



## Svensk rymdverksamhet - en strategisk tillgång?

Regeringen får mycket hård kritik av Riksrevisionen i en rapport rubricerad **Svensk rymdverksamhet - en strategisk tillgång?**

**Riksrevisionens övergripande slutsats är att svensk rymdverksamhet som den genomförs idag inte utnyttjas som en strategisk tillgång enligt riksdagens intentioner.** Avsaknad av helhetssyn tillsammans med bristande uppföljning gör att den fulla potentialen inte utnyttjas. Därmed finns en risk för att Sverige inte har beredskap att möta den framtida utvecklingen på rymdmarknaden och som därmed inte heller kan utnyttja möjligheter till ökad tillväxt och konkurrenskraft.

Rapporten visar att det inte finns något tydligt utpekat samordningsansvar för Rymdfrågor på Regeringskansliet och att det bidrar till att något helhetsperspektiv inte kan tas, i synnerhet som Regeringskansliets kompetens kring rymdverksamhet är mycket fragmenterad. Detta leder till ineffektivitet och felprioriteringar. En viktig förutsättning för uppföljning och utvärdering är att de rymdrelaterade ärendena har dokumenterats men Riksrevisionen har funnit flera brister i Regeringskansliets dokumentationen vilket försvårat utvärderingen.

### **Svenska rymdaktiebolaget styrs inte som en del av svensk rymdverksamhet**

Riksrevisionen finner styrningen av SSC (Rymdbolaget) anmärkningsvärd genom att det styrs direkt av Finansdepartementet vilket visar att finansiella aspekter är viktigast snarare än nyttan med rymdverksamhet för Sverige. SSC som är ett innovativt utvecklingsbolag har fått avkastningsmål som är satt på samma nivå som andra statliga bolag som exvis SJ som finns på en helt annan marknad. Avkastningskravet har lett till att satellitdivisionen har skänkts bort till det tyska företaget OHB, vilket betyder att SSC inte fullt ut kan bidra till svensk rymdverksamhets fortsatta



SMART-1 på väg mot månen (Se Bevingat 3-2006)

utveckling. Satellitdivisionen har sitt ursprung i slutet av 1970-talet då satellitprojekten Viking och Tele-X startade. Viking blev starten på en lång rad banbrytande forskningssatelliter. Kommunikations-

satelliten Tele-X initierade stora beställningar till svensk industri (Se Bevingat nr 3-97) samt genererade miljardintäkter till Rymdbolaget och NSAB.

Driftbolaget NSAB såldes senare av staten till SES i Luxemburg för att bidra till finansieringen av Teracom's marknät för digital-TV.

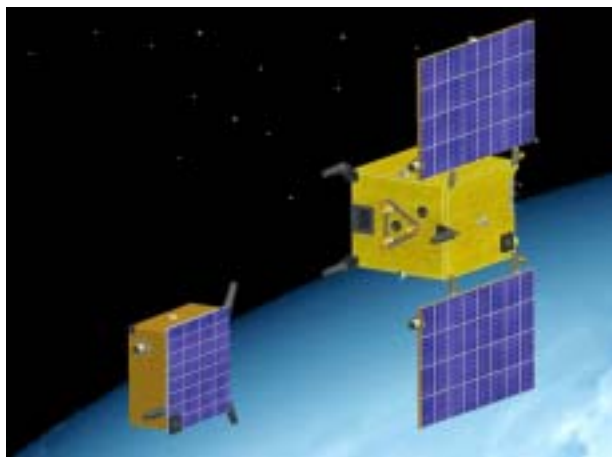
Läs mera om **OHB-affären i Bevingat nr 2-2011.**

Enligt den fd tekniske direktören vid Rymdbolaget **Sven Grahn** så har "Den europeiska rymdorganisationen ESA det senaste året gjort idéutlysningar för små, innovativa rymdforsknings- och teknikdemonstrationsprojekt. I de förslag som kommit in nämns påfallande ofta två rymdprojekt som särskilt betydelsefulla för den framtida utvecklingen: den elektriskt framdrivna månsonden **SMART-1** (som Rymdbolaget/SSC utvecklade åt ESA) och formationsflygningssatelliterna **Prisma** (som Rymdbolaget/SSC utvecklade med svenska medel).

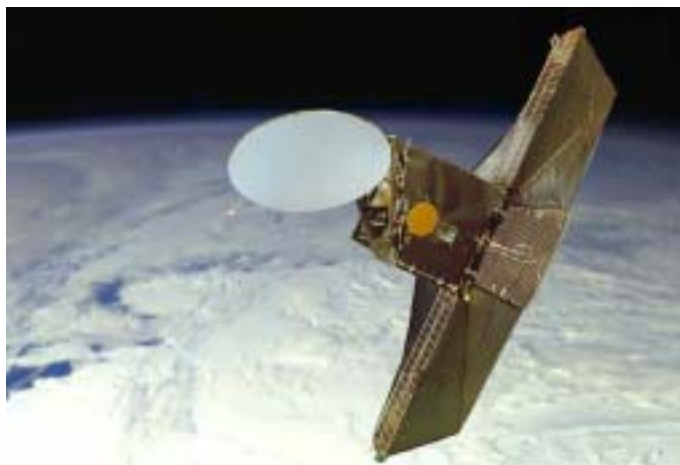
Inget av dessa projekt skapade någon entusiasm hos Rymdstyrelsen på den tiden då Per Tegnér var generaldirektör och inga försök att tillvarata de tekniska framsteg projekten skapade gjordes – tvärtom. Rymdstyrelsen bestämde sig för att den tekniska förmågan att utveckla hela rymdsystem inte längre skulle uppmuntras. Rymdbolaget/SSC fick skänka bort hela denna kompetens till det tyska familjeföretaget OHB för en krona (och dessutom skicka med några tiotal miljoner kronor).

Astronomi- och klimatforsknings satelliten **Odin** började projekteras 1989, sändes upp 2001 och är fortfarande i drift och tillhandahåller livsviktiga klimatdata. Under 2000-talet visade Rymdstyrelsens ledning stor motvilja mot projektet och sökte sätt att strypa penningmedlen för driften av satelliten. I år har Odin firat 12 år i rymden och fortsätter att leverera data av värde för mänskligheten. Tacka några ihärdiga entusiaster kring projektet för det.

När någon om några decennier ser tillbaka på svensk rymdverksamhet kommer dessa projekt – Odin, SMART-1 och Prisma – att framstå som lysande fyrbåkar av innovation och djärva satsningar som flyttat fram Europas förmåga att använda rymden."



**PRISMA**satelliterna i formationsflygning (ur Bevingat 3-2005)



**Odin** (Se artiklar i Bevingat nr 4-2006 och nr 3-2011)

## **Bristen på helhetssyn riskerar ineffektiva prioriteringar**

För att kunna hantera den komplexa rymdverksamheten är det av vikt att beslutsfattare på alla nivåer besitter en helhetssyn.

**Riksrevisionen konstaterar dock att rymdverksamheten i dag inte bedrivs med ett sådant helhetsperspektiv. Som det nu fungerar tenderar olika delar av rymdverksamheten att hanteras var för sig utan samordning.** Ett exempel på ett område vars betydelse inte uppmärksammas av regeringen när rymdfrågor behandlas är frågor om hot och säkerhet som rör rymdinfrastrukturen. Detta trots att området blir allt viktigare när fler samhällsfunktioner blir beroende av säker tillgång till rymdinfrastruktur. **Ett annat exempel är hanteringen av den för närvarande största europeiska rymdsatsningen Galileo där ansvaret finns på en enhet inom Industridepartementet som inte ser sig själva som en del av rymdverksamheten.**

Riksrevisionen noterar att många länder ser den civila och militära rymdverksamheten som en helhet. Dessa länder har som utgångspunkt att effektivare resursutnyttjande kan skapas och ren civil rymdverksamhet användas för militära syften. Exempelvis har EU som utgångspunkt att data från Galileosatelliter och GMES/Copernicus ska kunna användas även för militära syften. **I Sverige hanteras inte civil och militär rymdverksamhet i ett sammanhang.**

Hantering av rymdfrågor sker ofta i internationella förhandlingar där olika aspekter av rymdfrågor förhandlas i olika forum av olika företrädare för Sverige. Riksrevisionen menar att eftersom helhetssyn saknas blir samordningen genom gemensamma

beredningsprocesser inte tillräcklig eftersom dessa inte genomsyras av målen för svensk rymdverksamhet. **Detta kan få till följd att företrädare framför motsatta ståndpunkter alternativt inte framför någon svensk ståndpunkt alls, trots att frågan kan vara viktig för svensk rymdverksamhet.**

## Svenskt agerande i bärraketprogrammet

Sveriges agerande 2008 och 2009 när det gäller ESA:s bärraketprogram förefaller ha varit oförutsägbart för omvärlden. Först beslutade Sverige att gå ur programmet i slutet av 2008, för att sedan meddela återinträde endast några månader senare. Nedan följer en beskrivning av händelseförloppet.

Som en av ursprungsländerna i ESA har Sverige deltagit i bärraketprogrammet redan från det att ESA grundades. Samtidigt har en ständig diskussion pågått om det svenska strategiska intresset för programmet, särskilt eftersom programmet tog allt mer av de tillgängliga resurserna. Det fanns också en uppfattning hos rymdintressenter att det svenska industriella intresset i bärraketer var begränsat.

Rymdstyrelsen (Generaldirektör Per Tegnér) föreslog då till regeringen inför ministerrådsmötena 2003 och 2005 att Sverige skulle gå ur bärraketprogrammet. Regeringen gjorde dock andra bedömningar och Sverige valde då att fortsätta stödja ESA:s bärraketprogram.

## Svenskt utträde ur bärraketprogrammet

Inför ESA:s ministermöte 2008 beslutade regeringen att gå ur bärraketprogrammet baserat på underlag från Rymdstyrelsen.

**Det svenska företaget (Volvo Aero, som nu har sålts till det Brittiska GKN) som levererade delar till bärraketerna var mycket bekymrat och menade att företaget omedelbart var tvunget att avveckla all rymdrelaterad verksamhet** eftersom efterfrågan på just dessa produkter bara fanns via ESAs bärraketprogram. Under ministermötet motiverade den svenska delegationen utträdet ur programmet med att bärraketprogrammet inte var kostnadseffektivt och att det saknades transparens i programmet.



ARIANE 5, den största satsningen i ESAs bärraketprogram

## Svenskt återinträde i bärraketprogrammet

Efter ministermötet inleddes en diskussion med ESA för att fasa ut det svenska deltagandet. Genom ett brev från Rymdstyrelsen daterat 2009-06-08 återinträdde emellertid Sverige i Ariane 5 programmen. En intern process hade inletts på Näringsdepartementet i januari 2009 där ansvarig enhet på departementet aviserade att man i tilläggsbudgetförhandlingarna inför tilläggsbudgeten avsåg att driva förslag om extra medel till rymdverksamhet för att säkra fortsatt deltagande i ESA:s bärraketprogram.

Skälet till återinträdet var en politisk bedömning där avvägningar kring avvecklingskostnaderna som bedömdes höga tillsammans med en politisk förhandling där etableringen av forskningscentret **European Spallation Source i Lund** ingick. Därmed låg ett återinträde i bärraketprogrammet i Sveriges intresse.

**Ur Riksrevisionens mycket grundliga rapport** på 122 sidor har exemplet med Bärraketprogrammet valts för att det mer än något annat belyser bristerna på helhetsperspektiv och samordningsansvar och som också visar att skyddet av infrastruktur inte uppmärksammas.

I **Bevingat nr 1-2009** publicerades en artikel med rubriken:

### *Risk för nedläggning av Volvo Aeros rymdverksamhet*

Här citeras några korta avsnitt ur den artikeln som kanske kan förklara en del av Regeringens märkliga agerande.

Problemet är den svenska rymdbudgeten, som har minskat kraftigt under en följd av år. Den skulle behöva återupprättas till minst den nivå som den hade 2005 för att kunna bibehålla verksamheten hos den svenska rymdindustrin med de tre dominerande aktörerna Volvo Aero, RUAG (f.d Saab Space) och det statliga Rymdbolaget.

Den strategi och handlingsplan för utveckling som formulerades 2005 gäller inte längre.

I stället har Rymdstyrelsen och regeringen föreslagit att gå ur Ariane-programmet, som skulle resultera i en avveckling av Volvo Aeros rymdverksamhet, tvärt emot det som det dåvarande näringsdepartementet ansåg vara en mycket viktig satsning för den framtida industriutvecklingen.

**Med minskande anslag från regeringen så väljer Rymdstyrelsen i sin nya strategi att gå ur Ariane-programmet.**

I ett brev till Volvo Aero den 26 feb 2008 skriver Rymdstyrelsens avgående generaldirektör **Per Tegnér**. ”I detta uppdrag ingår inte att ta hänsyn till det som ligger utanför vår sektor som vilken verkan våra insatser har för företagets verksamhet utanför rymdsektorn”

Tidigare har ett av de viktigaste argumenten för rymdsatsningar varit synergieffekterna i Volvo Aeros fall

gäller detta synergien mellan rymd- och flygtillämpningarna, som Per Tegnér inte tycks betrakta som någon fördel. Kanske är det frånvaron av sådana argument, som har resulterat i minskade rymdanslag?

### **Riksrevisionens rekommendationer**

Med anledning av Riksrevisionens iakttagelser och slutsatser har Riksrevisionen lämnat ett antal rekommendationer som här återges i ett urval.

För att rymdverksamheten ska kunna utnyttjas som en strategisk tillgång bör Regeringens styrning av rymdverksamheten präglas av

-Helhetssyn

-Översyn av organisationsstrukturen inkl. styrningen av Rymdbolaget och dess roll i svensk rymdverksamhet

-Översyn av utvecklingsstrategiska områden för svensk rymd-verksamhet

-Översyn av hur samhällsutmaningar har koppling till rymdverksamhet och hur nationell rymdkompetens kan utvecklas. Rymdkompetens omfattar såväl sakkunskap som kunskap om beslutsprocesser.

-Översyn av Regeringskansliets dokumenthantering om rymdrelaterade frågor.

Granskningsrapporten **Svensk rymdverksamhet - en strategisk tillgång?** kan laddas ner från [www.riksrevisionen.se](http://www.riksrevisionen.se)

**LARS ANDERSON**

f.d. Överingenjör vid Rymdbolaget till 1984

## **Är elektriska flygplan framtiden?**

**Både miljö och ekonomi kräver minskad bränsleförbrukningen hos trafikflygplan. Flygning till rymden på ett ekonomiskt sätt hindras också av den höga bränsleförbrukningen. Kanske kan elektricitet vara en lösning?**

Bränsleförbrukningen beror på flygplanets vikt och på motorverkningsgraden. Både när det gäller vikt och verkningsgrad blir det allt svårare att nå förbättringar. Vikten hos flygplan har kunnat minskas genom införande av kompositer men detta har motverkats av att man velat öka storleken. Vikten per passagerare ökar ju med ökande storlek enligt den sk två-tredjedelslagen. Tyvärr verkar det också, som om jetmotorn är på väg mot gränsen för sin utveckling. Den har nu en verkningsgrad

av omkring 40%. Alla tänkbara åtgärder som ökat bypass-förhållande, högre tryck och temperatur samt värmeväxlare skulle kanske kunna pressa upp detta till 45%, en relativt liten förbättring.

Den tredje viktiga faktorn i bränsleförbrukningen är flygplanets glidtal. Det är den sträcka ett flygplan glider för varje fallmeter i fri flykt. Glidtalet är lyftkraft genom motstånd och ett mått på den aerodynamiska effektiviteten.

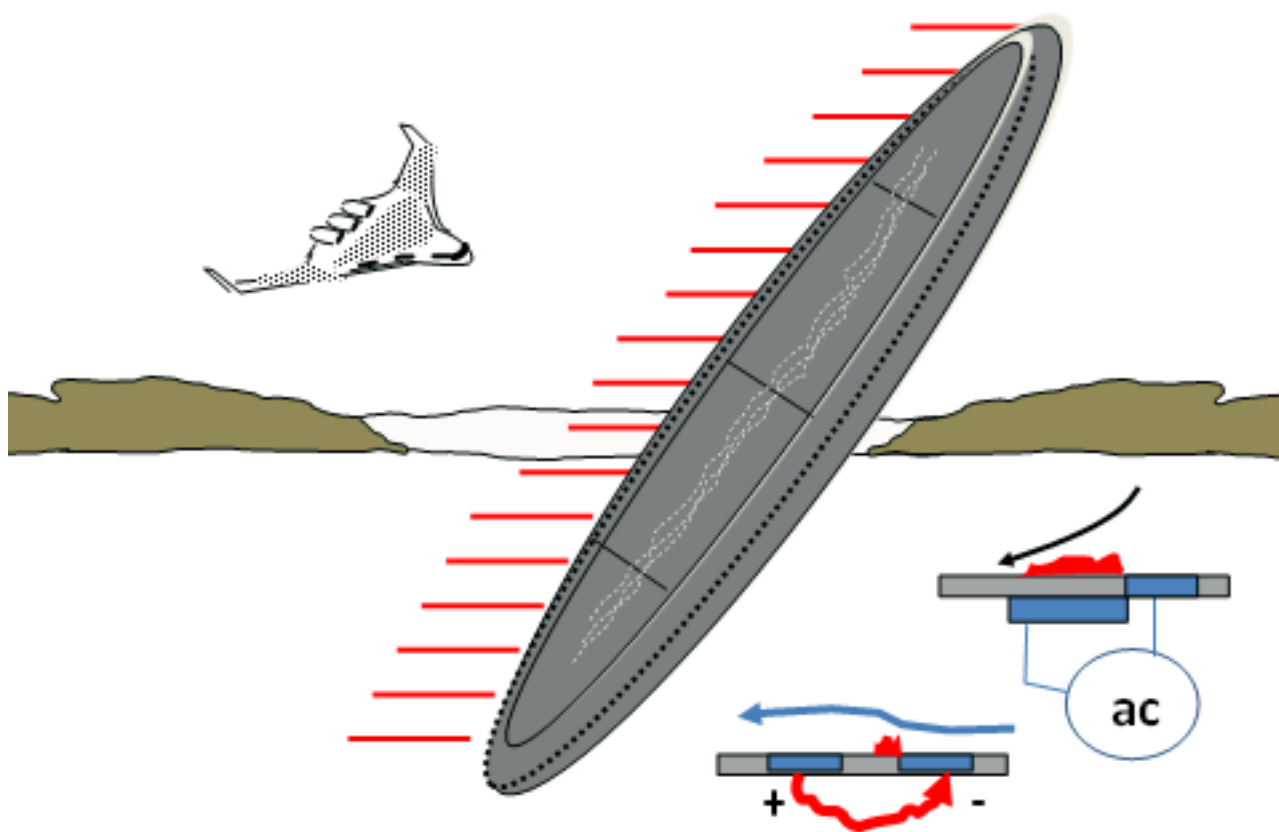
Glidtalet har planat ut under 20 för passagerarflygplan och har inte ändrat sig mycket under de senaste femtio åren. Nya teknologier och former på flygplan kan kanske komma att ändra på detta.

Lyftkraften används ju för att lyfta flygplanet och är därför bestämd av flygplanets vikt. Skall glidtalet ökas för ett visst flygplan måste det ske genom minskat motstånd. I ett traditionellt flygplan ger kroppen ett stort motstånd men liten lyftkraft. Varför inte då ta bort kroppen och sätta passagerarna i vingarna? Med en sådan flygande vinge, eller "blended body" flygplan, till vänster i bilden nedan, verkar det möjligt att nå glidtal över 25. Orsaken till att sådana flygplan inte har använts är att de är instabila vid stora anfallsvinklar och känsliga för turbulens men dessa problem borde kunna lösas med avancerade elektroniska regelsystem.

Den mest effektiva formen visar sig emellertid vara en långsträckt ellips [ 1 ] som flyger med storaxeln snett mot

flygriktningen, se bilden nedan. Ju högre hastighet desto större vinkel. Av naturliga skäl är det svårt att landa och starta med sådana flygplan. Om inte annat så skulle passagerarna utsättas för hisnande upplevelser i svängarna. De bör därför ständigt vara i luften och cirkulera över och mellan kontinenterna. De måste då nås med matarflygplan kanske av typ flygande vingar. Eftersom en stor del av ett flygplans bränsleförbrukning sker under starten, kommer matarflygplanen antagligen att skjutas upp i luften från magnetdrivna slädar eller kanske från ramper av typen hoppbacke.

Formen har stor betydelse men för att minska motståndet vill man också att strömningen över kroppen skall vara laminär istället för turbulent. En laminär långsträckt ellips kan nå glidtal upp mot 30 i underljud jämfört med 20 för dagens flygplan med en motsvarande minskning av bränsleförbrukningen.



I laminär strömning är friktionen ungefär en tiondel av vad den är i turbulens. En laminär ellips borde därför kunna ha en bränsleförbrukning som är mindre än en femtedel av dagens flygplan. För att närma sig laminär strömning över

flygplan arbetar man med både aktiva och passiva metoder. Vid passiva system försöker man uppnå laminär strömning genom att utforma vingens eller kroppens form på rätt

sätt. Det kräver avancerade analysmetoder som optimering kopplad till strömlösare liksom icke linjära, icke stationära analysmetoder.

Aktiv styrning av gränsskiktet kan uppnås genom små hål eller springor genom vilka det turbulenta gränsskiktet sugas bort med ett system inbyggt i vingen. Sådan aktiv bortsugning kräver miljoner nästan mikroskopiskt små hål som laserborras i vingytan.

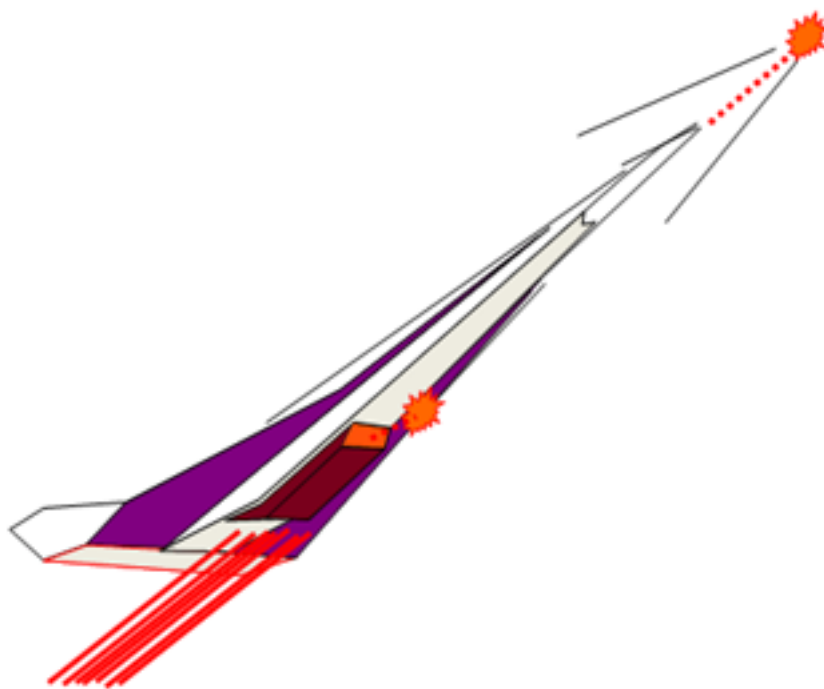
Man har också börjat studera ännu mer avancerade teknologier och här kommer elektriciteten in. Elektrohydrodynamik eller jonvindsfenomen har varit kända sedan länge (Brown-Bielefeld). Om det i luften finns laddade partiklar, elektroner och joner, så kan dessa påverkas med elektriska och magnetiska fält. Denna påverkan kan fortplantas till den större gasen och sätta den i rörelse. På så sätt kan man påverka strömningen i gränsskiktet närmast ytan så att motståndet minskar. Nästa stora steg i minskning av aerodynamiskt motstånd kan kanske komma från sådana elektromagnetiska eller magnetohydrodynamiska system [ 2 ].

Ett exempel är en aktuator, som består av två elektroder, en utsatt för luften, den andra täckt av ett dielektriskt material, se bild ovan. Vid en tillräckligt hög växelström joniseras luften över den täckta elektroden. Den joniserade

luften i närvaron av det elektriska fält som produceras av elektrodgeometrierna resulterar i en kraft på den omgivande luften som visas i figuren så att man får en strömning i gränsskiktet.

En påverkan på gränsskiktet kan också ske genom lokal upphettning av gasen nära ytan. En sådan kan åstadkommas genom en elektrisk urladdning mellan två elektroder inbäddade i ytan, se bild ovan. När urladdningen sker flyter en ström från den nedströms anoden till den uppströms katoden. En maximal väggtemperatur fås nära den nedströms kanten på katoden vilket ger förtjockning av gränsskiktet. Sådana asymmetriska dielektriska barriärurladdningar har visat sig vara mycket effektiva när det gäller att fördröja och styra avlösning och kanske också omslag laminärt turbulent på en vinge.

Vid högre hastigheter måste man ta till ännu mer avancerade metoder. För att tät trafik ut i rymden ska bli möjlig måste vi kunna flyga med åtminstone satellithastighet - 8000 m/s eller 25 gånger ljudhastigheten i farkoster, som liknar dagens jumbojets. Problemet är att bränsleförbrukningen är för hög. Nyttolasten i ett rymdflygplan skulle bara bli några procent av startvikten. Man har därför börjat fundera på helt nya teknologier.

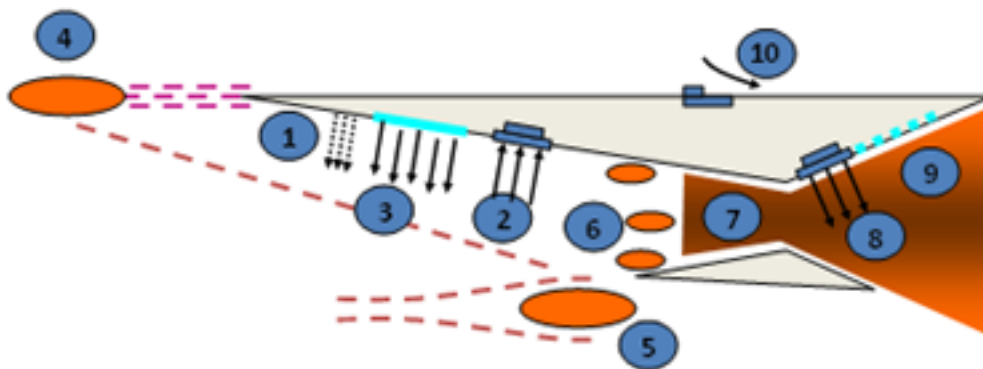


Vid höga hastigheter sjunker glidtalet snabbt efter Mach 1 och planar ut mot värden mellan 4 och 6. Framförallt gäller det att minska motståndet på flygplanet. Liksom för vanliga flygplan har kroppsformen betydelse. Kroppen kan utformas så att man hindrar trycket på undersidan att läcka till översidan. Ett sådant "waverider" flygplan förefaller då att surfa på en våg genom luften och lyftkraften ökar [ 3 ].

För att minska motståndet har man också börjat arbeta med andra metoder [ 2 ]. Fokuserade mikrovågor och laserstrålar kan hetta upp en gas även långt från en yta och volymen och formen på det upphettade området kan i princip förändras. Sådana upphettade områden framför nosen har visats ge väsentligt minskat motstånd i överljud pga det modifierade strömningssvältet. Koncentration krävs emellertid. Om det upphettade området är av samma storlek som kroppens tvärsnitt krävs det mer energi än det man sparar genom det minskade motståndet. En lång tunn stråle framför en kropp kan däremot ge en förändring av nosstöten med avsevärt minskat motstånd även med relativt låg energiinsats, se bild ovan.

Sådan upphettning kan också användas för att styra strömningen i inloppet till motorn. De motorer som är aktuella för rymdflygplan är troligen en kombination av turbojet och rammotorer. Någonstans över Mach 3 måste motorn övergå till ren rammdrift. Detta kräver en ändring i strömningssvälten för en garanterad start av rammotorn. Därefter skall den fungera vid ett hela tiden ökande machtal, vilket kräver att geometrin förändras. Detta åstadkoms nu med komplicerade, långsamma och tunga mekaniska anordningar. Alternativt skulle man kunna hetta upp luften framför och något nedanför inloppet så att strömlinjerna trycks in i inloppet.

Energin för upphettningen kan tas från luften runt flygplanet. Andelen joniserade partiklar kan vara hög i stötar och gränsskikt vid höga machtal som tex vid återinträde i atmosfären, särskilt om alkalisk ånga tillförs gasen (1 och 2 bild nedan). Vid sådana hastigheter kan en magnetohydrodynamisk generator (MHD) användas för hämta elektrisk energi ur strömmen.



1. Seedning med alkalimetaller för att jonisera flödet
2. MHD-generator tar kraft ur strömmen
3. Injektion av joner eller elektroner för styrning av inloppsstöt
4. Energitillförsel för minskat motstånd och kontroll av stötar
5. Dito för kontroll av inlopp till motorn
6. Dito för Mach 4-6 (ram/scram övergång)
7. Plasma/MHD blandning, flamspridning, tändning i motor
8. MHD tillförsel/avtagning av energi till/från strålen
9. Styrning av dragkraftsvektor
10. Elektrisk gränsskikt-kontroll för minskat motstånd

Denna energi kan användas för att kontrollera inloppsströmmen genom energitillsats framför flygplanet eller för direkt påverkan av den joniserade stötvågen genom magnetiska anordningar. Man måste se till att nosstöten hamnar på läppen till inloppet. Vid högre Machtal vill stöten vandra in i inloppet vilket ger multipla

reflekterande stötar. Vid lägre Machtal faller inloppsstöten utanför läppen så att luft läcker förbi. Fördelen är att man använder energi, som annars förloras genom luftmotståndet. Man får förluster i stagnationstryck genom upphettning och magneter är tunga men det är också mekaniska system för att ändra geometrin. Skulle det

finnas ett överskott på energi kan den användas för att accelerera eller styra jetstrålen (pkt 8 och 9), [ 4 ].

För Machtal under 12 är luften för kall för termisk jonisering även med tillsats av alkalier och MHD kan inte hämta energi ur strömmen. Ett alternativ är då en MHD-generator i utloppet från motorn. En generator om en meters längd skulle ge tillräcklig effekt för att eliminera behovet av ett långt inlopp. För en styrning av inloppströmmen med energin från en sådan generator måste joniseringen av strömmen åstadkommas med andra metoder än alkalier som elektronstrålar eller elektriska urladdningar med hög spänning. Jonisering med elektronstrålar förefaller vara mest energieffektivt (3 i bild).

I en vanlig rammotor bromsas hastigheten i luften ner så att man har underljud i brännkammaren. Vid ungefär Mach 6 blir då temperaturen i luften så hög att man inte kan tillföra mycket mer energi genom förbränning. Man måste då gå över till överljud i brännkammaren, en scrammotor. Övergången är mycket känslig och kräver komplicerad variabel geometri. Energideposition eller magneter i inloppet till motorn skulle kunna lösa problemen med mekanisk variation av geometrin när hastigheten varierar (6 i bild). Variation av de elektriska parametrarna tillåter variation av tryck och täthet vid inloppet till brännkammaren.

Tändning av en scrammotor är inte så enkelt eftersom motorn lätt blåser ut vid de höga hastigheterna i motorn. En fysisk tändare orsakar också störningar i strömningen som inte kan accepteras. Tändning med mikrovågor är därför ett intressant alternativ. Närvaron av heta elektroner i en kall gas är mycket intressant för att åstadkomma

kemiska reaktioner som förbränning. Jonisering av molekylerna kan bilda kemiskt aktiva ämnen som radikaler och exciterade atomer som kan starta och accelerera kemiska reaktioner som annars inte skulle ske. En fördubbling av utblåsningshastigheten har konstaterats liksom en halvering av tändningstiden med en energiinsats som är en bråkdel av den kemiska effekten (7 i bild).

Man har också kunnat initiera detonationer, vilket kan vara intressant vid lägre machtal. En pulserande och detonerande rammotor skulle teoretiskt vara effektivare än en med kontinuerlig förbränning. Till skillnad från den vanliga rammotorn ger den också dragkraft vid stillastående. Den skulle därför kunna ersätta turbojetmotorn i turboramotorn och med hjälp av magneter eller mekanik förvandlas till en scrammotor över Mach 6. Över Mach 15, där scrammotorn antas sluta att fungera, skulle den kunna användas som raketmotor genom att stänga inloppet och ersätta luften med flytande syre. Det skulle vara en motor som fungerade hela vägen till rymden.

[ 1 ] Jones, R.T., "The Flying Wing Supersonic Transport", Aeronautical Journal, March, 1991, pp. 103-106.

[ 2 ] Special Sections: Weakly Ionized Plasmas for Propulsion Applications, Journal of Propulsion and Power Vol. 24, No.5, Sep-Oct 2008, pp. 898-972 and Journal of Propulsion and Power Vol. 24, No.6, Nov-Dec 2008, pp. 1153-1247.

[ 3 ] Andersson, J.D. and al. "Hypersonic Waveriders for High Altitude Applications, AIAA Paper 91-0530, Januari 1991.

[ 4 ] Golovitchev, V.I., Hansson, J., "Some Trends in Improving Hypersonic Vehicles Aerodynamics and Propulsion, AIAA Paper IS-090, September 1998.

**ULF OLSSON**

**BEVINGAT** utkommer med 4 nr/år och publiceras på FTF:s hemsida: [www.flygtekniskaforeningen.org](http://www.flygtekniskaforeningen.org)

**Redaktör  
och ansvarig utgivare**

Lars Anderson  
Kammakargatan 52  
111 60 Stockholm, 0768 234 123

**Lokalredaktörer**

Mattias Mårtensson, Göteborg, 031-794 85 45  
Bengt Bengtsson, Malmö, 046-29 19 08  
Ulf Olsson, Trollhättan, 0520-14106