umožňovalo zachovať dobrý aerodynamický profil. Stroj mal byť vybavený štvoricou 20 mm kanónov . [6]



Obr. 4.1 Saab J 29 [7]

4.2 Vývoj

Prvý prototyp bol vybavený širokou škálou meracích prístrojov zaznamenávajúcich plošné zaťaženie, namáhanie konštrukcie a iné údaje. Konštrukčný dizajn dovoľoval manévry s preťažením 8g pri maximálnej rýchlosti a malej výške. Neskorší prvý let odhalil prvé nedostatky medzi ktoré patrilo fakt, že vzdušné brzdy spôsobovali najmä pri väčších rýchlostiach nepríjemné vibrácie, čo bolo vyriešené ich presunutím na spodnú stranu trupu lietadla pred zadný podvozok. Na tomto príklade sa tiež ukazuje rýchlosť, akou tento projekt postupoval, keďže prvých 32 produkčných strojov bolo tiež vybavených brzdiacimi klapkami na krídlach, čo znamená, že ich konštrukcia bola už z veľkej časti dokončená napriek tomu, že prototyp mal za sebou ešte len prvý let. Krídelká po celej dĺžke krídla sa ukázali až moc efektívne, nakoľko dovolili stroju aby sa otočil okolo svojej osi o 180° za jednu sekundu a boli teda nahradené viac tradičným usporiadaním, pričom boli ovládané servo motormi. Ďalšie problémy nastali, keď lietadlo dosahovalo rýchlosti okolo 0,8 machu, pričom požadovaná rýchlosť bola 0,85 machu. [1]

Pri 0,8 machu dochádzalo ku kmitaniu okolo zvislej osi lietadla, čo spôsobovalo, že sa lietadlo dostávalo do tzv. „holandského kroku“ (dutch roll) vďaka šípovým krídlam a nemohlo byť ovládané. Neskôr bolo objavené, že problémy spôsobovala odtoková hrana zadnej časti trupu nad výtokovými plynmi motora, čo malo za následok odtrhnutie prúdnic najprv na jednej, potom na druhej strane.

Pri ďalších viac upravených prototypoch, ktoré boli aj vybavené produkčným motormi, boli všetky počiatočné nedostatky odstránené a stroj taktiež dosahoval požadovanú rýchlosť 0,85 machu a netrpel žiadnymi nežiadúcimi vibráciami [1]



Obr. 4.2 Model Saab J 29F s prídavným spaľovaním [11]

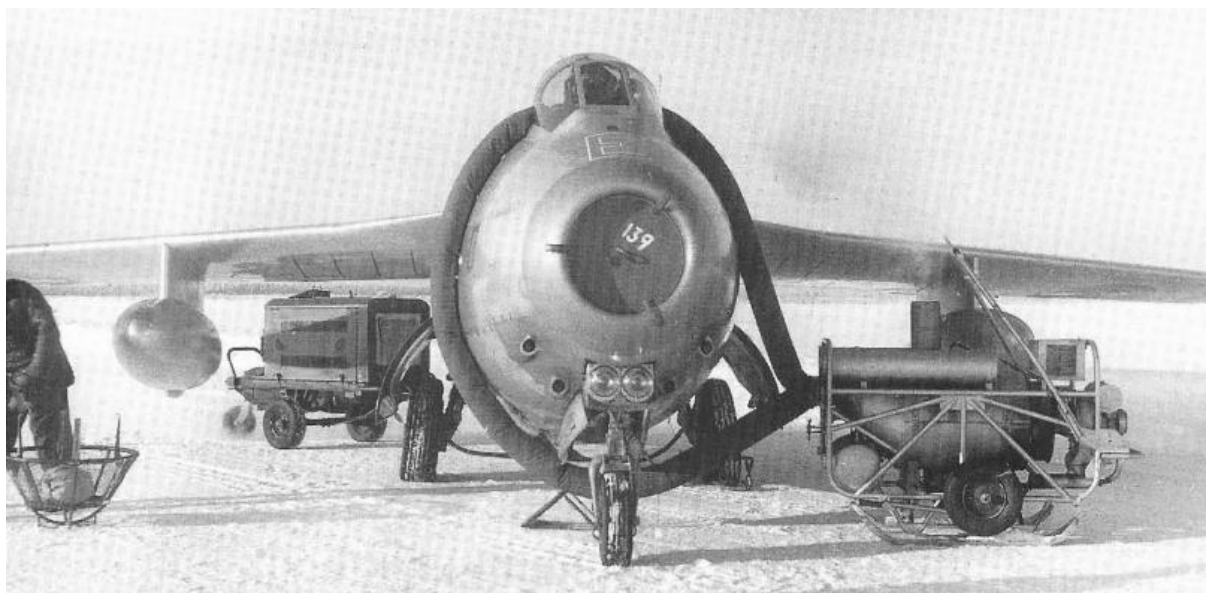
Prvé produkčné kusy niesli označenie J 29A, pričom boli vyzbrojené štyrmi 20 mm kánonmi v nose lietadla a za nimi nasledovali J29B, ktoré boli modifikované možnosťou niesť 2100 litrov paliva namiesto 1400 l a taktiež boli určené pre pozemné útoky, takže mohli niesť radu rakiet alebo napalmových bômb. Tento model taktiež držal krátku dobu rýchlostný rekord, ktorý pred ním držal F-86 Sabre. Verzia S 29C bola zbavená všetkej výzbroje a na jej miesto bola nainštalovaná séria kamier v rôznych variantoch pre prieskum z veľkých aj malých výšok, pričom veľká spoľahlivosť a schopnosť vydržať vo vzduchu až 2 hodiny boli obrovskou výhodou. [1]



Obr. 4.3 „psí zub“ viditeľný na krídlach Saab 29 [1]

Verzia J 29E mala modifikované krídla, aby došlo k zvýšeniu machového čísla a výsuvné sloty na nábežných hranách boli teda nahradené krídlom s nábežnou hranou typu „psí zub“ (saw tooth / dog tooth). Veľké množstvo starších strojov bolo taktiež modifikované na túto konfiguráciu krídiel a stroj bol viac potlačený do úlohy pozemnej podpory. Verzia J 29F bola poslednou verziou a okrem rôznej výzbroje, čo mohla niesť, bola taktiež vybavená relatívne novou technológiou prídavného spaľovania, čo prinieslo zvýšenie statického ťahu až o 25%, čo výrazne ovplyvnilo počiatočnú rýchlosť stúpania lietadla. [1]

Pri stave vysokej pripravenosti v arktických podmienkach bol stroj vyhrievaný špeciálnymi generátormi teplého vzduchu aby nedošlo k zamrznutiu jednotlivých častí lietadla. [1]



Obr. 4.4 Saab J 29 vyhrievaný generátormi [1]

4.3 Letové vlastnosti

Vo všeobecnosti bol J29 rýchly stroj, ktorý rozhodne nezaostával ani za jeho konkurentmi F-86 Saber alebo Mig-15, o čom svedčí aj to, že istú dobu držal aj niekoľko rýchlostných rekordov. Jeho ovládateľnosť bola dobrá, aj keď z počiatku mala značná časť pilotov s ním problém a to hlavne pri pristávaní, čo sa ale ukázalo bolo spôsobené neskúsenosťou pilotov so strojom, ktorý bol vybavený prúdovým motorom. [1]

4.4 Parametre

Tabuľka 2 parametre stroja Saab 29 [1]

	J29 A	J29 B	J29 F
Rozpätie (m)	11	11	11
Dĺžka (m)	10,23	10,23	10,23
Výška (m)	3,75	3,75	3,75
motor	de Havilland Ghost	de Havilland Ghost	de Havilland Ghost
Prázdna hmotnosť (kg)	4 580	4 640	4 845
Hmotnosť s nákladom (kg)	6 680	7 520	7 720
Maximálna rýchlosť (km/h)	1 035	1 035	1 060
Cestovná rýchlosť (km/h)	800	800	800
Rýchlosť stúpania (m/s)	40	40	60
Dostup (m)	13 700	13 700	15 500
Dolet (km)	1 200	1500	1 100

5 Saab 32 Lansen

5.1 Koncept

Vývoj tohto stroja začal v roku 1946, keď vznikla potreba nahradiť už v danej dobe zastaraný Saab 18 a aj de Havilland Mosquito, ktoré boli kúpené od Veľkej Británie. Nový stroj mal spĺňať rolu nočného stíhača, ale hlavne rolu určenú pre pozemné útoky.

Stroj mal mať podľa požiadaviek dolet do 2000 km a mal niesť rakety, bomby a 4 kanóny, pričom by operoval za každého počasia cez deň aj v noci. [11]

Počiatkové návrhy trupu sa pohrávali s myšlienkou použitia dizajnu lietajúceho krídla, podobnému ako nemecký Horten, alebo podobné americké stroje. Od tohto bolo ale rýchlo upustené a dala sa prednosť tradičnejším dizajnom.

Jeden z nich bol hornoplošník, dvoj motorový nadzvukový dizajn, ktorý by bol poháňaný motormi RM 2. A druhý bol konvenčnejší dolnoplošník, jednomotorový ale podzvukový.

Nakoniec sa uprednostnil podzvukový dizajn a to hlavne kvôli obťažnosti návrhu a cene. [11]

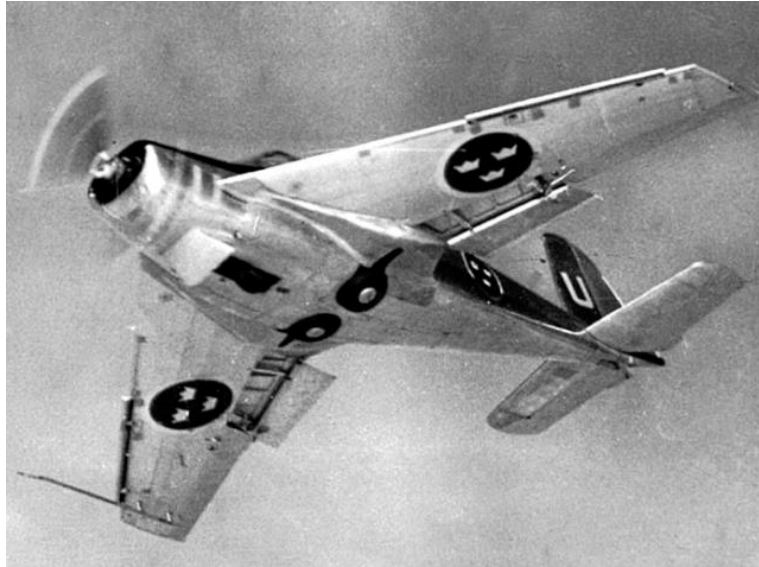
Pri tomto stroji taktiež došlo k jednému z prvých použití prvých počítačov na vykonanie matematických výpočtov pri návrhu krídiel. Krídla boli šípového dizajnu, ale oproti Saab 29 mali až 35 stupňový sklon. [13] Saab 91 Safir (Saab 202), ktorý bol malý jednomotorový stroj, bol modifikovaný krídlami určenými pre Saab 32, ale v polovičnej mierke aby bolo možné pozorovať správanie a získať lepšie dáta o tomto dizajne. Vďaka tomuto kroku bolo možné odstrániť množstvo chýb klapiek, ktoré sa objavili spolu s ďalším radom aerodynamických problémov. [11]

Pohyblivé vodorovné chvostové plochy, ktoré sa osvedčili u Saab 29 mali rad problémov, pričom k ich finálnemu dizajnu sa dospelo až po dôslednom testovaní vo vodnej nádrži a počítačových výpočtoch.

Ďalší problém robili prívody vzduchu pre motor, ktoré boli na prvotnom dizajne umiestnené na boku trupu tesne pred a nad miestom, kde sa nábežná hrana krídla spojovala s trupom. Ukázalo sa, že v tejto konfigurácii nedodávali dostatočný prívod vzduchu do motoru a boli teda predĺžené smerom von. [11]

Spočiatku mal byť stroj poháňaný motorom švédskeho dizajnu, pričom projekt tohto motora sa dostal aj do veľmi pokročilej fázy, ale nakoniec v roku 1952 bol tento projekt zrušený a Saab 32 bol poháňaný motorom Rolls-Royce Avon 100, ktorý bol stavaný vo Švédsku pod licenciou ako RM 5.

Prvý prototyp bol pritom poháňaný motorom Avon RA. 7R. [11]



Obr. 5.1 Saab 202 s krídlami určenými pre Saab 32 v polovičnom merítku [11]



Obr. 5.2 Prvá verzia Lansenu A 32A [11]

5.2 Vývoj

Prototyp mal sloty, tie boli pri produkčnom stroji nahradené hlbokými, ale krátkymi plôtkami, ktoré boli umiestnené okolo nábežnej hrany krídla oproti vnútornému koncu bilančných krídeliek. [13]

V roku 1953 sa stroju dokonca podarilo prekročiť rýchlosť zvuku pri miernom strmhlavom klesaní aj napriek tomu, že stroj nebol na to určený.

Elektronika na palube zahŕňala PS-43/A prehľadový radar a PN-51 navigačný radar, BT 9C počítač na výpočet odhodu bômb a gyroskopické mieridlá boli tiež súčasťou výbavy.

Kanóny, ktoré boli umiestnené v prednej časti stroja, mali nainštalované elektricky otvárané dvere kvôli zníženiu odporu vzduchu. [1]

Stroj bol tiež prvý v švédskom letectve, čo mal svoju výzbroj plne integrovanú rovnako ako je tomu na dnešných strojoch, a taktiež to bol prvý dvoj sedadlový prúdový stroj v švédskom letectve.

Kvôli veľkej spotrebe paliva mal stroj na spodnej časti trupu nainštalovanú prídavnú nádrž v tvare slzy ktorá mohla byť podľa potreby odhodená.

Prvá produkčná verzia Lansenu bola označená A 32A pričom vo vývoji boli ešte verzie S 32C a J 32B. [11]

S 32C bola prieskumná verzia, kde došlo k náhrade kanónov za kamery a v kokpíte bol nainštalované Jinger FL S2 optické mieridlo, pomocou ktorého ich bolo možné namieriť a teda poskytnúť veľkú presnosť a to obzvlášť vo veľkých výškach. Pre prieskum v noci stroj mohol niesť 12 M62 zábleskových bômb.

Radar v lietadle bol nahradený výkonnejšou verziou a to PS-432/A. [11]



Obr. 5.3 J32D s vysunutými vzdušnými brzdami a s viditeľnou prídavnou nádržou. [11]

J 32B mala slúžiť ako nočný stíhač pre všetky podmienky a počasie, pre túto úlohu bola teda vybavená silnejším motorom RM 6A. Tento motor mal silnejšie prídavné spaľovanie ako jeho predchodca a jeho veľkosť bola tiež väčšia, takže došlo k miernemu zväčšeniu zadnej časti trupu.

20 mm Bofors kanóny boli nahradené 30 mm Aden kanónmi, pričom stroj tiež dostal možnosť niesť tepelne navádzané protivzdušné rakety RB 24 a zároveň nestratil žiadnu z jeho schopností vykonávať misie proti pozemným cieľom, teda až na menšiu nosnosť výzbroje. [11]

Pri tomto variante sa tiež prvý krát ukazuje rýchle napredovanie elektroniky a kam budú budúce stroje smerovať. J 32B mal S6A integrovaný systém, ktorý sa skladal z dvoch senzorov a to PS.42A radar a silnou infračervenou kamerou pod pravým krídlom.

Tieto senzory podávali pilotovi informácie o leteckých i pozemných cieľoch a to aj v noci za zlého počasia a tým sa stal J 32B prvým európskym strojom, ktorý bol toho schopný. Medzi ostatné systémy, ktoré boli vylepšené patrili autopilot, rádio, a navigačný systém. [11]

Ďalšie verzie Lansenu boli J 32D upravená na ťahanie leteckých cieľov pri tréningu a J 32E upravená na testovanie a tréning z ECM a EW systémy. Všetky verzie Lansenu tiež disponovali veľmi nezvyčajnými vzdušnými brzdami ktoré sa vysúvali zo strán a spodnej časti trupu. [11]

Na J 32B je možné vidieť prečo sa švédske letectvo rozhodlo ísť cestou multifunkčných strojov. Švédsko oproti krajinám ako USA, UK alebo USSR malo značné obmedzené finančné prostriedky, pričom jeho letectvo potrebovalo stroje na rôzne účely a J 32B im potvrdil, že všetky ich je schopný zvládnuť jediný stroj čo by značne znížilo cenu.

Všetky verzie Lansenu tiež disponovali veľmi nezvyčajnými vzdušnými brzdami ktoré sa vysúvali zo strán a spodnej časti trupu. [11]



Obr. 5.4 J 29 ,ktorý slúžil v role stíhacieho stroja aj stroja na pozemné útoky a bol neskôr nahradený jeho nástupcami, britským strojom Hawker Hunter v stíhacej role a A 32 lansen v pozemnej roli. [11]

5.3 Letové vlastnosti

Stroj nedisponoval nijakými výnimočnými letovými vlastnosťami, ktoré by nebolo možné nájsť u iných zahraničných strojoch ako napr. britský Hawker Hunter, ktorý švédská armáda používala v rovnakej úlohe ako Lansen. Kde sa stroj líšil, boli hlavne jeho integrované systémy a multifunkčnosť, ktorá udala precedens pre budúce stroje.

5.4 Parametre

Tabuľka 3 parametre stroja Saab 32 [1]

	A 32A/ S32C	J 32B
Rozpätie (m)	13	13
Dĺžka (m)	14,9	14,9
Výška (m)	3,75	3,75
motor	RM 5	RM 6A
Prázdna hmotnosť (kg)	7 500	8 077
Hmotnosť s nákladom (kg)	13 600	11 194
Maximálna rýchlosť (km/h)	1 125	1 125
Cestovná rýchlosť (km/h)	850	850
Rýchlosť stúpania (m/s)	60	100
Dostup (m)	15 000	16 000
Dolet (km)	1 850	2000

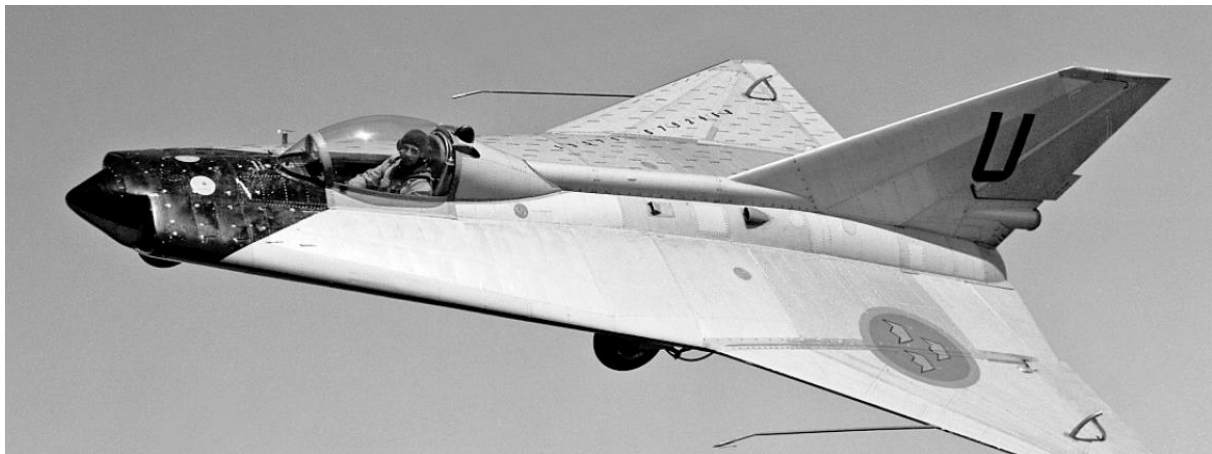
6 Saab 35 Draken

6.1 Koncept

Aj napriek tomu, že v roku 1949 nebol Saab 29 dlho v službe, sa vďaka rýchlym pokrokom v leteckých systémoch a dizajnu pripravovala jeho náhrada.

Nový stroj mal byť schopný zachytávať nadzvukové bombardéry a teda základná požiadavka bola rýchlosť 1,5 machu, čo bolo neskôr zvýšené až na 1,8 machu. Toto by taktiež sprevádzala veľká rýchlosť stúpania a veľký maximálny dostup. Nové systémy pre zameriavanie kanónov a rakiet aj navádzaných striel boli očakávané napriek tomu, že v roku 1949 boli niektoré technológie úplnou novinkou.

Dolet stroja mal byť veľký, nakoľko Švédsko začalo vzhľadom k zahraničnej hrozbe klásť väčší dôraz na ich systém rozptýlených základní. Stroj mal byť schopný vykonávať operácie z dráh nie dlhších ako 2 000 m a 13 m širokých. Túto špecifikáciu spĺňalo zhruba 400 sekcií švédskej diaľnice. K tomuto tiež patrila nenáročnosť údržby v skromných podmienkach. [14]

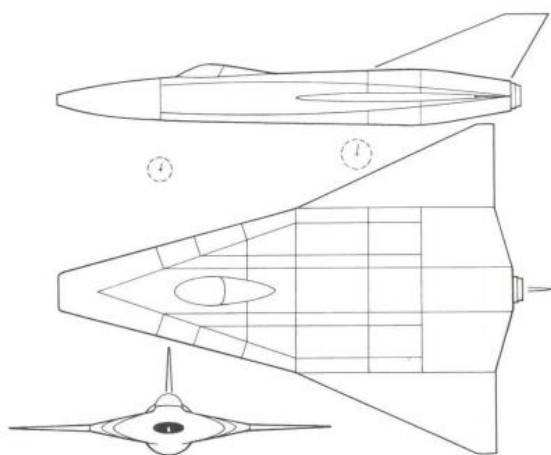


Obr. 6.1 Saab 210 za letu [11]

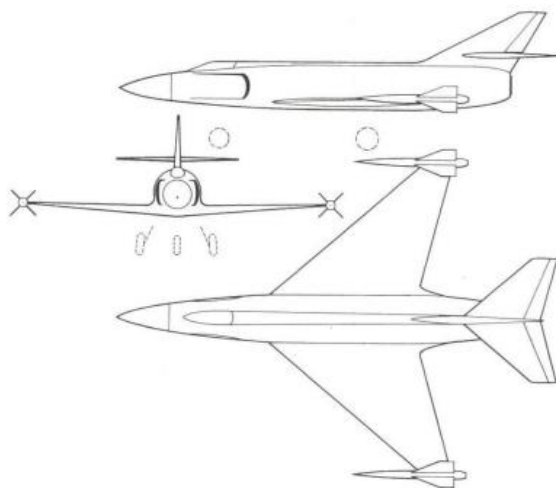
6.2 Vývoj

6.2.1 Dvojité delta krídlo

Švédsky inžinieri nemali ešte v danej dobe skúsenosti s lietadlami priamo určenými pre nadzvukový let a zo začiatku sa pracovalo s dvoma variantami, typ 1220 so šípovým, ktorý mal veľkú inšpiráciu v Saab 32 Lansen a typ 1250 s delta krídlom. Pričom pri modeli s delta krídlom bol problém s návrhom prívodov vzduchu. [15]



Obr. 6.2 typ 1250 s dvojitým delta krídlom, z ktorého neskôr vznikol Saab 210 a Saab 35 Draken. [15]



Obr. 6.3 typ 1220, ktorý vychádzal zo Saab 32 [15]

Typ 1220 zo začiatku vyzeral ako značný favorit, nakoľko kvôli niekoľkým nehodám pri testovaní lietadiel s delta krídlom v USA a UK vznikla skepsa ohľadom tohto dizajnu a švédsky inžinieri potrebovali viac dát.

Po vykonaní výskumu sa došlo k záveru, že šípový dizajn mal príliš veľký aerodynamický odpor pri veľkých machových číslach a pri vykonaní potrebných úprav v dizajne by stroj nemal dostatočný priestor pre palivo, zbrane a zariadenia tak, ako diktovali špecifikácie.

Delta krídlo sa v tomto smere ukázalo ako lepší kandidát ale jednoduché delta krídlo bolo hneď zavrnuté kvôli problémom s ťažiskom a tlakovým stredom, a ktoré by sa len ťažko odstraňovali. [14]

Našťastie sa ukázalo, že menej štandardný dizajn takzvaného dvojitého delta krídla riešil radu problémov a poskytoval tiež radu výhod:

- Zníženie prednej oblasti lietadla a súčasne dovoľoval optimálnu oblasť krídla.
- Lepší uhol sklonu vnútornej časti krídla.
- Ťažisko a tlakový stred boli bližšie pri sebe.
- Nízky odpor pri nadzvukových rýchlostiach.
- Prijateľný odpor pri nízkych rýchlostiach.
- Silná a odolná konštrukcia.
- Schopnosť umiestniť prívod vzduchu do prednejšej časti stroja.

Presvedčiť vedenie Saab o funkčnosti tohto dizajnu sa ale objavilo byť veľmi náročné, a preto došlo k výrobe veľkého množstva malých drevených a kovových modelov, ktoré boli testované a rad z nich bol pri týchto testoch zničený. Nakoniec sa podarilo obhájiť realizovateľnosť teoretických návrhov a projekt mohol postúpiť do novej fázy. [14]

6.2.2 Saab 210

Pre lepšie pochopenie dizajnu a overenie funkčnosti došlo k postaveniu podzvukového Saab 210, ktorý do značnej miery pripomínal Draken. Stroj mal nainštalované nádrže s kvapalinou, pomocou ktorých mohol meniť polohu ťažiska za letu. Prívody vzduchu boli taktiež ľahko vymeniteľné a ich celkový dizajn sa zmenil mnoho krát.

Bolo objavené, že pozdĺžna stabilita stroja bola narušaná vírmi, ktoré boli tvorené na perách prívodov vzduchu pri vysokých uhloch nábehu, čo nakoniec viedlo k vytvoreniu konečného dizajnu, ktorý je možné vidieť na prvých produkčných strojoch. [14]

Konečný dizajn nosu lietadla dovolil umiestnenie prívodov vzduchu ďalej od seba, čo dovolilo lepšie využitie priestoru pred kokpitom, čo sa neskôr ukázalo ako dobré rozhodnutie pri inštalácii radaru a optických systémov na Saab 35 Draken. [14]

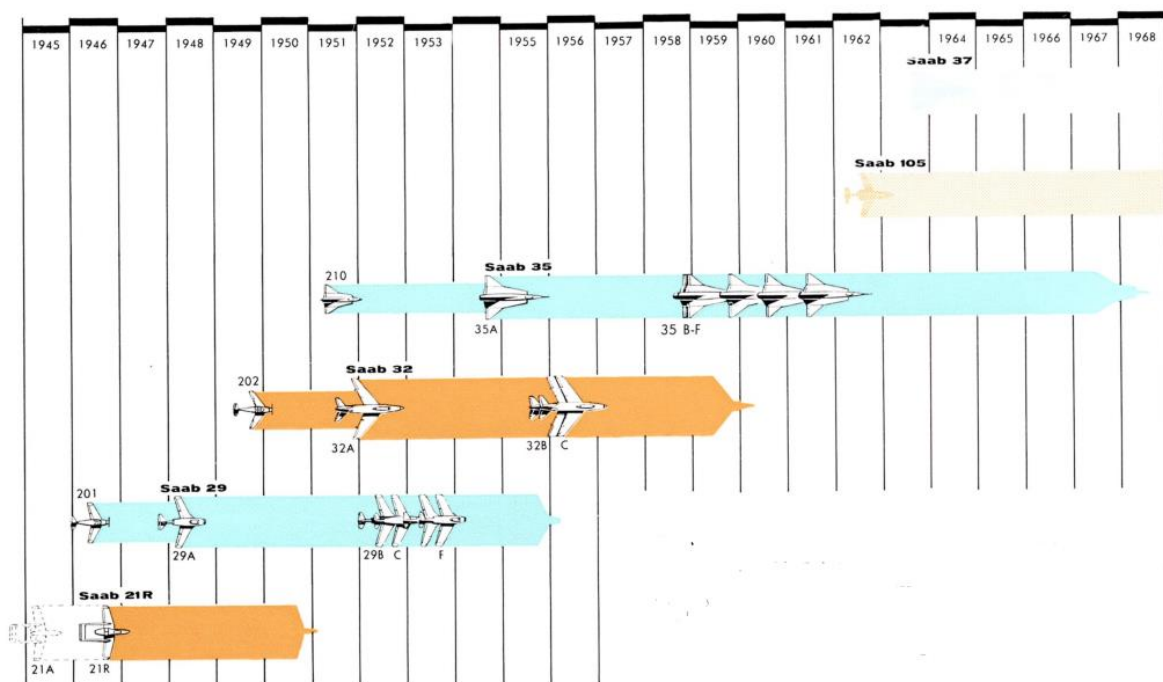


Obr. 6.4 Pilot nastupujúci do Saab 210 [15]

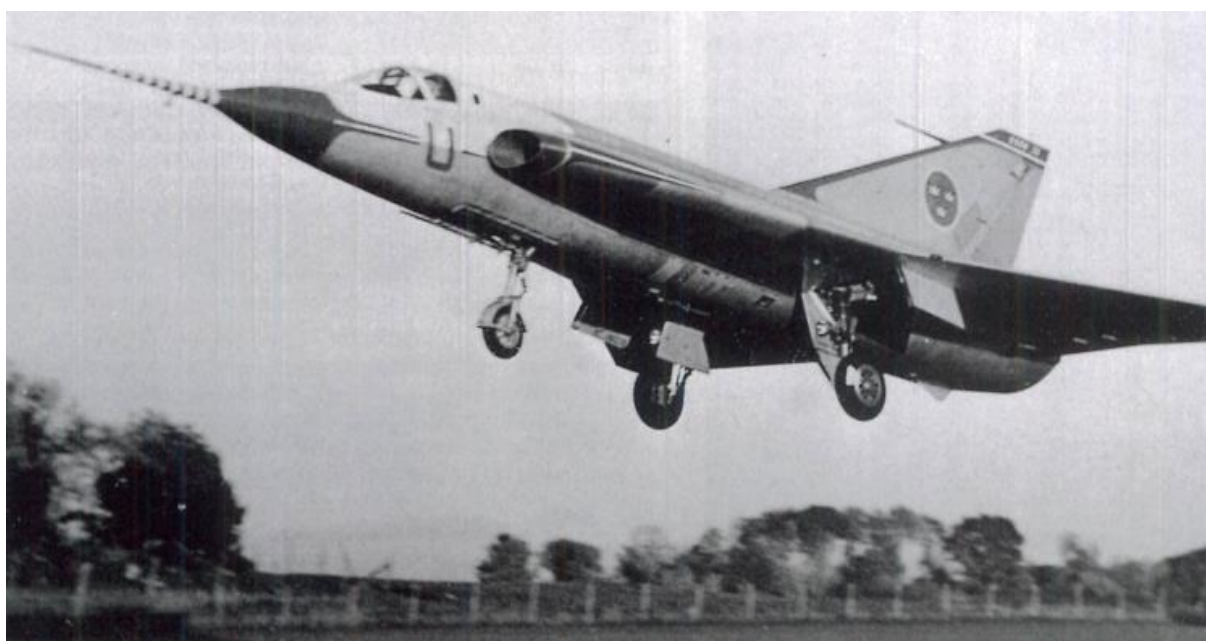
Po týchto úpravách došlo k postaveniu prvých troch prototypov Draken. Ich testovanie sa ukázalo veľmi nezáživné vďaka veľmi dôkladnému testovaniu na zmenšených modeloch a na Saab 210. Prototyp prekonal v rovnom lete zvukovú bariéru aj napriek tomu, že boli poháňané rovnakým motorom ako Lansen, pričom stroje v sériovej výrobe boli poháňané silnejším motorom RM6B.

Štvrtý prototyp mal iba malé modifikácie kokpitu a zadnej časti trupu.

Napriek dobrému testovaniu a výsledkom nechceli inžinieri nechať nič na náhodu a prvý sériový Draken vzlietol teda až v roku 1959. [15]



Obr. 6.6 Graf zobrazujúci vývoj a produkciu švédskych strojov v čase [16]

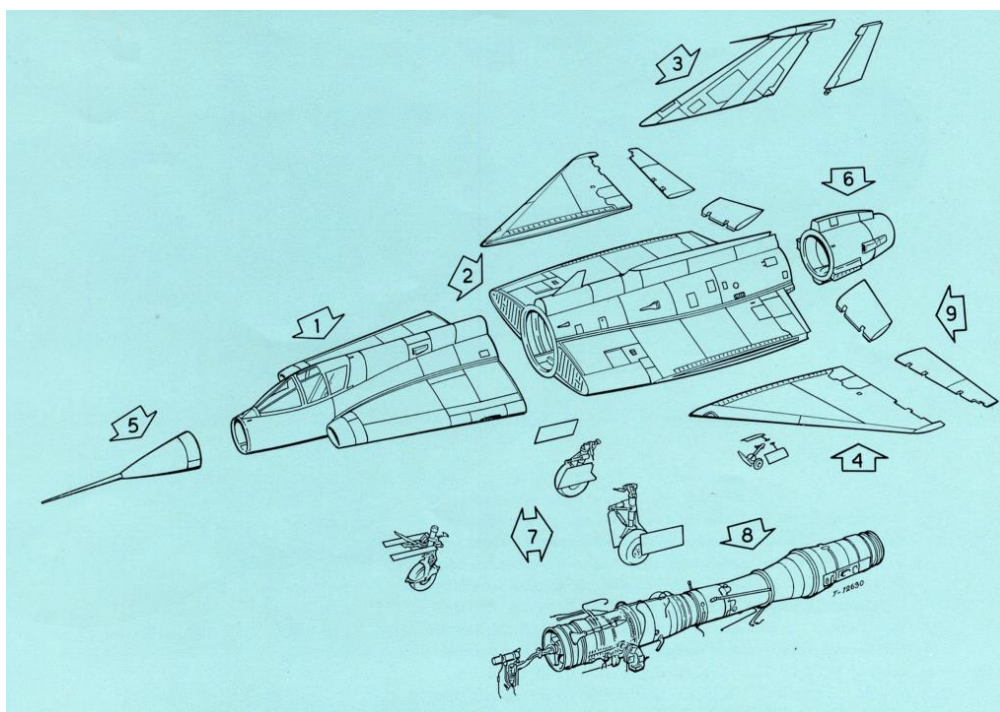


Obr. 6.5 Prvý prototyp Drakenu 35-1 Red U počas svojho prvého letu 25. októbra 1955. [15]

6.2.3 J 35A

Produkčné stroje boli strednoplôšníky s dvojitou delta konfiguráciou krídla, pričom sklon nábežnej hrany na vnútornom krídle bol 80° a na vonkajšej časti krídla 57° . [14] Vnútorné krídlo malo malý odpor a súčasne bolo dostatočné hrubé aby v ňom boli uložené náboje, palivo a podvozok. Vnútorné krídlo bolo tiež silno integrované s trupom lietadla, čo mu dávalo výhodu z hľadiska namáhania. [1]

Na celom stroji, ale hlavne na jeho trupe, treba tiež poznamenať fakt, že sa skladal z viacerých sekcií, ktoré bolo možné pomerne jednoducho rozložiť a znovu spojiť podľa potreby. [14]



Obr. 6.7 Rozdelené časti Drakena: (1) predná trupová sekcia ; (2) zadná trupová sekcia ; (3) vertikálny stabilizátor ; (4) vonkajšie časti krídla ; (5) radome ; (6) chvostový kužeľ ; (7) podvozok ; (8) motor ; (9) klapky a pohyblivý stabilizátor. [16]

Prvé Drakeny niesli označenie J 35A pričom niekoľko prvých kusov nebolo plne vybavených radarom ani palebnými systémami a tieto stroje boli neskôr prerobené na dvojmiestne stroje, určené na testovanie. Neskoršie stroje boli vybavené radarom PS-02/A a PN-793/A, palebným systémom a autopilotom. Základná výzbroj boli dva 30 mm kanóny Aden a stroj mohol niesť pod licenciou vyrábané rakety Rb 24.

Prvá väčšia zmena, čo nastala, bolo predĺženie chvostu lietadla, kde sa pri testoch ukázalo, že stroj s dlhým chvostom mal 25% väčší zisk výkonu a dosiahol rýchlosti 1,4 machu o 30 sekúnd skôr. Tieto zmeny spolu s novým prídavným spaľovaním zlepšili vlastnosti vo veľkých výškach len minimálne, ale bolo možné pozorovať značné zlepšenie v stredných výškach. Inštalácia dlhého chvostu tiež viedla k umiestneniu zaťažovateľného kolesa na chvoste. [15]

Niektorým pilotom sa na tejto verzii podarilo dostať do takzvaného hlbokého pádu, pričom tomuto sa už pri návrhu snažili inžinieri predísť ich dôkladným testovaním ťažiska. Na J 35A teda ešte došlo k modifikácii ovládania a autopilota, čo problémy neodstránilo úplne ale minimalizovalo ich to dostatočne. [15]



Obr. 6.8 J 35A s krátkym chvostom na jar 1960. [15]



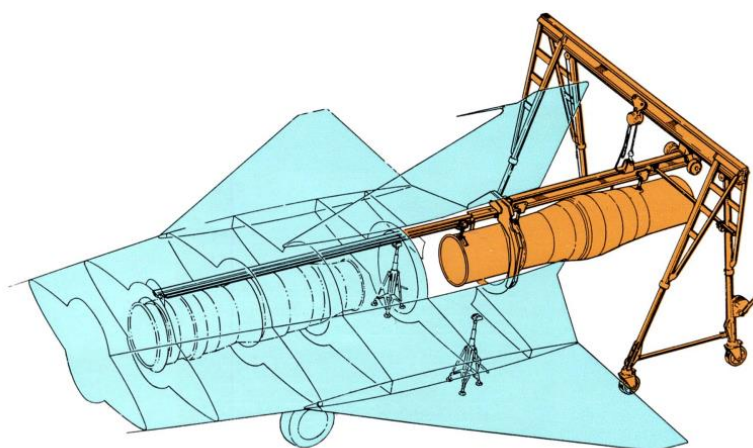
Obr. 6.9 J35A s dlhým chvostom a chvostovým kolesom pri pristávaní. [15]

6.2.4 J 35B

J 35B bola veľmi podobná J 35A, pričom väčšina ich modifikácií bola interná a jednalo sa hlavne o novú avioniku ,nový radar PS-03 a palebný systém SAAB S7. Táto verzia bola ale lepšie prispôsobená na pozemné útoky.

Hlavnou modifikáciou bola inštalácia elektronických zariadení, ktoré boli integrované so švédskym obranným systémom STRIL-60, ktorého nápad bol vyvinutý v päťdesiatich rokoch. [14]

Plný potenciál tohto systému sa ukázal až pri nasledovníkovi Drakena.

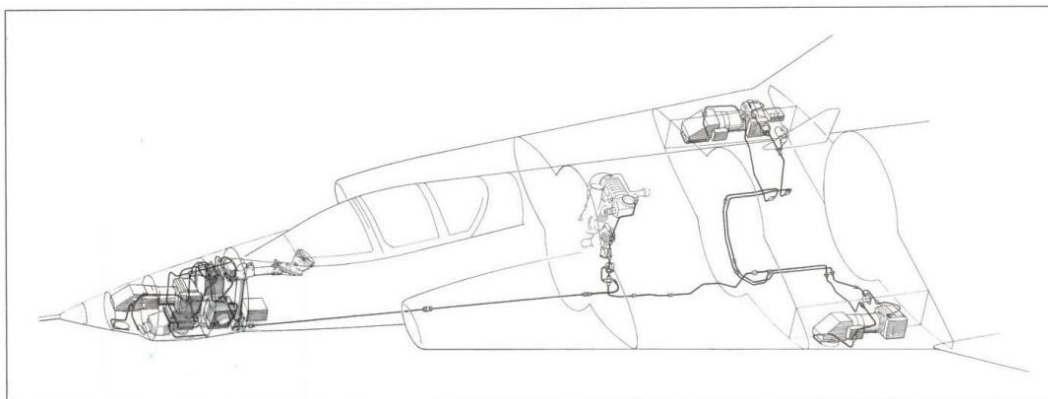


Obr. 6.10 Ilustrácia výmeny motoru na Drakenovy (rovnakým spôsobom dochádzalo k výmene aj na Saab 37 Viggen) [16]

6.2.5 SK 35C

Testovacia verzia SK 35C bola modifikovaná z originálnych Drakenov s krátkym chvostom, pričom sa jednalo o dvojmiestnu verziu pre študenta a inštruktora. Pre lepšiu viditeľnosť došlo k inštalácii periskopov pre inštruktora. Kvôli inštalácii druhého kokpitu došlo k premiestneniu vybavenia a k zmenšeniu predných palivových nádrží, pričom ale súčasne došlo k inštalácii palivových nádrží na miesto kanónov. [14]

Testovacie Drakeny sa neskôr ukázali ako veľmi výhodná investícia, nakoľko sa používali na testovanie nových systémov pre J 37 Viggen aj J 39 Gripen niekoľko dekád a taktiež by bez nich Draken nebol žiadaný na zahraničnom trhu. [15]



Obr. 6.11 Rozpoloženie kamerových systémov na S 35E. [15]



Obr. 6.12 Štyri SK 35C. Pod krídlami si je možné všimnúť podtrupové vertikálne stabilizátory, ktoré pomáhali z problémami pri vybočení. [15]

6.2.6 J 35D – J 35F

Tento variant bol prvý, na ktorý bol namontovaný nový motor RM 6C a nové prídavné spaľovanie EBK 67 čo značne zvýšilo výkon stroja. Stroj tiež niesol viac paliva ako jeho predchodcovia. Prívody vzduchu boli dlhšie a štíhlejšie a došlo k zmene dizajnu vrchnej časti vertikálneho stabilizátoru[15]

S 35E bola prieskumná verzia Drakenu, u ktorej sa ukázalo problematické nainštalovať kamery do nosu stroja a dve kamery na krídla stroja. Pre túto potrebu francúzska spoločnosť Omera vyvinula kamery špecificky pre potreby Drakenu. Tiež došlo k inštalácii nahrávača zvuku pre lepšie ohodnotenie misií. Pri tejto verzii sa ukázalo, že pokiaľ sa stroj pohyboval nadzvukovou rýchlosťou nízko nad zemou, tak dochádzalo k zlyhaniu RM 6C motora, nakoľko sa v ňom tvorili štruktúrne trhliny a došlo k strate až osemnástich S 35E. V ich posledných rokoch služby boli tieto stroje modifikované systémy pre elektronickú vojnu. [15]

J 35F bola posledná verzia Drakenu, pričom jeho hlavnou charakteristikou bola schopnosť niesť nový typ protivzdušných striel a kanón na jednom krídle bol nahradený počítačom. Stroj niesol radarom navádzané Rb 27, ktoré boli vhodné pre použitie vo veľkých výškach a tepelné Rb 28 vhodné pre nízke výšky. Tento Draken bol aj prvý, ktorý bol plne integrovaný so systémom STRIL-60, z ktorého pilot mohol prijímať informácie o svojom celi pomocou data-linku ktorý bol neskôr zdokonalený na J 37 Viggen a ukázal sa byť z jedným najpokrokovejších systémov danej doby. [15]



Obr. 6.13 J 35F na základni v roku 1969. [15]

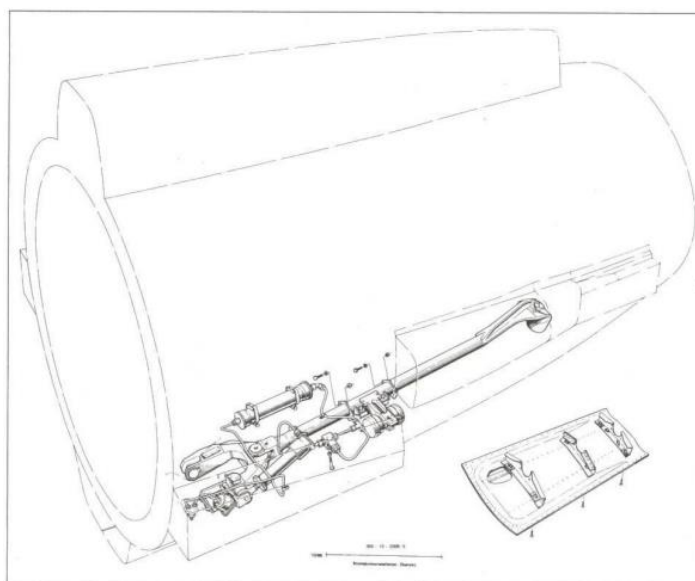
6.2.7 J 35-export

J 35 bol prvý švédsky stroj, ktorý sa dostal vo väčšom množstve do výzbroje iných krajín a bol pre potreby iného letectva aj upravený.

Dánske 35XD (vyvinuté z J 35F) boli z veľkej časti upravené na pozemné útoky, došlo k odstráneniu radaru a zvýšeniu množstva paliva a výzbroje, ktorú mohol stroj niesť. Jednalo sa o najťažšiu verziu Drakena a kvôli tomu bol zosilnený podvozok a pre potreby dánskeho letectva došlo k vývoju nového systému signalizácie pádu lietadla, ktorý bol neskôr nainštalovaný aj na všetky švédске Drakeny.

Ďalším unikátnym prvkom, ktorým disponovali dánske verzie bol zachytávací hák podobný tým, ktoré lietadlá používali na pristátie na lietadlových lodiach, pričom u dánskych strojov mal pomôcť s pristávaním na letiskách. Háč mohol byť pritom nainštalovaný na všetky Drakeny, ale samotný Švédci nikdy oň neprejavili záujem.

Medzi ďalšie krajiny, ktoré operovali Draken patrilo tiež Rakúsko a Fínsko, ale modifikácie na týchto strojoch boli menšie a väčšinou sa jednalo o iné varianty radarov alebo konfiguráciu klamných cieľov a svetlíc. [15]



Obr. 6.14 Záchytný háč dánskych Drakenov. [15]

6.3 Letové vlastnosti

Pre pilotov bol Draken stroj, ktorý splnil požiadavky, na ktoré bol navrhnutý, pričom jeho ovládanie nebolo ťažké, ale v prípade nedôkladného tréningu nebezpečné, v čom veľmi pomohli testovacie Drakeny. Stroj aj napriek mnohoročnému testovaniu trpel problémami s motorom, ktoré sa nikdy nepodarilo úplne vyriešiť. [15]

6.4 Parametre

Tabuľka 4 parametre stroja Saab 35 [1]

	J35 A	J35 B	J35 D-F
Rozpätie (m)	9,42	9,42	9,42
Dĺžka (m)	15,2	15,34	15,34
Výška (m)	3,89	3,89	3,89
motor	RM 6B	de Havilland Ghost	de Havilland Ghost
Hmotnosť s nákladom (kg)	9 000	9 000	11 000
Maximálna rýchlosť (mach)	1,5	1,8	2+
Cestovná rýchlosť (mach)	0,9	0,9	0,9
Rýchlosť stúpania (m/s)	200	200	250
Dostup (m)	15 000	15 000	20 000
Dolet (km)	2 750	2 750	2 750

7 Saab 37 Viggen

7.1 Koncept

Počiatky tohto stroja sa dajú pozorovať už v skorých päťdesiatich rokoch, kde sa švédske letectvo zaoberalo nápadom nahradiť všetky stíhacie, útočné aj prieskumné lietadlá jedným dizajnom, ktorý by zvládol všetky úlohy. Takýto koncept totiž znamenal veľmi znížené náklady na vývoj, výrobu aj tréning. Do vývoja sa tento koncept dostal až v šesťdesiatich rokoch, pričom stroj mal postupne nahradiť v stíhacej role J 35 Draken a v útočnej role J 32 Lansen, pričom najviac dôležitou požiadavkou na technické parametre stroja, bola jeho schopnosť operovať a byť obsluhovaná z veľmi krátkych vzletových dráh, ktoré sa nachádzali všade na švédskom vidieku a na čo začalo Švédsko klásť ďaleko väčší dôraz ako pri predošlých projektoch. [11]

7.1.1 Canard dizajn

Aby stroj splnil tento účel tak bolo preskúmaných veľa dizajnov a kvôli veľmi prísnyim požiadavkám bol zvolený Canard dizajn (kačacie plochy). Netradičným prvkom v danej dobe bol fakt, že obi dve krídla boli dizajnu delta. Pričom predné krídla boli umiestnené tesne pred a nad hlavným delta krídlom a disponovali vlastnými klapkami. Toto umožňovalo pri pristávaní aby si stroj držal veľkú úroveň vztlaku čo dovoľovalo pristávanie pri nízkych rýchlostiach na veľmi krátkych dráhach a súčasne nebránili pri lete dosahovaniu veľkých rýchlostí . Stroj vykonával takzvané pristátie bez podrovnania (no-Flare landing) [11]

Kvôli veľkému namáhaniu, ktoré musel stroj vydržať bol jeho drak navrhnutý z titanu a silným, ale netradičným podvozkom, ktorý sa skladal z prednej podvozkovej nohy s dvoma kolesami a z hlavného podvozku s nezvyčajným usporiadaním kolies za sebou, nie vedľa seba, čo umožňovalo stroju aby si zachoval svoj úzky profil, pričom podvozok sa zasúval do krídiel. Okrem bŕzd mal zo spomalením a zastavením stroja pomáhať aj systém spätného ťahu spolu z reverzom ťahu, čo obzvlášť v švédskych ťadových podmienkach, pri ktorých dochádzalo k zamrznutiu pristávacích dráh, bolo potrebné. Saab 37 bol prvý stroj, ktorý bol vybavený prídavným spaľovaním aj spätným ťahom a zostáva až do teraz jediným jednomotorovým strojom, ktorý mal oba systémy. Viggen mal byť schopný zastaviť na dráhe nie dlhšej ako 500 metrov. [11]

7.1.2 Motor

Ako pohonná jednotka bol vybraný dvojprúdový motor Pratt and Whitney JT8D, ktorý bol ťažko modifikovaný a označený ako RM 8, pričom dvojprúdový motor disponoval veľkou efektívnosťou paliva pri letoch na dlhšie vzdialenosti, čo bolo potrebné pre prieskumné a útočné varianty, ale nižšou efektívnosťou oproti klasickému prúdovému motoru pri použití prídavného spaľovania, bol to ale kompromis, ktorý nerobil väčšie prekážky.[11]

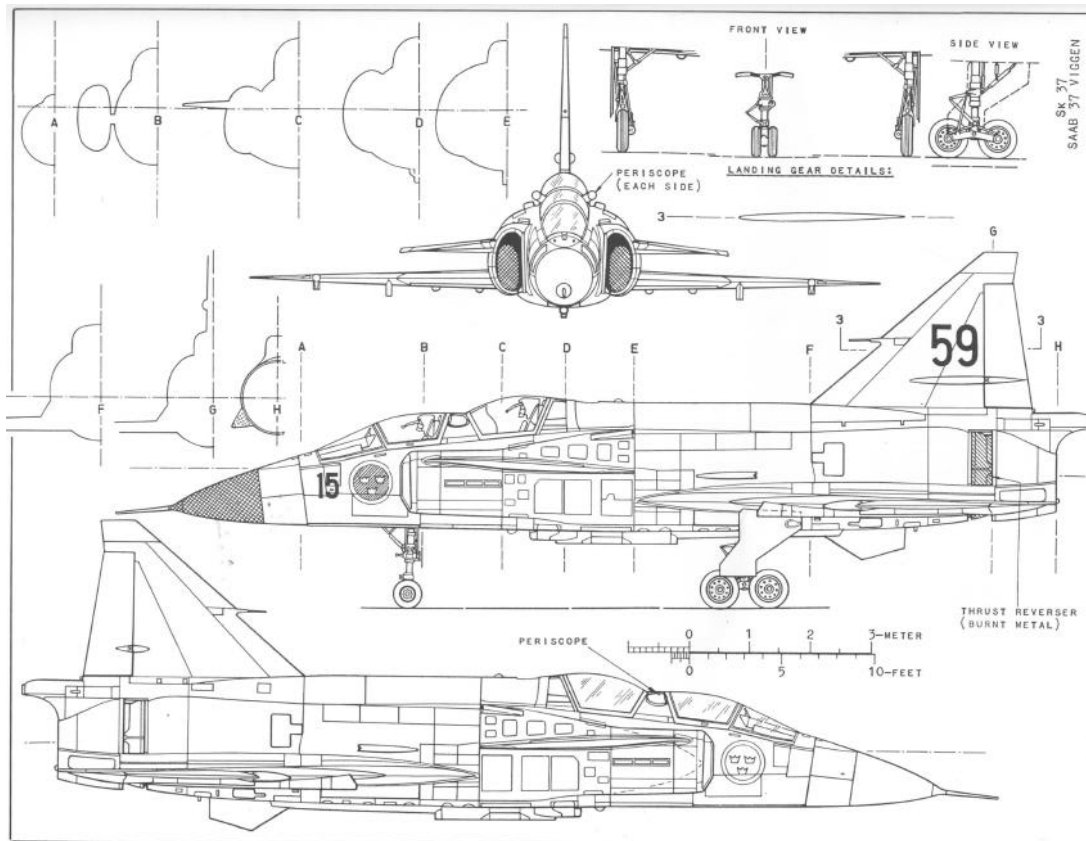
Veľkosť motoru výrazne ovplyvnila aj veľkosť celého lietadla, čo vytvorilo ďalší problém, keď si dizajnéri uvedomili že podľa momentálneho návrhu by sa Viggen s jeho výškou nezmestil do hangárov určených pre Lansen a Draken. Prišli teda s riešením sklápacieho vertikálneho stabilizátoru aby mohol byť naďalej používaný už postavené hangáre. [10]



Obr. 7.2 Sklopený vertikálny stabilizátor. [10]



Obr. 7.1 Jakt-Viggen pripravený na zasunutie do podzemného Hangáru v Upsale, [10]



Obr. 7.3 SAAB 37 Viggen [17]

7.1.3 Avionika

Čo sa týka avioniky, tak tá bola čo najviac prispôsobená, aby pilot musel robiť čo najmenej úkonov, a preto došlo k inštalácii rozsiahlych elektronických systémov na, ktorých čele bol prvý palubný počítač s integrovanými obvodmi Saab CK37. Toto bol v danej dobe úplne unikátny prvok, počítač mal na starosti pokročilú navigáciu, zbraňové systémy, palivo a zobrazovanie informácií na displeji, taktiež spojoval lietadlo so systémom STRIL 60 čo ho spojovalo zo švédskou obrannou sieťou a taktiež mal na starosti systém data-link. [11]

Stroj bol vybavený silným multifunkčným radarom Ericsson PS-37/A monopulse X spolu z Decca Type 72, navigačným radarom a výškomerom Honeywell. Aby stroj mohol bezpečne pristávať na rozptýlených základniach po celom Švédsku tak bol vybavený taktickým mikrovlnným systémom prístrojového priblíženia a pristátia (MLS).

Obranné prvky stroja zahŕňali inštaláciu radarového varovania na krídlach a na chvoste spolu s možnosťou niesť v závesníkoch svetlice, výmetnicu klamných cieľov alebo rušičku radarov. [11]

Výzbroj mohla tvoriť rôzna kombinácia rakiet alebo bômb do spoločnej hmotnosti 7000 kg, ktoré by boli umiestnené na deviatich závesníkoch, pričom centrálny závesník v drvivej väčšine prípadov niesol prídavnú palivovú nádrž. [11]

Pre rýchlu operáciu z rozptýlených základní bol stroj vybavený systémom kaziet, na ktorých boli nahrané dáta vopred. Po tom čo bola misia naplánovaná na mape tak pilot použil PLA systém (planning and evaluation systém). Jednalo sa o počítač, v ktorom bola vopred načítaná mapa a plán mohol byť kliknutím na mape, alebo zadáním súradníc, načítaný do počítača. Zóna, ktorým sa mal pilot vyhnúť mohli byť tiež naprogramované spolu zo zadáním rýchlosti a výšky pre každú časť letu a taktiež verzia lietadla, množstvo paliva a nesené zbrane. Počítač následne spočítal množstvo spotrebovaného paliva pri určených bodoch letu, ktoré môže neskôr pilot overovať počas letu. Všetky dáta sú potom nahrané na kazetu a kazeta je nahraná do navigačného systému stroja. Neskoršej verzii boli schopné zobrazit' a vypočítať väčšie množstvo informácií. Po lete bolo možné na kazetu nahráť letové dáta a analyzovať ich pomocou počítačov, čo slúžilo ako skvelý nástroj pre tréning. [12]

7.2 Vývoj

Testovanie ukázalo veľké množstvo problémov, ktoré vzniknú pokiaľ má byť stroj dobrý vo všetkých úlohách a majú na ňom byť nainštalované najnovšie a nie najlepšie odskúšané technológie. Prvá zmena nastala ešte pred prvým letom, kde vďaka dôkladnému pozemnému testovaniu došlo k zmene kačacích plôch - pôvodne mali vzpätie, ale po testovaní boli pripevnené na plocho bez vzpätia. [11]

Prvé stroje pri pristávaní a používaní spätného chodu ukazovali veľkú nestabilitu a došlo ku strate dvoch strojov po tom, čo začali horieť. Tento problém nebol zložitý na vyriešenie a došlo k miernej modifikácii ovládania predného podvozku a spätného chodu. Ďalší veľký problém, ktorým trpel stroj od začiatku, ale ukázal sa až o niekoľko rokov, keď došlo k strate až troch strojov v rokoch 1974-75 a všetky lety boli pozastavené na 6 mesiacov, čo malo negatívny dopad na obranu švédskeho leteckého priestoru. Ukázalo sa, že hlavný nosník nebol dostatočne silný a došlo teda k jeho zosilneniu rovnako ako k modifikácii všetkých už vyrobených strojov pričom hrúbka kovu bola zväčšená z 12 mm na 41mm, čo viedlo aj k zvýšeniu maximálnych letových hodín z 2000 na 2800. [10]

Práca s elektronickým systémom sa ukázala ako výzva pre pilotov aj inžinierov, kde pri zmene kódu v systéme aby stroj po misii automaticky spustil vbudovaný test, aby bol stroj pripravený čo najskôr na ďalšiu misiu došlo k tomu, že test sa spustil automaticky po tom čo detektory zaznamenali váhu na podvozku pri pristávaní čo pilotovi spôsobilo stratu kontroly nad strojom, ktorú sa mu ale podarilo opäť získať. Tento incident ukazuje ako boli tieto technológie nové a nepreskúmané. [11]



Obr. 7.4 Jakt Viggen 37 [12]



Obr. 7.5 Bočný pohľad na Saab AJ 37 Viggen [11]



Obr. 7.6 SF 37 Viggen z modifikovanou prednou časťou pre umiestnenie kamier [11]

7.2.1 AJ37 Attack-Viggen

Základným variantom Viggenu, na ktorý sa vzťahovali počiatočné požiadavky a ktorý mal taktiež slúžiť ako predloha pre ostatné modifikácie a varianty, bol Viggen určený na pozemné útoky AJ 37 .

Prvý sériovo vyrobený stroj vzlietol vo februári 1971 a okrem vyššie spomenutých špecifikácií mohol niesť maximálnu hmotnosť zbraní až 7 ton.

Medzi zbrane, ktoré niesol, patrili Rb04E radarom navádzané protilodné rakety, rádiom navádzané Rb05A a Rb75 televízne navádzané strely. Ďalšiu výzbroj zahŕňali rôzne nenavádzane rakety, fragmentačné bomby, vysoko výbušné bomby alebo FFV SA10 30 mm kanóny značky Aden.

V protiletectvej úlohe mohlo byť vybavené tepelne navádzanými raketami ako Rb24J a Rb74. Pre jeho prežitie vo vzdušnom súboji mu mali pomôcť pridané výmetnice svetlíc a klamných cieľov a ECM [10]

7.2.2 SK37 Skol-Viggen

SK37 bola špeciálna verzia Viggenu, ktorých bolo vyrobených len pár kusov, nakoľko to bol variant určený na tréning a poprípadne na testovanie rôznych nových modifikácií. Jej najväčšou charakteristikou bolo dvoj sedadlové usporiadanie so separátnymi prekrytmi pre oba kokpity. To znamená, že vnútorný priestor kokpitov nebol prepojený a teda každý kokpit mal "bublinu" ktorá sa otvárala zvlášť. Inštruktor v zadnom sedadle ale stále musel používať 2 periskopy, ktoré boli umiestnené po stranách v časti medzi dvoma kokpitmi, aby monitoroval priblíženie pri pristávaní, nakoľko viditeľnosť zo zadného kokpitu v smere vpred bola obmedzená. SK37 mal tiež 30 cm vysoké nadstavenie zvislej chvostovej plochy aby kompenzoval väčšiu vertikálnu oblasť dvoch kokpitov čo znižovalo smerovú stabilitu stroja. [10]

PS-37/A radar bol odstránený a zbrane, ktoré mohol niesť boli limitované na 30 mm kanóny a rakety M70. Pre navigáciu sa radar spoliehal na Doppler a DME a vnútorná kapacita paliva bola tiež znížená kvôli inštalácií druhého kokpitu. [10]



Obr. 7.7 Dvojica SK37 Viggen vzlietajúce z Östersundu v marci 1999. [10]

7.2.3 SH/SF37 Spannings-Viggen

Boli vyvinuté dve verzie Viggenu určené pre prieskum, SH37 radar-recce určený pre monitorovanie mora a SF37 photo-recce určený pre taktický prieskum. Prvé stroje týchto modifikácií boli zavedené do služby v roku 1973. [10]

SH37 mal v nose nainštalovaný Ericsson PS-371/A radar upravený pre operácie nad morom a jeho palubný počítač mal taktiež väčšiu pamäť ako útočná verzia.

Pre účely fotografie bol stroj vybavený na ľavom krídle ďaleko dosahovým foto podvesom, v ktorom sa nachádzala 600 mm SKa24D kamera a taktiež podvesom na nočný prieskum, na pravom krídle boli umiestnené tri 75 mm SKa34 kamery a osvetľovacie vybavenie. [10]

SF37 verzia nemala žiadny radar, ale v jej nose sa nachádzala rôzna škála kamerových systémov a tiež mohla niesť na krídlach rovnaké podvesy ako SH37. V drivej väčšine prípadov operovali Spanning-Viggen v pároch jedna SH37 a jedna SF37 čo im dovoľovalo efektívne využívať potenciál oboch prieskumných systémov, o čom svedčí aj to, že tieto konkrétne verzie boli veľmi aktívne používané až do roku 2005 kedy došlo k vyradeniu Viggenu . Obe verzie mohli byť taktiež vybavené podobnou výzbrojou ako útočná verzia AJ37 aj keď to nebolo ich určená rola. [10]



Obr. 7.8 Mix šedých SF37 a zelených SH37 Spannings-Viggen v apríly 2001

7.2.4 JA37 Jakt-Viggen

JA37 bola stíhacia verzia Viggenu, ktorá bola vyvinutá ako posledná nakoľko potreba nahradiť J35 Draken nebola tak naliehavá. Táto verzia sa často označuje aj ako Viggen druhej generácie vďaka veľkému technologickému pokroku, ktorý nastal v sedemdesiatich a osemdesiatich rokoch. [12]

Stroj mal nastavenie zvislej chvostovej plochy rovnako ako tréningový variant a bol o niečo dlhší, kvôli novému motoru RM8B. Tento motor mal poskytnúť stíhacej variante väčší ťah a silnejšie prídavné spaľovanie. [12]

Pri avionike došlo k zmene počítača na CD 107, ktorý mal až 5 krát väčší výkon ako CK37. Systém riadenia letu bol Saab SA 07, ktorý bol aj prvý plne digitálny systém čo vstúpil do produkcie. Nový radar PS-46/A bol prvý európsky pulzný dopplerov radar a mal dosah až 50 km. Stroj, samozrejme, mohol niesť väčšiu škálu rakiet ako jeho predchodcovia a bol vybavený novým 30mm kanónom značky Oerlikon. Stroj bol vo vývoji od roku 1971 a do služby oficiálne vstúpil v roku 1980 čo rozhodne nezastavilo jeho vývoj. [12]

Jedna z prvých modifikácií bola inštalácia novej modifikácie pre data-link, ktorá by dovoľovala lietadlám zdieľať presnejšie informácie o zbraniach a polohe cieľa. Následne bol nainštalovaný systém na varovanie pred kolíziou so zemou a výmetnica svetlíc. Pri modifikácii typu B došlo k znemožneniu používania vzdušných báz kvôli potrebe uvoľniť miesto na radiacej páke pre nové prepínače a bola teda označená ako nepotrebná. Ďalej nasledovala schopnosť sledovať viac cieľov súčasne a automatické mierenie kanónu. [12]

JA 37D bola posledná a značná modifikácia Viggenu, ktorá nastala až po skončení studenej vojny, pričom v danej dobe už dochádzalo pomaly k náhrade Viggenu jeho nasledovníkom J 39 Gripen. JA37 D využíval technológie použité pri vývoji Gripenu a tým poskytoval veľmi dôležitú spätnú väzbu pre Gripen. Došlo opäť k inštalácii nového počítača a celkovej zmene elektronických systémov. Najväčšou zmenou pre pilotov bola inštalácia multi-funkčnej farebnej obrazovky, ktorá značne zlepšila prehľad informácií, ktoré pilot obdržal a manipuláciu s nimi. JA37 D bol tiež schopný niesť veľkú škálu nových rušičiek a zbraní a to aj vďaka zlepšenej kooperácii s krajinami NATO, ktorá nastala po rozpade Sovietskeho zväzu. Najlepšou novou zbraňou, čo sa dostala do švédskeho arzenálu bola AIM-120 AMRAAM. Táto raketa dlhého doletu typu vzduch-vzduch veľmi dobre fungovala so švédskym data-link systémom a pomohla Viggenu, aby sa na bojisku vyrovnal aj novším strojom. [12]



Obr. 7.9 Hlavné 3 varianty Viggenu AJ, SF a JA 37 spolu s ich náhradou JAS 39 Gripen [11]



Obr. 7.10 Saab JA37, na ktorom sú vidieť vodorovné predne plochy a súčasne aj nastavenie zvislej chvostovej plochy. Na krídle je viditeľný RWR umiestnený za psím zubom, ktorý sa na dizajn preniesol zo skorších strojov. [12]

7.3 Data-link

Švédske letectvo bolo jedným z pionierov taktického dátového prepojenia (data link) pre letecké operácie a Viggen bol stroj, kde táto technológia bola naozaj zdokonalená, pričom ale bola v menšom rozsahu používaná aj na strojoch Lansen a Draken. V BVR (beyond visual range) boji, kde prehľad o situácii a dodatočné informácie môžu viesť k úspechu, dáva tento systém stroju bezkonkurenčný prehľad o celom bojisku. [10]

Základná funkcia, ktorú data-link Viggenu poskytoval, bol prenos dát z radaru a senzorov stroja ostatným Viggénom, ktoré sa nachádzali na rovnakej data-link sieti, rovnako mohli byť prenesené dáta o celkovom stave lietadla a stave zbraní. Toto bolo veľmi jednoduché aj pre pilotov, pričom jediná vec, ktorú museli urobiť bolo zvoliť príslušný rádiový kanál a preniesť dáta. Toto mohlo byť veľmi efektívne v boji, kde Viggen by sa mohol priblížiť k nepriateľovi, zatiaľ čo by bol radarovo pasívny a dáta o protivníkovi by boli poskytnuté iným Viggénom, alebo pozemným radarom. [10]

Pomocou data-link mohli byť naraz aktívne pripojené až 4 stroje súčasne, ktoré posielali dáta a neobmedzený počet strojov mohol tieto dáta prijímať. Testovanie ukázalo, že tento systém bol skoro nerušiteľný. Švédske letectvo usporiadalo cvičenia leteckej obrany, počas ktorých boli schopní pomocou šiestich strojov pokryť polovicu švédskeho leteckého priestoru, pričom boli rozdelené do troch párov a vďaka data-linku mohol každý Viggen vedieť, kde v leteckom priestore sa všetky stroje nachádzajú, čo vidia a čo momentálne vykonávajú. [10]

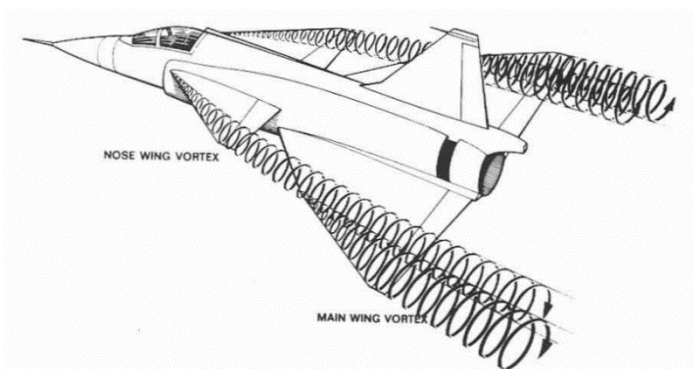


Obr. 7.11 Kokpit AJS37 [12]

7.4 Letové vlastnosti

Vlastnosti 1. a 2. generácie Viggenov sa pomerne líšili, pričom zdieľali schopnosť vzlietnuť do troch minút. Útočný variant mal ťažké ovládanie, čo ale nijak nebránilo úlohe, pre ktorú bol navrhnutý. Na druhú stranu stíhací variant mal vďaka dekáde vývoja a novému motoru veľmi dobrú ovládateľnosť a podľa pilotov sa nedal s Viggenom prvej generácie porovnať. Schopnosť vzlietnuť na 500 metroch dráhy a vystúpať do výšky 10 000 m za 60 sekúnd bola veľmi ocenená pilotmi. [10]

Vodorovné predné plochy neprispievali výrazne k vztlaku a slúžili ako generátory vírov za krídlom pre hlavné delta krídlo, čo malo pozitívny dopad na letové vlastnosti. Dvojité delta krídlo zaisťovalo, že stroj bol veľmi stabilný, ale taktiež spôsobovalo že Viggen veľmi rýchlo strácal energiu pri manévroch, čo sa iba čiastočne podarilo pri stíhacom variante vynahradiť silnejším motorom. [10]



Obr. 7.12 Na obrázku je možné vidieť integráciu vírov z predných plôch s vírmi z hlavného krídla [1]

7.5 Parametre

Tabuľka 5 parametre stroja Saab 37 [1]

	AJ/SG/SH 37	JA 37
Rozpätie (m)	10.6	10.6
Dĺžka (m)	16,3	16,4
Výška (m)	5,6	5,9
motor	RM8	RM8B
Hmotnosť s nákladom (kg)	16 000	18 000
Maximálna rýchlosť	Mach 2+	Mach 2+
Cestovná rýchlosť	0,9 mach	0,9 mach
Dostup (m)	18 000	18 000
Dolet (km)	2000 +	2000 +

8 Saab 39 Gripen

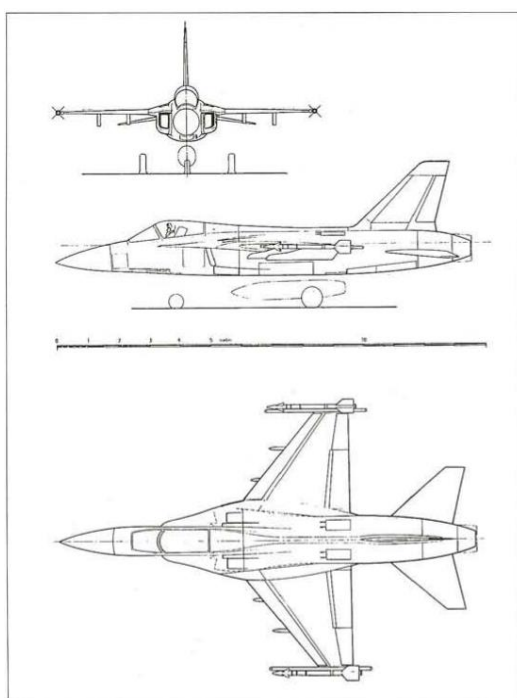
8.1 Koncept

Vďaka rýchlemu pokroku v technike sa už v sedemdesiatich rokoch začal pripravovať nový projekt multi-funkčného lietadla, pričom by sa jednalo o stíhacie lietadlo 4. generácie. Oproti stroju 3. generácie ako Viggen malo dôjsť ešte k väčšej integrácii elektronických systémov. Navrhované boli 2 hlavné dizajny a to Typ 2102 a Typ 2105.

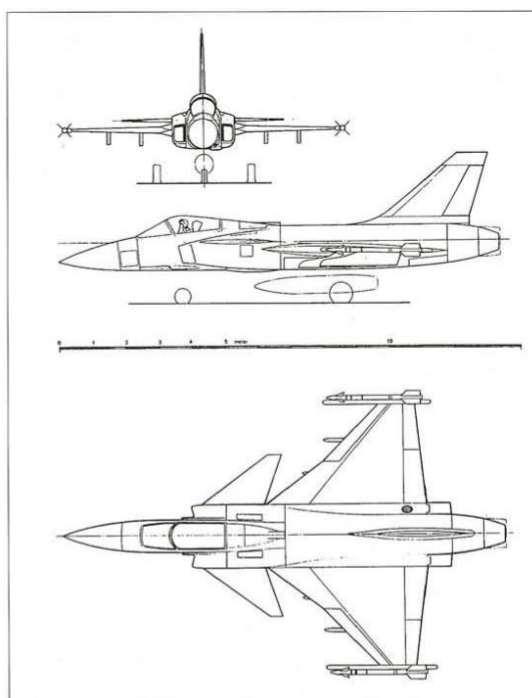
Typ 2102 bol konvenčnejší dizajn zo šípovými krídlami umiestnenými v strednej časti trupu a z horizontálnym stabilizátorom v zadnej časti.

Typ 2105 bol dizajn odvíjajúci sa z Viggenu a jednalo sa teda o canard dizajn s delta krídlom.

Oba dizajny pritom boli jednomiestne stroje a poháňané jedným motorom s prívodmi vzduchu umiestnenými na bočnej strane trupu.



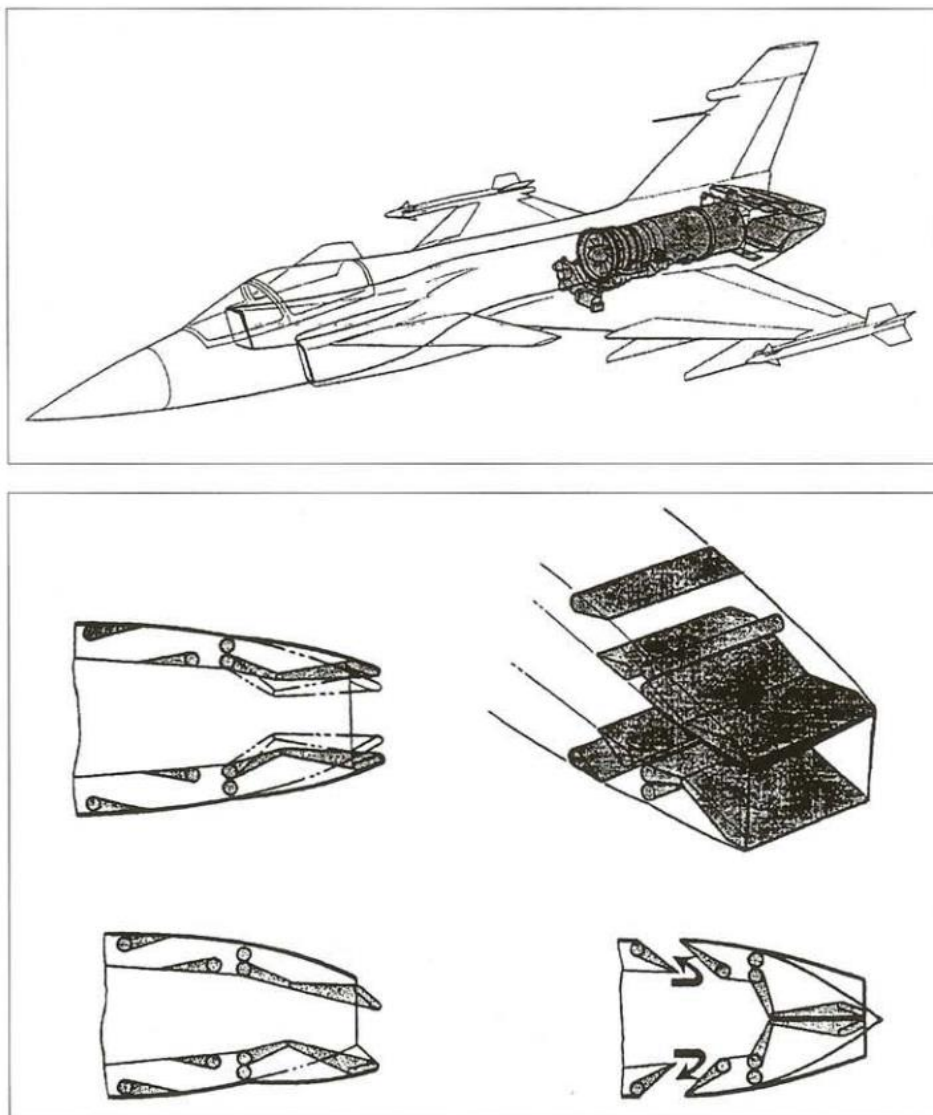
Obr. 8.1 Typ 2102 [18]



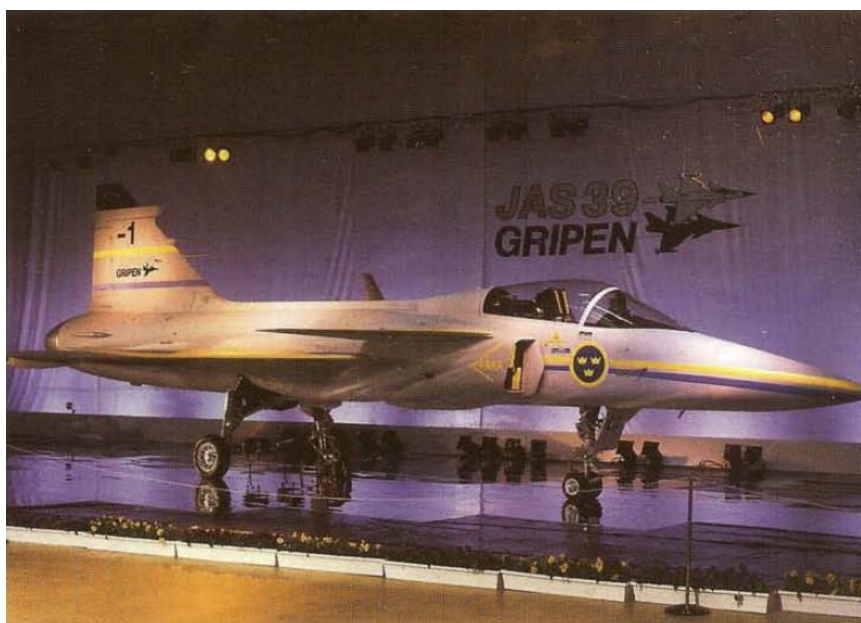
Obr. 8.2 Typ 2105 [18]

Vďaka pokrokom vo výpočtoch a dôkladnému testovaniu zmenšených modelov vo veterných tuneloch, bol Typ 2102 vylúčený kvôli väčšiemu odporu vzduchu a teda Typ 2105 bol návrh z ktorého vzišiel Gripen. Oproti Viggenu mal byť nový stroj výrazne menší a kačacie plochy mali byť pohyblivé, pričom veľkú rolu hrala cena. Gripen z počiatku nemal presné špecifikácie a rávalo sa zo zmenami, ktoré môžu nastať v neskoršej časti vývoja. [18]

Z počiatku sa tiež uvažovalo o nainštalovaní dvoj dimenzionálne vektorovej ťahovej trysky spolu z reverzom ťahu, čo by zaistilo podmienku krátkeho vzletu a pristátia. Od tohto nápadu ale bolo rýchlo opustené, nakoľko by to stroj urobilo výrazne ťažším a hlavne drahším, čo bolo v danej dobe veľmi nežiadúce. [18]



Obr. 8.3 Návrh dvoj dimenzionálnej vektorovej ťahovej trysky s reverzom ťahu. [18]



Obr. 8.4 Prvý prototyp Gripenu pri 50. výročí Saab [18]

8.2 Vývoj

Prvý prototyp Gripenu bol hotový v roku 1988 a už pred jeho prvý letom sa ukázal závažný problém so softvérom, ktorý oddialil prvý let o niekoľko mesiacov. Problémy so softvérom pokračovali aj počas prvého letu a musel byť teda ďalej modifikovaný. Stroj bol poháňaný motormi RM12, čo bol upravený a licenčne vyrábaný Americký General Electric F-404. Tento motor mal však tiež radu problémov ako napríklad strata ťahu pri štartovaní na studeno, alebo tvorba trhlín na lopatkách kompresoru. Po vyriešení týchto problémov a po letoch Gripenu s plnou aviatikou sa ukázalo, že Gripen ukazuje lepšie výkony, ako sa očakávalo. Veľkou pomocou bol aj pokrok v data-linku, ktorý umožňoval prenos dát z testovania v reálnou čas na zem, kde mohli byť ihneď analyzované. [18]

Pohyblivé kačacie plochy na stroji pomáhali hlavne pri brzdení na zemi spolu so vzdušnými brzdami.

Po prvých letoch sa vedelo, aké presné požiadavky spadali na nový stroj, väčšina z nich bola pri tom založená hlavne na celkovej cene programu. Stroj mal mať veľkú spoľahlivosť, nízke náklady na údržbu, veľkú a jednoduchú modifikovateľnosť pre rôzne misie a taktiež sa začali zvyšovať požiadavky na stealth charakteristiku stroja. So stealth charakteristikou stroja nepomáhal jeho canard dizajn, nakoľko zníženie stealth schopností a lepšie zachytenie na radaroch bola jednou z jeho najväčších nevýhod, na druhú stranu toto bolo kompenzované faktom, že nový Gripen bol o 30% menší ako jeho predchodca Viggen a dokonca o 40% menší ako prvý stroj 5. Generácie, ktorá sa mala pýšiť stealth technológiou F-22 Raptor. [18]

Gripenova konštrukcia sa skladá zo 60% z hliníkových zliatin, 6 % titánové zliatiny a 5% ostatné kovy, pričom najväčšia zmena, čo nastala oproti Vigenovi, bol fakt, že kačacie plochy, dvere podvozku, poťah krídla, elevony a kormidlo spolu s inými prvkami boli vyrobené z kompozitných materiálov, ktoré pomohli so znížením Gripenovej RCS (radar cross section). S týmto tiež pomohol zlatý poťah na bubline kokpitu a dizajn vývodu motoru, aby nebol jednoducho zachytený radarom. [18]



Obr. 8.5 Prototypy Gripenu 39-2 a 39-5 [18]

Gripen bol strednoplošník, pričom krídlo bolo cropped delta, ktoré malo z vnútornej a vonkajšej časti uhol 55° a 52° v strednej časti. Krídlo bolo teda rozdelené na 3 časti s automatickými klapkami, jedna na vnútornej časti od psieho zubu a jedna na vnútornej časti. Dve elevony tvorili vnútornú sekciu zadnej hrany krídla. Kačacie plochy mohli mať uhol až 58° a nesmierne pomáhali pri brzdení stroja na zemi, keď boli naklonené smerom dole a teda poskytovali stroju maximálny odpor. Novinou bol tiež Auxiliary Power Unit (APU) ktorá mala za úlohu poskytovať elektrickú energiu stroju na zemi a teda značne zvýšiť jeho schopnosť operovať z rozptýlených základní. Predošlé švédске stroje APU nedisponovali a spoliehali sa na externé zdroje a prístroje. [18]

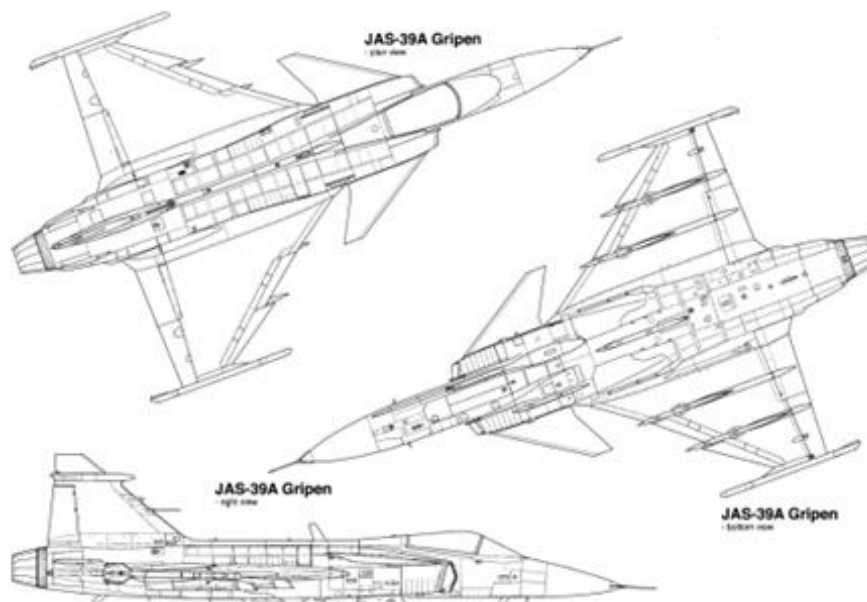
Gripen je oproti Viggenu takzvané „nestabilné“ lietadlo, ktoré používa digitálny fly-by-wire systém. V prípade poruchy dôjde k odpojeniu kačacích plôch, ktoré sa stanú free-floating čo spôsobí, že Gripen sa stane stabilným a môže byť ovládaný pomocou záložného analógového systému.

Výhodou „nestabilného“ dizajnu je možnosť umiestnenia motora vo veľkej vzdialenosti od ťažiska, čo vytvára v trupe stroja priestor pre palivo a ostatné systémy. [18]



Obr. 8.6 Gripen využívajúci kačacie plochy na brzdenie pri pristávaní [18]

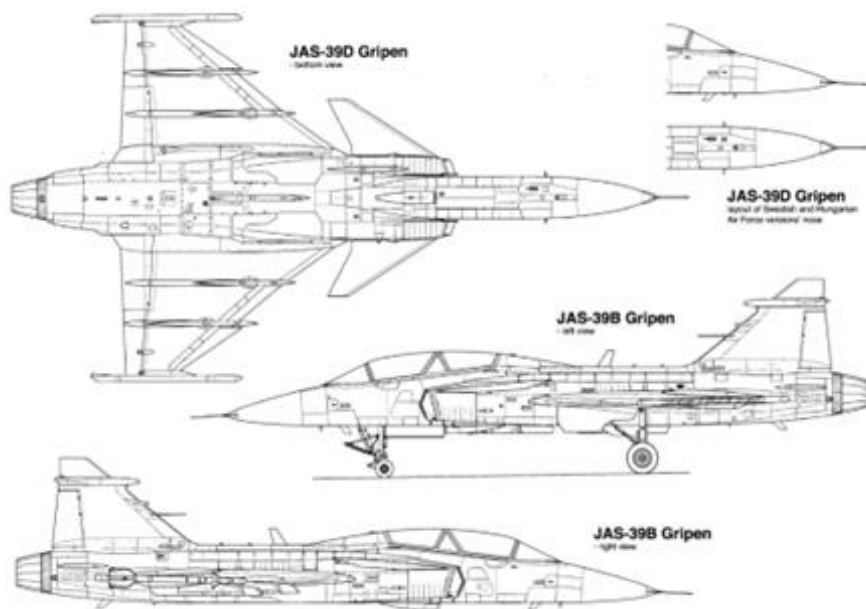
Základný variant Gripenu mal označenie JAS 39A, pričom z neho vzišiel dvoj miestny variant určený pre tréning JAS 39B. Tento stroj mal zmenšenú kapacitu paliva a odstránený 27 mm kanón kvôli inštalácii druhého kokpitu. JAS 39B je tiež o 65 cm dlhší ako JAS 39A čo spôsobilo, že stroj bol menej nestabilný a znížil sa jeho letový výkon. Vďaka tomu že tento Gripen bol vyvinutý 10 rokov po prvom Gripene bolo tiež možné nainštalovať pokročilejšiu elektroniku. [18]



Obr. 8.7 JAS-39A Gripen [19]

JAS 39C je verzia Gripena, ktorá je určená aj na export a disponovala zosilnenými krídlami a podvozkom, čo jej umožňuje niesť väčšie množstvo výzbroje. Je to tiež prvá verzia ktorá má schopnosť tankovania za letu, čo pre stroj, ktorý sa predáva do zahraničia, bola veľmi dôležitá podmienka. Stroj sa taktiež už nespolieha na žiadnu analógovú zálohu jeho systémov, HDD zóna v kokpite bola zväčšená a upgradovaná z monochromatickej na farebnú a informácie sú zobrazované v angličtine a imperiálnych jednotkách (U predošlých verzií švédčina s metrickými jednotkami.). Došlo tiež k upgradu všetkých elektronických systémov na palube za novšie. [18]

JAS 39D je upgradovaný variant JAS 39B, pričom elektronické vybavenie je rovnaké ako na JAS 39C. Došlo tiež k testovaniu a implementácií niektorých systémov ktoré sú štandardom NATO. [19]



Obr. 8.8 JAS-39D Gripen [19]

JAS 39E by mal byť Gripen novej generácie, ktorý by sa mal vďaka zmene vnútorného dizajnu avioniky stať unikátny vďaka jeho veľkej modifikovateľnosti pre potreby špecifického letectva. Stroj je tiež schopný niesť väčšie množstvo paliva vďaka tomu, že podvozok bol presunutý z trupu na krídla a tiež došlo k všeobecnému zväčšeniu tela lietadla. Nový motor F414G je tiež výkonnejší a aj palivovo efektívnejší. Nový radar spolu s pokroky vo výzbroji a ECM umožňuje stroju, aby sa vyrovnal strojom 5. generácie. [9]



Obr. 8.9 JAS-39B na ktorom sú vidieť jeho dvojité a predĺžené kokpity [18]

8.3 Letové vlastnosti

Gripen bol vo všetkých letových vlastnostiach lepší ako jeho predchodca Saab 37 pričom bol súčasne aj menší s pokročilejšou elektronikou. Toto sa ale aj preukázalo aj cene stroja a viedlo to k opusteniu stratégie kedy dochádzalo k náhrade starého stroja z novým v pomere 1:1 a dalo sa prednosť kvalite pred kvantitou. [18]

8.4 Parametre

Tabuľka 6 parametre stroja Saab 39 [3,4]

	JAS 39C	JAS 39D	JAS 39E	JAS 39F
Rozpätie (m)	8,4	8,4	8,6	8,6
Dĺžka (m)	14,9	15,6	15,2	15,9
Výkon motora (kN)	80,5	80,5	98 kN	98 kN
Hmotnosť s nákladom (kg)	14 000	14 000	16 500	16 500
Maximálna rýchlosť	Mach 2+			
Dostup (m)	16 000			
Dolet (km)	3000			

9 Budúcnosť vývoja

V marci 2023 sa vďaka momentálnej politickej dospelo k rozhodnutiu zjednotiť letectvá severovýchodných krajín Nórsko, Švédsko, Dánsko a Fínsko. [20] Spolu s faktom, že Fínsko a Švédsko sa pripojujú ku krajinám NATO, to môže svedčiť o smere, ktorým sa vývoj v SAAB bude smerovať. Vývoj bude hlavne ovplyvnený faktom, že okrem Švédska všetky ostatné krajiny operujú alebo budú v najbližšej dobe operovať Americký F-35 Lightning II [5], zatiaľ čo samotné Švédsko začalo zavádzať od roku 2018 do služby nový JAS 39E a bude na tento nový štandard modifikovať verzie C/D [3].

Najdôležitejší rozdiel medzi F-35 a JAS 39E je fakt, že F-35 je stroj 5. generácie, to znamená je to stroj, ktorého najväčšou obranou je technológia stealth a teda jeho schopnosť nebyť spozorovaný radarom. JAS 39E je oproti tomu stroj 4. generácie, ktorý je v boji odkázaný na svoj radar a rôzne ECM. JAS 39E je vybavený najnovším AESA radarom aIRST senzorm,IRST je pasívny senzor, ktorý je schopný hľadať ciele na vzdialenosti podobným radarom bez toho, aby cieľ vedel o tom že bol spozorovaný. [3]



Obr. 9.1 Gripen E Brazílskeho Letectva [3]



Obr. 9.2 Formácia Gripenov E pre Švédske aj Brazílske letectvo [3]

JAS 39E je taktiež jeden z najmenších strojov 4. generácie a fakt, že nedisponuje stealth technológiou mu dáva jednu veľkú výhodu a to modifikovateľnosť. F-35 nie len je väčší ale stealth technológia vyžaduje veľmi presné používanie geometrických tvarov pre jej udržanie. Z tohoto dôvodu je tiež všetka výzbroj stroja uložená vo vnútri a je oproti JAS 39E, ktorý ma k dispozícii 10 externých závesníkov na ktoré je možné namontovať rôzne dodatočné ECM podvesy, ktoré sú schopné výrazné pomôcť pri strete zo strojom 5. generácie. Na závesníkoch je tiež možné niesť najnovšie strely Európskej výroby Meteor BVRAAM čo sú typu vzduch-vzduch dlhého doletu. Vďaka ich veľkosti je nemožné aby lietadlá ako F-35 takéto strely niesli napriek tomu, že Americká armáda má podobné strely k dispozícii a teda Gripen má v ohľade na výzbroj výhodu. Modifikovateľnosť sa netýka len výzbroje ale aj schopnosti v prípade potreby jednoduchšie zmeniť vnútorné komponenty stroja alebo upraviť jeho geometriu. [21]

Vývoj švédskeho letectva bude ale tiež poháňaný vecami, ktoré majú tieto stroje spoločné ako je napríklad technológia data-link. Švédsko bolo priekopníkom v použití tejto technológie v 60. rokoch a od vtedy došlo k jej adaptácii skoro všetkými krajinami NATO a jej spojencami a k inštalácii data-link systémov na novšie iterácie starších strojov. JAS39 E aj F-35 operujú spolu na tejto sieti z názvom link 16 a je teda možné očakávať ďalší vývoj tejto technológie. [8]

Je tiež možné, že vďaka modifikovateľnosti budú niektoré technológie, ktorými disponuje F-35 nainštalované na JAS 39E. Napriek tomu že Švédsko do NATO ešte len vstupuje, tak nie je možné povedať že Švédsko bolo naozaj vždy neutrálne nakoľko veľká časť testovacích pilotov boli Britský piloti a Švédsko využívalo pri ich vývoji veterné tunely v Anglicku alebo v Spojených Štátoch. Veľké množstvo elektroniky a prístrojov, ktoré Švédsko inštalovalo do svojich strojov bolo švédskej výroby ale jednalo sa prevažne o výrobu licenčnú, nakoľko vývoj všetkých zariadení by stál nemalé peniaze. [1,11]

Susedské štáty Švédska pri tom kúpili F-35A čo je variant bez VTOL systému, ktorý by umožňoval lietadlu vertikálny vzlet. Variant F-35B, ktorý disponuje vývojom bol moc drahý a náročnejší na údržbu a prednosť dostal teda F-35A. Toto je problematické hlavne kvôli švédskej doktríne rozptýlených základní nakoľko F-35 nespĺňa požiadavky pre podobný typ operácie a je možné, že Švédsko bude musieť po vstupe do NATO svoju stratégiu zmeniť čo povedie k ďalším zmenám na JAS 39E. Je tiež teda možné, že vďaka rozvinutej infraštruktúre pre vývoj a stavbu lietadiel a taktiež vďaka dlhoročnej dôvere dôjde k výrobe niektorých komponentov pre F-35 vo Švédsku a k následnej adaptácii týchto komponentov na JAS 39E ale toto ukáže až čas.

Časť komponentov pre F-35 je už vyrábaných v Nórsku. [5]

Viac a viac krajín upgraduje svoje letectvo na stroje 5. Generácie, ale to neznamená že stroj ako Gripen nemá svoje miesto a to vďaka tomu, že je ďaleko lacnejší na kúpu aj údržbu oproti stroju ako F-35 a nájde si teda miesto v menej bohatších krajinách. Pred pár rokmi bola otvorená továreň na Gripen v Brazílii pričom Brazílske letectvo už používa nové JAS 39E. [3]



Obr. 9.3 Gripen E vypúšťa raketu Meteor [21]

10 Záver

Švédska letecká konštrukcia za studenej vojny si prešla mnohými zmenami, vývoj prešiel od strojov, ktoré neboli veľmi odlišné od ich zahraničných ekvivalentov a často sa nimi inšpirovali až po unikátne návrhy, z ktorých si brali inšpiráciu iné krajiny. Švédska konštrukcia sa hlavne od šesťdesiatych rokov zameriavala na multifunkčnosť jej strojov, aby boli schopné vykonávať rôzne úlohy a na pokročilé elektronické systémy, ktoré slúžili k rýchlemu zdieľaniu informácií, ako bol napríklad systém data-link.

Väčšina švédskych strojov zdieľala vlastnosť vzletu z krátkych dráh, nakoľko to bolo potrebné pre švédsku stratégiu rozptýlených základní, pri ktorej bolo tiež dôležité zdieľanie informácií. Pri porovnaní s ostatnými krajinami, ktoré žiadnu takúto stratégiu nevedli, a ktoré vyrábali stroje, ktoré boli určené len pre špecifické úkony to bolo nadčasové, ale na druhú stranu špecializované stroje môžu lepšie vyniknúť v ich rolách na úkor ceny.

Draken a stroje ktoré prišli po ňom tiež disponovala stále zlepšujúcou sa elektronikou čo umožňovalo aby stroje lepšie zdieľali informácie medzi sebou a taktiež aby boli napojené priamo na Švédsku sieť obrany STRIL 60. Toto tiež viedlo k rozvinutiu multifunkčnosti a umožnilo to inštaláciu niektorého vybavenia do podvesov a teda aj lepšie prispôsobenie strojov na konkrétnu misiu ktorú mali vykonávať. Multifunkčnosť strojov tiež znižovala cenu za vývoj a údržbu pričom ju tiež aj zjednodušovala čo bolo veľmi dôležité pre švédsku stratégiu rozptýlených základní. Výhodou vlastnej domácej konštrukcie bola tiež dodržiavanie švédskej neutrality a to napriek tomu, že veľké množstvo súčiastok zariadení bolo západného pôvodu a vyrábaných vo Švédsku pod licenciou, čo mohlo túto neutralitu narúšať.

Rozvinutie elektroniky tiež viedlo k úpadku vývoja pomocou testovania na zmenšených modeloch vo veterných tuneloch a naopak to viedlo k rozvoju počítačových simulácií, čo značne tento vývoj zlepšilo a urýchlilo a to napriek miernym problémom.

Švédska letecká konštrukcia si rozhodne našla miesto v histórii napriek veľkej konkurencii a priviedla veľké množstvo inovácií, ktoré sú možné vidieť do dnes. Budúcnosť švédskej konštrukcie je definovaná väčšou elektrifikáciou a zdokonaľovaním digitálnych systémov, pričom o švédskych strojo má záujem množstvo krajín. Vďaka nedávnomu diani vo svete je možné, že dôjde k väčšiemu prelínaniu západnej a švédskej konštrukcie a možno aj k zmenám v švédskej stratégii, na ktorú sú tieto stroje prispôbéné.

11 Zoznam Zdrojov

[1] ANDERSSON, Hans G. *Saab aircraft since 1937*. Washington, D.C.: Smithsonian Institute Press, 1989. ISBN 08-747-4314-1.

[2] WIDFELDT, Bo. *The SAAB 21 A & R*. 138. Profile Publications, 1966.

[3] Gripen E-series. *Saab* [online]. Stockholm [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.saab.com/products/gripen-e-series>

[4] Gripen C-series. *Saab* [online]. Stockholm [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.saab.com/products/gripen-c-series>

[5] F-35 Lightning II. *Lockheedmartin* [online]. Bethesda [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-35.html>

[6] WIDFELDT, Bo. *The SAAB J 29*. Number 36. Profile Publications, 1965.

[7] Erichs, Rolph et al. *The Saab-Scania Story*. Stockholm: Streiffert & Co., 1988. ISBN 91-7886-041-5.

[8] News. Czechairforce [online]. Aleš Hottmar, 2019 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <http://czechairforce.com/news/link-16-nova-dimenze-utajeneho-datoveho-spojeni-pro-ceske-gripeny/>

[9] Saab Gripen Handbook. *Dokumen* [online]. Saab AB [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://dokumen.tips/documents/saab-gripen-handbook.html?page=1>

[10] JØRGENSEN, Jan. *Swedish Viggens: The SAAB AJ/JA/SF/SH and SK37 Vigen in Flygvapnet (Swedish Air Force)*. 015. Erlangen: AirDOC, 2008. ISBN 978-3-935687-15-7.

[11] CALLAWAY, Tom. *Aviation classics: SAAB 75 YEARS OF DEFENCE AND SECURITY*. Issue 16. Wolverhampton: Mortond Media Group, 2012. ISBN 978-1-906167-63-9.

[12] DONALD, David. *International AIR POWER REVIEW*. Volume 14. Norwalk: AIRtime Publishing, 2004. ISBN 1-880588-85-4.

[13] GUNSTON, Bill a Peter GILCHRIST. *JET BOMBERS: From the Messerschmitt Me 262 to the Stealth B-2*. London: Osprey aerospace, 1993. ISBN 1-85532-258-7.

[14] DORR, Robert, Rene FRANCILLON a Jay MILLER. *Saab J35 DRAKEN: Aerofax Minigraph 12*. Texas: Aerofax, 1987. ISBN 0-942548-17-5.

[15] DONALD, David. *International AIR POWER REVIEW*. Volume 5. Norwalk: AIRtime Publishing, 2002. ISBN 1-880588-44-7.

- [16] Firemní prospekt: *Saab 35 Draken*, 1971, Linköping: Svenska Aeroplan Aktiebolaget. [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://libgen.is/book/index.php?md5=071774D913FF18378F3A5FA1CBE51CF1>
- [17] KARLSTRÖM, Björn. *Flygplans-Ritningar 1. 1*. Stockholm: Allt om Hobby AB, 1997. ISBN 9-18549-683-9.
- [18] KEIJSPER, Gerard. *Saab Gripen: Sweden's 21st Century Multi-oile Aircraft*. Hinckley: Midland publishing, 2003. ISBN 1-85780-137-7.
- [19] GOLDEMUND, Slavomír. *JAS-39 Gripen: Swedish Multirole Fighter*. Praha: CMK, c2007. Photo hobby manual. ISBN 80-903-7782-3.
- [20] Europe: Nordic countries plan joint air defence to counter Russian threat. *Reuters* [online]. New York, 2023 [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/world/europe/nordic-countries-plan-joint-air-defence-counter-russian-threat-2023-03-24/>
- [21] Decisive combat effectiveness – unique lethality of Gripen E. *Saab* [online]. Stockholm [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.saab.com/newsroom/stories/2023/april/decisive-combat-effectiveness--unique-lethality-of-gripen-e>

12 Zoznam obrázkov

Obr. 2.1 J 35B na jednej z rozptýlených základní [15]	12
Obr. 2.2 Gripen operujúci z ciest v rámci siete Bas 90 [18]	13
Obr. 2.3 JA 37D, ktorému je pri operácií z ciest. [10]	14
Obr. 2.4 J 29 Tunnan na zasneženom letisku. [11]	14
Obr. 3.1 Saab J21 A [1]	15
Obr. 3.2 Saab J 21A vo februári 1946 [11]	16
Obr. 3.3 Saab J21R [1]	17
Obr. 3.4 Saab J 21R na ľavo bol prvý stroj, ktorý bol konvertovaný z J 21A [1]	18
Obr. 4.1 Saab J 29 [7]	20
Obr. 4.2 Model Saab J 29F s prídavným spaľovaním [11]	21
Obr. 4.3 „psí zub“ viditeľný na krídlach Saab 29 [1]	22
Obr. 4.4 Saab J 29 vyhrievaný generátormi [1]	23
Obr. 5.1 Saab 202 s krídlami určenými pre Saab 32 v polovičnom merítku [11]	26
Obr. 5.2 Prvá verzia Lansenu A 32A [11]	26
Obr. 5.3 J32D s vysunutými prídavnou nádržou. [11]	27
Obr. 5.4 J 29 ,ktorý slúžil a A 32 lansen v pozemnej roli. [11]	28
Obr. 6.1 Saab 210 za letu [11]	30
Obr. 6.2 typ 1250 s dvojitým 210 a Saab 35 Draken. [15]	31
Obr. 6.3 typ 1220, ktorý vychádzal zo Saab 32 [15]	31
Obr. 6.4 Pilot nastupujúci do Saab 210 [15]	32
Obr. 6.5 Prvý prototyp 25. októbra 1955. [15]	33
Obr. 6.6 Graf zobrazujúci vývoj a produkciu švédskych strojov v čase [16]	33
Obr. 6.7 Rozdelené časti Drakena: stabilizátor. [16]	34
Obr. 6.8 J 35A s krátkym chvostom na jar 1960. [15]	35
Obr. 6.9 J35A s dlhým chvostom a chvostovým kolesom pri pristávaní. [15]	36
Obr. 6.10 Ilustrácia výmeny motoru na Saab 37 Viggen) [16]	36
Obr. 6.11 Rozpoloženie kamerových systémov na S 35E. [15]	37
Obr. 6.12 Štyri SK 35C. pri vybočení. [15]	37
Obr. 6.13 J 35F na základni v roku 1969. [15]	38
Obr. 6.14 Záchytný hák dánskych Drakenov. [15]	39
Obr. 7.1 Jakt-Viggen pripravený Hangáru v Upsale, [10]	42
Obr. 7.2 Sklopený vertikálny stabilizátor. [10]	42
Obr. 7.3 SAAB 37 Viggen [17]	43
Obr. 7.4 Jakt Viggen 37 [12]	45
Obr. 7.5 Bočný pohľad na Saab AJ 37 Viggen [11]	45
Obr. 7.6 SF 37 Viggen z modifikovanou kamier [11]	45
Obr. 7.7 Dvojica SK37 Viggen vzlietajúce z Östersundu v marci 1999. [10]	46
Obr. 7.8 Mix šedých SF37 a zelených SH37 Spannings-Viggen v apríly 2001	47
Obr. 7.9 Hlavné 3 varianty JAS 39 Gripen [11]	49
Obr. 7.10 Saab JA37, skorších strojov. [12]	49
Obr. 7.11 Kokpit AJS37 [12]	50
Obr. 7.12 Na obrázku je hlavného krídla [1]	51
Obr. 8.1 Typ 2102 [18]	52
Obr. 8.2 Typ 2105 [18]	52
Obr. 8.3 Návrh dvoj s reverzom ťahu. [18]	53
Obr. 8.4 Prvý prototyp Gripenu pri 50. výročí Saab [18]	54
Obr. 8.5 Prototypy Gripenu 39-2 a 39-5 [18]	55
Obr. 8.6 Gripen využívajúci kačacie plochy na brzdenie pri pristávaní [18]	56
Obr. 8.7 JAS-39A Gripen [19]	57

Obr. 8.8 JAS-39D Gripen [19]	58
Obr. 8.9 JAS-39B na ktorom sú vidieť jeho dvojité a predĺžený kokpit [18]	58
Obr. 9.1 Gripen E Brazílskeho Letectva [3]	60
Obr. 9.2 Formácia Gripenov E pre Švédске aj Brazílske letectvo [3]	61
Obr. 9.3 Gripen E vypúšťa raketu Meteor [21]	62

13 Zoznam Tabuliek

Tabuľka 1 parametre stroja Saab 21 [1]	19
Tabuľka 2 parametre stroja Saab 29 [1]	24
Tabuľka 3 parametre stroja Saab 32 [1]	29
Tabuľka 4 parametre stroja Saab 35 [1]	40
Tabuľka 5 parametre stroja Saab 37 [1]	51
Tabuľka 6 parametre stroja Saab 39 [3,4]	59

14 Zoznam Skratiek

BAS	– air base system
ECM	– electronic counter measures
EW	– electronic warfare
Stril	– Swedish tactical and air defence control system
MLS	– microwave landing system
PLA	– planning and evaluation system
DME	– distance measuring equipment
BVR	– beyond visual range
RCS	– radar cross section
APU	– auxiliary power unit
HDD	– head down display
AESA	– active electronically scanned array
IRST	– infrared search and track
BVRAAM	– beyond visual range air-to-air missile
VTOL	– vertical take-off and landing