

C.C. Tscherning
Geodætisk Institut
Gamlehave alle 22
2920 Charlottenlund

fra C 2/2 78. 4146

1 FEB 1978

huk 205P

Forskningssekretariatet
Holmens Kanal 7
1060 København K.

Emne: Rapport fra SONG 78, "European Workshop on Space Techniques for Solid Earth Physics, Oceanography, Navigation and Geodesy", Schloss Elmau, Vesttyskland, 16-21 januar 1978.

1. Baggrund

I en årrække har NASA og Department of Defence (U.S.A.) anvendt satellitter ved løsning af praktiske opgaver inden for geodæsi og navigation samt i forbindelse med løsning af forskningsopgaver inden for disse og tilgrænsende fagområder.

Disse satellitter har også været udnyttet af europæiske nationer, herunder Danmark. Dog har nationale sikkerhedsinteresser i U.S.A. begrænset den almene adgang til at udnytte satellitterne.

I maj 1976 besluttede European Space Agency (ESA)'s Council at overveje iværksættelsen af aktiviteter inden for geodæsi og navigation. (Vi vil i det følgende ved "aktiviteter" forstå aktiviteter, der udnytter objekter uden for jorden til at løse opgaver inden for geodæsi, navigation eller tilgrænsende områder, jf. nedenfor).

En arbejdsgruppe i ESA har siden da overvejet mulige aktiviteter, og en foreløbig, men meget væsentlig rapport, er blevet udarbejdet (M. Lefebvre, M. Schneider, S. Starker, S. Hilber: Satellite Geodesy and Navigation, Proposal for a European Programme. Interim Working Group on Satellite Geodesy and Navigation, Final Report, ESA, December 1977). Som et resultat af gruppens drøftelser besluttedes det også at overveje aktiviteter inden for de geofysiske discipliner, der udnytter geodætiske teknikker, dvs. har behov for en (præcis) stedfæstelse af et fænomen til et givet tidspunkt eller som kan udnytte data, der indsamles i forbindelse med en sådan stedfæstelse. Gruppen gør også opmærksom på anvendelsesområder som stormflodsvarsling, stedfæstelse af objekter til fare for søfarten (isbjerger, store tidevandsbølger eller bølger frembragt af jordskælv, skibsvrag), til stedfæstelse i forbindelse med redningsaktioner,

jordskælvsforudsigelse, resourceeftersøgning m.v. Gruppen foreslog endelig afholdelsen af det møde, der her aflægges rapport fra.

Mødet (eller "workshop-pen") havde ifølge arrangørerne (ESA og Europarådet) til formål at

- (1) - informere om aktuelle europæiske eller nationale pågående eller planlagte aktiviteter,
- (2) - opmuntre europæiske brugergrupper til at specificere deres krav,
- (3) - klargøre målsætningen for et europæisk rumprogram inden for geodynamik (her = geodæsi + geofysik) og navigation,
- (4) - undersøge mulighederne for særlige europæiske aktiviteter og/eller europæisk deltagelse i internationale aktiviteter,
- (5) - kortlægge forskere, brugere og "rum"-teknikerens holdning til videnskabelige, politiske og praktiske aspekter af sådanne aktiviteter,
- (6) - udarbejde en prioritetsliste af emner, der kan indgå i et europæisk langsigtet program inden for geodynamik og navigation.

Dette sidste punkt viste sig at blive hovedemnet for mødet.

2. Deltagere og organisation

I mødet deltog 92 personer fra 16 lande (inklusive 1 observatør fra USA). Mødet ledes af en "steering committee", en organisationskomité samt af 14 på forhånd udpegede gruppeledere (nogle grupper skulle ledes af 2 personer). Fordelt på lande var deltagelsen som følger, idet tallene angiver medlemmer af mødedelsens + menige deltagere: Belgien (3+1), Danmark (1+3), England (3+5), Finland (0+1), Frankrig (6+11), Grækenland (1+0), Holland (2+3), Italien (2+4), Monaco (0+1), Norge (0+1) Svejts (0+1), Spanien (0+4), Sverige (0+3), Vesttyskland (8+23), Østrig (1+0), ESA (2+0), Europarådet (1+1), U.S.A. (0+1).

Mødet foregik dels i plenumsform og dels i grupper, der var opdelt efter følgende emner: "anvendt" geodæsi, gravimetri (= tyngdefeltsbestemmelse), jordens kinematik (= bevægelse i rummet), oceanografi, atmosfærefysik, glaciologi, jordens dynamik (kræfter der er årsag til forskydninger i jorden (seismologi, pladetektonik)), jordmagnetisme, radioastronomi samt tids- og frekvensudsendelse og sammenligning. Blandt emnerne indtager de to sidste en særstilling. Radioastronomien tilbyder stedbestedelsesmetoder (den såkaldte Very Long

Baseline Interferometry (VLBI)- teknik), der kun udnytter rumteknik (satellitter) til forbedret kommunikation. Tids- og frekvensudsendelse og sammenligning er områder, hvis videnskabelige og tekniske udvikling er og vil være en nødvendig forudsætning for stedbestemmelse og navigation ved hjælp af rumteknik. For emnerne glaciologi og jordens dynamik gælder det, at de primært vil optræde i rollen som brugere. De øvrige emner er tæt forbundne i den forstand at en diciplin for eksempel har brug for præcis stedbestemmelse, men at der til brug for stedbestemmelsen skal bruges resultater frembragt af diciplinen.

3. Mødets forløb

Første dag gik med plenumsdrøftelse. Her var højdepunktet et foredrag af observatøren fra U.S.A., Dr. Bender, National Academy of Sciences. Set på baggrund af hans foredrag faldt indlæg af såvel ESA's repræsentanter som af de fleste gruppeledere helt igennem. Der fremkom dog en væsentlig oplysning, nemlig at ESA planlægger at anvende ca. 300 mill. kr. inden for geodæsi, geofysik og navigation i de næste 10 år, (selvfølgelig betinget af resultatet af en omkostnings/nytte analyse).

Efter en dag med gruppemøder (herunder afholdelse af foredrag i grupperne) blev der på mødets tredje dag aflagt grupperapporter. Disse rapporter havde primært form af uprioriterede ønskesedler fra grupperne. Ønskerne var formuleret dels som krav til nøjagtighed i stedbestemmelse og dels som krav til eller ideer om systemer, der skulle kunne opfylde disse krav.

Af grupperapporterne fremgik påny den sammenhæng der er mellem geodæsien, navigation og de geofysiske dicipliner. Såfremt for eksempel satellitter benyttes til stedbestemmelse eller navigation, er det en fordel, hvis satellittens position er nøje kendt. Satellitternes baner er primært bestemt af tyngdefeltet; men atmosfærens tæthed og jordens magnetfelt har også stor indflydelse (naturligvis afhængig af satellittens afstand fra jorden). Udsendes eller modtages der signaler fra satellitten, er det ligeledes af betydning at kende de parametre, der bestemmer signalets vej eller tidsmæssige forsinkelse. Nogle af disse størrelser kan bestemmes ved målinger i eller fra satellitten og andre ved at følge satellittens bane fra stationer på jorden eller fra andre satellitter. Udnyttelsen af observationer fra jorden kræver så dels at jordstationernes position er nøje kendt og dels at disse positioners tidsmæssige variationer kan følges. Særligt illustrativt er udnyttelsen af målinger med

det såkaldte altimeter (højdemåler), der benyttes til at bestemme højdevariationer af hav eller isdækkede områder (satellittens position betragtes som kendt). Havets højdevariationer har som årsag variationer i tyngdefeltet (tidevand stammer også herfra), havstrømme, saltindhold, meteorologiske forhold m.v.. Her har det interesse dels at kunne uddrage effekten af tyngdefeltets variation (til bedre bestemmelse af satellitbanen), og dels at kunne få oplysninger om f.eks. havstrømme.

Fra grupperne fremkom følgende mere konkrete ønsker og forslag, som her er gengivet summarisk:

Geodæsi:

Ønske om: (1) nøjagtigere tyngdebestemmelser, (2) forbedring af de geodætiske net (dvs. punkter på jordens overflade med kendte koordinater), (3) bedre kendskab til polbevægelsen, (4) bedre kendskab til topografien (højdevariationen) af såvel den faste jordoverflade (inklusive havbunden) som hav eller isdækkede områder. Der konstateredes endvidere (5) et behov for forbedring af beregningsmodellerne.

Som midler til at opfylde ønskerne blev der foreslået: (1) opsendelse ^{af satellit} med nøjagtigt altimeter, der også kunne dække polnære områder, (2) gennemførelse af målinger i og mellem satellitter til forbedret tyngdefeltsbestemmelse, (3) opsendelse af satellit hvis bane (næsten) udelukkende bestemmes af tyngdevariationen (en meget tung, lille satellit), (4) udvikling af meget nøjagtigt instrumentel, der fra jorden kan følge satellitten (laserafstandsmålere), (5) opsendelse af satellit, der kan udveksle positions oplysninger med såkaldte "transponders", (hvis position så kan bestemmes nøjagtigt), og endelig (6) forbedring af VLBI-teknikken, så transportable instrumenter kan benyttes og stedbestemmelse kan foretages i marken.

En gennemførelse af forslag no. (5) vil muliggøre, at man kan følge bevægelsen af punkter på jorden (f.eks. for jordskælv) eller af flydende eller svævende objekter. Forslaget har tidligere været fremført af Frankrig (GEOLE), men vandt da ingen tilslutning. (Den tekniske udvikling skulle nu gøre projektet væsentlig mere realistisk).

Oceanografi:

Ønsker (1) at bestemme (middel) havoverfladens højdevariationer med

10 cm nøje, (2) havbølgerens bølgelængde og frekvens og (3) at kunne stille tyngdevariations indflydelse på havoverfladens højde fra andre fænomeners indflydelse.

Midlet skulle (1) primært være et præcist altimeter kombineret med et instrument til at måle havbølgerens bølgelængde og frekvens (gennemsnitsværdier). Desuden var (2) gravimetriske (geodætiske) metoder nødvendige for en uafhængig bestemmelse af tyngdevariationen.

Glaciologi:

Ønsker at (1) kortlægge isoverfladernes højdevariationer (1-2 m nøje), (2) måle isbevægelsen over længere perioder med en nøjagtighed af ca. 1 m pr. år, dog (3) enkelte punkter med en nøjagtighed af 3-5 cm i forhold til punkter på "fast" grund, og (4) at kunne følge isbjerge med 100-300 m nøjagtighed.

Midlet kunne (1) være et altimeter, der dækkede polare områder, samt (2) et system med transpondere (jf. ovenfor) eller passive reflektorer (der skulle kunne tilbagekaste laserstråler udsendt af en satellit).

Atmosfærefysik:

Ønsker bl.a. at klarlægge de kræfter af ikke tyngdemæssig karakter, der påvirker en satellit (dvs. tæthed og kemisk sammensætning af atmosfæren). Midlet skulle her være radiosonder i 1000 km højde.

Jordens kinematik:

Ønsker at forbedre bestemmelsen af jordens bevægelse i rummet (herunder polbevægelsen), så nøjagtigheden bliver ± 3 cm. (Den er p.t. ± 30 cm). Midlet skulle være VLBI, afstandsmåling til månen eller nøjagtig positionsbestemmelse gennem modtagelse af radiosignaler fra satellitter (dopplerteknik).

Radioastronomi (VLBI):

Ønsker at gøre VLBI teknik mere anvendelig, så en stedbestemmelse bedre end ± 10 cm opnås i marken. (P.t. foregår positionsbestemmelser ved hjælp af meget store, faste radioteleskoper). Hertil kræves at signaler modtaget fra radiostjerner af faste radioteleskoper kan sam-

menlignes med signaler modtaget et vilkårligt sted. Midlet skulle således være (1) en kommunikationssatellit med evne til at overføre store datamængder og (2) dels en udvikling af transportabelt apparatur.

Jordens dynamik:

Ønsker at kunne følge bevægelse i jordskorpen af størrelsesordenen af 5 cm pr. år. Midlet skulle primært være en kombination af traditionelle geodætiske, terrestriske og teknikker med metoder der benytter satellitter eller radiostjerner.

Magnetisme:

Almindeligt ønske om bedre at kunne følge og forstå magnetfeltets tids- og stedsafhængige variation. (Det har betydning for eksempel for navigation og resourceeftersøgning). Midlet skulle være magnetiske målinger på jorden såvel som i satellitter.

Navigation:

Ønsker at forbedre nøjagtigheden af navigationssystemer (herunder at billiggøre navigationsudstyr). Midlerne skulle være en forbedret bestemmelse af satellitbanerne, udbygning af satellitnavigationssystemerne med flere satellitter samt forbedret tyngdefeltsbestemmelse til brug for præcis inertinavigation. Endelig kunne man deltage i opbygningen og udnyttelsen af amerikanske systemer, hvor dog visse militære interesser muligvis ville stille sig i vejen.

Tids- og Frekvensudsendelse og sammenligning:

Ønsker at kunne udnytte satellitter til tids- og frekvenssammenligning. Her kræves kendskab til satellittens position og atmosfæriske forhold. Endvidere bedre og billigere ure.

Grupperapporterne blev diskuteret i plenum, og det blev pålagt grupperne at fremkomme med gennemarbejdede, prioriterede indstillinger om et mindre antal projekter. Som det fremgår af ovenstående havde de forskellige grupper i høj grad sammenfaldende interesser. Der var et fælles ønske om en nøjagtighed i stedsbestemmelse på ± 5 cm, en

nøjagtighed som man i hvert fald bør stræbe efter at opnå i løbet af de næste 10 år.

Man ønskede at kunne følge objekter i rummet eller på jordens overflade over et længere tidsrum. (Heri indbefattet havoverfladens tidsmæssige højdevariationer). Endelig vil det være nødvendigt at få et bedre kendskab primært til tyngdevariationen og sekundært til magnetfeltet og atmosfærens tæthed og sammensætning.

Gruppernes forskellige ønsker blev herefter afpasset efter hinanden på møder mellem gruppeledere og mødeledelse, (hvori jeg ikke deltog). De endelige konklusioner vil blive offentliggjort i en beretning fra mødet, der udsendes af ESA.

4. Konklusion

De aktiviteter, der er foreslået overfor ESA vil kunne blive af uvurdelig betydning såvel for dansk forskning som inden for en række anvendelsesområder, primært skibsfart, flynavigation og resourceftersøgning. Det vil være væsentligt at Danmark bliver repræsenteret i den styringsgruppe som ESA påtænker at nedsætte. Det vil også være betydningsfuldt om repræsentanter for dansk forskning kunne mødes med danske repræsentanter for de nævnte anvendelsesområder. Dermed kunne nogle af de problemer, der burde være taget op på mødet jf. afsnit 1) blive diskuteret mellem bruger, forskere og teknikere. Jeg foreslår derfor, at Forskningssekretariatet arrangerer en éndags konference med ca. 40 deltagere, der kunne følge omtrent samme program som SONG 78, idet hovedvægten i gruppearbejdet kunne lægges på diskussion af de foreslåede programmers anvendelighed. Blandt deltagerne bør være repræsentanter for Geodætisk Institut, Danmark- og Grønlands Geologiske Undersøgelser, Meteorologisk Institut, Farvandsdirektoratet, Forsvarskommandoen, Statens Luftfartsvæsen, Dansk Rumforskningsinstitut, Københavns og Århus' Universiteter, Ålborg Universitetscenter, Danmarks tekniske Højskole, Planlægningsrådet for Forskningen, Rumudvalget, de relevante forskningsråd, Søfartsorganisationerne (arbejdsgivere og arbejdstagere), samt de danske nationalkomitéer for COSPAR og IUGG.

Endelig bør det, af Statens Naturvidenskabelige eller Teknisk Videnskabelige forskningsråd, overvejes, hvilke nationale forskningsprogrammer, der kan iværksættes. Der findes f.eks. idag ingen dansk forskning inden for radioastronomi (VLBI-teknik).

