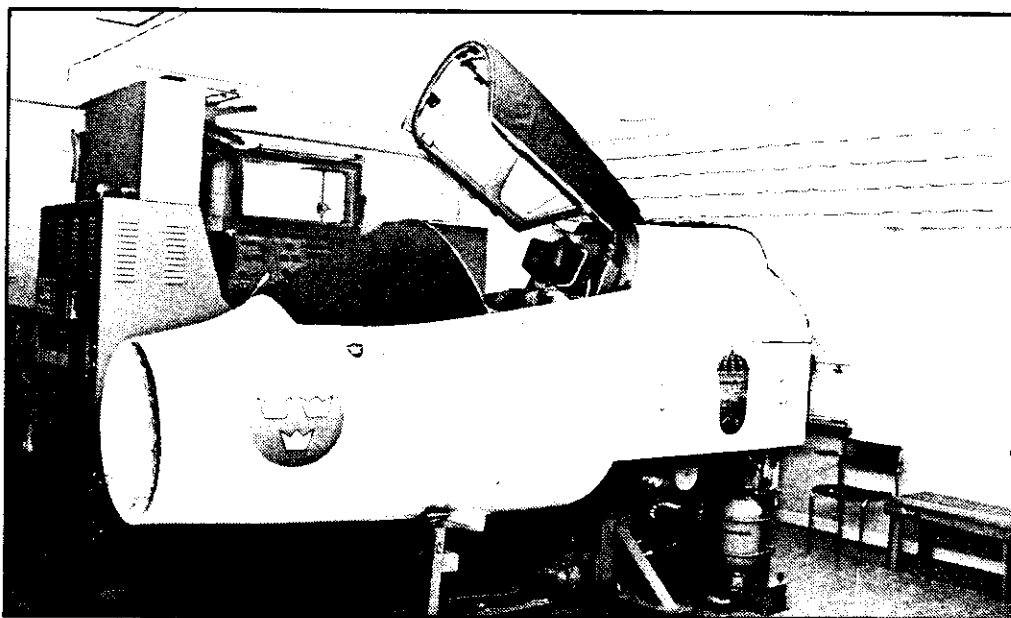


# FLYGSIMULATORN



## HISTORIK

### DE FÖRSTA FÖRSÖKEN

Svårigheten att bestämma var flygsimuleringens historia börjar är uppenbar. Om försöken att imitera fåglarnas flygning skall räknas får man gå ganska långt tillbaka, kanske ända till Daidalos och Ikaros tid. Redan då drogs flygsäkerhetsmässiga växlar på erfarenheterna från "simuleringen", nämligen Daidalos varning med anledning av sonen Ikaros "haveri":

- "Man bör icke flyga för nära solen, ty då smälter vaxet i vingarnas fjäderfäste, varvid man störtar till marken".

Idag torde en haverikommission kunna revidera denna slutsats till "man bör bättre känna flygfarkostens prestanda och metoder att styra, innan dylika försök återupptas".

I flygets barndom startade flygutbildningen vanligtvis med att eleven fick en eller flera flygningar som passagerare. Efter denna inblick i flygkonsten lät man eleven i ett motorsvagt flygplan rulla på marken med allt högre fart. Under dessa "taxningspass" tränade eleven på att manövrera rodren. Flygplanen hade på den tiden ganska hög rodereffekt, varför denna metod troligen var mycket lärorik. Efter hand fick eleven göra övningen i flygplan med allt större motoreffekt och kunde så småningom utföra kortare hopp när han tränade höjdrodermanövrar.

Under Vk 1 utvecklades i Frankrike en variant av denna metod då man "vingklippade" en Bleriot för liknande "flygövningar" på marken. Man kan fråga sig om dessa flygplan skall räknas till riktiga flygplan eller till simulatorerna. De var antagligen ett mellanting.

Ett tidigt försök att skapa en flygsimulator föddes omkring 1910. Det var "The Sanders Teacher", en utrustning som till stor del bestod av riktiga flygplansdelar och såg ut som ett riktigt flygplan. Denna flygplanslika apparat monterades på en ledkula så att den i stort kunde röra sig i attityder för normal flygning. Upphängd på denna ledkula ställdes hela utrustningen utomhus så att den utsattes för den rådande vinden.

Med nosen inriktad mot vinden kunde nu eleven öva sig i att höja och sänka nosen med höjdrodret och luta flygplanet i rollled med skevrodren. Även övning med sidrodret var inom vissa gränser möjligt.

Som många andra av dessa tidiga försök blev inte heller "The Teacher" någon succé eftersom man på den tiden lika lite som idag kunde styra vindstyrkorna.

Behovet att komma inomhus och att vara oberoende av vindförhållandena ledde till att man 1929 i USA kunde visa upp en elektrisk version av "The Teacher". Utrustningen bestod av en flygkropp som på en ledkula kunde röra sig på samma sätt som "The Teacher". Spak- och pedalrörelserna överfördes till elektriska motorer som i sin tur manövrerade flygkroppen. Programmerade störningar från en hålkortsremsa kunde påverka flygkroppen under övningarna. Störningarna påverkade också instrumenten i cockpit, vilket var anmärkningsvärt eftersom de flyglägesändringar som piloten gjorde inte visade sig på flyginstrumenten.

### LINKTRAINER

Den mest framgångsrika och välkända utrustningen av detta slag var utan tvekan den s k Linktrainer.



och elektroniska tekniska lösningar. Dock tillverkades Link trainers långt in på 1950-talet med dess ursprungliga tekniska lösningar som grund.

Under Vk 2 ställdes stora krav och förhoppningar på simulatorkonstruktörerna. Nu ställdes också krav på utrustningen som medgav att hela flygplansbesättningen skulle kunna utbildas och övas. Krav ställdes också på att simulatorerna skulle så exakt som möjligt likna de flygplanstyper som respektive besättning utbildades för, både vad gäller utseende och egenskaper. Behovet att träna precisionsbombning under mörker, atlantnavigeringar och många andra resurskrävande uppgifter var mycket svårt att tillgodose då varje flygplan man hade tillgång till behövdes för sin "skarpa" uppgift.

För att tillgodose RAF och USAF behov av träningstillfälle för navigering och precisionsbombning skapades bl a "The Celestial Navigation Trainer". Detta var en enorm anläggning - 13,5 meter hög silolikhande byggnad - som innehöll en stor flygkropp med plats för pilot, navigatör och bombfällare. Piloten kunde träna ungefär samma saker som i en vanlig Link-trainer. Navigatören hade förutom vanlig radio och pejltrustning också en "himmel" ovanför flygkroppen att göra sina stjärnfixar på. Det fanns 12 stjärnbilder på domen som rörde sig på "himlen" så att det överensstämde med verkligheten. Bombfällaren fick sitt övningsbehov tillfredsställt då det var möjligt att få visuell kontakt med "målet".

Den första Celestial Navigation Trainer var färdig 1941 och RAF beställde hela 60 exemplar, ett antal som beskriver värdet och förhoppningarna man hade på denna utrustning. Tyvärr installerades inte alla 60 i England, utan många returnerades till USA som redan hade ett hundratal av denna typ i drift.

Många andra anläggningar föddes under Vk 2. Somliga var lyckade och kom till nytta medan andra var sämre eller rent av oanvändbara.

## DATAUTRUSTNINGAR

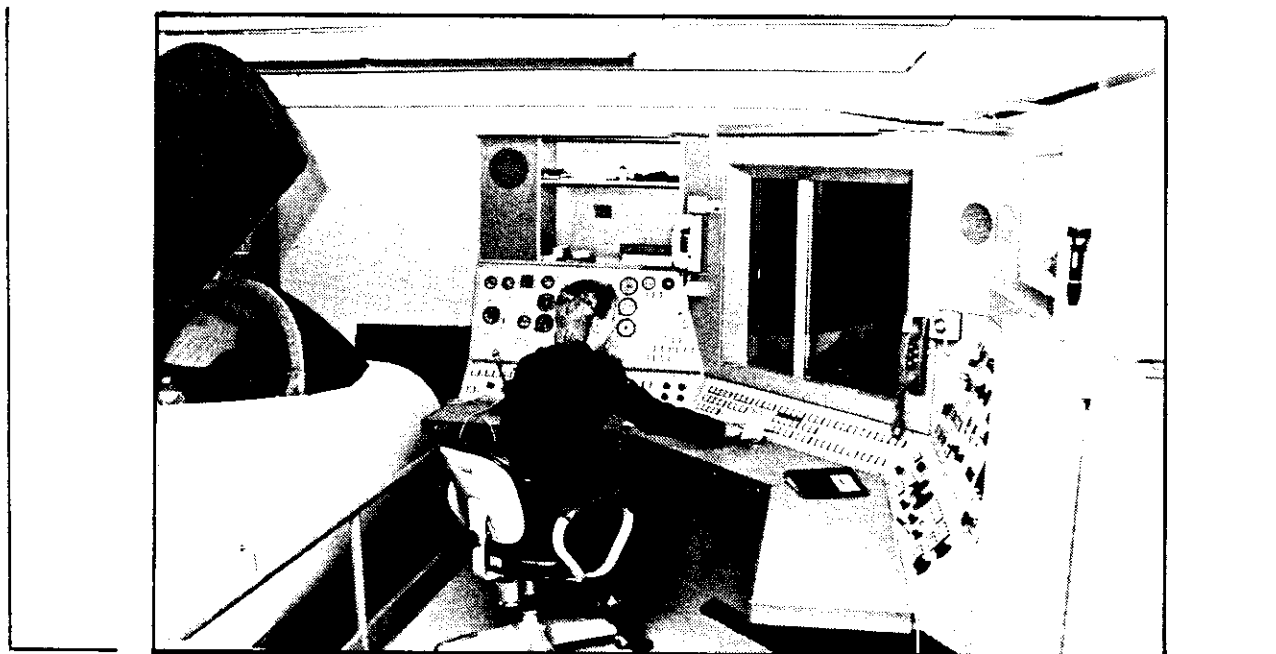
Vid krigsslutet behövde man förnya simulatorerna för att finna nya marknader. Många av nyttjarna, bl a USAF och US Navy tyckte inte om rörelsesystemen och ansåg därför att en simulator skulle vara fast (orörlig).

Dr R C Dehmel i Curtiss-Wright CO tillverkade en simulator som var fast. Han utnyttjade dessutom en "differential analysator" eller analog dator vilket möjliggjorde bättre aerodynamiska simuleringar. Militärpiloterna välkomnade den fasta simulatorn och de gjorde det främst av två skäl:

1. En pilot skall under instrumentflygning ignorera alla andra intryck än de han får från instrumenten.
2. Accelationskrafterna blir bättre lokaliserade i en fast kabin eftersom känslor av oren flygning inte förvillar.

Att de flesta initierade villigt höll med om sanningen i dessa två skäl innebar inte att alla tyckte de var argument för fast kabin. Särskilt Edwin Link gjorde kraftigt motstånd men fick efterhand ge sig till förmån för "kunderna".

De flesta simulatorbyggare övergick efter Vk 2 till att utnyttja datorer. Detta var nödvändigt ur vidareutvecklingssynpunkt. Man hade inte kunnat utveckla simuleringmöjligheterna utan datorer, vilket bl a hade omöjliggjort simulering av komplicerade vapensystem med radar- och målsimulering.





Systemen blev allt mer omfattande med stora möjligheter till träning i nödåtgärder, på instrumentflygning och på vapensystem. Simulatorerna blev med datorernas hjälp mera flygplanlika, även om det var långt till att någon pilot skulle tveka om han satt i en simulator eller i ett riktigt flygplan. Datorerna gav också möjligheter att enklare än tidigare ändra på egenskaper som inte överensstämmer med förebilden.

I början av 1960-talet övergick simulators- tillverkarna från analoga till digitala datorer. Detta utökade möjligheterna att simulera fler detaljer på så bra sätt som möjligt. Vidare bibehåller den digitala simulatoren sina egenskaper över tiden, vilket inte den analoga klarar lika bra.

Samtidigt med införandet av den digitala datorn kom de rörliga cockpitsystemen tillbaka. Visserligen fanns rörelsesystem på vissa analoga simulatorer, exempelvis på de första J 35 simulatorerna, men dessa var inte särskilt utvecklade. Rörelsesystemet som man fick med de digitala datorerna medgav ganska stora rörelser i roll och tipp, egenskaper som uppskattas av många piloter. Rörelserna är i första hand till för att ge respons på rodermanövrar vilket är särskilt värdefullt i flygplan med snabb rörelseförmåga.

På 1970-talet har den snabba utvecklingen på datorer i allmänhet också slagit igenom på flygsimulatorer, vilket bl a har inneburit utveckling av visuella system. Simulatorerna kan nu utnyttjas till träning på såväl flygsystem som på taktiksystem under såväl YMC som IMC och under varierande väder- och ljusförhållanden.

Träningstrustningen (kabin + optik) och instruktörstrustningen blir allt större och innehållsrika samtidigt som utrustningen som generar "verkligheten" - datorn - blir allt mindre, men kraftfullare.

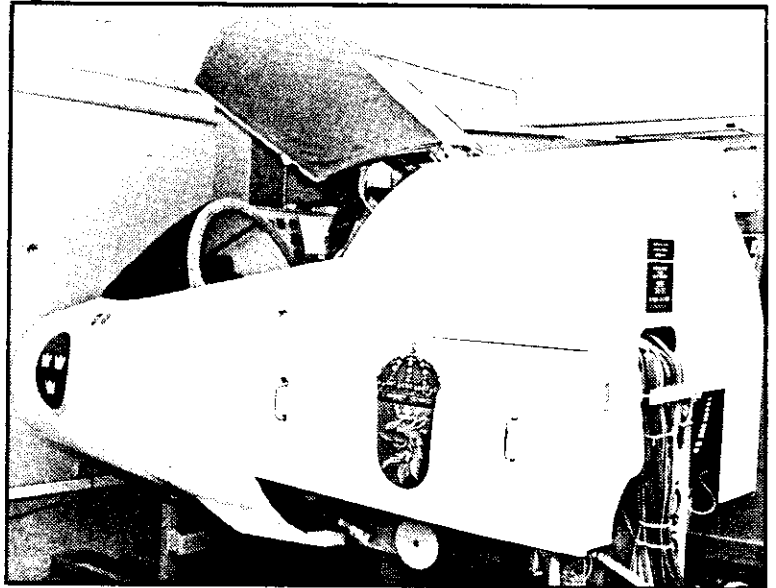
## FV FLYGSIMULATORER i dag

### ALLMÄNT

I flygvapnet finns f n 10 flygsimulatorer för flygplan 35, 37 och Tp 84. Simulatorerna anskaffades ursprungligen för att inom rimlig tid möjliggöra krigsplacering av flygande personal. Flygplan av typ 35 och 37 är nämligen mer komplicerade än tidigare flygplanstyper när det gäller att på begränsad tid ge förarna tillräcklig säkerhet i handhavande av såväl plattform som vapensystem.

### SUL 35

Redan 1958 beställde flygvapnet sina två första flygsimulatorer för J 35 A. Det blev analoga utrustningar från Curtiss-Wright i USA. Dessa två levererades 1961/62 till F 16 i Uppsala för att där utnyttjas för typinflygning på J 35. Båda



simulatorerna saknade vapensystemsimulering. Den ene byggdes senare om till SK 35 C-standard och är än idag i drift på F 10. Den andra står idag på flygmuseet i Malmslätt.

Nästa simulator som köptes var en J 35 B med taktisk utrustning. Den levererades till F 18 i Tullinge. Senare byggdes den om till 35 SF-standard och är nu placerad i Finland på Lapplands flygflottilj i Rovaniemi.

En i många avseenden likartad utrustning levererades till F 13 i Norrköping och simulerade där J 35 D. Denna utrustning är nu i Österrike, efter några år på dåvarande F 3 i Malmslätt resp F 4 i Östersund.

J 35 F 1-simulatorer inköptes till flygvapnet i tre exemplar. Även dessa var av analogtyp. Två av dessa sattes upp på F 13 och en på F 1 i Västerås. Den ena simulatoren blev efter en tid på F 16 skrotad och den andra placerades så småningom på F 17 i Ronneby och står nu på FOA 3 i Linköping, där den utnyttjas i forskningssyfte. F 1-simulatoren blev såld till Finland (Rovaniemi) dit den levererades när F 1 fick J 35 F 2-simulator.

I slutet av 1960-talet levererades J 35 F 2-simulatorer till flygvapnet. Dessa var av digitaltyp och tillverkades av Link Division i USA. Denna utrustning har ett förbättrat rörelsesystem och är på de allra flesta punkter en bättre utrustning än den gamla analoga. Den första J 35 F 2-simulatoren installerades på F 13 där den utnyttjades tills F 13 utrustades med JA 37. Simulatoren flyttades då till F 16 och senare till Finland när F 16 ombeväpnade till JA 37. På F 10 i Ängelholm placerades den andra och har där passerat tiotusen övningstimmar. Den tredje digitala anläggningen installerades på F 12 i Kalmar, men flyttades till F 1 när F 12 drogs in. När F 1 så småningom också drogs in såldes simulatoren (1983) till Finland, Rovaniemi-basen.



## SUL AJ/SH

År 1970 beställde flygvapnet simulatorer för flygplan 37. Dessa utrustningar liknar i princip J 35 F 2-utrustningen men med två nyheter. Den ena är det visuella system som generar en rutmönstrad terräng samt symboler för landningsbana och mål. Det andra är in-/återspeglingsutrustning som ger möjlighet att demonstrera hur en viss fas av ett uppdrag skall utföras. Utrustningen tillåter också "inspelning" under pågående övning för att senare i lugn och ro kunna visa föraren hur han har utfört förlagd uppgift.

De första 37-simulatorerna sattes i drift 1972 på F 7 i Sätenäs och 1974 på F 15 i Söderhamn. Båda dessa är av typ AJ 37. 1975 installerades den första och enda SH 37-simulatorn på F 13.

## SUL JA 37

Samtidigt med projekteringsarbetet med flygplan JA 37 arbetades det med en simulatorutrustning till flygplanet. Kraven ställdes betydligt högre än tidigare, då man krävde förbättrad realism på alla områden. Genom utveckling av rörelsesystem, g-säte och förbättrat visuellt system, skulle man tillgodose dessa krav. Särskilt det avancerade vidvinkliga visuella systemet har märkbart förbättrat realismen i övningarna. Systemet medger visuella anfall mot mål som riktiga flygplan och kan följas i en betydligt större sektor än i AJ 37-systemet. Det visuella systemet som är i färg, kan varieras från dagsljus till mörkerförhållanden, vilket ytterligare ökar träningsmöjligheterna.

De första JA-simulatorerna placerades på F 13. F 4 fick också sin JA-simulator tidigt där den kördes parallellt med 35 D-simulatorn. F 17 fick den tredje och på F 21 i Luleå installerades den fjärde. Senare (1985/86) flyttades JA-simulatorn från F 17 till F 16 i Uppsala.

## SUL Tp 84

Under de senaste åren har möjligheterna att förbättra och ekonomisera besättningsutbildningen på fpl Tp 84 undersökts. En utredning visade att betydande besparingar kan göras med utnyttjande av en flygträningsimulator. 1982 gav CFV FMV i uppdrag att anskaffa en anläggning.

Simulatorn till Tp 84 fanns av naturliga skäl att finna i USA och blev installerad på F 7 i Sätenäs 1984/85.

Simulatorn är uppbyggd kring ett datorsystem av två datorer med kringutrustning. Kabinen, som innehåller plats för såväl besättning som instruktör, är pla-

cerad på ett sexaxligt kabinrörelsesystem. Ett visuellt system bestående av fyra TV-monitorer är monterade framför kabinens fönster. Det visuella systemet är likt det på sul JA 37 med undantag av att monitorerna är av annan typ.

## SAMMANFATTNING

Den 20 juli 1969 landade astronauterna Neal Armstrong och Edvin "Buss" Aldrin på månen. Vid landningen kunde man höra Armstrong säga: - "Everything is going OK, it throttles down.... better than the simulator". Innan detta historiska ögonblick hade astronauterna utfört detta landningsmoment ett tusental gånger i "The Lunar Module Mission Simulator".

Man kan fråga sig om det hade varit möjligt att genomföra denna komplicerade operation som en månlandning innebär utan föregående träning i simulator.

I flygvapnet kan man på motsvarande sätt fråga sig om det utan flygsimulatorerna hade varit möjligt att nå den nivå som man idag har bland flygförarna. Möjligen, men då till betydligt större kostnad och med bortåt 5-7 gånger större flygtidsuttag under vapensystemutbildningen.

Som med all annan form av sofistikerad simulering tvingas man acceptera dyra simulatorer allt eftersom komplexiteten ökar och kostnaderna stiger för att operera med riktiga flygplan. Utvecklingen pekar på ett fortsatt behov av simulatorer. Förfinad CGI-teknik och Helmet Mounted Display öppnar nya möjligheter att bygga bättre och billigare simulatorer. Nya effektiva utbildningsprogram kan ge ett mer optimalt simulatorutnyttjande.

Denna utveckling bör utnyttjas i flygvapnets kommande simulatorer. Det verkar rimligt att avvakta med beslut om hårdvara så länge det överhuvudtaget är möjligt.

*Claes Sjöberg*

### Källförteckning

1. Kelly LL "The Pilote Maker"
2. Olsson Stellan FOA 59
3. Hultberg Sven-Åke F 15

