

C.C. Tscherning:

Rapport fra rejse til Canada og USA i oktober 1977

1. Indledning

NATO - Scientific Research Division bevilgede i august 1977 \$ 3.000,- til gennemførelse af forskningsprojektet "Application of collocation for the prediction of gravity field dependent quantities". Projektet skal udføres i samarbejde med prof. R.H. Rapp, Ohio State University, Columbus, Ohio.

NATO-bevillingen skal dække rejse- og opholdsudgifter forbundet med samarbejdet. To ophold i Columbus skønnedes påkrævet, dels et forberedende, kortvarigt ophold, dels et længerevarende ophold. Det forberedende møde har nu fundet sted, og i forbindelse hermed har jeg aflagt besøg hos Surveys and Mapping Branch og Earth's Physics Branch, Canada, National Geodetic Survey, USA samt deltaget i et symposium om anvendelse af inerti-teknik indenfor opmåling og geodæsi.

2. Besøg hos Surveys and Mapping Branch, Canada

Besøget var formidlet gennem Dr. Lachapelle, med hvem jeg har et forskningsmæssigt samarbejde. (Dr. Lachapelle er leder af sektionen for Fysisk Geodæsi, og arbejder med anvendelse af collocationsmetoden.) Geodæsi og kortlægning varetages i Canada dels af nationale organisationer og dels af organisationer tilknyttet provinserne. På det nationale niveau findes der dels en militær organisation (Mapping and Charting Establishment of the Department of National Defense) og dels en civil organisation, Surveys and Mapping Branch, der er en afdeling inden for ministeriet for "Energy, Mines and Resources" (se organisationsoversigten, bilag A).

Surveys and Mapping Branch varetager kortlægningen af de (nordlige) landområder, der ikke er "provinser", og den etablerer og vedligeholder et nationalt geodætisk punktnet.

Det geodætiske samarbejde mellem Geodætisk Institut og Surveys and Mapping Branch vedrører nyudjævningen af det nordamerikanske datum (NAD) og det geodætiske net, der er etableret over Smiths Sund (n.f. Thule) med det formål at undersøge eventuelle kontinentalforskydninger (se Jones (1970))* . Under mine samtaler med den stedfortrædende chef, G. Babbage, blev disse forhold berørt. Man var interesseret i at få gentaget afstandsmålingerne over Smith's Sund i perioden 1978-80, og vil gerne have at vide, hvornår de kan finde sted (Canadi-erne skal så foretage målinger noget nordligere). I forbindelse med nyudjævningen af NAD skal der fastlægges nye koordinater for punkter i Grønland. Disse koordinater skal fastlægges udfra Doppler-bestemte koordinater, og man var interesseret i at sikre sig, at de i Danmark beregnede koordinater blev beregnet på samme måde som i Canada. Man er ligeledes interesseret i at få koordineret Doppleropmålingskampagnerne, idet man kan udnytte den situation at to eller flere Dopplerinstrumenter har opereret i det samme tidsrum med den samme satellit.

Det aftaltes at kontrollen af beregningerne skulle forsøges gennemført ved hjælp af kontroldata produceret i U.S.A.

I forbindelse med nyudjævningen er det væsentligt at "gode" lodafvigelse og geoidenhøjder kendes. G. Lachapelle vil til bestemmelse af disse størrelser benytte en kombination af collocationsmetoden og en traditionel metode. Både de teoretiske og praktiske aspekter af denne opgave blev diskuteret med Dr. Lachapelle og hans medarbejdere og det aftaltes at fortsætte det forskningsmæssige samarbejde.

Jeg blev også orienteret om status for edb. Man har her forsøgt at etablere en geodætisk database med oplysninger bl. om koordinater og beskrivelser af stationerne. Systemet udvikledes for 3 år siden af edb-folk, som nu iøvrigt har forladt institutionen. Resultatet har været at systemet aldrig kom til at fungere efter hensigten (man slog et for stort brød op), og man er nu startet forfra. Institutionen anvender iøvrigt i udstrakt grad edb inden for såvel kortlægning som geodæsi.

Institutionen har inden for den opmålingsmæssige sektor udført et pionerarbejde ved at introducere inertiteknik i arbejdet. Man har her kunnet sætte opmålingshastigheden ($\text{km}^2/\text{år}$) op mellem 5 og 10 gange. Ved inertiteknik kan man

*) Forfatternavn og årstal refererer til bibliografien, afsnit 6.

udfra mindst to punkter med kendte koordinater bestemme andre punkters koordinater ved at placere et instrument (transporteret pr. helikopter eller automobil) over eller i nærheden af punkterne.

3. Inerti-teknik i geodæsi og opmåling

3.1. Introduktion til inerti-teknik

Vi vil i det følgende ved inerti-teknik forstå en teknik hvor man ved hjælp af gyroskoper er i stand til at bestemme en linie parallel til jordens omdrejningsakse og at man ved at skære denne linie med lodlinien i ethvert punkt kan bestemme en nord-syd, øst-vest og op-ned retning. - Matematisk set altså et lokalt tre-retvinklet koordinatsystem. (Vi må selvfølgelig undtage Nord- og Sydpolen.)

Dette fysisk realiserbare koordinatsystem kan man transportere rundt, og hver gang instrumentet står stille kan koordinatsystemet etableres. Under bevægelsen kan et tilnærmet kendskab til lodliniens variation benyttes til at etablere koordinatsystemet, men dette forudsætter at positionen af koordinatsystemet i rummet er kendt.

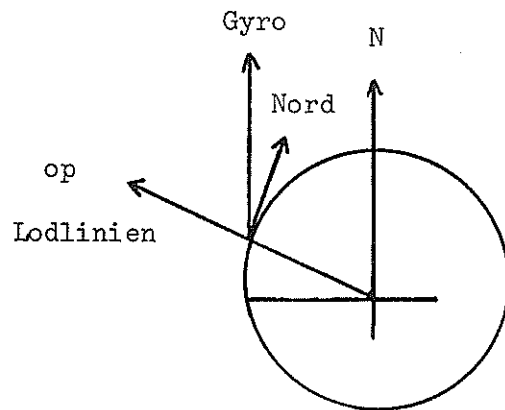


Fig. 1.

Lokalt koordinatsystem
fastlagt ved inerti-teknik

Det er velkendt, at accelerationer kan benyttes til at beregne hastigheder, der igen kan benyttes til at beregne den tilbagelagte strækning. Et kendskab til et legemes accelerationer som funktion af (ellipsoidisk) bredde, længde og højde

vil således kunne udnyttes til at beregne en tilbagelagt strækning udtrykt ved en bredde, en længde og en højdedifferens. Ved at koble tre accelerationsmålere sammen med det ovennævnte koordinatsystem skulle man altså kunne sikre sig, at accelerationerne hver for sig kun var afhængige af én koordinat.

Der er nu det problem, at målte accelerationer vil være den samlede effekt af tyngdeaccelerationen og de accelerationer, der bestemmer systemets bevægelse i rummet. - Men tyngdeaccelerationen kan udfra kendskabet til positionen beregnes med så god en approximation, at fejlen kun får en mindre indflydelse.

En måleenhed, bestående af gyroer, der etablerer koordinatsystemet, samt tre accelerometre, kaldes en "Inertial Measuring Unit" (IMU).

Måleprincippet er altså følgende:

- (a) I et startpunkt med kendte koordinater etableres et lokalt (Zenith, Nord, Øst) koordinatsystem.
- (b) Når IMU bevæges, måles accelerationerne, og positionen af instrumentet er således kendt under hele bevægelsen med god nøjagtighed. Derved opnås at tyngdeaccelerationen kan "trækkes ud", og at det lokale koordinatsystems orientering er kendt under hele bevægelsen (lodafvigelsen antages at være konstant).
- (c) Når instrumentet stopper, kan forskellen mellem lodafvigelserne i start og stop-punkt bestemmes og evt. "fordeles" langs banen. Accelerationer i de to horisontelle retninger, skal vise værdien 0, og accelerometeret, der måler den verticale acceleration, skal være konstant. - (Fordi IMU ikke bevæges). Disse simple facts udnyttes til at kalibrere instrumentet. Denne målesituation har fået et særligt navn: ZUPT - zero velocity update. Foregår stoppet på eller ved et i terrainet markeret punkt, har man altså bestemt dette punkts koordinater.
- (d) Til yderligere kontrol kan stop foregå flere gange på samme sted eller flere kendte punkter kan besøges. Dette betyder at registreringer fra start til slut af en bevægelse må kunne lagres, så de senere kan korrigeres, hvis kontrolværdier bestemmes. Et miniregneanlæg vil således være en nødvendig appendix til en IMU.

3.2. Symposiet om inertiteknik

For at blive orienteret om udviklingen inden for inertiteknik deltog jeg i dagene 12. - 14. okt. i det "1st. International Symposium on Inertial Technology for Surveying & Mapping". I mødet var der deltagere fra såvel områderne geodæsi og opmåling som inertiteknik. Ialt var der ca. 150 deltagere fra USA, Canada (135), Vesttyskland, England, Østrig, Mexico, Argentina, Brasilien, Iran, Nigeria og undertegnede fra Danmark. Der blev rapporteret om anvendelser (aktuelle og fremtidige), samt om instrumenternes konstruktion og funktion.

3.3. Instrumenterne

Inertiteknikken er oprindeligt udviklet i forbindelse med styringen af interkontinentale raketter, satellitter og rumskibe. Hovedproblemet ved styringen er opretholdelse af en konstant kurs over et langt tidsrum. Udviklingen af gyroer, der dels er meget præcise, og dels har en lille afdrift, har muliggjort en sådan styring. Pioneren i denne udvikling er Dr. Charles Stark Draper (født ca. 1900), der holdt indledningsforedraget ved Symposiet.

Fra militær side har der desuden været stor interesse for instrumenter, der kunne styre ubemandede køretøjer på landjorden samt for instrumenter, der løbende kunne angive et køretøjs position. Kravene til sådanne instrumenter er, at positionen skal kunne angives med ± 10 m's nøje i den horisontale position.

Litton Industries fik af United States Army Topographical Laboratories til opgave at udvikle et instrument, der opfyldte disse krav, og resultatet blev Littons "Auto-Surveyor". I den oprindelige militære udgave var der kun 2 accelerometre, horisontalt placeret. Men ved afprøvningen af prototypen af instrumentet blev det klart, at en række mindre ændringer (bl.a. anvendelse af ZUPT) ville betyde væsentlige forbedringer. Den komercielle version af "Auto Surveyor"-en er nu udstyret med disse forbedringer, og man har opnået en nøjagtighed bedre end ca. 3 m selv under vanskelige forhold.

For at kunne konstruere meget præcise gyroer har det været nødvendigt at benytte forskellige dæmpemekanismer, så vibrationer (støj) ikke påvirkede instrumentet. Endvidere var gyroerne normalt placeret i "fartøjer", der fløj i en omtrentlig konstant retning. Dette er formentlig forklaringen på at "Auto-Surveyor"-en giver ekstraordinært gode resultater, når den bevæges i baner

uden skarpe (90°) knæk. Undgå disse knæk, kan en nøjagtighed af ca. 0.3 m opnås; men producenterne hævdede, at det kun er et tidsspørgsmål, når denne forhindring er ryddet af vejen.

Foruden Litton Industries arbejder to andre firmaer med udviklingen af inertiteknik. Det er Ferranti Ltd. og Honeywell Inc. De systemer, disse firmaer har under udvikling bygger på omtrent de samme principper, som de der benyttes i "Auto-Surveyor"-en. Disse to firmaer vil nu have den fordel, at de kan lære af Litton's fejltagelser; men det forventes, at der vil gå et par år, inden disse firmaers instrumenter vil være på markedet.

Det væsentligste bidrag leveret af instrumentfabrikanterne er selvfølgelig gyroerne og accelerometrene. Men desuden er der et regneark tilknyttet for at behandle data fra instrumenterne. Her synes det, som om man er sprunget over, hvor gærdet er lavest. Det forudsættes, som nævnt ovenfor, at tyngdens størrelse er kendt. Her har man så stillet sig tilfreds med normaltyngdeformlen. Og når man skal ansætte de beregnede bredde- og længdeforskelle har man bundet sig til Clark-ellipsoiden. Der skelnes heller ikke mellem højder over ellipsoiden og højder over geoiden.

Det er dog nu gået op for fabrikanterne at en række forbedringer er nødvendige. Studier over anvendelse af gradiometre (til bestemmelse af tyngdegradienter, og dermed af tyngden efter integration) blev således fremlagt (se foredraget af Heller) og en række beregningstekniske forbedringer er under overvejelse. Herved vil det blive muligt at udnytte inertiteknik til bestemmelse af geoidhøjde, lodafvigelse og tyngde, for så vidt disse størrelser er kendt i et udgangspunkt.

3.4. Praktiske erfaringer med inertiteknik

Som nævnt har Canadierne været pionerere inden for anvendelse af inertiteknik til geodæsi og opmåling. Men også andre organisationer er langt fremme med anvendelser. Det er i alle tilfælde organisationer, der har ansvaret for det geodætiske grundlag i vanskeligt tilgængelige områder.

Defense Mapping Agency (USA) har således benyttet inertiteknik i forbindelse med kortlægningen af dele af Mexico, hvor der ofte ikke i forvejen fandtes de nødvendige kendte punkter. Sådanne punkter er så blevet bestemt ved Doppler-

teknik. Men her er problemet det, at de højder, som denne teknik bestemmer, er højder over ellipsoiden, medens andre kendte højder normalt er højder over geoiden. Denne problematik blev behandlet i et foredrag af Mr. Doxey, DMA.

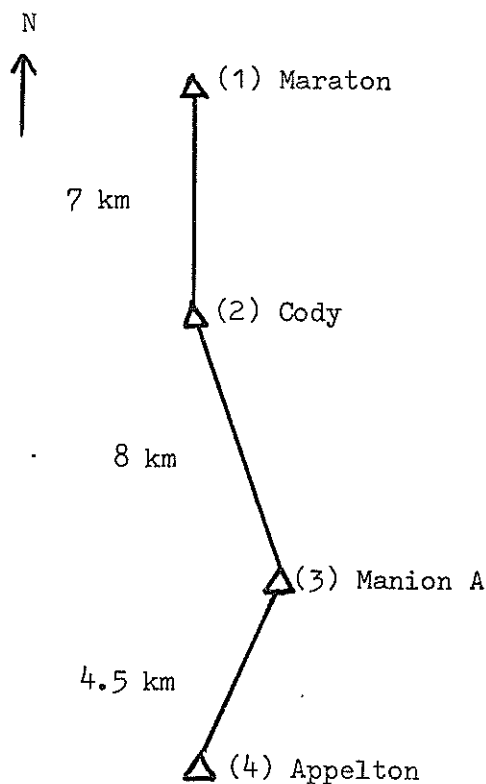
For virkeligt at kunne udnytte den hastighed hvormed punkter kan koordineres, må der finde en detaljeret planlægning sted. De nødvendige kendte punkter må etableres, og deres koordinater bestemmes. Disse problemer blev detaljeret behandlet af repræsentanter for Surveys and Mapping Branch, Canada, (Carrière, Kouba og Penny). Deres redegørelse giver et klart billede af hvordan inertiteknik kan og skal integreres i geodætiske operationer. Inertiteknik er nu også taget i anvendelse af privat praktiserende "landinspektører". Et stort firma "Span International" tilbyder nu sine tjenester. Firmaet råder over to "Auto-Surveyors" installeret i helikoptere. Man har desuden udstyret helikopterne med et geodimeter og en teodolit, således at helikopteren ikke nødvendigvis skal placeres oveni de punkter, der ønskes koordineret. Firmaet tilbyder sin assistance for omkring 2 mill.kr. pr. måned. Det indbefatter helikopter og uddannet personale. Materiale vedrørende dette firma er hjembragt.

På baggrund af de afholdte foredrag må man konkludere, at inertiteknik vil være anvendelig til at etablere et grundlag for kortlægningen i områder med et eksisterende geodætisk punktgrundlag (afstand 40-60 km mellem punkterne). I løbet af få år må man forvente at koordinater kan bestemmes med en nøjagtighed af ± 0.3 m uafhængig af instrumentets transportrute. Lodafvigelse og geoidenhøjder vil antagelig også være bestemt med en nøjagtighed bedre end $\pm 1''$ og ± 1 m, respektivt.

En demonstration af inertiteknikkens funktion blev givet af Canadierne. En 19 km rute blev gennemført af en Hughes 500 helikopter med en "Auto-Surveyor" installeret. Ruten var omtrent liniær og indbefattede besøg på fire kendte stationer, idet den første stations koordinater blev betragtet som kendte på udturen og den sidste stations koordinater blev betragtet som kendte på hjemturen (se skitse). Hele ruten blev gennemfløjet på 30 minutter. Resultatet er anført i Tabel 1. Bemærk at en yderligere udjævning af de "rå" resultater vil give forbedringer.

Tabel 1. Resultater af test af "Auto-Surveyor".

Station		φ	λ	h(m)
(1) Maraton	Kendt værdi	45°21'06".038	76°06'50".480	106.721
	Bestemt udfra (4)	06.029	50.481	104.69
	Diff.	- 0.009	0.001	- 2.03
(2) Cody	Kendt værdi	45°18'11".366	76°07'57".316	145.109
	Bestemt udfra (1)	11.374	57.335	143.59
	Bestemt udfra (4)	11.357	57.337	144.41
	Middel	11.366	57.336	144.00
	Diff.	0.000	0.020	- 1.11
(3) Manion A	Kendt værdi	45°14'06".606	76°05'55".424	156.560
	Bestemt udfra (1)	06.599	55.447	155.84
	Bestemt udfra (4)	06.598	55.443	155.89
	Middel	06.599	55.445	155.87
	Diff.	- 0.007	0.021	- 0.69
(4) Appelton	Kendt værdi	45°11'32".685	76°05'53".972	137.192
	Bestemt udfra (1)	32.683	54.025	136.55
	Diff.	- 0.002	0.053	- 0.64



Testroute for "Auto-Surveyor"

3.5. Mulige anvendelser i Grønland

Efter min deltagelse i symposiet har jeg gjort mig nogle overvejelser vedr. inerti-tekniks anvendelse i Grønland.

Som det fremgår af ovenstående kan inerti-teknik udnyttes i forbindelse med punktførtætning i områder med kontrolpunkter fordelt med afstande på 60 - 100 km.

Inerti-teknikken skal i Grønland konkurrere med fotogrammetrisk teknik. Her har inerti-teknikken dog den fordel, at tyngde og lodafvigelse kan bestemmes simultant med koordinaterne. (Tyngden dog kun med en nøjagtighed af ca. ± 2 mgal). - Der er dog den mulighed, at et gravimeter medbringes i helikopteren, og så aflæses i hvert punkt der ønskes koordineret. Således som målsætningen med kortlægningen i Nord-Grønland er for øjeblikket, må det vel konstateres at fotogrammetrisk teknik giver et tilfredsstillende resultat. Hvis man derimod ønsker en forbedret geodætisk kontrol, samt en grundlæggende kortlægning af tyngdevariationen vil anvendelsen af inerti-teknik antagelig være økonomisk velbegrundet. Det anbefales at Geodætisk Institut nøje følger udviklingen inden for området.

4. Besøg hos Earth Physics Branch

Under symposiet om inerti-teknik fik jeg aftalt med en medarbejder fra Earths Physics Branch, at jeg i en frokostpause kunne besøge denne afdelings gruppe for "Gravity and Geodynamics" (jf. bilag A). Denne gruppe administrerer bl.a. den nationale data-base for tyngdeinformation og forestår den systematiske indsamling af tyngdedata.

Databasen indeholder dels tyngdeinformation fra Canadisk territorium og dels data fra det internationale net til kalibrering af tyngdeinstrumenter. Dette net indeholder også stationer i Danmark og Grønland. Jeg bad derfor om at få demonstreret systemets funktionsduelighed ved at få udskrevet al information databasen måtte besidde om disse stationer - hvilket lod sig gøre i løbet af få minutter. Jeg aftalte iøvrigt med lederen af sektionen, der administrerer databasen, at jeg skulle modtage Canadiske data fra områder nær Grønland.

5. Besøg hos Department of Geodetic Science, Ohio State University

Det var hovedformålet med rejsen at besøge prof. Rapp, Department of Geodetic Science. Som bekendt har prof. Rapp og undertegnede tidligere arbejdet sammen vedr. den praktiske implementation og udnyttelse af collocationsmetoden til bestemmelse af størrelser, der er afhængige af tyngdefeltet, (geoidenhøjder, lodafvigelse, tyngdeanomalier). Det samarbejde, der nu støttes af NATO, har til formål at løse nogle af de problemer som collocationsmetodens anvendelse i Grønland frembyder. Her er der to hovedproblemer, nemlig den stærkt varierende topografi samt manglen på data. Der er desuden det yderligere problem, at Grønlands geografiske udstrækning er væsentlig større end f.eks. "Syd-Danmark", hvilket giver beregningsmæssige vanskeligheder.

Med prof. Rapp gennemgik jeg de forskellige problemer og løsningsmuligheder. Vi nåede frem til følgende:

- (a) Effekten af den varierende topografi skal vi forsøge at fjerne ved traditionelle metoder, men andre alternativer skal undersøges, f.eks. statistiske teknikker. (Problemstillingen er her en del forskellig fra den, der har ført til de traditionelle metoder, idet det ikke er nødvendigt at fjerne den totale effekt af topografien. Vi vil være tilfredse, hvis en rimelig udglatning af tyngdevariationen opnås).
- (b) Manglen på data søges kompenseres gennem inddragelse af nye datatyper, her primært altimeter bestemte geoidenhøjder over havarealerne. Her vil prof. Rapp kunne give sit væsentligste bidrag til projektet, idet han har udviklet programmer til analyse af altimeterdata.
- (c) For at forøge effektiviteten af de regnemaskine programmer, der benyttes skal effektiviteten af visse basale procedurer sættes op. Dette vil være af værdi også for anvendelse af collocationsmetoden i forbindelse med "satellite to satellite tracking", der også benyttes til forbedret bestemmelse af tyngdefeltet.
- (d) Et væsentligt element i collocationsmetoden er valget af norm (afstandsdefinition) og dermed valg af reproducerende kerne eller kovariansfunktion. Dette valg har indtil videre udelukkende været baseret på tilpasning til den empiriske kovariansfunktion. Det aftaltes, at jeg skulle gennemføre forsøg med andre former for normer (reproducerende kerner). Dette vil også have betydning for bestemmelsen af

fejlskøn for de størrelser, der bestemmes ved hjælp af collocationsmetoden.

- (e) For at kunne udnytte geoidhøjder bestemt udfra koordinater bestemt ved Doppler teknik, er det nødvendigt at kende den bedste værdi for referensellipsoidens halve storakse. - Den er nu kun kendt med ± 5 m nøje. Årsagen til denne unøjagtighed blev diskuteret indgående; men løsningen synes ikke nær.
- (f) Muligheden for at bestemme empiriske kovariansfunktioner for tyngdegradientdata blev diskuteret, samt muligheden for at skaffe sådanne data frem. Muligheden for at få data fra Nordpolen overvejes.

Et væsentligt formål med besøget var muligheden for at få data af betydning for beregningsarbejdet i Grønland. - Der er her ikke tale om detailldata fra Grønland, men om data fra geografisk nærliggende områder, der har betydning for bestemmelsen af tyngdefeltets variation i Grønland.

På et magnetbånd fik jeg derfor lagret:

- (1) Opdaterede sæt $1^\circ \times 1^\circ$ middeltyngeanomalier.
- (2) Opdaterede sæt 1° "equal area" middeltyngeanomalier.
- (3) $1^\circ \times 1^\circ$ middelhøjder.
- (4) Potentialcoefficientsæt GEM 9 og GEM 10 og Rapp's sæt fra OSU rapport no. 251.

Foruden diskussionerne i tilknytning til det fælles projekt havde jeg lejlighed til at diskutere mange forskellige problemer med medarbejderne ved afdelingen. Prof. Rapps medarbejdere beskæftiger sig med projekter af stor interesse for mit arbejde, f.eks. analyse af altimeterdata, test af empiriske kovariansfunktioners rotationsinvarians samt "satellite to satellite tracking". Jeg havde også lejlighed til at gennemgå prof. Rapp's og prof. Müller's særtryk-biblioteker. Her fandt jeg et stort antal publikationer, hvis fremkomst jeg ikke var vidende om. Det drejede sig særligt om forskningsrapporter udarbejdet af universiteter og private firmaer for militære organisationer eller NASA. Dette foranledigede, at jeg på stedet skrev til bl.a. NASA, DMAAC og Air Force Geophysics Laboratory og anmodede dem om at sætte G.I.'s bibliotek på deres fordelingslister for publikationer. (Efter min hjemkomst har jeg iøvrigt diskuteret med

Lunddahl om muligheden for en løbende bibliografisk service fra Danmarks Tekniske Bibliotek, specielt omfattende offentlige forskningsrapporter fra USA).

Alt i alt var opholdet på Ohio State University yderst inspirerende, men lidt for kortvarigt.

6. Besøg hos National Geodetic Survey (NGS), USA

6.1. Fra Columbus, Ohio tog jeg til Washington, D.C. for at besøge National Geodetic Survey. Formålet var dels at diskutere udviklingen af data-base teknik med medlemmer af den IAG-arbejdsgruppe jeg er formand for og dels at diskutere forskellige problemer i forbindelse med nyudjævningen af NAD.

6.2. Udviklingen af edb

Som bekendt har to medarbejdere fra NGS besøgt GI forrige år. En af disse, Charlie Schwarz, er chef for en sektion, der har ansvaret for systemudviklingen, - d.v.s. planlægning og implementering af programsystemer. Man har i NGS ikke haft rådighed over sit eget regneanlæg, men bl.a. p.gr. af besøget her i København har man ansøgt om bevilling til et nyt, eget regneanlæg. Bevillingen er givet, og man står nu overfor købet af et nyt anlæg i 20 mill. kr.-klassen.

Der eksperimenteres for øjeblikket meget med teknikken så regneanlægget kan yde støtte til opmålingen i marken. Dette foregår ved at man hver dag over terminaler (Texas Instr., Silent 700) tilkoblet telefonlinierne indsender dagens observationer. Disse analyseres om muligt for fejl (trekanters vinkelsum o.l.) og analyseresultatet meddeles opmålingsenhederne. Fordelen ved denne procedure er dels, at man så med det samme har fået inddateret observationerne, og dels at observatorerne kan få et bedre skøn for om ommålinger evt. bør foretages, eller om en tilstrækkelig nøjagtighed er opnået.

Der er også fastlagt en procedure så private opmålingsfirmaer og offentlige institutioner kan indsende deres observationsmateriale og på den måde bidrage til en styrkelse af nettet af trigonometriske stationer. De private firmaer og institutionerne har så mulighed for at få materialet behandlet og får de endelige udjævnede koordinater tilstillet. Dette er indtil videre blevet betragtet som en rimelig betaling for observationsmateriale; men det overvejes at afkræve de private firmaer betaling for beregningsarbejdet.

6.3. NAD-nyudjævningen

Forskellige aspekter ved den danske deltagelse i NAD-nyudjævningen blev diskuteret med John Bossler.

Man er nu igang med at tilrettelægge en gentagelse af det transkontinentale nivellement. Man har til dette formål fået en særbevilling, og spørgsmålet er nu hvorledes denne bevilling udnyttes bedst muligt. Der har her vist sig to alternativer, nemlig sædvanligt dobbeltnivellement eller enkeltnivellement, men med væsentlig mindre maskevidde. Afgørelsen er yderst vanskelig; men jeg fik opfattelsen af, at man ville bestemme sig for det mere sikre dobbeltnivellement. I forbindelse med nyudjævningen er det nødvendigt at kende geoidhøjderne i nettet samt lodafvigelseerne i hvert fald i bjergområderne. Man har her valgt at bestemme lodafvigelseerne ved astronomiske observationer i de stationer, hvor det er ubetinget nødvendigt at kende disse størrelser. I andre punkter af nettet vil man benytte Stokes og Vening-Meinesz formler til bestemmelse af henholdsvis geoidhøjder og lodafvigelser udfra tyngdeanomalier. Jeg forsøgte at argumentere for collocationsmetodens brugbarhed; men der var ingen rigtig forståelse herfor. Det aftaltes, at jeg skulle have tilsendt et testmateriale og gennemføre beregningsforsøg til illustration af metodens anvendelighed.

Som bekendt forudses det, at stationskoordinater i det nye datum først kan leveres om ca. 5 år. Det er dog fastlagt at udgangspunktet skal være et geocentrisk datum byggende på Doppler-satellit-systemet. Det er derfor muligt at fastlægge koordinater i det nye system med ca. 5 m nøje, d.v.s. tilstrækkeligt nøje for kortlægningen i målestoksforhold $< 1:50\ 000$. Frede Madsen havde bedt mig om at få opklaret hvornår det nye datum ville blive taget i anvendelse i kortlægningen. Efter samtalen med Bossler, har jeg forstået, at der endnu ikke er fastsat nogen overgangsdato; men at det nu er muligt at afmærke de nye koordinatlinier som tics i kortranden. NGS har således udgivet en publikation med kort-hjørnernes nye koordinater. Det anbefales altså fra NGS at foreløbige NAD 1983 koordinater benyttes helt eller delvis ved kortkonstruktionen. (Spørgsmålet blev også rejst under besøget hos Surveys and Mapping Branch; men her fik jeg intet klart svar).

6. Bibliografi

2. Surveys and Mapping Branch

Blais, J.A.R.: Least-Squares Estimation Methods, Surveys and Mapping Branch, 1976.

Blais, J.A.R.: Preliminary Proposal for a New Geodetic Adjustment Program, Surveys and Mapping Branch, 1977.

Department of Energy, Mines and Resources: Annual Report 1975-76.

Jones, H.E.: Geodetic Survey Measurements to Determine Motion in the Earth's Crust, Reprint from Mansinha et al. (eds): Earthquake Displacement Fields and the Rotation of the Earth, 1970.

Lachapelle, G., J.D. Boal, N.H. Frost and F.W. Young: Recommendation for the Redefinition of the Vertical Reference System in Canada, Internal Report No. 1, Geodetic Survey Division, 1977.

3. Inerti-teknik

Abstracts of papers to be presented at The 1st International Symposium on Inertial Technology for Surveying & Geodesy, 12-14 Oct. 1977.

Fordelte papers (resten offentliggøres i proceedings, der lovedes snarlig offentliggørelse):

Adams, G.W.: Inertial Survey Data Reduction Using Maximum Likelihood Estimation (Honeywell Inc., USA).

Beattie, J.C. and J.F. Welter: Alberta Energy & Natural Resources Whitecourt Forest Management Area Control Survey Project 1977, Alberta, Department of Energy and Natural Resources.

Carrière, R.J., J. Kouba and R.C. Penney: Experience with the Inertial Survey System at Geodetic Survey of Canada, Surveys and Mapping Branch, Canada.

Hadfield, M.J.: Critical Inertial System Characteristics for Land Surveying, Honeywell Inc, USA.

Hagglund, J.E. : Evoluation of the Ferranti Inertial Survey System, Shell Canada Resources Limited, Alberta.

Heller, W.G. : Vertical Deflection Recovery by a Gradiometer-Aided Inertial System, The Analytic Sciences Corporation, USA.

Lyon, J., G.L. Mader and F.T. Heuring: Optimized Method for the Derivation of the Deflection of the Vertical from RGSS Data (prepared for U.S. Army Engineer Topo. Lab. by Phoenix Corporation).

Meldrum, M.A. : Application of a High Performance Pendulous Accelerometer in a Borehole Gravimeter, TEXTRON, USA.

Brochurer fordelt under symposiet :

Bell Aerospace : BHGM-1 Bore Hole Gravimeter, Model XI Acceleration Transducer.

Ferranti : Position and Azimuth Determining System (PADS).

Gymo : Gymo Gi/B1, Gi/B1A Gyro Theodolite.

Honeywell : GEO-SPIN, Inertial Survey System.

Litton : Automatic Surveying.

SPAN International : Inertial Surveying for your engineering data requirements.

Wild : Wild GAK1 North-Seeking Gyro.

4. Earths Physics Branch

McConnell : The National Gravity Data Base, 1977.

5. Ohio State University

Kearsley, W. : Estimation of Anisotropic Characteristics of Gravimetric Fields. AGU, 1977.

Sjöberg, L. : Some Error Estimates for Spherical Harmonic Developments of Gravity at the Surface of the Earth, AGU, June 1977.

Pellinen, L.P. and O.M. Ostach: On Allowing for the Effect of Topographic Masses in Computing Deflections of the Vertical and Quasigeoidal Heights (DMAAC Tech. Transl., 1975).

Tapley, B.D.: On the Interpretation of Least Squares Collocation, Report No. 1075, University of Texas, 1975.

Thomas, S.W.: Fast Computational Methods for Least-Squares Gravity Data Processing, AGU, June 1977.

Edwards, R.M.: Gravity Modeling for Precise Terrestrial Inertial Navigation, Air Force Institute of Technology, 1977.

6. NGS (USA)

Whiting, M.C.: Adjustment of Geodetic Field Data Using a Sequential Method, NOAA - TM - NOS - NGS-3, 1976.

Chovitz, B.H.: Perspective Projections in Terms of the Metric Tensor to the Second Order, preprint, 1977.

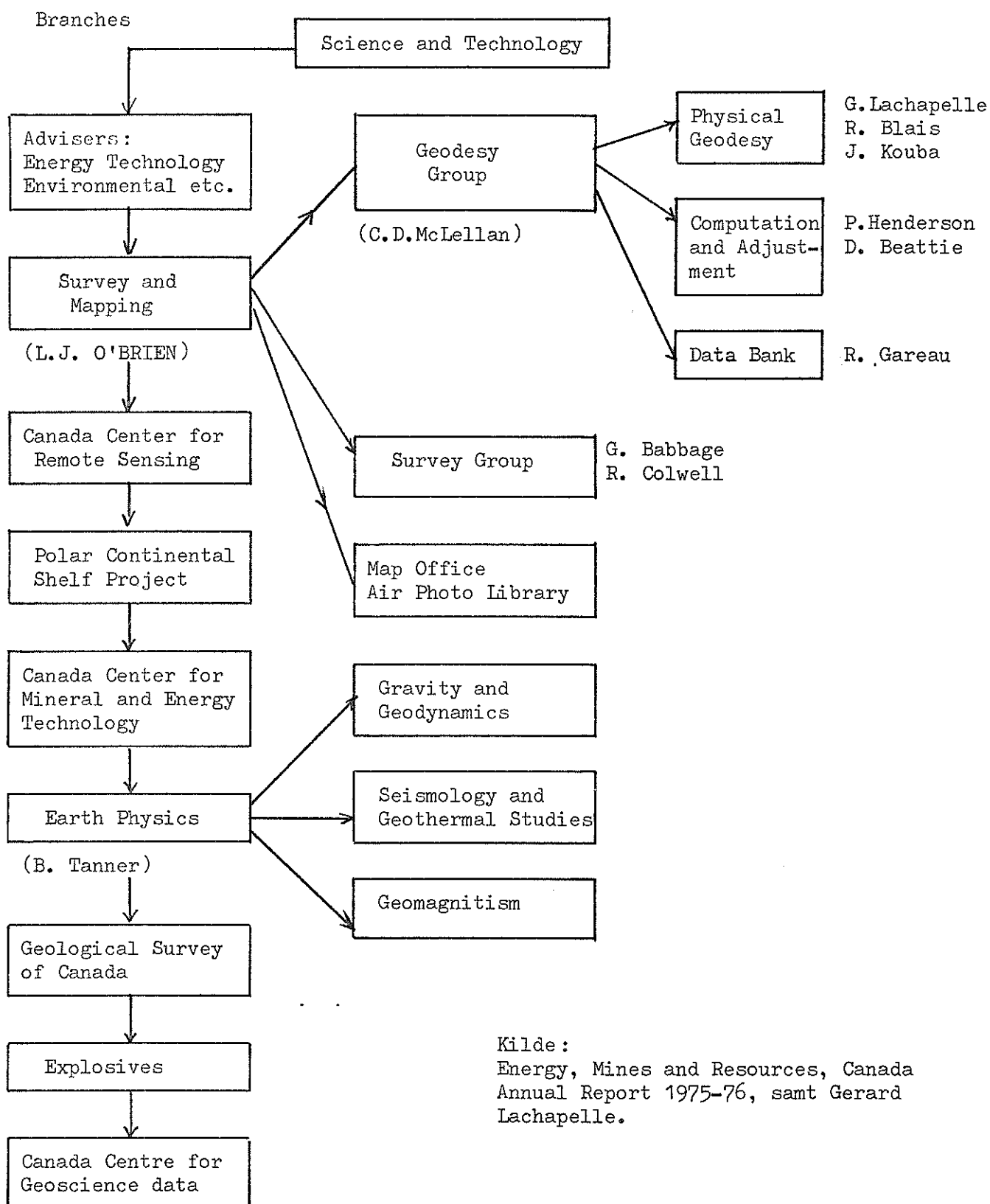
NOAA - NOS: Input Formats and Specifications, National Geodetic Survey Data Base. (Uden år).

Chin, M.M.: GRDL Altimeter Data Base, Users Manual, Business and Technological Systems, Inc., 1977.

Alle ovennævnte publikationer udlånes ved henvendelse til C.C. Tscherning.

Organisationsoversigt

Ministeriet for "Energy, Mines and Resources", Canada
Department for "Science and Technology".



Kilde:
Energy, Mines and Resources, Canada
Annual Report 1975-76, samt Gerard
Lachapelle.