Radioingenjörens pojkar

eller

Vad gjorde ni egentligen på jobbet hela tiden?

Bengt Holback och Gunnar Holmgren

Version 12 maj 2024

Texten är fortfarande under redigering.
Meddela gärna skrivfel eller andra synpunkter till gunnar@asikten.com

Till

Maria och Gunilla
Jonas och Sara

Konditori Fågelsången

Det är måndag eftermiddag första veckan i december 2023 och G är på väg, till fots, genom Stadsträdgården, till konditori Fågelsången. Samtidigt är B på väg till samma plats per bil från Örsundsbro, och letar parkeringsplats i närheten. Det är åtta minusgrader, några centimeter heltäckande snölager. Enstaka snöflingor virvlar i luften. Det är alltså ovanligt vinterlikt för att vara i början av december i Uppsala. Vi har träffats på Konditori Fågelsången på detta sätt nästan varje måndagseftermiddag sedan tidigt i våras. Vi saknar aldrig diskussionsämnen. Vi upplever att det händer mycket i samhället som vi har svårt att förstå, och som behöver bearbetas genom en öppen diskussion. Mycket av samhällsutvecklingen upplever vi som problematisk: Samhället har nyligen gått igenom en krisartad Coronapandemi; Kriget i Ukraina har pågått i ett och ett halvt år med fruktansvärda övergrepp och hundratusentals döda; Kriget mellan Israel och Hamas har pågått i drygt en månad, med femtontusen, större delen civila, dödsoffer. Klimatalarmismen har pågått i många år, och tycks bli mer och mer intensiv, med politiska beslut som ger förödande samhälls-konsekvenser; Samhället präglas mer och mer av den postmodernistiska ”woke”-ideologin (ibland kallad PK-ismen i Sverige) med en nedbrytning av näringsliv, skolor och universitet som följd; Sverige har drabbats av en, tidigare inte skådad, våldsvåg med, praktiskt taget dagliga, skjutningar eller sprängningar i bostadsområdena, inte bara i så kallade problemområden.; Den svenska ekonomin har gått in i en recession.

Vi har känt varandra och varit kollegor under ett halvt sekel. Vi växte upp under en tid då det inte var självklart att gå gymnasiet. Att ta studentexamen betraktades som ett privilegium och en prestation. Detta var en tid då det verkligen var en examen med skriftliga och muntliga förhör som måste klaras, med kvalitets-kontrollanter (censorer) från universiteten. Det förekom att elever kuggades på examensdagen och skändligen fick lämna skolan genom bakdörren. Undervisningen ägde rum även på lördagar. Gratis skollunch var det inte tal om. Skolmaterial, inklusive litteratur, köpte vi på egen bekostnad, och eventuella resor till och från fick vi själva stå för liksom terminsavgiften till skolan. Någon vecka efter examensdagen var det vanligt att de manliga studenterna ryckte in till militärtjänst; B som infanterist på Dalregementet i Falun och G som luftvärnssoldat vid Lv5 i Sundsvall. Efter avklarad värnpliktstjänst kom vi båda till Uppsala Universitet G 1964 och B 1967, alltså under expansionsåren på 1960-talet, för att studera matematik och naturvetenskap på en fakultet

som fortfarande stod öppen för alla behöriga studenter med ”studentbrev”; Man sökte alltså inte en utbildningslinje utan, för icke-laborativa ämnen, anmälde man bara sitt intresse av att studera en viss kurs; Universitetet var fortfarande ett ställe som man sökte sig till för att få insikter och kunskaper – inte i första hand för att få ett yrke. Det var först med PUKAS, flera år senare, som bundna studiegångar introducerades. Bussbiljetterna kostade femtio öre och betalades kontant till chauffören, eller på vissa linjer till konduktören som satt i ett bås längst bak i bussen, och det var bara elva år sedan den sista spårvagnslinjen lades ner i Uppsala. De som hade turen att få ett rum i en studentkorridor betalade cirka 200 kronor i månadshyra, utom för sommarmånaderna som var hyresfria. Studiefinansieringen och bostadsfrågan kunde ibland vara problematiska om det inte fanns hjälpande föräldrar i bakgrunden; Detta var en tid då studielånesystemet låg i sin linda och studentrum inte fanns till alla, utan ”hyrestanter” hade goda dagar; Några av oss fick statliga bidrag i form av minimala statsstipendier, så kallade Naturastipendier. Sommarjobb var en ekonomisk nödvändighet. G som hade genomgått underofficersutbildning under värnplikten kunde arbeta som välavlönad (2000 kr i månadslön) ”sommarsergeant” vid sitt gamla regemente med att ge de nyinryckta ”beväringarna” sin grundläggande soldatutbildning.

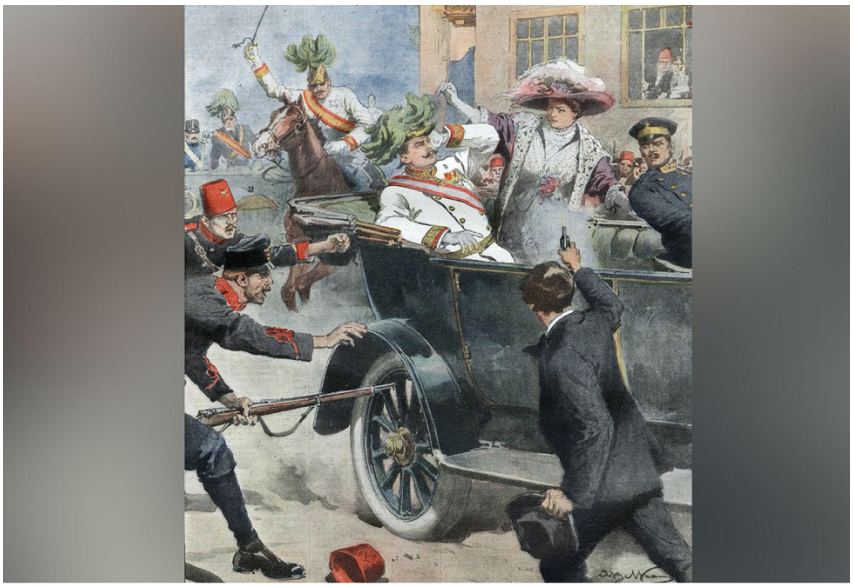
Universitetslärarna hade på den tiden betydligt större frihet att lägga upp kursinnehållet efter eget tycke. En av våra lärare i matematik vid Universitetet var den legendariske Tord Hall. Så här skriver framlidna professorn i teoretisk fysik, Nanny Fröman, i ett minnesord: ”*Tord hade en mycket personlig stil, såväl när har uttrycker sig i skrift som i tal. Enligt sin filosofi om kulturens enhet ville han inte bara kartlägga fakta utan också egga läsarens eller åhörarens fantasi. Och då sträckte han sig gärna utanför den ram som naturvetenskapen sätter för vad som är möjligt i naturen….”.* Undervisningen i matematik, ett betyg, gick till så att föreläsaren (Tord) föreläste och skrev på svarta tavlan med krita, två timmar dagligen måndag - fredag, och tvåhundra studenter satt i sal tio i universitetshuset och, för hand, skrev av anteckningarna (Tords anteckningar) med kommentarer. Sedan gick man hem till sin kammare och pluggade in dagens föreläsning och kanske man försökte lösa något övningsexempel. Resultatet av tentamen anslogs på Institutionens anslagstavla, både godkända och underkända. Signifikativt för Tords personliga stil var att han i samband med anslaget av tentamensresultatet tillfogade ungefär: *De studenter som inte har klarat att få godkänt på denna tentamen rekommenderas att söka sig till något annat ämne, eller kanske snarare att lämna Universitetet helt*. Inget pjosk eller personlig sekretess här!

Troligtvis på grund av den stora studenttillströmningen förändrades kursupplägget. På G:s tid tenterade man av (genomgick man på) hela kursen vid terminens slut, och högst tre underkända tentamina accepterades. Ett par år senare införde man ett nytt tentamensystem där ett-betygskursen delades upp i tre tentamenstillfällen och nu gällde endast skriftliga tentamina. För att få gå vidare måste varje deltentamen vara godkänd. Detta system infördes samma termin som B började på ett-betygskuren och den första tentamen blev en katastrof. Det var så att den ordinarie föreläsaren Clas-Olof Selenius, som skulle sätta upp tentamensuppgifterna blev sjuk och professor Carleson, dåvarande chef på matematiska institutionen, fick då rycka in och sätta samman provet. Uppgifterna visade sig så svåra/invecklade att ingen lyckades ens lösa några av tolv totalt. Inte ens amanuenserna, som skulle hjälpa till vid gruppundervisningarna, kunde lösa uppgifterna. Hur skulle det då gå för studenterna, som för att gå vidare måste ha godkänt prov? Man löste problemet genom att ge samtliga godkänt så alla kunde gå vidare. Det kan ju synas gott, men det var några som gav upp och lämnade matematiken efter att ha knäckts av detta första prov. B hade turen att för ett antal av uppgifterna skriva ner tankarna över hur de borde lösas, och fick flera (oförtjänta) poäng.

Vi hann under våra universitetsstudier uppleva både Vietnamrörelsen och studentrevolten 1968, som mycket tydligt markerade övergången till en ny tid, och som fortfarande präglar vårt samhälle. Varken B eller G var aktiva i Studentrevolten eller Vietnamprotesterna. Vi hade emellertid många bekanta som bar FNL-märket på kavajslaget under flera år. I slutet av vår studenttid, den 20 juli 1969, landsteg människan på månen, och framtidsoptimismen var obegränsad.

En flicka läser i The Washington Post 21 juli 1969 om månlandningen.

Efter avslutade studier, kom vi båda att få anställning vid Uppsala Jonosfärobservatorium, UJO; B efter genomfört trebetygsarbete i fysik vid UJO 1969; G efter utannonsering av en tjänst som forskningsingenjör 1970. Vi blev båda kvar vid UJO i flera decennier och fick därigenom tillfälle att, från första parkett uppleva den enorma utveckling som rymdtekniken och rymdfysiken genomgick från 1970 och de följande decennierna. Parallellt med detta har vi naturligtvis också följt den remarkabla samhällsutvecklingen, med de exceptionella händelser som vi alla har en relation till: Sputnik, Kubakrisen, Kennedymorden, Månfärderna, Challengerolyckan, Palmemordet, Chernobyl, Estonia, Tsunamin….. Vi tycker att vi, som pensionärer, börjar få perspektiv på både det märkvärdiga och det vardagsnära som har hänt, samtidigt som vi tycker oss förstå mindre och mindre av dagens skeenden, och, kanske därför, känner behov av att strukturera och skriva ner våra tankar. På våra måndagsträffar diskuterar vi ofta till att börja med de senaste händelserna i privatlivet och i samhället, men kommer nästan alltid tillbaka till händelser från vår tid på UJO. I denna text kommer vi att ha samma disparata disposition som vid kafésamtalen, med utvikningar och tvära kast mellan nutid och dåtid; Mellan vetenskap och skrönor; Mellan samhällsutveckling och privatliv; Vi hoppas att du, som läsare, står ut med detta. Någon initierad läsare kanske inte håller med om allt som vi berättar, eller saknar något, men kom ihåg att detta är *vår* berättelse; Det är så här *vi* har upplevt det.



Skotten i Sarajevo, det dödliga och förödande attentatet på öppen gata mot den habsburgske kronprinsen Franz Ferdinand och hans gemål Sophie. Målning av Achille Beltrame (1871–1945). Foto: Privat

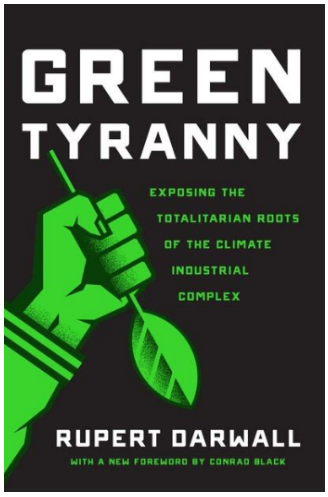
Vår berättelse om *Radioingenjörens pojk*ar tar sitt avstamp i Bitterfeld nordväst om Leipzig för mer än hundra år sedan. Där föddes Karl Wilhelm (Willy) Stoffregen ,1909, som son till byggbasen Wilhelm Stoffregen och hans fru Martha, född Richter. Willy var fem år då Första världskriget bröt ut genom skotten i Sarajevo, och nio år då det formellt avslutades i och med fredsfördraget som undertecknades i en järnvägsvagn i Versailles 28 juni 1919. Under detta krig beräknar man att nio miljoner soldater stupade och 13 miljoner sårades. Europas karta ritades om i grunden. Freden innebar landavträdelser och stora skadestånd för Tyskland. Tre stormakter krossades. Vilhelm II, kejsare i Tyskland och kung av Preussen abdikerar i november 1918. Tsarfamiljen i Ryssland mördas sommaren 1918. Kejsardömet Österrike-Ungern delas upp i ett antal mindre riken – Tjeckoslovakien, blivande Jugoslavien, Rumänien, Polen, Österrike och Ungern. Samtidigt blev Finland, Estland, Lettland och Litauen självständiga riken medan det Osmanska riket omvandlades från ett kalifat till en sekulär stat under ledning av Kemal Ataturk. Willys barndom inföll alltså under första världskriget, och hans ungdom och inträde i vuxenlivet skedde efter stora omdaningar under mellankrigstiden och den framväxande Nazismen i Tyskland. Willy visade tidigt tecken på fallenhet för musik, och försörjde sig som barpianist under sina universitetsstudier. Eftersom alla arkiv från den tiden har förstörts, har man inte helt kunnat rekonstruera hans universitetskarriär, men det är sannolikt att han studerade teknik och naturvetenskap vid Technische Hochschule, Berlin-Charlottenburg.

Willys vetenskapliga verksamhet inleddes med att han reste till Norge som del av Heinrich Heintz Institutets (HHI) medverkan i det andra Polaråret (The second International Polar Year 1932/1933 (IPY)). HHI hade grundats 1930 av Karl Willy Wagner (1883-1953), professor vid Technische Hochschule Berlin-Charlottenburg. Till denna kampanj hade Willy byggt optiska instrument och HF utrustning för radiomätningar som utfördes av Norrskensobservatoriet i Tromsø. Vetenskaplig ledare för kampanjen var Leif Harang (1902-1970), Observatoriets chef. Edward Appleton från UK var en annan välrenommerad deltagare i kampanjen som deltog med radiomätningar. Willy blev på detta sätt tidigt bekant med de viktigaste vetenskapsmännen inom området. Vid återkomsten till Tyskland blev Willy involverad i anklagelser som nazistregimen gjorde mot Institutets direktör för att han vägrade att avskeda

sina judiska medarbetare. Uppenbarligen gick Willy in och försvarade sin chef så bryskt att han själv blev föremål för Nazistregimens förföljelser. Under ett förhör rekommenderades han att lämna Tyskland och att aldrig återkomma. Willy gavs därför inte möjlighet att analysera sina mätningar från Kampanjen, utan återvände genast till sina nyvunna vänner i Norge. Institutets grundare, Karl Willy Wagner, förklarades vara ’folkets fiende’ 1936 och avlägsnades från sin post som direktör vid Heinrich Hertz-Institutet. Senare togs också namnet Heinrich Hertz bort från Institutets namn eftersom Heinrich Hertz var jude.

Vi konstaterar att Willy inledde sin vetenskapliga karriär i en tid som i någon mån liknar vår egen, även om vår tid inte ännu har hunnit lika långt på totalitarismens väg. Vi har emellertid redan inskränkningar i yttrandefriheten, bland annat genom censuröverenskommelser mellan staten och internetoperatörer, demonisering av åsikter som avviker från det gällande narrativet och därmed följande deplattformering/cancellering. Vi har ökande övervakning genom att polisen har fått utökade befogenheter att avlyssna utan brottsmisstanke, övervakningskameror, ibland med ansiktsigenkänning, förslag från EU om övervakning av all privat kommunikation på sociala medier. Vi har förslag om införande av digital legitimation och digital valuta för ökad kontroll och övervakning. AI ger stora möjligheter till storskalig övervakning. Under Coronapandemin fanns länder som hade tvingande internering för alla, sjuka såväl som friska, i det egna hemmet eller i interneringsläger; Till och med vaccinationspass infördes, utan någon medicinsk evidens med avseende på smittspridning, som utestängde ovaccinerade från resor och vissa samhällsfunktioner. Alla dessa tvångsåtgärder införs med föregiven avsikt att skydda medborgarna från sjukdomar, terror- och annan brottslig verksamhet; i fallet klimatalarmism: Rädda jorden från undergång på grund av koldioxidutsläpp; alla helt i linje med ”läroboksproceduren” för att införa totalitarism: (1) Skräm först medborgarna med någon, osynlig eller framtida, verklig eller påhittad, fara. (2) Presentera en lösning. (3) Implementera lösningen på bekostnad av individens frihet.

Till och med energi- och teknikfrågan uppvisar stora likheter mellan Willys ungdomstid och vår tid: I boken ’The Green Tyranny’ gör Rupert Darwall en studie av klimatrörelsens och de grönas historiska rötter i Europa. Beträffande utvecklingen i Tyskland skriver han [vår

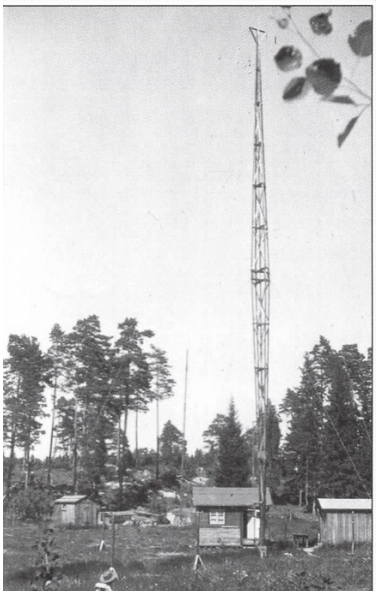


översättning från engelska]: *’Nazisternas djupa förakt för kapitalism och deras identifikation med natur-politik förde dem till att driva grön politik ett halvt sekel tidigare än något annat politiskt parti. Som en approximation, ta bort nazisternas rashat, militarism, och strävan till världsherravälde, addera sedan global uppvärmning, så hamnar vi i något som inte är helt olikt dagens miljörörelse. Sett från det andra årtiondet i det tjugoandra århundradet, kan det komma som en chock, men det borde inte överraska att Hitler och Nazisterna var de första att ge stöd till storskaliga förnybara energiprogram. Två och en halv vecka före valet 1932, hade Nazisternas tidning Völkerisher Beobachter en lång artikel som rapporterade om ett sensationellt tal om planerna på stora 70- till 90 meter höga vindkraftverk för att generera enorma mängder billig energi. I talet förklarade Hermann Honnef, Berlins fysikinstitut, hur elektriciteten från vindtornen, kunde kombineras med vattenkraft som skulle leverera bas-elektricitet, medan överskottselektricitet från vindkraftsparkerna längs kusten skulle kunna lagras genom att producera ”mycket billig” vätgas – en grön dröm som än i dag inte är uppfylld. Artikeln hävdade att vindkraften skulle omvandla ekonomin och ge arbete till miljontals tyskar. Man skulle få effektivare*

bränsleekonomi genom lätta bilar och tåg och avgifterna skulle ge incitament för att bilförare skulle byta till tåg. Bilarna skulle gå på lokalt producerad syntetisk bensin. Programmet skulle fullständigt ändra hela ekonomin var artikelns slutkläm.'

Även om Willys ungdomstid inföll mellan världskrigen, präglades ändå samhället, speciellt i Tyskland, av första världskriget och uppladdningen inför andra världskriget. Vi finner således ytterligare analogier med vår tid, genom de nu pågående krigen: Ukraina/Ryssland och Israel/Hamas; Båda krigen med ideologiska arv från nazisternas övergrepp under andra världskriget.

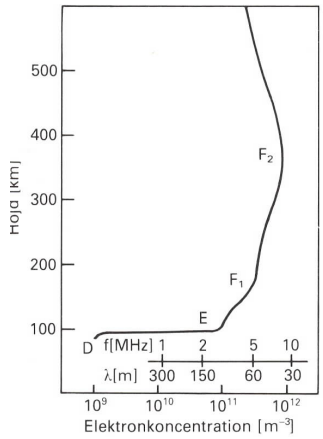
Willy fick ett gott mottagande vid återkomsten till Norge. Med hjälp av Harang fick han, 1934, ett norskt uppehållstillstånd. Under sin tid i Oslo etablerade han företag tillsammans med Harang inom radioområdet. Willys håg stod emellertid främst till elektronikkonstruktion och forskning. ”Stoffregen var en briljant ingenjör, men en usel affärsman” enligt vännen Harang. När Tyskland invaderade Norge 1940, kände Willy sig åter hotad och flydde till Finland. Där internerades han av de finska myndigheterna. Så småningom fick han emellertid ett pass av den norska exilregeringen och kunde flytta till Sverige i egenskap av norsk medborgare. I Sverige fick han arbete på Institutet för högspänningsforskning med Harangs vän, Harald Norinder, som chef. Här byggde Willy sin första jonosond. Efter krigets slut, flyttade Willy tillbaka till Norge och fick, genom sin vän Harangs försorg en anställning vid det nyetablerade Forsvarets Forskningsinstitutt, FFI på divisionen för telekommunikation, först beläget i Bergen och senare i Kjeller nära Oslo. Här satte han upp en jonosond tillsammans med Harang. På 1950-talet flyttade han åter tillbaka till Uppsala. Kan det ha varit det att han hade träffat sin kärlek, Gunborg, som drog honom tillbaka till Uppsala? Willy återupptog emellertid sitt arbete med att utveckla jonosonder på Högspänningsinstitutet i Husbyborg beläget i Upsalas norra stadsdelar. När det blev dags för att köra jonosonden mer reguljärt, måste han emellertid hitta en mer avlägsen plats för att inte störa omgivningen med de radiosignaler inom kort- och mellanvågsområdet som han sände ut varje timma. På den här tiden sändes ju rundradioprogrammen på mellan- och långvåg, och mottagningen kunde bli störd av de återkommande jonosonderingarna. Willy fann sin plats för jonosonden på ett avskilt område i Lurbo några kilometer sydost om Uppsala. Platsen hade också fördelen att inte ha upplysta vägar eller byggnader i närheten, vilket passade bra eftersom Willys andra vetenskapliga/tekniska intresse var optiska natthimmelsobservationer. Här skulle han kunna etablera sin verksamhet, speciellt som marken ägdes av Universitetet, som ju Högspänningsinstitutet var en del av. Enligt Willy själv, gick beslutet om plats till så att Willy, på sin sondering av platser, i Lurbo fann en äng där två lättklädda unga damer låg och solade. Det fick bli den avgörande faktorn. Här byggde han (med medhjälpare?) en cirka trettio meter hög trämast som fick bära upp de två Deltaantennerna som utgjorde sändar- och mottagarantenner för jonosonden. Själva jonosonden inhystes i en gammal vitmålad hästtransportkärra, sedermera kallad ”Vita hästen”. Willy tog så småningom dit en barack, sin sommarstuga, som laboratorium och kontor.



Den ursprungliga trämasten för jonosondantennen i Lurbo

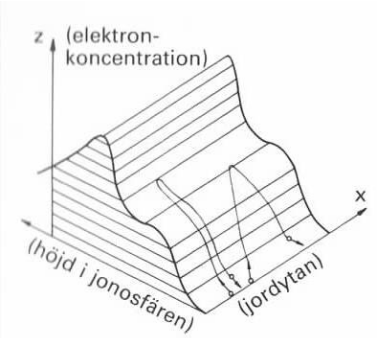
I och med att Willy etablerade sig i Lurbo, knöt han an till en lång tradition av norrskensforskning i Uppsala. Han utmanade samtidigt Suno Arnelius slutsats: *Jag har förklarat norrskenet och jag anser att inga observationer kan kasta nytt ljus över fenomenet*. Detta var slutklämmen i Arnelius avhandling, *Exercitium Philosophicum de Chasmaticus* – En filosofisk betraktelse av norrskenet, som han framlade 1708. Arnelius teori gick ut på att norrskenet bildas av en speciell sorts gas som strömmar ut från jorden. I polarområdena, där luften är kall, fryser gasen till iskristaller. Då solen står under horisonten kan solljuset brytas i dessa iskristaller så att de kan ses av en betraktare på ett visst avstånd. Vi ger en kort redogörelse för ’tre sekel av experimentell norrskensforskning i Uppsala’ som en bilaga till denna berättelse.

Jonosondering består i att sända radiopulser vertikalt mot jonosfärskikten och registrera ifall de reflekteras eller penetrerar de joniserade skikten i jonosfären. I de fall de reflekteras mäter man tiden från utsändning till mottagning efter reflektion, och får därigenom en mätning av den ’virtuella reflektionshöjden’. Genom att svepa den utsända frekvensen över hela mellan- och kortvågsområdet får man en uppfattning om jonosfärens tillstånd, till exempel dess täthet. En typisk täthetsprofil, med associerade frekvenser visas i nedanstående figur.



En typisk profil av elektronkoncentrationen samt våglängds- och frekvensskala för reflexion av radiovågor med vertikalt infall.

Principen för jonosonderingen kan förstås med en mekanisk analogi enligt figuren nedan:



Mekanisk analogi för reflexion av radiovågor från jonosfären. En kula skjuts ut från x-axeln och dess bana följs för olika utgångshastigheter och olika riktningar

Det är närvaron av fria elektroner som gör att radiovågorna bryts i jonosfären. Karaktären av brytningen är emellertid i själva verket betydlig mer komplicerad än den mekaniska analogin, bland annat för att mediet är anisotropt, det vill säga brytningen beror av vinkeln mot det jordmagnetiska fältet. Dessutom är det dubbelbrytande, det vill säga beror av vågens polarisation.

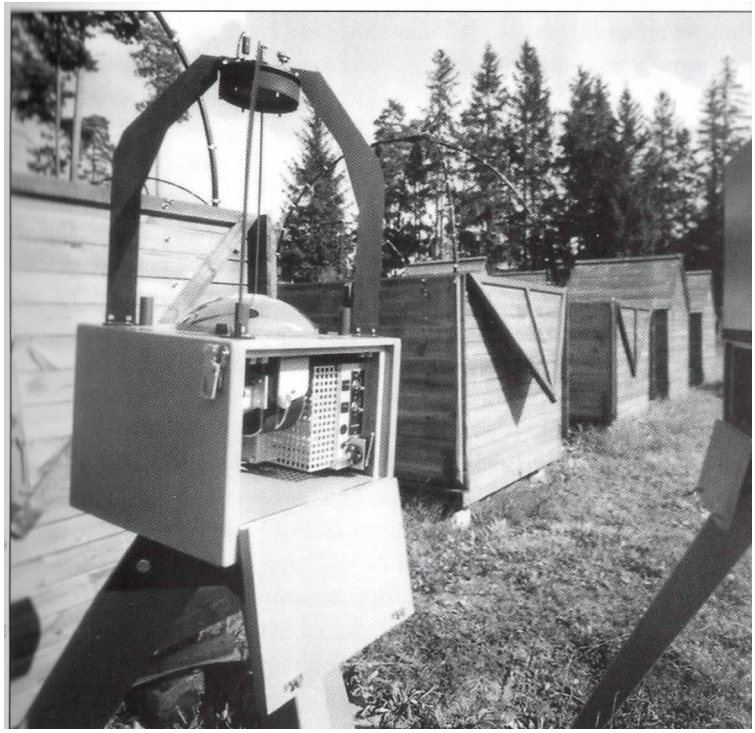
Problemet att bestämma en radiovågs väg (strålbanan) genom jonosfären är i princip analogt med att bestämma banan för en liten kula som skjuts ut så att den rullar uppför en sluttande yta enligt figuren ovan, med samma profil som jonosfärens elektronkoncentration (jfr föregående figur). Ger vi kulan en relativt låg utgångshastighet rullar den en bit uppför ytan innan den rullar tillbaka. En radiovåg av relativt låg frekvens (lång våglängd) reflekteras på samma sätt tillbaka från jonosfären. För mycket hög utgångshastighet på kulan (hög frekvens) rullar kulan över hela höjden (vågen går genom jonosfären och ut i rymden). Skjuter vi iväg kulan så att den rullar snett uppför sluttningen (snett infall av vågen mot jonosfären) kan den återvända till x-axeln även för högre utgångshastigheter. För snett infall av radiovågor mot jonosfären reflekteras även vågor av högre frekvens än vid vertikalt infall.

Det är ett intressant matematiskt problem att ur mätningar av tiden det tar för kulan att återvända för olika utgångshastighet bestämma sluttningens höjdprofil, eller för jonosfären att ur mätningar av fördröjningen av radiovågsekona för olika frekvenser bestämma profilen av jonosfärens elektronkoncentration, vilket var stor del av G:s arbetsuppgifter under nittonhundrasjuttiotalet. Någon minnesgod läsare kanske kommer ihåg att en grafisk strålbaneberäkning för förbindelsen Uppsala – Kiruna, baserad på sådana beräkningar, dekorerade väggen i förbindelsegången mellan nya och gamla husen i Lurbo.

Jonosonderingen var ju, framför allt, av intresse för försvaret. Det nyss avslutade kriget hade visat hur viktigt det var att etablera tillförlitlig radiokommunikation mellan de militära enheterna. Det var endast kommunikationer på korta avstånd som skedde över trådförbindelser. För långväga kommunikationer var man beroende av radiokommunikation. Kort-, mellan- och långvågskommunikationen var beroende av reflexioner från de nedersta, starkt joniserade jonosfärskikten, och dämpningen och förmågan att reflektera dessa radiovågor varierade starkt över dygnet och med solaktiviteten. Hur denna variation såg ut för ögonblicket kunde jonosonderingarna ge svar på. När jonosonderingarna kommit igång i Lurbo, intresserade Willy, Försvarets Forskningsanstalt, FOA, att ta över ansvaret för jonosonderingarna och att finansiera och garantera dess kontinuitet. FOA ställde sig positiv till förslaget, och etablerade 1952 Uppsala Jonosfärobservatorium, UJO, som en del av

FOA3:s sektion 348 för radiokommunikation. Nu hade man fått ekonomisk stabilitet i verksamheten och tillgång till FOA:s expertis och infrastruktur. Jonosonderingarna kunde nu köras regelbundet varje timma dygnet runt, man kunde anställa personal som övervakade mätningarna, laddade med fotografisk registreringsfilm, framkallade de registrerade jonogrammen, mäta in jonogrammen och vidarebefordra inmätningen till FOA för att ingå i deras prognoser för radiotrafikens planering. Under FOA:s paraply kunde så småningom de baracker som hyste utrustning och kontor ersättas av ett stenhus med gult fasadtegel och en optisk observationsplattform på taket. Den hembyggda trämasten kunde ersättas av en sjuttioåtta meter hög stålmast och rutinobservationerna utökades med en så kallad backscatter. Den bestod av en roterande Yagi-antenn monterad på toppen av ett torn och en ”jonosond” som kördes på fix frekvens. Med denna kunde man registrera tillbakaspridning från joniserade områden i norrskenszonen och därigenom få en uppfattning av norrskenets belägenhet både i latitud och longitud. Spridning via norrskenet nyttjas ibland av radioamatörer för att få kontakt med andra radioamatörer på extremt långa avstånd. FOA hade naturligtvis också intresse av registreringarna.

UJO:s start låg väl i tiden: Efter en lång tid av kallt krig med även vetenskaplig isolering mellan öst och väst, planerades en stor internationell samverkan inom geofysiken, det Internationella Geofysiska Året, IGY 1957/1958. IGY omfattade elva specifika forskningsområden: norrsken och airglow, kosmisk strålning, geomagnetism, gravitation, jonosfärfysik, meteorologi, oceanografi, solaktivitet. IGY inföll dessutom precis vid tiden för maximum av solcykel 19. Den första konstgjorda jordsatelliten Sputnik, sändes upp av Sovjetunionen och USA:s Explorer I upptäckte jordens strålningsbälten, van Allenbältena. UJO deltog aktivt med ett stort antal, egenkonstruerade, registrerande, automatiska, så kallade all-sky kameror, Stoffregenkameror, som placerades ut runt hela jorden för att studera bland annat norrskensformer. Detta blev UJO:s elddop och inträde i den internationella forskningsvärlden, och man gjorde det med bravur.


Stoffregenkameror i Lurbo klara för utskeppning

I början dominerades alltså UJOs verksamhet av att bygga apparatur, inte minst de ovan beskrivna Stoffregenkamerorna, men också flera andra varianter av apparater för optiska eller radio-registreringar. Man hade för detta ändamål en mekanisk verkstad bemannad med flera personer. Vid tiden för G och B:s ankomst till UJO bestod styrkan av PeO Fällmar, Sören Dackborn och Torgny Eriksson. Det mesta byggdes ju ’in house’ och det skämtades om att man alltid valde en ’klatchig’ färg, ’Stoffregengrått’ att måla apparaternas höljen med.

I och med IGY, Sputnik och Explorer hade mänskligheten tagit klivet in i rymdåldern. Även Europa ville vara med på ett hörn och man beslutade att Europa skulle etablera sin egen raketbas för civila experiment utanför Kiruna. Platsen fick namnet Esrange (European space range). UJO hoppade på tåget direkt och började utveckla instrument för raketburna experiment. Man var redan inne på spåret att, indirekt, kartlägga plasmatätheter i jonosfären med radiometoder, men nu skulle man mäta direkt i jonosfären. Bland annat utvecklades en Gerdien-kondensator för mätning av både jon- och elektrontäthet. Esrange var emellertid inte klar för raketuppskjutningar förrän 1966, och så länge kunde man inte vänta. UJO:s första raketexperiment gjordes därför i White Sands i New Mexiko, med nyttjande av Arcas-raketer. Projektledare för detta var Arne Pedersen, en ung doktorand från Universitetet i Oslo. Arne kom till Uppsala efter att ha sett en annons efter en forskare vid UJO som fanns uppsatt i fysikhuset vid det norska teknologiska institutet i Trondheim 1959. Arne blev, således den första doktorn, baserat på forskningen vid UJO. Han fick, efter disputationen 1966 en anställning som forskningsdirektör vid ESA:s (European Space Agency) dåvarande ESRO huvudkontor i Nordwijk, Holland, och hade under hela sin tid där fortsatt goda kontakter med Uppsalagruppen. Egentligen var inte Arne berättigad att söka tjänsten vid ESRO eftersom Norge inte var medlem vid den tiden, men man gjorde ett undantag baserat på hans verksamhet i Sverige.

Harald Derblom, Arne Pedersen, Willy Stoffregen

Efter det geofysiska året 1957/58 och satsningen på studier av norrskenet med All Sky-kamerorna, ökade intresset för norrskensljusets natur och det gällde nu att studera ljusets intensitet och spektrala innehåll i samband med norrskensutbrott. Kamerorna hade ju givit god kännedom om norrskenets geografiska utbredning och koppling till de geomagnetiska störningarna, men nu skulle mera data tas fram genom analys av ljuset.

Norrskenspartiklarna kommer från solen och varierar i intensitet beroende av solens aktivitet. Partiklarnas energi när de lämnar solen är dock endast av storleksordningen enstaka eV, men

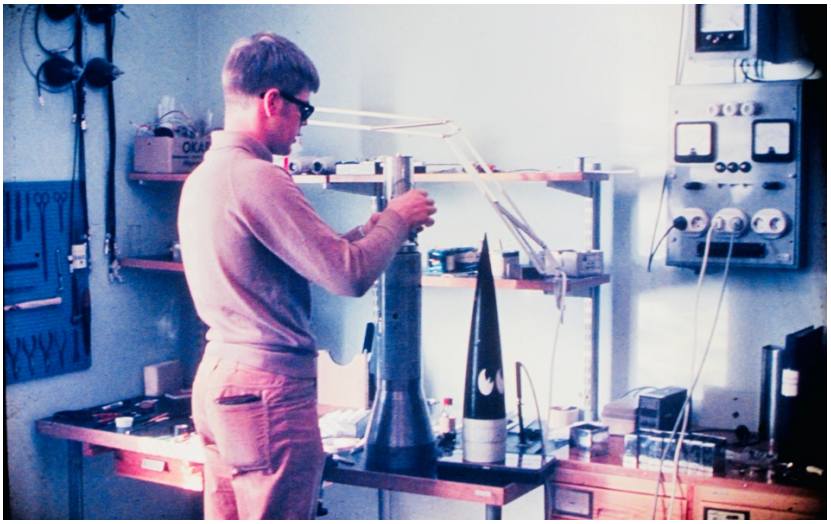
när de faller in i atmosfären har de ökat energin 100 till 1000 falt. Partiklarna träffar atomer och molekyler i atmosfären och tillför dem energi som sedan avges som ljus. Syreatomen är här speciell, eftersom det är just syret som ger upphov till både det röda och det gröna norrskensljuset. Exempelvis skapas norrskenets röda ljus, 6300 Å, på relativt hög höjd, över 400 km, medan det karaktäristiska blekgröna norrskensljuset, 5577 Å, kommer från betydligt lägre höjder, typiskt 100 till 130 km. Båda dessa färger härrör från ”förbjudna” övergångar i syreatomen vilket innebär att det tar mycket lång tid för atomen att avge ljuset. Fördröjningen för det röda ljuset är upp emot 100 sekunder medan den är ungefär 1 sek. för den gröna linjen. Eftersom atomen kan avge sin excitationsenergi också genom kollision med annan partikel, måste risken för kollision vara tillräckligt liten för att den skall generera ljus. Detta medför att för att det skall ges tillräckligt lång tid för atomen att avge rött ljus, måste partikeltätheten vara mycket låg, därav den höga höjden för det röda ljuset och analogt den lägre höjden för det gröna ljuset. Genom att studera den spektrala fördelningen av ljuset och dess intensitet, kan man alltså dra slutsatser om de infallande norrskenspartiklarnas energi och flöde. Norrskenets varierande färger illustreras i nedanstående bild.

Norrskenet kan ha många olika färger

På 1960-talet var därför verksamheten vid UJO till väsentlig del inriktad på att bygga instrument som kunde mäta ljusets olika ”färger” och dessas intensitet. Man delade då in tekniken i två huvudlinjer, dels användningen av smalbandiga filter. Dessa beställdes från USA och specificerades för den våglängd (färg) som skulle studerad. Filtren hade typiskt en bandbredd om 10 till 30 Å och fungerade bra för distinkta linjer. Användningen av reflexionsgitter sker på annat sätt. När ljus faller in mot ett gitter kommer det refererade ljuset att delas upp i ljusets färger. Färgerna reflekteras i en vinkel unik för respektive färg. Vinkeln blir då ett mått på ljusets frekvens (färg). Genom att ändra gittrets vinkel i förhållande till det infallande ljuset kan man då detektera ljusets färginnehåll.

Det instrument som haft störst betydelse är den spektrometer som kallades SP3. Den hade en relativt stor optisk öppning och kunde därför detektera mycket svaga ljusemissioner. Gittret vreds med hjälp av en roterande kamskiva som möjliggjorde mätning av ljus ända från violett till det infraröda området. Som detektor av ljuset användes fotomultiplikator-rör som också kyldes ner till mycket låga temperaturer för att på så sätt undertrycka mörkströmmarna i multiplikatorn. SP3 var ett mycket avancerat instrument och kom att betyda mycket för forskningen. För att kunna använda instrumentet ute i fält, införskaffades en liten lastbil som fick en överbyggnad i form av ett litet lab och utskjutbart i den bakre änden en kvartssfär i plexiglas så att spektrometern kunde så skyddad men ändå se norrskensljuset. Denna lastbil kom att kallas Mätvagnen och den var ett antal gånger uppe i norra Sverige och Norge på expeditioner i olika sammanhang.

UJO:s instrumentpark för spektroskopiska mätningar fick gott renommé och ledde till flera samarbeten med andra forskargrupper. Långvariga sådana samarbeten hade man med Georg Witts grupp i Stockholm och med Nordlysobservatoriet i Tromsö. Ofta bestod samarbetet i att UJO lånade ut sina instrument och stod till tjänst med den expertis man upparbetat. Vid ett sådant tillfälle vistades B någon tid i Tromsö för att hjälpa Kjell Henriksen med utvärdering av mätningar som gjorts med UJO:s spektrometrar på Svalbard. Kjell och B gick så intensivt in i mätningarna att Kjell totalt glömde bort att han lovat att hämta sin som på dagis. Vid sjutiden på kvällen ringde man från dagis och bad att få tala med Kjell för att höra om det hänt något som gjorde att han inte kunde hämta sin dotter. Problemet löstes genom att Kjells fru, som drev en kosmetikaffär i Tromsö gick och hämtade dottern, så Kjell och B kunde arbeta vidare. Man arbetade intensivt vidare tills någon upptäckte att klockan blivit 1:30. Aj då! B och Kjell befann sig på datasentret som hade som rutin att låsa lokalerna över natten – man kunde varken komma ut eller in. Kjell lyckades få kontakt med väktarfirman, men det visade sig att det skulle ta lång tid innan de skulle kunna komma ut till undsättning. Kjell var en handlingens man, och föreslog att de skulle ta vägen via stuprännan ner till marknivån från tredje våningen. Sagt och gjort, som forskare måste man ha fantasi för att lösa problem. Var det någon som associerade till Professor Baltazars tankspriddhet? Glöm det. För det mesta är forskare precis som vanliga människor. Ja, Kjell kanske var lite extra fantasifull, inte bara i det här fallet.



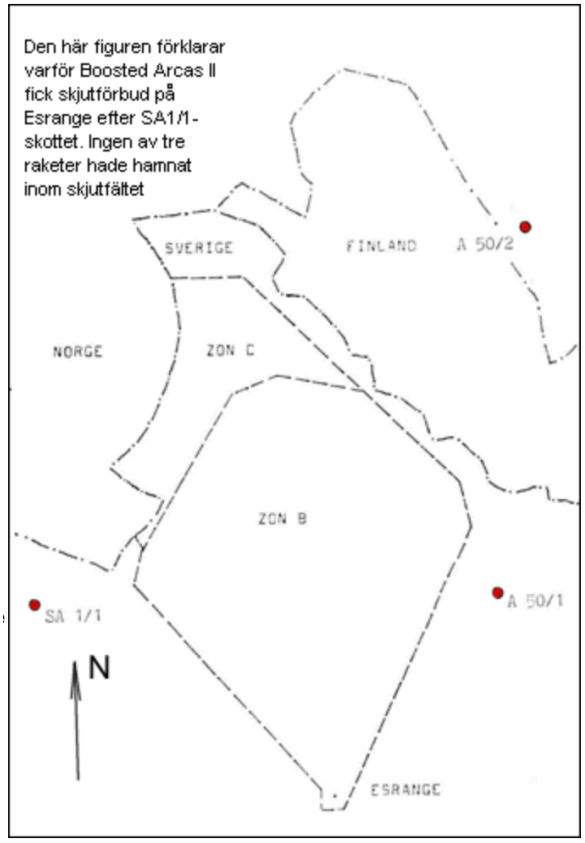
Till vänster:Arcas-nyttolasterna, till höger: Bengt Holback färdigställer nyttolasten

Mot slutet av 60-talet skedde stora förändringar i samhället. Människor flyttade, bytte jobb, etc. vilket också gällde verksamheten vid UJO. Två elektronikingenjörer sade upp sig för andra jobb, så vid slutet av 1969 blev behovet av att rekrytera en ”ny” elektronikingenjör till elektroniklabbet akut. Den ”moderna” elektroniken hade börjat användas, och nu gällde det att rekrytera någon med färsk ”modern” utbildning. Det blev en man från Indien vid namn M.N.M. Rao. Han hade doktorerat i Moskva på tunneldioder, vilket imponerade våra chefer, och tillträdde tjänsten i november 1969 Rao fick omedelbart börja med att bygga analog elektronik till vår Langmuirprob. En nyutvecklad transistor, MOSFET, skulle nu användas, Den var mycket känslig och väl lämpad att utgöra ingångssteget till förstärkaren. Strömmar av storleksordningen nano-ampere förväntades och stor förhoppning lades på denna transistor. Rao lyckades väl att utveckla elektroniken som senare användes i flera raketförsök.

Samtidigt med Rao’s ankomst hade vi fått besked att UJO skulle vara med på en raketkampanj vid ESRANGE sommaren 1970 och för detta skulle en ”kvarbliven” nyttolast

från Arkas-kampanjerna vid ESRANGE 1968 och Andöya 1969, rustas upp, modifieras med ytterligare mätinstrument och dessutom anpassas till en betydligt kraftigare raket, en engelsk Petrel.

En av anledningarna till att nyttolasten behövde byggas om från att passa Super-Arcas raketer till den kraftigare Petrel, var den extremt dåliga precision med avseende på raketbana som Arcas-raketerna hade uppvisat. Tre uppskjutningar från Esrange hade hamnat utanför skjutfältet, och vid en uppskjutning från Andöya gick raketen spikrakt uppåt, och personalen var tvungen att ta skydd inför risken att den nedfallande boostern skulle hamna inom uppskjutningsområdet. Arcas-raketen hade således fått skjutförbud både på Esrange och Andöya



Esrange raketskjutfält med nedslagsplatser för Arcas-sonderna

Ett omfattande arbete som gjordes av B och Rao. Kampanjen leddes av Georg Witt vid MISU i Stockholm och avsåg studier av Nattlysande moln. En stor grupp från USA liksom från Kanada deltog. Det var den första raketkampanj B deltog i på plats vid ESRANGE och han imponerades av de amerikanska NIKE-Tomahawk-raketerna som är oerhört snabba och spränger ljudvallen redan efter c:a 1,5 sekunder. Instrumenten på vår raket lyftes upp till c:a 140 km och mätningarna lyckades med goda vetenskapliga resultat. Rao blev kvar vid UJO till 1971 då han återvände till Indien och så småningom hamnade på en hög post inom den indiska rymdverksamheten. Han avled 2005. Rao efterträddes av Otto Vybiral som därmed övertog ansvaret för vidareutveckling och byggande av elektroniken till våra instrument.

Början av 1970-talet, då G och B kom till UJO, var en tid med stort teknikskifte inom elektroniken. Framför allt den framväxande halvledartekniken och den därvid möjliga övergången från rörelektronik till halvledarteknik. Vi har redan nämnt att UJO anammade den nya tekniken i och med att man anställde N. M. N. Rao som elektronikingenjör. G hade

bekantat sig med den nya halvledartekniken genom sitt trebetygsarbete vid Elektronikavdelningen vid universitetet, där han arbetat med att experimentera fram metoder att skapa ’Ohmska’ kontakter på halvledardioder genom att förånga på ett guldskikt på kislet. De första åren på sjuttiotalet arbetade UJO:s ingenjörer framför allt med diskreta komponenter, transistorer, resistorer, kondensatorer, på egentillverkade kretskort. Kretskorten tillverkades genom att man ’tejpade’ blå och röda klister-band i mönster som skulle bli lödpunkter och ledningar på kretskortet; blå remsor för komponentsidan av kortet och röda remsor för baksidan, där komponenterna löddes fast. Mönstren överfördes, i flera steg, till kretskorten, som var försedda med ’fotoresist’, med fotokemiska metoder. Överflödig, oexponerad, fotoresist ”framkallades” med en svag natronlutlösning. Det krävdes en del hantverksskicklighet för att lyckas med hela processen och slippa börja om från början. För raketexperimenten, gjöts elektronikkorten in i en plastmassa ’gucka’ före skaktesterna för att inte komponenterna skulle skaka loss. Det innebar att man inte kunde byta ut någon komponent efter det att man gjutit in korten.

Kretskortlaminatet etsades från början i korrosiva vätskor (All ketsch). Senare köpte man en etsapparat som sprutade varm järnklorid på ett i maskinen vertikalt monterat kopparlaminat. Man kunde emellertid bara tillverka dubbelsidiga kort. Mycket senare köptes en kretskortfräs där mönsterbanorna frästes i kopparlagret. Man behövde nu inte hålla på med vätskor för att tillverka (dubbelsidiga) kort.

Raketelektronik byggd i diskreta komponenter och Langmuirprob

I mitten av sjuttiotalet, började det komma ett utbud av Integrerade kretsar, IC, som underlättade arbetet betydligt, då till exempel en förstärkare kunde köpas komplett i en enhet. Otto, UJO’s elektronikingenjör, upptäckte till exempel en krets som kunde syntetisera godtyckliga frekvenser, som han föreslog att vi, privat, kunde bygga elektroniska orglar med. Sagt och gjort, vi blev ett gäng på 4-5 kollegor som nappade och byggde var sin (leksaks)orgel på skoj och till en billig penning, innan sådana fanns att köpa i handeln. Denna pryl uppskattades mycket av våra barn; G:s son Jonas bildade till exempel, tillsammans med ’Krille’ numera känd som ankare på Radio Uppland och P2, ’Gummibandet’ som hade bejublade framträdanden på gatufesterna i villakvarteret under flera år. Ganska snart blev det för opraktiskt att tillverka egna kretskort; Ett, ganska dyrt, CAD-program, HP-DCS, för

kretskortsdesign köptes in. Man hade nu möjlighet att göra kretskortlayouten i flera lager på dator. Man valde 6 lager eftersom man kunde få ett jordplan och ett spänningsplan (+5V). Dessa lager kunde nås från hela kortet. De resterande lagren användes för ledningsdragning. I och med 6-lagerskorten kunde man inte längre tillverka korten ”in house” och de lades ut på externa tillverkare. Även bestyckningen av kretsarna effektiviserades genom datorstöd, framför allt genom att mjukvarumässigt monitorera de digitala signalernas gång genom kretsen och verifiera överensstämmelse med de digitala styrprogrammen. Ett problem vid elektronikutvecklingen var att rymdprojekten normalt krävde strålningståliga (strålningshärdade) komponenter, vilket begränsade urvalet och, naturligtvis, gjorde det hela väsentligt dyrare. I vissa fall löstes problemet med begränsat urval av komponenter genom att vi själva testade komponenterna med avseende på strålningstålighet. Detta gjordes genom ett nära samarbete med Gustaf Werner Institutet vid Uppsala Universitet och med Akademiska sjukhuset i Uppsala. Man punktskyddade även vissa komponenter genom att limma små cirkoniumplattor eller små kopparplattor på dessa.

GUSTAF CEDERSTRÖM
KARL XII:S LIKFÄRD, OLJEMÅLNING 1878, GÖTEBORGS KONSTMUSEUM

När man har korsat Hågaån och går uppför backen från Lurbo bro, passerar man den klipphäll som Gustaf Cederström använde som bakgrund till sin kända tavla *Karl XII:s likfärd* som han målade 1878. Fast det visste inte G den februaridag 1971 då han gick från busshållplatsen vid Lurbo bro på väg till sin anställningsintervju på Uppsala Jonosfärobservatorium. Han hade fått beskrivet, per telefon, hur man skulle hitta dit, för det fanns ingen skyltning, varken vid Vårdsätravägen eller vid den lilla, med vägbom och Tillträde förbjudet-skylt försedda, grusvägen från Lurbovägen in i skogen. Snart skymtade han emellertid en hög röd-vit mast, så han kanske var på rätt väg i alla fall. Efter hundra meter kom han fram till det gula tegelhuset som han fått beskrivet på telefon. Inte heller här fanns det någon skylt som bekräftade att man kommit rätt, utan bara en stor ilsket röd skylt med texten: VARNING HÖGSPÄNNING och med två symboliska blixtar på var sin sida om texten. Du som är ung idag och läser detta undrar kanske varför han inte körde bil och använde GPS:en för att hitta fram. Ja, både mobiltelefon och GPS var närmast science fiction 1970. Inte ens George Orwell skulle ha haft fantasi att föreställa sig dem när han skrev 1984. Miniräknare fanns inte, och som ingenjör gick man istället omkring med en räknesticka av trä i rockfickan, väl synlig, både som professionell statussymbol och som arbetsverktyg. Och bil var inte att tänka på. G utexaminerades som civilingenjör i Teknisk fysik sommaren 1970, med nära noll som saldo i bankboken. Det gällde att snabbt ta första bästa jobb för att klara nästa månadshyra. Han hittade ett arbete på FOA i Ursvik, Sundbyberg, och kunde börja direkt, jobb var det ingen brist på. Att bo på Väktargatan i Uppsala och arbeta i Ursvik innebar att, i ur och skur, cykla hemifrån tidigt på morgonen till järnvägsstationen i Uppsala, ta morgontåget till Märsta, byta till pendeltåget till Ulriksdal, byta till buss till Ursvik, med de väntetider som alla byten och försenade tåg innebar. Och så motsatta resa hem på kvällen. Jobbet var det inget fel på, men resorna, så G nappade direkt då han såg i Dagens Nyheter i december 1970 att FOA/Jonosfärobservatoriet i Uppsala sökte en *civilingenjör i elektronik eller teknisk fysik*. Arbetsuppgifterna verkade intressanta: *Teoretiska och experimentella forskningsuppgifter inom plasmafysik och elektromagnetisk vågutbredning i samband med sondraketexperiment i jonosfären.* Nåja, han trotsade alla varningar om högspänning och ringde på, och visades in till Willy Stoffregen av en vänlig sekreterare. G minns inte mycket av anställningsintervjun, utom att huvuddelen av den sköttes av Willys allt-i-allo, Harald Derblom och att den gjordes i det största kontorsrummet där flera medarbetare, bland andra B rörde sig ut och in under

intervjun. En detalj som G fortfarande kommer ihåg är att han försökte imponera med sina kunskaper och erfarenheter i datorfrågor. Det imponerade inte alls på Harald, som närmast var avvisande och kommenterade att matematikmaskiner skulle man inte ha någon användning för här. Vi får väl se, tänkte G för sig själv. Modern transistorteknik skulle nog komma till användning i de planerade raketburna instrumenten, men för övrigt var rör-elektronik det vanligast förekommande.

G hade fått sin grundläggande utbildning i plasmafysik av Lennart Stenflo inom ramen för civilingenjörsutbildningen vid Uppsala Universitet. Lennart fick kort därefter en professur i plasmafysik vid Umeå Universitet, samtidigt som Bengt Hultqvist fick sin professur i Rymdfysik, båda som en del i att stärka Rymdfysiken i Norrland. Lennart har skrivit en intressant artikelserie om sina samarbeten med Sovjetunionen, som vi återkommer till. Men för de läsare som inte är insatta i vad plasmafysik är, citerar vi först G:s gamle lärares beskrivning av (rymd)plasmafysiken från en av artiklarna:
Plasmafysiken behandlar fundamentala egenskaper hos den joniserade materien. Om man upphettar en fast kropp tillräckligt mycket ökar den oordnade rörelsen tills den blir så intensiv att bindningskrafterna ej längre förmår hålla kvar smådelarna på sina ursprungliga platser. Den fasta kroppen smälter då och övergår i flytande form. Vid ytterligare upphettning övergår vätskan till gasform. Om man därefter upphettar gasen ännu mer, slås gaspartiklarna sönder i sina elektriska beståndsdelar. Det bildas en joniserad gas bestående av fria elektroner och joner; ett plasma, vilket ibland även kallas materiens fjärde aggregationstillstånd. Man har här en modern motsvarighet till den antika grekiska världsuppfattningen där materien var uppbyggd av de fyra elementen: jord, vatten, luft och eld. Plasmatillståndet är vanligt i Universum. Jag vill i detta sammanhang först nämna det inre av vår mest kända stjärna, solen, där det är mycket varmt, ca 20 miljoner grader. I detta solplasma försiggår termonukleära reaktioner, där väte bildar helium och överskottsenergin utstrålas. Effekttätheten är liten; i själva verket är den mindre än människokroppens värmeutveckling per volymenhet. Solens stora massa gör dock att enorma energimängder frigörs. En liknande process möjliggör vätebomben. Ett kontrollerbart utnyttjande process möjliggör vätebomben. Ett kontrollerbart utnyttjande av denna energi skulle för oöverskådlig tid lösa vår energiförsörjning. Vid solytan är plasmat endast 6 000 grader varmt. Det innehåller områden med starka magnetfält. Längre ut i solkoronan, är plasmatemperaturen ungefär en miljon grader. De processer som utspelas på solen måste förklaras i plasmafysikaliska termer. Rymden mellan stjärnorna är inte alldeles tom. Den uppfylls av ett ytterst tunt plasma, där tätheten endast är av storleksordningen en partikel per kubikcentimeter. Det är alltså ej helt nödvändigt att en gas som representerar ett plasma ska vara varm. I världsrymden är det, som bekant, i regel mycket kallt. Från solen utströmmar ett plasma med en hastighet av mer än 300 kilometer per sekund. Denna s.k. solvind deformerar jordens magnetfält, som därigenom starkt avviker från ett rent dipolfält. På ca 14 jordradiers avstånd från jorden bildas en kollisionsfri stötvåg som kan förklaras med hjälp av relativt komplicerad plasmafysikteori. Det s.k. magnetosfär-plasmat som omger jorden har i detalj kartlagts med hjälp av satelliter. I strålningsbältena kring jorden finns plasma där partikelenergierna kan uppgå till flera miljoner elektronvolt. Från 600 till 60 kilometers höjd hag jonosfärplasmat en avgörande inverkan på utbredningen av radiovågor. De strömmar som flyter i jonosfären påverkar också jordens magnetfält.

En glimt av tidsandan i början av sjuttiotalet får man genom Lennarts beskrivning av sin första tid vid Umeå Universitet, apropå samarbetet med Sovjetunionen:
KGB hade samlat på sig ett stort arkiv som innehöll detaljerade uppgifter om mitt liv vid Umeå Universitet, dit jag kom 1971 som ung (trettioett år gammal) professor. Jag blev

förvånad över att t.o.m. uppgifter om min tonårstid. Uppenbarligen hade de en informationskälla i Umeå. Under 1970-talet var ju universitetet där mycket ”rött”. När jag kom till Umeå för fyrtio år sedan kontrollerades studentkåren av olika kommunistiska fraktioner. På väggarna utanför studenternas och lärarnas matsal hängde porträtt av Lenin och Stalin. En del av lärarna inom främst de humanistisk-samhällsvetenskapliga ämnesområdena omfattade också de vänster-extrema åsikterna. Några av dessa lärare hade dessutom nära politiska förbindelser med Sovjetunionen. KGB har ju som bekant haft många kända svenska kontakter (Wennerström, Bergling, m.fl.) men varifrån Umeå-informationen kom har jag inte lyckats få fram.
Uppsala Universitet var kanske inte lika ”rött”, men det har i efterhand framkommit att det i samband med studentrevolterna existerade flera så kallade ”celler” även här, beredda att agera vid den nära förestående revolutionen.

G erbjöds anställningen vid UJO efter en tid, men kunde inte börja direkt eftersom han först måste slutföra ett ganska stort projekt i Ursvik som gick ut på att evaluera datorbaserade beräkningsmodeller av sprängverkan genom att jämföra med verkliga granatexplosioner i ett utrangerat tankfartyg vid Berga Örlogsbas. Sprängexpert vid experimenten var en viss Olle Hellmouth, som vi kommer att stöta på senare i samband med Trigger-projektet. Ersätt intresse för gamla VW med intresse för gamla SAAB-bilar så har vi i Olle, Sveriges motsvarighet till sprängexperten Hermann Föppl vid Max Planck-institutet i München, som vi kommer att stöta på senare i denna berättelse.

G fick alltså anställning på UJO, men bara ett år i taget, eftersom tjänsten var finansierad av ettåriga forskningsanslag från Rymdstyrelsen. Eftersom G redan tidigare var anställd på FOA var ju både säkerhetskontroll och läkarundersökning redan avklarade. Arbetstiderna var 08:00 – 16:40. Flextid eller hemarbete var det inte tal om. Lunchpaus hade man 12:00 – 12:30. Då gällde det att snabbt äta ur sin matdosa för att hinna vara med på några rundor kortspel. Kafferast hade man kl 14:00 – 14:10. Om man drack kaffe (kok-kaffe) betalade man naturligtvis själv till kaffekassan. På förmiddagen fanns ingen rast inlagd, dock brukade lokalvårdaren, Helga och senare Kerstin, eller städerskan som man sade på den tiden, smyga till oss en kaffekopp även på förmiddagen. Det var vanligt att ingenjörerna gick omkring i vit lab-rock, och verkstadspersonalen hade blå skyddsrock, och träskor var det gängse skodonet i laboratoriet för alla. Alla kontorssysslor, inklusive telefonpassning, sköttes av ”sekreteraren”, eller ’sekretären’ som Willy sade, som nästan alltid var en kvinna på den här tiden. Sekreteraren förväntades behärska stenografi, och när Willy skulle skriva ett brev, kallades sekreteraren in på Willys kontor; han dikterade brevet och sekreteraren stenograferade ner vad han sade. Sedan gick sekreteraren in på sitt kontor och skrev ut brevet på maskin, från början manuell, men senare en modern röd elektrisk maskin av märket IBM med fonterna på en utbytbar kula.

Sekreteraren skrev också ut alla vetenskapliga rapporter, där underlaget oftast var handskrivet. Formler och figurer var ett problem och fick i regel ritas av vår ”ritare” tillika fotograf, Lennart ”Kalle” Karlsson. Ansökningarna av forskningsanslag var en komplicerad och tidskrävande uppgift eftersom man oftast krävde fler kopior än man klarade med karbonpapper. De fick därför skrivas på stencil, och sedan stencileras ut i flera exemplar på den handvevade stencileringsapparaten. Gudnåde den forskare som hade givit fel uppgifter som behövde korrigeras sedan stencilen skrivits.

För G blev det en stor lättnad att slippa tågresorna och istället kunna nyttja den personaltransport som ombesörjdes av vaktmästaren, Buggar-Allan, vid arbetsdagens början

och slut. Det innebar flera timmars inbesparad tid varje dygn. UJO hade ju ett kontinuerligt observationsprogram dygnet runt. Forskningsingenjörerna hade därför ett jourschema för att serva de registrerande apparaterna under helgerna. Varje dag, efter lunch, var det *genomgång* av senaste dygnets registreringar. Då kommenterades om någon ovanlig händelse hade inträffat, om rutinerna hade fungerat, om tekniken fungerade tillfredsställande och vilka lärdomar vi kunde dra.

Buggar-Allan ja; Det visade sig att UJO hade en riktig kulturprofil och uppsalakändis som vaktmästare. Allan brukade själv säga: *Jag är en humanist bland naturvetare*. Allan hade vuxit upp i Uppsalas barnrikehus Pukehornet i Svartbäcken. Han hade fått sitt smeknamn, Buggar-Allan, eftersom han, i sin ungdom gjorde sig känd som en baddare på att dansa bugg på det legendariska danspalatset ”Bluffen”, som tidigare låg på den plats där Uppsala stadshus nu är beläget, i korsningen Kungsgatan/Vaksalagatan. Under tiden på UJO fick han flera år Uppsala kommuns kulturstipendium eftersom han var flitig med att dokumentera Uppsalas kommersiella historia i skrifter som: Fröken får jag betala – om Uppsalas kaféer förr och nu, Tidningspressen i gången tid, Tobakshandeln i Uppsala 1872 – 1988. Allan hade hand om transporterna vid UJO med den Ford Transit, som FOA:s transportcentral ställde till förfogande. G blev ofta skjutsad till Upsala Datacentral på Sysslomansgatan, för att lämna in, eller hämta ut en datakörning. Det var snarare regel än undantag att man fick vänta på Allan inför återresan. Buggar-Allan var, som sagt, en humanist och kändis i centrala Uppsala, och han träffade nästan alltid någon gammal kompis som han måste prata gamla minnen med innan man blev upphämtad för återresa till Lurbo. Även vi naturvetare hade naturligtvis full förståelse för detta.

G kastades abrupt in i rymdplasmafysikens värld genom att, bara någon vecka efter anställningen, vid halvårsskiftet 1971, få möjlighet att delta i ESRO Summer School och i det efterföljande McCormac-symposiet *Earth’s Particles and Fields*, 30 augusti till 10 september 1971 i Cortina d’Ampezzo. G kan fortfarande minnas den fantastiska känslan av att få vistas i den höga bergs-miljön i Dolomiterna, med de kalla kristallklara morgnarna och värmen som kom med den uppstigande solen och som värmde på ett helt annat sätt än i Sverige; Detta samtidigt som man som ung och ny inom området fick tillfälle att träffa andra nykomlingar och många av veteranerna inom området. G var nygift med Birgitta sedan 6 augusti, men bröllopsresa hade det inte varit tal om; Ekonomin var inte av den arten. De passade därför på att få sin bröllopsresa, till en rimlig kostnad, i norra Italien, Venedig, Rom Verona och Limone vid Gardasjön, genom att Birgitta anslöt via en billig Spies-resa till Limone vid Gardasjön efter Symposiets slut.

KULTURSIDAN

Astrid Lindgren berättar en saga

POMPERIPOSSA I MONISMANIEN

KULTURSIDAN

10

NY CIGARETT.

NY CIGARETT

Det här hände i en tid då Folkhemmet just hade passerat sitt ”bäst före”-datum. Olof Palme hade efterträtt Tage Erlander som statsminister i Sverige, och det skulle visa sig att landet stod inför stora omvälvningar. Astrid Lindgren publicerade sin saga *Pomperipossa i Monismanien*, där hon beskrev hur hon hade 102 % i marginalskatt, under starka invändningar från den dåvarande finansministern Gunnar Sträng (men Astrid fick rätt till slut). LO föreslog löntagarfonder för att på sikt socialisera all företagsamhet i Sverige. Den minnesgode läsaren kanske minns dåvarande finansministern Kell-Olof Feldts kända dikt, som han skrev i plenisalen, då löntagarfonderna skulle beslutas i Riksdagen (avslöjad av en fotograf med teleobjektiv på åhörarläktaren):

Löntagarfonder är ett jävla skit,
men nu har vi baxat dem ända hit.
Sen ska de fyllas med varenda pamp,
som stött oss så starkt i våran kamp.
Nu behöver vi inte gå flera ronder,
förrän hela Sverige är fullt av fonder.

Dock har medellivslängden fortsatt öka även efter 1970, från 72 år 1970 till 81 år 2020 för män; För kvinnor stadigt cirka 4–5 år högre än för män. Världens folkmängd har mer än fördubblats, från 3,7 miljarder 1970 till 7,7 miljarder år 2020. Sveriges folkmängd har under samma femtioårs-period ökat från 8 till 10,5 miljoner. Dödsfall relaterade till klimat har, globalt, trots folkökningen, minskat från 100 000 per år 1970 till cirka 20 000 per år 2020 (1920: cirka 480 000 per år). I Stockholm har landhöjningen varit cirka 20 centimeter (4 mm per år) under femtioårsperioden.

Rivningsarbete vid Stora torget i Uppsala

Landet stod inför 1970-talets lågkonjunktur med oljekris och bensinransoneringar; Men det var inget som vi visste om och kunde bekymra oss om då. I Stockholm höll man fortfarande på att riva de gamla bohemkvarteren i Klara för att ersätta träkåkarna med stora moderna byggnader, mest kontor och parkeringshus, i glas och betong. Det fanns planer att gå vidare med Gamla Stan för att även där möta den nya tiden med moderna höga byggnader och trafikleder för att underlätta biltrafiken mellan Norr och Söder. I Uppsala fanns detaljerade planer på att göra motsvarande omvandling längs Öfvre Slottsgatan. Detta genomfördes dock aldrig på grund av protester från de boende, utan man nöjde sig med att riva stora delar av centrum och bygga betonghus där med det nya Tempohuset vid Stora Torget som kronan på verket. I hela landet stod man mitt uppe i att förverkliga ”miljonprogrammet”, oftast i form av nya förorter som genom ett snabbt, rationellt och standardiserat byggande skulle förse oss med moderna lägenheter.

Vi befinner oss alltså mitt i det magiska sjuttiotalet då det gamla rivs och vi tar klivet in i Rymdåldern. För G och B innebar det till stor del återkommande kampanjer i Kiruna för att studera norrskenet, antingen i sig med optiska- och radiometoder eller som stödobservationer för raketexperiment vid Esrange. Vid våra måndagsträffar, på gamla dagar, på kafé Fågelsången brukar vi återkomma till vårt alldeles egna uttryck: ”Det gäller att ha tur i livet”. Och Tur har vi verkligen haft som professionellt och vetenskapligt har fått möjlighet att studera norrskenets fantastiska skådespel och koppla det till vår plats i kosmos. Någon utomstående kanske tror att vårt vetenskapliga intresse och observation av norrskenet skulle ta bort den magi och skönhet som man ibland kan uppleva inför dess förekomst. Icke så, snarare

tvärtom. Vi frågar oss ju, och försöker finna svar på, vad detta skådespel berättar för oss om vår växelverkan med jordens omgivande miljö: solen, solvinden, den kosmiska strålningen och jordens eget magnetfält, som så väl skyddar oss mot farlig strålning. Visst är atom- kärn- och kvantfysik intressanta, men de är ändå fenomen som vi inte kan förnimma med våra sinnen – så visst har vi haft tur?

Dagens samhällen slösar med artificiell belysning som gatljus, bilstrålkastare och upplysta byggnader, vilket gör att stadsmänniskan knappast har lagt märke till ett riktigt norrsken, trots att det förekommer många gånger per vinter ända ner till våra breddgrader i Mellansverige. Synd, för norrskenet ger faktiskt en känsla för vår plats i universum. Om man läser boken Mörkermanifestet av Johan Eklöf, presenteras man ett nytt begrepp 'ljusförorening'. Eklöf skriver: "*Ljus och mörker har styrt livet i miljarder år, med en uråldrig och taktfast rytm – ända tills glödlampan uppfanns. I dag dominerar gatlyktor och fasadbelysningar natten och på bebyggda platser blir det sällan helt mörkt. Att se stjärnhimlen en molnfri natt är en sällsynt upplevelse. Ljusföroreningar har seglat upp som ett av våra verkligt stora miljöproblem, om än obekant för de flesta. Flyttfåglarnas navigering störs, sköldpaddorna går vilse på väg till strandkanten och insekternas pollinering uteblir*". På senare år har de blinkande eller roterande starka lamporna från vindkraftverk förstört habitaten till och med långt ute i vildmarkerna eller till havs. Desto mer fantastiskt är det då att på våra utvalda mörka platser kunna se det fantastiska norrskenet. Under raketkampanjer på Esrange med syfte att studera norrsken släcker man normalt all utebelysning, och forskarna tar sin plats i en plexiglaskupol på huvudbyggnadens tak. Det var under en sådan observationsstund som G åter blev varse hur tydligt Vintergatan framträder på natthimlen om bara det störande bakgrundsljuset elimineras.

Så länge Willy var aktiv gjordes resorna till kampanjerna i Kiruna med tåg eller bil, eftersom Willy, i hela sitt liv, avstod från att flyga. Då, som nu fanns ett dagligt sovtåg till Kiruna som vi nyttjade. Utrustningen, inklusive den lastbil som var ombyggd till mätvagn, satte vi på en öppen godsvagn med adress Kiruna C. Väl i Kiruna hyrde vi bil av Dahlbergs biluthyrning. En tankeväckande tidsmarkör var att hyrbilen normalt lämnades vid järnvägsstationen med nyckeln i av praktiska skäl. Någon gång uttryckte vi förvåning att detta var möjligt. Dahlberg svarade att det aldrig hade varit något problem. Förresten, om någon, mot förmodan, skulle ta sig till att stjäla bilen, så tar vi honom direkt i Kiruna. Skulle han lämna Kiruna så finns det bara en väg, den mot Vittangi. Då ber vi bara polisen att stoppa dem innan de når Vittangi. Någon gång körde vi mätvagnen hela vägen från Uppsala till Kiruna. Mätvagnen hade en diminutiv motor, eftersom den inte, i första hand var avsedd för långa körsträckor. Ett pikant minne är när vi körde uppför den långa backen utanför Örnsköldsvik och den tungt lastade mätvagnen gick saktare och saktare. Till slut, när vi hade blivit tvungna att växla ner till ettan, ser vi i backspegeln hur en vägskrapa går ut i vänsterfilen för att köra om oss.

För G och B var detta en tid då kampanjerna tog stor del av vår tid under vinterhalvåret. Kampanj hade vi ju inte bara när vi lyckades att skjuta raketer, utan det var mer regel än undantag att en raketuppskjutning krävde flera kampanjer för att få rätt skjutförhållanden. Efter Willys tid flög vi oftast till Kiruna i stället för att åka nattåget. Flyget underlättade också på annat sätt: Ibland hade ingenjörerna behov av något mätinstrument eller komponent som inte fanns med i Kiruna. I brådskande fall gjorde man då ett paket i Uppsala, åkte ner till Arlanda, satte på adresstag, KIR, och placerade paketet på vagnen för bagage till avgående Kirunaflyg. Några timmar senare kunde ingenjören hämta ut paketet på rullbandet för ankommande bagage i Kiruna. Detta gjordes för det mesta med SAS-personalens tysta medgivande. En gång då någon extra viktig komponent saknades, tog G det lilla paketet och

gav det till flygvärdinnan med besked att någon kommer och tar emot det i Kiruna. Hon tog hand om paketet och placerade det i flygpersonalens bagageplats på planet. Nog har det har hänt en del när det gäller säkerhetskontroller på flyget sedan dess.

Del av altartavla i Jukkasjärvi kyrka, Bror Hjorth

Under kampanjerna var vi inkvarterade i gamla same-ålderdomshemmet i Jukkasjärvi. Det hyrdes av ”Svenska Rymdforskares Samarbetsgrupp”, SRS (med Willy som initiativtagare och ordförande), av Kiruna kommun, och stod till vårt förfogande året runt. Våra observationer gjorde vi från idrottsplatsen i Jukkasjärvi, som vi hyrde av Idrottsföreningen. Arrangemanget med en observationsbas i Jukkasjärvi fungerade utmärkt. Vi behövde aldrig bekymra oss om att boka hotellrum; Det fanns gott om sängplatser, men också för laboratorier i källaren, och möten i ålderdomshemmets forna samlingssal. Under vår tid i ålderdomshemmet bodde det fortfarande en samefamilj i en av småstugorna utanför huvudbyggnaden. Idrottsplatsen erbjöd en stor uppställningsplats för våra optiska instrument utan någon störande belysning i närheten. Under raketkampanjer kunde vi koppla upp Esranges ”public adress” det vill säga nedräkningarna till en högtalare på idrottsplatsen. Det senare orsakade ibland förvånade miner hos de skidåkare som passerade i det närbelägna motionsspåret för skidåkare. B svarade för administrationen av det hela och vi hade en deltidsanställd värdinna, Ingeborg Fjellborg, för lokalen, som till och med diskade vår efterlämnade disk och bäddade våra sängar, utom, förstås, om någon av kvinnligt kön fanns med bland gästerna. En höjdpunkt under observationskampanjerna var när Ingeborg bjöd hem oss på kaffe med kaffeost och hembakat. Så småningom började B få telefonsamtal från hembygdsföreningens i Jukkasjärvi ordförande, en viss Yngve Bergqvist, med förfrågan om vi kunde tänka oss att avstå från att hyra gamla ålderdomshemmet. Han berättade att Hembygdsföreningen hade planer på att etablera ett is-hotell nere vid sjön och ålderdomshemmet skulle passa bra som bas för detta. Vi tog det knappast på allvar- vem hade hört talas om ett is-hotell? Det kunde väl knappast vara seriöst? Yngve var emellertid envis och hörde av sig gång på gång under ett par års tid. Till slut gav vi med oss, bland annat eftersom observations-verksamheten började få mindre omfattning när vi mer och mer koncentrerade våra resurser på flygande instrument och de optiska observationerna mer och mer koncentrerades till Esrange och Abisko.

Ishotellet i Jukkasjärvi

Kampanjerna löpte normalt i perioder av tre veckor, med uppehåll för perioden med fullmåne, då det kunde vara svårt att göra högkvalitativa observationer av norrskenet. De raket-associerade kampanjerna hade oftast basvillkoren: Norrsken på rätt plats, molnfri himmel, inte alltför starka vindar, och för injektionsexperimenten ett begränsat skjutfönster i tid eftersom man krävde solen en viss vinkel under horisonten. Uppfyllande av dessa villkor kunde dra ut på tiden, och krävde ibland flera kampanjperioder, som kunde fresta på tålamodet. Å andra sidan gavs tillfällen till sidoaktiviteter: Skidåkning i de uppgjorda spåren i Jukkasjärvi eller omkring IRF. Vid ett tillfälle skidade G och Christer Nyberg iväg på spåret från Nikkaluokta mot Kebnekajse en perfekt vårvinterdag, och vi var så tagna av den fantastiska naturen i den varma vårsolen att vi nästan glömde att vända tillbaka. När vi frågade en mötande snöskoterförare om vägen, svarade han: Ni är nästan framme vid Kebnekajse fjällstation. Vi fick brått att vända tillbaka och hann hem innan det blev kväll. En annan gång fick vi tips om att renskiljning skulle äga rum mellan Kiruna och Nikkaluokta, och vi fick möjlighet att vara med om en äkta stor renskiljning med renslakt, ”mitt i smeten” som få turister får möjlighet till.

En gång fick vi tillfälle att delta i introduktionen till gruvan; inte ”turistgruvan” utan den ordinarie introduktionskursen för nyanställda. En annan gång utforskade vi de naturliga grottorna i Björkliden.

Det är den 17 december 1974. TV:n är riggad i stora salen på UJO, precis som på många andra arbetsplatser i Sverige, och personalen samlas, mangrant, med kaffekoppar i händerna. Nu gäller det: En seger idag betyder att hela världscupsegern är hemma. Loppet går i Madonna di Campiglio i Italien, ’Svenskbacken’, så oddsen är goda. Ja minsann, Ingemar fixade den första svenska världscupsegern och jublet bröt ut. Detta skulle komma att följas av många bejublade segrar under hela sjuttiotalet. Ingemar Stenmark hade väl tur, precis som vi, eller? Vid en intervju många år efter den första världscupsegern, då Ingemar hade vunnit med bara några hundradelars marginal, frågade reportern: *Idag hade du väl tur, Ingemar*? Ingemar svarade: *Jag vet inget om tur. Bara att ju mer jag tränar, desto mer tur har jag*.

Kuspen (the Cusp) kallar vi på svenska det område av jordens magnetosfär där de magnetiska fältlinjerna öppnar sig och bildar en tratt mot den infallande solvinden. Kuspen uppvisar helt andra optiska, och partikel-karakteristika än de områden där vi ser det vanliga norrskenet. Kuspens fältlinjer projiceras mot jorden, norr om Skandinavien, och kan därför inte studeras från våra vanliga observationsplatser i norra Skandinavien. Vi välkomnade därför en inbjudan från danska rymdforskningsinstitutet, DRI, att delta i en raketkampanj på Grönland för att just studera Kuspen. B, tillsammans med Lennart Björn, blev ansvarig för detta. Uppgiften var att göra optiska observationer av Kuspen och att medverka i parallaxfotografering av det planerade injektionsexperimentet för att kartlägga de elektriska fälten. Vi skulle naturligtvis också passa på att göra egna mätningar av ljusemissioner i kuspen under de väntetider som alltid uppstår under raketkampanjer. En Grönlands-expedition kräver alltid förberedelser och framförhållning. UJO hade emellertid, året före, genomfört en liknande kampanj, så man hade viss erfarenhet. Man hade redan en observationskur med plexiglasfönster för de optiska instrumenten. Nytt för den här gången var en snöskoter för att underlätta transporterna på plats. Det gällde emellertid att packa all utrustning i en container i god tid för att hinna frakta den på båt till Godhavn på Diskoön. B och Lennart Björn avreste själva med flyg till Köpenhamn och därifrån med den DC 8:a som avgick cirka tre dagar per vecka från Kastrup till Söndre Strömfjord på Grönland. Väl framme i Söndre stannade vi i någon vecka för att hjälpa danskarna med div. förberedelser. Bl.a. restes en antenn till en kortvågsradio som skulle användas till att kommunicera med basen i Godhavn. Telefonförbindelse fanns inte, utan det var kortvågsradio som gällde. Lennart var ju radioamatör och var mycket insatt i denna teknik.

Så var det då dags att resa till Godhavn och då var det helikopter som gällde. Vädret är ombytligt längs Grönlands västkust, och när vi skulle åka, var sikten inte bra, men man gjorde ändå ett försök. Efter att ha stigit upp mot fjälltopparna men inte tillräckligt, bestämde piloten sig för att återvända i avvaktan på bättre sikt. Så småningom kom vi i alla fall iväg och landade i Godhavn. Godhavn ligger på Diskoön i höjd med Jacobshavn på fastlandet där Grönlands mäktigaste kalvningsplats av isberg finns. Isbergen var mäktiga och varje morgon hade de rört sig av strömmarna ute i bukten och vyn var förändrad och bedårande.

Arbetet påbörjades omedelbart med att ställa upp vår mätstation ute vid den danska jonosfärstationen som låg halvannan kilometer utanför Godhavn. All utrustning hade kommit fram hel och välbehållen så arbetet löpte på utan problem och var snart etablerad.

Inkvarteringen var i en bostadsbarack tillhörande Grönlands Tekniske Orgnisation (GTO), som låg inne i byn bara några meter från Atlanten. Som nämnts, fanns ingen telefon så att ringa hem gick alltså inte. Skulle man meddela sig var det Telegrafstation som gällde och medelst telegram. Men för att inte vara helt beroende av detta, hade Lennart tagit med en kortvågsradio och den antenn som behövdes restes utanför vårt vardagsrumsfönster. Kommunikationerna via kortvåg var dock opålitliga och vi lyckades endast några gånger få kontakt med vår bas i Uppsala.

Godhavn har ungefär 1000 invånare och ungefär lika många draghundar. Det sägs att ett barn per år blir offer för hundarna. Barnen får lära sig i späd ålder att alltid stå upp inför hundarna, eftersom hundarna uppfattar en stående människa som sin herre, men en liggande människa som ett byte. Väl installerade i Godhavn, fick B och Lennart verkligen se kuspen som sågs som en svagt rödfärgad båge som regelbundet varje kväll kom glidande från norr till söder, och i motsatt riktning på morgonen. Livet i Godhavn var något ansträngt under den första perioden. Lokalbefolkningen gjorde bl.a. försök att stjäla vår snöskoter och när vi tittade ut bakom gardinen såg de oss och vände skotern upp och ned. Som tur var skadades den inte och förutom detta var det diverse små-incidenter. Bl.a. anmärkte man på att vi hade en svensk flagga i fönstret. Grönland är ju danskt!

Vid raketbasen som låg i Söndre Strömfjord fanns ett danskt team som skulle svara för uppskjutningen av vår raket, en Nike Tomahawk. Där fanns också ett tyskt team för uppskjutning av en Black Brant raket med Barium-release-experiment. Det blev en kall period, neråt minus fyrtio grader, så danskarna insåg att de behövde extra uppvärmning för sin raket. Inget problem, och man lånade ett värmeaggregat av tyskarna. Vid uppskjutningen några dagar senare visade det sig att andra steget på den danska raketen inte tände. Ganska snart insåg man att den var för kall. Tyskarna hade helt enkelt tagit tillbaka sitt värmeaggregat utan att informera danskarna. Man gick alltså miste om den planerade E-fältsmätningen med bariummoln. Dags för hemresa, skönt i alla fall för det lackade mot jul. Lokaltransporterna sköttes med helikopter, och helikoptern opererar bara vid tjänligt väder, och har dessutom vissa prioriterade transporter, så man vet aldrig när man kan få transport till Söndre. I detta fall tog det några dagars väntan. Väl framme i Söndre visade det sig att B och Lennarts kontaktman i det danska teamet hade bokat biljett åt sig själv i god tid eftersom han visste att det brukade vara fullbokat vid stora helger, men inte tänkt på svenskarna borta på Diskoön. DC8:an gick alltså B och Lennart förutan. Nåja, det kommer ett nytt plan om tre dagar om vädret är bra. Det blev alltså att vänta på hotellet i Söndre några dagar. Allt slutade väl, och på julafton 1973 kunde B och Lennart sätta nyckeln i dörren hemmavid.

Direkt efter nyåret 1974 var det dags för nästa period på Grönland. Denna gång var det endast Lennart Björn och B. Tanken var att när all utrustning fanns på plats skulle tillfället utnyttjas och optiska observationer av kuspen skulle göras. Men att sitta på dagarna och titta på varandra, eller musicera, B på munspel och Lennart gitarr, var inte så lockande, så vi bestämde på lördagen att gå runt i byn och se vad som fanns. Sen eftermiddag ser vi ett hus liknande de flesta husen, men uppenbarligen intressant för lokala ungdomar. Vi går dit och ser då att det är byns krog. Vi går in och sätter oss ner vid ett bord. Det var nästan bara vi där men personalen serverade stekt kyckling och öl. Tiden gick och så småningom var lokalen fullsatt och vi hade fått sällskap vid vårt bord. Det visade sig vara ägaren till Godhavns räkfabrik med hustru, liksom en anställd på telegrafstationen med hustru. Vi hade en mycket trevlig samvaro med dessa och avslutade kvällen hembjudna till räk-fabrikanten.

Efter den kvällen hade vi inga som helst problem med lokalbefolkningen, tvärtom var vi nu kända över hela byn. Det hade under lördagskvällen framkommit att man trott vi var amerikaner, vilket tydligen inte var så populärt.

B och Lennart var inkvarterade i lokaler som drevs av GTO, Grönlands Tekniska Organisation, som även serverade måltider, utmärkt mat för övrigt. B och L hade ofta bordssällskap av en man som de internt kallade ”Slusken” eftersom hans bordsskick inte var det bästa, mycket av den goda maten hamnade faktiskt på golvet. En dag såg vi att ”Slusken” komma bärande på en famn med öl. Här blir fest, tänkte vi, och minsann. Några öl senare befann sig ”Slusken” i vilt slagsmål med en annan man. När den andre kombattanten hamnat på marken och blev föremål för sparkar av ”Slusken” kunde inte B hejda sig utan gick ut för att skilja dem åt. Det lyckades faktiskt, och kombattanterna lomade hemåt åt varsitt håll. Efter ett tag hör B och Lennart knackningar på sin dörr, och kämpen (inte Slusken) stod utanför, fortfarande kraftigt berusad och sade något som B och L uppfattade som ”come out”. Det visade sig efter att han upprepat detta många gånger, sade ”kamrat”. Han hade kommit för att tacka för hjälpen. B och L bjöd in honom och alla drack ytterligare en öl. När slagsmålskämpen tackade för sig och skulle gå, mumlade han att han skulle bara hämta geväret och skjuta ”Slusken”. B och L kunde inte avgöra om det var skämt eller allvar, men höll, för säkerhets skull, honom kvar tills han hade nyktrat till någorlunda.

Som tidigare nämnts, är man helt beroende av helikoptrar för kommunikationerna. Havet är fruset och hindrar båttrafik. Hundsläde är det enda färdmedlet men kan användas över relativt korta avstånd. Efter ungefär en månads observationer, packade vi samman all utrustning för hemsändning framåt våren när sjöfarten kommit igång igen. Med all utrustning packad kom sista dagen i Söndre med strålande fint väder och ett av de största isberg vi sett ute i bukten. Vi skymtade några människor ute på isen, kanske var de säljägare. Vi beslöt oss för att ta vår snöskoter, och åka ut på en utflykt i riktning mot isberget. På vägen ut passerade vi ett område där isflaket som hängde ihop med isberget hade skjuvats under den is som var förankrad på fastlandet, men isvallen var inte värre än att vi utan svårighet kunde passera den. Vi vände hemåt ganska snart, och när vi passerade isvallen, på hemväg, märkte vi att isflaken åter hade börjat sära sig. Vi passerade isgränsen igen utan svårighet. När vi, efter femtio meters körning, tittade tillbaka såg vi att det redan var öppet vatten mellan isflaken. När vi kom tillbaka till byn, fick vi veta att vi hade varit observerade av byborna som genast insåg att denna utflykt hade kunnat sluta illa. När säljägarna åker ut på isen sker det ju med hundspann, och man har alltid med sig en båt. I vakar mellan isflaken kunde man därför passera dessa genom att lasta i all utrustning och hundar i båten och passera vaken.

Så skulle vi då ta oss till Söndre Strömfjord för vidare färd hemåt. Men det kom ingen helikopter. Vi fick höra att av de få helikoptrar som man hade var ett par på verkstad, en hade man flugit över till Grönlands östkust, så det var bara någon kvar. Eftersom inkvarteringen i Godhavn var synnerligen primitiv till skillnad från motsvarande inne i Jakobshavn på fastlandet, valde piloterna fastlandet om minsta risk förelåg att man inte kunde flyga vidare på grund av dåligt väder. Vi hade våra resväskor packade i veckor för att kunna snabbt ta sig till helikopterplattan om det skulle komma en helikopter trots allt. Till slut kom då en och vi kunde äntligen avsluta kampanjen. Vi hade inte packat allt vi hade med oss för tillbakatransport utan vi hade fått löfte av Ockelbo att sälja skotern. Den gick till en lokal man, och det visade sig att han fick den mycket billigt. Vi hade blandat samman köp- och säljkurs för den danska kronan så det blev en rejäl förlust. Nu var det ju Ockelbo som ägde skotern, vi hade ju bara lånat den, så det var Ockelbo som fick ta förlusten, men de sade bara ”Sälj och ångra, men sälj”. Tyvärr hade vi stora problem med instrumenten liksom med

vädret, som inte tillät så många observationstillfällen, så det vetenskapliga utbytet blev relativt magert, men upplevelsemässigt en höjdare!

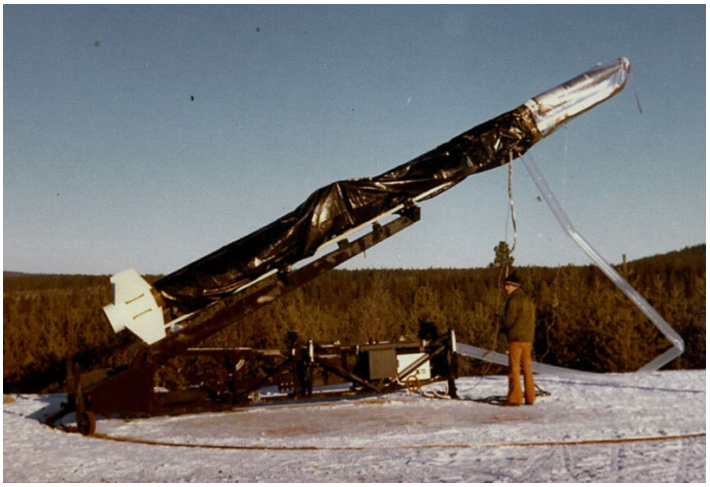
Norrskenssonden S7, vintern 1972, blev den första raketkampanjen för G. S7 var det mest avancerade sondraketexperimentet dittills i Sverige. UJO medverkade med hela tre experiment: Två experiment för att mäta elektrontätheten och dess struktur, ett Faraday-experiment och en Langmuirprob, och ett optiskt experiment för att mäta norrskenets intensitetsfördelning i höjdled. En stor del av elektronikutvecklingen gjordes av den nyanställde ingenjören Otto Vybiral, optik, Langmuirprob och Faradaymottagere med ’slant range’.

Norrskenssonden hos SAAB. Fr.v. Sverker Christenson, Kalevi Hyppä, Carl-Gunne Fälthammar och Ulf Fahleson

Skjutperioden för raketerna började den 4 februari 1972. Den första sonden SNT 7/1 sköts upp från Esrange den 7 februari kl 23:33 UT. De vetenskapliga förhållandena var bra och instrumenten fungerade bra, sånär som på UJOs Faradaymottagare som slutade fungera efter några tiotal sekunder. UJO hade en stor markbaserad observationsutrustning i Jukkasjärvi. En av G:s första uppgifter var att operera en prototyp till en IR-kamera, som var under utveckling vid AGA. Syftet var att undersöka om det gick att registrera någon värmestrålning från norrskenet. Raketbanan avvek kraftigt från den nominella, och nedslagspunkten hamnade utanför skjutfältet. Det är från den här uppskjutningen som det sitter en forskare i observationskupolen på huvudbyggnaden och skriker: *Don’t worry about the trajectory, it’s going right through the aurora*, men tillägger sedan: *Jesus Christ, right to the middle of Norway*. Forskaren är Edgar Bering, en ättling till den danske upptäcktsresanden Vitus Bering som upptäckte, och gav sitt namn till, Berings hav. Utredningen visade att banavvikelsen orsakades av att en frigolitplatta på avskjutningsrampen hade förändrat elevationen någon grad. Den andra sonden SNT 7/2 sköts ett år senare, den 9 februari 1973 kl 00:54, utan problem med raketbanan. Sven Grahn, Rymdbolaget, skriver på sin webb-sida om Sveriges rymdhistoria: *De tre svenska grupper som deltog i Norrskenssonden skulle fem år senare*

börja projektera Vikingsatelliten. Man kan lugnt säga att det man lärt sig av Norrskenssonden kom väl till pass i Viking – Norrskenssonden var en omedveten generalrepetition för Viking. Det gällde också flera av de ingenjörer på SAAB i Linköping och på Rymdbolaget i Solna som kom att arbeta med båda projekten. Norrskenssonden förtjänar därför en särskild plats i svensk rymdhistoria.

Som vi nämnt tidigare blev det tidiga sjuttiotalet mycket kampanjintensivt för både B och G. Vi var båda småbarnsföräldrar, och det påverkade naturligtvis även våra familjer starkt. Efter att ha avverkat kampanjerna för Norrskenssonden och Grönlandskampanjer, stod nu projekt Substorm på tur med två raketer S10/1 och S10/2 att avskjutas under vintern 1974. UJO bidrog med ungefär samma experiment som för S7, det vill säga Faradayexperiment, fotometrar och Langmuirprober.



En S10-raket på startrampen på Esrange

Faradayexperimentet bygger på fenomenet Faradayrotation. Man sänder i princip två cirkulärpolariserade radiovågor längs jordmagnetiska fältet. Vågorna är polariserade åt varsitt håll, den ena i samma riktning som elektronerna gyrerar i magnetfältet, den andra i motsatt riktning. De två superponerade cirkulärpolariserade vågorna kan uppfattas som en linjärpolariserad våg. Under inverkan av plasmat kommer de två cirkulärpolariserade vågorna att känna av olika brytningsindex, beroende på elektrontätheten, och därmed få olika fashastighet. Resultatet blir att den sammanlagda vågens (linjära) polarisationsplan kommer att vridas med höjden. Detta utnyttjar man för att härleda den (höjdintegrerade) elektrontätheten. Eftersom raketen, och därmed mottagarantennen, roterar kan man registrera vågens polarisationsplan och dess variation med höjden.

De två Substorm-raketerna sköts på samma dag, 20 februari 1974, den ena kl 18:07 UT och den andra 19:07 UT. Tyvärr slogs telemetrin ut under 30 sekunder för den första raketen, på grund av att någon på Esrange, slog på telemetrisändaren, som sände på samma frekvens, även på den raket som låg på marken.

Nästa i raden av norrskensraketer och kampanjer var S17 Mor/Dotter. Raketsond. S17 "Mor-Dotter" var ett projekt inom ramen för det svenska nationella sondraketprogrammet avsett att mäta energispektrum och pitchvinkelfördelning hos norrskenspartiklar samt elektriska fält i norrsken. Mätningarna var tänkta att utföras på ca 70-250 km höjd och genom att sondinstrumenteringen på lämplig höjd separerades i två mindre sonder ("mor" och "dotter") skulle det bli möjligt att skilja mellan variationer i rum och tid. UJO deltog med

Langmuirprober på både Mor och Dotter och projektledare var B. Uppskjutningarna ägde rum 22 januari respektive 6 mars 1976.

Under 1970-talet löpte ett svenskt sondraketprogram för studium av norrskenet med ungefär ett projekt per vinter. Nästa projekt i serien var S22 Aurora. Instrumenteringen från UJO var den traditionella med Faradayrotationsexperiment, fotometrar och Langmuirprober, kompletterat med markbaserade observationer. S22 Aurora löpte under samma kampanj som S21 Trigger. Uppskjutningar gjordes 8 februari 1977. I samband med S22-kampanjen, testade vi en ny teknisk innovation, lågljus-TV. UJO hade fått överta två nyutvecklade mycket ljuskänsliga TV-kameror, som FOA hade testat för att utröna hur användbara de var för övervakning av mörka miljöer. B blev ansvarig för de första försöken i norrskens-sammanhang. Det visade sig att de var fullt kapabla att registrera norrskenets rörelser med full tidsupplösning, dock endast i svart/vitt. Som kuriosum kan nämnas att, Bengt Feldreich, vid SVT, kontaktade oss och bad att få låna kamerorna för att kunna bevaka Norrmalmstorgs-dramat, 1974, även nattetid, vilket även gjordes med framgång.

Massmedia visade stort intresse för verksamheten. Så här skrev Se, Sveriges då ledande veckotidning, i nummer 9, 1973:

Någon av dem blir Sveriges förste astronaut!

Det är något speciellt med dom här unga glasögonprydda forskarna, som står och stirrar mot raketen på Esrange-basen. En av dem kan bli Sveriges förste astronaut!

Jo, visst finns det en hel rad "om". Men det är inte helt orealistiskt att tro på en svensk astronaut i rymden före 1980.

Förutsättningarna är främst två:

Att den blivande västeuropeiska rymdorganisationen ESA får igång ett direkt samarbete med den amerikanska rymdflygstyrelsen Nasa på de bemannade rymdfärdernas område.

Och att Sverige presenterar ett forskningsprojekt som anses tillräckligt angeläget i sammanhanget.

● Med den nya rymdåldern följer nu en ny typ av astronauter. 1960-talets superexemplar av fysiskt och psykiskt hårdtränade A-människor får stanna kvar som piloter. Men besättningen på färjan kommer att utgöras av forskare och tekniker. De ska kunna resa, är det tänkt, i "skjortärmarna", dvs i princip som de är och står, utan förberedande träning.

Dugligheten inom det aktuella forskningsområdet avgör vilka som får följa med upp i rymden.

● Om det nu blir en svensk som får följa med, hur ser han då ut? (Jovisst, det kan naturligtvis också bli en "hon").

Han kan se ut som Ulf Fahleson, teknologie licentiat, 40 år. Eller som Otto Vybiral, forskningsingenjör, 31 år. Eller som Sverker Christenson, också forskningsingenjör, 29 år. Eller också kan Sveriges första astronaut se ut som filosofie kandidat Bengt Holback, 27 år.

De här fyra killarna har det gemensamt att de forskar inom rymdplasmafysiken, dvs inom det område där Sverige anses ha hunnit längst, också internationellt sett.

● Vi vande oss att se 60-talets astronauter som övermänniskor, ett slags känslohärdade försökskaniner.

Nu får vi tänka om.

Killarna i Kiruna är inga rymdäventyrare. De har smala händer och vakna ögon. De är Forskare.

Jag vet inte vad som driver människan att forska. Men det måste väl vara en form av otillfredsställelse med de synbara förhållandena. En drift att ändra och förändra.

Och så drivs hon naturligtvis av nyfikenheten, av lusten att upptäcka.

De här grabbarna har aldrig nöjt sig med att bara fråga "varför". De går alltid steget längre och försöker själva finna ett "därför", en orsak.

Jag är övertygad om att de som barn skruvade isär alla väckarklockor de såg.

De uppträder fortfarande med en sorts naiv nyfikenhet. För dem

◄ De fyra svenska forskarna som alla har en chans att bli astronauter: fr v Ulf Fahleson, Otto Vybiral, Bengt Holback och Sverker Christenson.

USA:s planerade rymdfärja — som en svensk kan få åka med! Den större kroppen lösgörs efter starten. Den flygplansliknande färjan kan lasta 30 ton. ▼

I lådan står den väl inkapslade Nike Tomahawkraketen, uppställd på avfyringsrampen i vintermörkret på Esrange. Nedräkningen har börjat! ►

36

Ulf Fahleson, Otto Vybiral, Bengt Holback och Sverker Christenson utanför SRS-basen

Willy var god vän med Laboratorn i elektronik vid Uppsala Universitet, Per-Arne Tove; Inte underligt: de delade ju passionerna för både musik och teknik. Per Arne förestod avdelningen för Elektronik vid Universitetet. Där hade han ett utvecklings- och forskningslaboratorium, som utförde egna forskningsprojekt, men som också kunde åta sig externa uppdrag. Ett samarbetsprojekt var att bygga ett kondensatorminne till UJO:s svepande spektrofotometer. Idén var att superponera många våglängdssvep och därmed framhäva de varaktiga optiska (norrskens-)linjerna på bekostnad av den slumpmässigt varierande bakgrunden i signal och instrumentbrus. Kanske var också kondensatorminnet motiverat av behovet att kunna detektera svaga signaturer av Litium från atomexplosioner i atmosfären? Att bygga ett mekaniskt roterande kondensatorminne som synkroniseras med spektrofotometerns våglängdssvep innebar flera utmaningar: (1) själva synkroniseringen, (2) läckströmmar från kondensatorerna, (3) kontaktpotentialer, (4) nollställning och utläsning, (5) kondensatorernas kvalitet med mera. Kondensatorminnet kom aldrig i reguljärt bruk i forskningsverksamheten, utan blev istället ett utställningsföremål i labbet, som ibland blev föremål för (orättfärdigt) spydiga kommentarer från oss ”ungdomar”, då vi anade att den digitala tekniken skulle komma att ta över ganska snart. Kanske kan man se kondensatorminnet som en manifestation för ett pågående paradigmskifte från analog/mekanisk- till digital teknik; Från rör-baserad elektronik till halvledarelektronik. Betänk att både G och B, med rykande färska utbildningar i elektronik hade tenterat rörelektronik i första hand och som påbyggnad på det studerat halvledarelektronik. Vi erinrar oss fysiklaborationer där vi laborerade lika mycket med analogimaskiner som med digitala beräkningsmaskiner, och diskuterade med emfas om huruvida framtiden låg i analoga eller digitala system. I en laboration i atomfysik, där statistiken är viktig, kommer vi båda ihåg hur hela lab-gruppen studenter satt i en lång korridor i fysikums källare och räknade febrilt på mekaniska räknesnurror från Facit. Bordet svajade under inverkan av de tunga rotorerna i räknemaskinerna. De studenter som var ute i god tid kunde lägga beslag på någon av ett fåtal moderna motordrivna mekaniska räknesnurrorna. Just Facit/Åtvidaberg AB är ett tydligt exempel hur ett stort världsledande företag inte förmådde ställa om i ett teknikskifte. Kanske kan man säga att Facit inte hade kompetens i att bygga räkneapparater generellt, men var världsbäst i att bygga handdrivna mekaniska räknesnurror. Vi kanske såg samma övergång ske i vår bransch?

Bengt Holback och Willy Stoffregen

Vi noterar att Willy, från början av sjuttiotalet arbetar mer och mer från sitt hem på Alvägen i Norby. Det är kanske helt naturligt eftersom han närmar sig pensionsåldern, men till en del tolkar vi det som att han känner sig lite obekväm med det pågående teknikskiftet, vilket han

ofta påminns om av de unga män som har anställts på den senaste tiden. Det händer då och då att man blir kallad hem till honom för att redogöra för det pågående arbetet. Ofta besöker han observatoriet i Lurbo på kvällarna och lämnar små meddelanden på våra skrivbord med kommentarer till arbetet eller önskemål om att få saker utförda, vilket kanske retar några av de nya medarbetarna. Willy blir mer och mer frånvarande från observatoriet i Lurbo, och avgår 1973 från sin befattning som chef för UJO. Harald Derblom förordnas som chef i avvaktan på en permanent nyrekrytering. G och B fick alltså egentligen inte så många år som ”Radioingenjörens pojkar”, men vi hävdar i alla fall att titeln är relevant, eftersom historierna om honom och Willys anda levde kvar länge efter hans avgång.

Några gånger har vi, vid våra kafé-samtal på Konditori Fågelsången, snuddat vid tanken att vi själva har blivit så gamla att vi inte hänger med i dagens teknikskiften. Vi ställer oss till exempel frågande till att man satsar på eldrivna lastbilar där batterier får ersätta flera ton last, där kapitalkostnaden blir flera gånger högre än vid dieseldrivna alternativ, där lastbilen inte kan nyttjas hela dygnet på grund av laddningstider, och där det inte finns någon utbyggd laddningsinfrastruktur, och troligen inte kommer att finnas i glesbygd. Vi ställer oss frågande till varför EU satsar miljarder Euro på vätgasprojekt, utan att det grundar sig på tekniska eller ekonomiska framsteg när man uppenbarligen har gjort samma satsning tidigare i historien och misslyckats. Vi ställer oss frågan hur man kan satsa miljarder på att framställa ”fossilfritt stål” i norra Sverige, när kostnaden blir mycket högre än med etablerade metoder, och den slutliga produkten inte får högre kvalitet? Vi ställer oss frågan varför man satsar på väderberoende el-generering på bekostnad av kontrollerbar el-generering. Vi är naturligtvis själva övertygade om att vi inte är offer för åldersrelaterad oförmåga att förstå ny teknik, utan hävdar att tidigare teknikskiften har varit teknikdrivna, men nu pågående teknikskiften är politiker-drivna baserade på en påhittad, av människan orsakad, klimatkatastrof, och därför är helt onödig och skadlig för såväl miljö som välstånd. I vissa teknikfrågor kan vi emellertid förstå Willys känsla av att bli förbisprungen av tekniken: Varför måste man ha en smart-phone, en eller flera appar och Bank-ID för att köpa en tåg- eller bussbiljett? Vad var det för fel på systemet med busspolletter? Hur svårt ska det få vara att betala sin parkeringsavgift när man har tagit bort parkeringsautomater? Och nog borde man väl, för sjutton, kunna betala med kontanter i alla affärer?

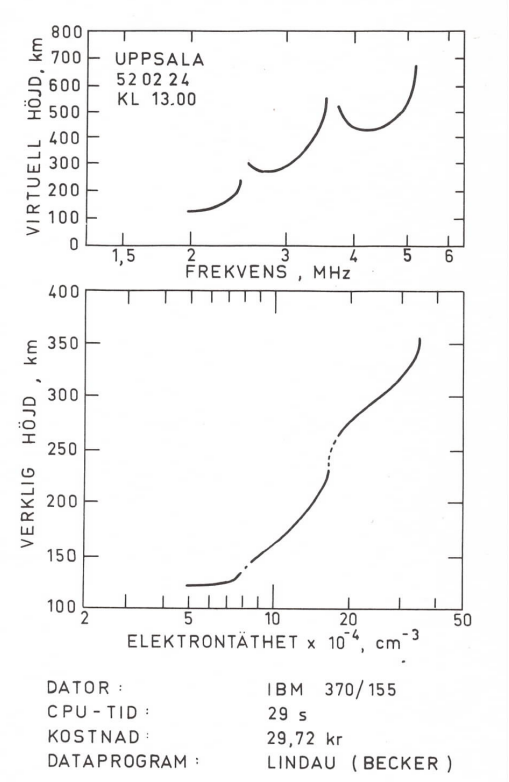
1970-talet må ha karakteriserats av lågkonjunktur och oljekriser, men UJO anställde ett flertal unga medarbetare under den här tiden. De var alla i ungefär samma ålder, med avslutad utbildning och i färd med att bilda familjer. Vi hade alltså en hel del gemensamt, och spenderade även en del av fritiden tillsammans. Till exempel hade vi ett bowlinglag som träffades en dag i veckan för träning, samvaro eller någon match i korpserien. Personalfesterna var legio, liksom julfesterna med alla barnen, där Buggar-Allan, som jultomte kom direkt från den omgivande skogen i Lurbo till barnens stora förtjusning. Vi försummade sällan att ställa upp i de populära massarrangemangen, som 24-timmarsloppet på skidor eller skridskor, eller i midnattsloppet i Uppsala centrum, för att inte tala om Maja Gräddnosloppet på Polacksbacken. Några gånger gjorde vi till och med utflykter till sjöss i Ottos, Lennarts och Gs segelbåtar. Den årliga vårutflykten var höjdpunkten på personalfesterna, då vi en hel dag kunde utforska omgivningen, ofta per abonnerad buss och medhavd mat med vin. Ett år, under FOA-tiden lyckades vi till och med utverka en transport från F16 till Kiruna med försvarets Herkules-plan. Ingen gick säker för ”practical jokes”, till exempel då Harald fick sin sovrumsdörr utbytt mot en för liten dörr i Jukkasjärvi.

Konsten med ”practical jokes” drevs till sin höjdpunkt när Anders Lundgren kom till UJO som examensarbetare. Han medger att det kanske gick för långt då han, i lab-uppbyggnaden av en ny förstärkare som Sven-Erik arbetade med, lödde in en kondensator mellan bas och kollektor i en transistor så att förstärkaren blev extremt slö. Sven-Erik fick demontera nästan

hela förstärkaren innan han hittade felet. Man fick emellertid revansch på Anders den dag då han skulle åka hem i sin gamla Volvo Amazon, och inte kunde varva upp motorn i den preparerade bilen.

1971/72 lät B bygga sitt hus i Örsundsbro, och G fick några år senare ett erbjudande från Uppsala kommun att köpa ett kedjehus i Nåntuna som var under uppförande. Även om G tyckte att priset på 225 000 kr var i högsta laget, tvekade han inte att nappa på erbjudandet. Kontantinsatsen skulle vara 10%, men det kunde man också få statliga lån till, och när köpet var klart kom en lagändring som innebar att hälften av kontantinsatsen återbetalades. Räntan var visserligen hög, cirka 10-15 %, men för köpare av ”standardhus” fick man räntegarantier av staten på allt över cirka 5%. Det kom helt enkelt en utbetalning via postanvisning i brevlådan en gång i kvartalet för den överskjutande räntan. Den ränta som man verkligen betalade kunde man dra av från inkomsten i inkomstdeklarationen. Det innebar, med dåtidens höga marginalskatt, att även större delen av den betalade räntan subventionerades. Med en inflation på stadigt över 10%, kom dessutom realvärdet av lånet att snabbt minska. G och Birgitta hade gift sig 1971, samma år som sambeskattningen avskaffades i Sverige. Detta var en viktig reform i strategin att minska familjens betydelse och låta samhället överta stor del av den ekonomiska och sociala tryggheten. Samhällets barnomsorg började byggas ut kraftigt, med subventioner för brukarna. Då G och B bildade familj räckte den kommunala barnomsorgen inte till alla. G och Birgitta ordnade därför själva sin barnomsorg, först genom privata ’dagmammor’ och sedan genom samverkan med en annan familj i Nåntuna, utan någon kommunal eller statlig subvention. Kostnaden var framför allt att mammorna gick ner till halvtid på sina arbeten som lärare respektive administratör. G bidrog med att ta hand om de fem förskole- och blöjbarnen på onsdag-eftermiddagarna – en intressant och lärorik tid. De återkommande kampanjerna med G och B:s bortavaro blev naturligtvis en utmaning under de här åren.

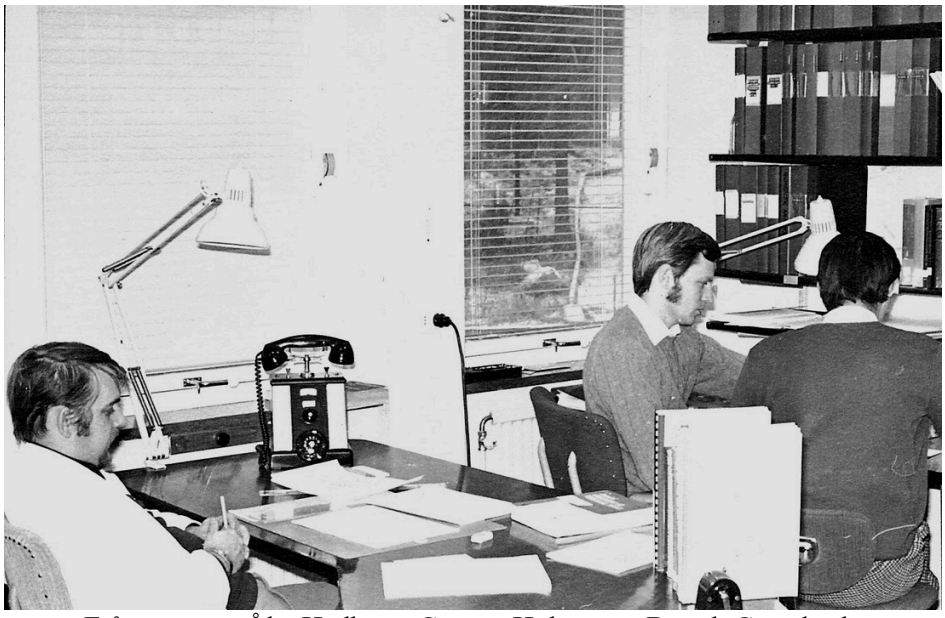
Vid tiden då G och B började förvärvsarbeta var det en självklarhet att gå med i fackföreningen, i vårt fall SACO. Ibland kanske det till och med var en merit i karriären att ha haft ett fackligt uppdrag? I och med sammanslagningen av UJO med IRF, gjordes en överenskommelse att SACO-föreningens vice ordförande skulle tas från Uppsalas personal och ingå i IRF styrelse som personalrepresentant. Tjänstemannafacket representerade Kiruna i styrelsen genom TCO-fackets ordförande i Kiruna. Genom detta kom både G och B att representera SACO i IRF styrelse under var sin period. För G var det en tillgång att ha genomgått SACO:s juridiska veckokurs, både under tiden som SACO-representant och senare som företrädare för arbetsgivaren.



Övre panelen: Jonogram, Nedre panelen: Beräknad elektrontäthetsprofil

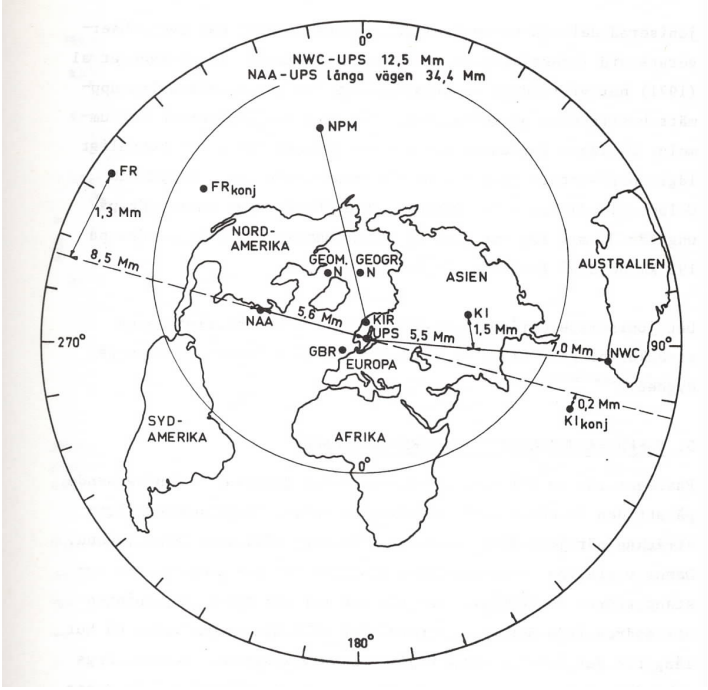
Haralds utsaga om det obefintliga behovet av datorer kom på skam när G fick i uppdrag att sätta sig in i metoder för att beräkna elektrontäthetsprofiler från jonogram. Det teoretiska underlaget för detta var väl känt, men innebar så mycket räknande att det var praktiskt ogenomförbart annat än i speciella fall. Här skulle datorbaserade metoder komma väl till pass. Sådana metoder var under utveckling av Walter Becker vid Max Planck Institutet i Lindau. Genom Willys goda kontakter med de tyska forskarna fick vi tillgång till Beckers dataprogram. Det här var i början av 1970-talet, och Internet var ett okänt begrepp. Programmet kom till oss i form av flera kartonger med hålkort. Det var ett utmanande arbete att förstå programmet och att få det att fungera på Uppsala Datacentrals maskin IBM 370/155.

Den elfte september 1973 ägde en militärkupp rum i Chile. Den demokratiskt valde socialistiske presidenten Salvador Allende, störtades av den chilenska militären under ledning av general Augusto Pinochet med stöd av USA:s statsmakt genom CIA. Efter militärkuppen följde sjutton år av militärdiktatur under ledning av Pinochet. Under hans styre förbjöds samtliga politiska partier och alla organisationer utanför hans kontroll. Tiotusentals politiskt och fackligt aktiva förföljdes, torterades, avrättades, mördades eller försvann. Totalt dödades minst 3 500 människor under de sjutton åren. 1 500 är fortfarande ”försvunna”. En chilensk undersökningskommission meddelade 2011 att uppskattningsvis 38 000 människor hade utsatts för tortyr eller motsvarande behandling av general Pinochets regim.



Från vänster: Åke Hedberg, Gunnar Holmgren, Berndt Grundseth

UJO hade kontakt med Internationella Fysikseminariet vid Uppsala Universitet, och de hade en förfrågan från en fysiker i Concepcion, Chile som behövde komma bort från Chile efter kuppen, Berndt Grundseth. Han hade skandinaviska rötter och sökte lämplig verksamhet i Skandinavien. Bland annat hade hans fru arbetat för president Allende i något sammanhang och de kände rädsla för att stanna kvar. Berndt spenderade en tid vid UJO, framför allt med att, tillsammans med G, implementera Beckers program för reduktion av jonogram. G hade koll på honom många år efter det att han lämnat Uppsala genom den gemensamme bekante Jorge ”Tito” Vega från Lima, Peru. Tito är inte längre i livet, och senast G hörde om Berndt, för många år sedan, var han och hans fru bosatta på Hawaii. De återvände troligen aldrig permanent till Chile.



Storcirkelkarta centrerad i Uppsala. Testplatser för atmosfäriska atombombsprov utmärkta

USA är det enda land som använt atombomber i skarpt läge, de två bomberna över de japanska städerna Hiroshima och Nagasaki 1945 i slutskedet av andra världskriget. Atombombsprov i atmosfären utfördes emellertid så sent som på 1970-talet: Frankrike 1974, och Kina så sent som 1980. Alla prov därefter har varit underjordiska. För att få slut på de atmosfäriska proven ingick USA, Sovjetunionen, Storbritannien och ett antal kärnvapenfria nationer 1963 ett partiellt provstoppsavtal som dock inte omfattade underjordiska prov. Avtalet skulle förstås övervakas genom inspektioner och detektionsmekanismer. FOA, som fortfarande hade kompetens inom området efter Sveriges tidigare ansats till atomvapenprogram medverkade till metoder för detektion. UJO fick, som en del av FOA och kunnande inom jonosfärfysik, jonosonderingar och vågutbredning, i uppgift att undersöka möjligheten att detektera atombombsprov i atmosfären genom registrering av radiovågors fas inom det låga frekvensområdet, VLF, 3 – 30 kHz. Tekniken bygger på att atombombsexplosionerna i atmosfären skapar både omedelbara och fördröjda områden med förhöjd jonisation. Detta påverkar VLF-vågornas utbredning i den vågledare som begränsas av jordytan och jonosfären, och påverkan kan detekteras både som en förskjutning i vågornas fas och en påverkan på amplituden. Vi installerade en avancerad radiomottagare för VLF-signaler och med en mycket stabil referenssignal för att kunna registrera relativa fasförskjutningar. Vi utnyttjade det nät av frekvensstabila VLF-sändare som USA:s marin använde för kommunikation med ubåtar i undervattensläge. Framför allt registrerade vi de utbredningsvägar där storcirkeln mellan sändare och mottagare passerade nära de provplatser som normalt nyttjades av Frankrike respektive Kina. Dessa registreringar kördes rutinmässigt och kom att ingå i UJO:s observationsprogram under ett antal år. G fick ansvar för detta, och naturligtvis användes registreringarna inte bara för att detektera tentativa kärnvapenexplosioner utan även för att studera den naturliga variationen av jonosfären.

Den vetenskapliga analysen av VLF signalerna koordinerades av Fritz Reder vid ett militärt etablissemang, Electronics Technology and Devices Lab, ”Hexagon” i Deal, New Jersey. G fick en inbjudan att under sex månader, på plats i New Jersey, studera jonosfärens påverkan

på vågutbredningen, med tillgång till det arkiv av VLF-registreringar som fanns på laboratoriet.
G var nybliven pappa till Jonas som ännu inte fyllt ett år, men vem kan motstå erbjudandet att spendera ett halvår i USA när man inte ens fyllt trettio och aldrig varit i det omtalade landet i väster? Det bestämdes att tacka ja, och mamma Birgitta och Jonas skulle komma efter så snart G hade ordnat någonstans att bo. Det kom snart en flygbiljett med posten. Ja, en flygbiljett bestod av ett fysiskt värdepapper som genom uppvisande berättigade till den köpta transporten, inte bara av en personlig QR-kod.

Biljetten var med det legendariska flygbolaget PanAm som hade en direktlinje Arlanda – JFK, New York, och flygningen var med den nya giganten Boeing 747 (kallad Jumbojet). När G passerat immigrationskontrollen på ”International Arrivals Terminal” vid JFK airport i New York blev han genast approcherad av en stor mörkhyad man som hälsade honom välkommen och presenterade sig som Jim. Han tog G:s väska och styrde kosan ut till sin bil. Förbluffad frågade G hur han kunde hitta rätt person i folkvimlet på den stora terminalen. Det syns väl vem som är fysikforskare förklarade han bara helt naturligt. Det visade sig att Jim, Big Jim kallad, var ett socialt geni som tog väl hand om G under hela vistelsen. Han var Pingstpastor, pokerspelare och allt-i-allo på labbet. Först måste vi ordna en bostad åt dig, förklarade han under den timslånga bilresan från JFK längs ”New Jersey Turnpike”. Big Jim körde runt i omgivningarna till labbet och spanade efter ”To let”-skyltar. De hörde sig för på några ställen innan de slutligen bestämde sig för en lämplig lägenhet på ett rum och kök med veranda mot Asbury Avenue i Asbury Park, Bruce Springsteens hemstad. När bostadsfrågan var löst, sade Jim att: Nu måste vi skaffa en bil åt dig så att du kan köra till labbet. Det var ju någon kilometer mellan bostaden och labbet, och i USA promenerar man eller cyklar inte till jobbet. Vi kollade några ”Used Cars Dealers” och fann en, i G:s tycke, mycket amerikansk bil, en knappmanövrerad automatväxlad, röd och vit, Ford Belvedere med odelat framsäte, så att man kunde sitta fler än två i framsätet. Den såg bra ut men var väl inte i så gott maskinellt skick. Forden hade egenheten att, när den blev varm, fungerade inte backväxeln, men det kom G underfund om långt senare. Jim bedömde att den skulle hålla i sex månader. Priset var mycket rimligt, och dollarn kostade bara fyra kronor på den tiden. Nu kunde G alltså köra hem till sin nya bostad i sin egen ägandes bil, sova ut efter resan och ladda upp inför jobbet nästa dag. Bortsett från backväxeln fungerade bilen bra hela vistelsen i New Jersey. Ja, det var förstås den där gången då den bestämde sig för att göra slut på bensin, och G fick traska tillbaka längs den lilla landsvägen en kilometer till den bensinstation som borde finnas där. Med G:s svenska körkort som pant, lånade föreståndaren ut en dunk, och vi fyllde den med en gallon gasoline. G traskade tillbaka till bilen, och den behagade starta utan problem. Tillbaka till macken; Tack för lånet, och körkortet lämnades tillbaka.

Sommaren 1973 blev händelserik, både i Sverige och i USA. Richard Nixon var president i USA, och Vietnamkriget hade pågått sedan 1964. USA hade förlorat många soldater, totalt i kriget cirka 58 000 döda amerikanare. Man märkte att amerikanarna började bli trötta på kriget. En bidragande orsak var kanske att den mångfaldigt prisbelönade undersökande journalisten vid New York Times, Seymor Hersh, hade avslöjat den så kallade Son My massakern, där amerikanska soldater hade begått massmord på cirka 500 obeväpnade sydvietnamesiska bybor i byarna My Lai och My Khe i Son My. Alla sköts ner med automatvapen och i flera fall föregicks morden av tortyr, våldtäkt och andra övergrepp. Seymor Hersh var även den journalist, som för New York Times räkning bevakade Watergate-affären. Senare har han också avslöjat USA:s hemliga bombningar i Kambodja, USA-militärens tortyr av fångar i Abu Ghraib-fängelset i Kuwait och USA:s sprängning av gasledningen Nordstream i Östersjön i samverkan med Norge. Det stora samtalsämnet den här

sommaren var den så kallade Watergateskandalen, där Demokraternas högkvarter i Watergate-komplexet hade utsatts för inbrott med spår till Nixonadministrationen och Nixons återvals-kommitté. Försöken till mörkläggning ledde så småningom till Nixons avgång som president. De svenska nyheterna dominerades av gisslandramat på Norrmalmstorg, och den gamle kungens, Gustaf VI, bortgång.

Aftonbladet behövs om sanningen ska fram

AFTONBLADET

A 226 Torsdagen den 23 augusti 1973 Vardagar 75 öre

EXTRA

BANKRÅNARE TOG SEX SOM GISSLAN

SLÄPP MIN VÄN CLARK FRI!'

TAX

IAG MÖRDADE IRJA SJÖGREN

Den anhållne har erkänt

KUNGEN SÄMRE

Vårdas idag i respirator

Aftonbladets förstasida 24 augusti 1974

Förutom G hade labbet i New Jersey en till gästforskare: Otto Laback från Graz, Österrike. Otto var matematiker och spelade cello i Graz symfoniorkester. Ottos fru och son, i samma ålder som Jonas, var också med och bodde på samma ”guest house” som vi. G och Otto hade under hela vistelsen hjälp av en ung GI (General Inlisted, d.v.s. menig anställd soldat), Jerry, som också hade en son i ettårsåldern. Förutom hjälp av Jerry, fick vi tillgång till en nymodighet: en miniräknare, HP35. Det fanns emellertid bara en i hela labbet, så det gällde att ”boka in” den om man var beroende av att göra beräkningar. G, Jerry och Otto samarbetade på labbet, och de tre familjerna umgicks under den varma och mycket fuktiga sommaren 1973 i New Jersey. Som tur var fanns atlantens vågor att svalka sig i bara några kvarter bort. G:s och Birgittas nyvunna bowlingfärdigheter kom väl till pass när de började bowla i den närbelägna bowlinghallen med värdparet Mr Brosonsky, kallad Mr B, och hans fru.

Forskningsmässigt fann man inga spektakulära resultat, men vem har sagt att forskning ska vara spektakulär? Basdata är nog så viktigt. Man studerade cirka 700 händelser och

sammanfattade ungefär så här: *Under geomagnetiskt aktiva perioder har man positiv korrelation mellan VLF-anomalierna och ökningen av partikelflödet i ekvatorsplanet; Störningarna utsträcks längre söderut då den geomagnetiska aktiviteten är hög; Maximala fasavvikelsen för VLF-förbindelser på medelhöga latituder visar inget utpräglat beroende av den geomagnetiska störningsgraden på norrskenslatituder; Under vissa av störningarna under aktiva perioder tycks störningen driva österut; VLF-utbredningen på medelhöga latituder tycks påverkas av partikelutfall även under till synes lugna förhållanden.*

Det Internationella Geofysiska Året, IGY, hade varit en framgång för UJO. Likaså hade det varit en internationell framgång. Det var kanske ett av skälen till att man 1970 föreslog att genomföra en liknande internationell satsning: International Magnetospheric Study, IMS, med planerad mätperiod 1976/1978. Så här beskrev man syftet [vår översättning från engelska till svenska]:
Tiden har kommit för en övergång från upptäckarstadiet till ett stadium där satellit-, mark- flygplan- ballong- och raketobservationer planeras med det vetenskapliga syftet att nå kvantitativ förståelse av de ingående fysikaliska processerna. Några av de viktigaste målen för forskningen är: elektriska fält i magnetosfären, dynamiken i de viktigaste plasmareservoarerna (plasmasfären och plasmaskiktet) och deras gränsskikt, växelverkan mellan infångade partiklar och vågor, överföringen av partiklar, energi och moment från solvinden till magnetosfären och därifrån till jonosfären och bildandet av den fundamentala instabiliteten, den magnetiska substormen. Det antas att Internationella Magnetosfäriska Studien, 1976-1978 kommer att lösa flera av de ingående problemen, speciellt de som har att göra med den tidsberoende dynamiken under substormar, identifikationen av spatiella belägenheten av skeendena, egenskaperna för de magnetosfäriska gränsskikten och energibudgeten för jonosfär-magnetosfärsystemet.

IMS hade flera intressanta frågeställningar som passade bra in i UJO:s jonosfär- och norrskensforskning. I det stora hela hade man emellertid kommit till en brytpunkt, i och med att FOA kanske började tappa intresset för jonosonderingarna och de andra radiosonderingarna efter tjugo års verksamhet. De nya möjligheterna med in situ-mätningar med sondraketer och satelliter började bli intressanta. UJO hade också börjat samarbeta så smått med MISU (Meteorologiska Institutionen vid Stockholms Universitet) i studiet av den lägre jonosfären. Det fanns alltså skäl för översyn den framtida verksamhetens inriktning. En komponent i denna översyn utgjordes av en studieresa till de ledande rymdfysik-institutionerna i Europa och USA som gjordes av B tillsammans med Harald Derblom och Lennart Björn. Två huvudlinjer hade börjat få fäste, aeronomin och plasmafysiken i jonosfären. För att få lite mera substans i dessa tankar, gjorde Harald Derblom, Lennart Björn och B en studieresa till England, Schweiz och Tyskland under hösten 1973 för att få en uppfattning var forsknings frontlinjer stod just då.

I Sheffield fanns en forskargrupp som specialiserat sig på Quadro-pol-teknik för mätning av atmosfärens sammansättning i den lägre jonosfären. Tekniken var lämpad särskilt för mätning av jonerna till mängd och massa men infördes inte vid UJO, men viktiga kontakter med forskarna i Sheffield skapades. Ett besök avlades också vid Slough, där en av huvudarbetena var jonosondering på liknande sätt som vid UJO. Efter England blev det besök i Bern, Schweitz och Ernest Kopp. Kopp hade liknande intresse i den lägre jonosfärens aeronomi och även här resulterade besöket i nära samarbete fortsättningsvis.
Slutligen besöktes MPAE i Munchen. UJO hade sedan några år haft ett nära samarbte med gruppen vid MPAE i samband med release experiment med utsläpp framförallt av Barium för

att studera både de neutrala vindarna och elektriska fälten på upp till 200 km höjd. Bariumet injiceras på höjder där solen lyser men när det är mörkt på marken. Bariumatomerna joniseras av solljuset till viss del och de laddade partiklarna förs av det elektriska fältet, medan den neutrala delen förs med vindarna. De olika molnen parallax-fotograferades och rörelserna och geografisk position kan beräknas med hjälp av stjärnbakgrunden.
Samarbetet med denna grupp fortsatte flera år framåt.

Från vänster: Kjell Henriksen, Jacek Stegman, Georg Witt, Birgitta Holmgren, Gunnar Holmgren

Både B och G erbjöds, innan vi börjat forskarutbildningen i Geokosmofysik, att bli doktorander vid Meteorologiska Institutionen vid Stockholms Universitet, MISU. Sveriges ledande rymdteknikexpert in spe, Sven Grahn, var redan doktorand vid MISU. Vi avböjde emellertid båda. Vår kontakt med MISU var framför allt docent Georg Witt, en färgstark personlighet som alltid stod i centrum för uppmärksamheten vid våra sammankomster, och vid de många gemensamma kampanjerna vid Esrange. Högt respekterad ledare för MISU var professor Bert Bolin. Bert Bolin växte upp på Östermalm och var ungdomskamrat med Olof Palme. De två fortsatte att umgås livet ut och spelade tennis tillsammans regelbundet. Bert Bolin kom att bli den ledande experten i den framväxande klimatalarmismen. Han medverkade i FN:s första internationella miljösymposium i Stockholm 1972, med Rockefeller-adepten Maurice Strong som ordförande. Det var vid det här symposiet som klimatfrågan tog plats på FN:s agenda. Bildandet av IPCC föreslogs, och Bert Bolin blev dess förste ordförande 1988 då IPCC formellt bildades av FN. Den 25 januari 1972 kunde vi på DN:s förstasida, med en bild av Maurice strong och jordbruksminister Ingemund Bengtsson läsa rubriken: *FN:s miljövårdschef varnar:* ***Vi har tio år på oss att hejda katastrofen.*** Liknande rubriker har vi sedan dess, under de följande femtio åren, kunnat läsa många gånger på DN:s förstasida, hela tiden med tio år i nådatid.

DAGENS NYHETER Tisdagen den 25 januari 1972

FN:s "miljövårdschef" varnar:

"Vi har tio år på oss att hejda katastrofen"

— Jag är optimist: miljökonferensen i Stockholm kommer att bli av, och den kommer att leda till handling, inte bara fromt svammel till protokollet.

Vi har inget annat val — angrips inte miljöproblemen världen runt inom de närmaste åren blir det svårt om inte omöjligt att få grepp om den skenande utvecklingen mot katastrof, sade generalsekreteraren för sommarens stora miljövårdskonferens i Stockholm, kanadensaren Maurice Strong, vid sin första presskonferens här på måndagen.

— Visst har vi politiska svårigheter, särskilt mot Östtyskland deltagande, sade Strong, men jag tror de ska lösas — flertalet makter begär inte bättre än att hitta en lämplig formel. Utebliv någon eller några makter kommer konferensen att få mindre tyngd, men ändå hållas — den ska i alla fall bli en början. Av stor vikt blir att få med Kina, med dess väldiga befolkningstal och unika miljövårdsprogram.

Det gick knappt att ta fel på det kraftfält som omger den lille ekorrpigge, åtskvärt viljestarke och balanserade generalsekreteraren, då jordbruksminister Ingemund Bengtsson som konferensvärd presenterade honom för den internationella och inte helt optimistiska pressförsamlingen. Maurice Strong har skapat det kraftfältet snabbare än de flesta andra internationella personligheterna: hans kombination av realism och ideell handlingsenergi har redan brutit genom åtskilliga diplomatiska murar, och han vinade ingen tvekan om sin förmåga att bryta genom fler.

Pågått ett år

I själva verket har miljökonferensen redan pågått i närmare ett år, i serien av diskussioner och förhandsavtal mellan grupper av nationer i avtalet om förbud mot dumpning av gifter i havet t ex, påpekade han.

Stockholmskonferensen kommer förstås att skada en del intressen, och det är detta som skapat en hel del tvekan. Men den måste övervinnas, förklarade Maurice Strong vid presskonferensen. T h jordbruksminister Ingemund Bengtsson, som blir konferensvärd.

Klipp från Dagens Nyheter 25 januari 1972. Maurice Strong och Ingemund Bengtsson

Det sägs att klimatfrågan initierades av att Olof Palme behövde argument för att bygga ut kärnkraften i Sverige och bad sin gode vän Bert att lyfta fram koldioxidens skadliga inverkan på klimatet, för att komma bort från kol- och oljeförbränning. Margret Thatcher hakade på eftersom hon ville bli av med den besvärliga kolbrytningen i England i samband med de stora kolarbetarstrejkerna i England. Margret Thatcher har sedermera ”gjort avbön” i klimatfrågan. Vid tiden för vårt samarbete, arbetade Paul Crutzen som gästforskare på MISU med bland annat människans påverkan på klimatet. Under sin tid i Sverige höll han en föreläsningsserie i vilken även vi doktorander vid UJO deltog. Paul fick sedermera Nobelpriset i fysik för sitt arbete med frågan om ozonlagret.

Översynen av verksamhetens inriktning resulterade i att man skulle satsa dels på ett projekt inom aeronomi/lägre jonosfären, dels på ett projekt med aktiva injektionsexperiment i jonosfären. Lennart Björn fick ansvar för aeronomi-projektet, och G, med medverkan av B och Harald Derblom, skulle göra en projektstudie för aktiva injektionsexperiment. G blev således fullt sysselsatt under hela första halvåret 1974 med en omfattande litteratur- och projektstudie av experiment med konstgjorda moln i jonosfären. En rapport, inkluderande ett konkret projektförslag för UJO publicerades i juli 1974.

UJO hade deltagit med markobservationer i ett stort antal kemiska injektionsexperiment utförda av Max Planck Institutet i München. Det hade varit experiment av *passiv* typ, där, för det mesta, joniserat och neutralt barium användes för att kartlägga elektriska fält i jonosfären, genom att registrera de väl synliga röd- eller grönfärgade molnens driftrörelser. I några av experimenten hade man observerat att bariummolnen inte bara (passivt) drev under inverkan av elektriska fält och neutrala vindar, utan även tycktes koppla elektriskt till jonosfärskikt under eller ovanför molnen, vilket inte hade varit den primära avsikten med experimenten. I vårt experimentförslag tog vi fasta på de möjligheterna att, med injektionsteknik, påverka (störa) jonosfär- magnetosfärsystemet, ett så kallat aktivt injektionsexperiment, för att därigenom lära mer om den elektrodynamiska koppling som finns i systemet. Detta var en frågeställning som passade väl in i syftet med IMS. För att få en kraftig snabb jonisation föreslogs termisk jonisation med en cesiumdopad sprängladdning. Denna injektion skulle göras i jonosfärens F-skikt och med en sådan geometri att en instrumenterad nyttolast skulle befinna sig på jonmolnets geomagnetiska fältlinje och därmed kunna detektera eventuella förändringar i det naturliga partikelflödet, strömmar eller plasmavågor. En kortfattad specifikation för *projekt Trigger* gavs i en bilaga till den projektrapport som publicerades i juli 1974.

Från vänster: Rolf Boström, Gunnar Holmgren, Willy Stoffregen

Förslaget penetrerades ingående av G med en forskare vid Hannes Alfvéns institution vid KTH i Stockholm. Rolf Boström. Rolf hade disputerat på elektrodynamiska förhållanden i magnetosfären, och var väl skickad att bidra med många goda synpunkter. Rolf skulle snart bli professor vid Uppsala Universitet och chef för UJO. Förslaget till aktivt injektionsexperiment presenterades också vid flera internationella möten och symposier, för att få så många synpunkter som möjligt på experimentens uppläggning. Den flitiga exponeringen redan på förslagsstadiet bidrog kanske också till att flera internationella

deltagare visade intresse och medverkade i Trigger-experimenten. Trigger-projektet är kanske det största sondraketprojekt som genomförts under UJO:s ledning. Projektet bestod egentligen av tre raketer, två oinstrumenterade raketer, med bara injektionsexperiment och markobservationer, huvudexperimentet med en instrumenterad nyttolast och omfattande markobservationer, uppskjuten i februari 1977. Samtidigt med huvudexperimentet sköts dessutom en Arcas-raket med ett Röntgenexperiment av University of Houston. Dessutom genomfördes en uppföljare, projekt TOR, något år senare. Här kommer vi huvudsakligen att beröra huvudexperimentet från 1977, för att inte trötta ut dig som läsare alltför mycket. Du får emellertid ha överseende med om vi, så här 47 år senare, kommer ihåg fel och kanske blandar vi till och med ihop experimenten lite. En känsla för kampanjlivet får vi emellertid först genom att återge en del av Hasse Gunnarssons berättelse från en av de oinstrumenterade Triggerexperimenten 1976, där de markbaserade observationerna var omfattande:

Under februari-mars 1976 genomfördes så Triggerkampanjen med massor av folk engagerade. Personal var utplacerad i Jukkasjärvi, Abisko, Karesuando och på Esrange. Dessutom deltog Sture Wickerts från FOA som forskande passagerare ombord på en Lansen som gjorde sina turer på låg höjd från Kiruna och upp till Torneträsks norra del och tillbaka. Av misstag passerades vid något tillfälle gränsen mot Norge, vilket föranledde en protest från norrmännen. Till Abisko där jag själv var placerad, tillsammans med Rune Ullander och några från FMV, kom en hel järnvägsvagn med utrustning. Förutom en av armens gamla telestationskärror, där vi hade vår gamla jonosond 1, hade vi Runes utrustning från FMV. I Utrustningen ingick också antenner och antennmaster som tog sin tid att resa. Jonosonden placerades nere vid Torneträsks strand där vi även reste en 20-meters antenn till jonosonden och el, fick vi från det närbelägna reningsverket.

I början av kampanjen var det ganska skönt att varje kväll ta en promenad ner till jonosonden vid reningsverket, men efterhand blev det jobbigare och jobbigare. Den från början nyplogade vägen fylldes snart av drivsnö, vilket gjorde promenaden ganska besvärlig. Runes grupp från FMV placerade all sin utrustning uppe vid Naturvetenskapliga stationens huvudbyggnad, där vi även reste antenner till FMV:s utrustning. Vistelsen i Abisko blev lång. Om jag minns rätt så var vi borta i sex veckor. Dagarna fördrevs med skidåkning om vädret tillät. Vi fick också besök av gäster från FMV och UJO, vilka vi bl.a bjöd på hemkokt ärtsoppa i köket på Naturvetenskapliga stationen, där vi normalt lagade vår mat, stiftade vi för första gången bekantskap med en mikrovågsugn. Eftersom vi hade mycket tid att fördriva på dagarna, gjorde vi i samband med måltider olika försök att värma mat med denna för oss nya ugn. Oftast gick det bra, men ibland råkade vi ut för oväntade överraskningar.
.....
En strålande dag beslöt jag mig för att göra en skidtur söderut efter Kungsleden. Leden var fint utmärkt, spåret var fint och lättåkt och det gick väldigt lätt eftersom det hela tiden gick något utför. Efter cirka en timmes åkning märkte jag att en väderförändring var på gång västerifrån. Då jag hört hur fort vädret kan ändra sig i fjällvärlden, beslöt jag mig för att vända åter mot Abisko. Men förändringen kom fortare än jag anat. Solen försvann, det började blåsa och kändes betydligt kallare. Efter en stund började det också att snöa och jag kände att jag började frysa. Nu gällde det att jobba på för att komma hem till stugvärmen igen. Spåret som varit så fint på utvägen, yrde snart igen och syntes sämre och sämre. Hade inte den fina markeringen för Kungsleden funnits hade jag nog inte hittat tillbaka. Efter mycket kämpande i snöyra och kyla, återvände jag helskinnad till Abisko en erfarenhet rikare.

Den 11 februari 1977 är en kall, molnfri dag i Kiruna, precis vad en norrskensforskare önskar sig. Nedräkningen har stoppats på -2 minuter, med status: ”*holding with five minutes notice*”, innebärande att alla skulle vara beredda att finnas på plats för att återuppta nedräkningen inom fem minuter efter besked om återstart; Precis enligt rutinen. När man fortsätter efter -2 minuter bör man inte stoppa nedräkningen av tekniska skäl. Vindballongen har visat att vindarna ligger inom marginalen för raketuppskjutning. Säkerhetsofficeren har gett sitt OK. G sitter vid konsolen för den vetenskaplige projektledaren i den vetenskapliga delen av ledningscentralen för raketuppskjutning på Esrange. Han har tidigare, per telefon, varit i kontakt med alla stationerna för markobservationer i norra Skandinavien. De flesta har klart väder och inga problem med instrumenten. På konsolen lyser alla signallampor gröna, vilket betyder att alla vetenskapliga instrument har kontrollerats och fungerar bra. ”all systems go” som man säger på NASA. Hela Esrange är ju ett arv från ESA, som byggdes mycket efter förebild från NASA. Även efter svenskt övertagande kör man nedräkningen på engelska, vilket ger en viss NASA-känsla. Magnetometern ger inget utslag, men från observationskupolen kan man se en norrskensbåge vid norra horisonten. Vid den här uppskjutningen har man, för oss norrskensforskare, ett ovanligt krav på att det INTE ska vara störda förhållanden. Har vi verkligen resonerat rätt, i att den störning som vi vill framkalla ska göras i ostörda förhållanden så att man kan vara säker vad som är orsak och verkan. Men tänk om det krävs störda förhållanden för att effekten verkligen ska utlösas? De övriga experimentatorerna rör sig omkring den vetenskapliga konsolen, så G kan få en sista bekräftelse på att skjutförhållandena är de rätta. Ingen har några invändningar. Det börjar pirra i magen, efter att någon vecka ha väntat på rätta skjutförhållanden. Den vetenskaplige projektledaren är den siste beslutsfattaren i en lång kedja av kontroller. G trycker på den gröna OK-knappen. ”*ATTENTION FOR RESTART OF COUNTDOWN IN FIVE MINUTES*” hör vi i högtalarna med tydlig norrbottnisk intonation.

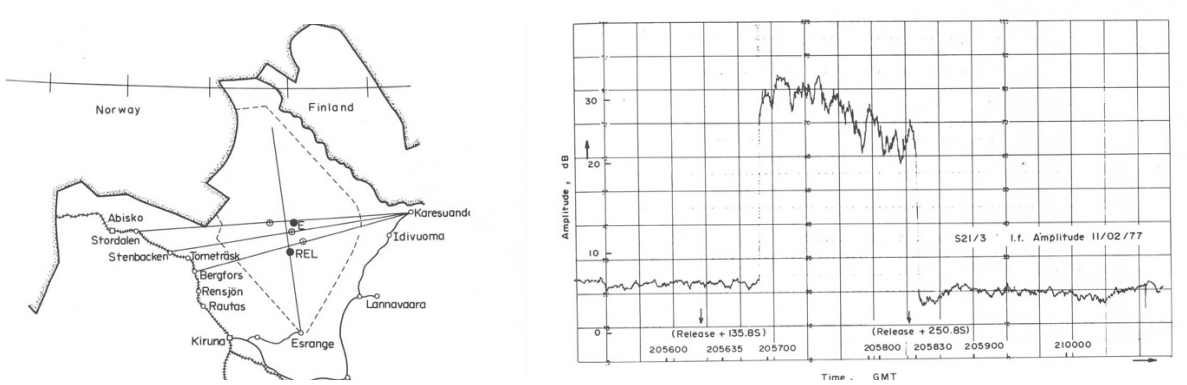
En förväntad störning av vår injektion av ett jonmoln på F-skiktshöjd var en störning i E-skiktet under jonmolnet. En, av flera, tekniker att detektera en sådan störning var att låta en radiovåg ha en reflexionspunkt i E-skiktet under molnet, och studera hur signalen påverkades. Ansvarig för detta var en forskargrupp från University of Leichester UK, Tudor Jones och hans doktorand Tim Spracklen. Experimentet innebar att vi placerade ut flera radiosändare väster om skjutfältet, längs järnvägen mot Riksgränsen, och mottagare öster om skjutfältet längs vägen mellan Vittangi och Karesuando. G mötte Tudor och Tim på flygplatsen i Kiruna i vår hyrda VW Golf, för att köra dem till vår bas i gamla ålderdomshemmet i Jukkasjärvi. G kände Tudor tidigare och uppfattade honom som en pratsam brittisk gentleman. Under bilfärden från flygplatsen till Jukkasjärvi, var han emellertid förvånansvärt tyst. Dom kanske har haft en jobbig resa från Leichester, tänkte G. När vi parkerat i Jukkasjärvi, bekände de att de varit livrädda på färden från flygplatsen i hög fart (enligt dem), på ”fel” sida, på snöiga och isiga vägar utan något grus som halkbekämpning. De visste förstås att vi bytt till högertrafik några år tidigare, men det visade sig att de knappast hade hört talas om vinterdäck och än mindre om dubbdäck.

Jones och Spracklens prövningar i det vintriga Skandinavien var inte över skulle det visa sig. Dagen efter deras ankomst skulle utrustningen placeras ut i terrängen. Vid den här tiden fanns inte vägen från Kiruna till Riksgränsen, utan den enda förbindelsen bestod av malmbanan. G hade tidigare gjort upp med SJ:s ledning i Kiruna om att vi kunde frakta utrustningen i godsfinkan som gick med ordinarie rälsbuss längs sträckan, och att vi kunde lämpa av den vid de utvalda stationerna. SJ skulle sedan möta upp med en dressin i Torneträsk, så att vi kunde återvända till stationerna och montera utrustningen. Sagt och gjort: Vi lastade godsfinkan på Kiruna station på morgonen och äntrade själva. Sittande på våra packlådor i finkans mörker

inväntade vi första stoppet och gjorde oss beredda att lämpa ut första omgången. Vi hade blivit ombedda att raska på med avlastningen så att rälsbussen kunde hålla sin tidtabell. Vid första stoppet, i Stenbacken kanske, hoppade Tim ut för att ta emot lådorna. Tim sjönk ner i snö till brösthöjd, surprise, surprise, han hade väl aldrig kunnat föreställa sig så mycket snö från sin horisont i Leichester. Vi fick alltså börja med att dra upp Tim från snön in i godsfinkan igen. Allt gick emellertid bra och i Torneträsk inväntade vår dressin med förare. Nu kom nästa överraskning för våra vänner från Britannien: Dressinföraren var en vänlig äldre man som först hjälpte oss att montera sändaren inne i stationshuset och via stegar montera antennen på taket. Genomföringen av kabeln hade vi lite besvär med, eftersom det inte fanns något fönster i närheten. Dressinföraren, såg emellertid inga problem: Jag har en borrsväng en lång borr, sade han, och han borrade helt sonika ett hål genom den timrade stationsväggen för kabeln. G har fortfarande samvetskval för tänk om ingen har täppt igen hålet efter oss. Dags att åka till nästa installationspunkt, och dags för våra vänner från Leichester att blekna igen: Dressinföraren körde utan att tveka mot rött ljus; På malmbanan som vi ju visste hade tät trafik av malmtåg. Nåja, vi svenskar hade ju förstått att han per SJ-telefon hade fått klartecken från trafikledningen i Kiruna. Han förklarade sedan att det var rutin att den icke-tidtabellsbundna trafiken körde mot rött efter klartecken från trafikledningen.

Installation av sändar-utrustning längs Malmbanan. Från vänster: ?, Tim Spracklen, Harald Derblom, ?, Gunnar Holmgren, ? Foto: Bengt Holback?

De fysiska vedermödorna gav så småningom resultat. Så här skriver Jones och Spracklen i sin vetenskapliga rapportering [vår översättning från engelska]:
...Fassändaren var lokaliserad i Stenbacken och mottagarplatserna var lokaliserade i Karesuando och Kuormakka. I tillägg till fasen, registrerades även amplituden för de mottagna signalerna. Utbredningsvägarna var arrangerade så att reflexionspunkten längs jordmagnetiska fältet för Stenbacken – Karesuando var nära projektionspunkten från jonmolnet till E-skiktet på 110 km höjd; den punkt där en bild av molnet var förväntad. Den andra reflexionspunkten var lokaliserad på avstånd från den förväntade störda arean, för att få en monitorering av bakgrundsförhållandena under experimentet. Detta var särskilt viktigt för detta experiment på höga latituder där korta transienta [naturliga, vår anm] störningar i jonosfären är vanliga.



Vänstra bilden: Sändarnas och mottagarnas placering relativt skjutfältet; Raketbanans markprojektion, radiovågens reflexionspunkter och injektionens konjugatpunkt är markerade. Högra bilden: registrerad radiosignal på förbindelsen Stenbacken – Karesuando

164 sekunder efter injektionen observerades en plötslig ökning i signalamplituden för mottagningen i Karesuando. Två maxima, av oscillatorisk natur var mycket tydliga, men det är svårt att ange en exakt tidpunkt för deras upphörande. 284 sekunder efter injektionen har signalen återgått till bakgrundsegenskaper. Fasregistreringarna visar också en skarp störning med start 164 sekunder efter injektion, om än inte med lika skarp start som amplituden….. Ingen störning noterades på Stenbacken – Kuormakka förbindelsen, vilket tas som intäkt för att de observerade störningarna är associerade med injektionen och inte [naturliga] lokala jonosfärseffekter…..

I Trigger-experimenten var syftet att skapa stora horisontella konduktivitetsgradienter i F-skiktshöjd, och studera jonosfär-magnetosfär-systemets reaktion på detta. För att göra detta skapades ett jonmoln genom termisk jonisation. Nyttolasten bestod av en 12 kg TNT-AlO-$CsNO_3$-blandning. UJO hade förmånen att tillhöra FOA som hade en mycket god kompetens för att tillverka en sådan laddning, och kunde således lägga en beställning till den relevanta expertsektionen av FOA. TNT karakteriseras av att det är mycket lämpat för att gjutas, i för ändamålet, lämplig behållare. I vårt fall gjöts alltså blandningen i en konisk aluminium-behållare som placerades ovanför den instrumenterade nyttolasten i raketens övre del. Mellan instrumenten och TNT-blandningen fanns ett fjäderpaket som separerade den kemiska nyttolasten från den instrumenterade nyttolasten under raketens uppfärd. Vid FOA:s tillverkning av den kemiska nyttolasten, förbisåg man att den tillverkade blandningen var hygroskopisk. Hygroskopisk innebär att ämnet har förmåga att ta upp vatten från luften vid tillräcklig hög relativ luftfuktighet. Då man gjutit laddningen, lämnade man den att svalna över natten i gjuteriet. Luftfuktigheten var uppenbarligen hög den natten, laddningen tog till sig fukten, och det innebar också en kraftig temperaturökning, vilket till slut resulterade i en brand. Det sägs att hela gjuteriet förstördes av den uppkomna branden.
Säkerhetsorganisationen vid Esrange reagerade naturligtvis starkt på det inträffade. Sprängsektionens ansvarige, Stefan Lamnevik, fick ta första flyg till Kiruna för ett krismöte. Det resulterade i att man gick vidare med projektet, men att man uppställde speciella säkerhetsrutiner, bland annat att FOA skulle ha en expert på plats då laddningen fanns inom Esrange, och att man skulle aktivt, hela tiden, monitorera laddningens temperatur genom en inbyggd termometer, och när inte laddningsplatsen var bemannad övervakades den via en TV-kamera. Det visade sig att sprängexperten blev G:s gamle sprängkompis från de tidigare experimenten på Berga örlogsbas, Olle Hellmouth. FOA gjöt en ny laddning utan problem. Olle hade även varit med i samband med UJOs Arcas-experiment flera år tidigare. För frakten till Esrange, rekvirerade man försvarets DC3:a som flög till Kallax flygflottilj i Luleå, med Olle som övervakare av den inbyggda termometern. I Luleå mötte G upp med UJO:s Volvo

245 vid landningsbanan. Vi lastade över laddningen och startade den 30 mil långa färden mot Esrange, med Olle i passagerarsätet och med termometern inom synhåll. Allt gick bra, och Olle blev en del av kampanjen till dess slut.

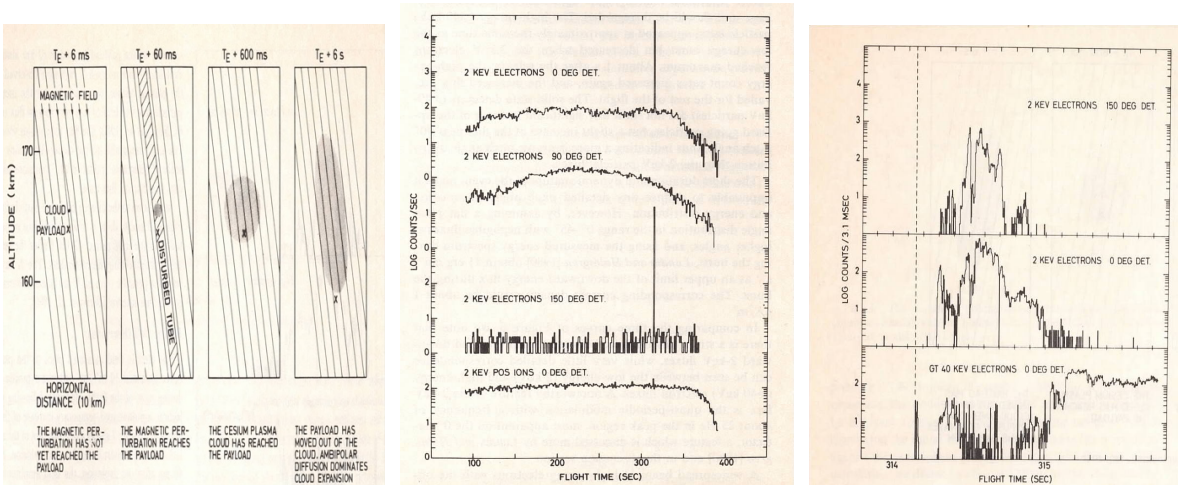
Raketuppskjutning vid Esrange fotograferad från Radarberget

Klockan är 20:47 UT den 11 februari 2077. På Esrange har den 5 minuter långa ”notice”-tiden gått till ända, och i högtalarna hörs: *ATTENTION FOR RESTART OF COUNTDOWN, MARK*, och nedräkningsklockorna löper igen från -2 minuter. Det är fortfarande klart väder; norrskensbågen i norr har rört sig något söderut, men är fortfarande långt ifrån oss. Magnetometrarna bekräftar att något är på gång norrifrån, i Björnöya mäter man redan mer än 100 nT i avvikelse och i Tromsö börjar magnetometern ge utslag. G konstaterar att det ser bra ut, vi har inget emot lite aktivitet norr om oss. Vår observatör, med ljuskänslig TV-kamera, vid den nominella nedslagsplatsen, mitt i skjutfältet, rapporterar en del molnighet, men det är nog den enda negativa indikationen som vi har. Det känns att spänningen stiger i hela kontrollcentralen. Inte ens den erfarna Esrange-personalen är oberörd när man närmar sig 0 i nedräkningen. Någon står beredd med sin kamera vid fönstret, för att fotografera uppskjutningen. Måtte han veta att det är för sent att trycka på kameraknappen vid 0. Då missar man det hela. Vi skjuter ju krutraketer som försvinner blixtsnabbt. Vi passerar noll, och vi ser ljusspåret då raketen går till väders. Första steget, boostern, separeras redan efter några sekunder. Radarn rapporterar nästan nominell bana. Detta är ju speciellt viktigt vid den här uppskjutningen, eftersom det gäller att få rätt geometri för magnetisk konjunktion mellan molnet och mätinstrumenten.

Det mycket speciella med den här nedräkningen är att det löper två parallella nedräkningar. Med 100 sekunders förskjutning ska en Super Arcas raket skjutas med en beräknad topphöjd på 80 km. Arcas-raketen bär en röntgenutrustning som ska tas ned med fallskärm och mäta röntgenstrålning (bromsstrålning) från högenergetiska elektroner genererade av injektionen. Röntgen-experimentet leddes av våra samarbetspartners sedan tidigare projekt, Edgar Bering och Bob Sheldon, University of Houston i Texas. Så här sammanfattar Edgar Bering och medförfattare, resultaten [vår översättning från engelska]:
Experimentet hade tre syften: (1) en kartläggning av bakgrunden före explosionen av bakgrundsstrålningen från en långsamt rörlig plattform. (2) En mätning som möjliggjorde en uppskattning av radien för det störda området. (3) Detektion av långvariga partikelutfall. Analysen av data gav följande slutsatser: (1) Med några få undantag var räknehastigheterna före explosionen som den normala lugna bakgrunden som förväntades i föreliggande experimentsituation. (2) Räknehastigheterna under 20 keV som observerades efter explosionen var avsevärt högre än beräknat enligt förevarande teoretiska beräkningar av atmosfärisk röntgenproduktion och kända kosmiska röntgenkällor; Det är möjligt att denna

förhöjda räknehastighet var en effekt av explosionen; (3) En 0,13 Hz topp i det observerade spektrat för röntgen flödet observerades; Denna observation tolkas som bevis för partikel-våg-partikel växelverkan inkluderande en resonans mellan 1,5 keV elektroner accelererade av explosionen och 1,7 kHz visslarvågor, vilka i sin tur pitch-vinkel-sprider högenergetiska elektroner. (4) Ingen omedelbar effekt av cesium-injektionen syntes på röntgendata och (5) Detta resultat sätter en övre gräns på ungefär 2,8 km på den effektiva radien av det triggade flödesröret.

Mätdata överförs från den instrumenterade nyttolasten till den vetenskapliga centralen på Esrange, i realtid, via ett analogt telemetrisystem, det vill säga via radio. Radiosignalen innehåller ett antal, multiplexade, mätkanaler med varierande bandbredd, som spelas in på analog tape i det mottagande systemet. Några kanaler kan vi se direkt på stora skrivare i den vetenskapliga centralen. Efter uppskjutningen samlas vi forskare runt våra skrivare och får de intressantaste datakanalerna utskrivna gång på gång i varierande upplösning. Tidigare var dessa pappersutskrifter våra slutliga resultat, som vi tog med till våra heminstitutioner och mätte ut för hand med penna och linjal. Nu har man moderniserat systemet, så att vi kan få digitala band med data, samplade från de dekommuterade analoga signalerna, för vidare datorbaserad analys.



Vänster: Trigger, raketens position relativt det expanderande jonmolnet.
Mitten: 2 keV partiklar uppmätta vid Trigger-experimentet
Höger: Elektroner uppmätta vid Trigger-experimentet, expanderad tidsskala

Man såg direkt, vid de första utskrifterna på Esrange, att data var av god kvalitet, och att intressanta registreringar av både partikelutfall och elektriska fält fanns i samband med injektionen av jonmolnet. Så här rapporterar G med medförfattare efter den vetenskapliga analysen [översatt från engelska]:
Eftersom nyttolasten sköts under lugna förhållanden, var partikelflödena låga och utan struktur under större delen av flygningen. Flödena i 2 keV kanalerna var generellt mindre än 10^3 partiklar cm^{-3} sr^{-1} keV^{-1}. I samband med Cs^+ injektionen inträffade en mycket remarkabel ökning i flödet av laddade partiklar…. Vi observerade ökade partikelflöden över hela det mätta energiområdet, 0,01 – 300 keV, men ökningen var inte lika markant i hela energiområdet som för 2 keV partiklarna.

Elektriska fältet som mättes före plasmainjektionen överskred aldrig 10 mV/m, och var typiskt några mV/m under större delen av flygningen. Under cesiuminjektionen, uppträdde en tydlig temporär ökning av elektriska fältet…. Ungefär 40 ms efter explosionen, ökade plötsligt fältet,

fortsatte att öka på ett fluktuerande sätt och nådde en maximal storlek på nästan 200 mV/m ungefär 140 ms efter explosionen.
Inga tecken på ökad optisk norrskensemission från E-skiktet kunde detekteras med fotometrar eller TV-system. Inte heller detekterades några VLF-signaler som kunde relateras till plasmainjektionen (M. Rycroft, personlig kommunikation, 1978).

De raketburna instrumenten gav alltså data över förväntan. Det var emellertid förvånande att de markbundna optiska instrumenten inte visade någon norrskensemission från konjugatpunkten i E-skiktet. Sådan hade observerats vid tidigare experiment, och förväntades med det partikelflöde om registrerats. G med medförfattare skriver [översatt från engelska]: *Teoretiska uppskattningar baserat på partiklarnas energispektrum under den initiala partikelskuren, ger en uppskattad ljusemission mellan 0,1 och 1 kR på våglängden 427,8 nm. Avsaknaden kan förstås om emissionen inte fyllde hela fotometerns synfält. Vi tar detta som indikation att flödesröret var mindre än 3 km i radie.*

Här ska också påpekas att B har gjort en ingående undersökning av den spektrometer vid UJO som tidigare observerat denna så kallade E-down effekt, och dragit slutsatsen att man inte kan utesluta att den tidigare observationen kan vara instrumentell beroende på ljusläckage från andra riktningar än den nominella.

Journal of Geophysical Research

Volume 85 Number A10 October 1, 1980
JGREA 85(A10) 5043–5170 (1980)
ISSN 0148-0227

Trigger Experiment

Trigger, An Active Release Experiment That Stimulated Auroral Particle Precipitation and Wave Emissions (Paper 80A0505) (Companion to Paper 80A0150, page 5162.)
G. Holmgren, R. Boström, M. C. Kelley, P. M. Kintner, R. Lundin, U. V. Fahleson, E. A. Bering, and W. R. Sheldon 5043

Generation and Propagation of an Electromagnetic Pulse in the Trigger Experiment and Its Possible Role in Electron Acceleration (Paper 80A0504)
M. C. Kelley, U. V. Fahleson, G. Holmgren, R. Boström, P. M. Kintner, and E. Kudeki 5055

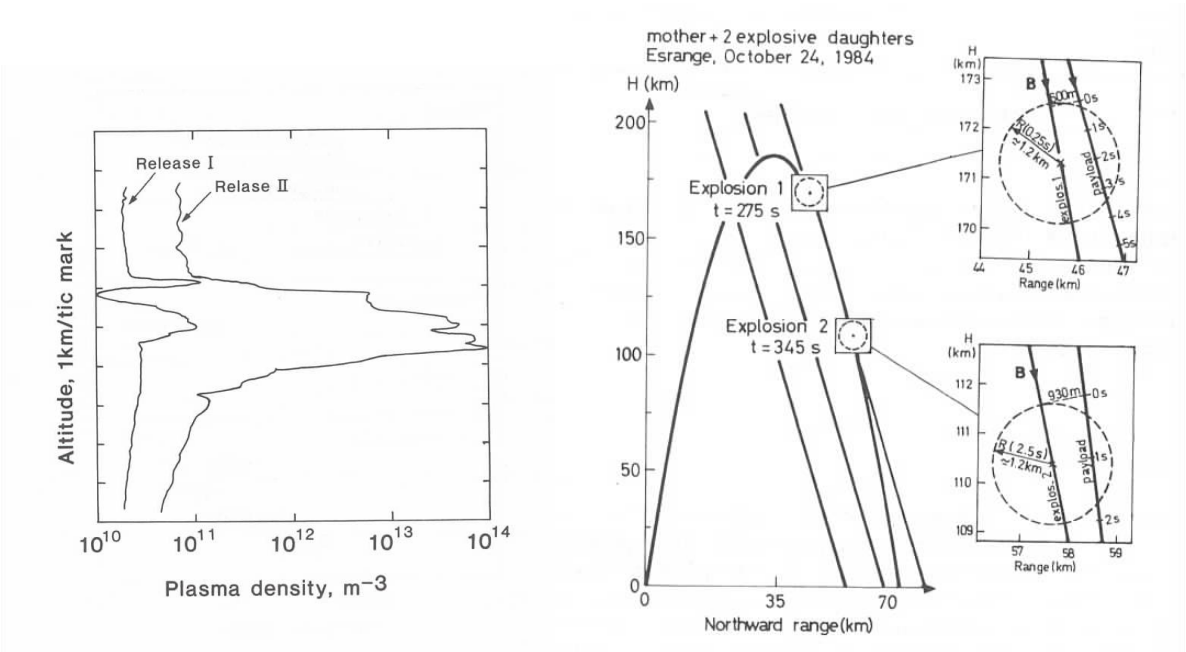
Rocket Observations of Stimulated Electron Acceleration Associated With the Trigger Experiment (Paper 80A0568)
Richard Lundin and Gunnar Holmgren 5061

The Observation and Production of Ion Acoustic Waves During the Trigger Experiment (Paper 80A503) (Companion to Paper 80A0150, page 5162.)
P. M. Kintner, M. C. Kelley, Gunnar Holmgren, and Rolf Bostrom 5071

The Results From the X Ray Bremsstrahlung Experiment of Project Trigger (Paper 80A0502)
E. A. Bering, J. R. Benbrook, E. G. Stansbery, W. R. Sheldon, and J. L. Roeder 5079

De vetenskapliga resultaten av Trigger-projektet publicerades i en egen sektion av den mest ansedda tidskriften inom området: Journal of Geophysical Research, Space Physics, Volym 85, Nummer A10, 1 oktober 1980. Resultaten fick stor internationell uppmärksamhet, inte minst i Sovjetunionen där det fanns stort intresse för så kallade ”aktiva experiment”. Detta manifesterades bland annat av att G blev inbjuden till Sputnik-jubileet 1987. G kunde

emellertid inte närvara eftersom Rolf Boström, som då var chef för avdelningen, inte såg någon möjlighet att avsätta medel för resan till Moskva. G fick alltså sätta sig vid teleprintern och meddela att han tyvärr måste tacka nej till inbjudan. Idag är det kanske värt att notera att mycket av brådskande kommunikationer skedde via teleprinter, en kommunikation som gick på telefonnätet och med en överföringshastighet på några tecken per sekund. Teleprintern ersattes senare med en telefax som även kunde överföra bilder. Det här var före E-postens dagar. G, som har tämligen introvert läggning och avskydde stora formella tillställningar, beklagade visserligen inte att han ”slapp” medverka, men undrade varför man inte kunde avsätta den lilla summa som en biljett med Aeroflot till Moskva innebar; alla andra kostnader stod ju IKI för. Förbindelserna med IKI, den sovjetiska rymdorganisationen, var ju viktiga, vilket bland annat Kirunaavdelningens omfattande samarbete med dem visade, men det var ju både smickrande och glädjande att ha blivit inbjuden. G blev emellertid etablerad som expert för aktiva experiment, vilket resulterade i inbjudan som sessionsordförande på konferenser, Inbjudan att skriva en översiktsartikel om aktiva experiment, bedömare (referee) för publikationer i vetenskapliga tidskrifter och medverkan i kommittén för bedömning av ansökningar om vetenskapliga forskningsanslag med sondraketer från NASA. I det senare fallet bekostade förstås NASA flygbiljetten till Washington tillsammans med övriga omkostnader. Av G upplevdes dessa övningar som lite speciella: Bedömningsförfarandet upplevdes som mycket rigoröst; Det skulle inte offentliggöras vilka som ingick i kommittén; Förmodligen för att undvika påverkan från de sökande. Vi inkvarterades på ett stort hotell nära Pentagon. Vi förväntades inte lämna hotellet under de två eller tre dagar som urvalet pågick. Vi matades med snabbmat och snacks hela tiden av särskild personal; I hotellets källare satt en uppsjö maskinskriverskor, som ständigt tog hand om våra handskrivna utkast och skrev ut dem på maskin. Efter avslutad övning ombads vi lämna in alla kopior av ansökningar och egna anteckningar för destruktion, så att vi inte skulle kunna snylta på de ansökandes idéer för egen del, eller för att det inte skulle komma ut något om våra omdömen.



Vänster: Elektrontäthet uppmätt i samband med plasmainjektionerna vid TOR-experimentet
Höger: Raketens position vid TOR-injektionerna

Vid tiden för Trigger-experimenten, pågick inom NASA intensiva förberedelser för den första testen av den nyutvecklade Rymdfärjan; Man skulle testa glidflygegenskaperna under landningsfasen. Testet genomfördes framgångsrikt den 18 februari 1977. En uppföljning av

Trigger-experimenten gjordes med TOR-experimentet 24 oktober 1984. Resultaten bekräftade i stort de observationer som gjordes under Trigger, men, av naturliga skäl, med avvikelser i detaljer. I TOR (Trigger Optimised Repetition) hade man inkluderat två jonmoln och inverterat geometrin, med den instrumenterade nyttolasten ovanför jonmålnen så att den flög genom jonmolnen. Tyvärr fallerade det instrument som skulle mäta de högenergetiska partiklarna.

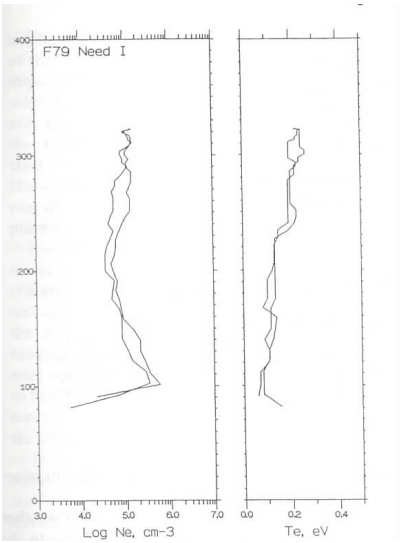
TOR nyttolast åter på Esrange efter bärgning

Förutom det direkt Trigger-relaterade experimentet TOR, fick vi flera inbjudningar att delta i andra aktiva sondraket-experiment i jonosfären:

- NEED med uppskjutning från Andøya 7 november 1988
- MAIMIK med uppskjutning från Andøya 10 november 1985
- TOR med uppskjutning från Esrange 24 oktober 1984
- CENTAUR 35.001 och 35.002 med uppskjutning från Cape Parry, Kanada i december 1981
- S29 Barium-GEOS med uppskjutning från Esrange 24 september 1979

I alla experimenten fungerade vår Langmuirprob bra och experimenten gav goda vetenskapliga resultat, publicerade i vetenskapliga tidskrifter. Speciellt viktig blev vår nyutvecklade vågkanal, dn/n.

I det Norska projektet NEED (Non-Maxwellian Electron Energy Distribution) var vårt Langmuirexperiment ett att nyckelexperimenten genom mätningen av elektrontemperaturen. Så här skriver Svenes med medförfattare i sin artikel-sammanfattning [översatt från engelska]:



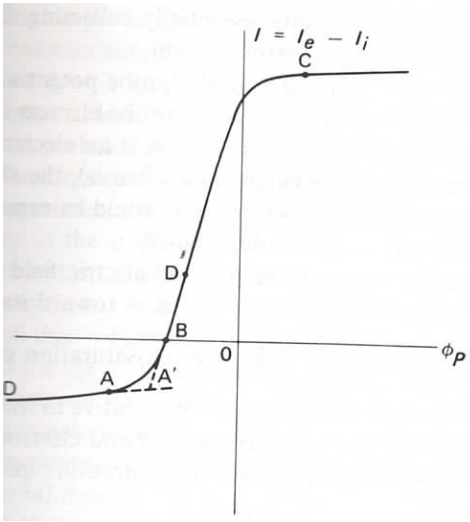
Elektrontäthet och elektrontemperatur uppmätta vid NEED-experimentet

Resultat från det kombinerade sondraket- och inkoherent skatter-experimentet NEED (Non-Maxwellian Electron Energy Distribution) presenteras. Det visas att in-situ mätningar av elektrontemperaturen gav mycket högre varden än motsvarande mätningar från marken. En signifikant supratermisk elektron-population upptäcktes också i F-skiktet. Det föreslås att dessa två observationer är starkt förbundna med varandra. Det visas också att den supratermiska elektronpopulationen var starkt orienterad längs de magnetiska fältlinjerna, och att produktionsområdet befann sig ovanför raketens bana. Tolkningen är mycket sannolikt initierad av det norrskens-partikelutfall som fanns under experimentet.

Vid raketkampanjerna på Oksebosen på Andøya, var G ensam representant från UJO. Starkaste minnena från dessa kampanjer är hur viktigt det är att ha respekt för väderförhållandena på de nordliga latituderna. Vid en av kampanjerna hade G kört bil (UJO hade en gammal Volvo 245 i Kiruna under tiden som arbetet med Viking pågick) från Kiruna till Andenes. Vid kampanjens slut var det regn/snöfall. Det fungerade bra nere vid fjorden, men på högre vägavsnitt övergick regnet i tätt snöfall som bara blev värre och värre. Till slut fick G ”ta rygg på” en timmerbils baklyktor och hjulspår för att överhuvudtaget se vägen, som förstås var oplogad. Plötsligt stannade timmerbilen och blev stående. G var tvungen att gå ut och se vad som hade hänt. Vi stod i kön till färjan till Harstad! Det var ju inte dit G skulle, så det var bara att vända tillbaka och i krypfart leta fram vägen mot Narvik (notera att detta hände långt före tiden med navigatorer i mobiltelefonen). Det gick bra till slut och G fann ett hotellrum i Narvik, Att köra över fjället till Kiruna var inte att tänka på. Vid en annan kampanj i Oksebosen, tog G flyget tillbaka. Det finns ju en militär flygbas i Andenes, som nyttjades för en daglig civil flygförbindelse. Samma väder den här gången, men G slapp i alla fall köra själv. Flyglinjen till Andenes trafikeras förstås av små flygplan, där passagerarna sitter i samma kabin som piloten. Nåväl, G tyckte att planet taxade ut lite konstigt, och minsann, efter ett tag stannade piloten, anropade trafikledningen och sade att han inte kunde hitta startbanan på grund av snöväder och han bad om assistans av en följebil. Det gick bra den här gången också. Det ska mycket till innan man ställer in en flight i nordnorge!

Vid översynen av UJO:s verksamhet som gjordes 1973/1974 tog man stor hänsyn till hur UJO skulle passa in i en framtida nationell rymdforskning, framför allt med avseende på in situ verksamhet. Forskargruppen i Kiruna hade specialiserat sig på partikelmätningar framför allt i det lägre energiintervallet. Alfvéns grupp vid KTH, där Karl-Gunne Fälthammar nu var professor och forskningsledare, hade specialiserat sig på mätningar av det elektriska fältet i jonosfären med hjälp av dubbel-prober på långa bommar. Det passade därför bra att UJO specialiserade sig på mätning av det termiska plasmats täthet och temperatur med hjälp av Langmuirprober. Man hade ju tidigare gjort mätningar av dessa parametrar i den lägre jonosfären med Gerdienkondensatorer. UJO inriktade sig också på mätningar av plasmavågor och plasmats drift, där Langmuirproben passade bra in som mätinstrument.

Langmuirproben är vår hjälte och följeslagare genom hela denna berättelse, så vi är till att börja med skyldig den en elementär beskrivning så att vi kan förstå dess karaktär: Langmuirproben är ett enkelt instrument för att mäta ett plasmas egenskaper och har använts sedan 1924 då Langmuir för första gången föreslog tekniken. I enkel-prob utförande som används av UJO, placerar man helt enkelt en ledande prob, sfärisk eller cylindrisk solid kropp, i plasmat, ansluter den till ett spänningsaggregat och lägger proben på en elektrisk potential relativt plasmat, positiv för att attrahera negativt laddade partiklar (elektroner) eller negativ för att attrahera positivt laddade partiklar (positiva joner), och den ström som genereras uppmäts. Den övriga nyttolasten utgör ”jordpunkten” som sluter strömkretsen. Om instrumentet är enkelt, så är prob-teorin desto mer komplicerad, eftersom proben kommer att utgöra ett gränsskikt till plasmat, och de gränsskikt som bildas mellan proben och det omgivande plasmat beror av en mängd parametrar som prob-geometri, plasmatäthet, plasmatemperatur, magnetfält, kollisionsfrekvens med mera. UJO hade således en hel del att lära som nybörjare av experimenttekniken. Man experimenterade med olika prob-storlekar och prob-geometrier, till exempel den koncentriska dubbelproben med ett yttre galler och en inre solid sfärisk strömkollektor, eller en ”split-probe”, där man delade upp en solid sfärisk prob i en yttre halvsfär och en inre halvsfär för att kunna särskilja effekter av exponering mot bom och farkost. Man experimenterade med olika ytbeläggningar etcetera; Man utvecklade elektronik för styrning av probpotential och strömmätning.

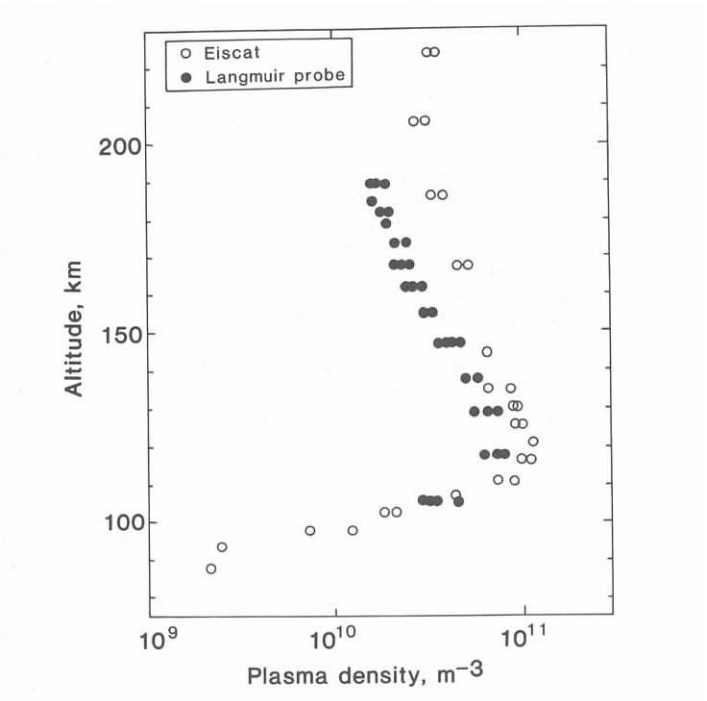


Typisk potential-ström karakteristik för en Langmuirprob

Ibland ’sveper ’man probens potential från negativ till positiv potential relativt plasmat. Man får då ett svar som idealt ser ut som figuren ovan, där den horisontella axeln visar den elektriska potentialen och den vertikala axeln visar den resulterande probströmmen. Förenklat

kan man säga att delen D till A skapas av positiva joner. Delen ovanför B ger ett mått på elektrontemperaturen, och delen C genereras av elektroner. Mellan de intermittenta svepen opereras proben normalt på fast, positiv, potential för att få plasmatätheten med hög tidsupplösning eller för vågmätningar.

För att, under kontrollerade former, kunna jämföra olika probvarianter, gjorde G upp med kollegorna i Orleans, om att få disponera deras plasmakammare för tester under en vecka. Någon finansiering för detta fanns emellertid inte. Men skam den som ger sig. G och elektronikingenjören Otto, letade upp den billigaste charterresan till Paris; Var det månne en sista-minuten resa med ospecificerat hotell för cirka 200 kr? G kommer inte ihåg om man betalade privat eller till slut kunde utverka anslag från UJO. Vi befinner oss i 1970-talet och den svenska kronan har ännu inte kvalificerat sig för inträde i klubben för skräpvalutor. G och Otto checkade i alla fall in tillsammans med de övriga turisterna, men med resväskorna fulla med elektronisk utrustning i stället för semestergarderoben (Röntgenscanning av bagage förekom förstås inte), och fick vid framkomsten ett rum i ett litet hotell nära Place Pigalle. Nästa dag tog man tåget till Orleans och lärde känna deras ”plasmapilot”. Teknikern som skötte plasmakammaren var, visade det sig, en före detta stridspilot från andra världskriget. Vi fick, under några dagar, erfara hur våra prober av olika slag uppförde sig i ett riktigt plasma. Någon skriftlig rapport skrevs inte, utan tanken var nog att detta skulle vara ett första test som skulle följas av flera, mer strukturerade, tester. Detta blev ändå en värdefull tidig del av UJO:s utveckling av raket- och satellitburna Langmuirprober.



Plasmatäthet uppmätt av Eiscat och en raketburen Langmuirprob

Utvecklingen av experimentet fortsatte på hemmaplan. Elektronikingenjörerna utvecklade elektronik för mätning av låga strömmar, en speciell vågkanal kallad dn/n, styrning av probpotential och svep av probpotential med jämna intervall och bomsystemen utvecklades. G lade ner stor möda på att utveckla datorprogram för automatisk bästa anpassning av den teoretiska volt/ström-kurvan till mätdata för utvärdering av plasmatäthet och elektrontemperatur. Stor möda lades ner, under många år, för att optimera instrumentet och

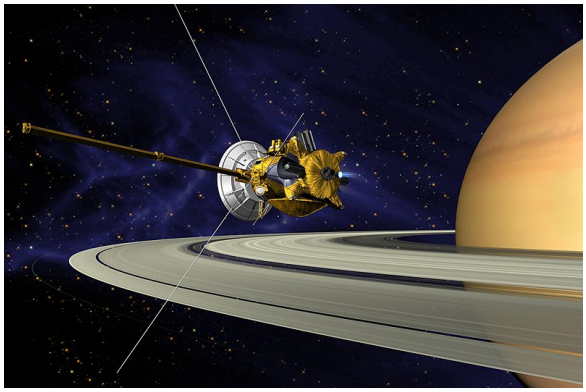
interpretera mätningarna på bästa sätt. Till exempel fick vi, i samband med Trigger-experimenten, möjlighet att ”kalibrera” mätningarna genom samtidiga mätningar med Eiscat.

En specialitet som utvecklades var den så kallade interferometertekniken. Med två rumsligt skilda Langmuirprober, kunde man följa plasmairregulariteter från en prob till en annan, med tidsförskjutningar som blev beroende av geometriska faktorer, som raketens eller satellitens spinn-fas. Genom att göra korskorrelation mellan probernas signaler kunde man härleda plasmats drift, eller enskilda irregulariteters drift i rummet. Detta var en teknik som visade sig mycket användbar i Viking-satelliten, där vi blev först med att detektera skarpa solitära strukturer i plasmat. Med denna teknik blev det också möjligt att, under vissa förutsättningar härleda det horisontella storskaliga elektriska fältet. Detta enkla experiment har alltså, med tiden, visats sig mycket användbart, och har medfört att Uppsalagruppen har fått inbjudningar att medverka i ett antal internationella planetära satellitprojekt. Man kanske till och med kan drista sig till att påstå att Uppsalagruppen har kommit att bli världsledande i satellit- och raketburna Langmuirprober. Vi (G & B) känner i alla fall stor tillfredsställelse i att det instrument som vi var med om att föreslå och utveckla med början för femtio år sedan har blivit så framgångsrikt.

Willy talade med stolthet om ’stenhuset’ och avsåg då huset med gul tegelfasad i Lurbo. ’Stenhuset’ representerade övergången från ’barrackstadiet’, då Lurbo, enligt FOA:s terminologi’ övergick från att vara en fältstation för mätning av jonosfärens tillstånd, till en permanent institution med utrednings- och forskningsverksamhet. Efter alla nyanställningar på sjuttiotalet började även stenhuset bli för trångt för den växande verksamheten. Efter kontakter med Akademiska Hus, beslutades, i början av åttiotalet, att planera för ett nybygge. Det blev cirka 700 kvadratmeter i två plan med kontorsrum, konferensrum, dubbelgarage med handverkstad och lunchrum. Samtidigt byggdes de gamla lokalerna om för att inrymma elektroniklaboratorium och dataavdelning med kontorsrum. Den nya byggnaden stod klar i september 1983.

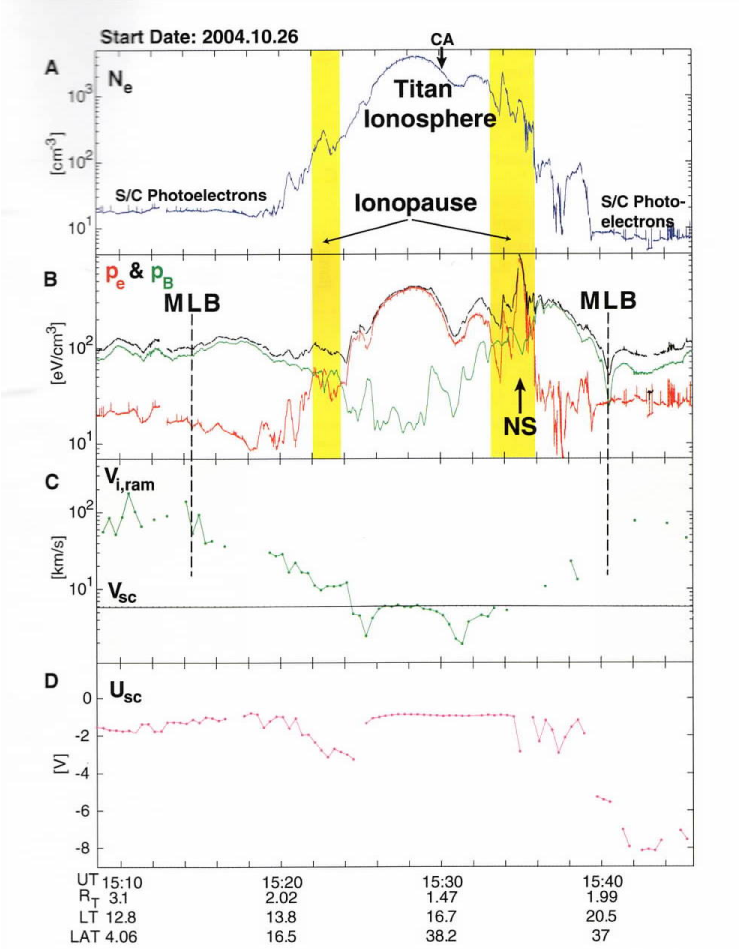
UJO byggnad efter tillbygge. Nya byggnaden till höger

Vi har redan visat några exempel på Langmuirprobens mätningar på sondraketer och kommer att ge några exempel på vad Langmuirproben kan åstadkomma på de jordbundna satelliterna Viking, Freja, Astrid-2 och Cluster men precis som vid våra samtal på Konditori Fågelsången, har vi svårt för att hålla oss till en strikt kronologi. Vi tar oss därför friheten att på en gång berätta om de våghalsiga och spännande äventyr som vår Langmuirprob kommer att delta i framöver, när den ”uppnått mer mogen ålder och visdom”. Vi börjar med Cassini-Huygens med destination Saturnus med dess månar och ringar via Venus. Farkosten sköts upp 15 oktober 1997. Efter sex års resa var den framme vid Saturnus.



Cassini-farkosten vid Saturnus

Tänka sig att vår lilla Langmuirprob har gjort den långa resan till Saturnus, passerat Venus, vänt tillbaka till jordens närhet, passerat Jupiter för att vinna hastighet för den fortsatta resan och slutligen lagt sig i en bana runt Saturnus. Den har klanderfritt kommunicerat med oss och levererat data under tretton år. Den har passerat genom Saturnus ring-system, sett månlandaren Huygens landa på Titan, och slutligen själv krasch-landat in i Saturnus atmosfär levererande data in i det sista. Och vilka data den har levererat! Langmuirproben var ett av få experiment som, av projektledningen, tilläts vara påslagna in i det sista vid den avslutande planerade kraschen in i Saturnus atmosfär. Här nedan visas lite av de initiala data från Titans jonosfär som Langmuir-proben skickade till Jorden:

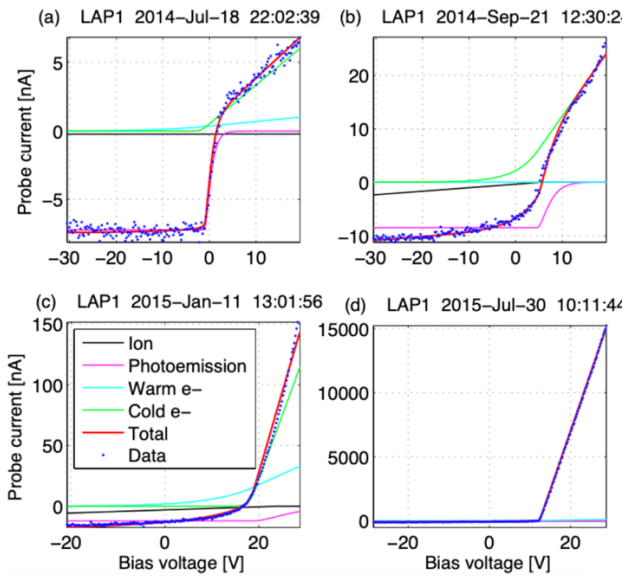


Mätdata från Langmuirproben på Cassini

Rosetta är en rymdsond från ESA, uppsänd med en Ariane 5 raket från Franska Guyana den 2 mars 2004. Dess syfte är att studera kometen 67P/Churyumov- Gerasimenko på nära håll. Vill man flyga jämsides kometen måste man gå in i samma bana som den. För att kunna göra detta med rimlig mängd bränsle gäller det att jaga ifatt kometen där den rör sig som långsammast, vilket är längst ut i banan. Ingen raket har kapacitet att skicka en så stor rymdsond som Rosetta direkt in i en sådan bana, så därför avverkar Rosetta fyra varv i det inre solsystemet. Vid tre tillfällen passerade Rosetta nära Jorden för att utnyttja jordens gravitation i en så kallad gravitationsslunga och få en rejäl fartökning. Vid ett tillfälle tjänade Mars samma syfte. Resan till kometen tog cirka tio år.

Rosetta-farkosten och landaren nära kometen

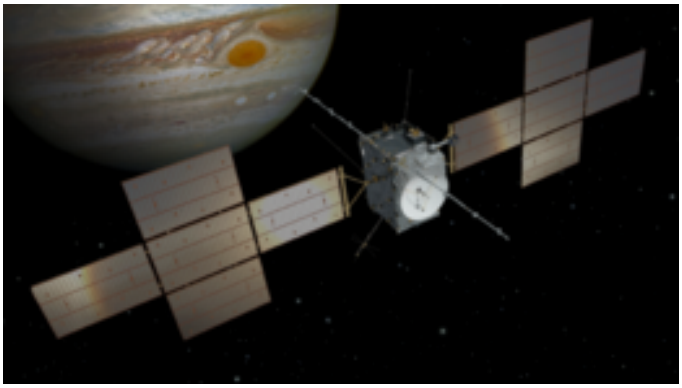
Ett av instrumenten ombord var UJOs Langmuirprob. Nedan ser vi exempel på svep i helt olika plasmaomgivningar vid kometen. Obs skillnaden i strömskala mellan (a) och (d). Att det ibland fanns bara varma och ibland både varma och kalla elektroner bekräftades senare med ordentliga jämförelser med impedansproben MIP (enbart kalla elektroner, dvs 0.1 eV eller därunder, elektroner hittades däremot aldrig).



Mätningar med Langmuirproben på Rosetta

Ett rymdäventyr som nyligen har påbörjats för Langmuirproben är resan till Jupiter och dess tre stora isiga månar. Här har UJO huvudansvar (PI, Principal Investigator) för ett experiment som baseras på Langmuirprober. JUICE är ett Europeiskt projekt som sköts upp från ESAs

raketbas Franska Guyana med en Ariane 5 raket den 14 april 2023. Efter att ha passerat Venus och Jorden flera gånger för att vinna hastighet, beräknas den komma fram till Jupiter i juli 2031.



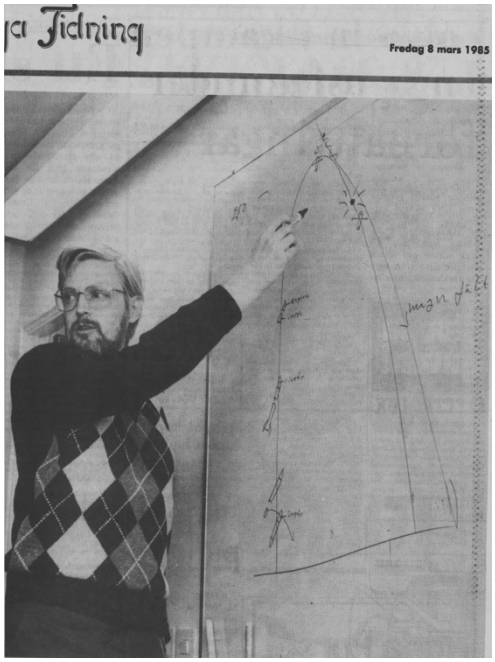
Juice-farkosten

Experimentet (kallat RPWI) består den här gången av en omfattande uppsättning instrument för att mäta elektriska fält och det kalla plasmat, inkluderande aktiv sondering med en så kallad impedansprob och svepande Langmuirprober, där flera typer av sensorer kommer att sampla det kalla plasmats egenskaper, inklusive elektron- och jontätheter, elektrontemperatur, plasmadrift och hastighet, statiskt elektriskt fält och elektriska och magnetiska signaler från olika fenomen, till exempel radio- oh plasmavågor, elektrostatiska accelerationsstrukturer, induktionsfält etcetera. Sensorerna består av fyra sfäriska Langmuirprober med 10 cm diameter, var och en monterad på tre meter långa bommar, en treaxlig magnetometer och en treaxlig radioantenn; båda monterade på en 10,7 meter lång bom med förförstärkare monterade nära sensorerna. Elektroniken består av tre mottagar-kort, två processorer, DPU, och två spänningsaggregat för låga spänningar; Allt monterat i farkostens inre för bästa strålskydd. Utöver studier av et kalla plasmat, fokuserar RPWI på förståelsen av hur, genom elektrodynamisk och elektromagnetisk koppling, moment och energiöverföring görs i Jupiters isiga månar. Instrumentet planeras vara i drift under större delen av expeditionen, under transportfasen, i Jupiters magnetosfär, under passagen av de isiga månarna och kommer även att leverera data under den planerade krasch-landningen mot planetytan.

Föga anade vi, i början av 1970-talet, då vi för första gången klev in genom dörren med den röda varningsskylten i Lurbo, att vår vetenskapliga resa, några decennier senare, skulle föra ända till Saturnus, och att den lilla forskargruppen skulle bli världsledande i interplanetära mätningar med Langmuirprober. Dessa stora missioner, som Cluster, Cassini, Rosetta och Juice, kan ha löptider på decennier, en par/tre forskargenerationer, med tio år av ansökan och teknisk uppbyggnad, tio års resa till målet för mätningarna, kanske tio år av mätningar och tio år av dataanalys. Betänk också att när mätningarna har slutförts är det, kanske trettio till fyrtio år, gammal teknik som används. Redan på planeringsstadiet undviker man ju ny teknik med tanke på att tekniken måste ha uppvisat flera år av tillförlitlighet redan innan den godkänns. Vi står faktiskt förundrade över vad människan kan genomföra: Ett tekniskt komplext experiment med löptid över forskar-generationer och medverkan av organisationer och människor från flera länder och kulturer. Dessa projekt representerar faktiskt toppen av vad mänskligheten förmår. Samtidigt som vi har uttalat dessa storvulna ord står vi förundrade över allt som människan inte förmår utföra, till exempel: att köra tåg mellan Uppsala och Stockholm enlig en uppgjord tidtabell och att förhindra att människor dräper varandra i hundratusental i dispyter över hur man ska dra administrativa gränser mellan länder.

Som följd av de vetenskapliga framgångarna under 2000-talet, har arbetsmiljön vid UJO i hög grad internationaliserats, med såväl anställda som gästforskare med en internationell bakgrund, och det gängse språket engelska som det vanligaste arbetsspråket idag. Även tidigt i UJO:s utveckling, var det internationella inslaget påtagligt, men kanske mer som exotiska inslag i en för övrigt svensk miljö. Vi minns ett antal anställda gästforskare och stipendiater som satte färg på tillvaron: Papatope Kolavole från Nigeria, D. K. och Purobi Chakrabarty från Indien, Nirmal Shresta från Nepal, Aiayi från Nigeria, Berndt Grundseth från Chile, Don Farley från USA, Alain Hilgers från Frankrike och många fler.

Redan 1967 hade FOA föreslagit att Lycksele jonosfärobservatorium, som var en del av UJO, skulle överföras till Umeå Universitet, men fått avslag. Likaså hade ett förslag att överföra Uppsala jonosfärobservatorium till Uppsala Universitet, avvisats. FOA hade drabbats av minskade försvarsanslag och ändrade prioriteringar, vilket gjorde att man inte längre hade samma intresse för jonosonderingarna och andra monitoreringar av jonosfären. De fortsatta diskussionerna resulterade i att Lycksele jonosfärobservatorium överfördes till Kiruna Geofysiska Observatorium, KGO, 1972. Några år senare, 1 juli 1976, överfördes UJO till Kirunainstitutet, som då hade bytt namn till Institutet för Rymdfysik, IRF. Överföringen skedde på FOA:s initiativ, och från IRF var man inte särskilt entusiastisk. Detta bekräftas bland annat av att Bengt Hultqvist, föreståndare för IRF 1957 – 1994, i sina rymdmemoarer, Rymden, Vetenskapen och jag, knappt nämner UJO i sin text, och i de få rader där UJO omnämns är det med administrativa uppgifter. Rolf Boström nämns med en mening i boken, där medlemmarna i arbetsgruppen för M-sat räknas upp. Uppsalaavdelningen var ju relativt stor, ungefär hälften av Kirunaavdelningen med avseende på antal anställningar. Man började därför, för att undvika alla missförstånd, benämna Kiruna som ’huvudkontoret’. Vid UJO:s anknytning till IRF, blev det möjligt för några av oss på UJO, bland andra G och B, att antas till forskarutbildning i Geokosmofysik vid Umeå Universitet, med Bengt Hultqvist som handledare. Ett tecken på Bengts ointresse för Uppsalaavdelningen är att han inte tog något reellt initiativ till handledning för oss uppsaladoktorander. Efter ett år, utan något definierat doktorandprojekt och utan någon signatur i tentamensboken, då Rolf Boström blivit professor vid Uppsala Universitet, flyttade vi över våra forskarutbildningar till Uppsala Universitet med Rolf Boström som handledare.



UNT 8 mars 1985, Gunnar Holmgren på bilden

Rolf Boströms inträde som avdelningschef för UJO och professor vid Uppsala Universitet innebar en tydlig akademisering av verksamheten. Det började med en upprustning av biblioteket. Det gick till så att Rolf och G åkte till KTH, plasmafysiks bibliotek, Rolfs tidigare institution, och vi gick igenom hylla för hylla och G antecknade på en lista med nödvändiga böcker för att lämna till UJO:s administration för beställning. I samma veva blev G ansvarig

för biblioteket vid UJO; En syssla som han behöll till sin avgång från UJO. Till biblioteket vid UJO hörde även en omfattande samling av särtryck som behövde underhållas. Detta var före Internet, och vetenskapliga resultat inom det egna ämnesområdet kommunicerades med särtryck från vetenskapliga tidskrifter till alla kollegor inom ämnesområdet. Vid UJO mottogs dagligen brev med särtryck, de klassificerades efter ämnesområden, listades och förvarades i tidsskriftsamlare i biblioteket, och fyllde ett helt rum i källaren.

Nästa steg i akademiseringen var att vi doktorander som hittills hade varit registrerade vid Umeå Universitet, flyttades över till Uppsala Universitet och fick Rolf som handledare. G skrevs in som doktorand i mars 1977, och det innebar också att han fick klart för sig att Trigger-projektet skulle komma att bli hans doktorandprojekt. Forskarutbildningen inleddes, för oss alla, med stor entusiasm. Rolf ordnade doktorandseminarier av varierande format: ibland föreläste han; Ibland cirkulerade föredragningen av ett visst kapitel i aktuell kursbok mellan oss doktorander, och ibland läste vi enskilda kurser med enskilda tentamina. Det gick naturligtvis i lagom tempo eftersom vi alla genomförde vår forskarutbildning inom ramen för våra anställningar vid UJO. För G tog det, till exempel, till maj 1984 innan alla kurser var avklarade. G disputerade, i lagom tid före Vikings uppskjutning, i maj 1985 på en så kallad sammanläggningsavhandling, det vill säga, på artiklar som redan var publicerade i vetenskapliga tidskrifter. I detta fall utgjorde kärnan av avhandlingen av de artiklar som publicerades i Journal of Geophysical Research, specialsektionen om projekt Trigger.

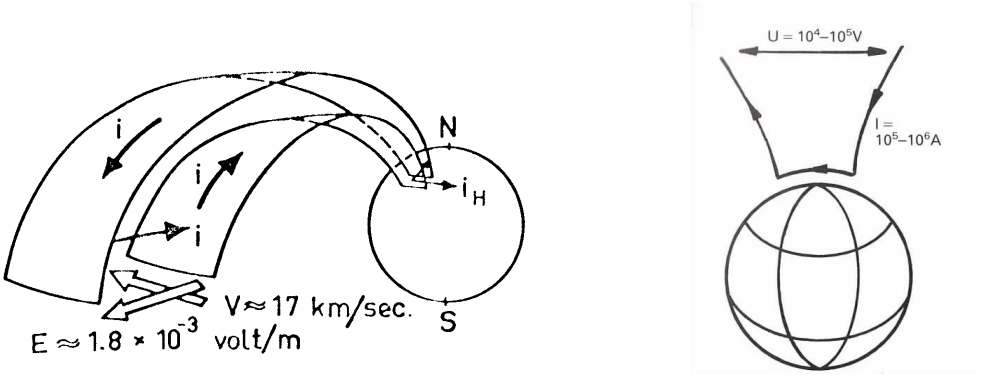
Ett förnyelseprojekt, som vi tog oss an med stor entusiasm, var införskaffande av en egen mini-dator. Här var förfarandet liknande som för biblioteksprojektet, med omfattande konsultationer med Rolfs gamla institution. Även här var G starkt involverad tillsammans med Rolf. KTH/Plasmafysik hade en PDP-8 maskin från Digital Equipment, den för tiden helt dominerande maskinen för vår typ av tillämpning. Det hade emellertid dykt upp en konkurrent i Norsk Data, en avknoppning från FFI i Kjeller, som kunde erbjuda maskiner med något bättre prestanda och till lägre pris. De kunde erbjuda sitt eget operativsystem, SINTRAN, eller det framväxande oberoende systemet: UNIX. Vår moderinstitution i Kiruna hade införskaffat en dator från Norsk Data. Bengt-Harald Nilsson, KTH Plasmafysiks datoransvarige, förordade med stark emfas PDP-8. Tvehågsenheten hos oss var stor. Till slut hamnade vi i beslutet att inköpa en maskin från Norsk Data. Den fyllde, med kringutrustning, ett helt rum på vindsvåningen i det gamla stenhuset.

Vår nya dator av typ ND-10 hade förmodligen mycket sämre prestanda än en medelmåttig PC idag, trots att den konfigurerades för samtidig användning (time-sharing) av många användare inom UJO. Jämförelsen med dagens PC haltar betydligt med avseende på komplexiteten av driften. Maskinen krävde en administratör som var någorlunda insatt i hur hela systemet fungerade, och kunde starta upp systemet (boota) och administrera de många användarkontona och periferiutrustningar som skrivare, terminaler, bandstationer, radskrivare, yttre skivminnen, floppy-disk, mjukvarusystem som kompilatorer, driftsunderhåll som backup med mera. För G innebar det emellertid en lycka att ha så nära tillgång till en riktig dator. Det tillät experiment/lek på ganska systemnära och grundläggande nivå. Bland annat experimenterade G, med hjälp av Christer Jurén från Kiruna, med utrustning för att ta hand om analoga signaler genom digitalisering on-line. Detta snappades upp av en forskare i gräshoppors ljud, som fick hjälp av oss att analysera sina inspelningar. Grafisk presentationsutrustning fanns knappt, så G utvecklade en hel del program för att göra grafiska presentationer på radskrivaren, eller med alfanumeriska tecken på den alfanumeriska terminalen. Ordbehandlare fanns inte, så G utvecklade ordbehandlingsprogram med de grundläggande funktioner som idag finns i Word, som automatiska radbyten, rak

högermarginal, konvertering från versaler till gemener (terminalerna medgav ofta bara inmatning av versaler). De första primitiva mailsystemen utvecklades och UJO blev nog bland de första i Sverige att skaffa ett eget domännamn: IRFU.SE. En bidragande orsak till att vi var tidiga med internet och mail, är kanske att Internet först utvecklades på en ND – maskin på CERN i Schweiz, som var en stor användare av Norsk Data-maskiner. UJO var också tidigt med bredband. Det löstes nämligen med att Telia satte upp en mikrovågslänk mellan deras mast i Flogsta och vår jonosondmast. Som betalning fick Telia nyttja vår mast för en NMT-antenn med basstation. NMT var det analoga mobiltelefonsystem (G1) som föregick det digitala GSM-systemet (G2). Norden var världsledande vid introduktionen av mobiltelefoni, delvis tack vare en av nyckelpersonerna, Östen Mäkitalo, som under en period också var ledamot av IRF styrelse.

Ericsson Hotline Combi vägde cirka 4 kg och kunde köpas för cirka 30 000 kr i början av 1980-talet och låg i teknikfronten för mobil telefoni.

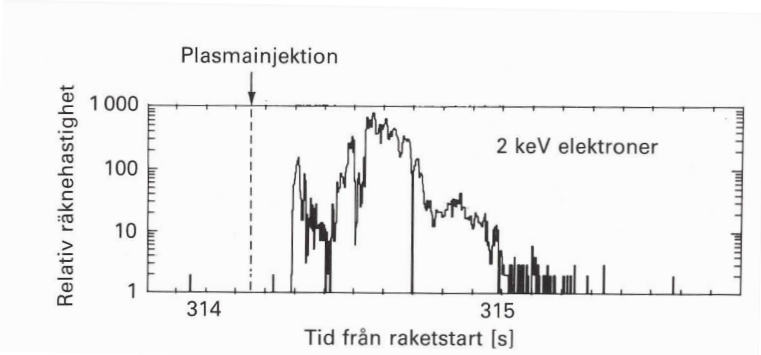
Rolfs inträde som professor och forskningsledare vid UJO innebar att han medförde det teoretiska underlag som behövdes för den fortsatta utvecklingen. Han hade i sin avhandling från 1971, *On electric currents in the ionosphere and magnetosphere*, givit den teoretiska grunden för den elektrodynamiska växelverkan mellan jonosfären och magnetosfären, som låg till grund för de aktiva experiment som skulle komma att bli något av en signatur för UJO de kommande åren.



Ovanstående Figur visar de strömsystem som Rolf diskuterar i sin avhandling.

Rolfs handledare vid KTH var Hannes Alfvén, upptäckaren av de hydrodynamiska vågorna, Alfvénvågorna. Hannes Alfvén fick Nobelpris för sitt arbete inom magnetohydrodynamiken. Alfvénvågorna är lågfrekventa elektromagnetiska vågor modifierade av närvaron av det plasma som svänger med i vågen. Dess hastighet är cirka 1000 – 5000 km/s i jonosfären. De

är av stor betydelse för att förklara de fenomen som vi studerade i de aktiva experimenten, bland annat Trigger-experimenten. Deras hastighet är kompatibel med den fördröjning av 'triggade' partiklar som uppmättes vid Triggerexperimenten (se figuren nedan) om partiklarnas acceleration ägde rum några hundra kilometer ovanför sondraketen.



Partikelmätningar från Trigger-projektet i samband med injektion av jonmolnet

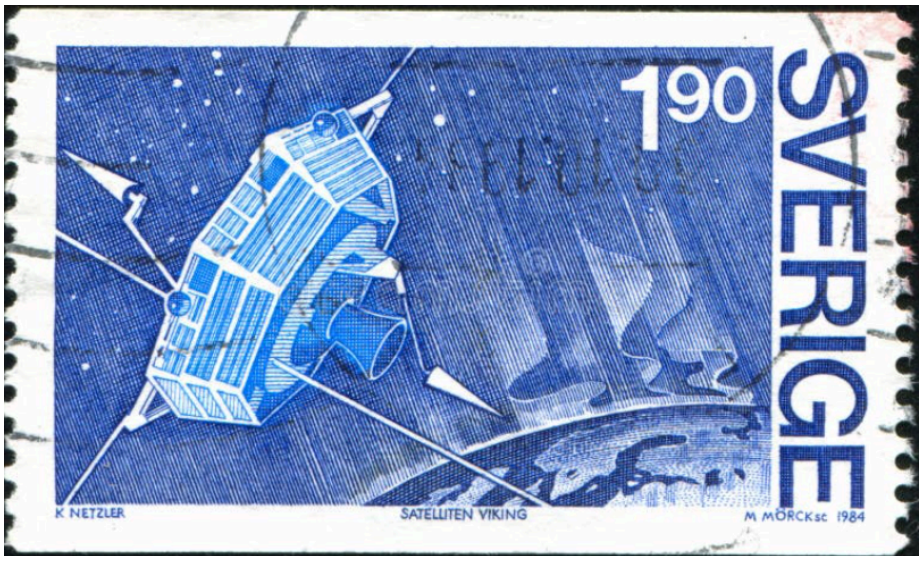
Accelerationsområdet ligger alltså i Trigger-experimentet på relativt låg höjd, ca 300-900 km. Höjden kan också bestämmas på ett annat sätt genom att mäta den lilla tidsskillnaden i ankomst till raketens detektorer för partiklar av olika energi. Om de alla kommer från samma accelerationsområde kommer partiklar med högre energi (högre hastighet) att anlända något tidigare än partiklar av lägre energi. Även denna typ av bestämning ger en höjd för accelerationsområdet av cirka 300 – 900 km. Rolf skriver: *Även i de naturliga norrskensutbrotten torde en liknande process förekomma med Alfvénvågor som fortplantas mellan jonosfären och magnetosfären och bildning av potentialfall längs fältlinjerna med åtföljande acceleration av elektroner ner mot atmosfären och positiva joner ut mot magnetosfären. Accelerationsområdet ligger dock i dessa naturliga processer på högre höjd (5000 – 10 000 km) eftersom strömtätheten är lägre.*

Trigger-experimenten var visserligen pågående vid UJO innan Rolf Boström blev vetenskaplig ledare, men Rolfs expertis inom området magnetohydrodynamik och anknytning till Hannes Alfvéns arbete har haft stor betydelse för UJOs specialisering på aktiva experiment och tolkningen av resultaten. Rolf sammanfattar: *De aktiva experimenten ger oss således en modell för hur norrskenselektroner accelereras och visar att jonosfären kan spela en avgörande roll. Variationer i jonosfärplasmat kan också vara ansvariga för vissa av de strukturer man finner i naturliga norrsken.*

Klockradion satte igång strax före klockan sex på morgonen som vanligt, så att man kunde vakna till sexnyheterna och ”tankar för dagen” på radions P1. Normalt kanske man inte uppfattade så noga vad som sades, men den här morgonen den 28 mars 1979, vaknade man till ordentligt. Man rapporterade om en kärnkraftsolycka vid kärnkraftverket Three Mile Island nära Harrisburg i Pennsylvania. Uppmärksamheten blev extra stor eftersom man hade i minnet filmen ”Kinasyndromet” med Jane Fonda, som hade haft biopremiär bara några veckor tidigare. Filmen skildrar, på ett spektakulärt sätt, hur ett kärnkraftverk råkar ut för en härdsmälta, inte alltför olikt det som nu verkade ha hänt i verkligheten. Olyckan gjorde starkt intryck världen över. I Sverige beslöt Riksdagen att anordna en folkomröstning om kärnkraftens vara eller icke vara. De politiska partierna vågade emellertid, när allt kom omkring, inte anförtro svenska folket att svara ja eller nej till kärnkraft, utan införde ett tredje alternativ, ”avveckling med förnuft”, som skulle göra omröstningen svår att tolka, oavsett utslag. G och B engagerade sig för den så kallade Linje tre som förespråkade avveckling, med att bland annat medverka till att utarbeta en alternativ energiplan för Uppsala, Lokal-MALTE. Riksdagen beslutade, efter omröstningen att kärnkraften i Sverige skulle vara avvecklad till år 2010. Som bekant, hände inte detta, utan Sveriges elförsörjning förstördes i stället på helt annat sätt. G har sedermera ändrat åsikt i frågan och förespråkar numera utbyggd kärnkraft i Sverige.

De elektroner som ingår i solvinden har energier (hastigheter) av storleken elektronvolt, eV. De elektroner som skapar norrsken måste ha energier av storleken keV, alltså tusen gånger högre. Någonstans måste de alltså ha fått sin energi, accelererats. Detta är i korthet nyckelfrågan inom vårt forskningsområde. Man hade antagit att denna acceleration huvudsakligen skedde längs de jordmagnetiska fältlinjerna i jordens ekvatorplan. 1976 kom en liten amerikansk satellit S3-3 som hade sådan bana att en stor del av mätningarna kunde göras på höga latituder på höjder av ungefär 8000 km. S3-3 visade att accelerationen skulle kunna ske på höga latituder. Om vi bara kunde nå höga höjder med våra sondraketer, skulle vi, med bättre instrument, kunna bekräfta detta och studera det i detalj. Tyvärr finns inga ”små” raketer som skulle kunna nå de intressanta höjderna, utan man måste gå till den storlek av raketer som används för uppskjutning av satelliter.

Bengt Hultqvist kom då med idén att man skulle undersöka möjligheten att skapa en ”sondraketsatellit”, det vill säga en nyttolast av sondrakettyp, med energiförsörjning via batterier, men skjuta upp den som en satellit. En arbetsgrupp bildades, med B som representant för UJO och ett förslag kallat M-sat presenterades. Tanken var att IKI skulle tillhandahålla uppskjutning. IKI:s svar dröjde hela 1979 och 1980. Under tiden hade Sveriges Riksdag beslutat att lägga ner ytterligare utveckling av svenska stridsflygplan efter Viggen. Detta var naturligtvis ett stort bakslag för SAAB, som hade bespetsat sig på en ny stor beställning. För att i någon mån lindra skadeverkningarna för SAAB, beslutade Riksdagen att SAAB istället skulle få ett uppdrag att utveckla en svensk satellit. Voila, M-sat-förslaget låg på bordet och skulle lätt kunna anpassas till en reguljär satellit. Rymdbolaget fick således i uppdrag att anpassa M-sat till den satellit som kom att få namnet Viking. Under 1980 beslutade Regeringen att projektet skulle genomföras till en kostnad av 100 Mkr. Saab blev huvudentreprenör och Boeing, som också byggt S3-3, fick uppdraget att bygga plattformen. SAABs del av projektet var att integrera den vetenskapliga nyttolasten. Kontrakt skrevs med Ariane Space om uppskjutning som medföljande (piggy back) till uppskjutningen av Spot-satelliten.



B, utsågs som projektledare för vågexperimentet, V4, och det stod snart klart att det arbetet skulle bli mycket omfattande och B såg då inga möjligheter att samtidigt ägna tid åt doktorsstudier och hoppade då av som doktorand. Att genomföra ett satellitprojekt var något IRF-U inte hade någon som helst erfarenhet av. Det första som måste göras var att hitta en samarbetspartner som kunde bidra med teknologi och kunskap, så att projektet skulle kunna

genomföras. Efter ett intensivt sökande blev det ett närmande till DSRI i Köpenhamn. Den gruppen hade byggt elektronik för satellitmätningar av kosmisk strålning och hade därmed skaffat den kunskap vi saknade. Efter förhandlingar gick DSRI in i projektet och lovade ta en stor del av kostnaderna för uppbyggnad av instrumentet. V4 delades då upp i en del för mätning av högre frekvenser V4H och en del för de lägre frekvenserna V4L. DSRI tog därmed hand om V4H medan V4L hamnade vi IRF-U. Förhandlingarna med danskarna utmynnade i att processor och minnesenheten liksom elektronik för signalhantering för de högre frekvenserna, skulle byggas vid DSRI liksom integreringen av hela experimentet. Elektroniken blev mycket omfattande och sammanlagt 5 st elektroniklådor packade med elektronik blev resultatet. Två av dessa fylldes med elektronik som utvecklades vid IRF-U för Langmuirsonderna och för signalbehandlingen.

Ett litet tillägg till V4L var studier av HF-signaler med Fast Fourier Transform-analys. Det hade dykt upp ett chip på marknaden särskilt för detta och det lät intressant. Chipet var byggt enligt standardkrav och fanns inte att köpa i någon högre klassning, dvs militärspecificerade (MIL) eller rymdspecificerade. Denna del av experimentet fungerade bra, men p.g.a. överhettning kunde det inte köras i den omfattning vi hade önskat. Detta var också ett undantag från vår överenskommelse med DSRI, som annars skulle hantera de högre frekvenserna.

Satelliten hade 4 prober, monterade på 40 meter långa wirebommar. Proberna var sfärer med 100 mm diameter och innehöll förförstärkarelektroik som kunde kopplas om för antingen mätning av E-fält eller för mätning av plasmatätheten (Langmuir-mod). KTH ansvarade för E-fältsmätningarna i samarbet med SSL i Berkley, Kalifornien som bl.a. tillhandhållit bomsystemen. Medan IRF-U ansvarade för mätning av plasmatätheten (n) och dess relativa variation (dn/n). Att kunna använda Langmuirproberna på två motstående bommar, innebar en unik möjlighet att studera rumsliga variationer i plasmat.
Signalhanteringen var speciell för V4L i och med att för första gången bearbetades inte data ombord utan skickades ner obearbetade. Det gjordes genom att signalerna fick passera lågpassfilter (Nyqvist) och därefter samplades med så hög hastighet som telemetrin tillät. Denna teknik, kallad Wave Form teknik, föreslogs av Paul Kintner under Lennart Åhlén och B:s besök vid Cornell University i april 1980 och den visade sig vara mycket lyckosam och möjliggjorde behandling av probe-data på ett sätt som inte skulle ha varit möjligt på annat sätt.

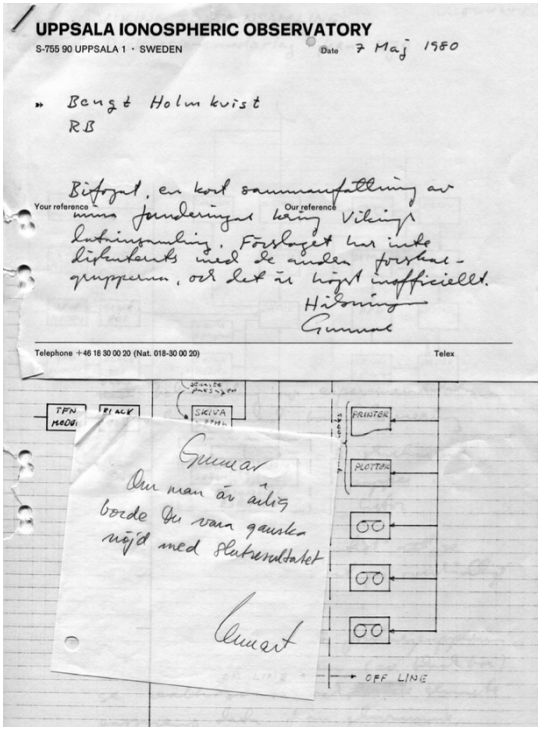
V4 hade fått en relativt stor andel av satellitens telemetri-kapacitet vilket starkt bidrog till att wave form-mätningarna blev så framgångsrika. Andra experiment var också i starkt behov av stor tilldelning av telemetrikapacitet såsom V5 experimentet som hade kameror ombord för avbildning av norrskenet. V4 och V5 träffade en överenskommelse om att all telemetri tilldelat V4 periodvis skulle kunna överlämnas till V5 för att för dem möjliggöra avbildning av norrskenet med extra hög upplösning. Detta arrangemang gav möjlighet för V5-experimentet att avbilda norrskenet med en rumslig upplösning aldrig tidigare skådad.

Man kom alltså slutligen fram till att fem huvudexperiment skulle ingå i Viking: V1 Elektriska fält, V2 Magnetiska fält, V3 Partiklar, V4 Vågor, V5 Avbildande UV experiment. Vågexperimentet, V4, delades upp i två huvudkomponenter: V4L: Lågfrekventa vågor med B och senare Georg Gustafsson som huvudexperimentator och V4H: Högfrekventa vågor med Axel Bahnsen, Dansk Rumforskningsinstitut, DRI, som huvudexperimentator.

Vågexperimentet på Viking, V4, styrdes via en processor i Intersil 6100 familjen; Samma processor som användes i den populära PDP-8 datorn. DRI hade det övergripande ansvaret för processorimplementationen, och hade skrivit det övergripande kontrollprogrammet. G och Hannu Koskinen delade på ansvaret för styrprogrammet för UJO:s lågfrekvensdel, V4L. Processorn arbetade med 12 bitars ordlängd, och hade en, i dagens perspektiv, mycket begränsad, tolvbitars, adresserbar, programarea på 4 096 tolvbitsord, motsvarande 6 kB med modernt mått. Vi skaffade alltså ett utvecklings-kit för den aktuella processorn, och grep oss verket an med friskt mod. Det var nytt för oss båda att arbeta på ord-nivå med processorer; Vi hade tidigare skrivit program i FORTRAN, och använt en kompilator för att översätta koden till binär kod. Med kit:et kom tre tjocka manualer som alla hänvisade korsvis till varandra. I praktiken blev det att (cykliskt) läsa dem alla tre gånger för att förstå sammanhangen i detalj. Arbetet gick bra, men det blev åtskilliga resor till Lyngby och DRI för att integrera med danskarnas programvara och med hårdvaran. Ett bestående minne är en sen kväll i Vedbaek, där vi funnit nattkvarter eftersom vårt vanliga hotell i Köpenhamn var fullbokat och alla hotell i Lyngby var fullbokade. Vi hade funnit något i programmet som behövde modifieras. Problemet var att program-minnet var fyllt till sista bit. Processorn hade emellertid egenheten att man ibland kunde kombinera två instruktioner i samma tolvbitsord ifall ingen konflikt fanns mellan kommandona. Alltså fick G sitta på hotellrummet och kombinera ihop instruktioner för att skapa plats till de nya instruktionerna, medan elektronikingenjörerna kunde dricka öl och spela biljard i hotellets källare. Det lyckades till slut, och vi kunde få nattro inför testen på labbet följande dag. G kan inte låta bli att tänka på detta var gång som han hör Hasse och Tages låt [fritt ur minnet]: ”Vad är väl det mot en torsdagskväll i Vedbaek; En torsdagskväll när som månen stiger upp, rupp, rupp. Den stiger upp och försilvrar hela Vedbaek….”.

Kanske var det i samband med någon av alla dessa tester i Lyngby, som vi träffade Eigil Friis Christiansen, och han visade sina diagram över den goda korrelationen mellan solaktiviteten och marktemperaturen över många olika tidsskalor. Det visar sig att solaktiviteten påverkar kosmiska strålningens infall mot jorden, vilket i sin tur påverkar molnbildningen. Effekten är minst lika stark som koldioxidhaltens inverkan på temperaturen. Kanske var det här som ett frö såddes till en skepsis mot teorin om antropogen klimatpåverkan såddes, även om det inte grodde förrän många år senare då de antropogena koldioxidutsläppens påverkan på klimatet blev ett allmänt samtalsämne?

Med färdigtestad hårdvara och fungerande mjukvara, blev det dags att fundera på verktyg för vetenskaplig utvärdering av mätdata. G som sedan första kursen i numerisk analys, inklusive Fortran-kurs, på civilingenjörsutbildningen, varit fascinerad av tekniker för automatiserad styrning och bearbetning, kunde inte låta bli att göra ett utkast på hur det vetenskapliga segmentet av en kommande markstation för Vikings skulle kunna se ut. G skickade in skissen till Bengt Holmqvist på Rymdbolaget för kännedom och eventuella kommentarer. För viking fanns det funderingar på att ta tillvara de fördelar som en liten organisation som den svenska kan erbjuda, men också ta tillvara de erfarenheter som fanns från sondraketverksamheten. Det senare resulterade i ett förslag att även under Vikings operationella period ordna ”kampanjer” på Esrange, då alla experimentatorer samlades för att utbyta erfarenheter och diskutera data. Det här gav möjligheter, men ställde också krav på hur markstationen skulle organiseras. Bland önskemålen/kraven från den vetenskapliga sidan fanns att: kunna se mätta data i realtid på Esrange; Snabbt få ut datasammandrag på papper, så kallade Quick Look Plots, QLP; Kunna ändra mätmoder, genom kommandon till Viking, relativt snabbt; Kunna samla experimentatorerna i en gemensam lokal på Esrange under kampanjer.



G fick ingen återkoppling på förslaget till vetenskaplig del av markstationen för Viking, men det var ju bara en skiss. Saken föll i glömska, ända tills G en dag fick ett telefonsamtal från Bengt Holmqvist med en förfrågan om han kunde tänka sig att arbeta, under en tid, på, Rymdbolaget. G kopplade inte direkt till Viking, men varför inte, lite omväxling skulle väl inte skada? G blev åter en av de tusentals pendlarna mellan Uppsala och Stockholm; Den här gången lite lindrigare än första försöket; Men ändå: buss från Nåntuna till Uppsala C, SJ-tåget till Stockholm C; Pendeltåget till Solna; Ibland fick det bli bilen, och ibland som passagerare till en granne som också pendlade till Solna. Det blev sex månader på Rymdbolaget. Uppgiften var att ta fram mjukvara för den vetenskapliga delen av markstationen, framför allt Quick Look Plots, QLP. Arbetet gjordes i nära samarbete med John Murdin, tidigare den vetenskaplige ledaren för KGI:s verksamhet med Eiscat, som också hade flyttat över till Rymdbolaget, och nu hade det övergripande ansvaret för markstationens mjukvara. En stor del av arbetet bestod i att samla in mjukvara från experimentatorerna på Viking och sammanställa data till några sidor sammanfattning av den senaste passagen, samt, på plats i Kiruna, integrera programpaketet med resten av markstationen. Många år senare, när man på Rymdbolaget hade rensat ut Viking-relaterade dokument, fick G ett brev med den ursprungliga skissen och med en kommentar i blyerts: ”Gunnar, Om man är ärlig borde du vara ganska nöjd med slutresultatet /Lennart”. Ja, den markstation som hade implementerats, liknade faktiskt helt den skiss som G hade skickat till Rymdbolaget några år tidigare.

Challengers första start (4 april 1983)

Vikings uppskjutning var schemalagd till 12 januari 1986 från ESA:s rymdbas Kouru i franska Guyana, men på grund av något tekniskt problem med huvudlasten, SPOT, fick uppskjutningen senareläggas till 22 februari 1986. I mellantiden, den 28 januari, inträffade en stor rymd-händelse, som vi alla kommer ihåg: Rymdfärjan Challenger förolyckades kort efter uppskjutningen från Cape Kennedy i Florida.

Uppskjutningen av Viking fick naturligtvis stor uppmärksamhet i massmedia, ”Sveriges första satellit”. Till och med G som normalt inte är någon linslus, medverkade i soffprogrammet i TV4s lokala nyhetssändning och i Radio Upplands direktsända eftermiddagsprogram. Så här skrev SvD söndagen den 23 februari 1986:

Ett perfekt lyft för Viking

KIRUNA(SvD) – Tja, den verkar funka.

Klockan kvart i sju på lördagsmorgonen, efter en natts rymdvaka, kunde rymdbolagets Sven Grahn konstatera att Sverige tagit klivet in i rymdteknikens elitserie.

Med ett perfekt skott på exakt utsatt tid från rymdbasen Korou i Franska Guyana hade då den franska raketen Ariane lyft upp Sveriges första satellit, Viking, till avtalad bana i rymden.

När Ariane lämnade Viking, tillsammans med den huvudsaklige franska satelliten Spot, åt sina respektive öden på 800 km höjd i rymden var klockan knappt tre på lördagsmorgonen.

Så långt hade den svenska rymdtekniken legat helt i händerna på fransmännen. Nu skulle Viking tvingas visa om de egna vingarna bar.

Ja, inte riktigt, för fransmännen hjälpte artigt till att korrigera det lilla kursfelet genom att vrida sitt utbrända sista raketsteg till ett något justerat läge i rymden innan Viking släpptes.

Singlade iväg ensam

Sedan fick Viking singla ensam och oberoende i tre timmar, innan den inbyggda klockan skulle slå på Vikings egen raketmotor som skulle lyfta satelliten till dess kraftigt elliptiska bana runt jorden.

Men något "tänt vare här" skulle vi aldrig få höra från rymden. Ty Viking hade ännu inte fått sin radiosändare påsatt.

Återstod alltså en dryg halvtimmes ängslig väntan tills den svenska 300-kilosklumpen enligt körschemat skulle titta upp över Kirunas horisont för att kunna nås av radiosignaler från Esrange.

Signaler som skulle slå på sändaren ombord och som måste sändas i ett så smalt knippe att det nu skulle handla om avancerat prickskytte på en nål i en världsrymd.

Från samma plats i samma rymd kom efter en kort stund tydliga pip uppfångade med motsvarande precision av Esrange 900-metersparabolantenn. Pipen var Vikings eget svar:

'Ni träffade!'

– OK, jag är träffad, ni har hittat mig!

– Exakt där vi siktade från början, exakt där hon skulle vara!, jublade rymddelegationens Kerstin Fredga och utvecklingschefen Sven Grahn i kapp.

När väl radiovågorna nu pejlat och fångat in den platta burken, en halv meter tjock och med två meters diameter och späckad med elektronik, så kunde man börja peppra den med order om att fälla ut än det ena och än det andra sprötet med mätinstrument.

Och det gjorde den.

Hög temperatur

Lite bryderi blev det när en ensam av många termometrar rapporterade oroande hög temperatur.

Men i den upprymda känsla av ofelbarhet som den perfekta uppskjutningen försatt rymdfolket i, förklarades snabbt att det var termometern, inte temperaturen, som det var fel på.

Nu återstår minst ett par veckors intrimning av alla mätinstrument, samt dessutom en invridning av Viking så att de elenergigivande solcellerna vänder bredsidan mot solen.

I brist på annat bränsle sker denna vridning genom att Viking "tar spjärn" mot jordens magnetfält.

I dessa förberedelser ingår även att sakta , men förhoppningsvis säkert, släppa ut de två 40 meter långa snören som längst ut håller sensorer som skall mäta bl. a. det elektriska fältet i jordatmosfären.

Fiffigt och svenskt

Dessa snören hålls utspända av den centrifugalkraft som Vikings egen rotation, tre varv per minut, åstadkommer.

Ett finurligt, helsvenskt, sätt att hålla mätinstrumenten långt ut från själva satelliten så att denna så lite som möjligt stör sina egna mätningar.

Dag Bjerke

Per Zetterquist, Rymdbolagets chef för Vikingprojektet, följer Vikings (den infällda bilden) färd upp i rymden, med moderraketen "Ariane" på de direktsända satellitbilderna.

Foto: STIG ALMQVIST

Forskar om Norrsken

KIRUNA (SvD) Viking är konstruerad för att under minst åtta månader samla information om den samverkan mellan solvindens elektriskt laddade partiklar och det magnetiska och elektriska fält som omger jorden.

Det är denna samverkan som ger fenomenen Norrsken (resp Sydsken).

– En del är känt om hur Norrsken uppstår men vi har t.ex. inte helt klart för oss hur solvindens plasma kan få så höga energier under inverkan av dessa fält, säger Vikingprojektets vetenskapliga ledare, professor Kerstin Fredga.

– Möjligen kan Viking ge oss svar på bl.a. detta.

Viking handlar om grundforskning: den är ett efterlängtat redskap för svenska och internationella geokosmos- och plasmafysiker.

Fysiker som pressats av journalister och anslagsgivares krav på besked om "praktisk nytta" kan möjligen börja prata lite löst om radiostörningar, trafiksignalsstörningar och fusionsenergi som möjliga framtida avnämare av de forskningsrön som Viking förväntas bidra med.

Dag Bjerke

Svensk satellit bisak för fransmännen

KIRUNA (SvD) **Från fransk synpunkt, liksom för de 50 anställda vid företaget Satellitbild i Kiruna, är Viking blott en inklämd bisak i lördagsmorgonens uppskjutning från Korou på Sydamerikas nordosthörn.**

Viktigare för dem är den betydligt större fjärranalyssatelliten Spot som från en cirkulär bana över polerna på 800 km höjd systematiskt skall ta bilder av jordytan, bilder som har en detaljskärpa på tio meter.

I solens takt

Spotsatelliten, som satt högst upp i Arianeraketens topp hade under sig lämnat ett utrymme som redan 1979 erbjöds Sverige och Viking.

Spotsatelliten vandrar runt i sin bana i samma takt som solen synes vandra över himlavalvet. Det betyder att den alltid befinner sig över den punkt som den tänker fotografera klockan halv tio på förmiddagen.

Då anses nämligen solskuggorna på marken vara allra bäst för att ge bra och detaljrika bilder.

Dessa bilder skall sedan på kommersiell basis tas ner och säljas vidare till andra intressenter av rymdbolagets dotterbolag Satellitbild.

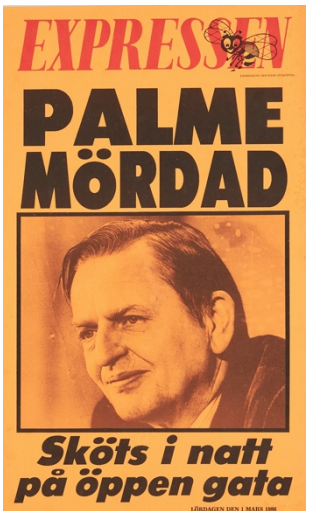
Strax efter starten uppgavs att Spot skulle ha problem med en solfångare, men snart visade det sig att den fungerar perfekt.

Dag Bjerke

Svenska Dagbladet 23 februari 1986

De första dagarna efter uppskjutningen av Viking spenderades på att initiera själva satellitoperationerna. Viking sköts upp tillsammans med fjäranalyssatelliten Spot den 22 februari 1986. Den första kritiska operationen var att separera Viking från Spot, verifiera den rumsliga orienteringen och avfyra Vikings egen apogeeum-motor för att lägga Viking i sin slutliga bana, utfällning av de fyrtio meter långa bommarna, med associerad upp-spinning av satellitens rotation. Därefter följde några dagar av kontroll av alla tekniska system. Vid momentet att vrida satelliten rätt i förhållande till riktningen till solen, upptäcktes ett fatalt fel i programvaran, ett teckenfel som skulle ha vridit satelliten bort från solen, och därmed ha äventyrat strömförsörjningen från solcellerna. Så var det dags att överlämna Viking till de vetenskapliga grupperna, så att de fick verifiera experimentens funktion. UJO hade tilldelats den 28 februari för denna verifikation. Bland andra B, G och Georg Gustafsson fanns på plats på Esrange för att göra dessa kontroller. G var naturligtvis också spänd på om quick-look-plottarna, QLP, skulle fungera, även om det, formellt, var Rymdbolagets åtagande. Det var tre lyckliga forskare som, efter 100% framgångsrika tester, tog bilen till inkvarteringen i personalvillan vid IRF, Georgs tidigare bostad. Väl i villan började Champagnekorkarna

smälla, och vi kunde fira ett fantastiskt avslut på en flera år lång period av förberedelser, samtidigt som vi kunde glädja oss åt utsikterna till kommande mätperioder. Och Georg hade verkligen laddat upp med Champagne med tillbehör. Klockan var nog över två på natten innan vi kröp till kojs; Och Georg som hade planerat att flyga hem med ”fakiren” (Morgonplanet från Kiruna till Arlanda) följande morgon skulle ställa in klockradion på väckning när han kom åt radioknappen och fick höra nyheten att Olof Palme hade blivit mördad.

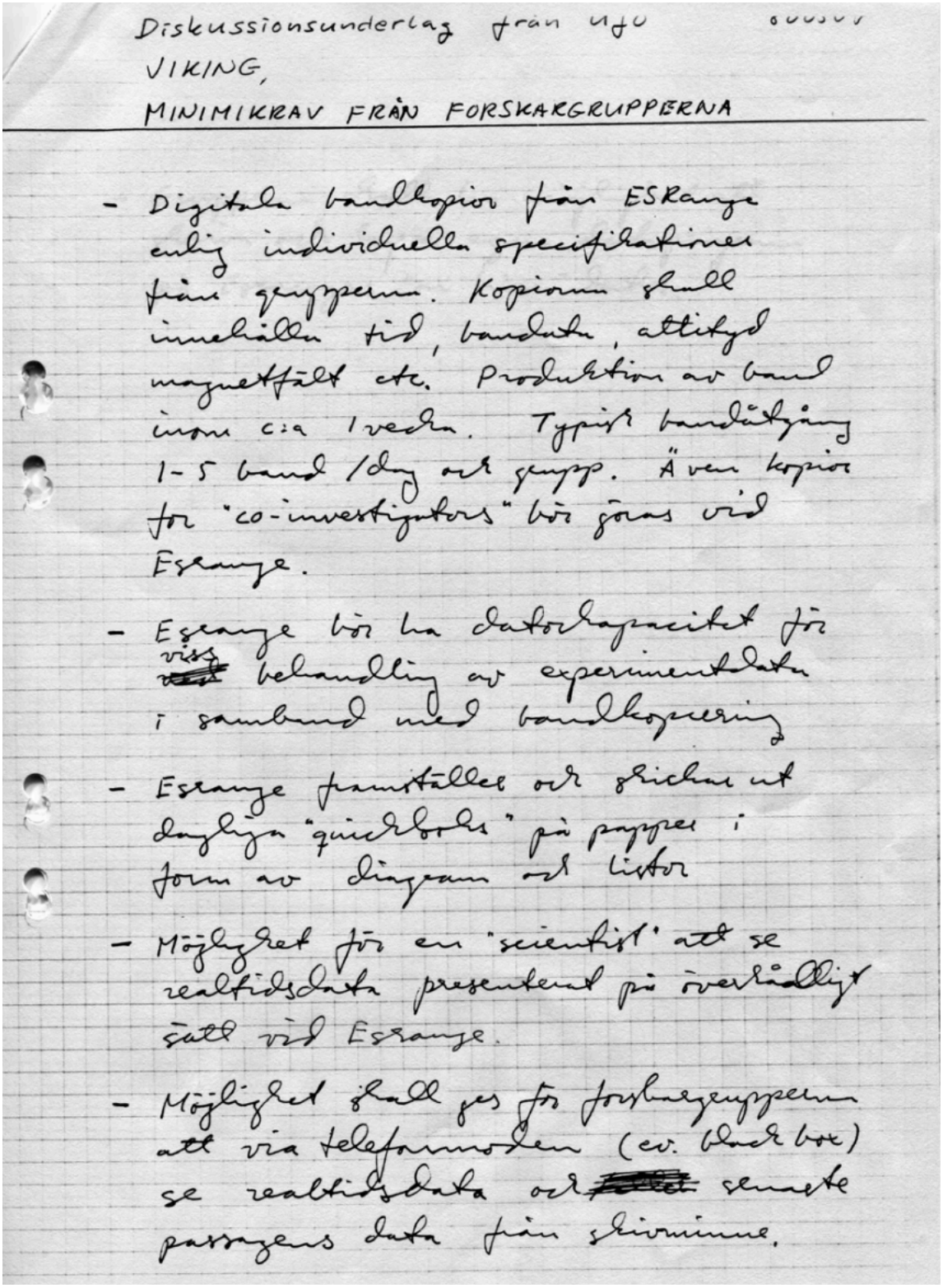


Det slog oss ganska snart, hur oprofessionellt händelsen tycktes handhas av ansvariga myndigheter: Otillräcklig avspärrning av mordplatsen - tomhylsorna hittades av privatpersoner; Inget omedelbart upprättande av vägspärrar; Lisbet Palmes konfrontation med den misstänkte sabbades av att Lisbet hade fått insyn i utredningen; Vi minns hennes kommentar: ”Det syns väl vem som är alkoholist” när hon pekade ut Christer Pettersson; Ignorerande av de två oberoende ögonvittnen, som än idag hävdar att gärningsmannen samtalade med paret Palme före skotten; Den parallella undersökningen, med politikerkoppling av Ebbe Karlsson; Hans Holmérs (som politruk snarare än professionell utredare) övertagande av utredningen; Domstolarnas sjabblande; Patetiskt försök till avslut av utredningen trettio är senare; med mera. Detta har förstås öppnat för ett stort antal konspirationsteorier, och misstro mot myndigheter. Vi känner igen bristen på professionalitet från flera andra svenska trauman: Estonia, Tsunamin, Sprängningen av Nordstream med mera; Vi saknar dig, Axel Oxenstjerna.

Ansvarig för driften av Viking var den tidigare UJO-medarbetaren, Lennart Björn. Viking sköttes av en grupp på fyra operatörer från ett kontrollrum på "Radarberget" på Esrange. Under satellitens nominella livslängd, åtta månader, fungerade satelliten i stort sett normalt. Men i oktober 1986 inträffade en kortslutning i en elektrisk shunt som användes för att bli av med överskottsefekt från solpanlerna. Denna kortslutning minskade tillgänglig ström ombord med 1,5 ampere och gjorde det svårare att håla satellitens batteri laddat. Den ogästvänliga strålningsmiljön i rymden minskade stadigt uteffekten från solpanelerna och den 12 maj 1987 gick det inte att hålla batteriet laddat längre och kontakten förlorades med Viking. Uppdraget var över efter 444 dagar.

Vikings kontrollrum på "Radarberget" på Esrange. Projektledaren under drift-fasen, Lennart Björn, vid satellitoperatörens arbetsplats.

En speciell fördel med Viking-projektet bestod i de planerade ”kampanjerna”, vilket innebar att samtliga experiment hade forskare på plats på Esrange, och kunde i realtid följa mätningarna. I tillägg till detta fick man inom någon timma kvicklook-plottarna, QLP, som sammanfattning av senaste mätningarna. Av speciellt intresse var förstås det avbildande experimentet vilket innebar att man kunde, i realtid, se norrskensovalens utbredning över de norra polarområdena. Kampanjerna täckte ungefär hälften av Vikings totala mättid, och var mycket uppskattade. Det var här man lärde känna varandra och varandras experiment, och därmed lade grunden för framtida, mer detaljerade analyser. Utformningen av den vetenskapliga centralen på redarberget, Esrange, samma korridor som den lilla driftscentralen, hade utformats i dialog med de svenska forskargrupperna på ett mycket informellt sätt, som väl illustreras av nedanstående meddelande från G till Rymdbolaget (Vadå e-post?):



Diskussionsunderlag från ugu
VIKING,
MINIMIKRAV FRÅN FORSKARGRUPPERNA

- Digitala bandkopior från ESRange enlig individuella specifikationer från grupperna. Kopiorna skall innehålla tid, bandata, attityd magnetfält etc. Produktion av band inom c:a 1 vecka. Typiskt bandåtgång 1-5 band/dag och grupp. Även kopior för "co-investigators" bör göras vid Esrange.
- Esrange bör ha datorkapacitet för viss behandling av experimentdata i samband med bandkopiering
- Esrange framställer och skickar ut dagliga "quicklooks" på papper i form av diagram och listor
- Möjlighet för en "scientist" att se realtidsdata presenterat på överskådligt sätt vid Esrange.
- Möjlighet skall ges för forskargruppern att via telefonmodem (ev. black box) se realtidsdata och senaste passagens data från skivminne.

Under en av kampanjerna på ESRANGE, skulle B skjutsa Georg G till flygplatsen i Kiruna. Han skulle återvända till Uppsala efter att ha varit med på ESRANGE några dagar. Det var middagstid och vi hade bilradion på och det blev nyheter. Tidigare på dagen hade man detekterat markant ökad strålning invid Forsmarks kärnkraftverk. Man hade ingen aning om varför strålningen fanns där och varifrån den kunde komma. Ansvariga vid Forsmarks kraftverk sade att i varje fall inte kom från Forsmark, varvid B säger till Georg ”Hur kan dom tro att det inte kommer från Forsmark när man mätt upp mycket höga strålningsvärden just

utanför Forsmark!”. Efter något dygn uppdagades dock den verkliga orsaken till strålningen som visade sig vara Kärnkraftverket i Chernobyl som hade exploderat och spridit radioaktivt soft över stora delar av Europa och där Sverige var särskilt drabbat.

Fr. v: Larry Zanetti, Georg Gustafsson, Gunnar Holmgren

Efter Vikings aktiva period hölls ett antal ”Viking Workshops”, som cirkulerade mellan de olika experimentatorernas hemländer, för att diskutera mer mogna Vikingresultat än man hade kunnat vid kampanjerna. Vid någon av dessa workshops frågade G, Alain Roux, föreståndare för CRPE i Paris om möjligheterna att spendera en tid i Paris med analys av Viking-data. Skicka bara ditt CV till mig så ordnar jag resten var hans svar. Sagt och gjort, G skickade sitt CV och inom några veckor var det ordnat med ett anslag från den franska vetenskapliga organisationen CNRS (Centre National des Études Spatiales). G fyllde sin PC med så mycket Viking-data som fick plats och skickade den med speditör till Paris, och tog, någon vecka senare, bilen ner till Paris. Första stoppet på färden till Paris blev vid UJO för att fylla på med ytterligare data. Här dyker Alain Hilgers, vår franske stipendiat sedan en tid, upp och säger: Jag hänger med till Paris. Jättebra, G fick sällskap och avlösning vid ratten på vägen till Paris.; I Charleroi, nära gränsen mellan Belgien och Frankrike, bestämde vi oss för att övernatta. Där fick G en första lektion i skillnaden mellan svensk och fransk kultur. G tänkte att vi letar väl upp ett bra hotell, så kan vi gå ut och ta någon snabbmat sedan. Otänkbar strategi för Alain: Vi letar upp det billigaste hotellet vi kan hitta och sedan går vi ut och hör vi oss för var vi kan hitta den bästa restaurangen som kan servera en fullständig meny; Och så blev det. Nästa lektion fick G efter passagen av gränsen till Frankrike: Vi behövde fråga om vägen någonstans och såg ett gäng som tycktes höra hemma här. Alain sade: *Gå ut och fråga du, för i nordfrankrike hatar dom Parisare, och dom hör direkt på min dialekt att jag kommer därifrån.*

Installationen på labbet i Issy-les Moulineaux gick bra. G:s PC var redan uppställd, så det var bara att sätta igång där han slutade i Uppsala. Det var således inte dataanalysen som föranledde G:s vistelse i Paris; Snarare då ett behov av miljöbyte och möjligheter att knyta nya kontakter. G fick bra kontakter med gruppen i Issy-les Moulineaux, och kunde till och med någorlunda följa seminarierna på franska. G deltog också i ett symposium: ”Groupe de Travail sur la Turbulence du GdR Plasmae, Reunion du 19 Novembre 1991” med en

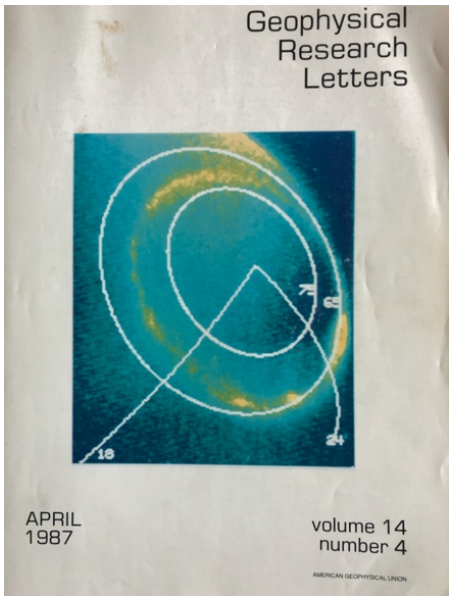
presentation av UJO:s Viking-resultat, och medverkade även som en del i CNET/CNRS deltagande i ett vetenskapligt möte i München. Arbetsdagens höjdpunkt var förstås lunchen (vad var det vi sade om den franska kulturen nyss?) då det serverades en delikat trerättersmeny på institutets restaurang (samlokaliserad med France Telecom). Det var viktigt att hela gruppen samlades i korridoren inför lunchen och avmarscherade tillsammans på anförarens för dagen uppmaning: ”on y va”! Dagens andra höjdpunkt inträffade direkt efter arbetets slut för dagen, då lektionen på Alliance Français tog vid. (Här bröt G ibland mot konventionen att man inte går hem från jobbet före chefen, men G förutsatte att man hade överseende med en utlänning som inte förstod bättre) Språket var ett av skälen att G önskade en sammanhängande vistelse i Paris, så anmälan och inträdestest i Alliance Français var en av de första åtgärderna efter framkomsten. Språklektionerna var effektiva, med läxor varje dag och en algerisk ”fröken” som inte talade annat än franska. Visst, G klarade slutprovet och fick sitt diplom i slutet av kursen, men det betyg som G sätter främst var när han skulle, per telefon, boka flygbiljetten hem. Air France agenterna hade alltid tidigare bytt språk till engelska efter några meningar, men den här (sista) gången flöt hela samtalet på franska. Bästa språkövningen fick G kanske genom att en av kursdeltagarna bodde nära G, så de fick, nästan varje dag, en entimmes promenad hem under livligt samtal på deras enda gemensamma språk som var franska. G:s vistelse i Paris ägde rum under sommarhalvåret och in på hösten 1991. Vid den tiden började konflikten/krigen i Jugoslavien att växa. G:s studiekamrat kom från Jugoslavien och hade rötter i alla de tre initialt drabbade delarna: Slovenien, Bosnien-Hercegovina och Kroatien, så det föll sig naturligt att en del av våra samtal rörde sig om dessa frågor. En eftermiddag kom hon inte på lektionen, vilket var ovanligt. Det visade sig att hon varit och vinkat av sina föräldrar vid tåget, och ville att vi skulle träffas över en kopp kaffe på bistron i bottenvåningen på mitt hus. Hon var ledsen och behövde lugna ner sig innan hon gick hem till sin femåriga dotter. ”Jag kommer nog aldrig mer att träffa mina föräldrar” var hennes första ord när vi träffades på bistron. Hennes pappa hade svår cancer och skulle bara leva några månader, men hon tänkte nog också på kriget, och problemen för hennes mamma i Bosnien-Hercegovina. Kriget i Jugoslavien kom alltså att bli mycket konkret för G, och han förstår fortfarande inte hur människan är funtad, när grannar och nära vänner plötsligt kan vända sig emot varandra och begå de mest avskyvärda övergrepp grundade på etnicitet. Tyvärr ser vi tendenser till detta även i dagens svenska samhälle, med identitetspolitiken, där man delar upp mänskligheten i goda och onda.

Under semesterveckorna fick G sällskap av Birgitta och Sara, deras femtonåriga dotter. För Sara var det väl inte optimalt att bo med mamma och pappa i Paris, när hon hade kunnat vara tillsammans med sina kompisar i Uppsala. Hon uppskattade emellertid den rundtur i bil som vi gjorde till Bretagne och Normandie. När vi övernattade i ett litet slott i Avrange, förmedlat av ”Gites de France”, dristade vi oss till att besöka byns lilla krog; Ett primitivt ställe utan skylt och med en öppen eld mitt på golvet i ett, sparsamt möblerat, mörkt rum. Efter en stund hör vi någon som frågar, på göteborgska, om vi är svenskar. Det visade sig att en av byborna hade varit gästarbetare i Göteborg i flera år. De fick en oförglömlig kväll på den lilla bykrogen. Birgittas och Saras sejour i Paris avslutades genom att köra genom Tyskland, med uppehåll i Rhendalen, och en avstickare till Berlin, som fortfarande bar en del tecken på den tidigare delningen.

G hade hört talas om ”sexmånadersregeln” innebärande att man själv kan välja beskattningsland om man arbetar minst sex månader utanför sitt ordinarie beskattningsland. Vi slutet av vistelsen tänkte G att man kan väl prova, och traskade upp till den lokala skattemyndigheten. Intressant: Där blev man placerad på den sista stolen i en rad som fanns uppställd längs en lång korridor. På stolarna satt bara invandrare och så G. För varje ny klient

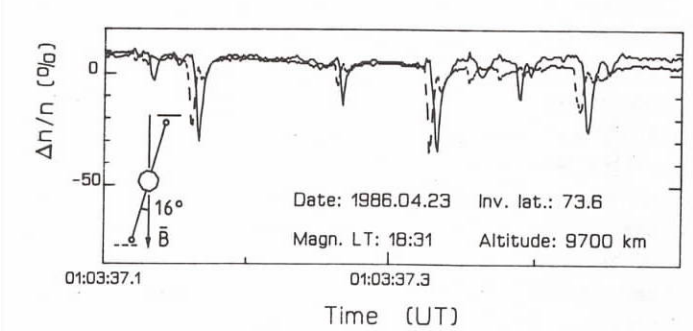
som blev betjänad flyttade alla ett steg i stolsraden. Till sist blev det G:s tur att stiga in genom dörren i korridorens ände, och G förklarade, på franska, sitt ärende, ifall sexmånadersregeln kunde vara något för G. Vi upprättar väl en deklaration så får vi se, svarade tjänstemannen. Sagt och gjort; Vi fyllde gemensamt i en komplett inkomstdeklaration. Då vi kommit till slutet gick han för att räkna ut skatten. Resultatet blev noll Franc i skatt eftersom G hade två hemmaboende barn, och Frankrike har höga skatteavdrag för hemmavarande barn (ersätter antagligen våra barnbidrag). Voila, G bad om ett intyg att han hade fullgjort sina skatteförpliktelser i Frankrike, att ta med till de svenska skattemyndigheterna, och slapp därmed att betala skatt för 1991.

Ett framgångsrikt nytänkande som vi på UJO kan tillgodoräkna oss, är att flyga Langmuirprober i så kallad Interferometermod, det vill säga att operera två rumsligt separerade prober på det sätt som vi beskrivit tidigare i denna berättelse. Såvitt vi vet är Viking den första satellit som flög ett interferometer-experiment. Teorin och tekniken utvecklade vi i nära samarbete med Cornell University, Ithaca, New York; Bland andra G och Paul Kintner. Med hjälp av detta experiment kunde vi kartlägga driftshastigheter för plasmairregulariteter, fashastigheter för plasmavågor och vinkelräta elektriska fält.



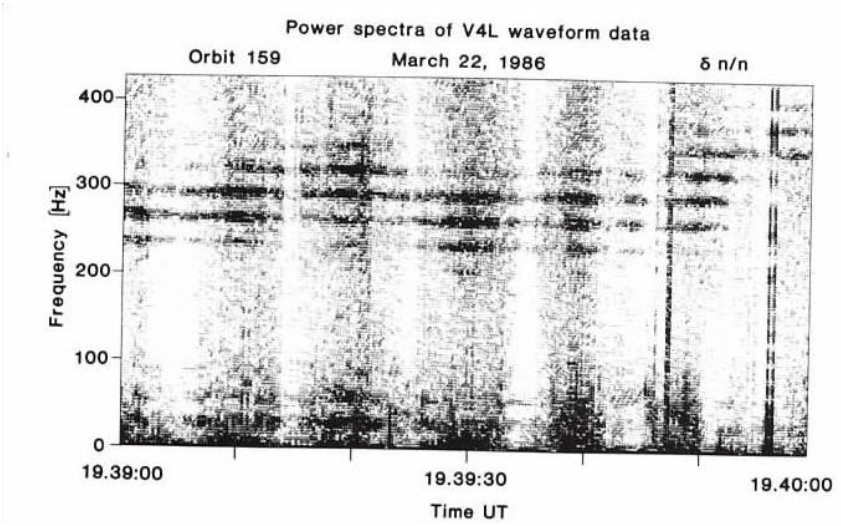
G och Paul Kintner gjorde en allmän kartläggning av irregulariteternas förekomst och belägenhet. De skriver i Viking-numret av Journal of Geophysical Research [översatt från engelska]:
Småskaliga (< 1 km) plasmairregulariteter har tidigare observerats in situ från E regionen till en höjd på 8000 km. I den här artikeln rapporterar vi resultat från Vikings plasma -våg-experiment vilka utvidgar mätningarna av höghöjdsirregulariteter på två sätt: (1) vi har uppmätt elektrontäthetsfluktuationer till en höjd på 13 500 km och (2) för första gången användes mättekniken till att härleda fashastigheter från in situ mätningar.
Man sammanfattar slutsatserna bland annat sålunda:
De småskaliga, icke-dispersiva, långsamt drivande plasmairregulariteterna observeras överallt längs Vikings bana.
De spatiella irregulariteterna driver vinkelrätt mot det omgivande magnetfältet med en hastighet som motsvarar det omgivande plasmats konvektionshastighet.

Irregulariteterna observeras i storlekar ner till lokala gyroradien för protoner och observeras i höjdområdet 8000 – 13500 km. Sådana småskaliga irregulariteter kan inte vara projicerade från den lägre jonosfären, utan måste ha skapats i eller ovanför jonosfärens övre skikt.



Mätningar från Langmuirproben på Viking

Den kanske mest spektakulära upptäckten med Vikings dn/n-instrument, var förekomsten av små solitära strukturer, associerade med svaga dubbelskikt, av betydelse för acceleration av norrskenspartiklar. Sådana strukturer hade, i och för sig, detekterats redan med den amerikanska S3-3-satelliten, men Viking kunde ge väsentlig ny information som: tids- och rumsutsträckning, rörelseriktning, grad av täthetsförtunning och förhållandet mellan täthet och elektrisk potentialfördelning. Boström och medförfattare sammanfattar:
Vårt Viking-experiment har verifierat och väsentligt utvidgat tidigare observationer av solitära strukturer i det magnetosfäriska plasmat. Strukturerna har visat sig ha liknande egenskaper som i vissa laboratoriesimuleringar. Beroende på det totala potentialfallet, kan strukturerna klassas som SW, solitära vågor, och WDL, svaga dubbelskikt, eller med andra ord som symmetriska eller asymmetriska jonhål.

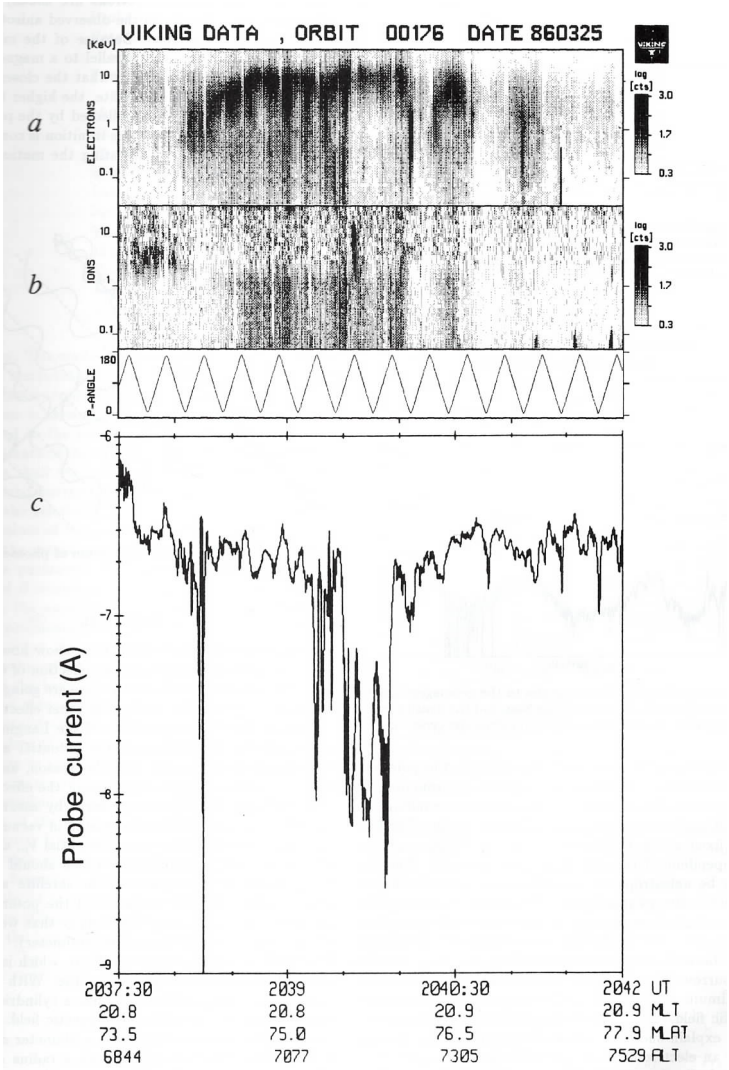


Mätningar från Langmuirproben på Viking

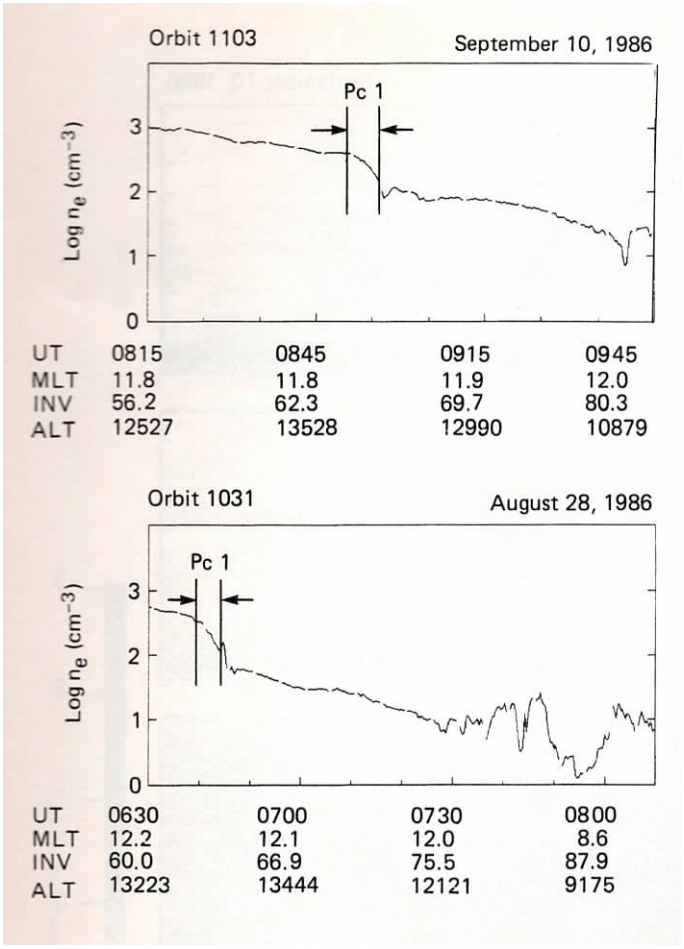
Vikings vågexperiment var först med att upptäcka bandade strukturer av joncyklotronvågor i magnetosfärplasmat. Koskinen med medförfattare skriver [översatt från engelska]:
Under de första månaderna av mätningar detekterade den svenska magnetosfärsatelliten Viking, flera exempel på plasmavågor med spektra karakteriserade av protongyrofrekvensen. Även om protongyrofrekvensen karakteriserar alla observationerna ser man stora variationer från spektrum till spektrum. Olika band exciteras och emissionerna är lokaliserade inom

olika delar av frekvensbandet vid olika tidpunkter: Ibland högre och ibland lägre och ibland mittemellan. Vågornas amplituder är små, av storleken 1 mV/m eller mindre. Vissa av dessa vågor tycks inte ha rapporterats tidigare, så vi presenterar här ett representativt exempel som mättes på en höjd av 13 000 km på geomagnetiska fältlinjer som är förbundna med norrskensovalen på morgonsidan. Generationsmekanismen är fortfarande okänd, men samtidigt mätta partikelspektra indikerar att det finns fri energi i förlustkonen för den heta jonpopulationen. Om förlustkonen utgör energikällan, skulle dessa vågor vara av betydelse för utfallet av protoner i diffust norrsken.

Viking var också först med att registrera plasmatäthetsminskningar med hög upplösning i samban med AKR (Auroral Kilometric Radiation) i accelerationsområdena. Hilgers och medförfattare skriver: *När AKR genereras inom accelerationsområdena, kan den termiska plasmatätheten bli så låg som 1 cm^{-3}. Kanterna av strukturerna är skarpa, och kan vara så liten som 1,4 km. Detta är första gången som täthetsmätningar av termiska elektroner har gjorts inom tydligt definierade AKR källområden, med tillräcklig upplösning.:*



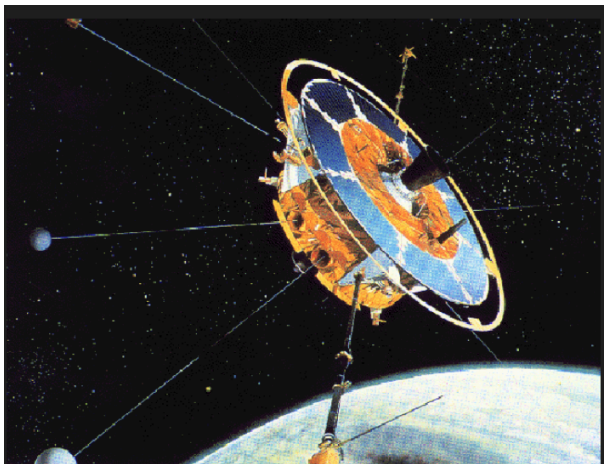
Mätningar från Langmuirproben på Viking



Mätningar från Langmuirproben på Viking

Vi har visat några exempel på unika nya upptäckter som gjordes med Langmuirproben på Viking. Eftersom Langmuirproben mätte bakgrundsplasmats täthet och temperatur praktiskt taget kontinuerligt, finns det även många exempel på att våra data har använts som bakgrunds- och stödobservationer till de andra experimenten på Viking. I ovanstående figur visas ett tillfälle då data från Langmuirproben användes för att identifiera ”plasmapausen”, det vill säga då Viking passerade gränsen från ett tätt plasma i ”plasmasfären” till ett tunnare plasma utanför plasmasfären. Figuren ingår i en studie av Erlandson och medförfattare från magnetfälts- och E-fältsexperimenten i en artikel med titeln: *Viking Magnetic and Electric Field Observations of Pc 1 Waves at High Latitudes.*

Willy Stoffregen var inte särskilt aktiv vid UJO efter sin pensionering. Vi antar att han koncentrerade sig på musiken, både komponerande och utövande. Willy ägnade också mycket tid åt upprättande och drift av ett hem för autistiska barn och ungdomar lokaliserat i Dalarna. Han tog det mycket hårt när föreståndaren för hemmet avvek från verksamheten i samband med ett ekonomiskt bedrägeri så att verksamheten tvingades upphöra. I mars 1987 bevistade han en konsert i Oslo, där man uppförde hans pianokompositioner. Dagen efter konserten fann man Willy död på sitt hotellrum. Vi, på UJO, blev alla mycket starkt berörda av detta och vi deltog alla i hans begravning i Helga Trefaldighetskyrkan och Gamla kyrkogården i Uppsala.



Freja-satelliten

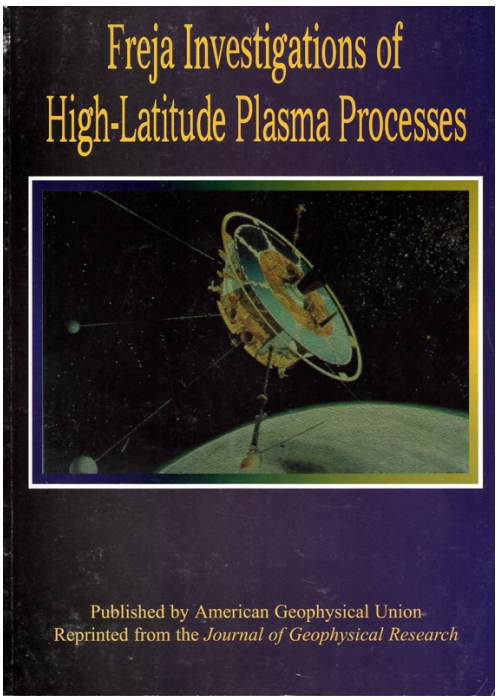
När Viking hade skjutits upp I bana och de vetenskapliga mätningarna hade kommit igång, dök ett nytt svenskt satellitprojekt upp. Rymdbolaget hade några år tidigare avtalat med den Kinesiska rymdstyrelsen om att på en kinesisk raket få sända upp en svensk satellit. Planerna hade från början handlat om Mail-Star, en satellit för hantering av meddelanden över hela jorden. Meddelanden skulle kunna sändas upp till satelliten, när man hade kontakt med den, och kunna hämtas ner till mottagaren var som helst på jorden. Detta var alltså före internet och den utveckling vi nu känner till, en utveckling som gjorde Mail-Starprojekt överspelat. Kontraktet med Kina fanns dock kvar och borde användas för något annat. Detta annat blev Sveriges andra satellitprojekt FREJA. Kostnaderna för att bygga en hel satellit bedömdes dock alltför höga för att finansieras enbart med svenska medel, så förhandlingar inleddes med Tyskland som då gick in i projektet och tillförde medel så att det kunde startas.
Den bana som den Kinesiska raketen ”Långa Marchen II” kunde erbjuda var dock inte optimal för norrskensstudier eftersom banans inklination var relativt låg vilket kom att ligga oss i fatet när det gällde att få in samarbetspatners. Dock var chanserna att nå upp till norrskenets breddgrader relativt hyfsade, så den vetenskapliga inriktningen blev åter norrskensstudier liksom för Viking-projektet.

Satelliten kom att omfatta 8 vetenskapliga instrument, F1 för DC-elektriska fält (KTH), F2 DC Magnetfält (APL Baltimore), F3 energirika partiklar (IRF Kiruna), F4 vågor och plasmatäthet (IFR-U) samt två tyska och två kanadensiska experiment.
Till projektledare för F4 utsågs B. Ansvaret för Vikingexperimentet V4L hade nu lämnats över till Georg Gustafsson så B kunde satsa all tid på detta nya projekt. Ett omfattande arbete inleddes med att ta specifikationer på experimentet. Vilka parametrar skulle mätas och hur skulle instrumentet byggas, vilka tänkbara samarbetspartners fanns som kunde bidra till både hårdvara och mjukvara.

Erfarenheterna av Viking och mätningarna kom att ligga till grund för specificeringen av F4. Denna gång skulle hela vågintervallet från DC upp till 4 MHz mätas av F4 och det hade varit naturligt att DSRI även denna gång hade deltagit, men av olika orsaker kunde man därifrån inte bidra denna gång. Det blev Cornell University med Paul Kintner som kom att svara för mätning av det högsta frekvensbandet av E-fältet. CRPE i Paris bidrog med en Search Coil Magnetometer (SCM) för mätning av magnetfältsvariationer. Den speciella mätteknik som introducerades i Viking V4L experimentet, den s.k. Wave Form tekniken, där signalerna

samplades och sändes till marken utan bearbetning ombord, hade visat sig vara mycket givande. Därför bestämdes att samtliga signaler skulle hanteras med denna teknik.

Frejasatelliten hade 6 st sfäriska sonder med 60 mm diameter. 4 av dessa hade förförstärkare som kunde kopplas om mellan E-fältsmod och täthetsmod, de övriga 2 användes enbart för E-fältsmätningar. Fyra av sonderna var monterade på wire-bommar om 10,5 m orienterade som ett kors varav två motstående hade omställbara förförstärkare. De övriga två var monterade på 5,5 meters motstående bommar orienterade mellan de långa bommarna, och som hade omställbara förförstärkare. Detta arrangemang möjliggjorde interferometriska mätningar över många olika prob-konstellationer.
De kvantiteter som mättes med Langmuir-sonderna var dels plasmatätheten (n) och de relativa variationerna i tätheten (dn/n). Förutom dessa sfäriska sonder fanns även en cylindrisk sond som introducerades för att studera egenskaperna hos en sådan sondgeometri.

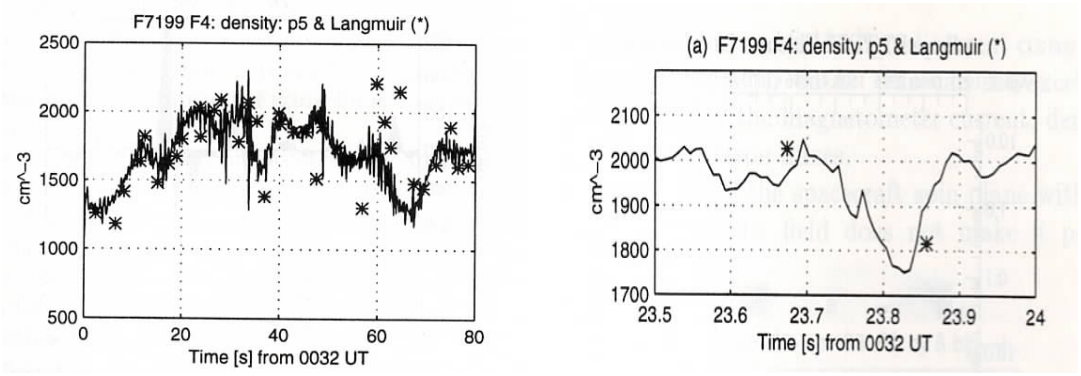


En ”nyhet” som introducerades i Freja-projektet var att experimentatorerna kunde skicka kommandon via internet till respektive instrument och på så sätt ändra mod och sättet instrumentet skulle köras på. Att skicka kommandon var möjligt när Freja kunde ses av ESRANGEs markstation. Denna möjlighet var mycket uppskattad av experimentatorerna och förvånade NASA eftersom det avvek stort från gällande rutiner för hantering av instrument på amerikanska satelliter.

Själva uppskjutningen av Freja var en minnesvärd upplevelse för deltagarna. Uppskjutningsplats var den kinesiska raket-basen i Gobi-öknen. Man utnyttjade ju en uppskjutning som ursprungligen hade upphandlats av Rymdstyrelsen för det svenska Mail-star-projektet. Innan Mailstar hade hunnit förverkligas hade emellertid den tekniska utvecklingen rusat förbi projektet, med ett växande internet och stormakternas kommunikationssatelliter. Själva Freja-satelliten hade fraktats till Kina i ett chartrat plan med medföljande teknisk personal; Från UJO vår elektronikingenjör Lennart Åhlén. Till själva uppskjutningen åkte en stor delegation från Sverige, med experimentens PI:s, Rymdstyrelsens och Rymdbolagets styrelser, Rymdbolagets projektledare Anna Laurin och Peter Rathsman, FMV:s projektledare, politisk representation med bland andra Per Unckel, dåvarande

utbildningsminister. Den senare delegationen reste reguljärt och från UJO deltog B. Det förefaller som detta var en stor händelse, inte bara för Sverige, utan även för Kina, och delegationen mottogs på VIP-nivå. Vid den utsatta uppskjutningsdagen deltog till och med kinesiska kommunistpartiets andre vice ordförande. Det var pampigt att bevittna hur kineserna, vid varje vägkorsning, längs bussfärden hade placerat ut soldater som gjorde strama hälsningar när processionen, på sin väg till uppskjutningen, åkte förbi. Till kinesernas stora besvikelse, blev man tvungen att inställa uppskjutningen den första dagen av något tekniskt skäl. Vid andra dagens nedräkning, då uppskjutningen verkligen skedde, fanns inte Andre Vice Ordföranden med och följaktligen uteblev även de paraderande soldaterna. Både B och Anna Laurin berättar att de trodde att uppskjutningen hade misslyckats då man vid Noll bara såg ett stort dammoln. Efter en tid kunde man emellertid andas ut och följa den perfekta raketuppskjutningen under en förvånansvärt lång tid. Skälet till detta var att platsen i Gobiöknen var något av det mörkaste som B någonsin upplevt, med en magnifik stjärnhimmel. När vi upplever mörker i Skandinavien har vi ju, på grund av närheten till polen, alltid ett visst ljus på himlen från norr även efter solnedgången. Här, i Gobiöknen, långt ifrån störande ljus och på lägre latitud, fick vi möjlighet att uppleva det perfekta nattmörkren och den magnifika stjärnhimlen som vi sällan får tillfälle att uppleva här hemma.

Frejas goda möjligheter att mäta plasmavågor gav nya möjligheter att, lokalt, härleda plasmatätheten både från Langmuirvågor och Langmuirprobens ström. Ett sådant exempel ges i Figuren nedan i en översikt och detalj från bana 7199.



Mätningar från Langmuirproben på Freja

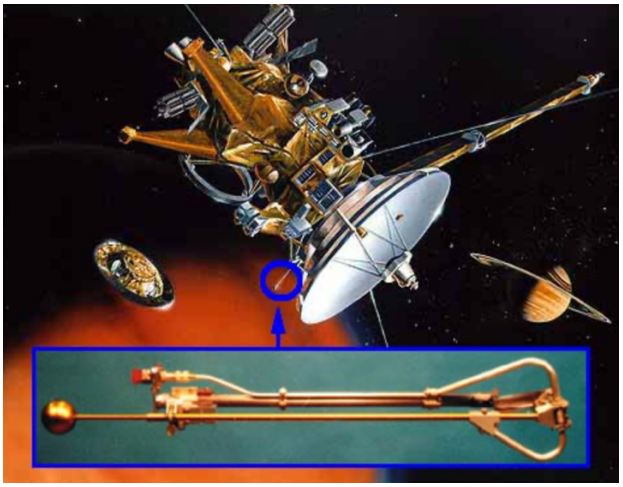
En isprinsessa som gör sin piruett avslutar den oftast genom att sträcka ut armarna rakt ut från kroppen för att sakta ner den snurrande rörelsen. Än effektivare skulle detta bli om hon hade haft tyngder i sina händer. Inom fysiken förklarar vi detta fenomen med ’rörelsemängdens bevarande’. Samma sak händer när man fäller ut, eller släpper ut bommar från en spinnande (snurrande) satellit eller sondraket. Den spinnande rörelsen saktar ner. På satelliter vill man oftast behålla spinnet för att bibehålla stabiliteten och vissa experiment är utformade för att dra nytta av spinnet. Man måste därför ’spinna upp’ satelliten före eller efter bomutfällningen. Detta gör man genom att ’ta spjärn mot’ det jordmagnetiska fältet genom att driva en elektrisk ström i spolar ombord. Man skulle också kunna tänka sig att nyttja små raketdysor för ändamålet. Vad skulle hända om isprinsessan, under sin piruett skulle sträcka ut bara en arm? Förmodligen skulle hon tappa balansen och tratta på ändan på den glatta isen. I satellitfallet, är balansen noga uträknad, och skulle en tung eller lång bom fallera att fällas ut som avsett, riskerar man att hela satelliten kommer i obalans som, i värsta fall, inte kan rättas till. Det är alltså av yttersta vikt, för hela projektet, att alla bommar fungerar som avsett.

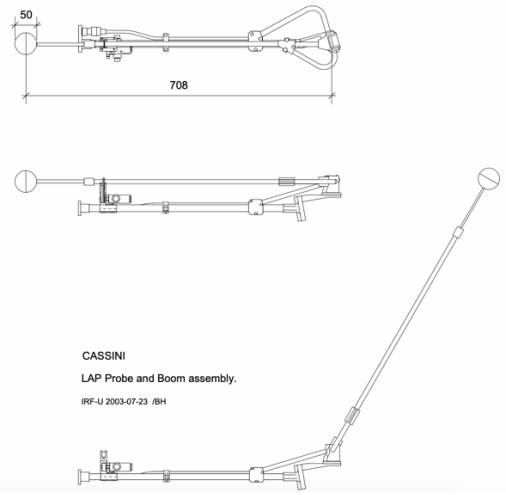
Det är alltså mycket att tänka på och ta hänsyn till när man skall konstruera ett bomsystem. Som regel vill man kunna få ut proben så långt ut från farkosten som möjligt för att minimera störningarna av plasmat. Kroppar såsom raketpayload, satellitkropp, andra bommar och system, liksom den egna bommen, stör plasmat varför tolkning av de data som proben mäter, kan bli komplicerad.
Varje projekt är unikt och framtagningen av bomsystemen måste skräddarsys för att alla krav skall kunna uppfyllas. Det finns exempel på mycket grov mekanik och ett är ett raketprojekt som UJO deltog i på 70-talet. Det var en payload som MISU hade byggt och vi skulle placera en Langmuirprob på den. Utrymmet vi hade till förfogande var tämligen begränsat, men vår bom måste vara mycket tung för att kompensera för en bom för ett annat experiment placerad på motsatta sidan av payloaden. Som extra tyngd använde vi då en ungefär 20 cm lång 60 millimeters u-balk av stål som bas för vår bom. Bommens längd blev i det fallet ungefär 20 cm vilket inte var optimalt men det bästa som gick att åstadkomma.

På de svenska satelliterna Viking och Freja användes trådbommar. Tråden, som består av ett antal elektriska ledare omgivna av en skärmfläta, kan göras mycket lång. Tråden före utfällning är upplindad på en spole och utfällningen görs med hjälp av en elektrisk motor, och kan göras mycket kontrollerat. Vikings trådbommar var 40 m långa varvid avståndet mellan proberna blev drygt 80 m. Freja hade 6 liknande bomsytem men med längderna 10 meter för fyra och 7,5 meter för de övriga 2. Med trådbommar kan man alltså placera proberna långt ut från satellitkroppen, vilket är att föredra.
Proberna, som monteras på trådbommar och därmed hamnar långt från elektroniken, måste ha förförstärkare för att mätningen skall kunna utföras med hög tidsupplösning. Förförstärkarna monteras som regel inne i proben, men kan också monteras i en särskild låda nära proben.

Cassini: Det första interplanetära projektet som IRF-U deltog i var Cassini-Heugens. Projektet var ett gemensamt projekt mellan ESA och Nasa där ESA ansvarade för Heugens, en farkost som skulle mjuklanda på månen Titan, och NASA för moderfarkosten. Vi hade fått möjlighet att delta med en Langmuir-probe på huvudfarkosten. Proben var sfärisk med en diameter om 50 mm och ytbehandlad med Titan-Nitrid (TiN). Bommen som vi kunde få plats med var

relativt kort, endast c:a 70 cm, och placerad relativt nära den stora parabol-antennen. Men bättre det än inget. Vi hade kommit med som medexperimentatorer till ett instrument från Iowa, som hade ett stort och omfattande experiment.
Resultatet från projektet visade att data från vår Langmuir-probe var väl så bra jämfört med övriga och användes till och med för att kalibrera andra instrument.



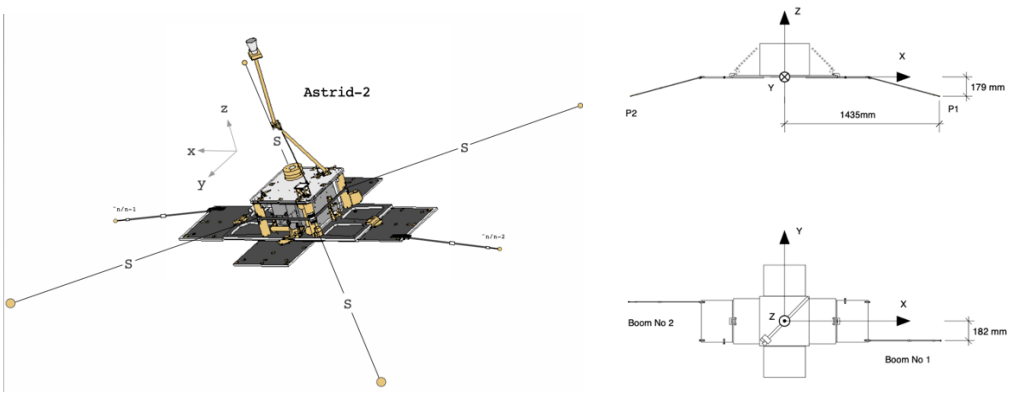


Bilden visar Cassini med placeringen av Langmuir-probe samt skisser på proben med bomsystem.

Rosetta: Nästa interplanetära projekt UJO deltog i var ROSETTA. Även här var det med Langmuir-porber, två stycken denna gång. Proberna var även här tillverkade av Titan och ytbehandlade med TiN. De två bommarna var tillverkade i Spanien och var c:a 2 meter vardera. Även denna gång måste konstruktionen av proberna och bomsystemen kompletteras med stöd för proberna så att vibrationerna under uppskjutningen skulle dämpas vilket annars skulle riskera haveri på systemet.

Astrid-2: Mot slutet av 1990-talet uppstod möjligheten att genomföra ett svenskt satellitprojekt med en mycket liten satellit, stor som en ordinarie over-headprojektor, och som skulle skjutas upp i bana med en rysk raket. Vi skulle få följa med när man skulle skjuta upp en rysk övervakningssatellit från Plesetsk på Kola-halvön. Den planerade banan var inte optimal för norrskensstudier men skulle ändå nå tillräckligt höga latituder för att det skulle bli intressant.

Även i detta fall skulle vi ha två Langmuir-prober med men den lilla farkosten medgav inga långa bommar. För att få så stort avstånd mellan de två proberna som möjligt placerades bommarnas bas längst ut på de yttersta hörnen av solpanelerna och i infällt läge längs två av panelernas sidor. Det fanns inget särskilt kommando som vi kunde utnyttja för att initiera utfällning av bommarna. Vi måste därför utnyttja rörelsen av de yttre solpanelerna när de fälldes ut får att även släppa ut våra bommar. Med tanke på de fyra kabelbommarna från KTH, skulle våra bommar vinklas ner, bort från det plan där trådbommarna skulle fällas ut.



Bilden visar Astrid-2 till vänster och skisser på våra bomsystem placerade ute på hörnen av de utfällda solpanelerna.

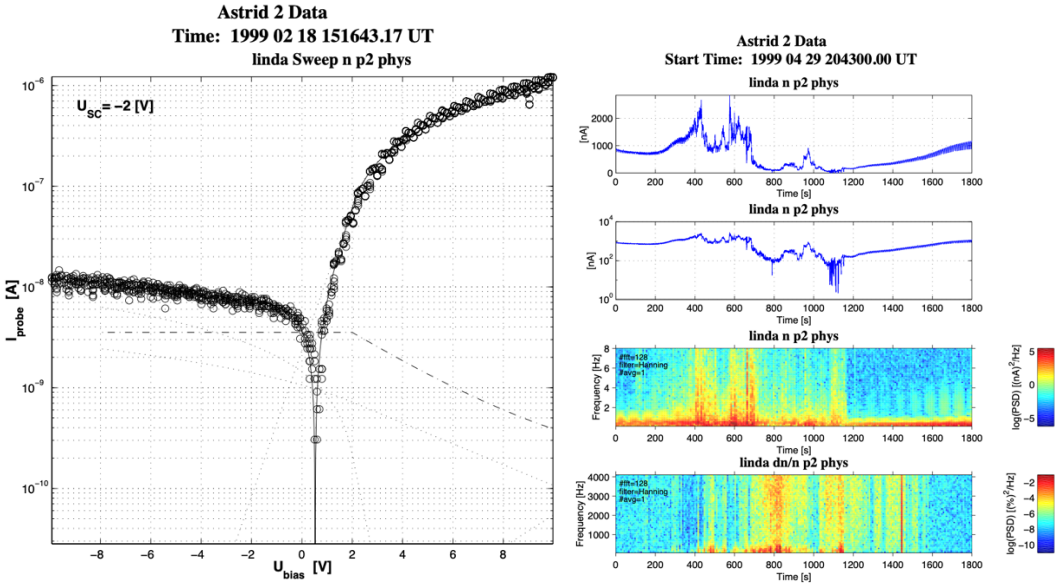
E-fältexperimentet från KTH bestod av fyra prober monterade på utfällbara kabler. Det var en ny typ av bomsystem som för första gången nu användes på Astrid-2. De fyra bommarna, 3,35 m långa, hade där lindats runt satellitkroppen, och fälldes ut med hjälp av satellitens spin och ett sinnrikt motorstyrt styrband. En fiffig lösning vilken var det vinnande bidraget i en tävling bland teknologerna på KTH om vem som kunde konstruera ett användbart bomsystem för den relativt lilla satelliten.

Fr. v Bengt Holback, Jan Bergman, Lennart Åhlén, Tobia Carozzi, ?

Funktionalitet är alltså det övergripande kravet. Varje projekt är unikt och har specifika krav därutöver. Dessa omfattar normalt: Vikt, tillåtna material och ytbehandling, volymrestriktioner, placering, utfällningsmekanism, strålningsskydd, termiska krav, elektromagnetisk utstrålning, strålningsskydd för elektronik och kablar, skaktålighet, åldringsbeständighet med mera. Alla dessa krav granskas under de normala utvecklingsfaserna (engelska benämningar): Feasibility study; Conceptual design; Architectural design; Detailed design, alla med formella ’reviews’ på projektnivå. Då

utformningen klarat av dessa utvecklingsfaser, tar tillverkningen vid med tillverkning av en ’spare’ och ett ’flight’ -exemplar. Dessa går sedan igenom testcykeln med bland annat: Skaktester; Funktionstester; Termiska- och vakuumtester. Bland specifika krav för de ovan illustrerade projekten Cassini och Astrid-2, kan nämnas: Krav på fjäderdriven utfällning för Cassini och placering ytterst på solpanelerna, utanför värmefilten, och ingen aktiv utfällningsmekanism för Asterid-2. UJO har hittills, under B:s ledning, levererat bommar till projekten: Cassini, Astrid, Juice. Alla har fungerat bra i skarpt läge. De många testerna vid ESAs anläggning ESTEC i Frascati, Italien, och vid andra testanläggningar, har givit oss ovärderlig erfarenhet, som nu ingår i den kunskaps- och erfarenhetsmassa som gjort UJO till världsledande i ’interplanetära Langmuirprober’

Astrid-2 sköts upp 10 december 1998 från den ryska kosmodromen Plesetsk. Inte heller i detta fall svek oss Langmuirproben, vilket nedanstående två datautskrifter visar, den första ett nära perfekt Langmuirsvep som ger högkvalitativa värden på både elektrontemperatur och plasmatäthet. Den andra Figuren visar, lika högkvalitativa, vågdata från Langmuirproben.

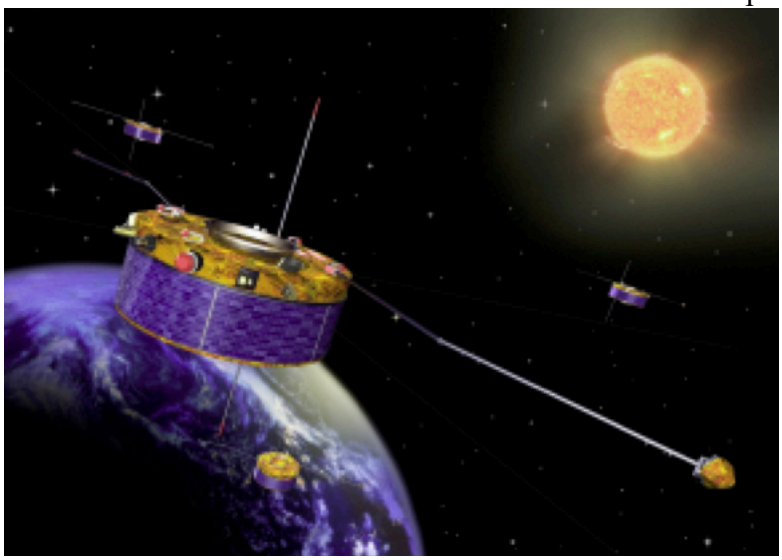


Mätningar från Langmuirproben på Astrid-2

Det var nog många av oss som, flera år i början av nittiotalet, saknade de årliga löneuppräkningarna. Det hängde förstås ihop med den finanskris som drabbade Sverige speciellt hårt. Till stor del berodde krisen på avskaffande av kreditregleringar för bostadsmarknaden och kontroll av valutan som gav upphov till sviktande statliga finanser. Många fastighetsbolag gick i konkurs, och Nordbanken måste räddas genom förstatligande. 1992 havererade den fasta valutakursen på grund av fastighets- och valutaspekulation. Vi minns nog alla hur Riksbanken, med Bengt Dennis, under en period höjde reporäntan (eg. marginalräntan) till 500%.

Den stora politiska händelsen i decennieskiftet 1990 var Berlinmurens fall. Efter andra världskriget delades Tyskland upp i fyra ockupationszoner, var och en administrerad av segrarmakterna: Ryssland, USA, Frankrike och Storbritannien. Den forna huvudstaden, Berlin, låg inne i den ryska zonen, men staden delades ändå upp i fyra ockupationszoner. Den ryska zonen bildade ”Deutche Demokratische Republik, DDR”, vanligen kallad Östtyskland. Västmakternas zoner förenades i staten Västtyskland. Den 9 november 1989 meddelade Günter Schabowski som talesperson för politbyrån i DDR att nya reseregler skulle ge alla östtyskar möjlighet att resa utomlands, i stort sett med direkt utresetillstånd, även via gränspassager till Västberlin. På en direkt fråga om när, tvekade han och svarade sedan att det skulle vara från och med nu. Det var egentligen ett missförstånd, men människor började omedelbart strömma mot gränspassagerna, där vakterna inte fått någon information om ändrade regler. När trycket bara fortsatte öka från folkmassorna, insåg man att gränsen inte längre kunde hållas stängd, och gränsen öppnades för gott, och muren började rivas. Så småningom drogs de Sovjetiska trupperna tillbaka från Östtyskland. Genom ett fördrag 15 mars 1991 reglerades slutligen förhållandena mellan Västtyskland och Östtyskland och det återförenade Tyskland blev slutligen en suverän stat. Idag (2024) har alla de forna ockupations-/segrar-makterna, utom USA som fortfarande har cirka 37 000 trupper i Tyskland, lämnat det återförenade Tyskland.

1990-talets dominerande händelse för UJO var förberedelserna för Cluster-projektet.



Cluster-satelliterna

Cluster är ett viktigt projekt för ESA. Det föreslogs redan 1982 som en av hörnstenarna i ESA:s ’Horizon 2000’-program. Efter sedvanliga möjlighetsstudier och en fas A-studie

tillsammans med NASA, gick det ut en ’Announcement of opportunity’ till forskarsamhället i mars 1987, och experimenten valdes ut i mars 1988. Uppskjutningen var planerad till maj 1996 på den första Ariane-5 uppskjutningen. Ett av de antagna experimentförslagen kom från UJO/KTH. Projektet består av fyra satelliter som flyger i en formation (tetraeder) som möjliggör distinktion mellan rums- och tidsvariationer i magnetosfären. De viktigaste områdena för studium var: solvinden med shockfronten, magnetopausen, kuspen, magnetsvansen och norrskenszonen.

Den misslyckade uppskjutningen av Cluster-satelliterna

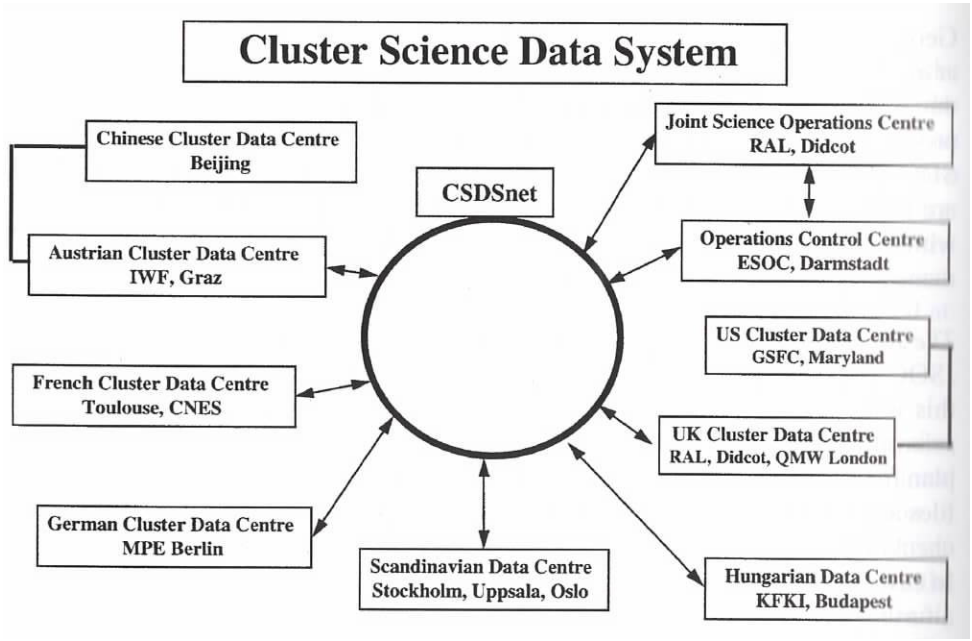
Uppskjutningen ägde rum 4 juni 1996 med den första uppskjutningen av ESA:s nyutvecklade ’arbetshäst’ Ariane-5. Vad man inte hade testat speciellt för Ariane-5, men som hade varit i bruk på Ariane-4 under många uppskjutningar. var självdestruktionssystemet. Destruktionssystemet upptäckte direkt att accelerationen låg utanför toleranserna (egentligen var felet att accelerationen var så stor att representationen av den blev ett så stort tal att den inte kunde representeras inom den ordlängd (antal bitar) som accelerometern hade), och utlöste sprängning av raketen. Våra experimentboxar, som vi arbetat med i åtta år hamnade alltså i Mangroveträsken utanför raketbasen i Kourou, franska Guayana. Kort tid efter den misslyckade uppskjutningen samlades experimentatorerna (SWG), och beslutade att, om möjligt, återskapa nyttolasten genom att använda reserv-exemplaren (spare units) av experimenten, med avsikt att göra ett nytt försök till uppskjutning inom några år. För oss, som var inriktade mot dataanalys och mjukvara, erbjöd förstås detta alternativ, en möjlighet att finslipa analysverktygen ytterligare.

Låt oss vrida klockan tillbaka några år för att börja historien om UJO:s väg till databehandlings-verktyg för Cluster. En nyckelperson för hela upplägget är Anders Lundgren. Anders kom först till UJO för att skrota en gammal jonosond, för att sedan genomföra ett projekt att digitalisera jonosond-registreringarna och lagra dem på skivminne. Hans huvudkompetens låg emellertid på programvaruutveckling. Under ett år var han utlånad till

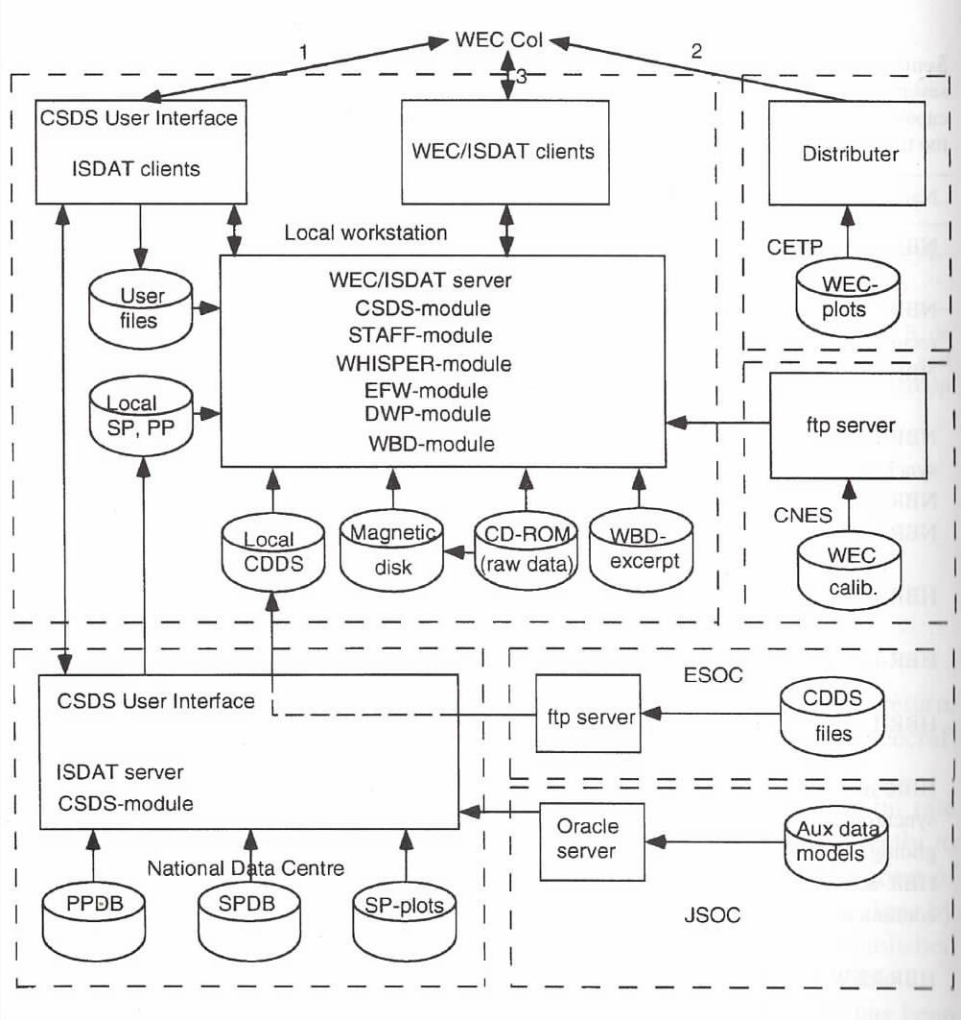
SSL i Berkeley, för att implementera mjukvara för styrning av E-fältsexperimentet för Viking-satelliten.

Cluster-möte vid SSL, Berkeley; med San Fransisco Bay Area i bakgrunden. Fr. v Gunnar Holmgren, John Wygant, Anders Lundgren, ?

Vid återkomsten från Berkeley hade Anders inspirerats av (det nya) UNIX-systemets arkitektur och föreslog en client/server-arkitektur även för våra vetenskapliga analysverktyg. Fördelen med detta skulle framför allt vara att datauppackningen, på ett elegant sätt, kunde separeras från själva analys- och presentations-mjukvaran. Sagt och gjort; Vi utformade ett generellt verktyg som vi gav namnet ISDAT (Interactive Satellite Data Analysis Tool), vilket först användes på Viking-data. ESA hade gjort stora ansträngningar att utveckla ett generellt verktyg för analys och presentation av vetenskapliga data, men inte lyckats särskilt bra. Man såg potentialen i ISDAT, och gav UJO ett uppdrag att göra programpaketet tillgängligt för en vidare krets. Till att börja med fokuserade man på vågexperimenten på Cluster, WEC, the Wave Experiment Consortium. Man etablerade en dataarbetsgrupp inom WEC, med G som ordförande och med ISDAT som det centrala programpaketet. Dessutom blev ISDAT även en del av Clusters system för att göra data tillgängliga för en vidare krets, CSDS, Cluster Science Data System. CSDS bestod av ett antal nationella datacentra, varav SDC, Scandinavian Data Centre, var en. G blev ’Data manager’ för SDC och Per-Arne Lindqvist, KTH, ’Data Centre Scientist’.



Att leverera ISDAT till ESA innebar att gå igenom de formella utvecklingsfaserna, som beskrivits i samband med leverans av bommar: Principiell design; Arkitekturell design; Detaljerad design. Framför allt innebar det att leverera indata för teständamål och förväntade resultat som utdata. Detta innebar en arbetsinsats fullt jämförbar med utvecklingen av hela programpaketet, och sysselsatte G under ett par års tid. Som testdata använde vi i stor utsträckning konverterade Viking-data, med tänkbara felkällor som: datagap, felaktiga tidstaggar, data utanför mätområdet med mera, som ISDAT skulle kunna klara av på ett kontrollerat sätt.



I ovanstående figur visas flödeschemat för vågkonsortiets databehandling; inte för att läsaren förväntas följa dataflödena, utan för att illustrera den centrala betydelse som ISDAT har i vågkonsortiets vetenskapliga dataflöde.

Så här beskrivs ISDAT för användaren på IRF hemsida [översatt från engelska]:
ISDAT är client-server system för åtkomst av vetenskapliga data, huvudsakligen utvecklat för och av vågexperimentkonsortiet på Cluster-satelliterna. Server-delen av ISDAT har moduler för att läsa olika typer av data, som sedan presenteras på ett enhetligt format för klienterna. På klient-sidan, har vi en hög-nivå generisk sök-klient igr, flera specialiserade klienter och API:er inte bara för C utan också för Matlab, IDL och Java. Detta ger en oerhörd flexibilitet för att komma åt data från olika källor (ISDAT servers, som kan vara utspridda över hela globen) på ett enhetligt sätt.

ISDAT kan köras på de flesta UNIX system, inklusive inte bara Linux, Solris, FreeBSD och HP-UX utan också MacOsX. Den kan också köras på VMS, och ISDAT klienter kan köras på Cygwin och MS Windows. ISDAT distribueras som källkod, som efter användar-konfiguration byggs med hjälp av Imake. ISDATs kärna får distribueras fritt, men vissa server-moduler för att läsa data från specifika instrument kan ha restriktioner. ISDAT server har möjligheter att förses med kontroll av tillgängligheten.

ISDAT system maintainers -- the ISDAT Hall of Fame:
Reine Gill (2005 --)
Tobias Eriksson (2001 -- 2004, deceased 2005)
Tobia Carozzi (1998 - 2001, now at the University of Sussex)
Anders Lundgren (1989 - 1997, now at IAR Systems)

För G, som ordförande i WEC Data Working Group, Mananger för Scandinavian Data Centre, SDC och dessutom medlem i det vetenskapliga teamet, CoI, innebar den här tiden intensivt arbete med många möten och utlandsresor var eller varannan vecka. Även för UJOs datagrupp blev detta förstås en intensiv period med många ”deadlines” att passa. Vi hade gått över från att programmera i FORTRAN till C och med UNIX som operativsystem i stället för Norsk Datas SINTRAN. Hela tiden fick vi emellertid snegla på VAX/VMS- miljön, eftersom allt skulle göras kompatibelt med denna miljö. Detta krav kom framför allt från våra nära samarbetspartners på KTH, Bengt-Harald Nilsson och Per-Arne Lindqvist. För G innebar denna period, samarbeten med alla WEC:s experimentatorer, men kanske framför allt med Chris Harvey, den ledande dataexperten bland de franska experimentatorerna och Steve Schwartz, med motsvarande funktion i England. Förberedelserna för dataanalysen inskränkte sig inte bara till programvaruverktyg, utan ett stort arbete lades ned på att dokumentera det teoretiska underlaget för analysen. Bland annat gavs det ut en bok av ISSY, International Space Science Institute i Bern, med Bengt Hultqvist som föreståndare vi den här tiden. Här kan nämnas förtjänstfulla sammanställningar i Anders Ericssons (UJO) kapitel om spektralanalys och Chris Harveys och Steve Schwartz kapitel om ’Time Series Resampling Methods’.

Frankrikes ’data-guru’, Chris Harvey, med fru på besök hos G och Birgitta i Nåntuna

Den återuppbyggda Cluster (Phoenix) sköts slutligen upp sommaren 2000 på en Soyuz-U/Fregat raket med lyckat resultat. Projektet som ursprungligen planerades för två års datatagning, är nu (2024) inne på sitt tjugofjärde år av mätningar. Vissa delar av instrumenten har förstås fallerat, men huvuddelen av mätningarna fungerar fortfarande som planerat och de ursprungliga vetenskapliga datasystemen är fortfarande i bruk, utan större ombyggnader.

esa

The European Space Agency awards this certificate to

Gunnar Holmgren

in recognition of your outstanding contribution made to Cluster’s exploration of Geospace

21 September 2005

S. Milan

D. J. Southwood A. Balogh P. W. Daly E. A. Lucek

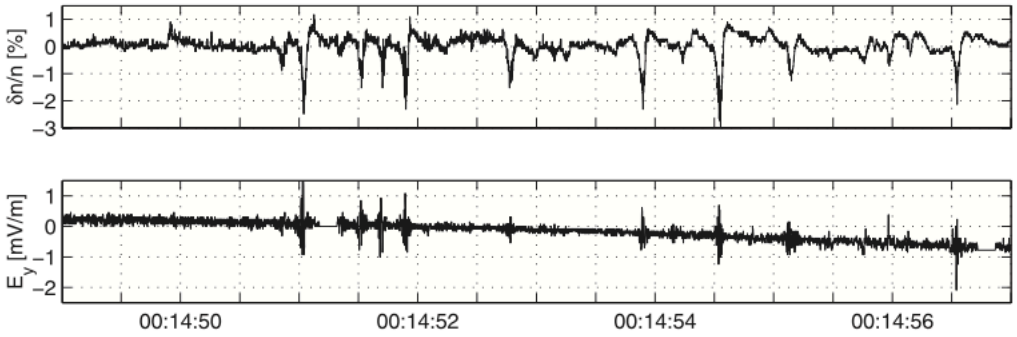
H. Opgenoorth H. Alleyne P. M. E. Decreau G. Paschmann

C. P. Escoubet M. Andre A. Fazakerley H. Reme

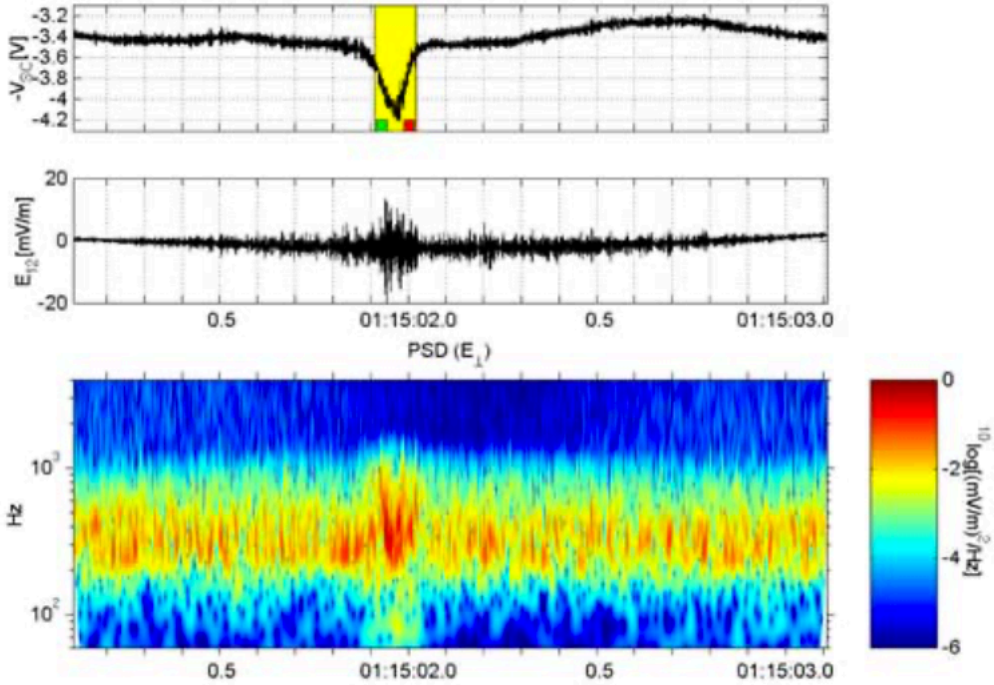
H. Laakso N. Cornilleau-Werhlin D. Gurnett K. Torkar

Langmuirproben fortsatte att imponera. Precis som på sondraketerna, Viking och Freja registrerade den förtunningar i plasmatätheten i nya områden i magnetosfären. De två Figurerna nedan visar först, som referens, mätningar från Viking, och sedan motsvarande fenomen på Cluster:

Viking, 1986–05–12 00:14:49



Cluster 2, 2002-09-01 01:15:01



Akademien präglades inte av något starkt ledarskap, utan ledarskapet hade snarare karaktären av ett kollegialt ledarskap. Detta gällde genom alla nivåer, från prefekten, där de, oftast små, institutionerna utsåg sin talesman (prefekten) inom det egna kollegiet, och för en begränsad tidsperiod, oftast tre år, via universitetets dekaner för fakulteten och upp till Rektor för hela Universitetet. Rektor var också ordförande i Universitetets styrelse, Konsistoriet. Vi skriver avsiktligt detta i imperfekt, eftersom detta, även inom universiteten, har ändrats i en politiserad riktning, innebärande att regeringen utser både ordförande i konsistoriet och rektor. Men nu befinner vi oss i slutet av 1900-talet och ledarskapet är fortfarande kollegialt vid universiteten. UJO utgjorde vi den här tiden både ett fristående forskningsinstitut, IRF, och en institution vid Uppsala Universitet, med en avdelningschef för Institutet och en prefekt för Institutionen för Rymdfysik. Till exempel söktes inte forskningsanslag av de enskilda forskarna, som var det normala vid universiteten, utan som en gruppansökan från UJO. Avdelningschefen disponerade sedan hela anslaget att fördelas inom avdelningen. Det fanns också en överordnad Föreståndare för hela IRF och en styrelse för IRF som ville ha ett ord med i laget. Styrelsen för Institutionen hade delegerats till prefekten. Detta kom att skapa ett splittrat ledarskap, som bäddade för revirstrider och personliga motsättningar, speciellt som de ”unga männen” som hade rekryterats på 1970-talet, nu hade disputerat och började känna behov av att skapa sin egen forskningsplattform i likhet med universitetsforskarna. Det normala meriteringssystemet vid universiteten, där undervisnings-, handlednings- och forskningsmeriter ledde fram till en docentur (assistant professor), egna forskningsanslag och hopp om en egen professur så småningom, saknades till stor del vid UJO. Till detta kom problemet med personliga motsättningar, till del föranledda av personlig prestige: IRF:s ledning, Bengt Hultqvist, hade aldrig fullt förtroende för Rolf Boström som avdelningschef, vilket fortplantades, som en osäkerhet, genom hela organisationen; Harald Derblom förlikade sig aldrig fullt ut med att hans tillförordnade ledarskap ersattes av Rolf Boström, vilket gjorde att Rolfs beslut oftast ifrågasattes; Det dubbla ledarskapet med Georg Gustafsson som avdelningschef och Rolf Boström som prefekt, bäddade för taktik och intriger. I mitten av 1990-talet hade problemen blivit av den arten att IRF styrelse tog initiativ till att kartlägga arbetsmiljön genom att anlita en psykologkonsult. Han lade ner ganska stort arbete och intervjuade flertalet anställda. Han rapporterade tillbaka till styrelsen men innehållet i rapporten offentliggjordes inte. För G innebar det att han tillfrågades om att bli både prefekt och avdelningschef från juli 1996 respektive januari 1997. För G kom frågan helt oväntat och innebar förstås en stor utmaning. G accepterade emellertid och började med att, tillsammans med föreståndaren sedan 1994, Rickard Lundin, spendera en dag i Umeå hos den ovan nämnde psykologen. Det kom som något av en överraskning när han skulle ta över prefektskapet från Rolf, att Rolf inte hade någon information eller goda råd att förmedla. G blev senare varse att Rolf hade deklarerat att han minsann inte skulle underlätta övergången på något sätt. G kände igen attityden från det att G, något år tidigare, övertagit kursansvaret för grundkursen i Rymdfysik vid universitetet från Rolf, och Rolf inte hade något skriftligt underlag att överlämna sedan han haft kursen. G fick helt enkelt spendera några veckor med att ta fram kursunderlaget från scratch. G var ju, lyckligtvis, förberedd på sådana reaktioner efter samtalen med psykologen i Umeå. För att lära sig förstå kommande liknande beteenden under inledningsskedet hade G dessutom regelbunden kontakt med en erfaren psykolog i Uppsala. G och psykologen hade möten var fjortonde dag, där de senaste händelserna kunde bearbetas ur ett psykologiskt perspektiv, eller var det kanske snarare så att själva berättandet gav tillräckligt perspektiv på händelserna, så att de blev mer begripliga? En sådan oväntad händelse, efter det att G tillträtt som prefekt var en kallelse till möte mellan fysiska sektionens prefekter och Rektor. Mötet ägde rum i Rektors sammanträdesrum i gamla universitetshuset, och Rektor var den nytillträdde Bo Sundqvist. Det visade sig att mötet skulle röra UJO:s eventuella överflyttning från IRF till Universitetet. Uppenbarligen hade Rolf under sin tid

som prefekt förberett ärendet med sina prefektkollegor och kanske även initierat mötet, dock utan att informera G som nytillträdd prefekt. Bo Sundqvist inledde mötet med frågan: Vad kan jag hjälpa herrarna med? Någon, kanske professorn i astronomi, Bengt Gustafsson, förklarade att man borde diskutera om UJO, organisatoriskt, kunde flyttas över till Universitetet. Bo Sundqvist vände sig till G och frågade: Är det IRF:s önskemål? G, som hade diskuterat frågan med IRF:s föreståndare, svarade: Nej, varpå Bo konkluderade: Då är det inget för oss att diskutera. Efter en del småprat upplöstes mötet. En annan sådan händelse var när G höll en kort föredragning inför hela personalen som nytillträdd avdelningschef och Rolf demonstrativt sätter sig vid dörren längst bak i lokalen, men ändå har invändningar mot de flesta punkter som framförs, liknande det beteende som Harald hade haft under Rolfs föredragningar, där Harald ofta avslutade med: ”Men det är ju du som bestämmer”.

Åren som chef vid UJO, 1997 – 1999, blev intressanta och lärorika för G. Ambitionen var att verka med sunt förnuft som rättesnöre, det vill säga att: Alltid tala sanning; Inte svika förtroenden; Lyssna på alla medarbetare; Respektera alla medarbetare; Hålla alla medarbetare informerade; Sätta UJO framför egen prestige och vinning; Höra båda sidor i en konflikt. Ett viktigt verktyg för att hålla alla informerade och motverka rykten var att varje fredag muntligt föredra och distribuera veckobrev till alla medarbetare med summering av veckans händelser och informera om nästa vecka. En, oväntad, erfarenhet av att vara chef var att man både genom formella och informella kontakter med medarbetarna hålls mycket väl informerad om alla interna händelser; Avsevärt mycket bättre än man är som enskild medarbetare. G:s slutsats är att en chef som säger: ”jag visste inte”, eller det beryktade uttrycket ”vi såg det inte komma”, sannolikt ljuger eller har avsiktligt avskärmat sig från information. Verksamheten normaliserades ganska snart, och psykolog-konsultationerna kunde avslutas. En bekräftelse av att det gick hyfsat bra fick G mot slutet av förordnandeperioden, då Jan-Åke Schweiz, dekan vid Tekniska sektionen vid Universitetet, ringde och föreslog ett möte för att diskutera ifall G skulle vara intresserad av att bli prefekt vid Institutionen för Materialvetenskap efter Mats Olsmats som skulle gå i pension.

De här frågorna har vi naturligtvis diskuterat på vårt måndagsfika på konditori Fågelsången. Första gången som B tog upp frågan genom att säga ungefär: *Det var en turbulent tid vid UJO när du tog över chefskapet*, svarade G att han inte minns att det var speciellt besvärligt. Vad gör inte tjugosex år för den minnesbild man har? Efter detta samtal gick G hem och letade igenom gamla USB-minnen som kanske skulle innehålla dagboksanteckningar från denna tid. G:s regelbundna konsultationer hos psykologen hade, på hennes inrådan och som underlag för konsultationerna, medfört att G skrev dagbok nästan ända från starten av chefsuppdraget. Efter mycket letande hittades de bortglömda anteckningarna. Från början var de fragmentariska, med några rader per dag, men senare blev de alltmer detaljerade med, typiskt, en tredjedels sida per dag. Det tog i alla fall G tre dagar att plöja igenom de tre årens anteckningar. Det visade sig att B hade haft rätt, och G hade glömt/förträngt vad som hände; Det var en verkligen mycket turbulent tid, med krissamtal nästan varje dag, hot om att gå ut i pressen om den dåliga psykiska arbetsmiljön, hot om att säga upp sig, hot om att anmäla mobbing på arbetsplatsen, intriger för att avsätta institutsledningen, intriger för att överföra UJO till universitetet, sena, aggressiva, samtal hem till G för att klaga på förhållandena, ekonomisk tilldelning, tjänster, lön med mera. G hade sannerligen nytta av en psykolog under den första tiden för att förstå hur människor agerar i (för dem upplevda) pressade situationer. G hade också nytta av en liten grupp för ’kollegial samverkan’ inom Universitetet, där några prefekter, under tystnadsplikt, diskuterade olika problem och aktiviteter vid respektive institution.

Låt oss titta på den första månadens dagboksanteckningar (dock utan att avslöja personliga förtroenden) för att få en känsla för vad som försiggick:
G:s första ärenden att handlägga, som avdelningschef, gällde en internationell utvärdering av verksamheten, med ett femårsperspektiv bakåt och med en plan för de kommande fem åren, och en förfrågan från Uppsala Universitet om ett samgående med avdelningen för teoretisk elektroteknik. Det första utkastet, skrivet av Rolf Boström som huvudsaklig anslagsmottagare, innehöll mycket stark kritik av IRF ledning, som G bedömde inte platsade i den efterfrågade beskrivningen av uppnådda forskningsresultat. Trots att G lyckades mildra skrivningen av kritiken, bedömde ändå IRF ledning att Rolf, på grund av detta, inte kunde medverka i förhandlingarna om samgående med avdelningen för teoretisk elektroteknik på grund av 'illojalitet'. Rolf kritiserade mitt förslag till program för presentationer vid utvärderingen och blev mycket upprörd av att Rickard (IRF föreståndare) skulle närvara vid utvärderingsgruppens besök vid UJO. Rickard tyckte, efter utvärderingen, att vi hade gjort ett dåligt intryck och uttryckte det: "*Vi var övertydliga avseende våra problem, men de vetenskapliga ambitionerna märktes inte*". Detta trots att mycket av Rolfs ursprungliga kritik hade slipats bort. Vi fick ändå ett sammanfattande omdöme: *Mycket bra*. En annan fråga som 'malde på' under hela G:s tid som avdelningschef, var frågan om vem som skulle efterträda Georg Gustafsson som PI (huvudexperimentator) för Cluster-experimentet, och eventuell utlysning av professuren. Här fanns flera aspiranter, och många tillfällen till konspirationer. Det allmänna krismedvetandet är närvarande, vilket manifesteras bland annat att man önskar fortsatt närvaro av Previa för att hantera arbetsmiljöfrågor. Feministiska frågor börjar också bli mer framträdande, framför allt i löne- och rekryteringsärenden. Ett lite lustigt uttryck var att man krävde könsuppdelade toaletter (icke-binära toaletter kände man inte till vid den här tiden). Lustigheten bestod i att G, vid vistelsen i Paris hade stött på samma fråga genom att man vid introduktionen på labbet förklarade att: "Vi har könsuppmärkta toaletter här, men det är ingen som bryr sig om det, utan man kan använda vilken toalett man vill". Frågan om flytt från Lurbo till Ångströmlaboratoriet är ständigt aktuell, med många kritiska röster som gör sig hörda. G förhandlar samtidigt, med viss framgång, hyresavtal med universitetet. En av de ledande forskarna meddelar, i slutet av april 1997, att det nu bara återstår dagar innan Rickard Lundin kommer att sättas på plats, eller möjligen avsättas, om inte vissa specifika krav tillgodoses. Dessa inkluderar bland annat att: Vem som blir PI för Cluster, Handläggningen av Georgs professurs utlysning, Krav på utökade lokaler. Detta säger man sig ha förankrat, även skriftligt, i en vid krets utanför UJO: Tidigare styrelsemedlemmar, Rymdstyrelsen med flera. "Dessutom har vi ju goda kontakter på Departementet".

Vid IRF styrelsemöte i maj, som hölls i Uppsala, beslutades att flytten till Ångströmlaboratoriet ska genomföras under vissa villkor. Däremot beslutades att avvakta med utlysning av professuren efter Georg. Intrigerna för att, mot institutsledningens vilja, överföra UJO till Universitetet kulminerade med det möte med Rektor Bo Sundqvist, som relaterats ovan, och med att det i utkastet till 1998 års regleringsbrev fanns med en överföring. I det slutliga regleringsbrevet fanns det emellertid inte med. (Vid denna tid var UJO-medarbetaren Mats Persson tjänstledig för en tjänst som departementssekreterare på utbildningsdepartementet). Därmed var frågan utagerad. En besläktad fråga, som fanns på dagordningen under hela G:s chefskap var ett samgående med Institutionen för Teoretisk Elektroteknik och propåer om samgående med Astronomiska Institutionen; En sammanslagning som genomfördes, och enligt vår bedömning blev lyckosam.

Efter några månader avvecklades psykologkonsultationerna och dagboksanteckningarna blev "tråkigare" att läsa med färre dramatiska samtal och mer av administrativa verksamheter,

som budgetfrågor, möten om verksamhet, samgående med Teoretisk Elektroteknik, organisation, lokalspecifikationer och hyresförhandlingar för Ångström II, anställningsfrågor, antagning av doktorander, löneförhandlingar, ledningsgrupp i Kiruna med mera. Kriserna återkom intermittent, men inte med den intensitet som G såg i början. G hade fått god kontakt med universitets- och fakultetsledning och kollegor vid tek-nat-fakulteten genom alla förhandlingar om Ångström II, samgående med astronomerna och de många prefekt- och sektionsmötena. Då fakultetens kanslichef, Bengt Karlsson skulle avgå, fick G förfrågan om intresse för tjänsten och kallades till anställningsintervju. G avsade sig emellertid förslaget innan något avgörande fattats, eftersom det kändes svårt att lämna forskningsaktiviteten. Någon månad senare fick G en förfrågan om att bli prefekt för Institutionen för materialvetenskap i samband med att Mats Olsmats skulle avgå med pension. Detta kunde kombineras med forskningsverksamhet, så G tackade ja. G hade ett personligt forskningsanslag från Rymdstyrelsen för forskning baserad på data från Cluster. Detta flyttades över till universitetet och G fick även en kopia av data direkt sänd till den nya institutionen.

G lämnade UJO i september 1999 för att bli heltidsprefekt vid Institutionen för Materialvetenskap (sedermera Institutionen för Teknikvetenskaper) vid Ångströmlaboratoriet, Uppsala Universitet, en institution som var tio gånger så stor som UJO. Helt kapades emellertid inte banden. UJO skulle ju inom kort flytta sin verksamhet från Lurbo till den andra etappen av Ångströmlaboratoriet som var under byggnad. G:s avsikt var också att, på deltid fortsätta sin forskningsverksamhet som medexperimentator (CoI) på Cluster. Han hade ju ett personligt forskningsanslag som flyttades till Universitetet, liksom även distributionen av data från Cluster. Ganska snart stod det emellertid klart att samarbetet med UJO skulle inte bli så smidigt som G hade förväntat sig. Efter en tid, avsade sig G forskningsanslaget, vilket också var beroende på arbetsbördan i den nya befattningen, speciellt som han också blev utsedd till föreståndare för hela Ångströmlaboratoriet. I det senare uppdraget ingick att ansvara för intendenturfunktionen för Ångströmlaboratoriet. Det var, sedan en tid, problem med detta, speciellt på personalsidan. Detta föranledde G att, så småningom, värva B som Intendent för Ångströmlaboratoriet, och problemen löstes därmed på ett bra sätt. B hade under tiden som intendent, och även därefter uppdrag för UJO, bland annat konstruktion av bommar för de kommande interplanetära projekten, som vi beskrivit ovan. Den kontakt som både G och B numera har med UJO är framför allt som medlemmar i UJO seniorgrupp, som har nostalgiska träffar då och då, som förtjänstfullt vidmakthålls av Hasse Gunnarsson.

Det börjar bli vår. I Stadsträdgården sjunger en Koltrast. Flera av Konditori Fågelsångens gäster väljer att inta sitt kaffe på terrassen i solskenet. Vi har skrivit på vår berättelse *Radioingenjörens pojkar* sedan den första snön kom i början av december, och känner att vi börjar bli färdiga med vår berättelse. Under tiden för vårt skrivande har dödandet fortsatt i både Ukraina och i Gaza med ytterligare många tusen döda soldater och civila. När vi passerar Lurbo ser vi att en stor mobilkran håller på att montera ner Willys stolthet, den höga 78-metersmasten, för att ersätta den med en ny. Ska vi tolka detta som att *radioingenjörens* era är över, men att ny utrustning och nya entusiaster tar vid?

Vi hoppas att vår berättelse har givit en del av svaret på frågan: *Vad gjorde ni egentligen på jobbet hela tiden?* Nu är det dags att vända blicken framåt i stället för att blicka tillbaka till det som varit. Men visst har vi ändå haft tur i livet, som har fått arbeta med att försöka förstå vad det spektakulära norrskenet kan berätta för oss om vår plats i universum? Och visst var det tur att B gick på den där lördagsdansen på Ultuna Studentkår för drygt femtio år sedan; Och visst var det tur att Lenas föräldrar puffade iväg Lena till samma lördagsdans? Och visst var det tur att Lennart Ehrnström tog med G till ’Brollans’ födelsedagsfest med ’Poesigruppen’ den där hösten 1967, trots att han inte var bjuden och inte ens var språkstudent? Och visst var det tur att B blev anvisad UJO som trebetygsauskultation? Och visst var det tur att G råkade se den där jobbannonsen i DN? Nu önskar vi att våra fantastiska barnbarn Markus och Jonas, Nelly och Elvira kommer att få samma tur i livet som vi har fått.

Acknowledgements

Vi har fått bidrag och hjälp att minnas av flera före detta kollegor vid UJO

Jan-Erik Wahlund berättade om de interplanetära projekten Cassini och Juice vid ett flera timmar långt samtal på Ångströmlaboratoriet
Anders Lundgren påminde oss om datorverksamheten vid ett möte på Konditori Fågelsången
Anders Eriksson försåg oss med värdefulla data per E-post
Liza Dackborn redde ut en del begrepp angående dataverksamheten via E-post
Sven-Erik Jansson hjälpte oss att minnas utvecklingen inom elektronikutvecklingen vid ett möte på Fågelsången och har korrekturläst texten.

Vi tackar er alla för värdefulla bidrag till vår berättelse.

Referenser och Figurer

Sid 1, Omslagsbild: Akvarell Gunnar

Sid 3, Bild: Upsala Nya Tidning, 24 januari 2024; Foto: Mikael Flodström

Sid 4, citat: Hall, Tord: Vetenskapens Poesi, Studier och dikter, Skrifter utgivna av Föreningen för filosofi och specialvetenskaper, 1998

Sid 6-7, Fakta: Schlegel, K and H. Lühr: Willy Stoffregen – An early pioneer of advanced ionospheric and auroral research., History of Geo- and Space science., 5, 149-154, 2014

Sid 5, Bild: En flicka läser om landstigningen på månen; Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/Apollo_11

Sid 6, Fakta: Schlegel, K and H. Lühr: Willy Stoffregen – An early pioneer of advanced ionospheric and auroral research., History of Geo- and Space science., 5, 149-154, 2014

Sid 6, Bild: Skotten I Sarajevo, målning av Achille Beltrame (1871-1945) Mats Nilsson: Fred och frihet finns i gråzonen, Epoc Times, Kultur 29 februari 2024

Sid 7, Citat: Darwall, Rupert: The green Tyranny

Sid 8, Stoffregen: Schlegel, K and H. Lühr: Willy Stoffregen – An early pioneer of advanced ionospheric and auroral research., History of Geo- and Space science., 5, 149-154, 2014

Sid 9, Citat: Se Bilagan till denna berättelse: ”Tre sekel av experimentell norrskensforskning i Uppsala”

Sid 9, Bild: Trämasten i Lurbo, A. Theander: Mellan himmel och jord, IRF 50 år

Sid 9, Bild: En typisk profil av elektronkoncentrationen samt våglängds- och frekvensskala för reflexion av radiovågor med vertikalt infall., Boström: Jonosfären – ett naturens och fysikernas plasmalaboratorium; Kosmos 1985

Sid 10, Bild: Mekanisk analogi för reflexion av radiovågor från jonosfären. En kula skjuts ut från x-axeln och dess bana följs för olika utgångshastigheter och olika riktningar
Boström: Jonosfären – ett naturens och fysikernas plasmalaboratorium; Kosmos 1985

Sid 9, bild: Från vänster: Harald Derblom, Arne Pedersen, Willy Stoffregen; Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 11, Bild: Stoffregenkameror klara för utskeppning, A. Theander: Mellan himmel och jord, IRF 50 år

Sid 13, Bild: Illustration av att norrskenet kan bestå av många olika spektrallinjer, Sveriges Radio https://static-cdn.sr.se/images/98/3451815_2048_1152.jpg?preset=1200x675

Sid 14, Bild: (a) Den sista av de fem UJO-sonderna av 1966 års modell, modifierad för att passa en Petrel-raket. Sven Grahn: Svensk rymdhistoria
http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html
(b) Bengt Holback under arbete med Arcas-sonden vid UJO, Foto: okänd

Sid 15, Bild: Nedslagsplatser för Super-Arcas raketer; Sven Grahn: Svensk Rymdhistoria, http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 16, Bild: Elektronikbox och Langmuirprob för sondraketexperiment. Montage som present till G vid disputationen, Foto: okänd

Sid 17, Bild: Karl XII:s likfärd, Oljemålning av Gustaf Cederström 1878, Göteborgs Konstmuseum, Wikipedia

Sid 19-20, Citat: Stenflo, Lennart : Minnen från Sovjetunionen, Redaktör Gert Brodin, Thule, Kungl. Skytteanska Samfundets Årsbok 1992

Sid 20, Fakta: Holmgren, G: Datormodell – sprängförsök, En jämförande studie
FOA 1 Rapport C 1402-45, Maj 1971

Sid 21, Buggar-Allan: Andersson, A: Tidningspressen i gången tid, Våra inländska tidningar 1905 – 1955, stencil

Sid 21: Andersson, A: Tobakshandeln i Uppsala 1872 – 1988, Lite tobakshistorik samt tobakshandelns utveckling i Uppsala från sekelskiftet fram till idag, stencil, november 1996

Sid 22, Bild: Rivning på Stora Torget, Uppsala av träkåken som hade inhyst bland annat Gunnars Konditori, inför byggandet av Tempo-huset, Tobbes blogg, https://www.fotosidan.se/blogs/tobbes/rivningar-i-centrala-uppsala-1976.htm

Sid 22, Löntagarfonder: Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/Löntagarfonder_(dikt)

Sid 22, dödsstatistik: B. Lomborg: Welfare in the 21 centuary: Increasing development, reducing inequality, the impact of climate change, and the cost of climate policies, Technological forecasting and social change, Vol, 156, July 2020. Figur: https://climatechangedispatch.com/bjorn-lomborg-climate-related-deaths-hit-record-low-in-2021/

Sid 22, övrig statistik och fakta: Wikipedia, sökord ”Landhöjning Stockholm”
Medellivslängd: SCB, https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/medellivslangd-i-sverige/
Världens befolkning: Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/Världens_befolkning

Sid 23, Bild: Norrsken i Jukkasjärvi, Foto: Gunnar Holmgren

Sid 23, Citat: Johan Eklöf: Mörkermanifestet

Sid 24, Bild: Del av altartavla i Jukkasjärvi kyrka, Relief/målning av Bror Hjort, https://images-cdn.bridgemanimages.com/api/1.0/image/600wm.IMB.77421940.7055475/4909298.jpg

Sid 25, Bild: Detalj av ishotellet i Jukkasjärvi, https://steemitimages.com/640x0/http://www.icehotel.com/wp-content/uploads/entrance-icehotel-sweden-2106-1400x932.jpg

Sid 26, Bild; Renskiljning/renslakt i området Kiruna/Nikkaluokta; Foto: Gunnar Holmgren

Sid 27, Bild: Isberg på Grönland, https://thumbs.dreamstime.com/b/isberg-i-grönland-60772010.jpg

Sid 30, Bild: Norrskenssonden hos SAAB. Fr.v. Sverker Christenson, Kalevi Hyppä, Carl-Gunne Fälthammar och Ulf Fahleson (alla från KTH Plasmafysik). Ulf Fahleson omkom vid en tragisk drunkningsolycka på Hawaii den 17 mars 1979. Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 31, Citat och övriga fakta: Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 32, Bild: En S10-raket på startrampen på Esrange, Foto: SAAB Scania, Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 32, fakta: Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 32, Bild: SE, Nr 9, 1973

Sid 33, Bild: Från vänster: Bengt Holback, Willy Stoffregen, Foto: okänd

Sid 35, Bild: Bengt Holback i rakethallen på Esrange, Foto: okänd

Sid 35, Fakta: Climate: The Movie (The cold truth) https://youtu.be/s3Tfxiuo-oM

Sid 37, Bild: Övre panelen: Jonogram, Nedre panelen: Beräknad elektrontäthet, Beräkningsexempel i: Gunnar Holmgren: Några metoder för beräkning av elektrontäthetsfördelningen utgående från jonogram, FOA 3 rapport C 3784-E2, UJO rapport 25, April 1974

Sid 37, Fakta: Holmgren, G: Några metoder för beräkning av elektrontäthetsfördelningen utgående från jonogram. FOA 3 rapport C 3784-E2, UJO Meddelande 25, April 1974

Sid 37, Fakta: Holmgren, G, and O Laback: VLF phase anomalies due to particle precipitation at midlatitudes. FOA rapport C 30041-E8, UJO Meddelande 30, Oktober 1975

Sid 37, Fakta: Bröms, M och G Holmgren: Global kommunikation med ubåtar i undervattensläge, FOA rapport C 30058-E1, Februari 1976

Sid 37, Fakta: Wikipedia, sökord: ”Militärkuppen i Chile”

Sid 38, Bild: Stora kontorsrummet på UJO; Från vänster: Åke Hedberg, Gunnar Holmgren, Berndt Grundseth; Fotograf okänd

Sid 38, Bild: Storcirkelkarta centrerad i Uppsala; Figur 8 i: G. Holmgren: Inverkan på VLF-signalers fas av kärnladdningsexplosioner på hög höjd, FOA 3 rapport A 3761-A3, UJO Meddelande 22, December 1972

Sid 41, Bild: Aftonbladet förstasidan 24 augusti 1974,

Sid 39-42, Fakta och citat: Holmgren, G: Inverkan på VLF-signalers fas av kärnladdningsexplosioner på hög höjd, FOA 3 Rapport A 3761-A3, UJO Meddelande 22, December 1972

Sid 42, Citat: Wikipedia, sökord: ”International Geophysical Year”

Sid 42, Fakta: Derblom H, B Holback, L Björn: Sondraketburna masspektrometrar och artificiella moln i jonosfären, Studieresa 1973. FOA C 3776-E1, 1974

Sid 44, Bild: Konferens i Ajaccion, Korsika (?); Från vänster: Paul Crutzen (?), Jacek Stegman, Georg Witt (samtliga MISU), Birgitta Holmgren, Gunnar Holmgren; Fotograf okänd

Sid 44, Bild: Tidningsklipp Dagens Nyheter 25 januari 1972; Från vänster: Maurice Strong, Ingemund Bengtsson.

Sid 46, Bild: SAR-möte i Uppsala (?); Från vänster: Rolf Boström, Gunnar Holmgren, Willy Stoffregen; Fotograf okänd.

Sid 46, Fakta: Holmgren, G. B. Holback, H Derblom: Jonosfär – Magnetosfärstudier genom kemiska injektionsexperiment. En projektstudie. FOA rapport C 30003-E8, UJO Meddelande 28, Juli 1974

Sid 46-47, Fakta: Holmgren, G. (1975). Proposed release experiment to study ionospheric-magnetospheric coupling ESRO special pub. 107 pp. 217-220. Uppsala Jonosfärobservatorium.

Sid 50, Citat: Jones, T. B. and C.T. Spracklen: A search for E-Region disturbances induced by ion cloud releases at F-region heights., Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, Vol. 40, pp. 409-420, 1978

Sid 47, Citat: Gunnarsson, Hasse: Ur huvet på en gammal tekniker, stencil, 2004

Sid 50, Bild (a) Location of transmitting and receiving sites for Cs release at Esrange, 11 February 1977. Azimuth of rocket trajectory, release and image points also shown. + marks radiowave reflection points; Figure 3 in T. B. Jones and C. T. Spracklen: A search for E-region disturbances induced by ion cloud releases at F-region heights, J. At. Terr. Phys, Vol. 40, pp 409-420, 1978

Sid 50, Bild (b): Amplitude enhancements of Stenbacken-Karesuando signal (1.486 MHz), 11 February 1977; Fig. 7 in: T. B. Jones and C. T. Spracklen: A search for E-region disturbances induced by ion cloud releases at F-region heights, J. At. Terr. Phys, Vol. 40, pp 409-420, 1978

Sid 51, Bild: Raketuppskjutning från Esrange fotograferad från Radarberget; Foto: Gunnar Holmgren

Sid 51-52, Citat: Bering, E. A.: The Results From the X Ray Bremsstrahlung Experiment of Project Trigger, J. Geophys. Res., Vol. 85, No. A10, October 1 1980

Sid 52, Bild: (a) The cloud deployment sequence. Figure 4 I paper; (b) The 2 keV particle measurements of the Trigger experiment; Figure 5 in paper; (c) The particle burst immediately after the plasma injection of the Trigger experiment; Fig. 6 in: G. Holmgren, R. Boström, M. C. Kelley, P. M. Kintner, R. Lundin, U. V. Fahleson, E. A. Bering and W. R. Sheldon: Trigger, an active release experiment that stimulated auroral particle precipitation and wave emissions, J. Geophys. Res.,Vol. 85, No. A10, October 1, 1980

Sid 52, Citat: Holmgren, G., Boström, R., Kelley, M. C., Kintner, P. M., Lundin, R., Fahleson, U. V., Bering, E. A., & Sheldon, W. R. (1980). TRIGGER, an active release experiment that stimulated auroral particle precipitation and wave emissions. JGR, 85(A10), 5043.

Sid 53, Citat: Lundin, R and G Holmgren: Rocket Observations of Stimulated Electron Acceleration Associated With the Trigger Experiment, J. Geophys. Res.,Vol. 85, No. A10, October 1, 1980

Sid 49, Bild: Utplacering av utrustning längs järnvägslinjen Kiruna-Torneträsk; Från vänster: ?, Tim Spracklen, ? Harald derblom, ?, Gunnar Holmgren, ?; Foto: Bengt Holback?

Sid 53, Bild: : Innehållsförteckning för sektionen om Trigger-experimentet i Journal of Geophysical Research

Sid 54, Bild: (a) Density distribution of the two TOR releases assuming direct proportionality between probe currents and plasma density. Figure 3 in: G. Holmgren, G. Marklund, L Eliasson, H Opgenoorth, F. Söraas, F. Primdahl, G Haerendel, P. M. Kintner: Ionospheric fesponse to chemical releases in the high latitude E and F regions, Adv. Space Res.,Vol. 8 No. 1, 1988
(b) Trajectory plot for the TOR release experiment. The upper part of the downleg trajectory where the releases take place almost perfectly traces the magnetic field. The inserts show in more detail the geomagnetic relationship between the cloud and the payload trajectory around the explosion time. Figure 1 in: G. Marklund, N. Brenning, G. Holmgren and G Haerendel: A model for transient electric fields associated with chemical release experiments by rockets. Adv. Space Res., Vol. 8, No. 1, 1988

Sid. 55, Bild: TOR nyttolast åter på Esrange efter uppskjutningen, Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 56, Bild: Electron density in the left part (cm-3) and electron temperature (eV) in the right part, plotted as function of altitude. Data were obtained by the Langmuir probe onboard the NEED-1 rocket. Fig. 3 in K. R. Svenes, B. Maelum, J. Tröim, G. Holmgren, R. L. Arnoldy, U. P. Lövhaug, M.T. Rietveld, C. Hall: Combined rocket and groundbased observations of the electron heating in the ionospheric F-layer, Planet. Space Phys.,Vol. 40, No. 7, 1992

Sid 56, Citat: K. R. Svenes, B. Maelum, J. Tröim, G. Holmgren, R. L. Arnoldy, U. P. Lövhaug, M.T. Rietveld, C. Hall: Combined rocket and groundbased observations of the electron heating in the ionospheric F-layer, Planet. Space Phys.,Vol. 40, No. 7, 1992

Sid 57, Bild: Typical current-voltage (CV) characteristic curve for single-probe operation. Figure 1-3 in: Paul M. Chung, Lawrence Talbot and Kenell J. Touryan: Electric probes in stationary and flowing plasmas, Theory and Applications, Springer, 1975

Sid 58, Bild: Plasma density distribution measured by Eiscat and the rocket borne Langmuir probe. Figure 2 in: K. R. Svenes, B. Maelum, J. Tröim, G. Holmgren, R. L. Arnoldy, U. P. Lövhaug, M.T. Rietveld, C. Hall: Combined rocket and groundbased observations of the electron heating in the ionospheric F-layer, Planet. Space Phys.,Vol. 40, No. 7, 1992

Sid 59, Bild: UJO:s byggnad i Lurbo från söder efter utbyggnaden 1983, Foto: okänd

Sid 60, Bild: Artist's conception of Cassini in the vicinity of Saturn, Wikipedia

Sid. 61, Bild: Cold plasma characteristics during T_A. The data reveal a rather symmetric but dynamic interaction with the magnetosphere of Saturn. The peak in the measured electron number density N_e is shifted inbound from closest approach because Cassini traversed the dayside hemisphere on its inbound pass. The MLBs magnetic wake neutral sheet (NS), and extended ionopause regions (yellow shading) are indicated. The displayed parameters are (A) N_e; (B) electron thermal pressure (p_e, red), magnetic pressure (p_B, green) and the sum (black); (C) ion ram speed ($v_{i,ram}$) and spacecraft speed (v_{sc}); and (D) spacecraft potential (U_{sc}). The gray shaded areas in (C) indicate possibly underestimated ion ram speeds. Figure 2 in: J-E Wahlund et al: Cassini Measurements of Cold Plasma in the Ionosphere of Titan, SCIENCE, Vol. 308, 13 May 2005

Sid. 62, Bild: Rosetta I närheten av kometen; Artist's conception, Wikipedia

Sid. 62, Bild: Exempel på svep i helt olika plasmaomgivningar vid kometen. Obs skillnaden i strömskala mellan (a) ocu (d). (Eriksson et al, Cold and warm electrons at comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, Astronomy & Astrophysics, 605, A15, 2017, doi:10.1051/0004-6361/201630159) Att det ibland fanns bara varma och ibland både varma och kalla elektroner bekräftades senare med ordentliga jämförelser med impedansproben MIP (enbart kalla elektroner, dvs 0.1eV eller därunder, elektroner hittades däremot aldrig).

Sid. 63, Bild: Juice, Artist's conception, Wikipedia

Sid 64, Bild, Fakta: Intensiva elektriska strömmar flyter utifrån rymden till jonosfären på höga latituder; Boström: Jonosfären – ett naturens och fysikernas plasmalaboratorium; Kosmos 1985

Sid 65, Bild, Fakta: Observationer från en raket av en skur av norrskenselektroner efter en injektion av cesiumplasma (experiment Trigger); Boström: Jonosfären – ett naturens och fysikernas plasmalaboratorium; Kosmos 1985

Sid. 65, Bild: Reportage i Upsala Nya Tidning, 8 mars 1985 inför Gunnars disputation

Sid 67, Bild, Fakta: https://www.m3.se/article/1841672/historien-om-ericsson-hotline.html

Sid 70, Bild: Frimärke med Viking-motiv, Wikipedia

Sid. 73, Bild: Not om Vikings vetenskapliga kontrollcentral från Gunnar till Bengt Holmqvist, Rymdbolaget, 8 maj 1980.

Sid 73, Challenger-olyckan: Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/STS-51-L

Sid 73, Bild: Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/STS-51-L

Sid 74, Bild: Artikel i Svenska Dagbladet 23 februari 1986, SvD:s historiska arkiv

Sid 75, Bild: Expressens löpsedel 1 mars 1986, Wikipedia

Sid 76, Bild: Vikings kontrollrum på Radarberget. Sven Grahn: Svensk rymdhistoria http://www.svengrahn.pp.se/histind/histindsve.html

Sid 78, Bild: Viking Workshop; Från vänster: Larry Zanetti, Georg Gustafsson, Gunnar Holmgren; Fotograf okänd

Sid 80, Bild: Förstasidor för specialnummer om Viking av Geophycical Research letters, april 1987, och Journal of Geophysical Research, maj 1990

Sid 81, Bild: Rarefractive solitary structures recorded by two spatially separated density probes. Figure 1 in: Rolf Boström, Georg Gustafsson, Gunnar Holmgren, Hannu Koskinen, Paul Kintner.: Physical Review Letters, Vol. 61, No, 1, 4 July 1988

Sid 81, Bild: A grey scale coded spectrogram of the waveform data over time period from 19.39:00 to 19.40:00 UT. The black color corresponds to the highest amplitude and the dynamic range from white to black is 25 dB, Figure 1 in: H. E. J. Koskinen, P. M. Kintner, G. Holmgren, B. Holback, G. Gustafsson, M. Andre, and R. Lundin: Observations of ion cyclotron harmonic waves by the Viking satellite, Geophys. Res. Lett., Vol. 14, No. 4, April 1987

Sid 81, Citat (a): H. E. J. Koskinen, P. M. Kintner, G. Holmgren, B. Holback, G. Gustafsson, M. Andre, and R. Lundin: Observations of ion cyclotron harmonic waves by the Viking satellite, Geophys. Res. Lett., Vol. 14, No. 4, April 1987

Sid 81, Citat (b): Hilgers, B. Holback, G. Holmgren, and R. Boström: Probe Measurements of Low Plasma Densities With Applications to the Auroral Acceleration Region and Auroral Kilometric Radiation, J. Geophys. Res., Vol. 97, No. A6, June 1, 1992

Sid 82, Bild: Time series data from orbit 176 between 2037:00 and 2042:00. (a) The electron spectrum from 10 eV to 40 eV. (b) The ion spectrum from 40 eV to 40 keV. The curve below the spectra represents the pitch angle of particles. (c) The current recorded on a Langmuir probe in density measurement mode. The sale is logarithmic. Figure 1 in: A. Hilgers, B. Holback, G. Holmgren, and R. Boström: Probe Measurements of Low Plasma Densities With Applications to the Auroral Acceleration Region and Auroral Kilometric Radiation, J. Geophys. Res., Vol. 97, No. A6, June 1, 1992

Sid 83, Bild: Langmuir probe data from two Pc 1 wave events near the plasmapause (orbits 1103 and 1031). The locations of the Pc 1 events are shown by arrows. Figure 2 in: R. E. Erlandson, L. J. Zanetti, T. A. Potemra, L. P. Block, G. Holmgren: Viking magnetic and electric field observations of Pc 1 waves at high latitudes, J. Geophys. Res., Vol. 95, No. A5, May 1, 1990

Sid 84, Bild: Nothäfte, i: Schlegel, K and H. Lühr: Willy Stoffregen – An early pioneer of advanced ionospheric and auroral research., History of Geo- and Space science., 5, 149-154, 2014

Sid 85, Bild: Freja, artist's conception, Wikipedia

Sid 86, Bild: Förstasida; samlade artiklar om Freja i Journal of Geophysical Research

Sid 87, Bild: (a) Plasma density derived from the current to a Langmuir probe (solid line, and from the frequency of Langmuir waves (asterisk) for orbit 7199; Figure 9 in paper; (b) Details from Figure 9 in: K. Stasiewicz, G Holmgren and L. Zanetti: Density depletions and current singularities observed by Freja, J. Geophys, Res., Vol. 103, No. A3, March 1, 1998

Sid 88, Bild: Bugguppvisning av Buggar-Allan och Ingrid Wahlberg på en personalfest vid UJO, Foto: okänd

Sid 89, Bild: Bom till Langmuirproben på Cassini, utvecklad och byggd av UJO, Bild: Bengt Holback

Sid 90, Bilder: (a) Personalfesr vid UJO, sittande: Ingrid Wahlberg, stående: Allan 'Buggar-Allan' Andersson, Foto: okänd, (b). Astrid-2, bild: Bengt Holback; (c). The Astrid- coordinate system and LINDA boom geometry; Fig. 6 in: Holback, B., Å Jacksen, L. Åhlen, S-E. Jansson, A. I. Eriksson, J.-E. Wahlund, T. Carozzi and J. Bergman: LINDA – the Astrid-2 Langmuir probe instrument, Annales Geophysicae (2001) 19: 601 - 610

Sid 92, Bild: Cluster, Artist's conception, ESA, https://sci.esa.int/web/cluster/-/59954-understanding-earth-what-the-cluster-mission-has-taught-us-so-far

Sid 92, Fakta, Tysklands ockupation: Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/Ockupationen_av_Tyskland_efter_andra_världskriget

Sid 78, Fakta, Berlinmurens fall: Wikipedia, https://sv.wikipedia.org/wiki/Berlinmurens_fall
sid 77, NATO-utvidgningen: Wikipedia https://sv.wikipedia.org/wiki/Nato

Sid 92, Truppnärvaro: Wikipedia, https://www.globalpolitics.se/usas-militara-narvaro-i-varlden/

Sid 100-103, Fakta: Gunnars dagboksanteckningar 1997-1999

Sid 93, Bild: Explosion of the first Ariane-5 rocket with the four Cluster spacecraft onboard, Fig. 1 in: C. P. Escoubet, C. T. Russell and R Schmidt: The Cluster and Phoenix Missions, Kluwer Academic Publishers, 1997

Sid 94, Bild: Arbetsmöte vid SSL, University of Berkeley med utsikt över San Fransisco Bay Area, från vänster: Gunnar Holmgren, John Wygant (forskare SSL), Anders Lundgren, ? (SSL), Foto: Gunnar Holmgren

Sid 90, Bild: Astrid-2 I renrummet; Från vänster: Bengt Holback, Jan Bergman, Lennart Åhlén, Tobia Carozzi, okänd; Foto: okänd

Sid 91, Bild: (a) An example of a probe bias voltage sweep performed by LINDA. As is typical for sweeps in Normal-Burst operations (Sect. 8), the bias voltage is swept in 256 steps from +10 V to −10 V and then back again, typically in 2 seconds. A fit to the theoretical (OML) expression by Mott-Smith and Langmuir (1926) yields the physical parameters stated on top of the plot.

(b) One orbit overview (part of) of LINDA probe current data. The upper two panels show the same time series of the probe current with two different scalings, linear and logaritmic, respectively, emphasizing different parts of the information. The lower panel show a spectrogram of the same data. The data collection starts in the northern summer auroral regions (until 20:10 UT), continuing through the daytime equatorial region (until 20:40 UT) into a very structured southern winter polar region, and ends in the evening equatorial region. The spectrogram in the lower panel shows a nice example of a set of MHD pulsations with density perturbations in the dayside ionosphere between 20:07 UT to 20:35 UT. Figures 4 and 3 in: B. Holback1, Å. Jacksén1, L. Åhlén1, S.-E. Jansson1, A. I. Eriksson1, J.-E. Wahlund1, T. Carozzi1, and J. Bergman: LINDA – the Astrid-2 Langmuir probe instrument, Annales Geophysicae (2001) 19: 601–610c European Geophysical Society 2001

Sid 95, Blockdiagram: Architecture of the Cluster Science Data System. The users access their national data centre. The data centres themselves are interconnected via CSDSnet, an ESA-provided TCP/IP based network. The American and the Chinese data centres retrieve data via the U.K. and Austrian data centres respectively. Figure 7 in: Schmidt, R., C. P. Escoubet, S. J. Schwartz: The Cluster Science Data Syste (CSDS) – A New Approach to the Distribution of Scientific Data, C. P. Escoubet, C. T. Russell and R Schmidt: The Cluster and Phoenix Missions, Kluwer Academic Publishers, 1997

Sid 96, Blockdiagram: The WEC data handling system; Figure 3 in: Pedersen, A. et al: The Wave Experiment Consortuin (WEC); C. P. Escoubet, C. T. Russell and R Schmidt: The Cluster and Phoenix Missions, Kluwer Academic Publishers, 1997

Sid 96, Fakta: Paschmann, Götz and Patrick W. Daly (eds): Analysis methods for Multi-Spacecraft Data, ISSI Scientific Reports, SR-001, July 1998

Sid 98, Fakta: Escoubet, C. P., C. T. Russel and R. Schmidt (editors): The Cluster and Phoenix Missions, Kluver Academic Publications, 1997, reprinted from Space Science Reviews, Vol. 79, Nos. 1-2, 1997

Sid 98, Bild: Chris Harvey med fru på besök i Uppsala 1999, Foto: Gunnar Holmgren

Sid 82, Fakta: Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Ariane_flight_V88

Sid 98, Bild: Diplom utfärdat av ESA, undertecknat av samtliga PI:s

Sid 99, Bild: (a) Lower hybrid cavities seen by Viking at an altitude of 12 290 km, MLT 07:20 and invariant latitude of 63.6°. The upper panel shows the density variations, and the lower panel the electric field. The electric field waveform is undersampled here, so the amplitude cannot be trusted. Figure 1 in: Tjulin, A, A. I. Eriksson, and M. André, Geophysical Research Letters. Vol 30, No. 7, 1364, 2003
(b) Lower hybrid cavity seen by Cluster, spacecraft 2, at an altitude of 23 500 km, MLT 11:55, and invariant latitude of 67.0°. The upper panel shows the negative of the spacecraft potential, the middle panel the measured electric field between probes1 and 2, and the bottom panel shows av wavelet spectrogram of the electroc field perpendicular to the magnetic field. The time interval that is further analyzed in Figure 4 is marked with yellow in the upper panel. Figure 2 in: Tjulin, A, A. I. Eriksson, and M. André, Geophysical Research Letters. Vol 30, No. 7, 1364, 2003

Sid 104, Bild: Nedmontering av 78-metersmasten i Lurbo i mars 2024, Foto: Bengt Holback

Litteratur

Beckman Olof: Ångström – far och son, Kosmos 1997, Almqvist & Wiksell, Uppsala 1997, sid. 17-48, ISBN 91-86992-10-4

Boström, Rolf: Jonosfären – ett naturens och fysikernas plasmalaboratorium, Kosmos 1985, ISBN 91-86344-28-5, Berlings, Arlöv, 1985

Brekke and Egeland: The northern light, Springer 1983

Chen, Francis, F.: Introduction to Plasma Physics, Plenum Press, 1974

Chung, P. M., L. Talbot, J Touryan: Electric Probes in Stationary and Flowing Plasmas, Theory and Application. Springer Verlag, 197

Egeland, A, Ö. Holter, A Omhult: Cosmical Geophysics, Universitetsforlaget, Scandinavian University Books, 1973

Escoubet, C. P., C. T. Russel and R. Schmidt (editors): The Cluster and Phoenix Missions, Kluver Academic Publications, 1997, reprinted from Space Science Reviews, Vol. 79, Nos. 1-2, 1997

Gunnarsson, Hasse: Ur huvet på en gammal tekniker, stencil

Haake, Ulrika: Ledarskapande i Akademin, Om prefekters diskursiva identitetsutveckling, Pedagogiska Institutionen, Umeå Universitet, Nr 74, 2004

Hultqvist, Bengt: Rymden, Vetenskapen och jag, En memoarbok om svensk rymdforskning under efterkrigstiden, Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm 1997

Hultqvist, B., M Øieroset, G. Paschmann and R. Treumann (Eds): Magnetospheric Plasma Sources and Losses, ISSI, Reprinted from Space Science Reviews. Vol. 88, Nos 1-2, 1999.

Lundin, Rickard and Hans Lindgren: Cosmic implications of ponderomotive wave forces, Cambridge Scholars Publishing, 2022

Paschmann, Götz and Patrick W. Daly (eds): Analysis methods for Multi- Spacecraft Data, ISSI Scientific Reports, SR-001, July 1998

Sandahl, Ingrid: Norrsken, Budbärare från rymden, IRF, ISBN 91-7191-067-0, 1995

Stiernstedt, Jan: Sverige i Rymden, svensk rymdverksamhet 1959-1972, Rymdstyrelsen, 1997

Theander, Agge: Mellan himmel och jord, Institutet för Rymdfysik 50 år, IRF, 2007

Akronymer och förkortningar

AI	Artificiell Intelligens, s 7
AKR	Auroral Kilometric Radiation, s 82
C, C++	Programspråk
CAD	Computer Aided Design s 16
CERN	Acceleratorlaboratorium I Geneve s 66
CIA	Central Intelligence Agency, USA:s underrättelseorganisation s 37
CNRS	Centre National de Recherce Scientific s 78
CNET	s 78
CRPE	s 78
CoI	Coinvestigator ; Medexperimentator ; jfr PI
CSDS	Cluster Science Data System, s 93
CV	Curriculum vitae, s 77
DC	Direct Current, likström, s 85
DDR	Deutche Democratishe Republik, Östtyskland, s 92
DN	Dagens Nyheter, s 102
DPU	Digital Processing Unit
DRI	Dansk Rumforskningsinstitut s 27
DSRI	Danish Space Research Institute s 71
EFW	Electric Fields and Waves, Experiment på Cluster
ESA	European Space Agency s 11, 47, 60, 72, 88, 91, 93
ESRO	European Space Research Organisation, numera ESA s 11, 20
ESTEC	European Space TEcnology Centre, ESAs tekn. anläggning i Frascati, Rom, s90
EU	Europeiska Unionen, s 7
FFI	Forsvarets Forskningsinstitut s 8, 65
FMV	Försvarets Materialverk, s 47
FN	Förenta Nationerna, s 44
FNL	Vietnam, guerillarörelsen som stred mot USA s 5
FOA	Försvarets Forskningsanstalt, numera FOI s 10, 11, 18, 20, 32, 38, 41, 46, 50
FORTRAN	Formula Translation, ett programmeringsspråk, s 97
GPS	Global Positioning System s 18
GSM	Mobiltelefonsystem s 66
GTO	Grönlands Tekniska Organisation s 28, 29
GWI	Gustaf Werner Institut, Uppsala Universitet
HHI	Heinrich Heinz Institut s 6
IBM	International Buisiness Machines s 26
IC	Integrated Circuit s 15
IGY	International Geophysical Year s 11, 12, 41
IKI	Rymdforskningsorganisationen i Sovjetunionen s 54,70
IMS	International Magnetospheric Study s 42, 45
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, s 44
IPY	International Polar Year s 6
IRF	Institutet för Rymdfysik s 25,36,73
IRF-U	Institutet för Rymdfysik – Uppsalaavdelningen, jfr UJO, s 67
ISDAT	Interactive Satellite Data Analysis Tool, s 92, 94, 95
JFK	Flygplats i New York (John F Kennedy airport) s 39
JPL	Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, USA
KGB	Underrättelseorgan i Sovjetunionen s 18, 19
KGI	Kiruna Geofysiska Institut, se även IRF s 72

KGO	Kiruna Geofysiska Observatorium, numera benämnt: IRF s 65
KTH	Kungliga Tekniska Högskolan s 46, 57, 64, 89
LO	Landsorganisationen s 21
MALTE	Miljörörelsens ALTernativa Energiplan
MIL	Militärspecificerade elektronikkomponenter s 70
MISU	Meteorologiska Institutionen, Stockholms Universitet s 14, 41, 44, 87
MPAE	Max Planck Institut fur Aeronomi s 42
MOSFET	Metal Oxygen Silicon Field Effect Transistor s 14
NASA	National Aeronautics and Space Administration s 48, 53, 85, 87, 91
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NMT	Nordisk MobilTelefoni; föregångaren till GSM s 66
PC	Personal Computer
PI	Principal Investigator, huvudexperimentator; jfr CoI
PUKAS	Proposition för reformering universitetsutbildningen, bl.a bundna studiegångar
QLP	Quick Look Plot, grafisk presentation av Viking-data s 72, 74, 76
RPWI	Experiment på JUICE-farkosten s 63
SACO	Sveriges Akademikers CentralOrganisation s 36
SCM	Search Coil Magnetometer, s 85
SDC	Scandinavian Data Centre, s 94
SINTRAN	Operativsystem, Norsk Dat, s 97
SNT	Swedish Nike Tomahawk, används för beteckning av svenska sondraketer
SRS	Sveriges Rymdforskares Samarbetsgrupp s 24
SSL	Space Science Laboratory, University of Berkeley, SF, California s 70
SvD	Svenska Dagbladet, s 73
SVT	Sveriges Television, s 32
SW	Solitary Wave, s 81
SWT	Science Working Team, Cluster-projektet, s 93
TCO	Tjänstemännens Centralorganisation s 36
TNT	Sprängmedel s 50
TOR	Trigger Optimised Repetition; Sondraketprojekt s 47,54,55
UK	United Kingdom s 6
UJO	Uppsala Jonosfärobservatorium; Vi använder genomgående akronymen UJO. Även efter det att UJO övergått till IRF; Jfr IRF, IRF-U
UKAS	Föregångare till PUKAS
UNIX	Operativsystem för datorer, s 94
UT	Universal Time, s 31
UU	Uppsala Universitet
VAX	Datorfamilj inom Digital Data
VLF	Very Low Frequency, 3 – 30 kHz s 39, 40, 42
VMS	Operativsystem för VAX-datorer
WDL	Weak Double Layer s 81
WEC	Wave Experiment Consortium; Clusterprojektet
ÅSTC	Ångström Space Technology Centre

Persongalleriet

Alfvén Hannes	Professor vid KTH; Nobelpristagare, s 57,67
André, Mats	Professor i Rymdfysik, PI Cluster
Appleton, Edward	Rymdforskare, England (nu Appletonlab), s 6
Arnelius, Suno	Norrskensforskare vid UU på 1700-talet, s 9
Andersson, Allan	Buggar-Allan, Vaktmästare vid UJO i Lurbo, s 20,21,35
Becker, Walter	Forskare, Max Planck Institut, Lindau, s 37
Bergman, Jan	Forskare UJO, s 90
Bergqvist, Yngve	Grundare av ishotellet i Jukkasjärvi, s 25
Bering, Edgar	Rymdforskare, University of Huoston, s 30
Björn, Lennart (*194x)	Forskningsingenjör UJO, Projektledare Rymdbolaget, Driftsansvarig för Viking, s 27,28,29,35,42,45,75,76
Bohlin, Bert	Professor i meteorologi, MISU, s44
Boström, Rolf (1936-)	Professor i Rymdfysik, Avdelningschef UJO , s 46,53,64,66,67,68
Carozzi, Tobia	Forskare, underhåll ISDAT, s 90,97
Chacrabarty, D.K och Purobi	Gästforskare, UJO, s 64
Christiansen, Eigil	Forskare vid DRI, s 72
Crutzen, Paul	Gästforskare vid MISU, Nobelpristagare, s 45
Dackborn Liza	Programmerare UJO, s 104
Darwall, Rupert	Författare, s7
Dackborn, Sören	Mekaniker UJO, s 11
Dennis, Bengt	Riksbankschef, s 92
Derblom Harald	Ingenjör vid UJO, s 12, 18, 34, 37,42,45,49
Ehrnström, Lennart	Språkstudent i Uppsala på 1960-talet, s 103
Eklöf, Johan	Författare, s 23
Eliasson, Lars	Forskare vid IRF-K, Sedermera Föreståndare vid IRF
Ericsson, Anders, *1964	Forskare vid UJO
Eriksson, Tobias	Underhåll av ISDAT, s 97
Eriksson, Torgny	Mekaniker, s 11
Erlandson, Bob	Professor, Calgary, s 83
Fahleson, Ulf (19xx-1979)	Lektor vid KTH/Plasmafysik, medexperimentator, Ulf Fahleson omkom vid en tragisk drunkningsolycka på Hawaii den 17 mars 1979 i samband med en tjänsteresa. S30
Feldreich, Bengt	Vetenskapsreporter vid SVT
Feldt, Kjell-Olof	Finansminister, s 22
Fjellborg, Ingeborg	Värdinna vid SRS-basen i Jukkasjärvi, s 25
Friis-Christensen, Eigil	Forskare, DMI, s 72
Fröman, Nanny	Professor i Teoretisk fysik, UU, s 4
Fällmar, PeO	Mekanikingenjör UJO, s 11
Fälthammar, Carl-Gunne	Professor vid KTH/Plasmafysik, s30
Föppl, Hermann	Forskare, sprängexpert, MPI München, s20
Gill, Reine	Underhåll av ISDAT, s 97
Grahn, Sven	Rymdexpert, Rymdbolaget, s 30,44
Grundseth, Berndt	Gästforskare från Chile, s 38, 64
Gunnarsson, Hans	Tekniker vid UJO, s 47

Gustafsson, Georg (*1932)	Professor i Rymdfysik, Avd.ch vid UJO, PI Cluster, s 71,74, 77,85
Hall, Tord	Lektor i Matematik, UU, s 4
Harang, Leif (1902-1970)	Norsk norrskensforskare s 8
Harvey, Chris, *19xx	Dataansvarig för Cluster i Frankrike, s 97
Hedberg, Åke	Forskare vid UJO, s 38
Henriksen, Kjell	Forskare, Universitetet i Tromsö, s 14,44
Hersh, Seymor	Journalist, s 40
Hellmouth, Olle	Sprängexpert, FOA, s20,50
Hilgers, Alain	Fransk gästforskare, s 64, 78
Hjorth, Bror	Konstnär, s 24
Holback, Bengt (*1946)	
Holmér, Hans	Länspolischef, Stockholm, s 75
Holmgren, Gunnar (*1944)	
Holmqvist, Bengt (*19xx)	Ingenjör Rymdbolaget
Hultqvist, Bengt	Föreståndare för KGI, IRF, s 19,64
Hyppä, Kalevi	Elektronikingenjör KTH, s30
Jansson, Sven-Erik	Elektronikingenjör UJO, s 35,104
Jones, Tudor	Professor, Univ Sheffield, s 48
Jurén, Christer	Forskare, dataexpert vid KGI, s 66
Karlsson, Lennart (Kalle)	Ritare/fotograf vid UJO s 20
Kintner, Paul	Professor vid Cornell University, Ithaca, New York; Medexperimentator och personlig vän till både G och B, s 80
Kolavole, Papatope	Gästforskare från Nigeria, s 64
Koskinen, Hannu	Doktorand vid UJO, s 72
Krutzen, Paul	Forskare, Nobelpristagare, s 44
Laback, Otto	Matematiker vid Universitetet i Graz; Gästforskare i Applied Physics Laboratory, New Jersey tillsammans med Gunnar, s 41
Laurin, Anna	Projektledare, RB, gift Rathsman, GD Rymdstyrelsen, s 87
Lindgren, Astrid	Författare, s22
Lindqvist, Per-Arne	Forskare KTH, s 94
Lundgren, Anders,	Dataexpert, far till ISDAT, s 35,93
Lundin, Rickard *1944	Professor i Rymdfysik; Medlem av Kungl. Vetenskapsakademin: Föreståndare vid IRF 1994-19xx, s 100
Murdin, John	Forskare Eiscat och dataexpert RB, s 73
Mäkitalo, Östen (1938-2011)	Östen Mäkitalo var en nyckelperson i framtagandet av NMT, världens första helautomatiska mobiltelefonisystem och grunden för den moderna mobiltelefonin, och han var också en av nyckelpersonerna i framtagandet av GSM. Styrelseledamot i IRF under en period., s 67
Nilsson, Bengt-Harald	Dataansvarig vid KTH/Plasmafysik, s 66
Nyberg, Christer	Doktorand KTH/UJO, s25
Opgenoorth, Hermann (*1951)	Professor i Rymdfysik
Orwell, George	Författare, s18

Oxenstjerna, Axel (1583-1654)	Rikskansler; Skapade ett enhetligt förvaltningssystem i Sverige. Sade till sin son, när sonen tvekade att resa till Münster för att förhandla fram Westfaliska freden: *Om du visste, min son, med vilken okunskap världen styres.*
Palme, Olof	Statsminister, s 44,45,76
Pedersen, Arne	UJOs förste doktorand, s 12
Pellinen, Risto	Professor, FMI
Persson, Maths	Disputerad inom Eiscat-gruppen; Teknisk attaché vid svenska ambassaden i Tokyo; Departementsråd vid utbildningsdepartementet;…
Rao, N. N. M.	Ingenjör vid UJO, s 14,15
Rathsman, Peter	Projektledare, Rymdbolaget, s 87
Reder, Fritz	Vetenskaplig koordinator för USAs VLF, s 39
Rycroft, Michael	Professor UK, s52
Schresta, Nirmal	Gästforskare från Nepal, s 64
Schwartz, Steve,	Forskare, dataexpert, Sussex, s 97
Schweiz, Jan-Åke (*1945)	Professor i materialvetenskap, Dekanus, Tekniska sektionen, Uppsala Universitet
Selenius, Karl-Olof	Lektor i matematik vid UU s 4
Sheldon, Bob	Professor Univ. Huoston, s 51
Shresta, Nirmal	Gästforskare UJO, s 64
Spracklen, Tim	Forskare Univ. Sheffield, s 48,49
Stegman, Jacek	Forskare vid MISU, s 44
Stenflo, Lennart	Professor i Plasmafysik vid Umeå Universitet, G:s lärare på första kursen i plasmafysik vid civilingenjörsutbildningen i Uppsala, s 19
Stenmark, Ingemar	Svensk slalomåkare, s 26
Stenmark, Lars	Projektingenjör vid Rymdbolager, medverkade bland annat i Trigger; Senare föreståndare för ÅSTC, Institutionen för Teknikvetenskaper, UU
Stoffregen, Karl Wilhelm	Willys pappa, s 6
Stoffregen Willy (1909 – 1987)	Grundare av UJO, Hedersdoktor, s18,20,24,33,37,46,59,84
Strong, Mauritz	Koordintor för FN-konferenser mm, s 44
Sträng, Gunnar	Finansminister s22
Sundqvist, Bo (*1941)	Uppsala Universitets Rektor, s 100
Thatcher, Margret	f.d. premiärminister i Storbritanien, s 45
Thomas, Harley	Tekniker, UJO
Tove, Per-Arne	Laborator i elektronik vid Uppsala Universitet; Vän till Willy; Gunnars examinator i elektronik, s33
Unckel, Per	Utbildningsminister, s 87
Vybiral, Otto	Elektronikingenjör vid UJO, s 30,35,58 s30
Wahlberg, Ingrid *1948	Administratör vid UJO
Wahlund, Jan-Erik	Forskare UJO, s 104
Wickerts, Sture	Forskare, FOA, s 47
Witt, Georg	Professor vid MISU, s 14,15, 44
Wygant, John	Forskare SSL, s 94
Zanetti, Larry	Forskare NASA, s 78
Åhlén, Lennart	Elektronikingenjör UJO, s 90, 87

Bilagor

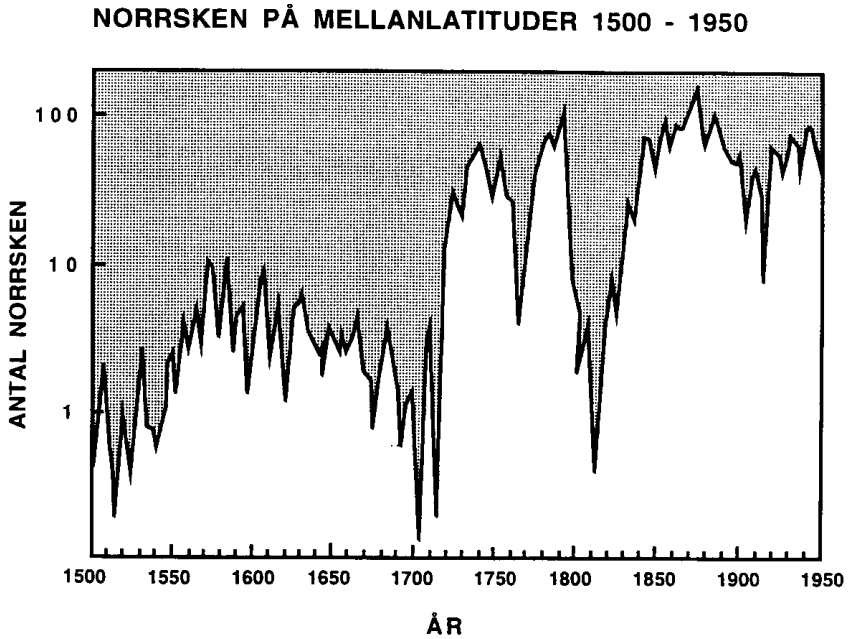
Tre sekel av experimentell norrskensforskning i Uppsala

Gunnar Holmgren

(Original 1998, reviderad 2024)

1700-talet

De tidigaste dokumenterade norrskensobservationerna från Uppsalas horisont härrör från 1700-talet. Detta kan vara relaterat till att den verkliga norrskensfrekvensen uppvisar en betydande variation med tiden, och att förekomsten kan ha varit låg under en lång period under 1500- och 1600-talen. Variationen beror i sin tur på variationer i solens aktivitet och på att jordens magnetiska falt andrar sig med tiden. Antalet norrskensobservationer på medelhög latitud från 1500 till 1950 framgår av figuren nedan.

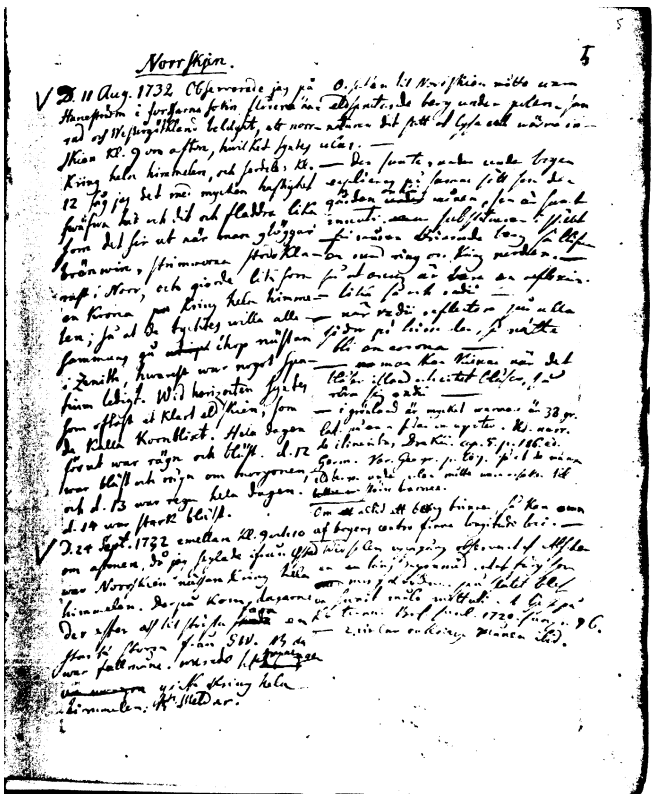


Antal rapporterade norrsken på mellanlatituder mellan 1500 och 1950.
Värdena ar glidande medelvärden over 5 år.

Som framgår av figuren, sa ökar antalet observerade norrsken dramatiskt i början av 1700-talet. Detta föranledde flera nu kända vetenskapsman att intressera sig for fenomenet, bland dem Edmund Halley i Oxford, och i Uppsala, Anders Celsius. Vid denna tid var den förhärskande uppfattningen att norrskenet ar ett brytningsfenomen av ljus som härrör antingen direkt från solstrålar eller från ljus som utgår eller har reflekterats vid jordytan. Norrskenet var förknippat med mycken vidskepelse och sägner förankrade i folktro. Norrskenet tolkades ofta som varsel av olika slag. En av dem som hade en teori om norrskenets fysik var en svensk präst, Suno Amelius (1681 - 1740) som kan ha varit den förste skandinav som framlade en vetenskaplig avhandling om norrskenet. Ar 1708 framlade han till Uppsala Universitet ett manuskript med den latinska titeln *Exercitium Philosophicum de Chasmatibus*

- en filosofisk betraktelse av norrskenet. Amelius fick emellertid aldrig tillfälle att försvara sin avhandling. Hans teori gick ut på att norrskenet bildas av en speciell sorts gas som strömmar ut från jorden. I polarområdena där luften är kall fryser gasen till iskristaller. Då solen star under horisonten kan solljuset brytas i dessa iskristaller sa att de kan ses som ett ljusfenomen av en betraktare på ett visst avstånd, se figuren.

Amelius skriver som slutsats ungefär: *Jag har förklarat norrskenet och jag anser att inga nya observationer kan kasta nytt ljus over fenomenet*.
runt om i Sverige i sin ambition att samla in ett omfattande observationsmaterial. Figuren nedan visar ett utdrag ur en av hans dagböcker.

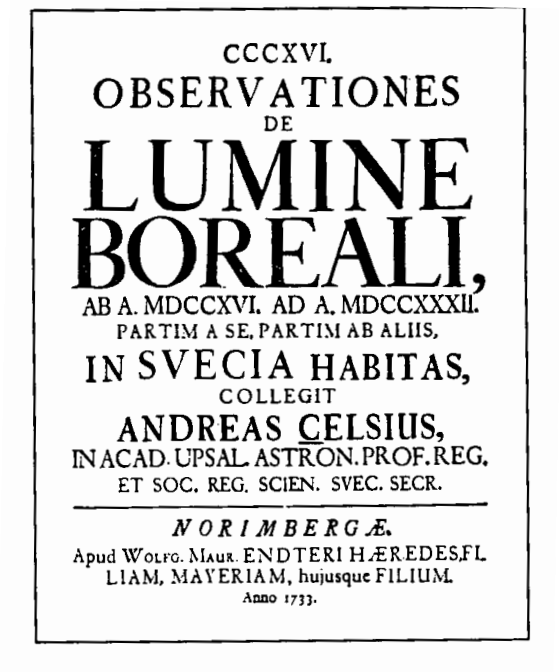


augusti 1732

Texten lyder ungefär;
D. 11 Aug. 1732 observerade jag på Hanestrom i..... sokn, ...härad... Westergothland belagit, ett norrskjen kl. 9 om afton, hvilket syntes kring hela himelen, och serdeles kl. 12 såg jag det med mycken hastighet swäfwa hit och dit och fladdra lika som det sir ut när man glöggar bränwin, strimmorna stodo klarast i norr, och gjorde liksom en krona kring hela himmelen; så att de tycktes willa allesammans go. ihop nästan i zenith, hwarefter war nogot spatium ledigt. Wid horisonten syntes som oftast et klart eldskien, som de kalla kornblixt. Hela dagen forut war rägn och blast, d. 12 war blast och rägn om morgonen och d. 13 war rägn hela dagen
Utdrag ur Anders Celsius' dagbok från

Följande år, 1733, publicerade Celsius dessa observationer i artikein *CCCXVI Observationes de Lumine Boreali ab MDCCXVI ad MDCCXXXII* (316 observationer av norrsken från ar 1716 till år 1732). I denna publikation finns ett avsnitt som poängterar Celsius insikt att experiment och observationer ar nödvändiga for vetenskapens framåtskridande:

Cur invideamus pofteritati noftris laboribus frui? Majori laudi ducetur feculo noftro obfervationes veras ad pofteritatis memoriam transmififfe, quam falfais & facile refellandas hypothefes. Utinam priorafecula rerum naturalium experimentatias potius, quam varis opiniones nobis reliquiffent!
Citatet lyder i oversattning:
Varför missunnar vi eftervärlden att njuta frukterna av vart arbete? Det Iänder vart sekel större ära att ha överlämnat sanna observationer till eftervärlden, snarare än falska och Iätt vederläggbara hypoteser. O att tidigare sekler hade Iämnat oss (information om) naturens experiment hellre än olika åsikter.


CCCXVI.
OBSERVATIONES
DE
LUMINE
BOREALI,
AB A. MDCCXVI. AD A. MDCCXXXII.
PARTIM A SE, PARTIM AB ALIIS,
IN SVECIA HABITAS,
COLLEGIT
ANDREAS CELSIUS,
IN ACAD. UPSAL. ASTRON. PROF. REG.
ET SOC. REG. SCIEN. SVEC. SECR.
NORIMBERGÆ,
Apud Wolfg. Maur. ENDTERI HÆREDES, FIL.
LIAM, MAYERIAM, hujusque FILIUM.
Anno 1733.

Även Celsius själv har dock hypoteser om norrskenets orsaker. Han skriver i fortsättningen av den dagboksanteckning som citerats ovan: *Orsaken till Nordskjen matte vara eldsprutande berg under polen, som naturen dit satt at lysa och wärma....,under bogen explieras på samma satt som den gåreden omkring manen, som där inuti, man substituerar i stället för månen brinnande berg ... en med ring kring randen..... är bara en reflexion*.
I sina uppsatser om norrsken, kritiserade Celsius de sydeuropeiska vetenskapsman som hade givit norrskenet det latinska namnet aurora borealis for något som nordborna kände som norrsken. Celsius demonstrerade detta genom att konsekvent använda termen *lumine borealis.*

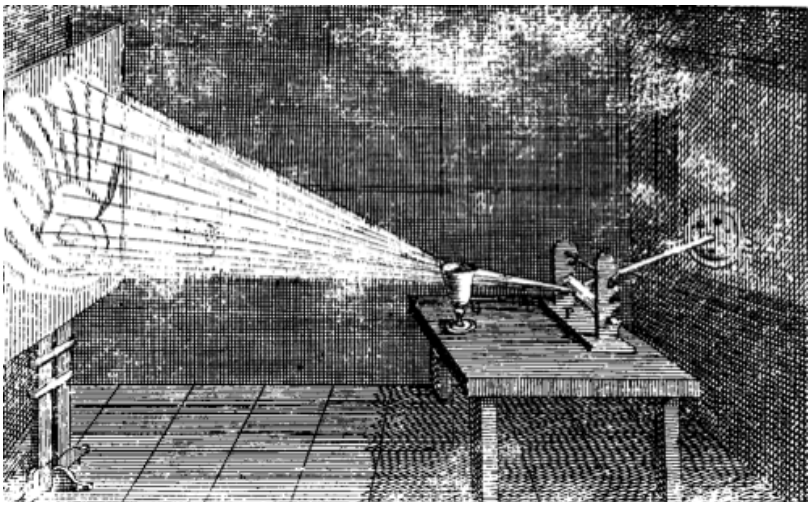
Celsius fortsatte enträget att samla in observationsmaterial och ett viktigt bidrag gjordes då han inspirerade sin lärjunge och svåger Olof Peter Hiorter göra observationer av en magnetnåls variationer och sambandet med norrskens förekomst. Halley hade nämligen redan 1716 föreslagit att det kunde finnas ett samband mellan norrsken och magnetism. Ar 1724 hade den engelske instrument konstruktören George Graham upptäckt att det förekommer våldsamma, ganska kortvariga magnetiska störningar i jordens magnetfält. För att experimentellt fastställa sambandet mellan dessa kortvariga magnetiska störningar och norrsken, tog sig Hiorter före att från 19 januari 1741 till 19 januari 1942 manuellt, med en timmes mellanrum, göra 6638 avläsningar av en magnetnål, förmodligen i det gamla observatoriet i centrala Uppsala, se figuren. Man bör här betänka att året har totalt 8760 timmar. De felande observationerna härrör sig till en resa till Hiorters hemtrakter mellan 13

augusti och 15 september samt tio dagars uppehåll omkring jultid. Det trägna observationsarbetet gav resultat i det att man, strax före Celsius död, lyckades dokumentera

samtidiga magnetiska störningar i England, genom Grahams observationer, och i Uppsala genom Hiorters observationer. De noterade också att norrsken observerades längre söderut an vanligt under den magnetiska stormen. Resultaten publicerades 1747 av Hiorter under titeln *Om magnet-nålens åtskillige ändringar, som af framlidne proffessoren herr And. Celsius blifvit i akt tagne och sedan vidare observerade, samt nu framgifne*.

Hiorter var en utmärkt föreläsare och inspirerade genom sina föreläsningar Uppsala-astronomen Per Wilhelm Wargentin (1717-1783) att intressera sig for norrskenets historia. Wargentins största insats var att han upptäckte att norrskenet kunde observeras samtidigt i norra Skandinavien, norra Asien och norra Amerika. Detta ledde till slutsatsen att norrskenet är belaget i en ring runt nordpolen, ett fenomen som skulle komma att studeras ingående drygt två hundra år senare, under internationella geofysiska aret (1957) och senare också med den svenska satelliten Viking (se figuren). Wargentins slutsatser byggde till stor del på observationer som gjordes av Linnes lärjungar som vid denna tid fanns spridda i stora delar av världen. Stor hjälp i sina upptäckter fick Wargentin också av sin kollega Uppsalaprofessom i ekonomi Pehr Kalm (1716-1779) som noterade förekomsten av norrsken under en expedition till Nordamerika.

År 1744 publicerades i Kungliga Vetenskapsakademiens handlingar resultatet av ett försök att på konstgjord väg simulera norrsken. Det var Uppsalapoeten Samuel von Triewald (1688-1742) som med ett experimentuppstallning bestående av ett mörkt rum med ett hal i väggen genom vilket solljuset hade tillträde, ett prisma, ett glas med brännvin, och en projektionsskärm.



Samuel von Triewalds experimentuppställning för att skapa konstgjort norrsken

Med denna uppställning fick han, med hjälp av ångorna från brännvinet, en fladdrande bild på skärmen som mycket påminde om norrsken. Uppställningen byggde förstås på den felaktiga föreställningen att norrsken skulle vara ett brytningsfenomen.

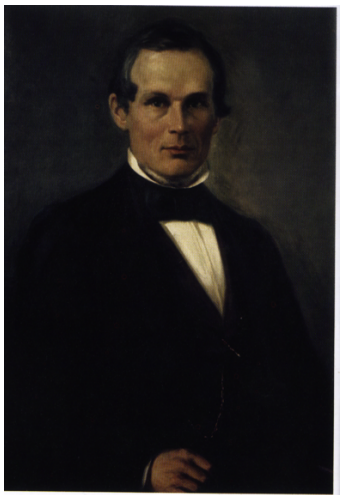
Den 17 oktober 1763 observerades ett norrsken i Uppsala. Astronomen Fredric Mallet (1728-1797) drog, efter att ha observerat detta norrsken, slutsatsen att ljuset inte alltid härrörde från en kalla ovanför molnen, eftersom han tyckte sig se moln genom norrskenet. Den kände Uppsalamatematikern och astronomen Torben Bergman (1735-1784) bestred bestämt detta påstående, vilket framgår av Kungliga Vetenskapsakademiens handlingar från 1764. Torben Bergman hade också observerat norrskenet över Uppsala den 17 oktober 1763 och sade sig vara helt saker på att molnen befann sig under norrskenet. I sin artikel påpekar han att han hade gjort manga norrskensobservationer och genom vinkel- och parallaxobservationer kunde dra slutsatsen att norrskenet befann sig mellan 380 och 1300 km höjd ovan jorden. Han påpekar också att, eftersom norrskenet befinner sig sa högt, där luften är extremt uttunnad, skulle det vara omöjligt for ljud från norrsken att nå jordytan, en fråga som ar vanligt förekommande till dags dato.

1800-talet

Celsius och Hiorters iakttagelse att det finns ett samband mellan norrsken och magnetiska stormar och förekomst av norrsken beror på att det flyter en elektrisk ström i norrskenet och det är det därav inducerade magnetiska fältet som kan observeras pa jordytan. Den insikten hade man inte i början av 1800-talet, men fundamentet till insikten lades av Hans Christian 0rstedt ar 1820 da han upptäckte att elektriska strömmar ger upphov till magnetiska fält. Ar 1865 kunde James Clerk Maxwell sammanfatta grunden till hela elektromagnetismen

Celsiusobservatoriet i centrala Uppsala

Början av 18000-talet var en tid då studierna av jordens magnetfält var intensiva. Friedrich Gauss var ledande i dessa studier, och han organiserade tillsammans med Wilhelm Weber ett nätverk av magnetiska observatorier, där Uppsala deltog med observationer, under perioden 1836 -1841. Det magnetiska observationsnätet har varit och är fortfarande ett viktigt instrument for förståelsen av norrskenets dynamik. I slutet av seklet, år 1882, drog så skotten Balfour Stewart den korrekta slutsatsen att övre atmosfären ar elektriskt ledande och att strömmar flyter där, och några år därefter föreslog norrmannen Kristian Birkeland att de magnetiska variationerna i norrsken beror på en tillfällig elektrisk ström i övre atmosfären.



Anders Jonas Ångström (1814-1874), porträtt på fysiska institutionen, Uppsala Universitet

I Uppsala var det Anders Jonas Ångström som svarade for de magnetiska registreringarna. Redan 1843 hade han under en resa i Tyskland kommit i kontakt med Johann von Lament i Munchen. denne hade genom att
under lång tid undersöka jordmagnetismen lyckats visa att störningar i magnetfältet hade en period av omkring 11 år, dvs samma period som variationen i solfläckanas intensitet. Från början gjordes mätningarna från ett magnetiskt observatorium i norra slottstornet. Detta visade sig emellertid inte vara lämpat for absolutmätningar, varför ett nytt järnfritt hus uppfördes vid astronomiska observatoriet. Detta ersattes i sin tur med ett nytt järnfritt hus vid kemiska institutionen. Det senare revs först 1953, efter att först ha flyttats närmare Villavägen, i samband med att fysiska institutionen byggdes ut.

Ångström intresserade sig i första hand for optisk spektroskopi. Inom den verksamheten gjorde han under vintern 1867/68 upprepade bestämningar av spektrallinjer i norrskenet. Hans registreringar av linjespektra innebar i ett avseende ett genombrott i förståelsen av norrskenets natur. Det faktum att norrskenet kunde påvisas ha ett linjespektrum, innebar nämligen att ljuset kom från en lysande gas och inte från ett fast föremål eller bestod av ett brytningsfenomen. Speciellt intresse visade han den gulgröna linjen med våglängd 5577A vars våglängd han fastställde med god noggrannhet. Den gulgröna linjen kunde man emellertid inte identifiera med spektrum for någon känd gas. Detta faktum gjorde att observationen av den gulgröna norrskenslinjen rönte stor uppmärksamhet vid den internationella publiceringen. Vid solförmörkelsen 1868 hade helium upptäckts på solen, och man spekulerade nu om norrskenslinjen också kunde relateras till något ännu inte upptäckt grundämne. Aven andra spekulationer förekom i försök att förklara det okända norrskensspektrat. Ångström ansåg att den gulgröna norrskenslinjen kunde återfinnas i det så kallade zodiakalljuset, som han observerade i mars 1867. Det är emellertid troligt att han tog fel och i själva verket aldrig registrerade zodiakalljuset utan förväxlade det med norrsken. Ångström anslöt sig till den gängse uppfattningen att norrskenet bestod av elektriska urladdningar högt uppe i atmosfären där ingen vattenånga förekom. Ångström gjorde också laboratorieförsök for att verifiera denna modell, och trodde sig därvid kunna identifiera några svaga norrskenslinjer som tillhörande kväve och syre. Den gulgröna linjen lyckades han dock aldrig att framställa i laboratoriet.

Ångströms laboratorium vid Engelska parken

Ångströms arbete med norrskensspektroskopi väckte internationell uppmärksamhet och inspirerade andra forskare att arbeta inom samma område. Det skulle emellertid dröja till in på 1900-talet innan man hade fastställt från vilken gas ljuset kom från. År 1925 konstaterade kanadensiska forskare att den gulgröna linjen kommer från elektronövergångar i atomärt syre.

En av de forskare som inspirerades av Ångström var finländaren Karl Selim Lemström (1838 - 1904). Han studerade en tid for docenten i mekanik i Uppsala Erik Ediund (1819 -1888), som även han, i hög grad, intresserade sig for norrsken. Lemström hävdade, i likhet med Edlund, att norrskenet var ett elektriskt urladdningsfenomen. Lemströms betydelsefullaste insatser for norrskensforskningen torde emellertid vara hans spektroskopiska studier. Edlund försökte verifiera sina teorier baserade på urladdning längs de magnetiska kraftlinjerna, med en laboratoriemodell som beskrivs i figuren. Edlund organiserade det första nätet i Sverige av meteorologiska matstationer vid vilka man, förutom insamling av meteorologiska data, även gjorde ett stort antal observationer av norrsken.

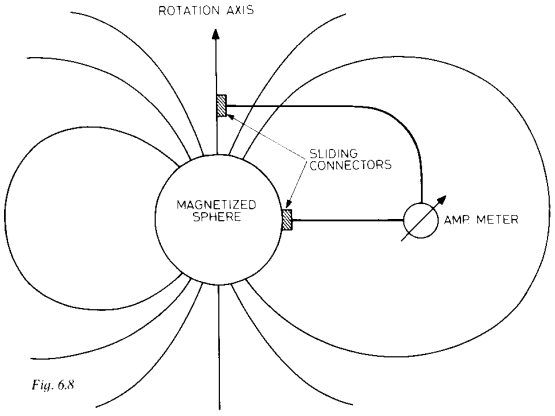


Illustration av Edlunds norrskensteori

1900-talet

Ar 1859 föddes på Wiks herrgård söder om Uppsala den sedermera kände fysikern, kemisten och nobelpristagaren Svante Arrhenius. Nobelpriset fick han ar 1903 för sitt arbete om den elektrolytiska dissociationsteorin, men han intresserade sig också for norrsken.

Svante Arrhenius (1859-1927)

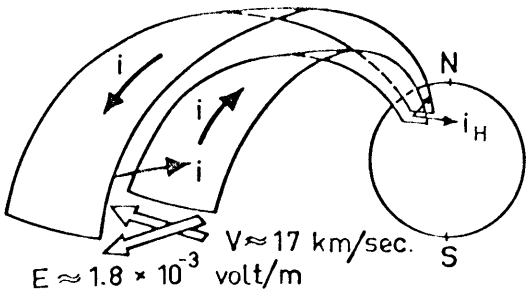
Ar 1900 publicerade han en norrskensteori baserad på strålningstryck från elektromagnetiska vågor och partikeleruptioner från solen. Han föreslog att under kraftiga soleruptioner på solen, stora kvantiteter av materia i form av droppar eller dammpartiklar kastades ut i radiell riktning från solen genom strålningstrycket (idag kallar vi denna masstransport för solvinden). Han postulerade också att en uppdelning i positiva och negativa laddningar förekom och att denna uppdelning resulterade i katodstrålar (fria elektroner) och röntgenstrålning. Arrhenius föreslog att katodstrålarna (elektronerna), när de nådde jorden eller andra kroppar i planetsystemet, måste följa spiralbanor längs de magnetiska fältlinjerna i riktning mot polerna där de i den tätare atmosfären producerade norrsken. Inga negativa laddningar borde emellertid nå polerna, och därför borde norrskensringar formas runt polerna. Med denna teori kunde Arrhenius förklara den goda korrelationen mellan norrsken och solaktivitet. Arrhenius förutsade med denna teori också att norrsken borde förekomma, inte bara på nattsidan, utan även på jordens dagsida, aven om det bara är observerbart på nattsidan under mörka förhållanden. Teorin att norrskenet skulle vara fördelat på alla longituder runt polen, uppmärksammades inte särskilt mycket i början av seklet. Det var inte förrän i och med det internationella geofysiska året (International Geophysical Year; IGY) 1957-58 som kunde studeras mer systematiskt. I samband med IGY byggdes under ledning av Willy Stoffregen, grundare av Uppsala Jonosfärobservatorium, sedermera Uppsalaavdelningen av Institutet för rymdfysik, ett stort antal så kallade firmamentkameror (all-sky kameror) med vilka automatiska registreringar av optiskt norrsken kunde göras. Stoffregens firmamentkameror placerades ut både i norra och södra polarområdena i samband med IGY, och man kunde därmed verifiera att norrskenet vid varje tidpunkt förekom på alla latituder i en ring-liknande fördelning runt de magnetiska polerna. Detta område benämns norrskensovalen (the auroral oval). Att norrskenet förekommer i en sammanhållen oval runt de magnetiska polerna har sedermera bekräftats av översiktsbilder tagna från satelliter, inte minst den svenska Viking-satelliten

Willy Stoffregen (1909-1987)

Stoffregen gjorde pionjärinsatser inom flera grenar av experimentell norrskensforskning. 1939 observerade han de första radarekona från norrsken (radionorrsken), och som grundare och chef for Uppsala Jonosfärobservatorium gjorde han betydande insatser inom fotometri, fotospektroskopi, radio- och radarobservationer av norrsken. Stoffregen medverkade aktivt vid konstruktionen av de första jonosondema (jonosfärradar) och inledde en serie av jonosonderingar varje timme som började 1952 och pågar i en obruten serie fortfarande.

Under ledning av Stoffregen var gruppen vid Uppsala Jonosfärobservatorium pionjärer i att använda sondraketburna instrument for att undersöka norrskenet på sextiotalet, med den första svenska sondraketen från White Sands i New Mexico, och ett stort antal sondraketer uppskjutna från ESRANGE, Kiruna under sjuttiotalet. Genom dessa experiment fick man en god uppfattning om fält, partiklar och plasmatätheter genom mätningar direkt i norrskenet. Uppsalagruppen specialiserade sig från början på raketburna fotometrar och instrument for plasmatäthetsmätningar.

Rolf Boström övertog ledarskapet for Uppsala Jonosfärobservatorium ar 1976. Han hade intresserats for norrskensfysik genom sin handledare Hannes Alfvén (Nobelpris 1970), och hade redan under sin tid vid KTH utarbetat en grundläggande elektrodynamisk modell for norrskensbågar vilken haft stor betydelse både for tolkning av observationer.



Boströms modell

Noteras bör, i detta sammanhang, att Hannes Alfvén inledde sin akademiska karriär vid Uppsala Universitet men fick sedermera en professur vid KTH. Under Rolf Boströms genomfördes en dynamisk period av experiment med utnyttjande av modem instrumentteknik och kraftfulla datorresurser. En ny typ av experiment, sa kallade aktiva experiment av två olika typer genomfördes. Dels kunde man visa att man genom att införa en störning i form av

ett jonmoln på jonosfärhöjd, med hjälp av sondraketer, kunde påverka utfallet av norrskenselektroner. Härigenom kunde man bekräfta att förhållanden i jonosfärhöjd aktivt påverkar de elektrodynamiska förhållandena i jonosfär-magnetosfärsystemet. Dels visade man experimentellt att starka radiosändare på marken kunde indirekt stimulera elektromagnetisk strålning från jonosfärhöjd. Den senare typen av aktivt experiment har under de senaste 10 aren utvecklats till en ny typ av diagnostik av våg-våg-växelverkan i jonosfären, den så kallade SEE-tekniken (Stimulated Electromagnetic Emissions). I början av 1980-talet medverkade Rolf Boström och gruppen vid IRF-U aktivt till att ett svenskt nationellt satellitprogram kom till stånd. Stora framsteg har därefter gjorts med de svenska satelliterna Viking och Freja, främst i samband med förståelsen av mikroskopiska plasmaprocesser relaterade till lokal acceleration av norrskenspartiklar.

Vad kan vi lära av tre sekels norrskensforskning i Uppsala?

Vi kan konstatera att det forskningsområde som vi är engagerade i har en obruten och aktiv verksamhet i Uppsala åtminstone från början av 1700-talet. 1700-talet uppvisar i Uppsala en enastående koncentration av framstående forskare inom skilda områden: fysiker, kemister, botaniker, poeter, präster etc. Dessa tycks ha haft en livlig dialog och korsbefruktat respektive specialiteter med mycket remarkabla resultat som följd. Dessutom har dessa framstående forskare i hög grad inspirerat sina studenter och efterföljare till framstående insatser, vilka till stor del burit frukt genom många individers medverkan (Linnes lärjungar t.ex.). Norrsken har alltså utgjort en inspirationskälla för manga, kanske till och med de flesta, av de kända vetenskapsmännen i Uppsala under de tre seklen. Under utvecklingen har man vid upprepade tillfällen haft uppfattningen att man har funnit den ultimata sanningen inom sitt forskningsområde (jfr. Arnelius uttalande). Det har emellertid snart visat sig att forskningsområdet ständigt har bjudit på nya överraskningar tack vare nya observationer, ny experimentteknik eller applikationer av ny kunskap inom den grundläggande fysiken. Överraskningsmomentet ar inte minst påtagligt i var egen tid då man genom upptäcktsfärder i nya områden i magnetosfären och med ständigt förbättrad teknik for varje nytt projekt, i regel gör nya oväntade upptäckter.

Litteratur

Brekke och Egeland The northern light. Springer 1983

Sandahl, I, Norrsken, budbärare från rymden, IRF, ISBN 91-7191-067-0, 1995

Boström, R, Jonosfären - ett naturens och fysikernas plasmalaboratorium, Kosmos 1985, ISBN 91-86344-28-5, Berlings, Arlov, 1985

Beckman 0, Ångström -far och son, Kosmos 1997, Almqvist & Wiksell, Uppsala 1997, sid 17-48, ISBN 91-86992-10-4

Bilaga: UJOs sondraketer fram till 1970

Nr	Ändamål	År	Mån	Dag	Lokal tid (UT)	Plats	Raket	Resultat	Topp-höjd	Nyttolast-vikt (kg)	P/L bygge	Sond-typ
UJO-1	Jonprob D-skikt	1963	10	8	19:00:00	White Sands	Boosted Arcas	Antennskada inga data. Bärgad	89		UJO	A
UJO-2	Jonprob D-skikt	1963	10	10	16:00:00	White Sands	Boosted Arcas	Data 70-30 km.Bärgad	81		UJO	A
UJO-3	Jonprob D-skikt	1963	12	13	21:00:00	White Sands	Boosted Arcas	Inga data under 70 km	99		UJO	A
UJO-4	Na-Li-utsläpp	1964	3	6	23:25:00	Wallops Isl.	Boosted Arcas	Lyckat. Vindskjuvning spred moln	95.6	4.1	UJO	
UJO-5	Jonprob D-skikt	1965	3	1	13:12:00	Andöya	Boosted Arcas	Bra data. Sjönk i havet	90-95	4.7	UJO	B
UJO-6	Natriumutsläpp	1965	3	1	20:43:00	Andöya	Nike Apache	Ingen observation från marken	185		GCA[1]	
UJO-7	Jonprob D-skikt	1965	3	2	20:09:00	Andöya	Boosted Arcas	Bra data. Sjönk i havet	80-85	4.7	UJO	B
UJO-8	Natriumutsläpp	1965	3	5	20:57:50	Andöya	Nike Apache	Na-emission upp till +40min	180	32	GCA[1]	
SA1/1	Jonprob D/E-skikt	1968	10	24	20:50:00	Esrange	Boosted Arcas II	Bra data. Slog ned Torneträsk	107	7.7	UJO	"Kajan" [2]
SA1/2	Jonprob D/E-skikt	1969	1	17	00:02:28	Andöya	Boosted Arcas II	Andra steget tände ej.	7	7.7	UJO	"Kajan"
SA1/3	Jonprob D/E-skikt	1969	1	18	19:23:00	Andöya	Boosted Arcas II	Bra data. Sjönk i havet. Flygförbud.	98	7.7	UJO	"Kajan"
SP4	Jonprob D/E-skikt	1970	8	9	23:40:10	Esrange	Petrel		147	15	UJO	"Kajan"

[1]CGA=Geophysics Corporation of America, Bedford, Mass., USA.
[2]Enligt Bengt Holmqvist byggdes fem sonder. En finns kvar på IRF-U i Uppsala som utställningsföremål.

Bilaga: UJO sondraketexperiment efter 1970

S7/1 Norrskenssonden	7 feb 1972	Esrange	Rymdbolaget/SAAB
S7/2	9 feb 1973	Esrange	Rymdbolaget/SAAB
S10/1 Substorm	20 feb 1974	Esrange	
S10/2	20 feb 1974	Esrange	
S17/1 Mor/Dotter	22 jan 1976	Esrange	
S17/2	6 mars 1976	Esrange	
S22 Aurora	8 feb 1977	Esrange	
S21/1 Trigger		Esrange	
S21/2 Trigger		Esrange	
S21/3 Trigger		Esrange	
Maimik		Andöya	
Need		Andöya	
Centaur I			
Centaur II			

Bilaga: UJO Satellitexperiment

Namn	**Uppskjutningsdatum**	**Plats för uppskjutning**
Viking	22 feb 1986	Kouru
Freja	06 okt 1992	Jiuguan
Astrid-2	10 dec 1998	Plesetsk, Ryssland
Cluster		
Cassini		
Rosetta		
Juice		

Bilaga: Willy Stoffregens publicerade arbeten

(Från: K. Schlegel et al)

Appleton, E. V. and Naismith, R.: Scattering of radio waves in polar regions, Nature, 143, 243–244, 1939.

Boström, R. and Stoffregen, W: Implementation of Ground-Based Facilities to Study the Ionosphere and Magnetosphere above Scandinavia and their Role in Sounding Rocket Experiments, Fifth ESA Symposium on European Rocket and Balloon Pro- grammes and Related Research, held 14-18 April 1980 in Bournemouth, UK. Edited by T.d. Guyenne and G. Lévy. ESA- SP Vol.152, 421–424, The Netherlands: ESA Scientific & Tech- nical Publications Branch ESTEC, 1980.

Boström, R. and Derblom, H.: Obituary Willy Stoffregen, J. Atmos. Terr. Phys. 49, p. 871, 1987.

Egeland, A. and Maaseide, K: Fil. Dr. Willy Stoffregen (1909– 1987), in: Fra Fysikkens Verden, 49, 29–30, 1987.

Föppl, H., Haerendel, G., Haser, I, Lüst, R., Melzner, F., Meyer, B., Neuss, H., Rabben, H.-H., Rieger, E., Stöcker, J., and Stoffre- gen, W.: Preliminary results of electric field measurements in the auroral zone, J. Geophys. Res., 73, 21–26, 1968.

Fränz, K.: Über die Funktechnische Expedition der Gesellschaft zur Föderung des Funkwesens nach Tromö und deren Ergebnisse, Zeitschr. f. Physik, 103, 671–708, 1936.

Frühauf, H.: Nachruf auf Karl Willy Wagner, Jahrb. Dt. Akad. der Wissensch. zu Berlin, Akademie Verlag Berlin, 397–404, 1956

Harang, L. and Stoffregen, W.: Scattered reflections of radio waves from a height of more than 1000 km, Nature, 142, p. 832, 1938.

Harang, L. and Stoffregen, W.: Echoversuche auf Ultrakurzwellen, Hochfrequ. und Elektroakust., 55, 105–108, 1940.

Harang, L. and Landmark, B.: Radio echoes observed during auro- rae and terrestrial magnetic storms using 35 and 74 Mc/s waves simultaneously, Nature, 171, 1017–1018, 1953.

Harang, L. and Stoffregen, W.: Upper atmosphere temperatures de- duced from spectra of BaO recorded during barium release ex- periments, Planet. Space Sci., 17, 261-265, 1969.

Henriksen, K., Stoffregen, W., Lybekk, B., and Steen A:, Photome- ter and spectrometer search of the oxygen green and red lines during artificial ionospheric heating in the auroral zone, Ann. Geophys., 2, 73–75, 1984, http://www.ann-geophys.net/2/73/1984/.

Larsen, R. and Berger, S: Nordlysobservatoriet – historier og erindringer, University of Tromsø, 2000.

Moore, R. K.: A V.H.F. propagation phenomena associated with au- rora, J. Geophys. Res. 56, 97–106, 1951.

Omholt, A., Stoffregen, W., and Derblom, H.: Hydrogen lines in auroral glow, J. Atmos. Terr. Phys., 24, 203–209, 1962.

Stoffregen, W.: Apparate und Registrierverfahren der funktechnis- chen Expedition in Tromsö der Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens, Berlin, Elektr. Nachrichtentechnik, 11, 341–350, 1934.

Stoffregen, W.: Records of the ionosphere during the total eclipse in the north of Sweden on July 9, 1945, Terr. Magnet. and Atmosph. Electri., 51, 495–499, 1946.

Stoffregen, W.: A Panoramic Ionospheric Echo Recorder, Terr. Magnet. Atmos. Electricity, 53, 269–271, 1948a.

Stoffregen, W.: Ionosphere Reflections Recorded Mechanically by Means of a Repetition Frequency Converter, J. Appl. Phys. 19, 487–490, 1948b.

Stoffregen, W.: All-Sky Camera Auroral Research during the Third Geophysical Year 1957–58, Tellus, 7, 509–517, 1955a.

Stoffregen, W.: Variation of fEs during solar eclipses, Nature, 176, p. 610, 1955b.

Stoffregen, W.: Radio reflections of low frequencies from 75–90 km's height during intense aurora activity. J. Atmos. Terr. Phys., 13, 167–169, 1958.

Stoffregen, W.: The east-west drift of auroral forms determined from all-sky camera films, J. Atmos. Terr. Phys., 21, 257–260, 1961.

Stoffregen, W.: Some Auroral and Ionospheric Features More Typi- cal for Lower Latitudes than the Auroral Zone, in: Electron Den- sity Profiles in the Ionosphere and Exosphere, Proceedings of the NATO Advanced Study Institute held at Skeikampen, Nor- way, April, 1961, edited by: Maehlum, B., p. 55, New York, Press Book, 1962.

Stoffregen, W.: On the influence of the moon on the auroral activity, Ann. de Géophys. 24, 57–61, 1968.

Stoffregen, W.: Transient emissions on the wavelength of helium I, 5876 Å recorded during auroral break-up, Planet. Space Sci., 17, 1927–1935, 1969.

Stoffregen, W.: Electron density variation observed in the E-layer below an artificial barium cloud, J. Atmos. Terr. Phys., 32, 171– 177, 1970.

Stoffregen, W.: Electron-density increase in the E-layer below an artificial Barium cloud. Geofysiske Publikasjoner (Universitets- forlaget) 29, 151–156, 1972a.

Stoffregen, W.: Travelling Ionospheric Disturbances Initiated by Low Altitude Nuclear Explosions, Effects of Atmospheric Acousitic Gravity Waves on Electromagnetic Wave Propagation, Papers presented at the Specialist Meeting of the Electromag- netic Wave Propogation Panel of AGARD held 17–21 April 1972 at Wiesbaden, West Germany. p. 35, London: Harford House, October, 1972b.

Stoffregen, W.: Tio små pianostycken, Allegro, Göteborg (circa 1974), 1974a.

Stoffregen, W.: Work carried out by the CCOG, European Sounding-Rocket and Scientific-Balloon Activity at High Lati- tudes, with Emphasis on the International Magnetospheric Study (IMS). Proceedings of the Symposium held 9–12 September 1974, at Orenäs Slott, Sweden, p.141, Published by Organisation Europeenne de Recherches Spatiales, Neuilly, France, 1974b.

Stoffregen, W.: Short report from CCOG, Committee for Co- Ordination of Ground-Based Obserevations Associated with GEOS, European programmes on sounding-rocket and balloon research in the auroral zone, Proceedings of a symposium held at Schloss, Elmau, German, 3–7 May 1976, European Space Agency, ESA SP-115, 355–358, 1976a.

Stoffregen, W. (Ed.): CCOG Handbook for the IMS-GEOS (Period 1976–79), Circ. Lett. 7, 196 p., Comm. for Coord. of Observ. Ass. with GEOS, Uppsala, Sweden, 1976b.

Stoffregen, W.: The Heinrich-Hertz-Institute expedition to Tromsø during the International Polar Year 1932–33, Ann. Geophys., 1, 387–390, 1983, http://www.ann-geophys.net/1/387/1983/.

Stoffregen, W. and Derblom, H.: Lifetime of the atomix oxygen 6300 A line in the auroral spectrum, Nature, 185, 28–29, 1960.

Stoffregen, W. and Derblom, H: Auroral hydrogen emission related to charge separation in the magnetosphere, Planet. Space Sci., 9, 711–712, 1962.

Stoffregen, W. and Derblom, H.: Some instruments for night studies of upper atmosphere light emeissions, in: Rocket experiments for studies of the D-region ion concentration and emission from re- leased chemicals in twilight aurora, Rpt. No. 15, Uppsala Jonos- färobservatorium, Uppsala, 1966.

Stoffregen, W., Derblom, H., and Omholt, A.: Some Characteristics of the D-Region Ionization during Auroral Activity, J. Geophys. Res., 65, 1699–1704, 1960.

Stoffregen, W., Derblom, H., and Ånger, B.: Lithium emission in twilight at Uppsala during November 1962, Nature, 197, 783– 785, 1963.

Thoma, A.: Laudatio Willy Wagner, Archiv elektr. Übertr., 2, 117– 119, 1948.

Wagner, K. W.: Vorläufige Ergebnisse der funktechnischen Expedi- tion der Heinrich-Hertz-Gesellschaft nach Tromsö (Norwegen), Sitzber. Preuß. Akad. Wiss. (Phys.-math. KL), XXXI, XXXII, p. 910, 1933.

Wagner, K. W.: Die funkwissenschaftliche Expedition der Heinrich- Hertz-Gesellschaft nach Tromsö (Norwegen), Elektr. Nachr.- Techn., 11, 37, 1934.

Bilaga: Gunnar Holmgrens publicerade arbeten 1970 - 1997

1. Bahnsen, A., Pedersen, B. M., Jespersen, M., Ungstrup, E., Eliasson, L.,Murphree, J. S., Elphinstone, R. D., Blomberg, L., Holmgren, G., & Zanetti,L. J. (1989). Viking observations at the source region of auroral kilometric radiation. J. Geophys. Res., 94, 6643-6654.

2. Boström, R., Gustafsson, G., Holback, B., Holmgren, G., Koskinen, H. E. J., & Kintner, P. M. (1988). Characteristics of solitary waves and weak double layers in the magnetospheric plasma. Phys. Rev. Lett., 61(No 1), 82 - 85.

3. Boström, R., Holback, B., Holmgren, G., & Koskinen, H. (1989). Solitary structures in the magnetospheric plasma observed by Viking. Physica Scripta, 39, 782-786.

4. Boström, R., & Holmgren, G. (1990). Magnetospheric wave observations and interpretations. Paper presented at the The Eighth General Conference of the European Physical Society, Amsterdam Sept 1990.

5. Bröms, M., & Holmgren, G. (1976). Global kommunikation med ubåtar i undervattensläge FOA 3 rapport C 30058-E1 .

6. Dubouloz, N., Pottelette, R., Malingre, M., Holmgren, G., & Lindqvist, P.-A. (1990). Detailed Analysis of Broadband Electrostatic Noise in the Dayside Auroral Zone. J. Geophys. Res., 96, 3565-3579.

7. Eliasson, L., Lundin, R., & Holmgren, G. (1986). Energetic electron enhancements due to the TOR chemical releases. Proceedings of the COSPAR Symposium, Toulouse, France.

8. Eliasson, L., Holmgren, G., & André, M. (1990). Auroral Particle Acceleration at High Latitudes: Viking Results (Abstract). Annales Geophysicae(Special Issue, 249,).

9. Eriksson, A. I., Holback, B., Dovner, P.-O., Boström, R., Holmgren, G., André, M., Eliasson, L., & Kintner, P. M. (1994). Freja observations of correlated small-scale density depletions and enhanced lower hybrid waves. Geophys. Res. Lett., 21, 1843-1846.

10. Eriksson, A. I., Mälkki, A., Dovner, P.-O., Boström, R., Holmgren, G., & Holback, B. (1997). A statisitical survey of auroral solitary waves and weak double layers, 2: Measurement accuracy and ambient plasma density. J. Geophys. Res., 102(No A6), 11385-11398.

11. Erlandson, R. E., Zanetti, L. J., Potemra, T. A., Block, L. P., & Holmgren, G. (1990). Viking Magnetic and Electric Field Observations of Pc1 Waves at High Latitudes. J. Geophys. Res., 95(A5), 5941-5955.

12. Gustafsson, G., Boström, R., Holback, B., Holmgren, G., Koskinen, H. E. J., & Kintner, P. M. (1986). Low frequency wave measurements by the Viking satellite. EOS, 67, 1153.

13. Gustafsson, G., Boström, R., Holback, B., Holmgren, G., & Koskinen, H. E. J. (1988). First VIKING Results: Low Frequency Wave Measurements. Proceedings of the Sixth

International Symposium on Solar-Terrestrial Physics, Toulouse, France June 30 - July 5, 1988.

14. Gustafsson, G., Aggson, T., Boström, R., Block, L. P., Cattel, C., Décréau, P., Egeland, A., Fälthammar, C.-G., Grard, R., Lebreton, J.-P., Gurnett, D., Harvey, P., Holback, B., Holmgren, G., Kellogg, P., Kintner, P., Klimov, S., Lebreton, J.-P., Lindqvist, P.-A., Manning, R., Marklund, G., Maynard, N., Mozer, F., Mursula, K., Pedersen, A., Pfaff, R., Roth, I., Roux, A., Schmidt, R., Singer, H., Smiddy, M., Stasiewicz, K., Tanskanen, P., Temerin, M., Thrane, E., Wygant, J., & Woolliscroft, L. J. C. (1988). The spherical probe electric field and wave experiment for the Cluster mission ESA SP-1103, 31, 1988 .

15. Gustafsson, G., Boström, R., Holback, B., Holmgren, G., Stasiewicz, K., Aggson, T., Pfaff, R., Block, L. P., Fälthammar, C.-G., Lindqvist, P.-A., Marklund, G., Cattell, C., Mozer, F., Roth, I., Temerin, M., Wygant, J., Décréau, P., Egeland, A., Holtet, J., Thrane, E., Grard, R., Lebreton, J.-P., Pedersen, A., Schmidt, R., Gurnett, D., Harvey, C., Manning, R., Kellogg, P., Kintner, P., Klimov, S., Maynard, N., Singer, H., Smiddy, M., Mursula, K., Tanskanen, P., Roux, A., & Woolliscroft, L. J. C. (1993). The spherical probe electric field and wave experiment for the Cluster mission. ESA SP-1159.

16. Gustafsson, G., Boström, R., Holmgren, G., Lundgren, A., Stasiewicz, K., Åhlén, L., Mozer, F. S., Pankow, D., Harvey, P., Berg, P., Ulrich, R., Pedersen, A., Schmidth, R., Butler, A., Fransen, A. W. C., Klinge, D., Thomsen, M., Fälthammar, C.-G., Lindqvist, P.-A., Christensson, S., Holtet, J., Lybekk, B., Sten, T. A., Tanskanen, P., Lappalainen, K., & Wygant, J. (1997). The electric Field and Wave Experiment for the Cluster Mission. Space Sci. Rev., 79(1 - 2), 137 - 156.

17. Hilgers, A., Holback, B., Holmgren, G., & Boström, R. (1992). Probe Measurements of Low Plasma Densities with Applications to the Auroral Acceleration Region and Auroral Kilometric Radiation Sources. J. Geophys. Res., 97, 8631-8641.

18. Holback, B., Boström, R., Gustafsson, G., Koskinen, H. E. J., Holmgren, G., & Kintner, P. M. (1986). Propagating solitary plasma density structures observed by the Viking spacecraft. EOS, 67, 1156.

19. Holmgren, G. (1972). Inverkan på VLF-signalers fas av kärnladdningsexplosioner på hög höjd Meddelande nr 22, FOA 3 rapport A 3761-A3 (Meddelande, FOA 3 rapport No.). Uppsala Jonosfärobservatorium.

20. Holmgren, G. (1974). Några metoder för beräkning av elektrontäthetsfördelning utgående från jonogram Meddelande nr 25, FOA 3 C 3784-E2 (Meddelande, FOA 3 rapport No.). Uppsala Jonosfärobservatorium.

21. Holmgren, G., Holback, B., & Derblom, H. (1974). Jonosfär-magnetosfärstudier gonom kemiska injektionsexperiment. Meddelande nr 28, FOA 3 rapport C 30003-E8 (Meddelande, FOA 3 rapport No.). Uppsala Ionospheric Observatory.

22. Holmgren, G., & Laback, O. (1975). VLF phase anomalies due to particle precipitation at midlatitudes Meddelande nr 30, FOA 3 rapport C 30041-E8 (Meddelande, FOA 3 rapport No.). Uppsala Jonosfärobservatorium.

23. Holmgren, G. (1975). Proposed release experiment to study ionospheric-magnetospheric coupling ESRO special pub. 107 pp. 217-220 . Uppsala Jonosfärobservatorium.

24. Holmgren, G., Boström, R., Kelley, M. C., Kintner, P. M., Lundin, R., Fahleson, U. V., Bering, E. A., & Sheldon, W. R. (1979). Artificial stimulation of auroral electron acceleration by intense field aligned currents. Geophys. Res. Letters, 6, 789-790.

25. Holmgren, G., Boström, R., Kelley, M. C., Kintner, P. M., Lundin, R., Fahleson, U. V., Bering, E. A., & Sheldon, W. R. (1980). TRIGGER, an active release experiment that stimulated auroral particle precipitation and wave emissions. JGR, 85(A10), 5043.

26. Holmgren, G., Kintner, P. M., & Kelley, M. C. (1981). Artificial Particle and Wave stimulation in the Trigger Experiment. Adv. Space. Res., 1, 311-317.

27. Holmgren, G. (1983). Experimental and theoretical aspects of the generation of MHD waves by chemical releases in the ionosphere,. Proceedings of the Symposium on Active experiments in space, Alpbach.

28. Holmgren, G. (1985). Artificial stimulation of auroral particle precipitation by means of a plasma release. Doctoral Dissertation, Uppsala University.

29. Holmgren, G., Marklund, G., Eliasson, L., Söraas, F., Opgenoorth, H., Primdahl, F., Haerendel, G., & Kintner, P. M. (1986). Ionospheric response to chemical releases in the high latitude E and F regions. Proceedings of the COSPAR Symposium, Tolouse, France.

30. Holmgren, G., Boström, R., Gustafsson, G., & Kintner, P. M. (1987). Small scale plasma density structures observed by the Viking double probe instrument. Proceedings 21st ESLAB Symposium, Bolkesjö, Norway.

31. Holmgren, G., & Kintner, P. M. (1990). Experimental evidence of widespread regions of small-scale plasma irregularities in the magnetosphere. J. Geophys. Res., 95(A5), 6015-6023.

32. Kelley, M. C., Fahleson, U. V., Holmgren, G., Boström, R., Kintner, P. M., & Kudeki, E. (1980). Generation and propagation of an electromagnetic pulse in the Trigger experiment and its possible role in particle acceleration. J. Geophys. Res., 85(A10), 5055-5060.

33. Kintner, P. M., Kelley, M. C., Holmgren, G., & Boström, R. (1980). The observation and production of ion acoustic waves during the Trigger experiment. J. Geophys. Res., 85(A10), 5071-5077.

34. Koskinen, H. E. J., Holmgren, G., & Kintner, P. M. (1983). An observation of LHR noise with banded structure by the sounding rocket S29 "Barium-GEOS". J. Geophysl Res., 88(A5), 4131-4136.

35. Koskinen, H. E. J., Gustafsson, G., Holmgren, G., Holback, B., Kintner, P. M., André, M., & Lundin, R. (1986). Observations of electrostatic ion cyclotron and ion cyclotron harmonic waves by the Viking satellite. EOS, 67, 1156.

36. Koskinen, H. E. J., Gustafsson, G., Boström, R., Holback, B., & Holmgren, G. (1987). A review of initial low-frequency wave measurements by the Viking satellite. Annales Geophysicae, 5A, 177 - 180.

37. Koskinen, H. E. J., Kintner, P. M., Holmgren, G., Holback, B., Gustafsson, G., André, M., & Lundin, R. (1987). Observations of ion cyclotron harmonic waves by the Viking satellite. Geophys. Res. Letters, 14, 459 - 462.

38. Louarn, P., Wahlund, J.-E., Chust, T., deFeraudy, H., Roux, A., Holback, B., Dovner, P.-O., Eriksson, A. I., & Holmgren, G. (1994). Observation of kinetic Alfvén waves by the FREJA spacecraft. Geophys. Res. Lett., 21, 1847 -1850.

39. Lundin, R., & Holmgren, G. (1980). Rocket observations of stimulated electron acceleration associated with the TRIGGER experiment. J. Geophys. Res, 85(A10), 5061-5070.

40. Malingre, M., Pottelette, R., Dubouloz, N., Lindqvist, P.-A., Holmgren, G., & Aparicio, B. (1992). Sporadic electromagnetic emissions in the AKR frequency range associated with electrostatic plasma turbulence. Geophys. Res. Lett., 19(13), 1339 - 1342.

41. Marklund, G., Brenning, N., Holmgren, G., & Haerendel, G. (1987). On transient electric fields observed in chemical release experiments by rockets. J. Geophys. Res., 92(A5), 4590-4600.

42. Marklund, G., Brenning, N., Holmgren, G., & Haerendel, G. (1988). A model for transient electric fields associated with chemical release experiments by rockets. Adv. in Space Res., 8(1), (1)85-(1)92.

43. Mälkki, A., Boström, R., & Holmgren, G. (1992). Viking Observations of Weak Double Layers in the Auroral Acceleration Region: Latest Results on WDL Polarities. Paper presented at the Fourth Symposium on Double layers and other nonlinear potential structures in plasmas, Innsbruck, Austria.

44. Mälkki, A., Eriksson, A. I., Dovner, P.-O., Boström, R., Holback, B., Holmgren, G., & Koskinen, H. (1993). A Statistical Survey of Auroral Solitary Waves and Weak Double Layers, 1. Occurrence and Net Voltage. J. Geophys. Res., 98(No A9), 15.521-15.530.

45. Mæhlum, B. N., Denig, W. F., Egeland, A. A., Friedrich, M., Hansen, T., Holmgren, G. K., Måseide, K., Maynard, N. C., Narheim, B. T., Svenes, K., Torkar, K., Trøim, J., & Winningham, J. D. (1987). MAIMIK - A high current electron beam experiment on a sounding rocket from Andøya rocket range. Proceedings The 8th ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Sunne, Sweden.

46. Mæhlum, B. N., Denig, W. F., Friedrich, M., Torkar, K. M., Svenes, K., Maynard, N. C., Trøim, J., Holmgren, G., & Burke, W. J. (1990). Plasma disturbances observed in the ionosphere in the vicinity of a highly charged space vehicle. Adv. Space Res., 10(7), 125-132.

47. Neubert, T., Holmgren, G., Ungstrup, E., & Melgaard, K. (1986). Waves with Harmonic Structure Below and Above the LHR Observed on the Centaur 35.001 and 35.002 Rockets. Can. J. Phys., 64, 1437-1445.

48. Oscarsson, T., & Holmgren, G. (1993). A software instrument for the Cluster electric fields and wave experiment. In Spatio-Temporal Analysis for Resolving Plasma turbulence (START). ESA WPP-47, 377.

49. Pedersen, B. M., Bahnsen, A., Eliasson, L., Holmgren, G., Blomberg, L., & Murphree, J. S. (1988). Viking satellite observations in the source region of Auroral Kilometric Radiation. EOS, 69, 450.

50. Pedersen, A, N. Cornilleau-Wehrlin, B de la Porte, A Roux, A. Bouabdellah, P. M. E. Décréau, F. LeFeuvre, F. X. Séne, D. Gurnett, R. Huff, G. Gustafsson, G. Holmgren, L. Davies: The Wave experiment consortium, (WEC): The Cluster and Phonenix Missions, Kluwer Academic Publishers, Reprinted from Space Science Reviews, Vol. 79, Nos. 1-2, 1997

51. Pfaff, R. F., Sahr, J., Providakes, J. F., Swartz, W. E., Farley, D. T., Kintner, P. M., Häggström, I., Hedberg, Å., Opgenoorth, H., Holmgren, G., McNamara, A., Wallis, D., Whalen, B., Yau, A., Watanabe, S., Creutzberg, F., Williams, P., Nielsen, E., Schlegel, K., & Robinson, T. R. (1991). The E-Region Rocket/Radar Instability Study (ERRRIS): Scientific objectives and campaign overview. Submitted to J. Atmos. Terr. Phys.

52. Pottelette, R., Malingre, M., Dubouloz, N., Aparicio, B., Lundin, R., Holmgren, G., & Marklund, G. (1990). High-Frequency Waves in the Cusp/Cleft Regions. J. Geophys. Res., 95, 5957-5971.

53. Pottelette, R., Treumann, R. A., Holmgren, G., Dubouloz, N., & Malingre, M. (1993). Acceleration and Radiation From Auroral Cavitons. Auroral Plasma Dynamics, Geophysical Monograph 80, 253-265.

54. Stasiewicz, K., Gustafsson, G., Holmgren, G., Holback, B., Eliasson, L., Kintner, P. M., & Zanetti, L. (1994). Wave Environment inside Inverted-V Electron Events observed by Freja. Geophys. Res. Lett., 21, 1839-1842.

55. Stasiewicz, K., Holmgren, G., & Zanetti, L. (1996). Plasma cavities and small scale current structures observed by Freja in the topside ionosphere. J. Geophys. Res., Submitted for pub.

56. Svenes, K., Trøim, J., Freidrich, M., Torkar, K., & Holmgren, G. (1988). Ionospheric plasma measurements from the accelerator-rocket Maimik. Planet. Space. Sci., 36, 1509-1522.

57. Svenes, K. R., Trøim, J., Maehlum, B. N., Friedrich, M., Torkar, K. M., Holmgren, G., & Denig, W. F. (1990). Ram-Wake Measurements Obtained from the Ionospheric Sounding Rocket MAIMIK. Planet. Space Sci., 38(No 5), 653-663,.

58. Svenes, K. R., Maehlum, B. N., Arnoldy, R. L., Holmgren, G., & Søraas, F. (1990). The polar F-region, a neglected region of investigation. Proceedings of The Nordic Society for Space Research, Bolkesjö, Norway.

59. Svenes, K. R., Maehlum, B. N., Trøim, J., Holmgren, G., Arnoldy, R. L., Løvhaug, U. P., Rietveld, M. T., & Hall, C. (1992). Combined rocket and ground observations of electron heating in the ionospheric F-layer. Planet. Space Sci., 40(Nr 7), 901-912.

60. Wahlund, J.-E., Louarn, P., Chust, T., Feraudy, H. d., Roux, A., Holback, B., Dovner, P. O., & Holmgren, G. (1994). On Ion Acoustic Turbulence and the Nonlinear Evolution of Kinetic Alfvén Waves in Aurora. Geophys. Res. Lett., 21, 1831-1834.

61. Woolliscroft, L. J., Décréau, P. M. E., Egeland, A., Iversen, I. B., Koons, H. C., Christiansen, P. J., Gustafsson, G., & G. Holmgren, e. a. (1988). The digital wave processing experiment for the STSP Cluster mission. (ESA SP-1193, 49).

Bilaga: Bengt Holbacks publicerade arbeten

[1] M. André, P. Norqvist, A. Vaivads, L. Eliasson, O. Norberg, A.I. Eriksson and B. Holback,
"Transverse Ion Energization and Wave Emissions Observed by the Freja Satellite,"
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1915-1918, 1994,
[IRF-U Nr 379].

[2] J. Bonnell, J.-E. Wahlund, P. M. Kintner, C. E. Seyler and B. Holback,
"A Boltzmann response analysis technique applied to spacecraft double-probe electric and density wave measurements,"
Geophys. Res. Lett., submitted, 1995,
[IRF-U Nr 9999].

[3] R. Boström, H. Koskinen and B. Holback,
"Low frequency waves and small scale solitary structures observed by Viking,"
Presented at ESLAB Symposium, Bolkesjø, Norway, 1987
[IRF-U Nr 240].

[4] R. Boström, B. Holback and G. Holmgren,
"Solitary waves and weak double layers in the auroral acceleration region,"
Presented at AGU Fall meeting 1987, San Fransisco, USA, 1987
[IRF-U Nr 244].

[5] R. Boström, G. Gustafsson, B. Holback, G. Holmgren, H.E.J. Koskinen and P.M. Kintner,
"Characteristics of solitary waves and weak double layers in the magnetospheric plasma,"
Phys. Rev. Lett., vol. 61, pp. 82 - 85, 1988,
[IRF-U Nr 251].

[6] R. Boström, B. Holback, G. Holmgren and H. Koskinen,
"Solitary structures in the magnetospheric plasma observed by Viking,"
Physica Scripta, vol. 39, pp. 782-786, 1989,
[IRF-U Nr 268].

[7] H. Derblom, and B. Holback,
"Sounding-rocket research at Uppsala Ionospheric Observatory: Current activities and some recent results,"
Presented at ESRO Symposium SP-97, Spåtind, Norway, 1973
[IRF-U Nr 73].

[8] H. Derblom, B. Holback and L. Björn,
"Sondraketburna masspektrometrar och artificiella moln i jonosfären. Studieresa 1973,"
Uppsala Jonosfärobservatorium, 1974, Meddelande, FOA 3 rapport,
[IRF-U Nr 76].

[9] H. Derblom, and B. Holback,
"Elektronförlusthastigheter i jonosfärens D- och E-skikt under norrskensförhållanden nattetid,"
Uppsala Iononspheric Observatory, 1976, Meddelande nr 33,
[IRF-U Nr 92].

[10] P. O. Dovner, A.I. Eriksson, R. Boström and B. Holback,
"Freja Multiprobe Observations of Electrostatic Solitary Structures,"
Geophys. Res. Lett., vol. 17, pp. 1827-1830, 1994,
[IRF-U Nr 370].

[11] L. Eliasson, M. André, A.I. Eriksson, P. Norqvist, O. Norberg, R. Lundin, B. Holback, H. Koskinen, H. Borg and M. Boehm,
“Freja Observations of Heating and Precipitation of Positive Ions,”
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1911-1914, 1994,
[IRF-U Nr 377].

[12] A. I. Eriksson, B. Holback, P.-O. Dovner, R. Boström, G. Holmgren, M. André, L. Eliasson, and P.M. Kintner,,
“Freja observations of correlated small-scale density depletions and enhanced lower hybrid waves,”
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1843-1846, 1994,
[IRF-U Nr 369].

[13] G. Gustafsson, R. Boström, B. Holback, G. Holmgren, H.E.J. Koskinen and P.M. Kintner,
“Low frequency wave measurements by the Viking satellite,”
EOS, vol. 67, pp. 1153, 1986,
[IRF-U Nr 233].

[14] G. Gustafsson, T. Aggson, R. Boström, L.P. Block, C. Cattell, P. Décréau, A. Egeland, C-G Fälthammar, R. Grard, D. Gurnett, C. Harvey, B. Holback, G. Holmgren, P. Kellogg, P. Kintner, S. Klimov, J-P Lebreton, P-A Lindqvist, R. Manning, G. Marklund, N. Maynard, F. Mozer,,
“The Spherical probe electric field and wave experiment,”
ESA SP-1103, 1988,
[IRF-U Nr 402].

[15] G. Gustafsson, R. Boström, B. Holback, G. Holmgren and H.E.J. Koskinen,
“First VIKING Results: Low Frequency Wave Measurements,,”
Presented at Sixth International Symposium on Solar-Terrestrial Physics, Toulouse, France June 30 - July 5, 1988, 1988
[IRF-U Nr 218].

[16] G. Gustafsson, R. Boström, B. Holback, G. Holmgren, K. Stasiewicz, et. al,
“The spherical probe electric field and wave experiment for the Cluster mission,”
1988, ,
[IRF-U Nr 266].

[17] G. Gustafsson, R. Boström, B. Holback, G. Holmgren, K. Stasiewicz, T. Aggson, R. Pfaff, L.P. Block, C.-G. Fälthammar, P.-A. Lindqvist, G. Marklund, C.Cattell, F. Mozer, I. Roth, M. Temerin, J. Wygant, P. Décréau, A. Egeland, J. Holtet, E. Thrane, R. Grard, J.-P. Lebreto,
“The spherical probe electric field and wave experiment for the Cluster mission,”
ESA SP-1159, 1993,
[IRF-U Nr 403].

[18] K. Henriksen, B. Holback and G. Witt,
“Variations in the auroral spectrum at the latitude of the polar cleft,”
Journal of Geophysics, vol. 44, pp. 401 - 414, 1978,
[IRF-U Nr 117].

[19] K. Henriksen, B. Holback and G. Witt,
“Sky background measurements on the wavelength region from 4800 Å to 5800 Å at the latitude of the polar cleft,”
Applied Optics, vol. 17, pp. 2594, 1978,
[IRF-U Nr 98].

[20] A. Hilgers, B. Holback, G. Holmgren and R. Boström,

"Probe Measurements of Low Plasma Densities with Applications to the Auroral Acceleration Region and Auroral Kilometric Radiation Sources,"
J. Geophys. Res., vol. 97, pp. 8631-8641, 1992,
[IRF-U Nr 312].

[21] A. Hilgers, and B. Holback,
"Some aspects of satellite spin effects on spherical probe measurements in a magnetized plasma,"
Geophys. Res. Lett., vol. 20, pp. 347-350, 1993,
[IRF-U Nr 358].

[22] B. Holback,
"The sounding-rocket programme during the IMS at Uppsala Ionospheric Observatory.,"
, 1974
[IRF-U Nr 86].

[23] B. Holback, R. Boström, G. Gustafsson, H.E.J. Koskinen, G. Holmgren and P.M. Kintner,
"Propagating solitary plasma density structures observed by the Viking spacecraft,"
EOS, vol. 67, pp. 1156, 1986,
[IRF-U Nr 234].

[24] B. Holback, S.-E. Jansson, L. Åhlén, G. Lundgren, L. Lyngdahl, S. Powell and A. Meyer,
"The Freja Wave and Plasma Density Experiment,"
Space Sci. Rev., vol. 70, pp. 577-592, 1994,
[IRF-U Nr 380].

[25] G. Holmgren, B. Holback and H. Derblom,
"Jonosfär- magnetosfärstudier gonom kemiska injektionsexperiment.,"
Uppsala Ionospheric Observatory, 1974, Meddelande nr 28,
[IRF-U Nr 81].

[26] B. Hultqvist, H. Vo, R. Lundin, B. Aparicio, P-A Lindqvist, G. Gustafsson and B. Holback,
"On the Upward Acceleration of Electrons and Ions by Low-Frequency Electric Field Fluctuations Observed by Viking,"
J. Geophys. Res., vol. 96, pp. 11609-11615, 1991,
[IRF-U Nr 313].

[27] T. S. Jørgensen, I.S. Mikkelsen, K. Lassen, G. Haerendel, E. Rieger, A. Valenzuela, F.S. Mozer, M. Temerin, B. Holback and L. Björn,
"Electric fields in the dayside auroral oval,"
J. Geophys. Res., vol. 85, pp. 2890 - 2901, 1980,
[IRF-U Nr 166].

[28] P. M. Kintner, J. Bonnell, S. Powell, J.-E. Wahlund and B. Holback,
"First results from the Freja HF snapshot receiver,"
Geophys. Res. Lett., vol. 22, pp. 287-290, 1995,
[IRF-U Nr 9999].

[29] H. E. J. Koskinen, G. Gustafsson, G. Holmgren, B. Holback, P.M. Kintner, M. André and R. Lundin,
"Observations of electrostatic ion cyclotron and ion cyclotron harmonic waves by the Viking satellite,"
EOS, vol. 67, pp. 1156, 1986,
[IRF-U Nr 232].

[30] H. E. J. Koskinen, G. Gustafsson, R. Boström, B. Holback and G. Holmgren,

"A review of initial low-frequency wave measurements by the Viking satellite,"
Annales Geophysicae, vol. 5A, pp. 177 - 180, 1987,
[IRF-U Nr 237].

[31] H. E. J. Koskinen, P.M. Kintner, G. Holmgren, B. Holback G. Gustafsson, M. André and R. Lundin,
"Observations of ion cyclotron harmonic waves by the Viking satellite,"
Geophys. Res. Letters, vol. 14, pp. 459 - 462, 1987,
[IRF-U Nr 239].

[32] H. E. J. Koskinen, R. Boström and B. Holback,
"Viking double layers on auroral field lines,"
Presented at Cambridge Workshop on Theoretical Geoplasma Physics, Cambridge?, UK, 1989
[IRF-U Nr 258].

[33] H. E. J. Koskinen, R. Lundin and B. Holback,
"On the Plasma Environment of Solitary Waves and Weak Double Layers,"
J. Geophys. Res., vol. 95, pp. 5921-5929, 1990,
[IRF-U Nr 269].

[34] P. Louarn, J.-E. Wahlund, T. Chust, H. de Feraudy, A. Roux, B. Holback, P.-O. Dovner, A. I. Eriksson and G. Holmgren,
"Observation of kinetic Alfvén waves by the FREJA spacecraft,"
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1847 -1850, 1994,
[IRF-U Nr 376].

[35] R. Lundin, L. Eliasson, G. Haerendel, M. Boehm and B. Holback,
"Large-scale Auroral Plasma Density Cavities Observed by Freja,"
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1903-1906, 1994,
[IRF-U Nr 378].

[36] R. Lundin, L. Eliasson, O. Norberg, G. Marklund, L. R. Zanetti, B. A. Whalen, B. Holback, J. S. Murphree, G. Haerendel, M. Boehm, and G. Paschmann,
"First High-Resolution Measurements by the Freja Satellite,"
Solar System Plasmas in Space and Time, Geophysical Monograph, vol. 84, pp. 247-263, 1994,
[IRF-U Nr 411].

[37] A. Mälkki, H. Koskinen, R. Boström and B. Holback,
"On theories attempting to explain observations of solitary waves and weak double layers in the auroral magnetosphere,"
Physica Scripta, vol. 39, pp. 787-793, 1989,
[IRF-U Nr 294].

[38] A. Mälkki, A. I. Eriksson, P.-O. Dovner, and B. H. R. Boström, G. Holmgren and H. Koskinen,
"A Statistical Survey of Auroral Solitary Waves and Weak Double Layers, 1. Occurrence and Net Voltage,"
J. Geophys. Res., vol. 98, pp. 15.521-15.530, 1993,
[IRF-U Nr 362].

[39] H. L. Pécseli, K. Iranpour, Ø. Holter, B. Lybekk, J. Holtet, J. Trulsen, A. Eriksson and B. Holback,
"Lower hybrid wave cavities detected by the FREJA satellite,"
J. of Geophys. Res., vol. 101, pp. 5299-5316, 1996,
[IRF-U Nr 9999].

[40] H. L. Pécseli, K. Iranpour, Ø. Holter, J. Trulsen, B. Lybekk, J. Holtet, A.I. Eriksson and B. Holback,
"Lower hybrid wave cavities detected by the FREJA-satellite,"
J. Geophys. Res., vol. 101, pp. 5299-5316, 1996,
[IRF-U Nr 9999].

[41] I. Sandahl, Å. Steen, A. Pellinen-Wannberg, B. Holback, F. Søraas and J.S. Murphree,
"First results from the Viking-associated Aureld-VIP rocket and EISCAT campaign,"
Presented at 8th ESA symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, Sunne, Sweden, 1987
[IRF-U Nr 259].

[42] I. Sandahl, L. Eliasson and B. Holback,
"Investigation of precipitating electrons during an auroral breakup,"
Physica Scripta, vol. 37, pp. 506 - 511, 1988,
[IRF-U Nr 221].

[43] C. E. Seyler, J.-E. Wahlund and B. Holback,
"Theory and simulation of low frequency plasma waves and comparison to Freja satellite observations,"
J. Geophys. Res, vol. In press, 1995,
[IRF-U Nr 9999].

[44] K. Stasiewicz, G. Gustafsson, G. Holmgren, B. Holback, L. Eliasson, P.M. Kintner and L. Zanetti,
"Wave Environment inside Inverted-V Electron Events observed by Freja,"
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1839-1842, 1994,
[IRF-U Nr 371].

[45] K. Stasiewicz, B.Holback, V.Krasnoselskikh, M.Boehm, R.Boström and P.M.Kintner,
"Parametric Instabilities of Langmuir Waves Observed by Freja,"
J. of Geophys. Res, vol. Accepted for publication May 1996, 1996,
[IRF-U Nr 9999].

[46] J.-E. Wahlund, P. Louarn, T. Chust, H. de Feraudy, A. Roux, B. Holback, P.O. Dovner and G. Holmgren,
"On Ion Acoustic Turbulence and the Nonlinear Evolution of Kinetic Alfvén Waves in Aurora,"
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1831-1834, 1994,
[IRF-U Nr 372].

[47] J.-E. Wahlund, P. Louarn, T. Chust, H. de Feraudy, A. Roux, B. Holback, B. Cabrit, A.I. Eriksson, P.M. Kintner, M. Kelley, J. Bonell and S. Chesney,
"Observations of Ion Acoustic Fluctuations in the Auroral Topside Ionosphere by the Freja S/C,"
Geophys. Res. Lett., vol. 21, pp. 1835-1838, 1994,
[IRF-U Nr 373].

[48] K. Wilhelm, K. Rinnert, D. Schlegel, H. Kohl, N. Klöcker, H. Lühr, W. Oelschlägel, G. Demel, M.P. Gough, B. Holback and K-I. Oyama,
"Co-ordinated Auroral Experiments using Scatter and Rocket Investigations (CAESAR Investigations),"
MPAE, 1987, Final report on the Scientific Aspects,
[IRF-U Nr 247].

[49] G. Witt, N. Wilhelm, J. Stegman, A.P. Williams, B. Holback, E. Llewellyn and A. Pedersen,
"Sounding rocket experiment for the investigation of high-latitude summer atmospheric conditions between 60 and 110 km. (ESRO experiment R-175, payload C-59),"

Meteorological Institute of Sto. University (MISU), 1971, ,
[IRF-U Nr 63].

(50) Boström, R., Eriksson, Åhlen, L., A.I., Blomberg, L., Gustafsson, G., Holback, B., Holmgren, G., Jansson, S.E., Lindqvist, P.-A. , Lybekk, B., Malkki, A.M., Riihelä, P. and Wahlund, J.-E.
The Rosetta Dual Langmuir Probe Instrument for Measurements of Plasma Density, Temperature and Flow Velocity.
ESA SP-XXX, in press (2001)

Bengt Holback (1946): Bördig från Mora I Dalarna. Rymdfysiker; Anställd vid Uppsala Jonosfärobservatorium (UJO), senare omorganiserat till Institutet för Rymdfysik, Uppsalaavdelningen (IRF-U), 1970 – 2002; Därefter Intendent vid Ångströmlaboratoriet; Projektledare för UJO:s bidrag i flera stora sondraket- och satellitprojekt, Viking, Freja med flera; Cirka femtio publicerade vetenskapliga arbeten.

Gunnar Holmgren (1944); Bördig från Umeå, Västerbotten; Civilingenjör och Tekn. Dr.; Anställd vid UJO 1971 – 1999; Därefter prefekt vid Institutionen för Materialvetenskap / Teknikvetenskaper vid Ångströmlaboratoriet och projektledare vid avknoppningsföretag för vågkraft respektive vindkraft; Disputerat på en avhandling om den elektromagnetiska kopplingen mellan jonosfären på norrskenshöjd och den lägre magnetosfären; Cirka sextio publicerade vetenskapliga arbeten.

Berättelsen skildrar författarnas verksamhet inom rymdfysiken under en period då stora framsteg gjordes inom området, såväl tekniskt som vetenskapligt. Utblickar görs också mot samhällets utveckling under samma tid med stora omvälvningar i den pågående utvecklingen och dramatiska enskilda händelser.