



## Europas navigationssystem GALILEO är på G

Den 21 oktober 2011 sköts de två första serielika satelliterna i Europas eget satellitnavigationssystem Galileo upp. Det var lite extra spännande i och med att det också var första gången som den ryska bärraketen Soyuz sköts från Kourou i Franska Guyana. Uppskjutningen gick bra och efter någon veckas tester överlämnades kontrollen av satelliterna till kontrollcentret i tyska Oberpfaffenhofen.

**GALILEO** har redan en ganska lång historia både politiskt och tekniskt. **RUAG Space**, dåvarande **Saab Ericsson Space** påbörjade utveckling av signalgeneratoren till systemets satelliter i mitten på nittiotalet på uppdrag av **ESA**. Samtidigt pågick en diskussion om hur systemet skulle finansieras. Efter en period av försök med en PPP-modell där privata och offentliga finansiärer skulle förenas tog slutligen EU beslut om att ta hela notan på ca 3 miljarder Euro.

### Varför Galileo?

Varför skall då Europa satsa på Galileo? GPS finns ju redan och är dessutom gratis! Det är en argumentation som hörs emellanåt även från vanligtvis välunderrättade politiker.

Huvudargumentet är faktiskt politiskt. I dag finns ett väl fungerande GPS-system. Ryssarna har fått ordning på sin motsvarighet Glonass. Japanerna bygger ett regionalt system liksom Kineserna med global täckning i planerna. Även Indien ligger i startgroparna med sitt IRNSS.

Sanningen ligger i att allt fler samhällsfunktioner gjort sig beroende av GPS. Det är inte bara taxibilar, åkerier och svamplockare som drar stor nytta av GPS. Systemets exakta klockor används också som tidsreferens i datorkommunikation, t.ex. i bankernas elektroniska transfereringar. Stannar GPS, stannar världen! Europa behöver alltså ett GPS-liknande



Soyuz flight VS 01 lyfter de två första Galileo-satelliterna från Kourou (ESA)

system som man har politisk kontroll över till skillnad från GPS som ägs och opereras av US Air Force. Ni kanske minns en tid när GPS hade en militär och en civil kod (noggrannhet). Den situationen kan när som helst återkomma.

## Galileo- inte bara satelliter

Galileo-systemet skall när det är fullt utbyggt innehålla 27 satelliter i tre olika banplan på 23 000 km höjd med 56 graders vinkel (inklination) mot ekvatorn. I varje bana skall det också finnas en reservsatellit. Systemet innehåller ett stort antal olika markanläggningar:

- \* Markstationer med 13-meters antenner på S-bandet för Telemetri och Telekommando av satelliternas plattformar som finns i Kiruna och i Kourou.
- \* 30 sensorstationer som är utplacerade på klotet som kontinuerligt mäter satelliternas banparametrar klocknoggrannhet och signalstyrka för att kunna garantera prestanda och integritet.
- \* 5 platser med 3-meters upplänksstationer på C-bandet för att skicka upp korrektioner och navigationsmeddelanden till satelliterna.
- \* Markkontrollcentral för satelliterna i Oberpfaffenhofen i Tyskland
- \* Markkontrollcentral för nyttolasten i Fucino i Italien

## Galileo - bättre än GPS?

Galileo är utformat för att vara interoperabelt med GPS. Det betyder att man i framtiden kan använda samma mottagare för att ta emot båda systemens signaler. Det innebär att tillgängligheten till satelliter i t.ex. städer med höga hus förbättras avsevärt. Man kan lyssna på 60 satelliter i stället för 30. Man behöver ju fri sikt från mottagaren till fyra satelliter för att få en bestämning i tre koordinater och tid. Noggrannheten i Galileo-systemet är åtminstone inledningsvis något bättre på grund av de väldigt noggranna vätemasrarna ombord. Galileo har också en bättre frekvensplan för att kunna göra atmosfäriska korrektioner av signalen. En annan fördel för oss i norr är att Galileo har satelliter i banor med högre inklination, dvs de täcker nordliga breddgrader bättre. Slutligen har Galileo en garanterad integritet, dvs om någon satellit börjar sända en felaktig signal, tar det inte mer än sex sekunder innan alla användare larmats och kan utesluta användning av den satelliten. Man kan då våga lita på Galileo för säkerhetskritiska tillämpningar som att t.ex. landa ett trafikflygplan, något som inte tillåts med dagens GPS.



De två första Galileo-satelliterna i bana (ESA)

## Galileo byggs i många steg

Galileo-projektet drivs framåt i ett antal steg. I början/mitten av nittiotalet påbörjade ESA utveckling av kritisk teknik. En första satellit, GIOVE-A, snabbutvecklades av Surrey Satellite Technology i England och sköts upp 2005 med huvudsyftet att säkerställa frekvensplanen hos frekvensmyndigheten ITU i Schweiz. En andra försökssatellit, GIOVE-B, som byggdes av Astrium och Thales Alenia Space sköts upp 2008 för att prova vätemasrarna och rubidium-klockorna i bana och skaffa sig mätdata på strålningsnivåerna i de tilltänkta banorna samt att få mätdata på signalens kvalitet. I denna satellit används en signalgenerator från RUAG Space som fullt ut representerar de tilltänkta signalerna. Både GIOVE-A Och GIOVE-B fungerar fortfarande i bana. Nästa steg i utvecklingen påbörjades i oktober 2011 med uppsändningen av de två första serielika satelliterna som följs av två till i mitten av 2012. De kallas för IOV, In-Orbit Verification. Dessa satelliter har tillverkats av Astrium och Thales Alenia Space. Med dessa fyra skall man kunna prova full systemfunktion inklusive alla markstationer och kunna göra riktiga positionsbestämningar.

Sedan en tid tillbaka pågår också produktion av de fjorton följande seriesatelliterna, till mångas förvåning ett uppdrag vunnet av **OHB** System i Bremen. Företaget är en uppstickare som allt oftare utmanar Astrium och Thales Alenia om de stora uppdragen. Nyttolasten byggs av SSTL i England. Även här har RUAG Space i hård konkurrens fått en betydande roll.

I skrivande stund drar det ihop sig till anbudsgivning för ytterligare 6-8 satelliter, begränsat av EUs budgetprocess. Slutligen skall 30 satelliter finnas i bana.

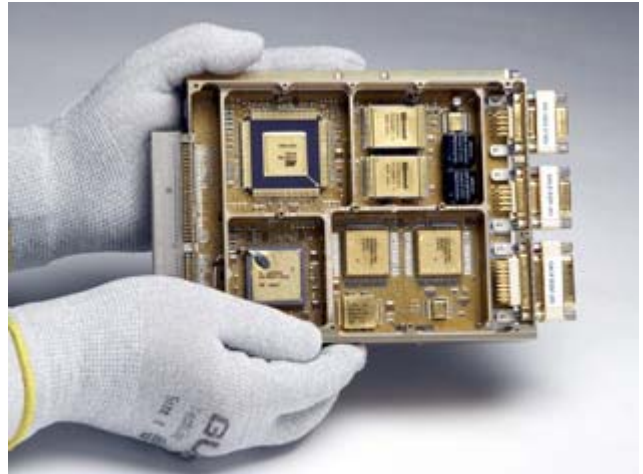
## RUAG Space-storleverantör

RUAG Space har blivit en ledande leverantör av hårdvara till satelliterna. Nästa tio procent av värdet i IOV-satelliterna levereras av RUAG Space.

Leveranserna omfattar:



**Signalgeneratorer:** De enheter som använder atomklockorna som referens för att generera de komplexa digitala PRN-kodade signaler som mottagarna använder för att beräkna sin position.



**Processorkort:** Används i krypteringssystemen i plattform och nyttolast som förhindrar obehörig påverkan på systemet. Även här används en 32-bitars RISC-processor.



**Centraldatorerna:** De datorer som tar emot och distribuerar styrsignaler ombord och samlar in och formaterar mätdata för sändning till markkontrollen. Datorsystemet är byggt runt en 32-bitars RISC-processor med 20 MHz klocka. Datorn har 8 Mbyte SRAM och 3 Mbyte EEPROM. Systemet har ca 500 interface för kommandon och mätningar, väger 17,5 kg och drar 35 W effekt. I rymden är tillförlitlighet viktigare än prestanda!



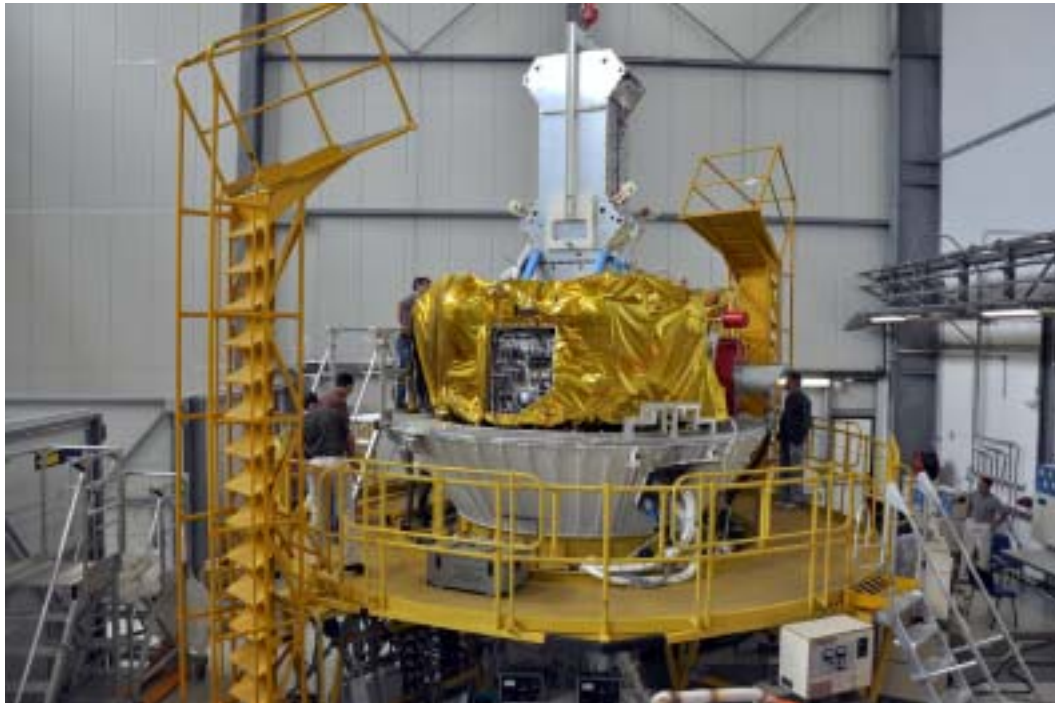
**Basbandsprocessor:** Den digitala delen i de C-bandsmottagare som tar emot navigationsmeddelanden från markstationer. Mottagaren hanterar 6 simultana CDMA-signaler för avkodning med Viterbi och Reed-Solomon decoders. Kärnan i konstruktionen är en ASIC.



**C-bandsantennor:** Vågledarantennor med korrugeringsringar som tar emot meddelanden till nyttolasten



**S-bandsantennor:** Kvadrifilära helixantennor för telemetri och telekommandon till satelliternas plattformar



**Launcher Dispenser:** Mekanisk struktur och mekanismer för att kunna skjuta upp två satelliter i taget med Soyuz-raketen. Här under montering på Soyuz-raketens övre steg. Strukturen som i sig bara väger 150 kg skall kunna bära två satelliter på 700 kg styck under de kraftiga vibrationspåkänningarna under färden.

### Fortsättning följer

Medans systemet sakta men säkert kommer på plats finns det förhoppningsvis många industrier som är i färd med att utveckla produkter och tjänster som utnyttjar de nya möjligheter som Galileo erbjuder. Signalspecifikationen finns öppet tillgänglig på EU:s hemsida:

[http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/open-service/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/open-service/index_en.htm)

På ESA´s hemsida finns mer att lära sig om projektet:

<http://www.esa.int/export/esaNA/index.html>

**Lars Nordfeldt**  
Informationschef  
RUAG Space AB

# Tioårsjubileum i bana för svenskbyggd miljösatellit: Värdet av Odins mätningar allt viktigare med tiden

**Miljö- och astronomisatelliten Odin firade tioårsjubileum i operativ drift under 2011. Värdet av dess mätningar i atmosfären bara ökar med tiden. Den långa mätserien av många olika fenomen som ismoln i övre troposfären över ozonskiktet i stratosfären till nattlysande moln i mesosfären – alla med inverkan på jordens klimat – har gjort Odin till ett internationellt referensprojekt. Nyligen blev Odins atmosfärforskning ett officiellt svenskt bidrag till det internationella nätverket för jordobservation, GEOSS.**

Astronomidelen av Odin, nu i det närmaste avslutad, innehåller också många intressanta mätningar, för förståelsen av stjärnbildning och det tidiga solsystemet. Bl a den första observationen av syrgas i den interstellära rymden och undersökningar av sammansättningen hos en lång räcka kometer. Odinprojektet är ett gott exempel på avancerad teknikutveckling i ett kostnadseffektivt internationellt samarbete. Tillsammans med Sverige, som ledande nation, står Finland, Frankrike och Kanada bakom Odin. ESA bidrar sedan 2007 till driftskostnaderna, bl a för att göra data tillgängliga för forskare utanför de fyra partnerländerna.

En efterföljare till Odin, kallad STEAM, helt inriktad mot klimatforskning och med ett svenskt vidareutvecklat mikrovågsinstrument, har föreslagits, bl a till ESA. Instrumentutvecklingen pågår redan för ett av ESA: s föreslagna projekt men ännu finns ingen efterföljare helt beslutad, inte någonstans i världen. Det gör det desto mer angeläget att försöka hålla Odin i drift även i fortsättningen, om möjligt tills en fullgod ersättare är på väg.

## Odin och atmosfären

Ökad nedbrytning av ozon i ozonskiktet orsakas främst av klor från utsläppta freoner. Odin har som **enda satellit kontinuerligt mätt klorkemin i ozonskiktet sedan 2001**. Observationer av detta är viktiga för att se om Montrealprotokollet får den önskade effekten att skiktet återhämtar sig. Men verkningarna är långsiktiga och de naturliga variationerna stora, så ju längre man kan mäta, desto bättre är det. Med hjälp av Odin kan vi se att både ozonminskning och klorökning verkar ha avstannat i den övre delen av atmosfären, men att det är för tidigt att dra säkra slutsatser om ozonskiktets utveckling.

Vattenånga är den viktigaste växthusgasen och har en central roll i klimatsystemet och för atmosfärens kemi. Genom att mäta vattenånga och andra gaser kartlägger vi med Odin cirkulationen i atmosfären. Vattenånga kan också studeras som tecken på globala förändringar. **I de översta atmosfärsskikten, där processerna tidigare var dåligt kända, görs unika mätningar med Odin**, bl a av atmosfärsvågor, solaktiviteter och skillnader i halten vattenånga mellan norra och södra halvklotet. Mätningarna sträcker sig upp till 110 km höjd och före Odin fanns inga data om vattenånga ovanför 80 km och ingen täckning av polarområdena i övre atmosfären överhuvudtaget.

Ett tidigare okänt **samband mellan processer som styr uppkomsten av nattlysande moln på**



Odin-satelliten i omloppsbana

**norra halvklotet respektive uppkomsten av ozonhålet på det södra har påvisats med Odindata.** Nattlysande moln är skira moln på extremt hög höjd (ca 80 km) som bara kan ses när atmosfären under dem inte längre är solbelyst. Luftströmmarna under vintern på södra halvklotet styr hur nattlysande moln bildas under sommaren på norra halvklotet. Molnen tros av många vara en indikator på global uppvärmning och kan i så fall förväntas öka i förekomst och utbredning. Fler mätningar behövs och här samverkar Odin med observationer från andra satelliter, sondraketer mm.

Nya, från början oplanerade, **observationer av vattenånga och ismoln på ca 12 km höjd över tropikerna** görs också med Odin. Vattenånga och ismoln i det området spelar en viktig roll i jordens



**Nattlysende moln över Stockholm, de högst belägna molnen i atmosfären. Indikator för klimatförändring?**

klimatbalans men dagens klimatmodeller har stora svårigheter att beskriva dem korrekt. Odinresultaten kommer att sätta gränser för modellerna och därmed ge förbättrade klimatprognoser. Mätningarna är en lyckosam biprodukt av Odins mätteknik.

Andra observationer med bäring på klimatet är Odins mätningar av ozon och kvävedioxid som kan användas för att identifiera brister i klimatmodeller. **Kväveföreningar är avgörande för kemin i stratosfären men globala data med hög vertikal upplösning har saknats före Odin.**

I överhundra år har den yttre atmosfärens svaga ljus, "airglow", studerats. En del av ljuset kommer från syreatomer och molekyler, hydroxylradikaler, natrium och kvävedioxid. Men det finns mer ljus i den röda delen av spektrum än vad som kunnat förklaras. Eftersom järn är vanlig i meteoriter som brinner upp i atmosfären så har man länge sökt efter spår av järnoxid i airglow men det har inte hittats förrän nu, av Odin på 75 till 105 km höjd. Järnet oxiderar när det reagerar med ozon som även finns på hög höjd. Så, Odin har också hittat rostiga meteoritrester.

### **Vikten av fortsatta atmosfärmätningar med Odin**

Det finns ett antal goda skäl att fortsätta Odins mätningar av atmosfären så länge det bara går. En förutsättning är givetvis att satelliten fortsätter att

fungera väl, och inget talar just nu emot detta. Hur länge till – fem dagar eller fem år - vet ingen. Den från början önskade livslängden är femfalt överträffad, och det är sett i efterhand nog ungefär vad som krävdes för det komplexa studieobjektet atmosfären!

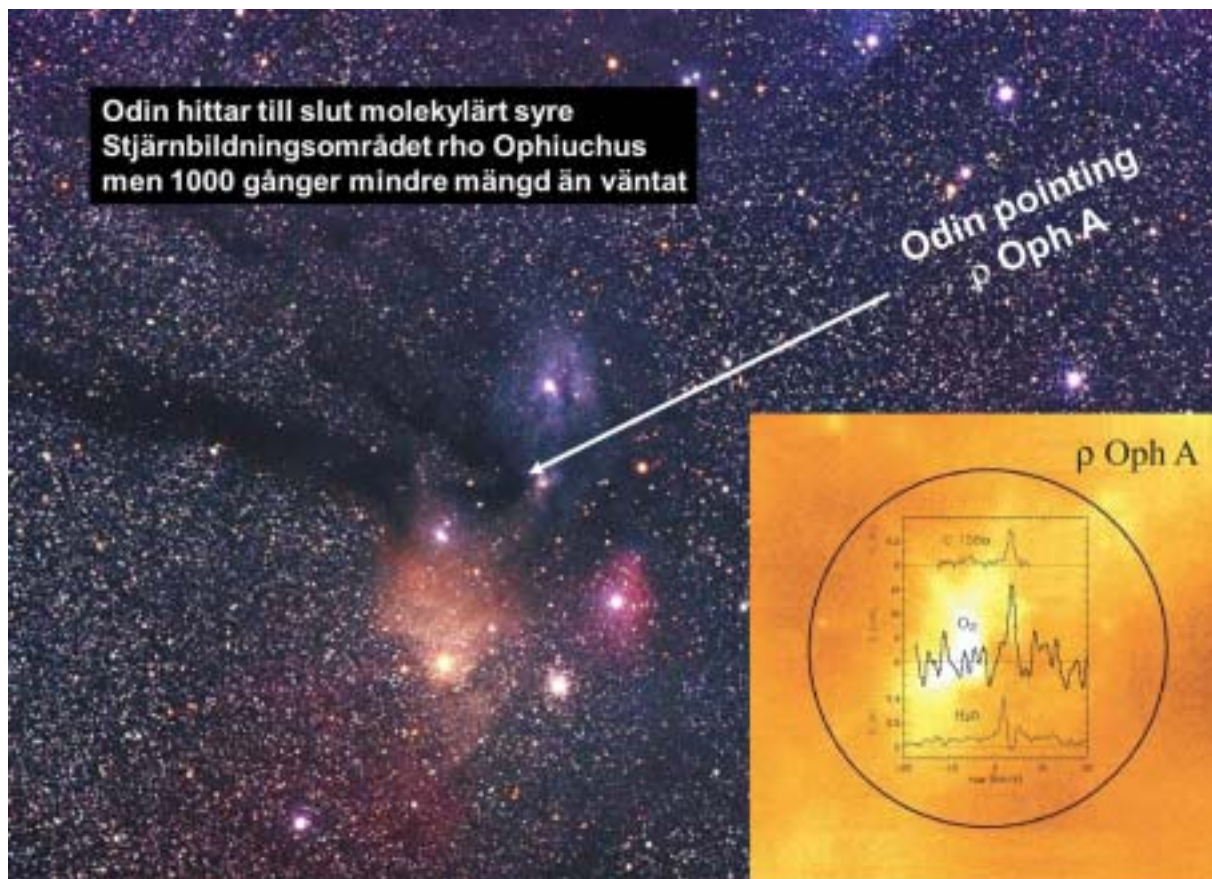
Den långa tidsserien av mätningar med samma instrument ger goda möjligheter att göra giltiga jämförelser över tid samt att jämföra med mätningar från andra, tillkommande instrument, t ex på andra satelliter. **Själva längden av serien över flera år är ofta det som behövs för att dra vetenskapliga slutsatser.** Med längre tid ökar mängden resultat.

Nästa år har Odin observerat genom en nominell solcykel (11 år). Nästa solfläcksmaximum är dock något försenat så några år till kan behövas för att jämföra atmosfären, särskilt ämnen i de övre skikten, vid låg respektive hög solaktivitet.

Odin samverkar med satelliter som tillkommit, och bidrar också med ett antal **unika mätningar**:

- Förmågan att bestämma mängden vattenånga, känslig för solaktivitet, på hög höjd
- Kompletterande mätningar till andra satelliter som ökar det sammanlagda vetenskapliga värdet, t ex med NASA: s A-train för att se dygnsvariationen av ismoln
- Mätningar av ozon och mängden aerosoler (ökande) i stratosfären med högsta noggrannhet

Efter Odin **finns idag inga nya satelliter med högupplösta atmosfärmätningar beslutade**, och det



Första detektionen av syremolekyler i interstellära rymden

tar sin tid att få upp sådana även efter ett beslut, se vidare nedan!

## Odin och världsallettet

Odins astronomiobservationer avslutades till största delen för några år sedan, sedan Odin tjänat som förelöpare till ESA:s stora Herschelsatellit. Huvudtemat för Odins astronomi var stjärnbildningen i interstellära gas- och stoftmoln. Bland många intressanta resultat bör särskilt nämnas den första detektionen av syremolekylen ute i Vintergatan, i gasmolnet Rho Oph A på 500 ljusårs avstånd, i stjärnbilden Ormbäraren. Syrgashalten i stjärnbildningsområden är 1000 gånger lägre än i tidigare kemiska modeller vilket visar att molekylärt syre inte spelar den roll man tidigare trott i bildningen av nya stjärnor. Herschels större teleskop har nyligen bekräftat Odins observation.

En lång rad kometer har studerats med Odin, som mätt utgasningshastighet och molekylinnehåll samt visat att förhållandet mellan vanliga vattenisotoper i många av dem är detsamma som i haven på jorden. Kometerna bär på information om solsystemets födelse, och kan enligt några vara en förutsättning för liv genom att transportera vatten och andra molekyler till planeter. Observationer av äldre, expanderande stjärnor som gjorts av Odin tyder på förångning av

omgivande kometer och småplaneter med höga halter av vatten och ammoniak. Odin mätte tidigt upp vattenhalten i Marsatmosfären, 1000 ggr lägre än i jordatmosfären. Spektralavsökningar har gett flera hundra nya signaler från både kända och nya molekyler, i våglängdsområden som inte kunnat observeras före Odin. På förfrågan av NASA har Odin, med sitt känsliga instrument för vattenånga och syre, använts i globala observationskampanjer vid nedslag av sonder på kometen 9P/Tempel ("Deep Impact") och i en djup, skuggad krater på månen ("LCROSS").

## Odin i forskningslitteraturen

Ett mått på framgångsrik forskning är antalet publikationer, dvs granskade artiklar i vetenskapliga tidskrifter och avhandlingar. Odin hävdar sig väl, även om det är svårt att överblicka den ökande mängden Odinrelaterade publikationer inom två discipliner och i olika länder. Vid den senaste räkningen fanns bortåt trehundra artiklar och ett femtiotal licentiat- och doktorsavhandlingar.

De svenska Odinforskarna finns främst vid Stockholms observatorium, Onsala rymdobservatorium, Chalmers institution för radio och rymdvetenskap och Meteorologiska institutionen vid Stockholms Universitet.

## Tekniska basfakta

Satelliten har två instrument, en radiometer för submm- och mm-våglängder (SubmilliMetre Radiometer, SMR) och en spektrograf för UV-, optiska och IR-våglängder (Optical Spectrograph and InfraRed Imaging System, OSIRIS).



**SMR. Den första av världens två submm-mottagare för atmosfärmätningar från rymden.**

SMR är ett radioteleskop med en dubbelreflektorantenn och med aktivt kylda – av en Stirlingkylare - radiomottagare i fyra avstämbara frekvensband mellan 486 – 580 GHz och ett vid 119 GHz. Med SMR ser man spektrallinjer från energiövergångar i molekyler. För atmosfärforskningen kompletteras SMR av OSIRIS som mäter delvis andra ämnen samt aerosoler. OSIRIS använder våglängdsområdet 280-800 nm samt ett IR-band runt 1,27 mikron och mäter absorptionslinjer i spektret från spritt solljus och termisk emission från atmosfären.

Odin väger 242 kg (inklusive 80 kg instrumentlast) och är 2 m hög och knappt 4 m bred med utfällda solpaneler. Dessa genererar drygt 300 W effekt. Satelliten är självförsörjande med elkraft och har inga förbrukningsartiklar, som bränsle, ombord. Odin kan pekars på två olika sätt, dels mot jordranden med svep genom jordatmosfären, dels genom långvarig stabil pekning mot celesta objekt. Pekmoderna kombineras i ett stjärnrelaterat peksystem där riktningsgivarna är stjärnsensorer, gyron, magnetometrar och solsensorer och styrdonen är reaktionshjul och magnetspolar. Noggrannheten är bättre än en båginut vid svepen och 15 båginuter vid stabil pekning.

Odin mäter kontinuerligt och data lagras i ett minne för att skickas ned varje gång markstationen på Esrange passerar, 10 ggr per dag. Datatakten på nedlänken är 700 kbps och drygt 300 MB data genereras per dag. Efter sortering och tidsmärkning skickas data och pekinformation till Parallelldata-centrum (PDC) vid KTH för lagring och distribution.

Där kan forskarna via Internet hämta data och bearbeta dem vidare i flera steg.

Odin sändes upp med den ryska bärraketen START-1 från Svobodny, 20 februari, 2001.

## Odin teknikdrivaren

Odin visar flera exempel på hur rymdforskning kan driva teknisk innovation. Före Odin fanns inte hela tekniken att flyga en liten, avancerad mottagare som SMR i rymden, men utvecklingen hade påbörjats, bl.a. i svenska ballongprojekt för astronomi. Trots det var SMR närmast banbrytande, bl.a. ifråga om:

- Yt noggrannhet (bättre än 8 mikrometer) hos ett kolfiberteleskop (Saab Space)
- Miniaturisering av spektrometrar och användning av kommersiella komponenter i rymden (Omnisys)
- Högfrekventa (120 GHz) InP-transistorer (Chalmers)

Radiometern var fram till ESA:s uppsändning av Herschel 2009 den känsligaste i sitt slag i rymden och den första i Europa för atmosfärforskning.

Dessutom lärde sig Rymdbolaget att bygga en extremt noggrant pekande, tillförlitlig satellit, och det nya innovativa företaget Omnisys kunde starta sin verksamhet.

## Odin – ett långt och gott samarbete

När slutligt klartecken för Odin gavs av Rymdstyrelsen i mitten av 1994 var det efter flera års studier och inledande samarbetsdiskussioner med partnerländerna Kanada, Frankrike och Finland. Det blev också starten för ett långt och fruktbart samarbete som delvis pågår än. Varje land bidrog med projektmedarbetare, utrustning och tjänster till utvecklingsprojektet, samt med betalning till de gemensamma delar som måste köpas från annat håll. Det senare är inte så vanligt i bilaterala samarbeten men svetsade samman projektet över gränserna och gjorde det överkomligt för alla deltagare.

## Odin prispressaren

Odin definierades från början som ett lågbudgetprojekt, i likhet med tidigare svenska forskningssatelliter. Till skillnad från dem tog projektteamet ett större ansvar för utvecklingen av instrumenten, ett från Sverige (SMR) med vissa delar från Frankrike och Finland, och ett från Kanada (OSIRIS). Som tidigare organiserades projektet med korta beslutsvägar, både inom och utom Sverige, och ett litet, mångkunnigt och engagerat projektteam med både ansvar och befogenheter. Moderna metoder och komponenter letades upp för att nå de komplexa vetenskapliga målen och samtidigt hålla



ner kostnaderna. En uppsändning till låg kostnad hittades med ryska START-1, som just hade börjat sin kommersiella verksamhet.

Allt detta ledde till att hela projektkostnaden (ca 45 Meuro) kunde hållas på samma nivå eller lägre än kostnaden för ett enskilt instrument i rymdorganisationer som ESA eller NASA, utan att därför vara mindre tekniskt avancerat (om än mindre). Detta trots att Odin är en vältestad satellit med lång tid av tester i sin slutliga konfiguration. Sverige bar lite mer än halva utvecklingskostnaden, eller ca 250 miljoner kr över sju års utveckling.

Samma profil gäller för driften av Odin, där teamet är delat mellan Esrange (Kiruna) och Solna, för daglig drift respektive långsiktig analys och planering. Även här lutar sig verksamheten mot en liten grupp kunniga, entusiastiska och ansvarstagande personer - några är kvar sedan utvecklingsprojektet - utan vilka det inte hade funnits möjlighet att skriva denna artikel! Driftkostnaden blir därmed mångfaldigt lägre än för en motsvarande ESA-satellit. Rymdstyrelsen har tagit den största delen av driftskostnaden, men stöds sedan 2007 med ca hälften från ESA: s Earthnetprogram.

Skillnaderna i kostnadsnivåer är i sig något bekymmersamma - åtminstone för Sveriges satsningar i ESA - men det får bli ämne för en annan essä än en jubileumsartikel...

## Odins efterföljare, STEAM, PREMIER, STEP...?

En efterföljare till Odin finns projekterad sedan flera år tillbaka. Den är helt inriktad mot en bättre förståelse av klimatet, något som brådskar eftersom nuvarande klimatmodeller, som används för att förutsäga framtiden, fortfarande har brister. Man vill framför allt undersöka kopplingen mellan klimatet och atmosfären, ozonskiktets fortsatta utveckling och inverkan av förbränning av biomassa. Fokus ligger på den viktigaste växthusgasen, vattenånga, eftersom vattenånga och moln är den största osäkerhetsfaktorn i dagens klimatmodeller.

Projektet finns föreslaget i Sverige och andra länder under namnet **STEAM** (Stratosphere-Troposphere Exchange And climate Monitoring), i ett

svensk-kanadensiskt samarbete under namnet **STEP**, samt till den europeiska rymdorganisationen ESA. I ESA-formen kallas projektet **PREMIER**. Det har stöd av forskare från hela Europa, och har gått igenom två steg i urvalsprocessen mot nästa hörnpelarsprojekt i Earth Explorerprogrammet. PREMIER konkurrerar med två andra förslag och slutligt urval görs först om ca ett år. **Rymdstyrelsen** finansierar studier av ett svenskt instrument och avser att betala utvecklingen som ett svenskt bidrag till PREMIER. Det är idag **Omnisys** som för utvecklingen från Odin vidare genom en ny, avancerad avbildande radiometer (kallad **STEAMR**, givetvis!), i nära samarbete med svenska atmosfärforskare, Rymdstyrelsen och ESA.

För att se längre ned i atmosfären än Odin arbetar STEAMR vid lägre frekvenser, runt 340 GHz, där atmosfären är mer genomskinlig. Den består av minst 14 identiska mottagare som ska göra närmast tomografiska observationer av atmosfären med god vertikal (1.5 km) och kraftigt förbättrad horisontell (<50 km) upplösning. Det är vad som behövs för att på bästa sätt använda data i existerande väder- och klimatmodeller. Bandbredden från Odin spektrometrar ökas dramatiskt och tar man in antalet spektrometrar som samtidigt arbetar blir ökningen från ca knappt en till ca tvåhundra GHz! En prototyp av en mottagare är färdig och nästa utvecklingsmodell blir färdig om ett år.

Sverige har efter Odinprojektet, och tidigare utveckling, en ledande förmåga inom radiometer-tekniken och det borde närmast vara en moralisk skyldighet att bidra med den förmågan till en av vår tids ödesfrågor, klimatet. För PREMIER-projektet, som också innehåller ett dyrt, ESA-utvecklat IR-instrument och en satellit är det helt avgörande att Sverige bidrar med STEAMR och fortsätter styra över instrumentets utveckling. Annars exploderar kostnaderna, se jämförelserna med Odin ovan, och PREMIER går inte att göra.

Även om PREMIER går vidare i nästa steg är processen lång. Sannolikt kommer den inte upp före 2020 och ytterligare förskjutning är mer troligt än motsatsen. Med hänsyn till urvalsprocessens både inbyggda osäkerhet och längd vore det önskvärt att undersöka även andra flygmöjligheter för STEAMR, bland dem som redan föreslagits eller nya. Rekommenderas härmed.

**Fredrik v. Schéele**

Projektledare för utvecklingen  
och driftsättningen av Odin

**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