



BEVINGAT

Flygtekniska föreningens tidskrift • Nr4/2005

EU:s navigationssystem Galileo

Den italienske vetenskapsmannen Galileo Galilei, som i början av 1600-talet upptäckte ett sätt att navigera efter Jupiters månar, har fått ge namn åt Europas stora satellitprojekt Galileo, som är ett samarbetsprojekt mellan EU-kommissionen och ESA.

Uppsändningen av GIOVE-A (Galileo In-Orbit Validation Element) gjordes den 28 december 2005 med en Soyuz-Fregat-raket från Bajkonur-kosmodromen i Kazakstan. Detta är den första uppsändningen för Galileo, Europas globala navigationssatellit-system, som planeras att vara utbyggt om fem år med 30 satelliter i bana runt jorden.

Då får Europa ett eget navigationssystem som är oberoende av det nuvarande amerikanska GPS-systemet men som också blir ett komplement till GPS och det ryska GLONASS. Därigenom uppnås en större säkerhet i att navigera med hjälp av satelliter.

Rymdbolaget övervakade GIOVE-A från en markstation under de första varven runt jorden till dess den placerades i sin slutgiltiga bana. För den andra testsatelliten, GIOVE-B som planeras att skjutas upp i april 2006, kommer Rymdbolaget att svara för övervakning via markstation med telemetri och telekommando genom hela dess livslängd. Rymdbolaget väntas också få en roll i kontrollen av de framtida operationella Galileo-satelliterna.



GIOVE-satelliten

-Med det nya Galileo-systemet, som är speciellt utformat för civil användning, kommer användarna att kunna bestämma positionen med en noggrannhet på ca 1m, jämfört med ca 7m för det nuvarande GPS-systemet" säger **Christer Berner** på Rymdbolaget.

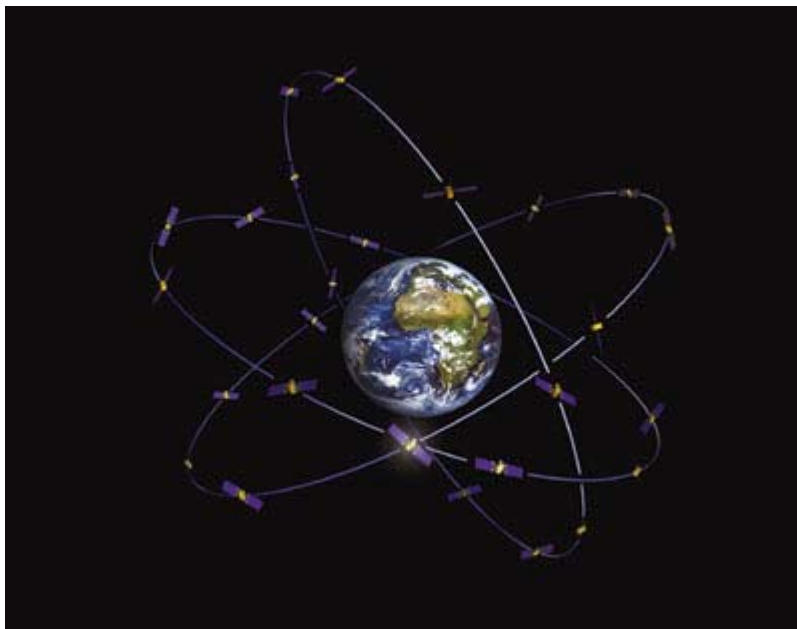
USA och EU har lyckats enas om ett kompatibelt system, så att samma mottagare kan ta emot signaler från både GPS och Galileo. Satelliterna sänder på frekvenser i samma område som mobiltelefoner (L-bandet: 1,1-1,6 GHz), varför det sannolikt blir vanligt att en navigeringsfunktion integreras i framtida mobiltelefoner.

För att man ska kunna bestämma sin position på jorden behövs signaler från minst tre satelliter. För flygnavi-gering behövs det ytterligare en satellit dvs fyra satelliter. Avståndet mellan mottagare och satelliter bestäms genom att mäta löptiden för radiosignalerna, vilket sker genom att jämföra tidsmarkeringarna i satellitsignalerna.

Tidsmarkeringarna kontrolleras av en atomklocka i varje satellit. Alla satelliter tidsynkroniseras med hjälp av en master-klocka på marken som kan hålla tiden med en precision på en sekund under 100 miljoner år!

För att navigations-systemet ska fungera måste man också med hög precision känna till satelliternas position. De placeras i en bana runt jorden på höjden ca 20 000 km och i ett antal och en formation, så att man samtidigt och kontinuerligt ska kunna observera fyra satelliter från nästan vilken punkt som helst på jorden.

Med mottagare som utnyttjar både GALILEO och GPS, och kanske även GLONASS, ökar tillgängligheten för satellitpositionering dramatiskt. Detta kan i många tillämpningar bli den viktigaste konsekvensen av att GALILEO etableras. Där man t ex i tät bebyggelse har 50 % sannolikhet att se



Galileo satellitsystem

tillräckligt många satelliter med enbart GPS ökas den till 95 % med tillägg av GALILEO och ännu mer om också GLONASS kan utnyttjas.

Förvaltningen av GALILEO ska skötas av en nyskapad myndighet, "GNSS Supervisory Authority" (GSA). Den består tills vidare bara av en direktör, portugisen Pedro Pedreira, men ska i början av 2006 växa till ca 15 personer. De första åren kommer GSA att finnas i Bryssel, men ska senare få sin permanenta placering någon annanstans i Europa, då med en personal på kanske 40 personer.

Huvuduppgiften för GSA blir att ansvara för koncessionsavtalet med GALILEO-operatören. En tillfälligt inrättad organisation, Galileo Joint Undertaking (GJU), för intensiva

förhandlingar med ett konsortium som lämnat anbud på uppbyggnad och drift av systemet. Förhandlingarna ska avslutas 2006.

Systemutvecklingen fram till ett minisystem med 4 satelliter 2008 sker inom ett ESA-program, som bekostas till hälften direkt av medlemsländerna och till hälften av EU. Kostnaden är beräknad till 1 450 M€. Sedan ska GALILEO-operatören bygga och sända upp resterande 26 satelliter och komplettera mark-segmentet. Kostnaden för detta beräknas till 2 200 M€. Därefter vidtar den reguljära driften inom ramen för en 20-årig koncession.

Lars Anderson

Källa: Rymdbolaget och ESA

Fantastiska flygare

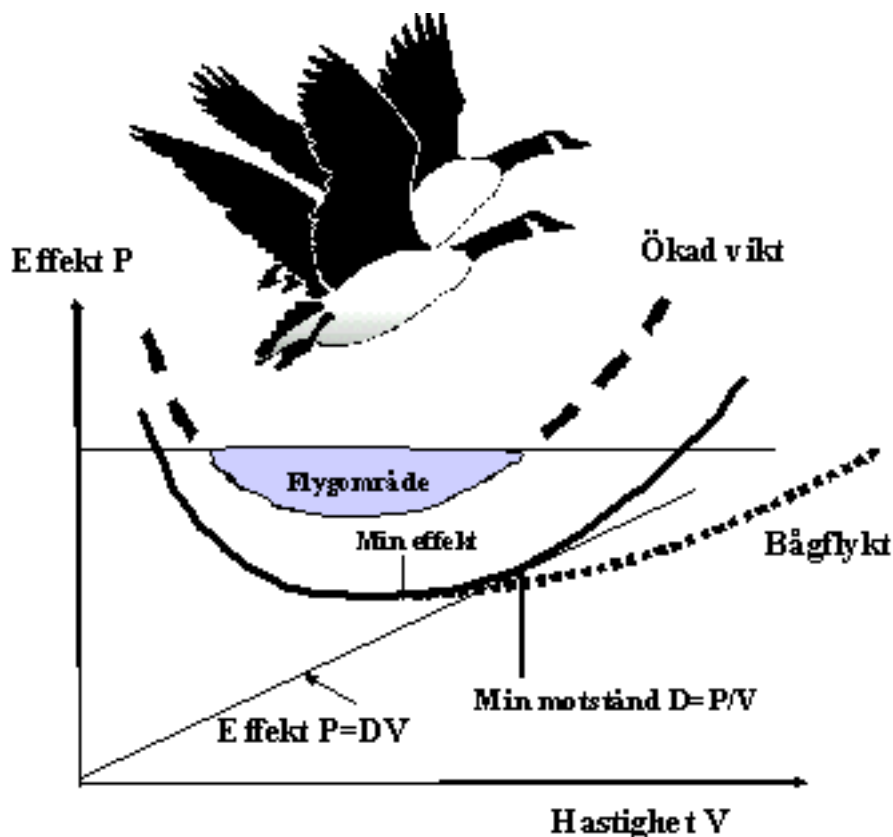
Under hösten har Ulf Olsson, fd teknisk direktör vid Volvo Aero, hållit ett mycket uppskattat föredrag om fåglarnas flygförmåga i Flygtekniska Föreningens lokalaavdelning i Malmö. Följande artikel är en förkortad version av det föredraget.

George Cayley, baron av Brompton Hall i England, som vid sidan om sina jordnära sysslor var mycket intresserad av flygning gjorde 1799 en mycket intressant upptäckt.

Imånga hundra år hade man försökt bygga flaxande maskiner för att kunna flyga som fåglar men alla sådana försök hade skändligen misslyckats. När Cayley nu studerade fågelvingar, såg han att de var välvda och han insåg att en sådan vinge om den fördes genom luften skulle tvinga luften att strömma nedåt bakom vingen. Den nedåtgående luftströmmen skulle ge lyftkraft enbart genom att vingen rörde sig framåt. Man skulle alltså kunna flyga med fasta vingar och flaxande maskiner var bortkastad möda. Cayley ristade in sin ide om en flygmaskin med fasta vingar på en liten silverbricka, som numera finns på Science Museum i London. Han hade därmed gjort en av de viktigaste uppfinningarna i historien.

George Cayleys upptäckt av fågelvingens utformning gjorde det möjligt att separera lyftkraft och framdrivning. Det ledde över Lilienthal till den förstakontrollerade flygningen tyngre än luften av bröderna Wright hundra år senare. Men hur kom det sig då att fåglarna utvecklade sin välvda vinge?

Bland de nästan 10000 kända arterna finns det många fler små fåglar än stora och den maximala storleken tycks ligga något över tio kilo. En speciellt kraftfull fågel är den sibiriska kungsörnen Berkut. Den används för jakt på vargar, rådjur och andra större djur.



Ansträngningarna att avla fram större Berkutörnar har varit intensiva sedan Djingis Khans tid men man har ändå inte lyckats komma mycket över 10 kilo. Det finns tydligen här en gräns som naturen inte överskrider. Men vad är det som begränsar storleken på flygande varelser?

En flygande fågel måste lägga ner arbete dels för att övervinna luftmotståndet, dels för att vinkla luften snett neråt för lyftkraft och framdrivning. Vi får en U-formad kurva, som kallas flygeffektkurvan, se figuren ovan. Man ser nu att det är mycket arbetsamt att flyga såväl vid låga som vid höga hastigheter men också att det finns en hastighet som kräver minst arbete. Det här är fåglarnas stora ”upptäckt”. Genom att anpassa sin hastighet kan de utnyttja kraften i den mötande luften

och flyga med betydligt mindre arbete än insekterna, som håller till på den undre delen av flygeffektkurvan.

Omen flyttfågel vill flyga så långt som möjligt utan att ”tanka” så bör den minimera energiförbrukningen per tillryggalagd sträcka dvs $Pt/Vt = P/V = D$, det totala motståndet. Hastigheten för minsta motstånd får vi genom att dra tangenten från origo till flygeffektkurvan. Flyttfåglar flyger alltså fortare för att behöva äta mindre!

Både den högsta och den lägsta flyghastigheten begränsas av hur hög muskeffekt fågeln kan åstadkomma. Om fågelns arbetsförmåga svarar mot den horisontella linjen i diagrammet så kan den bara röra sig i det markerade området. När storleken ökar så höjs hela effektkurvan uppåt så att

muskeleffekten till slut interräcker ens för flygning med minimal effekt. Effektbehovet ökar dessutom snabbt om fågeln skall bära en tyngd. En rovfågel som bär sitt byte måste utveckla en betydligt högre muskeleffekt än normalt. Hela effektkurvan förskjuts uppåt och flygområdet krymper tills den tvingas flyga på den hastighet, som ger minimal effekt. Små fåglar kan däremot röra sig i ett större hastighetsområde än stora. Speciellt har de lättare för att flyga med låga hastigheter, att trytla.

Nu kan fåglar vidga sitt flygområde till högre hastigheter genom att övergå till ett annat flygsätt, så kallad bågflykt. Alla har nog lagt märke till att många fåglar inte flaxar kontinuerligt utan först glider snett nedåt genom luften med hopfällda vingar för att sedan höja sig genom en serie vingslag.

Den optimala effekten för bågflykt visar sig tangera flygeffektkurvan i min effektpunkten. För högre hastigheter kommer effektbehovet i bågflykt att vara lägre än för kontinuerlig flygning. En fågel med en given prestationsförmåga kan därför öka sin hastighet genom att övergå till sådan flykt. Vinsten med bågflykt är större för mindre fåglar än för stora eftersom flygeffektkurvan är lägre. Observera att kurvan för bågflykt bara existerar för högre hastigheter än den som ger minimal effekt. Det är alltså ingen metod som kan användas för att flyga långsamt.

Vi kan nu förstå vad det är som begränsar fåglarnas storlek. Blir vikten tillräckligt stor så försvinner flygområdet helt och fågeln måste övergå till ett jordbundet liv. För att orka flyga måste en stor fågel skaffa sig en form så att effektbehovet minskar. Det innebär liten våt area och samtidigt stor spännvidd. Helst

ska fågeln inte ha någon kropp alls utan bara vingar.

Men de långa vingarna ställer till problem. Om vi ökar avståndet mellan händerna blir det allt svårare att göra armhävningar. Men det är just vad fåglarna måste klara av. Här kommer vi tillbaka till Cayley's upptäckt. Stora fåglar har utvecklat vingar, som kan ge lyftkraft utan flax genom själva den framåtgående rörelsen. Vingprofilens välvda form vinklar luften nedåt bakom vingen och ger lyftkraft till synes utan ansträngning.

Flygning kräver ändå hög effekt och låg vikt. Ett bra mått på prestationsförmåga är effekten per kilo kroppsvikt. Bröderna **Orville** och **Wilbur Wrights** bedrift var att de var först med att bygga en maskin, som kunde utveckla lika mycket kraft som en fågel. Deras flygplan hade en effekt av cirka 25 W/kg, vilket ungefär motsvarar vad en mås utvecklar. Jämför det med människans cirka 3 W/kg! Flygtekniken har sedan dess utvecklats ofantligt. Gripen har en effekt per kilo som är hundra gånger så stor som bröderna Wrights första flygplan och Ariane-raketen är tusen gånger så kraftfull. Flygmaskinerna är de kraftfullaste maskiner människan skapat liksom fåglar och insekter är de kraftfullaste av alla levande varelser.

I ren råstyrka har vi alltså överträffat naturen men vi ligger fortfarande långt efter när det gäller styrning och kontroll av flygningen. Kanske kommer framtidens flygplan att utvecklas mot något som liknar en levande varelse med en kraftfull datorhjärna som via ett fiberoptiskt nervsystem styr en kropp av flexibla material. Fortfarande gäller emellertid Lilienthals ord att fåglarna gör narr av oss som flygare.

Ulf Olsson

FTFs Hemsida på Internet

Adressen är:

www.flygtekniskaforeningen.org

På FTFs Hemsida finns bl.a aktuell information om Huvudföreningens Programverksamhet.

BEVINGAT finns också på Hemsidan under rubriken "FTFs Tidskrift" och kan laddas ned fr.o.m nr 4 1996.

Hemsidan redigeras av redaktören för *BEVINGAT*.

BEVINGAT

utkommer med 4 nr/år och distribueras till FTFs medlemmar

Redaktör

och ansvarig utgivare

Lars Anderson

Kammakargatan 52

111 60 Stockholm

Tel. 08-791 84 91

E-post: ftf@mailbox.swipnet.se

Lokalredaktörer

Hans-Olof Hansson, Göteborg

031-735 00 00

Lars-Åke Holm, Linköping

013-18 00 00

Torsten Höjrup, Malmö

040-49 92 05

Ulf Olsson, Trollhättan

0520-940 00

Manuskript adresseras till redaktör eller lokalredaktörer. Manusstopp för nästa nummer: den 20 februari.