De F-104G

Operational Flight and Tactics Trainer

D. J. J. Boks

Luitenant-Kolonel van de Koninklijke Luchtmacht

De luchtvaart stond nog aan het begin van een revolutionaire ontwikkeling toen zich reeds de behoefte deed gevoelen de condities tijdens de vlucht op de grond na te bootsen. De redenen hiervoor waren duidelijk: het geringe aantal vliegtuigen stond de vliegers een snel verkrijgen van ervaring in de weg, de vliegtuigen waren nog weinig betrouwbaar, er werden in korte tijd veel nieuwe procedures (radiobakens) ontworpen en deze moesten worden geëvalueerd en gemodificeerd. Het grootste voordeel van deze wijze van „vliegen" was echter het ontwerpen en beoefenen van de handelwijze in noodsituaties. In de eerste plaats konden deze zonder kosten en risico's worden opgelost en achteraf kon de vlieger uit zijn ervaring lering trekken. In het begin waren deze trainers nog vrij simpel; het waren bewegende „dozen" met registrerende vlieginstrumenten, maar de reacties ervan waren niet in overeenstemming met die van de „echte" machines. Daarbij was nauwelijks nog sprake van een juiste controle op hetgeen de vlieger deed en op zijn instrumentaanwijzingen. De ontwikkeling van wat men vroeger de „Linktrainer" noemde (naar de naam van de eerste onwerper) tot de vluchtnabootser ging in gelijk tempo met die van de vliegerij in de lucht. De noodzaak tot nabootsen werd steeds uitgebreider, het paneel van de instructeur kreeg registratieapparatuur (op papier of op een lichtgevoelig scherm) en de „vliegkarakteristieken" werden zodanig geïmiteerd, dat er na korte tijd weinig fantasie nodig was om zich in de lucht te wanen. Het behoeft geen betoog dat de kosten die een luchtmacht of een luchtvaartmaatschappij zich getroost voor een dergelijk „imitatievliegtuig" een goede investering zijn voor de vliegertraining en de typefamilarisatie, hoe hoog deze kosten op zichzelf ook mogen zijn. Ook in Nederland worden — uiteraard — vluchtnabootsers gebruikt. Op o.a. Schiphol staan de Flight Simulators voor de verschillende typen. Daar kan men een gehele vlucht maken vanaf het platform op Schiphol tot dat in New York. Alle vliegeigenschappen, vluchtcondities, procedures voor navigatie en verkeersleiding, noodsituaties enz. zijn identiek aan die in de lucht. Na afloop — tijdens de briefing — krijgt men commentaar op het verrichte werk. De Koninklijke Luchtmacht heeft eveneens steeds gebruik gemaakt van Linktrainers en Flight Simulators. De redenen hiervoor waren dezelfde als die van alle andere afnemers, al lag, en ligt, het zwaartepunt op het veiligheidsaspect en de snelheid waarmee men vliegers op nieuwe typen vertrouwd moet maken. De op deze wijze verkregen kostenbesparing is aanzienlijk.

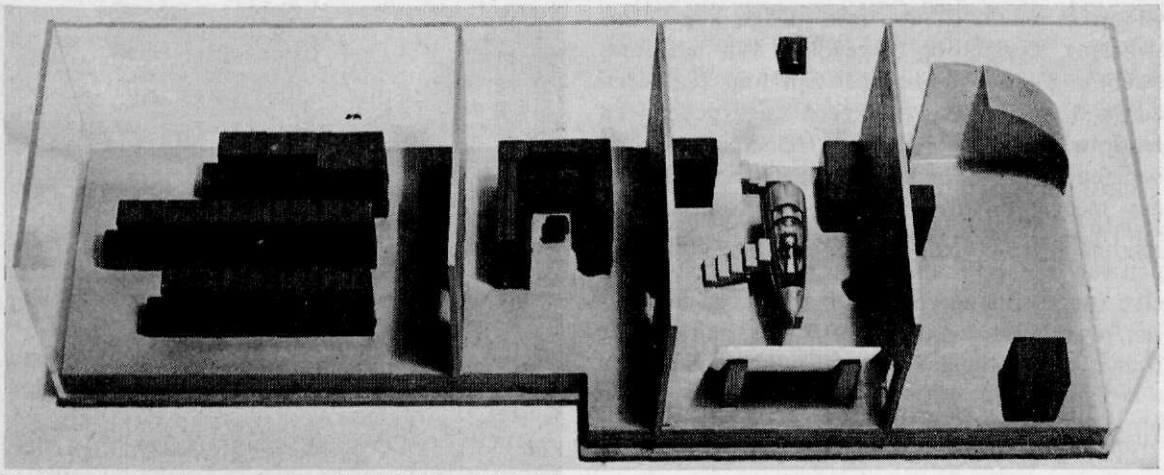
De invoering van de F-104G confronteerde de Koninklijke Luchtmacht met een geheel nieuw, gecompliceerd vliegtuig waarin talrijke vlieg- en wapensystemen toch feilloos door de vlieger moesten worden bediend. Als men daarbij nog de om economische redenen minimale conversieperiode in aanmerking neemt, dan is het duidelijk dat er ook voor de Starfighter een grondtrainer moest komen. Hoewel de F-104G's slechts zijn uitgerust voor hun primaire taken, nl. óf tactische óf luchtverdedigingsopdrachten, werd de simulator geschikt gemaakt voor beide soorten missies. Daar alle aspecten van het vliegen met de F-104G inclusief het gebruik van het wapensysteem door deze simulator kunnen worden gepresenteerd, heeft men hieraan de naam „Operational Flight and Tactics Trainer" gegeven (OFTT).

De OFTT is ontworpen en gebouwd door „Canadian Aviation Electronics" (CAE). De Nederlandse vliegvelden vanwaar met de F-104G Starfighter wordt geopereerd (Leeuwarden, Twente en Volkel) beschikken elk over een OFTT. Het gebouw waarin de OFTT is ondergebracht bestaat uit o.a. vier werkruimtes (zie afb. 1), van links naar rechts achtereenvolgens:

a. de ruimte waarin de elektronische apparatuur staat opgesteld;

b. de instructeurscabine met het instructeurspaneel;

c. het vertrek waarin zich de trainingscockpit met daarvoor het projectiescherm bevinden;



Afb. 1 De componenten van de Operational Flight and Tactics Trainer

d. de projectieruimte waarin de apparatuur staat opgesteld die noodzakelijk is om op het projectiescherm vóór de trainer steeds het juiste vluchtbeeld te projecteren.

De training in de OFTT kan worden onderscheiden in drie verschillende aspecten:

a. *training in normale procedures;*
b. *training in noodprocedures;*
c. *wapentraining.*

Training in normale procedures

Alle handelingen die de vlieger onder normale omstandigheden in de cockpit van de F-104G verricht vormen een onderdeel van een normale procedure. Door het hanteren van deze procedures wordt bereikt dat alle handelingen, vanaf de cockpitcontrole vóór de vlucht tot en met het afzetten van de motor na de vlucht door alle vliegers op dezelfde wijze worden uitgevoerd en dat deze laatsten niet op eigen initiatief bepaalde (wellicht onjuiste) procedures gaan invoeren. Het voordeel van dit vastleggen van procedures is dat, wanneer onder spanning of onder aandacht afleidende omstandigheden wordt gewerkt, het risico dat een vitale handeling wordt vergeten, tot een minimum wordt beperkt.

De cockpit van de OFTT is (vrijwel) identiek aan de echte cockpit en alle procedures dienen dan ook op dezelfde wijze te worden uitgevoerd. Alle instrumenten in de trainer hebben dezelfde reacties als die in het vliegtuig. De „vliegeigenschappen" zijn zoveel mogelijk in overeenstemming met de werkelijkheid gebracht, evenals de prestaties van de „motor" onder verschillende omstandigheden. Door controle op en training in de normale procedures wordt bereikt dat alle vliegers dezelfde procedures blijven gebruiken. Alle procedures worden gemaakt en eventueel gewijzigd door de Lockheed vliegtuigfabrieken, waar de Starfighter werd ontworpen. Wijziging van procedures kan ook tot stand komen in samenwerking met of op voorstel van een standaardisatieteam, bestaande uit vertegenwoordigers uit alle Europese luchtmachten die de Starfighter in gebruik hebben.

Gedurende de omscholing krijgen de toekomstige F-104G-vliegers 10 uur OFTT-training. Gedurende deze training raken zij vertrouwd met de F-104G-cockpitindeling, met de procedures en met de vliegeigenschappen van de Starfighter.

Training in noodprocedures („Crash now, fly later")

De F-104G Starfighter is een goed en veilig vliegtuig. Goed, maar niet goedig, of, zoals de Amerikanen zeggen: „A very honest bird; one mistake and it kills you". Het is, met zijn computers, elektrische, elektronische en hydraulische systemen, echter ook een zeer gecompliceerd vliegtuig. Wanneer een vitaal systeem of een onderdeel tijdens de vlucht plotseling dienst weigert, wordt de vlieger geconfronteerd met een noodsituatie. De enige goede manier om een noodsituatie het hoofd te bieden is het direct toepassen van de desbetreffende noodprocedure(s). In de OFTT kunnen ca. 90 verschillende noodsituaties die in het vliegtuig tijdens de vlucht kunnen optreden, worden gesimuleerd. Deze situaties worden vanuit de instructeurscabine geïnitieerd en de instructeur kan de vlieger stap voor stap volgen in zijn werkwijze om de gegeven noodsituatie op te lossen. Wanneer de

vlieger in de OFTT een fout maakt, kan de instructeur, toeziend op de gevolgen van deze fout, wachten tot de vlieger zich zijn fout realiseert, dan uitleggen wat er verkeerd werd gedaan en tenslotte de vlieger de juiste handelingen doen beoefenen. Hierdoor kan het inzicht van de vlieger méér worden gescherpt, dan ooit zonder OFTT mogelijk zou zijn. Omdat bij het ontwerpen van de OFTT alles in het werk is gesteld om elke (nood)situatie zo reëel mogelijk na te bootsen, waarborgt een doeltreffend gebruik van de trainer een optimale vliegveiligheidsstandaard.

Wapentraining

Aan dit trainingsaspect wordt bij de operationele vlieger de meeste tijd besteed: het gebruik van de boordradar en de wapensystemen van de Starfighter. Wij vinden deze systemen ook terug in de OFTT-cockpit en qua uitvoering en bediening zijn ze identiek aan de overeenkomstige uitrusting in het vliegtuig.

De instructeur staat gedurende de trainingsvlucht steeds in radiocontact met de vlieger en kan achter zijn paneel (zie afb. 2) aan de hand van controlelampjes en instrumenten de vlieger volgen in al zijn handelingen. Voorts beschikt de instructeur over een transparant scherm waarachter een landkaart is geprojecteerd. D.m.v. drukknoppen kan hij de schaal van deze kaart veranderen. Aan de hand van een verlichte streep (track) op het transparant ziet de instructeur de vliegtuigbewegingen van de vlieger in de OFTT-cockpit t.o.v. het aardoppervlak. Deze positie is in overeenstemming met de navigatieapparatuur van de vlieger. De instructeur kan ook een tweede vliegtuig over het transparant laten bewegen, met door hem in te stellen koers, hoogte en snelheid t.o.v. het aardoppervlak. Het vliegtuig op deze tweede lijn is dan het doelvliegtuig voor de vlieger in de trainer. De instructeur fungeert nu als gevechtsleider en dirigeert de vlieger naar een positie van waaruit een aanval op het doelvliegtuig kan worden gemaakt. Op een bepaalde afstand verschijnt het doel op de radarbuis van de vlieger. Deze neemt nu, zoals in werkelijkheid, de aanval over van de gevechtsleider (in dit geval de instructeur).

Na afloop van de „vlucht" bespreekt de instructeur aan de hand van de lijnen op het transparant de gemaakte aanvallen met de vlieger. Voor het afstellen van de radar op maximum-„ontvangst" heeft de vlieger de beschikking over 5 knoppen. Deze afstelling vereist veel praktische oefening,

Afb. 2 De instructeurscabine van de OFTT

waarbij het maximumbereik afhankelijk is van diverse factoren, zoals de hoogte waarop wordt gevlogen, weersomstandigheden, de soort aardoppervlak waarboven wordt gevlogen, en de kwaliteit van de radarset. In de simulatie van deze factoren voorziet de OFTT niet bepaald realistisch maar voor trainingsdoeleinden op voldoende wijze. De radarset in de trainer is eenvoudiger af te stellen en de range is meestal (te) optimistisch. Ten einde de vluchtsimulatie v.w.b. de wapentraining te vervolmaken is men na een uitgebreide studie begonnen met een elektrische koppeling van de OFTT op de Vliegbasis Leeuwarden aan het gevechtsleidingsstation bij Den Helder. Met deze koppeling wil men bereiken dat de positiegegevens van het doelvliegtuig en onderscheppend vliegtuig (in dit geval de vlieger in de trainercockpit) worden overgebracht van het transparante scherm van de instructeur op de radarbuis van de gevechtsleider. Met deze koppeling wordt dan bovendien een nieuw trainingsmedium geschapen voor het gevechtsleidingspersoneel. Op het gevechtsleidingsstation kunnen de positiegegevens van aanvaller en doel dan weer in de onderscheppingscomputer worden ingevoerd, wat weer nieuwe trainingsmogelijkheden biedt. De OFTT-instructeur kan bv. alleen een doelvliegtuig op bepaalde hoogte en met bepaalde snelheid creëren en de opdracht tot starten van het desbetreffende vliegtuig overlaten aan de gevechtsleider (wat ook in werkelijkheid gebeurt).

Wanneer er met de onderscheppingscomputer wordt gewerkt bestaat ook de mogelijkheid om een echt vliegtuig een fictieve aanval te laten maken op een door de OFTT-instructeur ge-

creëerd doelvliegtuig. Ook andersom kan de vlieger in de trainer opdracht tot starten krijgen om een echt vliegtuig te onderscheppen. In beide gevallen worden dan één echte en één fictieve gegeven positie in de onderscheppingscomputer ingevoerd. Natuurlijk krijgt de onderscheppende vlieger in deze gevallen geen radarcontact met zijn doel omdat dit gefingeerd is. Daarom zijn dit enigszins theoretische mogelijkheden, die slechts trainingswaarde bezitten voor de gevechtsleider bij het gebruik van de computer. Opgemerkt zij nog, dat de vlieger tijdens de hierboven omschreven trainingsaspecten in de OFTT tegelijkertijd zijn instrumentvliegvaardigheid op peil houdt, omdat hij tijdens de OFTT-vlucht op zijn vlieginstrumenten is aangewezen.
De drie bovengenoemde onderdelen van de training mogen nimmer gescheiden worden gezien. Altijd worden zij gecombineerd beoefend. De wijze van combineren hangt echter steeds af van de graad van geoefendheid van de vlieger.

OFTT-systemen

Om een trainingsvlucht zo goed mogelijk na te bootsen, is de OFTT voorzien van een aantal simulatiesystemen.

1. *Het geluidssysteem*

Alle geluiden die de vlieger hoort, wanneer hij met zijn volledige uitrusting (dus inclusief vliegerhelm) in de vliegtuigcockpit zit worden in de trainer nagebootst.
a. Tijdens het opstarten van de motor wordt gebruik gemaakt van gecomprimeerde lucht, die door een zg. „startwagen" aan de vliegtuigstartermotor wordt toegevoerd. Wanneer de motor een bepaald toerental heeft bereikt, dient de vlieger de toevoer van perslucht te doen stoppen om beschadiging van de vliegtuigstartermotor te voorkomen. Het geluid van deze startermotor wordt gesimuleerd, evenals het geluid van het stoppen van de aanvoer van perslucht op aanwijzing van de vlieger.

b. Het geluid van de vliegtuigmotor bij verschillende toerentallen blijft gedurende de „vlucht" gesimuleerd, evenals het geluid van de naverbrander wanneer deze wordt gebruikt. Ook wanneer motorklachten worden gesimuleerd worden de daarmee gepaard gaande geluiden en eventueel knallen automatisch door het geluidssysteem geproduceerd.

c. Het geluid van het boordkanon, dat door zijn enorme vuurcapaciteit (100 schoten per seconde) meer lijkt op een zoemer dan op een mitrailleur, wordt reëel nagebootst, wanneer in de trainer de trekker wordt overgehaald.

d. Wanneer de vlieger in de OFTT gaat landen, hoort hij het geluid dat de banden in werkelijkheid maken, wanneer zij in aanraking komen met het beton.

e. Tijdens het vliegen op grotere hoogte wordt in de cockpit een bepaalde overdruk gehandhaafd. Wanneer deze overdruk plotseling zou wegvallen, zou dit gepaard gaan met een harde knal. Deze knal wordt door het geluidssysteem automatisch geproduceerd wanneer de instructeur deze toestand in de trainer simuleert.

2. *Het visuele systeem*

Dit systeem geeft de vlieger een vluchtbeeld wanneer hij tijdens de OFTT-training door de voorruit van zijn cockpit kijkt. Het is tijdens de „vlucht" in de trainercabine donker en de vlieger heeft slechts de beschikking over zijn instrumentverlichting, als bij een nachtvlucht. Vóór de cockpit staat een groot projectiescherm, waarop d.m.v. een gesloten TV-circuit een beeld wordt geprojecteerd. Dit beeld is een nabootsing van wat de vlieger in werkelijkheid door zijn voorruit zou zien en reageert dan ook op elke koers-, hoogte- of standsverandering, uiteraard gesynchroniseerd met alle vlieginstrumenten. Elke OFTT-vlucht begint met de start van een geprojecteerde baan, waarbij de vlieger zijn aandacht dient te verdelen tussen zijn instrumenten en die baan. Hierbij moet hij de nodige correcties toepassen om bij een gesimuleerde dwarswind tijdens de start niet van de baan af te raken (tijdens de start ziet hij niet alleen de baan onder zich doorrollen; hij voelt ook de asfaltstrips die op regelmatige afstand tussen de betonplaten in de startbaan liggen in steeds sneller tempo onder zich doorgaan). Aan het einde van de „vlucht" fungeert de instructeur als GCA-operator (GCA = Ground Controlled Approach). Hij geeft dan doorlopend koers- en hoogteveranderingen aan de vlieger en „praat" hem zodoende voor de landingsbaan. De afstand waarop de vlieger de landingsbaan als een zwart streepje vóór en beneden zich op het visuele systeem ontdekt, is door de instructeur verstelbaar en afhankelijk van de weersomstandigheden die hij wenst te simuleren. De vlieger besluit zijn OFTT-vlucht met een landing op de geprojecteerde baan.

3. *Het cockpit-bewegingssysteem*

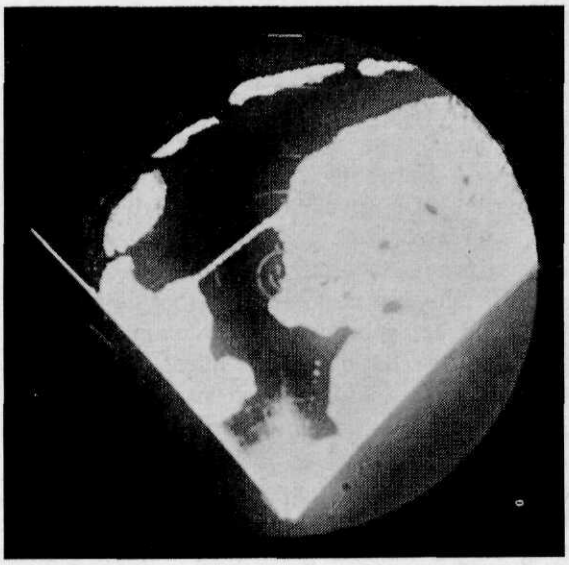
Een vliegtuig kan tijdens de vlucht bewegen om drie assen: de langas (rollen), de dwarsas (stampen) en de topas (gieren). Nu is het technisch niet mogelijk ook de OFTT-cockpit 360° om deze drie assen te laten bewegen (het zou trouwens geen reële nabootsing zijn, want in het vliegtuig blijft de vlieger tijdens gecoördineerde manoeuvres altijd in zijn stoel gedrukt door de middelpuntvliedende kracht). Om toch aan de vlieger in de trainercockpit de „sensatie" te geven van de beweging die hij uitvoert, is een zeer vernuftig systeem ontworpen. De trainercockpit is, zoals reeds gezegd, zeer beperkt beweegbaar. Wanneer de vlieger bv. een linkerbocht aanrolt, gebeuren er drie dingen:

a. op het projectiescherm draait het beeld tegelijkertijd in dezelfde verhouding naar rechts en begint hoeksnelheid te krijgen;
b. de vlieginstrumenten geven een linkerbocht aan;
c. het bewegingssysteem laat de cockpit een korte, afgemeten bocht naar links maken, die door de vlieger ook als zodanig wordt gevoeld. Wanneer de bocht eenmaal is aangerold, beweegt de trainercockpit echter zeer langzaam terug naar zijn oude positie. Dit geschiedt met minder dan $2°/sec^2$ zodat dit terugbewegen niet door de vlieger wordt gevoeld en de sensatie van een linkerbocht voor hem gehandhaafd blijft.
Hetzelfde geschiedt met bewegingen om de dwarsas, dus bij stijgen en dalen.

Om het gewenste resultaat te bereiken is het vanzelfsprekend van het grootste belang, dat de werking van het visuele en bewegingssysteem alsmede van de vlieginstrumenten volkomen synchroon loopt.

Navigatieapparatuur

De OFTT is uitgerust met dezelfde navigatieapparatuur als de F-104G. De uitvoering, bediening en interpretatie van deze apparatuur zijn identiek aan de werkelijkheid. Bovendien kan de instructeur op de vlieghoogte van de trainer windsnelheden tot 200 knopen simuleren waarmee de vlieger dan tijdens zijn navigatie rekening dient te houden. Opgemerkt zij dat rond de tropopauze (712 km hoog) waar de Starfighter in het kader van zijn luchtverdedigingstaak normaal opereert, windsnelheden tot 100 knopen geen uitzondering vormen. De boordradar, waarover reeds eerder werd gesproken, is niet alleen



Afb. 3 Radarbeeld in de OFTT, met beeld van noord-Nederland, Afsluitdijk en de Waddeneilanden

noodzakelijk bij het gebruik van het vliegtuig als wapen, doch is tevens een zeer betrouwbaar navigatiehulpmiddel. Wanneer de vlieger bv. boven een gesloten wolkendek vliegt en hij wil zijn positie bepalen met behulp van zijn radar, richt hij deze in een verspreide straal naar het aardoppervlak. In de OFTT kan de radar op dezelfde wijze als navigatiehulpmiddel worden gebruikt als in werkelijkheid en is vanzelfsprekend ook weer gesynchroniseerd met de overige navigatieapparatuur (zie ook afb. 3).

Testvluchten

Iedere werkdag wordt de OFTT onderworpen aan een testvlucht. Deze testvlucht wordt gemaakt door de instructeur of door een vlieger, in samenwerking met een lid van de technische staf van de OFTT. Aan de hand van fabrieksgegevens wordt hierbij aandacht besteed aan de vliegeigenschappen en de vliegprestaties. De vliegeigenschappen dienen zoveel mogelijk in overeenstemming te zijn met die van de F-104G, en in ieder geval binnen de limieten te liggen die door de fabriek zijn gesteld. Ook de vliegprestaties en het brandstofverbruik worden bij deze testvluchten met de werkelijkheid vergeleken en dienen tenminste binnen de limieten te blijven die door de ontwerpers van de OFTT zijn gesteld.
Vliegeigenschappen, vliegtuigprestaties en brandstofverbruik zijn van vele factoren afhankelijk, o.a. vliegsnelheid, vlieghoogte, luchtdichtheid, vlieggewicht en configuratie (= aantal en plaatsing buitenboordtanks en/of -wapens, stand van

landingsklappen en onderstel). Het zal i.v.m. dit complex van factoren duidelijk zijn dat tijdens de dagelijkse testvlucht, die ca. 1 uur duurt, slechts bepaalde aspecten kunnen worden gecontroleerd en gecorrigeerd. De algehele controle wordt uitgevoerd over een periode van 3 maanden.

De OFTT-instructeur

Dit artikel moge enigszins duidelijk hebben gemaakt dat door de ontwerpers van de OFTT kosten nog moeite zijn gespaard om een grondtrainer te bouwen die werkelijk in alle facetten een F-104G-vlucht nabootst. Vanaf het ogenblik dat de vlieger in de cockpit stapt tot en met het afzetten van de motor na de vlucht, geeft deze trainer een zo realistisch mogelijke simulatie van alle omstandigheden en situaties, die de vlieger tijdens een echte vlucht kan ontmoeten.
De waarde van deze training voor de vlieger is echter voor een belangrijk deel afhankelijk van de instructeur. Wanneer hij zijn werk niet met enthousiasme uitvoert, blijft de training van weinig waarde. Hij heeft ook invloed op de wijze waarop de vlieger de OFTT-instructie benadert en ondergaat. De instructeur dient zo mogelijk dagelijks in contact te staan met de operationele squadrons van zijn onderdeel, om zodoende op de hoogte te blijven van de veranderingen van orders en procedures, zodat zijn instructie afgestemd blijft op de laatste operationele ontwikkelingen. Hij dient de taken van de verschillende verkeers- en gevechtsleidingsinstanties te kennen, omdat hij immers tijdens de instructie al deze functies dient te vervullen. De instructeur moet in staat zijn eventuele klachten aan de OFTT duidelijk te omschrijven en te bespreken met de technische staf van de OFTT. De instructeur moet, hoewel hij zelf geen vlieger is, kritiek kunnen en durven leveren op het werk van de vlieger en op alle ter zake gestelde vragen een juist antwoord kunnen geven.

Het is duidelijk dat aan deze man hoge eisen worden gesteld om van dit in twee betekenissen waardevolle hulpmiddel het optimale rendement te verkrijgen.

Rectificatie

In het artikel „De Oder-Neissegrens" (*Mil. Spect.* **136**(1967)(8)) komen twee onnauwkeurigheden voor. De 7e en 8e regel van de voetnoot op blz. 386 leze men als volgt: *had geleverd, in vergelijking met de grote offers die Engeland, de V.S. en Rusland hadden gebracht. Churchill vreesde.* Op blz. 390 dient het laatste woord van de 15e regel van de rechter kolom *oostelijke* te luiden. Red.