

D

Vår störste fiende

Allt om

MOTSTÅND

Av Rolf Björkman

Flygets fiende nummer 1 heter **MOTSTÅND**. Jakten på detta motstånd har varit en av de viktigaste åtgärderna för att förbättra prestanda. Hängflyget har inte varit något undantag härvidlag. Att man lyckats göra stora framsteg råder det knappast någon tvekan om.

Den allmänna uppfattningen är att en flygfarkost bromsas av ett luftmotstånd. Så enkelt kan man emellertid inte behandla frågan då det här rör sig om flera slags motstånd som uppträder på helt olika vis.

$T=D$

Det motstånd som alstras under flygning måste övervinnas med hjälp av en drivkälla om hastigheten framåt skall kunna bibehållas. Dragkraften T (för engelska ordet *thrust*) hos drivkällan (t ex en motor) måste vara exakt lika stor som motståndet D (för engelska ordet *drag*) om flygfarkosten i planflykt skall hålla konstant hastighet ($T=D$). Om T är större accelererar

Denna artikel riktar sig till alla hängflygare. Ambitionen är att all teori som berör ämnet motstånd skall behandlas anpassat för hängflygpiloter. Artikeln bör läsas i kombination med tidigare artikel om lyftkraft (Hypoxia nr 44) och kommande artiklar i ämnet aerodynamik och flygmekanik

farkosten. Om D är större retarderar den. (Se fig 1)

En hängglidares drivkälla är jordens dragningskraft. Den del (komponent) av jordens dragningskraft som är riktad i färdriktningen är måttet på drivkällans styrka. Vid planflykt är den komponenten $=0$. Desto brantare flygbana desto större blir den drivande komponenten. Vid lodrät dykning

utnyttjas hela jordens dragningskraft. Generellt gäller alltså att ju större motståndet är desto större drivkraft krävs, alltså för en hängglidare brantare flygbana (eller glidbana). (Fig 2)

Som följd av brantare flygbana ökar sjunkhastigheten. Slutresultatet blir alltså att ökat motstånd hos en hängglidare resulterar i större sjunkhastighet.

Motståndet hos en flygfarkost kan indelas i två principiellt olika typer av motstånd, *skadligt motstånd* och *inducerat motstånd*.

Skadligt motstånd

Blotta namnet säger att det är fråga om ett motstånd som man vill bli av med. Andra benämningar på detta motstånd är parasitmotstånd och nollmotstånd. Den vanligaste förkortningen är D_0 . Det skadliga motståndet kan i sin tur delas upp i *formmotstånd*, *frik-tionsmotstånd*, *interferensmotstånd* och *vågmotstånd*.

Formmotstånd

När luften strömmar förbi en kropp måste luften accelerera i nya riktningar. Ju snabbare sådan acceleration måste ske desto större blir motståndet. Om kroppens form är tvär, t ex en plan yta blir accelerationen i sidled kraftig och stort motstånd orsakas (övertryck på kroppens framsida). Kroppens baksida har också stor betydelse. Här klarar inte alltid luften att följa ytan utan turbulent luft bildas i det under-



Fig 1. Om dragkraften $T =$ motståndet D blir hastigheten i planflykt konstant.

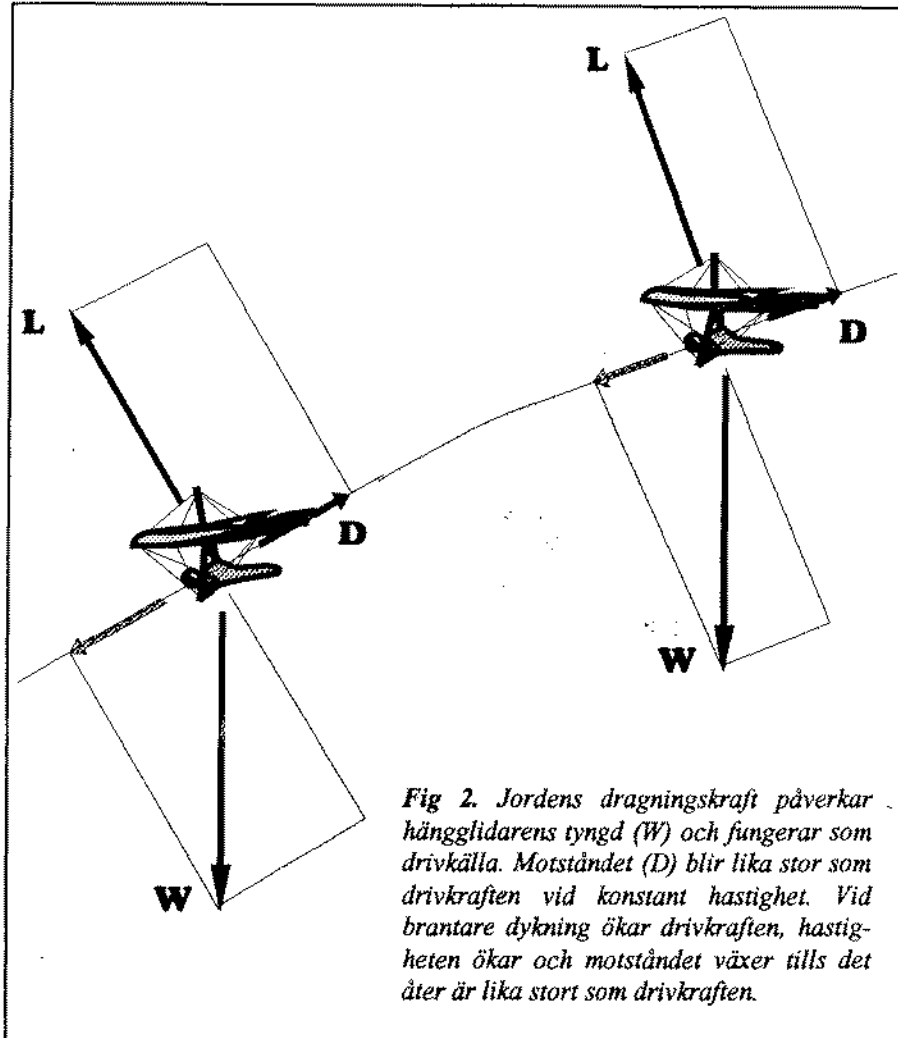


Fig 2. Jordens dragningskraft påverkar hängglidarens tyngd (W) och fungerar som drivkraft. Motståndet (D) blir lika stort som drivkraften vid konstant hastighet. Vid brantare dykning ökar drivkraften, hastigheten ökar och motståndet växer tills det åter är lika stort som drivkraften.

högre motstånd. En ökning av höjden tills luftens densitet halverats (ca 6 km) ger halvt motstånd.

Vi förstår nu att om moderna snabba hängglidare skall kunna hävda sig i tävlingar måste formmotstånd jagas. I annat fall kommer snabba flygningar mellan termikblåsorna att bli kostsamma. Antag att en viss plan yta vid 30 km/t orsakar 1 kp motstånd. Om hastigheten fördubblas till 60 km/t blir motståndet katastrofala 4 kp. Rätt inkapslad ger motsvarande projicerade yta i färdriktningen 0,05 kp som vid fartökningen ökar till 0,2 kp. Skillnaden i motståndsökning i de båda fallen är alltså 3 kp respektive 0,15 kp. Vinsten av strömlinjeform är i detta fall avsevärd om vi talar om hängglidare.

Nu vet Du varför moderna hängglidare har profilerade bygelben och mast och har korsbommen inkapslad i seglet. Det finns också vinster att hämta genom att strömlinjeforma piloten med rätt typ av hjälm och sele. Genom sådana åtgärder kan piloten flyga snabbare och därmed vinna tävlingen.

Friktionsmotstånd

Denna del av det skadliga motståndet omfattar den friktion som alla ytor orsakar gentemot luften. När luften strömmar längs en yta bromsas den upp. Allra närmast ytan är luften stillastående för att sedan successivt öka sin hastighet och en bit ut vara

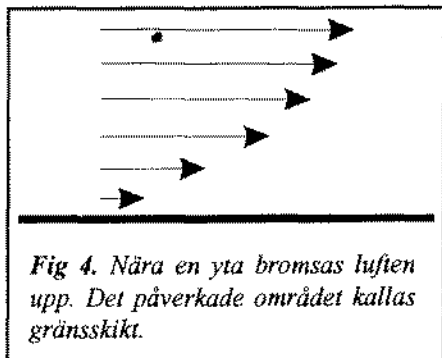


Fig 4. Nära en yta bromsas luften upp. Det påverkade området kallas gränsskikt.

tryck som bildas, s k vak. Genom rätt form på kroppar som skall röra sig framåt genom luften vill man åstadkomma minsta möjliga acceleration och vak. Därmed kan mycket stora vinster göras. Här visas ett exempel.

(Fig 3). Antag att en plan och rund skiva (tallrik) skall föras fram i luften med den flata sidan rakt mot luftströmmen. Vid en viss hastighet blir då motståndet 1 (det kan vi kalla motståndskoefficient C_{D0} som här =1). Om vi kapslar in skivan i ett klot kommer formmotståndet att minska till ca 1/3 ($C_{D0}=0,3$). En väl spolformad kropp kan ha så lågt motstånd som 5 % av den flata ytans ($C_{D0}=0,05$). Om motståndet 1 för den flata ytan motsvarar 1 kp (kg) är vinsten 0,95 kp vilket för en hängglidare är en mycket stor vinst. Med många små liknande ytor görs stora vinster totalt. Hastigheten här har stor betydelse vilket Du kan se längre fram.

Det som direkt påverkar en viss kropps motstånd vid rörelse är hastigheten (V) och luftens densitet (ρ). Densiteten är i sin tur beroende av tryck (höjd) och temperatur. Dessa faktorer påverkar motståndet enligt

följande formel (egentligen formeln för hela det skadliga motståndet):

$$D_0 = C_{D0} \times S \times \frac{1}{2} \rho V^2$$

C_{D0} är koefficienten för just den aktuella kroppens form och S är kroppens frontyta. $\frac{1}{2} \rho V^2$ är formeln för dynamiska trycket. Av denna del av formeln framgår att hastigheten påverkar motståndet med kvadratisk värde. En fördubbling av hastigheten med i övrigt oförändrade förhållanden ger alltså ett fyrdubbelt motstånd. Tio gånger högre hastighet ger 100 gånger

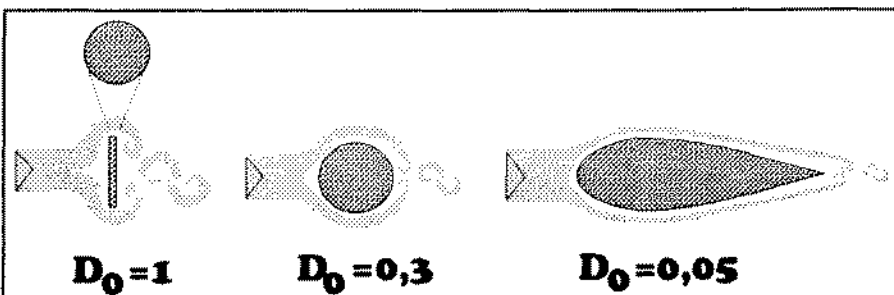


Fig 3. Kroppar med samma frontyta (t ex cirkelform) men med olika form får olika skadligt motstånd. Detta motstånd beror på den acceleration som luften tvingas till i nya riktningar

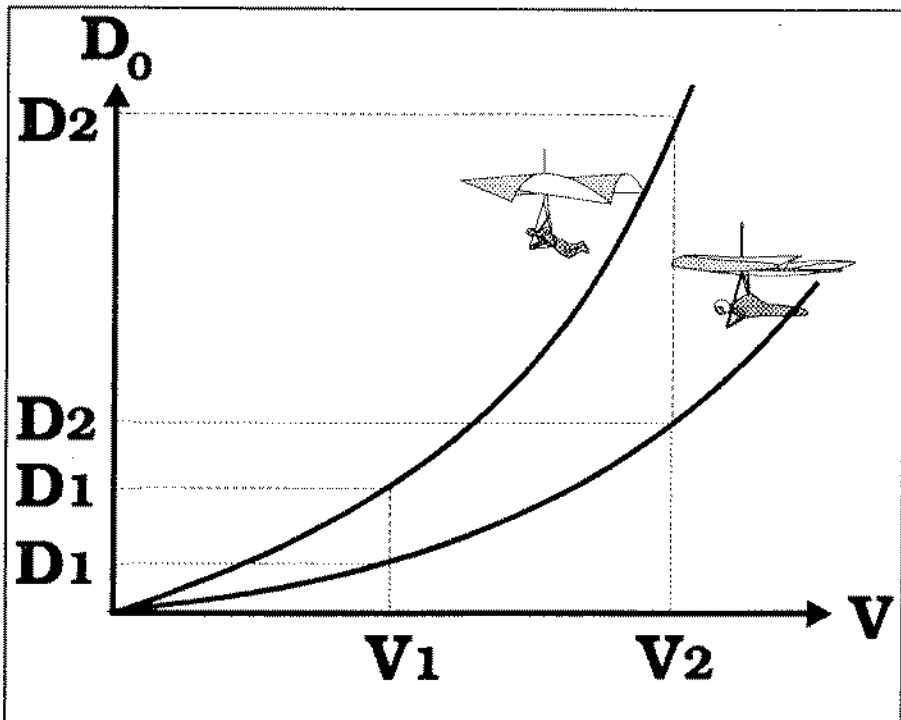


Fig 5. När hastigheten V ökar från V_1 till den dubbla V_2 ökar det skadliga motståndet D_0 från D_1 till det fyrdubbla D_2 .

opåverkad av ytan (fig 4). Det skikt som påverkas kallas gränsskikt. Ju ojämnare yta desto större mängd luft bromsas. Friktionsmotståndet är beroende av hastighet och luftens densitet enligt samma lagar som gäller formmotståndet.

Interferensmotstånd

Det här motståndet är av något mindre intresse för hängglidaren. Det bildas genom att luft som strömmar med olika hastighet runt olika delar störs i gränsskiktet (interfererar). Där bildas virvlar. Ett tydligt exempel på där sådant kan inträffa är mellan en flygplanskropp och vingens översida. Tillverkaren kan minska interferensmotståndet genom rätt form t ex utfyllnad mellan kropp och ving.

Vågmotstånd

Detta motstånd är definitivt av underordnad betydelse för hängglidaren då det bildas i farter nära ljudets.

Sammantaget

Hela det skadliga motståndet följer samma formel som redovisades tidigare.

Om det skadliga motståndets relation till hastigheten åskådliggörs i ett diagram får det det utseende som visas i fig 5. Där visas två principiella kurvor, en för en hängglidare av äldre slag och en modernare. Båda följer

samma matematiska lag nämligen att motståndet ökar med kvadraten på hastigheten. För den bättre hängglidaren är dock motståndet lägre i alla hastigheter och denna hängglidare tål betydligt högre hastigheter.

Det som begränsar en hängglidares hastighet och därmed hur brant man kan dyka är dels hur liten anfallsvinkel som vingen kan klara utan att antingen falla ihop (luffing på äldre hängglidare), begränsas av torderingspinnarna eller möjligen bli mindre stabil i något plan dels vilken hållfasthet hängglidaren har.

Det stora motstånd som erhålls vid högre hastigheter visar sig ju som en kraft som bromsar hängglidaren. Om denna kraft blir för stor kan vissa delar av en hängglidare utsättas för otillåtet

stora krafter. För att inte skrämman någon bör påpekas att moderna hängglidare i allmänhet kan flygas upp till den hastighet som piloten klarar av att initiera under normal flygning.

Generellt gäller för det skadliga motståndet i samband med konstruktion av hängglidaren, anpassningar av utrustning eller flygsätt att man minskar det på följande sätt:

- Minsta möjliga frontyta visas. Hängglidarens konstruktion är en parameter. En annan är pilotens flygställning och kroppsansbringad utrustning. En tredje är att minimera annan utrustning som instrument och dylikt.
- Ge alla delar så strömlinjeformat utseende som möjligt.
- Gör alla ytor dels så små eller få som möjligt dels så släta som möjligt.
- Flyga med kroppens längdriktning så nära luftströmmens riktning som möjligt.
- Flyga så sakta som möjligt.
- Flyga så högt som möjligt och i så varm luft som möjligt.

Inducerat motstånd

Det motstånd som kallas inducerat motstånd är något mer komplicerat. Det här motståndet känner vi inte igen från andra sammanhang där flyg inte finns med i bilden. Det uppför sig till synes också mera ologiskt. I praktiken följer det naturligtvis strikta lagar. I olika beskrivningar av hur det inducerade motståndet uppkommer kan man få olika förklaringar vilket inte gör förståelsen lättare.

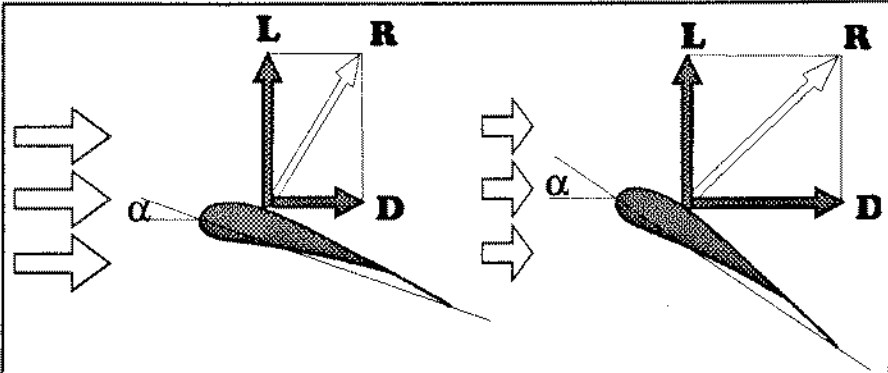


Fig 6. Ökad anfallsvinkel och lägre hastighet gör de samlade luftkrafternas resultant R mera bakåtriktad. Lyftkraften L är oförändrad men det inducerade motståndet ökar.

Det inducerade motståndet kan liksom det skadliga motståndet påverkas genom hängglidarens konstruktion. Olika vikt ger också olika inducerat motstånd. I luften med en viss hängglidare är det dock bara en faktor som påverkar det inducerade motståndet och det är anfallsvinkeln.

Titta på figur 6. Du ser en viss vingprofil i två olika anfallsvinklar. De kan t ex representera en hängglidare i två olika situationer, en med låg fart och stor anfallsvinkel och en med hög fart och liten anfallsvinkel. De båda kombinationerna ger samma lyftkraft. Den här situationen känner vi igen från en tidigare artikel om lyftkraft.

Om vi ser på kraftresultanten som visar det sammantagna egentliga trycket från deltrycken från alla punkter på vingprofilen så kan vi konstatera att den pekar uppåt och snett bakåt. Delar man istället upp krafterna i två komponenter där den ena är vinkelrät mot färdriktningen (lyftkraften) och den andra motsatt färdriktningen (motståndet) så kan man lätt se att med samma lyftkraft i de båda fallen så får man ett större motstånd vid stor anfallsvinkel. Det fallet representerar ju låg fart. Alltså kan man generellt säga att **låg hastighet ger stort inducerat motstånd och hög hastighet ger litet inducerat motstånd.**

Det finns emellertid andra situationer när piloten utnyttjar större anfallsvinkel än den som behövs för flygning rakt fram med viss hastighet. I både upptagning och sväng behövs ökad lyftkraft som erhålls genom att piloten ökar det inducerade motståndet. Som direkt följd ökar det inducerade motståndet.

I detta avseende är egentligen upptagning och sväng samma fenomen. Skillnaden är bara hängglidarens lutning. Ju häftigare upptagning och ju brantare sväng desto större lyftkraft behövs och desto större blir det inducerade motståndet. Följden blir i allmänhet fartminskning och risken för stall ökar.

När hängglidaren lastas tyngre ökar behovet av lyftkraft. För att erhålla denna kan hängglidaren flygas med högre hastighet och samma anfallsvinkel eller samma hastighet och högre anfallsvinkel. I båda fallen ökar de totala luftkrafterna och både lyftkraft och motstånd ökar. Om två personer med olika vikt delar på samma

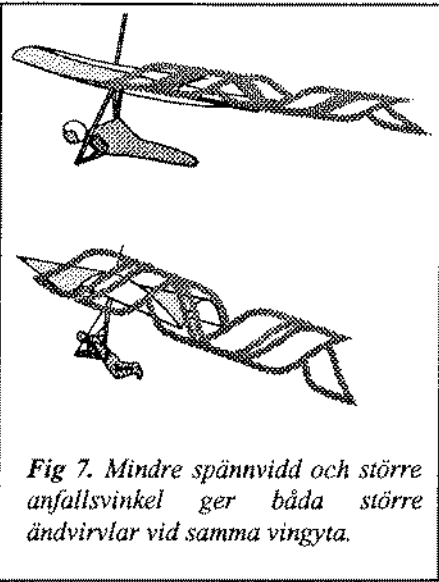


Fig 7. Mindre spännvidd och större anfallsvinkel ger båda större ändvirvlar vid samma vingyta.

hängglidare kommer den tyngre piloten att flyga med större motstånd.

Konstruktionen påverkar

Vingens form påverkar i hög grad det inducerade motståndet. Mellan vingens under- och översida råder en tryckskillnad. Det kan aldrig bli en skarp gräns mellan två olika tryck i gaser utan de försöker utjämna varandra. Luft försöker strömma från det högre trycket på undersidan till det lägre trycket på översidan. Detta kan lättast ske vid vingspetsen i vart fall när det gäller en rak vinge. Denna överströmning kräver energi då luften i virvlarna måste accelerera. Dessutom tar överströmningen av luft bort lyftkraft i närheten av vingens yttre del som måste kompenseras med högre anfallsvinkel. Motståndet ökar.

Själva överströmningen skapar en rotor vid vingspetsen. Denna benämns ändvirvel eller vortex och kan vara ett problem för en bakomvarande flygfarkost.

Sidoförhållande

I fig 7 kan man se att olika vingformer ger olika stor överströmning. Vi utgår från samma vingyta. Det är alltså relationen mellan spännvidden och vingordans längd som ändras. Ett stort sidoförhållande har en vinge som har stor spännvidd och liten korda. Det egentliga måttet på sidoförhållandet är spännvidden dividerad med vingytan. Den som är bevandrad redan i den lägre matematiken förstår att detta är i princip samma sak. Långa smala vingar som på segelflygplan ger liten vingspetsrotor. Denna vinge får också litet inducerat motstånd. För den korta och breda vingen kommer ändvirveln

att bli relativt sett kraftigare och förstöra mycket av lyftkraften. Detta måste kompenseras med ökad anfallsvinkel. Därmed ökar det inducerade motståndet.

I själva verket ökar det inducerade motståndet med kvadraten på spännviddsbelastningen. Detta fordrar en närmare beskrivning. Spännviddsbelastningen = vikten x lastfaktorn / spännvidden. Formeln visar att ökad vikt, ökad anfallsvinkel och minskad spännvidd ger ökad spännviddsbelastning. Om den sedan räknas i kvadrat förstår man att minskad spännvidd ger avsevärt ökat inducerat motstånd i relativa tal. I hela formeln för inducerat motstånd dividerar man emellertid med kvadraten på farten, vilket innebär att farten ändå blir den avgörande faktorn som bestämmer utgångsvärdet. Vid låga farter kommer alltså en flygfarkost med liten spännvidd att ha ett avsevärt större inducerat motstånd än en med stor spännvidd. Vid högre farter betyder olikheterna mindre.

För den som har särskilt matematiskt intresse visas här hela formeln för det inducerade motståndet. Vad formeln dessutom visar är att det inducerade motståndet minskar kvadratisk med farten, dvs omvänt mot det skadliga motståndet.

$$D_i = \left(\frac{1}{\pi \times e} \right) \times \left(\frac{W \times N_z}{b} \right)^2 \times \frac{1}{\frac{1}{2} \rho V^2}$$

- e=elipsfaktor
- W=vikt
- Nz=lastfaktor (antal g)
- b=spännvidden
- ρ=densitet
- V=hastighet

För en deltaformad vingen blir förhållandena lite speciella. Vingframkanten är egentligen både framkant och vingspets samtidigt. Så snart vingen har en pilform kommer luften att strömma utåt vingspetsarna. Denna avlänkning av luften blir kraftigare ju mera pilform vingen har. Luft från vingens undersida börjar klättra över vingens framkant och bildar en virvel på framkant/översida för att lämna vingen vid spetsen. Det här fenomenet blir tydligt först vid större pilform. Som exempel kan nämnas de äldsta så kallade standardvingarna som hade den form som vår ursprungliga konstruktör Rogallo gav dem (därför kallas just dessa äldre vingar kanske något felak-

tigt rogallovingar). Denna vinge har helt formen av en triangel. Överströmningen börjar redan vid nosen och täcker en stor del av vingens översida (se fig 7). Detta kostar mycket motstånd.

Kompromiss

Det inducerade motståndet är stort vid låg fart eller vid branta svängar. Konstruktören måste alltså ta hänsyn till detta men andra krav spelar också in. Hur fungerar vingen i hög fart. Här är pilvingen och deltavingen gynnsammare (gäller hastigheter betydligt över hängglidarnas). Stabilitet och hållfasthet är också viktiga faktorer liksom hanteringen av maskinen på marken mm. Till slut rör det sig om kompromisser med klara gränssättande faktorer.

En hängglidare kan inte ha för stor spännvidd. Dels minskar hållfastheten, dels blir den ohanterlig vid transport och dels får man stabilitetsproblem med för smala och breda vingar. Under den kraftiga utvecklingen av hängglidaren som skedde under 70-talet så gick man från den extremt triangelformade vingen till väldigt smala vingar med stor spännvidd. De senare hade ofta flygegenskaper som var besvärliga eller farliga. Dagens vingform har nog nått en relativt idealisk form. Det finns kanske inte så mycket mer att göra. Den ideala formen för en vinge om man skall se till kombinationen lyftkraft och motstånd är elipsformen. Exempel på flygplan där man nådde långt i detta avseende var Spitfire under 2:a världskriget. Onekligen har vi för våra hängglidare närmast oss denna form. Sedan skall den fungera praktiskt vid packning och ge låg stallfart så att man kan landa på ett vettigt sätt.

En deltaformad vinge kan flygas till mycket stora anfallsvinklar innan stall inträffar. Stallen blir också mindre tvärt uppdykande. Man kan säga att vingen varnar mera. Här har deltaformen en fördel framför den raka vingen för hängglidaren. Vid landning kan ett stort inducerat motstånd byggas upp i slutskedet som stoppar hastigheten framåt snabbt. Detta gör det möjligt att få brant planébanan och snabbt stopp. Hängglidare med sämre prestanda är oftare också mycket lättare att flyga när det gäller att bedöma landningspunkten och att klara landningen utan att stå på näsan.

Markeffekten

Nära marken byggs ett övertryck upp mellan vingen och marken. Detta resulterar i ökad lyftkraft som i sin tur ger minskat behov av anfallsvinkel. Det inducerade motståndet minskar. Detta talar för utflytning på låg höjd om man vill hålla motståndet på lägsta nivå och nå långt. Emellertid följer andra negativa faktorer som behandlats ingående i artiklarna om landning. Denna metod att minska motståndet kan inte rekommenderas.

En positiv effekt

Det finns ett specialfall där det inducerade motståndet utnyttjas till en fördel. Det är strax innan piloten sätter i fötterna vid landning. När stallhastigheten nåts kan inte ökad anfallsvinkel längre ge ökad lyftkraft. Lyftkraften minskar istället. Om piloten då kraftigt ökar sin anfallsvinkel genom att föra fram och upp styrbygeln erhålls en stor motståndsökning som snabbt minskar hastigheten till nära noll innan hängglidaren hinner sjunka så att fötterna når marken. Därför kan vi landa med lägre sättningsfart än hängglidarens stallfart (som tur är).

Slutsatser

Slutsatsen av allt som sagts är att vi genom utvecklingen kraftigt minskat det inducerade motståndet och därmed ökat prestanda hos våra hängglidare.

Generellt gäller för det inducerade motståndet i samband med konstruktion av

hängglidaren eller flygsätt att man minskar det på följande sätt:

- Öka nosvinkeln
- Öka sidoförhållandet, dvs stor spännvidd i förhållande till vingytan
- Närma sig ellipsformig vinge
- Flyga med högre fart
- Svänga svagare
- Göra försiktigare upptagningar

De tre sista punkterna ovan innebär alla flygning med mindre anfallsvinkel.

Totalmotståndet

Det är intressant att konstatera att för att få lågt skadligt motstånd skall

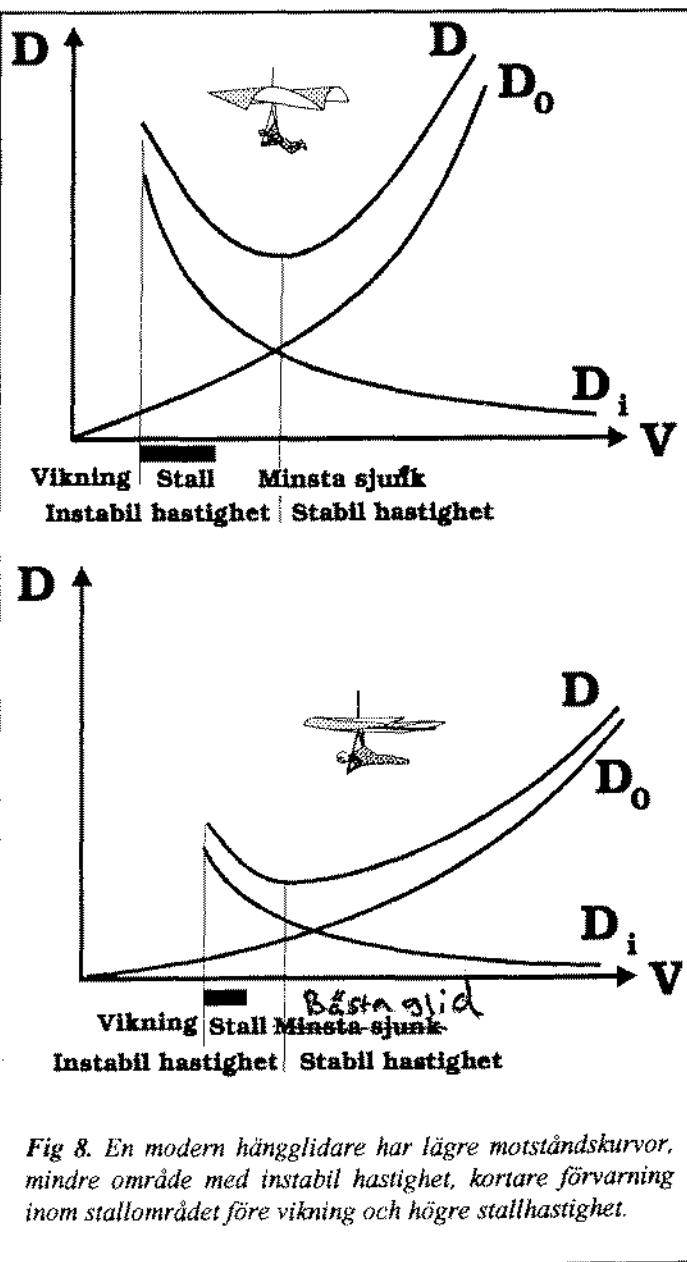


Fig 8. En modern hängglidare har lägre motståndskurvor, mindre område med instabil hastighet, kortare förvarning inom stallområdet före vikning och högre stallhastighet.

man hålla låg hastighet och för lågt inducerat motstånd skall man hålla hög hastighet.

Det som piloten måste övervinna i varje stund är ju det totala motståndet. Det är alltså summan av det skadliga motståndet och det inducerade motståndet som bestämmer hur brant flygbanan måste vara för att hastigheten skall vara konstant. Om vi nu lägger samman de kunskaper som tidigare erhållits i denna artikel så bör vi inse att det vid låga farter är det inducerade motståndet som dominerar medan det vid höga är det skadliga motståndet.

En mycket intressant hastighet är den där totalmotståndet är lägst. Den hastigheten ger nämligen lägsta sjunkhastighet. Det är den hastigheten man skall hålla för att hålla sig i luften så länge som möjligt, vinna mesta höjd i termik och på hang och också komma längst vid flygning i medvind. För distansflygning i övrigt gäller vissa andra lagar som vi inte skall behandla här.

Stabil och instabil hastighet

Fig 8 visar kurvorna för motstånd för en viss hangglidare. Bottenpunkten för totalmotståndet inträffar vid hangglidarens "bästa fart". Vad som är mycket viktigt att förstå är vad som inträffar om man flyger fortare eller långsammare än just hastigheten "bästa fart".

Nu skall vi åter använda kunskaperna vi förvärvat tidigare om motstånd. Antag att vi flyger med hastighet lägre än bästa fart. Vi kanske just har lättat efter start. Nu är alltså anfallsvinkeln stor och det inducerade motståndet också stort. Antag också att vi nu när vi just lämnat marken har lite hög nos och retarderande hastighet. Vad händer? När hastigheten minskar ökar det totala motståndet vilket gör att hastigheten minskar än snabbare. Det är lätt att inse att vi snabbt rör oss mot stall.

Om vi efter starten istället hade sänkt nosen och erhållit en accelererande hastighet hade förhållandena blivit de omvända. Ökande hastighet ger minskat motstånd vilket ger än högre hastighet. Den här förändringen fortsätter alltså av sig självt tills bästa hastighet nås.

Detta låga hastighetsområde är ett instabilt fartområde. Med det

menas att alla förändringar av hastigheten får som följd att förändringen fortsätter av sig själv.

Över bästa fart har vi det stabila fartområdet. Här är det skadliga motståndet det dominerande.

Ökad hastighet ger ökat motstånd vilket minskar hastigheten igen. Om hastigheten minskar

minskar motståndet. Hastigheten kommer alltså själv att balansera sig omkring den från början intagna.

Vid sväng ökar det inducerade motståndet. Punkten för bästa fart flyttas alltså uppåt i hastighet. Minsta motstånd erhålles följaktligen vid högre fart ju brantare svängen är. Om man svänger för brant i förhållande till hastigheten kommer man alltså att gå från stabil till instabil hastighet. Eftersom man då har ett ökande motstånd blir resultatet ofelbart hastighetsminskning som automatiskt leder till stall.

Korrekt ingång i sväng innebär att piloten före svängen ökar hastigheten. Den skall ökas så mycket att den hastighetsminskning, som helt naturligt blir följden av motståndsökningen när hangglidaren kommit in i svängen, ändå innebär att hastigheten stannar över bästa fart. Detta förfaringssätt gör ingången i svängen säker.

Viktens inverkan

Tidigare har vi konstaterat att ökad vikt hos hangglidarekipaget medför ökat inducerat motstånd. Kurvan för det totala motståndet kommer alltså att ändras om en viss hangglidare lastas tyngre genom tyngre pilot eller mera utrustning. Särskilt märkbart blir kanske en sådan här effekt om man tar med passagerare. Som framgår av fig 9 kommer ökad vikt att flytta motståndskurvans botten uppåt i hastighet. Bästa fart ligger alltså högre med tyngre last. Piloten måste kompensera detta genom att hela tiden

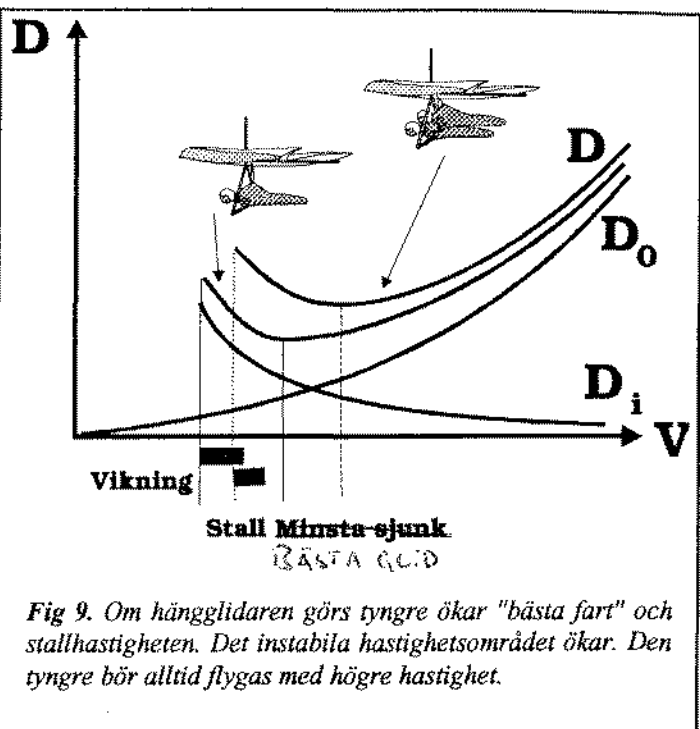


Fig 9. Om hangglidaren görs tyngre ökar "bästa fart" och stallhastigheten. Det instabila hastighetsområdet ökar. Den tyngre bör alltid flygas med högre hastighet.

flyga snabbare för att inte hamna i det instabila hastighetsområdet.

Slutsatser

Det viktigaste för piloten att tänka på som följd av kunskaperna om stabil och instabil hastighet är:

- Flyg alltid med högre hastighet än bästa fart på lägre höjder, t ex i hela landningsvarvet.
- Se till att hangglidaren accelererar efter start så att starten säkras.
- Flyg fortare om hangglidaren lastats tyngre.
- Öka hastigheten tillräckligt före ingång i sväng för att säkra stabil fart i svängen.
- Se till att extra överskottshastighet finns före upptagning för landning.

Du kan förvänta Dig att i kommande nummer få lära Dig mer i detta ämnesområde. Bl a kommer artiklar om Stall, Svängar och Stabilitet.

Sök kunskap! Den skickligaste piloten är den som både behärskar teori och praktik. Teorin är förutsättningen för att praktiken rätt kan utnyttjas i alla situationer. Kunskaper ökar säkerheten och bäddar för vinst