Några kommentarer till Emanuel Swedenborgs flygplansprojekt

Av Hans-Eric Löfkvist

Att den 26-årige fantastiskt mångsidige naturvetaren och uppfinnaren Emanuel Swedenborg även gav sig på att söka förverkliga människans urgamla dröm att kunna flyga kan väl i första hand hänföras till hans "uppfinnarlusta". Intresset för mekaniska uppfinningar är typiskt för tiden, vartill kommer att ES från 1710 var assistent till Christopher Polhem, tidens stora uppfinnargeni. För en nutida flygtekniker är det mycket intressant att försöka gissa sig till och följa hans sätt att tänka och att studera hur han med sunt ingenjörsmässig bakgrund gör intelligenta kombinationer av egna och andras observationer och tillämpar sin kunskaper i mekanik och matematik.

De iakttagelser ES främst hänvisar till är följande:

1. Stora fåglars förmåga att glidflyga utan att röra vingarna.
2. Kraften i en hård vind, t ex när den blåser mot en stor port.
3. Att pappersdrakar kan hålla sig i luften.
4. Berättelser om att en djäkne skulle oskadd klarat ett fall från ett kyrktorn tack vare stark blåst och en vid kappa (använd som fallskärm)
5. Polhems ". . . Anmerckningar om wädrets Resitence mot fallande tyngder och Areer", publicerade i Dædalus Hypberboreus 1716, där bl a betydelsen av kvoten mellan en kropps tyngd och dess yta vinkelrätt mot fallriktningen diskuteras.

Swedenborg kände sannolikt icke till Leonardo da Vinci, i varje fall icke dennes skisser till apparater för mänsklig flygning 200 år tidigare. Han noterar däremot att "Kircherus (Athanasius Kircher) och andra" talat om flygning men utan kända resultat.

Människans muskelkraft otillräcklig

Innovationer i förhållande till kunskapsnivån när förslaget till flygmaskin utarbetades:

När vi med nutida flygteknik som bakgrund ser på ES skiss till farkost för mänsklig flygning är det följande observationer och konstruktioner som bör noteras:



1. Swedenborgs flygmaskin i modell (skala 1:20) vid Sveriges Tekniska Museum. Foto Kay Danielson 1988, STM.

1. Både ES och Polhem insåg att människans muskelkraft icke var tillräcklig för att ge erforderlig effekt för flygning. Polhem påpekar att förhållandet mellan kraft och kroppsvikt är gynnsammare för fåglar än för människor.
2. Denna insikt ledde till två slutsatser:
   a) Fågelns förmåga att flyga med egen muskelkraft omsatt i vingrörelser kan icke efterliknas av människan.

b) Den primära målsättningen begränsades till att uppnå *glidflykt*, men med möjlighet till viss manöverförmåga när farkosten väl blivit luftburen.

3. Det var "wädrets" (fartvindens) krafter på en bärande, fix yta, ett "segel", som skulle utnyttjas.
4. Beträffande den bärande ytans *area* utgår ES från "gladans eller örnens" vikt och vid glidflykt utnyttjad horisontell yta, han uppskattar vikten på sin farkost, tillämpar fågelns vingbelastning (vikt/yta) och beräknar så erforderlig yta på "seglet".
5. Beträffande *planform* anser ES att den kan vara en kvadrat, rektangel, cirkel eller oval, men tror att ovalen är bäst, dock utan att anföra motiv.

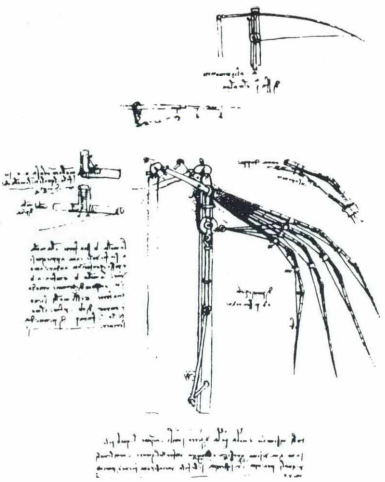
Det är märkligt, för att inte säga obegripligt, att han inte anat att de gildflygande fåglarnas stora vingspännvidd är en viktig förutsättning för deras flygkonst. De negativa konsekvenserna förstärks genom att naturlig färdriktning förutsättes av ES vara parallell med seglets längdaxel.

6. Bärytans, "seglets", kanter är i förslaget böjda nedåt så att den blir konkav, sedd underifrån. Syftet är icke angivet men förklaringen kan ju vara den enkla att en skopa fångar in mera "wäder" än en plan platta. Visserligen får frampartiets översida därmed en välvning som liknar senare tiders vingprofil, men det får nog ses som en tillfällighet.
7. *Konstruktionsprincipen* för den lastupptagande strukturen är fin med fyra bärande balkar och tvärgående ribbor (motsvarande spryglar) som för över lasten från segelduken till balkarna. Fågelvingen har alltå icke varit förebild utan konstruktionen är resultat av självständigt ingenjörsmässigt tänkande. Kravet på låg vikt framhålles och Polhem påpekar den svårighet som ligger i att, vid en förstoring, volymen ökar med kuben på den lineära dimensionen. Eftersom vikten ökar i proportion till volymen leder detta till problem.
8. Det är intressant att studera hur uppfinnaren/ingenjören tänkt sig att farkosten skall flygas och vilka arrangemang han förutser nödvändiga.

Manöverförmåga

Helt klart har glidflygning som primärt mål samt insikten om begränsningen i den mänskliga muskelkraften varit styrande. Ett viktigt problem är *manöverförmågan*. För att föraren ska kunna påverka och kontrollera farkostens rörelser anvisar ES vissa hjälpmedel:

Han konstruerar två symmetriskt placerade *"vingar"* eller åror som skall kunna ge ett tillskott till luftkraften på det fasta seglet som bär farkosten, tillräckligt stort för att medge manövrering. Årorna är lagrade i väggarna på den korg, där föraren sitter. Vingarna (årornas blad) består av ett klaff- eller ventilsystem, som slutes vid rörelse



2. Leonardo da Vinci utgick från fåglarnas flygning, här en mekanism till en ornitopter omkr år 1495.

nedåt och öppnar vid rörelse uppåt. De föreslås monterade i sådan vinkel relativt farkostens längdaxel att en kraftkomponent i längsled erhålles från luftkraften på årbladen vid "rodd". En fjäder monteras på åran på ett sådant sätt att den spännes då årans blad föres uppåt och hjälper föraren vid rörelsen nedåt. Luftkraften på bladen blir alltså riktad uppåt-bakåt när föraren drar åt sig årornas handtag. I Dædalus-notisen gör ES ett originellt tillägg: han förmodar att man kan öka effekten hos vingarna genom att placera en huv över dessa "som några insecter hafwa öfwer sina" (vingar).

Farkostens tyngdpunkt skall mätas in noggrannt och mätmetod anvisas. Årorna skall placeras i tvärsnittet genom tyngdpunkten. Föraren kan ändra farkostens tyngdpunkt genom att flytta sig i sin korg och förväntas på så sätt kunna påverka sin rörelseriktning.

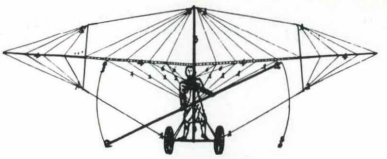
Pendelvikt

ES konstaterar behovet av en *stabiliseringsanordning* och denna utför han som en pendelvikt, fixerad i korgens botten under tyngdpunkten. Pendelarmens längd och ändviktens tyngd anvisas. Anordningen klarar den statiska jämvikten men bygger på den felaktiga föreställningen att luftkraften alltid kan tänkas angripa i farkostens tyngdpunkt.

Vidare förutser ES att en *vertikal styryta* kan behövas för att hålla kursen, men utan att ge konkret förslag.

Farkosten skall förses med *fyra ben med hjul*, så att den kan bogseras på marken med frigång för stabilitetspendeln.

ES inser att det största problemet är att få upp maskinen i luften eftersom den mänskliga muskelkraften icke är tillräcklig: "största omaket skulle wara at twinga sig op från Horizonten". Han konstaterar att "ett starkt wäder" behövs samt att man får antingen starta från ett hustak eller annat "högt rum", eller med hjälp av bogsering i lina.



3. Tysken Melchior Bauer konstruerade år 1764 denna flygmaskin, som hade många likheter med Swedenborgs äldre maskin.

Sund teknologi

När man så här i detalj studerar Swedenborgs "Utkast till en Machine at flyga i wädret" och föreställer sig dåtida kunskapsnivå måste man beundra hans sätt att med sund teknologi angripa uppgiften, både som helhet ("systemlösning") och i fråga om detaljlösningar.

Den viktigaste innovationen ligger i att han av tekniska skäl förkastar den näraliggande tanken att efterlikna fåglarnas förflyttningsflygning med vingslag, som både Leonardo da Vinci 200 år tidigare och många långt senare konstruktörer inklusive Otto Lilienthal gått ut ifrån.

Eftersom han inte kan tänka sig annan kraftkälla än människan och inser att denna är otillräcklig ser han möjligheten att med en fast bärande yta i stället utnyttja krafterna i luften och därmed undvika konstruktivt svåra problem. Fågelvingens och kvarnvingens funktionssätt har däremot överförts till en separat anordning för manöver och förflyttning som åstadkommer ett mindre *tillskott* till den primära lyftande kraften från luften. Med hjälp av en mekanisk finess i form av en fjäder bedömmer han att människokraften räcker till för detta begränsade behov.

När grundidén väl är formulerad återstår mera triviala konstruktionsuppgifter. Strukturen i den fasta bärytan, seglet, är väl genomtänkt. Låg vikt eftersträvas genomgående.

Kunskap om aerodynamik saknades helt. Detta hade i två avseenden konsekvenser, som skulle varit katastrofala om ES försökt flyga sin maskin och var så i många långt senare experiment:

1. Man anade inte att en vinges sidoförhållande, dvs bredd (eller spännvidd)/djup (eller korda), skall vara stort för att ge vingen ett bra glidtal, dvs lyftkraft/motstånd, och därmed goda prestanda i glidflykt.
2. Man visste ingenting om luftkrafternas fördelning över en vinge och därför inte heller att deras (fiktiva) angreppspunkt ("tryckcentrum") varierar med vingens anfallsvinkel. Samspelet mellan tryckcentrum och tyngdpunkt är avgörande för ett flygplans stabilitet under flygning, speciellt i längsled, d v s dess förmåga att med en återförande luftkraft automatiskt svara på och motverka en störning av intaget flygläge.

I dag känner vi flera metoder för att göra ett flygplan dynamiskt stabilt, vanligen med stjärtparti med både horisontella och vertikala ytor, som också användes för styrning, eller med delta-(Δ) formad planform på vingen. Men vägen dit har varit mödosam med många kullerbyttor då både farkoster och ibland flygare slagits sönder.