

Rosetta-projektet och historien om ICA

Kjell Lundin, IRF-Kiruna

Projekt ICA (Ion Composition Analyser) dök upp som en överraskning för mig och den tekniska personalen någon gång i februari 1996 eftersom vi inte varit involverade i förslagsskrivandet i någon större utsträckning. Efter vad jag senare förstått övertog vi ICA från SwRI (Southwest Research Institute) i San Antonio, Texas. Anledningen till det känner jag inte riktigt till, men att vi tidigare byggt väl fungerande jonmassspektrometrar bl a TICS ombord på Freja satelliten spelade säkert roll. Att vi kom med i RPC (Rosetta Plasma Consortium) som ett PI-instrument i ett av ESA:s ”hörnstensprojekt”, verkar ju lite märkligt på dessa grunder, men så blev det. Efter diverse diskussioner med Rickard Lundin blev jag TM på ICA. TM står för ”Technical Manager”. ICA- designen skulle bygga på TICS designen, men naturligtvis vidareutvecklas med en del nya funktioner. Dessutom trodde vi nog att instrumentet måste göras både lättare och strömsnålare än TICS och IMI, som var under tillverkning vid IRF i Kiruna. Samtidigt färdigställdes också ASTRID-2 vid IRF i Kiruna. Tidsmässigt passade ju Rosettaprojektet ICA väl in. Uppsändningen av Rosetta skulle ske i januari 2003 så det var ju gott om tid för att ta fram ett ICA instrument.

Första mötet med RPC och Rosettaprojektet skedde i samband med första Rosetta SWT (Science Working Team) mötet vid ESTEC 12-13 mars 1996. Rickard som PI (Principal Investigator) och jag som TM för ICA åkte ner till mötet från olika håll med olika flyg. Vi hade i alla fall rummen på samma hotell där vi skulle förbereda oss för SWTn. Dessvärre blev det inte så. Rickard blev fördröjd och kunde inte vara med på första dagen på SWTn. Det var ju ett litet streck i räkningen för min del, men streck i räkningen var nåt som vi fick lära oss att leva med under Rosettaprojektet. Nåväl, under den första dagen på SWTn fick jag i alla fall ett hum om vad vi gett oss in på.

Dagen efter SWTn hade vi vårt första möte med konsortiet RPC. Två välkända ansikten i alla fall, Rolf Boström och Lennart Åhlén från Uppsala, PI och TM för LAP, ett av de fem delinstrumenteten i RPC. De övriga var MIP, MAG, IES och PIU. PIU inte i egentlig mening något instrument, men vår gemensamma ”administratör” gentemot Rosettasatelliten. PIU står för Plasma Interface Unit. All strömförsörjning, kommendering och telemetri till/från RPC-instrumenten går via PIU till/från Rosetta S/C (rymdfarkosten).

Eftersom vi (ICA) var nya i konsortiet hade vi naturligtvis inte någon färdig experimentbeskrivning som de övriga redan hade. Jag har för mig att vi fick 14 dagar på oss att skriva en. I experimentbeskrivningen EID-Bn (Experiment I/F Document part B) ingick naturligtvis alla mekaniska ritningar, blockscheman, effektförbrukningar och en massa annat. Efter ett jättejobb av personal på ellab och Olle Norberg och Eivor Jonsson kunde vi skicka in en EID-B utan några större förseningar. I stort sett alla på ellab var involverade i projektet. EID-Bn skrevs om ett antal ggr efter det.

Det är klart, att med den begränsade tid som stod till buds för EID-B jobbet blev det ju mycket ”kvalificerade” gissningar angående vikt och effekt. Förvånansvärt goda gissningar. Inga större avvikelser mellan första EID-Bn gissningarna och slutresultatet i form av hårdvaran.

Efter EID-Bn började det riktiga utvecklingsarbetet. Den mekaniska konstruktionen var en utmaning eftersom vi bantat vikten avsevärt jämfört med t ex TICS. Bantningen var ett måste eftersom den vikt vi hade oss tilldelad inte fick överskridas under några omständigheter. Parallellt med den mekaniska designen pågick konstruktion av elektroniken. Vi hade naturligtvis effektproblem också. Högspänningsaggregaten framför allt måste göras strömsnålare och lättare. Dessutom mindre utrymmeskrävande.

Designen för ICA ändrades så att ICA kom att innehålla en DPU (Data Processing Unit). ICA:s DPU var ursprungligen avsedd att inrymmas i SwRI:s IES-instrument. Efter preliminär design av sensorelektroniken och högspänningsaggregaten kunde vi försätta designarbetet med STM-modellen. En mått-, vikt-, effekt- och termiskt riktig modell avsedd att göra mekaniska och termiska tester av Rosetta S/C. Den termiska designen gjordes av Rymdbolaget i Solna.

Efter färdigställande, termiska balanstester i IRF:s rymdsimulator i Kiruna, mekaniska tester (vibration) i Linköping, levererades ICA STM till IC i London i samband med PSR (Pre Shipping Review) i juni 1999.

Efter att Rymdstyrelsen i början på år 1997 inte ansåg sig kunna bekosta mer än ett svenskt experiment ombord på Rosetta uppstod finansiella problem. RS ansåg sig inte ha råd att bekosta LAP-experimentet? Den uppkomna situationen löstes med att Rickard lyckades få med FMI som Co-I i IRF:s Rosetta-projekt ICA och LAP. FMI gick med på att bygga och bekosta hårdvaran i de båda DPU-erna i LAP och ICA. Villkoret för FMI:s åtagande var att båda DPU-erna skulle vara likadana dvs samma microprocessor skulle användas. Dessutom kunde inte FMI ta på sig att utveckla mjukvaran. Efter att den tilltänkta TMS 32C50 processorn visat sig inte klara strålningskraven måste en ny processor som klarade ICA:s och LAP:s divergerande krav införskaffas. Valet föll till slut på en THOR-2 processor från SAAB-Ericsson SPACE.THOR-2 processorer beställdes i oktober 98 för leverans i januari 1999. Varken IRF i Kiruna eller Uppsala hade någon erfarenhet av processorn i fråga, men våra mjukvaruexperter Hans Borg och Reine Gill gjorde ett jättejobb på var sitt håll och lyckades få till fungerande mjukvaror. Efter en del leveransproblem kunde vi efter sedvanligt ”pappersarbete” leverera en fungerande ICA EM vid PSR i London i juni 2000. LAP-experimentet slutade fungera vid leveranskontrollen. Det var naturligtvis ett katastrofläge. Efter att expertis i form av Sven-Erik Jansson flögs in till London så fort det var möjligt kunde han konstatera att felet låg i THOR-processorn i LAP. THOR-processorn byttes ut och LAP fungerade igen. Det reparerade LAP-experimentet kunde levereras för fortsatta tester på satellitnivå. En icke-fungerande processor innebar självfallet att orsaken till felet måste utredas. Efter ett omfattande testande på ESTEC fick till slut THOR-2 processorn i den aktuella serien flygförbud och fick inte användas i Rosetta-projektet. Intresset för att tillverka en ny serie var tämligen svalt hos SAAB-Ericsson. Leveranstider och priser gjorde det omöjligt för oss att använda THOR-2.

För ICA experimentet fanns egentligen inga alternativa microprocessorer tillgängliga. Vi hade från början haft MAR 31750 som ett alternativ, men det föll bort eftersom den inte räckte till för LAP:s behov. MAR 31750 kunde absolut vara ett alternativ för ICA eftersom vi hade använt en tidigare generation av processorn i fråga på IMI-experimentet som Hans utvecklat mjukvaran för. Tillgängligheten däremot var ett problem. Tillverkningen var nedlagd. Vad vi inte visste var att tillverkningen hade återupptagits av ett nytt företag. Det fanns en möjlighet att få tag på strålningshårdiga (MAR 31750) kretsar om vi kunde få leverera vårt flygexemplar av ICA vid ett egentligen för sent tillfälle. Detta beroende på lång leveranstid.

Efter förhandlingar med Rosetta-projektet kom vi fram till att vi kunde få leverera en ICA QM i juni 2001. Vi, IRF-K och FMI hade ungefär ett halvår på oss att leverera en fungerande och kvalificerad modell av ICA. QM innebar en mått-, vikt-, effekt- och termiskt riktig modell som genomgått alla tester för kvalificering termisk vacuumtest och vibration. Däremot behövde elektroniken inte vara strålningshärdig. Det är helt klart att vi egentligen hade alldeles för lite tid för att få fram en QM inom den givna tiden. I mars 2001 hade vi en fungerande DPU i form av en BB-modell tack vare en oerhörd arbetsinsats av Hans i Umeå och Pekka i Helsingfors.

FMI levererade QM DPUn till IRF i maj 2001. Leveranskontrollen av DPUn var OK. Efterhand började DPUn att krångla. Hans och jag ägnade mycket tid för att försöka få till en fungerande DPU, tyvärr utan att Pekka kunde bistå oss. Pekka blev sjukskriven en månad (arbetsrelaterat). Felet berodde på att kretskortstillverkaren tillverkat kortet på fel sätt. Bl a förgyllt kopparledningarna. Det fick till följd att det uppstod avbrott vid lödningarna som gjorde att kortet efter en tid slutade att fungera.

Efter att kretskortet nytillverkats, levererades ICA QM DPUn till IRF i Kiruna. ICA QM integrerades. Allt verkade OK. ICA QM genomgick TVAC-testen utan problem. Av kvalificeringstesterna återstod endast vibration. Ren rutin innan leverans av QM. Men, ytterligare ett streck i räkningen. ICA QM DPUn slutade fungera efter vibrationstestet! Det var bara det som fattades. Stämningen var inte direkt uppåt i ICA-teamet. Inte heller i Rosettaprojektet.

Efter att ha tagit isär ICA upptäckte vi att två minneskretsar på DPU-kortet var skadade. Benen på minneskretsarna hade helt sonika skakat av. Vi trodde oss ganska snart förstå vad som orsakade felet. Däremot var vi oklara på hur vi skulle åtgärda orsaken. Rosetta-projektet kallade in ESTEC:s expertis. ESTEC-experterna föreslog en extra förstävning av DPU-kortet. Vi tillverkade och monterade in förstävningen. Endast mindre ändringar av den mekaniska behövde göras för att inrymma förstärkningen i DPU-boxen. Efter vibrationstest i en axel kunde ICA QM levereras till Alenia för fortsatta kvalificeringstester av Rosetta S/C. Visserligen levererade vi en ICA QM med Rosetta-projektets goda minne, visserligen lite försent, men vi hade inte orsakat några förseningar i Rosetta-projektet. Hade vi orsakat förseningar så hade vi nog åkt ut ur projektet.

Nu återstod bara att ta fram flygexemplaret av ICA (ICA FM). Det gick tämligen smärtfritt att ta fram ICA:s flygmodell. Ja, vi hade ett haveri på ett HV-aggregat. Orsaken till haveriet är tämligen väl känt. En ny, aningen modifierad, HV-modul byggdes. ICA FM integrerades på nytt och skickades till CESR i Toulouse för kalibrering, eftersom Masatoshi Yamauchi som skulle ha utfört kalibreringen råkat ut för en mycket allvarlig sjukdom. Under kalibrering vid CESR uppstod ett högspänningsöverslag pga av oaktsamhet vid handhavandet av ICA FM. Högspänningsöverslaget orsakade att ett antal förstärkare i MCP-modulen havererade. ICA FM transporterades till IRF i Kiruna för reparation av förstärkatkortet. Efter reparation transporterades ICA FM till CESR för kompletterande kalibrering. Efter kalibrering genomgick ICA FM "Acceptance test" termiskt vacuum och vibration. Bägge testerna på instrumentnivå.

En kompletterande TVAC test med reservenheten och ICA FM gjordes vid RAL i England. Detta eftersom Rosettaprojektet krävt det. Testet avlöpte väl och ICA FM kunde levereras till

Rosettaprojektet på ESTEC i maj 2002 i tämligen god tid innan Rosetta S/C transporterades till Kourou för uppsändning.



Fig. 1. Kjell Lundin och Stefan Karlsson vakuumtestar ICA innan leverans.

Mer information:

Kjell Lundin, ingenjör, IRF Kiruna, tel. 0980-79033, kjell.lundin@irf.se

Prof. Rickard Lundin, forskare, IRF Kiruna, tel. 0980-79063, rickard.lundin@irf.se

www.irf.se