

Nu utvecklas ett nytt integrerat navigeringssystem (NINS) för JAS 39 Gripen. Dess landningsfunktion kallas nytt integrerat landningssystem, förkortat NILS.

NILS är ett flygplansburet autonomt system som möjliggör säker landning i dåligt väder utan krav på särskild markutrustning.

Av LEIF ANDERSSON & PREDRAG PUCAR

**F**lygvapnets taktik för att undvika bekämpning på marken är att sprida flygplanens klargöring till ett antal flygbaser men även inom varje flygbas. För att landa i dåligt väder används det så kallade NILS-systemet som består av markstationer på flygplatserna och mottagare i flygplanen.

Antalet tillgängliga markstationer stämmer inte överens med antalet tillgängliga banor. Ur spridningssynvinkel är detta en begränsning. Men nu finns tekniska lösningar inom räckhåll för att skapa ett flygplansburet autonomt landningssystem som ger möjlighet till inflygning i dåligt väder till de flesta tillgängliga banor i landet.

Vid Saab Gripen och Saab Dynamics i Linköping pågår utvecklingen av JAS39 Gripens nya navigerings- och landningssystem. I navigeringsfunktion benämns systemet NINS – Nytt Integrerat Navigeringssystem – och i land-



ningsfunktion NILS (där L står för landning). Systemen innebär inte tillförsel av någon ny utrustning. Här sker i stället mjukvaruförändringar och tillförsel av databaser. NILS ska tillåta landning på nästan alla banor i landet

vid en molnbas ned till 60 meters höjd.

Förutom att landningssystemet är världsunikt så utförs även arbetet på ett för Saab AB lite unikt sätt. Projektdeltagarna är från Saab Gripen och Saab Dynamics AB. Företagen har satt ihop

# dar Gripen



Foto: Peter Liander/Försvarets bildbyrå

ett team bestående av högt kvalificerade ingenjörer som arbetar tätt tillsammans utan hänsyn till att de faktiskt formellt hör till två företag.

Under förstudiefasen, som i cirka 18 månader har bedrivits som ett forsk-

nings- och teknikutvecklingsprogram, har denna samarbetsform fungerat utmärkt och grunden har lagts till NINS/NILS. Framgången har sannolikt sin grund i en blandning av unga ingenjörer med färsk kunskaper från högsko-

lan, erfarna ingenjörer, forskarutbildade ingenjörer och goda kontakter med Linköpings Tekniska högskola.

NINS/NILS är beställt av Försvarmakten via Försvarets Materielverk genom vidareutvecklingsprogrammet

för JAS 39 Gripen. Målsättningen är att systemet ska introduceras i Gripens delserie tre och senare retromodifieras i övriga flygplan.

### Tekniken

Det nya landningssystemet är egentligen steg två i ett större utvecklingsarbete. Steg ett är att utveckla ett navigeringssystem som är tillräckligt bra så att det kan användas som grund för bland annat ett landningssystem. Förutom att ett navigeringssystem med höga prestanda kan användas för landning, öppnar det möjligheten för många andra tillämpningar såsom bättre lägesinformation vid attackrobotskjutning och som övningsuppföljningssystem.

Provflygningar i Gripen kommer att genomföras under 2000 och testflygningar i en experimentmodul i skolflygplanet SK 60 har redan genomförts.

### Nytt integrerat navigeringssystem

NINS är ett flygplansautonomt navigeringssystem, d v s det behöver ingen information utanför flygplanet för att fungera. Systemet ska dock kunna utnyttja extern information då den finns tillgänglig. NINS bygger på att avancerad datafusion tillämpas på ett antal olika informationskällor. Informationskällorna i systemet är:

- **Radarhöjdmätare (RHM).** Finns idag i flygplanet och används i NINS för att mäta avståndet mellan flygplanet och marken.
- **Terrängdatabas.** Gripen kommer att bära med sig tre databaser med varierande typ av informationsinnehåll. Den största databasen är en *elevationskarta* över Sverige. Lantmäteriverket har tagit fram databasen som är ett nät med 50 meter mellan noderna över hela Sverige. Sedan har höjden över havet för varje nod lagrats i elevationsdatabasen. Databas nummer två är en *markanvändningskarta* som berättar vilken typ av terräng (tät skog, gles skog, åker, etc) som finns i en viss koordinat. Den databasen är också

framtagen av Lantmäteriverket. Databas nummer tre, som är framtagen av Försvarsmakten, innehåller alla *uppsatta hinder* i Sverige, t ex mobiltelefonmaster och vindkraftverk.

- **Luftdatasensor (ADC).** Den här sensor är en av de viktigaste i flygplanssystemet eftersom den förser piloten och styrsystemet med information om fart och höjd. Höjden är en höjd över en tryckyta, t ex havsnivå.
- **Tröghetsnavigeringssystem (TNS).** Är idag en central sensor i Gripen och kommer så att förbli. Det är en uppsättning accelerometrar och gyron som kan mäta flygplanets acceleration och rotation. Detta tillsammans med att man vet var man startar används sedan för att "dödräkna" fram flygplanets position.

Fördelen med TNS är att det kan mäta väldigt högdynamiska förlopp. Nackdelen är att det sakta driver iväg med tiden på grund av ofullkomligheter i sensorerna.

Detta är de sensorer som är grunden i NINS. De första tre informationskällorna används för att beräkna flygpla-

nets position med en terrängnavigeringsalgoritm. Denna är en komplex och högst olinjär datafusionsalgoritm som utvecklats av Saab Dynamics AB.

En första variant av TERNAV sitter redan i AJS 37 Viggen och används operativt med stor framgång. Två saker skiljer det TERNAV som kommer att sitta i Gripen från det i Viggen. Gripenvarianten är en vässad/vidareutvecklad TERNAV, där bland annat idéer från avancerade målföljningsalgoritmer med parallella filter har anammats.

Den andra skillnaden är att TERNAV i Gripen är fullt integrerad med övriga sensorer, till skillnad från Viggen-lösningen. Där fyller den samma funktion som en vanlig pilotfix, d v s positionen från dopplernavigeringssystemet korrigeras med TERNAV-data, men inga uppskattningar av fel i sensorerna görs.

I NINS används tillståndsmodellering (ett sätt att skriva upp de trettiotal differentialekvationer som gäller för systemet) och ett sk extended Kalman-filter för att integrera informationen.

Förutom de sensorer som ingår i grundsystemet ska även GPS och en variant av avståndsmätning med radio-



Terrängdatabasen innehåller 200 miljoner punkter med 50 meters mellanrum. Flyghinderdatabasen innehåller 5000 hinder som är över 40 meter. Markanvändningsdatabasen innehåller 14 typer av vegetation.

system kunna datera upp systemet för att ytterligare öka dess prestanda. NINS är designat så att vilken sensor som helst som ger information om flygplanets läge relativt jorden kan integreras.

### Nytt integrerat landningssystem

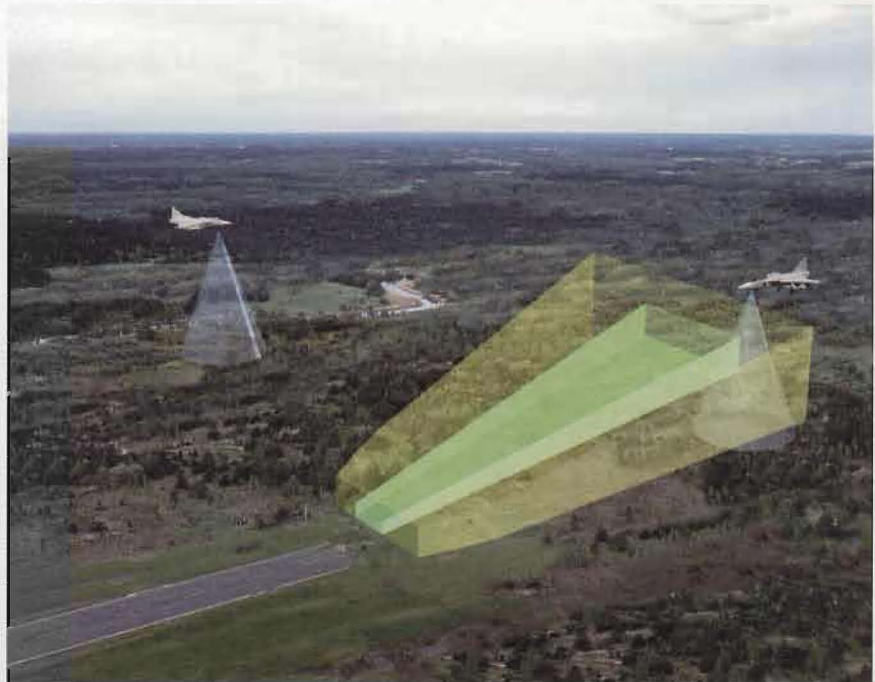
Gripens framtida landningssystem bygger på det ovan beskrivna navigeringssystemet. Det är framför allt två egenskaper som är viktiga: god positionsuppfattning och medvetenhet om systemets prestanda. Den sista egenskapen är den som tillkommer i en flygsäkerhetskritisk tillämpning såsom landning.

Övervakning av att systemets prestanda stämmer överens med de prestanda som systemet anger kallas integritetsövervakning. När integritetsövervakningen ger larm att någon sensor är fel, fortsätter en självdiagnosfunktion att fastställa vilken sensor som är felaktig.

I NILS kommer således inte säkerheten att byggas in genom att man bygger parallella system, utan i stället kommer NILS att ha inbyggd integritetsövervakning och självdiagnos. Självdiagnosen bygger på analytisk redundans, d v s genom kunskap om sambanden mellan de olika navigeringsstorheterna kan man genom att tillämpa modellbaserad feldetektering och feldiagnos, lista ut vilken sensor som har börjat ge felaktig information. Detta bygger på att man har goda kunskaper om och matematiska modeller för de ingående sensorerna, vilket man oftast har i navigeringssammanhang.

Informationen från integritetsövervaknings- och självdiagnosystemet används sedan för att koppla ned landningssystemet från högsta mod till någon av de lägre moderna. Målet är att uppnå högsta möjliga prestanda givet kvarvarande felfria sensorer. Trots att systemet är i hög grad integrerat får det inte rasa ihop som ett korthus vid ett felutfall utan en s k graceful degradation ska ske.

Att slutligen certifiera det här land-



Landningssystemet certifieras efter de så kallade RNP-parametrarna (Required Navigation Performance). Dessa är: • Noggrannhet • Kontinuitet • Integritet • Tillgänglighet.

ningssystemet är en utmaning. Det är ju inte en utrustning som ska certifieras, vilket brukar vara normalt förfarande, utan en samling algoritmer och deras statistiska egenskaper.

På grund av detta kommer en ny metodik and användas. Metodiken för certifiering kommer från den civila luftfarten och kallas RNP (Required Navigation Performance). Den bygger på att man uttrycker risker för att oönskade saker ska hända. Till exempel måste risken att man befinner sig utanför det hinderfria området vid en flygplats vara väldigt låg, eftersom risken för haveri då är hög. Kraven kan då åskådliggöras som två tunnlar (en inre och en yttre). Om man ser osäkerheten i sin positionsuppfattning som en tredimensionell bubbla kring flygplanet, så är kraven uppfyllda om flygplanet inklusive bubbla lyckas ta sig hela finalen till beslutshöjd utan att bubblan tar i tunnelväggen. Se bilden ovan.

### Framtida möjligheter

Navigeringssystemet är normalt en viktig del i ett flygplanssystem. Med NINS/NILS öppnar sig emellertid också en rad andra möjligheter där terrängdatabasen spelar en central roll:

- Automatisk upptagning av flygplanet vid risk för kollision med mark. Detta är även en civilt mycket användbar funktion, då en av de vanligaste haveriorsakerna är så kallad CFIT (controlled flight into terrain).
- Terrängföljning för att kunna flyga lågt under alla väder- och ljusförhållanden för att undvika fientlig radar.
- Två geografiskt väl åtskilda flygplan med passiva sensorer och datalänkförbindelse kan med stor noggrannhet mäta in fientliga flygplan med så kallad kryssspejl om noggrannheten i egen position är stor.
- Noggrann inmätning av markmål med hjälp av passiva sensorer.
- Syntetisk terrängpresentation i HUD (Head Up Display) som hjälp vid lågflygning under mörker och i dåligt väder.
- Virtuell omvärldspresentation i cockpit.

Leif Andersson är överstelöjtnant och tjänstgör vid Militära flyginsektionen i Högkvarteret. Predrag Pucar är systemingenjör vid Saab Gripen i Linköping.