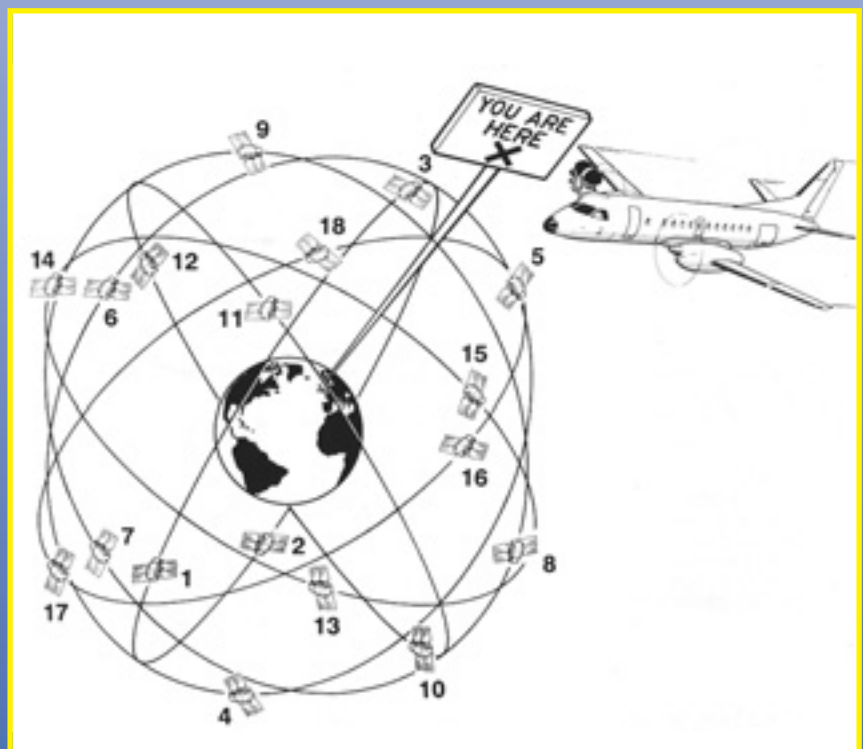




Satellitnavigering

– är det något att lita på?

Ett flygsäkerhetsprogram för allmänflyget



H50P = HALVERING AV
PRIVATFLYGHAVERIERNÄ

H50P är en del av ett omfattande flygsäkerhets-samarbete mellan KSAK, KSAB, Luftfartsstyrelsen, EAA, FFK, SPAF med flera.

Se upp till, men också för, satelli- terna!

Möjligheten att noggrant bestämma sin position med hjälp av satelliter har de senaste åren revolutionerat många verksamheter, inte minst flyget, där GPS (Global Positioning System) har blivit ett begrepp i nästintill var mans mun.

Den riktiga benämningen på satellitnavigering i allmänhet är egentligen GNSS (Global Navigation Satellite System), varav GPS är det amerikanska GNSS-systemet och GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System) det ryska. Dock är begreppet GPS så inarbetat att vi i detta kompendium använder förkortningen GPS även när vi avser positionsbestämning med hjälp av satelliter i allmänhet.

Detta är inte en lärobok i satellitnavigering och inte heller en instruktionsbok i handhavandet av GPS-utrustning. Sådana finns redan på marknaden.

Syftet med kompendiet, liksom med hela H50P-projektet, är att höja flygsäkerheten inom privatflyget. Användningen av GPS ökar markant och i framtiden kommer vi att se allt fler applikationer av GPS inom flyget. Samtidigt konstaterar vi att vissa begränsningar och risker i samband med GPS-navigering inte är allmänt kända eller tillräckligt uppmärksammade. Med detta kompendium vill vi belysa dessa problem.



Funktion

Vad vi får i ett satellitnavigeringssystem är helt enkelt en utomordentlig antennhöjd, vilket ger "fri sikt" mellan flygplanet och sändaren. En fördel blir då att det inte fordras så många sändare för att få ett stort täckningsområde. Man behöver inte så stora uteffekter på sändarna heller. De ligger också i en mycket stabil miljö ute i rymden, fria från "väder", korrosion etc, vilket är gynnsamt för funktion och noggrannhet.

GPS omfattar nominellt 24 satelliter, varav tre är reserv. De ger god täckning över det mesta av jorden i stort sett dygnet runt. Utrustningen väljer själv ut de "bästa" satelliterna hela tiden.

Skillnaden mot markbaserade stationer är att sändarantennerna rör sig hela tiden – med bra fart, dessutom. Eftersom radionavigering bygger på att sändarantennens läge är känt, måste vi alltså på något sätt hålla reda på exakt var satelliten befinner sig i varje givet ögonblick; dessutom måste vi hela tiden överföra den informationen till mottagaren i flygplanet. Men i övrigt är det precis som vanligt – systemet mäter avståndet till tre eller flera sändare och beräknar därur din position.

Installationen i flygplanet består av antenn, mottagarenhet med display och manöverpanel. Bärbar utrustning – batteridriven eller som kan anslutas till cigarrettändaruttaget – ska placeras under vindrutan för att inte antennen ska skärmars av; de våglängder som används gör nämligen att radiovågorna inte kan penetrera exempelvis ett metallskrov. Tänk också på att eventuella metalltrådar i glaset för uppvärmning av rutan skärmar av de svaga satellit-signalerna.

Vid VFR-flygning är GPS endast ett komplement, inget primärsystem.

Karta och kompass gäller, eventuellt uppbackade med ADF/VOR etc. om det finns stationer inom räckvidden.

Varningar

GPS:en endast komplement

Vid VFR-flygning är GPS:en endast ett komplement, inte ett primärt navigationshjälpmedel.

Detta är det absolut viktigaste budskapet med detta kompendium!

All VFR-flygning bygger på att man tittar ut (ser och blir sedd) och att man håller reda på var man är med hjälp av karta och kompass. En anledning är att man själv måste sköta separationen till andra flygplan, en annan att man givetvis måste hitta dit man ska även om GPS:en slutar fungera.



Du får inte flyga utan karta och kompass!

I ett fall här i Sverige flög piloten genom ett flertal kontrollzoner utan klarering. Så småningom fick han kontakt med en trafikledning och det visade sig att han trodde sig vara på en helt annan plats än där han verkligen var. Han hade fullständigt förlitat sig på sin GPS som ledde honom helt fel. Flygningen gick delvis "on top", delvis i molnfritt område. När han försökte följa med i kartan stämde den inte riktigt med verkligheten. Ändå fortsatte han flygningen. Som tur var hade han sin transponder igång på 7000 så att flygtrafikledningen kunde leda bort annan trafik.

Anslutningar i flygplanet är känsliga

När det gäller de enkla, handhållna GPS:erna, är anslutningarna oftast av tillfällig natur och här finns vissa risker. I USA havererade ett flygplan på grund av att GPS:en under starten ramlade ner från sin plats ovanpå instrumentbrädan och låste spaken (piloten klarade sig!)



Antennanslutningar och kraftanslutningar är också känsliga och kan lätt "ploppa ur" om man råkar komma åt dem, t.ex. vid turbulens.

Kontrollera batterierna

Glöm inte att kontrollera före flygning att batterierna i GPS:en är friska – cigaretterändarkabeln kan ploppa ur utan att du märker det, och då blir det automatiskt batteridrift.

Om du använder en handhållen GPS är det lätt att glömma att antennen behöver "fri sikt" till satelliterna.

Du har väl uppdaterat din GPS?

Kartan här bredvid har använts under en provperiod. Du får inte använda den.

Uppdatering

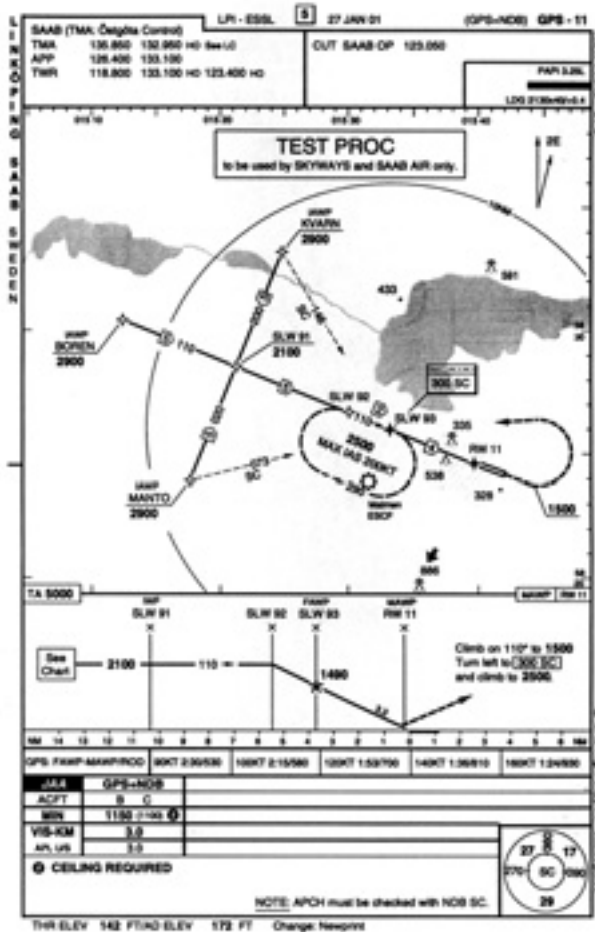
Har din GPS uppdaterats med de senaste luft-rumsuppgifterna? Kontrollera datum när du startar den.

Ge din GPS tid

Om din GPS inte använts på längre tid eller om den förflyttats längre sträcka utan att vara påslagen kan det ta ganska lång tid för den att "orientera sig". Detta gäller speciellt om den är av äldre årgång – då kan det i vissa fall ta flera timmar.

Ingen "hemslöjd"

Hitta inte på egna IFR-procedurer och flyg inte standardprocedurer utan att använda ordinarie navigationsutrustning. Du riskerar att förbise väsentliga faror.



Ergonomi

Vid vanlig radionavigering består pilotens insats av att ställa in en frekvens; därefter kan han avläsa resultatet på ett instrument. Någon programmering att tala om behöver han inte göra – det kan inskränka sig till att t.ex. ställa in en önskad radial på VOR:en. Med GPS kan det däremot bli tal om att programmera in t.ex. brytpunkter. Om man inte flyger så ofta är det inte alldeles enkelt att komma ihåg hur programmering och övrigt handhavande ska gå till på olika GPS-modeller. Vi får då en ökad belastning på piloten, en extra s.k. closed loop.



Presentationen och ergonomin när det gäller knapparnas utseende och funktion kan även det bli en källa till misstag. Felinmatning på grund av att knapparna är för små och/eller sitter för tätt, är vanliga, speciellt i mörker och turbulens, liksom om man har stora fingrar eller har handskar på sig. De flesta i den här kategorin av GPS:er har inte heller så mycket "känsla" i knapparna att man vet säkert om en tryckning fått avsedd effekt. Dessutom har knapparna vanligen dubbla funktioner, för att spara på antalet knappar.

Kommer du ihåg hur din GPS programmeras och vad varningarna betyder?

Glöm inte att VFR-flygning kräver att du för det mesta tittar ut ("se och undvik") – inte ner på GPS:en!

Håll reda på moderna!

Displayen är oftast så liten att man inte kan presentera all information samtidigt. Det blir då av utomordentlig vikt att veta i vilken "mode" man befinner sig, d.v.s. på vilken sida i biblioteket. Inte blir situationen bättre av att siffror och symboler ofta är så små att de blir svåra att läsa.

De panelfasta GPS:erna har i allmänhet en större display med t.ex. en rullkarta (moving map) vilket ger bättre säkerhet i avläsningen och situationsmedvetenheten.

Utvecklingen går dock rasande fort, och rullkartor är numera vanliga även på ganska små GPS-mottagare.

Sammanfattningsvis kan sägas att en GPS ofta leder till mer tittande "ner" i cockpit, och alltså gör att man kan tappa situationsmedvetenheten visavi flygläge och uppsikt utåt på andra flygplan. Man förlorar också träning i tekniken att flyga med tummen i spåret.



Precisionen kan bli för bra!

I Kanada inträffade för ett antal år sedan en kollision mellan ett flygplan under inflygning och ett under utflygning efter start. Man tror att det kan ha berott på att båda piloterna använde GPS och att deras färdlinjer på grund av detta hamnade extremt nära varandra.

Tänk dig att du med hjälp av din GPS flyger fram till den i Svenska Flygfält angivna GPS-koordinaten för inpasseringspunkten till flygplatsen där du ska landa (se t.ex. nedre högra hörnet på bilden nedan).



Tänk högertrafik! Lagg dig gärna litet till höger när du närmar dig en brytpunkt.

Flyg inte i sämre väder med GPS än utan.

Det är visserligen ganska disigt men för övrigt lugnt och stilla i luften, så du kan hålla höjden exakt. Just när du ska trycka in sändarknappen för att tala om att du är vid inpasseringspunkten gör någon i ett annat flygplan det! Om även han navigerar med hjälp av sin GPS och inte heller håller så noggrann utkik är risken stor för att ni har hamnat mycket nära varandra!

En annan anledning till att du kan råka i svårigheter är att du glömt att navigera med karta och kompass och batteriladdningen till GPS:en tar slut eller att det blir avbrott i cigarettändaruttaget. Du vet inte exakt var du är. Sådana exempel finns, där läget kunde ha blivit mycket kritiskt.

Motstå därför frestelsen att flyga i sämre väder än du skulle gjort utan GPS.

Eller vad gör du om det plötsligt står *Memory Full* på din GPS-display? Har du läst manualen noga? Spännvidden i funktioner mellan olika GPS:er är stor och risken för "feltryckning" får inte underskattas.



Noggrannhet, fel och felkällor

Noggrannheten i systemet beror på hur pass noggrant man kan beräkna satelliternas omloppsbanor. Normalt kan man räkna med en noggrannhet på 25 meter eller bättre. Dock kan avvikelserna tillfälligt öka avsevärt. Det spelar ingen större roll när man flyger en sträcka om man under en minut får större felvisning men under resten av sträckan rätt. Däremot kan det vara ett bekymmer för segelflygare som ska verifiera en viss geografisk punkt vid en viss tidpunkt.

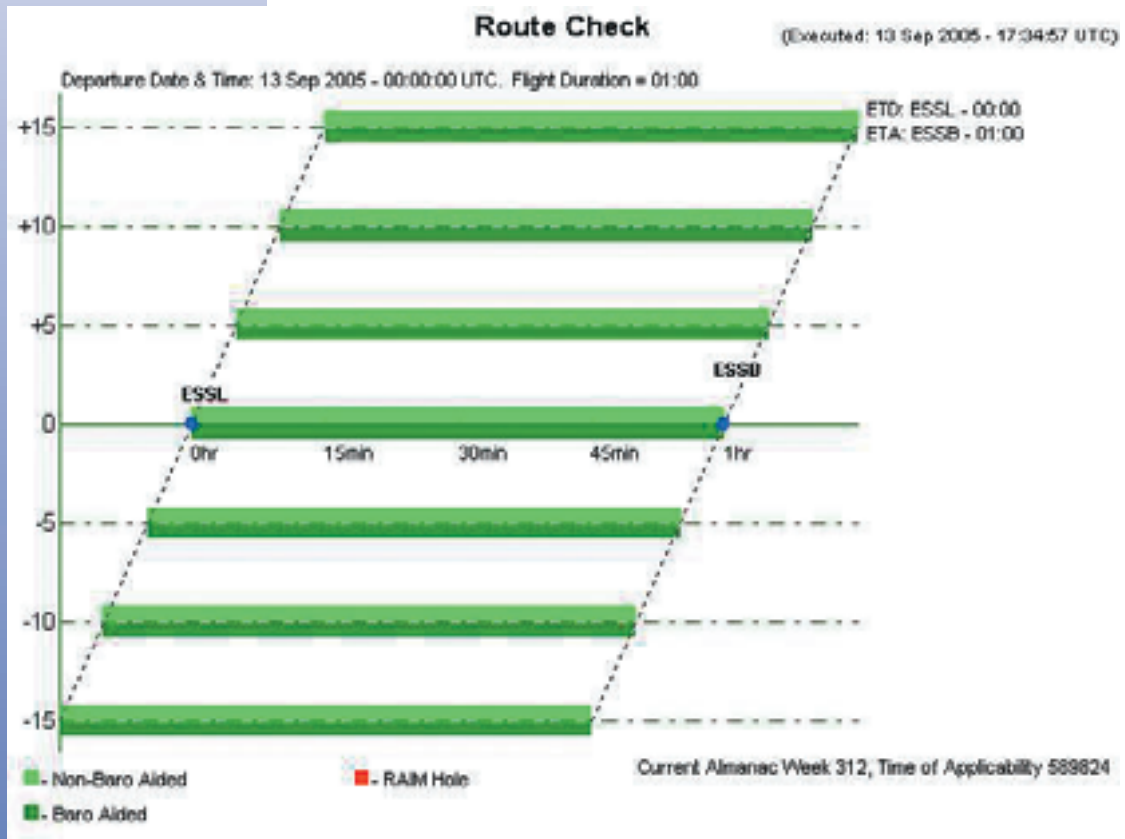
Många GPS-utrustningar har en systemövervakningsfunktion – felvarning om man så vill – som benämns Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM). Den funktionen fordrar mottagning av 5 eller 6 satelliter (fem om GPS:en får höjdinformation från tryckhöjdmätaren, ”baro aided”, sex om den får höjdinformationen via satelliterna).

Satelliterna ska dessutom ”synas” bra, d.v.s. ligga på en viss minimivinkel ovanför horisonten. Det är ju inte självklart att fem eller sex satelliter ligger så bra under hela flygningen, så man ska inte bli orolig om man får en RAIM-varning. Förmodligen förbättras satellitsituationen inom kort och RAIM-varningen upphör.

Ett sätt att i förväg informera sig om läget under den planerade flygningen är att gå in på ECAC:s (European Civil Aviation Conference) sida – augur.ecacnav.com – och klicka sig fram till Route-sidan. Efter att ha fyllt i sin planerade rutt med angivande av starttid och beräknad ankomsttid, räknar programmet ut om det blir RAIM-varningar från 15 minuter före angiven starttid till 15 minuter efter angiven ankomsttid. Bilden på nästa sida visar RAIM-predikte-

Noggrannheten kan plötsligt, och utan förvarning, försämrans avsevärt!

ringen för en flygning mellan ESSL och ESSB den 13 september 2005. Som synes förutses inga RAIM-varningar.



Kravet på "fri sikt" mellan flygplanets antenn och satelliterna betyder alltså att om du t.ex. lyfter ner den bärbara GPS-mottagaren från vindrutan och sätter den på benet får du sämre noggrannhet eftersom GPS:en då inte kan hitta så många satelliter. Om du placerar den under kabinens plåttak (t.ex. lämnar över den till en kamrat i baksätet) slutar systemet tillfälligt att navigera.

Var uppmärksam på att GPS-mottagarna i allmänhet anger lat/long i grader, minuter och hundradels minuter (ddmm.mm), men att koordinater även kan anges i grader, minuter och sekunder (ddmms). Nedanstående tabell visar omräkning från sekunder till hundradels minuter.

Konvertering: sekunder till hundradels minuter

Sek	1/100	Sek	1/100	Sek	1/100	Sek	1/100
1	,02	16	,27	31	,52	46	,77
2	,03	17	,28	32	,53	47	,78
3	,05	18	,30	33	,55	48	,80
4	,07	19	,32	34	,57	49	,82
5	,08	20	,33	35	,58	50	,83
6	,10	21	,35	36	,60	51	,85
7	,12	22	,37	37	,62	52	,87
8	,13	23	,38	38	,63	53	,88
9	,15	24	,40	39	,65	54	,90
10	,17	25	,42	40	,67	55	,92
11	,18	26	,43	41	,68	56	,93
12	,20	27	,45	42	,70	57	,95
13	,22	28	,47	43	,72	58	,97
14	,23	29	,48	44	,73	59	,98
15	,25	30	,50	45	,75		

Intressant komihåg: Om en markradiofyr är avstängd, t.ex. på grund av översyn, tar GPS:en ändå emot "beställningen" och gör att man kan flyga till fyren. Med andra ord: GPS:en struntar i och för sig i fyren – den leder dig till den punkt i lat/long där fyren står. Någon mottagning av själva fyrens signaler sker alltså inte.

Genom att använda en korrektionssändare (en markbaserad GPS- mottagare som via radio sänder ut korrigerande uppgifter) kan man öka precisionen avsevärt. Eftersom korrektionssändarens läge är känt med stor noggrannhet kan man korrigera stora fel i GPS-systemet. Man talar då om Differential GPS (DGPS). När man talar om att använda GPS som instrumentlandningssystem i framtiden är det varianter av DGPS man har i åtanke. Längs svenska kusten finns flera korrektionssändare utplacerade, som ger DGPS-data åt sjöfarten. Finlandsfärjorna t.ex. navigerar med DGPS.

**Rätt använd
är GPS ett
fantastiskt
verktyg,
annars blir
den mest ett
störnings-
moment.**

Ett "G" i färdplanen betyder att du har en fast installerad (och godkänd) GPS-utrustning ombord.

GPS i ATS-färdplanen

I ATS-färdplanens punkt 10, EQUIPMENT, kan man med bokstaven G ange att man har GPS ombord. Observera att det endast avser fast monterad GPS-utrustning där installationen inklusive strömförsörjningen har godkänts. Handburen GPS ska alltså inte anges i färdplanen.

The image shows a flight plan form from the Swedish Civil Aviation Authority (Luffartsverket). The form is titled "FLIGHT PLAN/FÄRDPLAN". It contains various fields for flight information, including origin, destination, flight time, aircraft type, and equipment. A black arrow points from the text on the left to the "EQUIPMENT" section (item 10) of the form, where the letter "G" is entered in the "EQUIPMENT" field. The form also includes sections for "SUPPLEMENTARY INFORMATION" and "REMARKS".

Praktiska tips

Undvik att planera passage av inflygningsfyrar på konfliktande höjd med flygplatstrafiken om molnbasen är låg (under 1500 fot).

Överväg att parallellförflytta din färdlinje någon tiondels nautisk mil åt höger (högertrafik i luften) och därmed skapa ett säkerhetsavstånd till mötande trafik.

Håll utkik och ropa upp strax innan du nått fram till inpasseringspunkten. Då vet annan trafik om din existens.

Om batterierna på din handhållna GPS är på väg att ta slut under flygning kan du tillfälligt få fart på dem igen genom att du plockar ur batterierna och sätter dig på dem en stund och därmed värmer upp dem.

Referenser

GPS för piloter – en introduktion, av Robert Danewid/KSAB

PeGe:s Avionik-Praktika

BCL-D 1.21 RNAV

ECAC hemsida

**Du har
väl extra-
batterier
med dig
till din
batteri-
drivna
GPS?!?!??**

H50P – en säker idé

Enligt beslut från statsmakterna skall privatflyghaverierna halveras under tioårsperioden efter 1998.

H50P är Luftfartsstyrelsens bidrag, tillsammans med ett flertal andra organisationer och företag, för att nå detta mål.



Sammanställt av Aerokonsult/Evert Lyckeberg
i samarbete med arbetsgruppen inom H50P-programmet.

Bilder via Allt om Hobby,
Luftfartsstyrelsen, KSAK, KSAB, Linköpings Flygklubb,
Saab Aircraft AB, SAS/European Aeronautical Group

Layout och redigering: PeGe Lundborg

Tryck: LFVTryck oktober 2005

GOD FLYGTUR!

GOOD AIRMANSHIP

Sträva alltid efter att **uppträda professionellt**.

Även om vi inte har flyg till yrke måste vi uppträda på samma kloka och planerade sätt som yrkespiloterna och aldrig chansa. Det ansvaret har vi mot framför allt våra passagerare och anhöriga som litar på vårt kunnande och vårt goda omdöme.