



**Lantmäteriet**  
Lantmäteriverket - National Land Survey  
S - 801 12 GÄVLE - SWEDEN

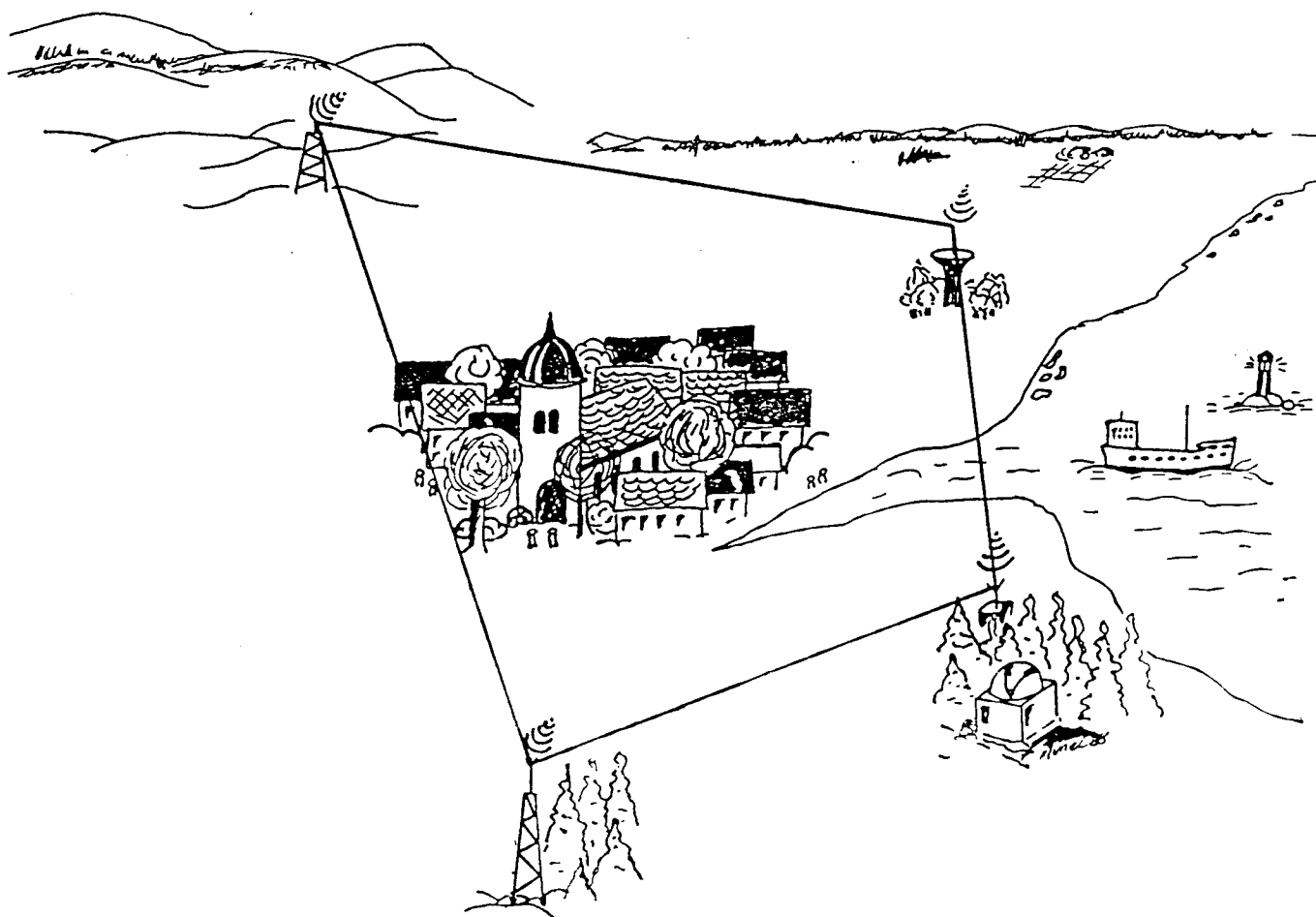
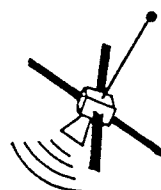
**Tekniska skrifter - Professional Papers**

LMV-RAPPORT 1988:11

ISSN 0280-5731

# BASLINJEMÄTNING MED SATELLITSYSTEMET TRANSIT

av Carolin Ljungrantz och Pia Rystam, LTH



Gävle 1988

## Titel

BASLINJEMÄTNING MED SATELLITSYSTEMET TRANSIT

av Carolin Ljungkrantz och Pia Rystam, LTH

## Huvudinnehåll

Denna rapport utgör en del av projektarbetet "Positionsbestämning med GPS och TRANSIT samt tillämpning vid vägprojektering" som utförts vid Avdelningen för Geodetisk Mätningsteknik, Lunds Tekniska Högskola och Lantmäteriverket. I rapporten redovisas resultat från mätningar med TRANSIT-mottagare i det svenska testnätet för GPS-observationer i Gävle. Vidare har LMVs programpaket L-DOP för bearbetning av TRANSIT-mätningar jämförts med den version av det kanadensiska programmet GEODOP som är installerad vid Avdelningen för Geodetisk Mätningsteknik i Lund.

Undertecknade har fungerat som handledare för arbetet.

Leif Svensson  
Avdelningen för  
Geodetisk Mätningsteknik  
LTH, Lund

Bo Jonsson  
Kartavdelningen  
Geodetiska utvecklings-  
enheten  
LMV, Gävle

LDOK

Kg Satellitgeodesi

BASLINJEMÄTNING

MED

TRANSIT/DOPPLER

## FÖRORD \*)

Våren 1986 började vi fundera på att göra ett examensarbete inom geodesi. Arbetet utvecklades till ett samarbete mellan Lantmäteriverket (LMV) i Gävle och Avdelningen för Geodetisk Mätningsteknik, Lunds Tekniska Högskola (LTH).

I de arbetsuppgifter som utfördes för LMV i Gävle ingick att utföra baslinjemätningar med hjälp av Transit/Doppler mottagare samt att utföra beräkningar med LMVs programpaket L-DOP för bearbetning av dopplerobservationsdata. Syftet var att undersöka vilken noggrannhet i avståndsmätningar som kunde erhållas vid baslinjelängder på 10-40 km. De uppmätta baslinjelängderna jämfördes med geodimetermätta längder. Vid LTH gjordes huvudsakligen samma baslinjeberäkningar men med ett annat programpaket, GEODOP. Resultaten, för L-DOP och GEODOP, blir i stort sett likvärdiga och de överensstämmer också väl med resultaten från en amerikansk/kanadensisk mätning gjord på FGCC TEST NETWORK.

Dessutom utvecklade vi ett datorprogram som komplement till LMVs regler för val av satelliter till JMR Prognosprogram. Programmet har installerats tillsammans med LMV:s programvara L-DOP.

Vi studerade också litteratur i syfte att själva få en bakgrund för att förstå teknikerna för GPS och TRANSIT/Doppler. Eftersom den huvudsakliga litteraturen är på engelska och då det föreligger ett behov att få ordning på alla olika termer och begrepp som används i samband med satellitpositioneringsvetenskapen, så har vi gjort ett förslag till en svensk översättning av David Wells Glossary of GPS Terminology. I hela uppsatsen har vi strävat efter att använda detta system och dessutom översätta alla övriga termer för att få en enhetlig bild och bli av med den annars så vanliga "svengelskan".

I samband med litteraturstudier sammanställde vi beskrivningar om de bägge systemen eftersom liknande aktuella skrifter saknas på svenska. De syftar till att ge en orientering inom området där vi själva har valt det vi anser vara viktigast.

Utvecklingen går hela tiden framåt och mätningar med TRANSIT tenderar att ersättas av mätningar med GPS. I framtiden kommer troligen GPS att finna många nya tillämpningsområden. Som ett exempel kommer denna utveckling att ha stor betydelse för vägprojektering. Därför behandlas denna specifika tillämpning i ett eget

\*)

I denna rapport redovisas endast de delar av projektarbetet som berör baslinjemätningar med TRANSIT/Doppler teknik.

avsnitt.

Slutligen vill vi tacka våra handledare för hjälpen och för det stora tålamodet de visat.. Våra handledare har varit Leif Svensson och Lars Ollvik på Avdelningen för Geodetisk Mätningsteknik, LTH och Thomas Wahlman på Avdelningen för Vägbyggnad, LTH. Vi vill också tacka Bo Jonsson och Gunnar Hedling på LMV i Gävle som varit till stor hjälp.

TACK FÖR OSS

*Carolin Ljungcrantz*

Carolin Ljungcrantz

*Pia Rystam*

Pia Rystam

Lund 871125

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. FÄLTFÖRSÖK SEPTEMBER 1986	Sid 112-113
2. ÖVERSIKT ÖVER PROGRAMSTEGEN L-DOP	114-116
* SP-2G	115
* Pickpass	115
* L-DOP	115-116
3. ÖVERSIKT ÖVER PROGRAMSTEGEN I GEODOP	117-118
4. RESULTAT	119-121
* Beräkningar baserade på L-DOP och GEODOP ( punktbestämnings- och translokations-) programsystem	119
- Flerstationstranslokation	119
- två-stationstranslokation	121
5. SLUTORD	122
6. APPENDIX	123-128

## SAMMANFATTNING

Att mäta jorden har i alla tider intresserat människor. Redan de gamla grekerna och egyptierna utförde en mängd spännande mätningar och så har det fortsatt genom århundranden fram till i dag då vi använder avancerade satellitsystem för att bestämma positioner på jordytan. Exempel på sådana system är GPS, TRANSIT, SLR, VLBI, GLONASS och framtida GEOSTAR, av vilka vi tänkte närmare beskriva de två första.

TRANSIT/Doppler är ett satellitsystem med sex satelliter som kretsar i banor kring jorden på en höjd av 1075 km. Systemet blev tillgängligt för civilt bruk 1967 och används idag främst inom navigering. Vid exempelvis statisk relativ punktbestämning under 2-7 dagar kan en noggrannhet på decimeternivån erhållas.

Satelliterna sänder kontinuerligt ut signaler med fast frekvens. Dessa fångas upp av mottagaren och med hjälp av Dopplerprincipen kan mottagarens position bestämmas. Mätningarna måste korrigeras på grund av atmosfärens påverkan, i form av jonosfärisk respektive troposfärisk refraktion, på satellitsignalen.

Satellitens koordinater erhålls antingen från satellitsända banparametrar (broadcast ephemeris) eller genom mera exakta parametrar (precise ephemeris) från kontrollstationerna. För att få rätt koordinater på mottagaren måste satellitens referenssystem relateras till ett jordbundet (terrest) system, här WGS-72.

Några av satelliterna har ett system benämnt DISCOS, vilket hindrar satelliten att komma ur banan. Det noggrannaste sättet att mäta är att använda två eller flera mottagare och därmed erhålla relativa koordinater.

GPS-systemet består av tre delar: Rymddelen med satelliterna (18 + 3 då systemet blir operativt på 90-talet), användardelen med mottagarna och kontroll-delen där styrningen av systemet görs.

Från satelliterna överförs signaler på vilka observationer görs och med hjälp av olika tekniker så kan positionsbestämning av mottagare i exempelvis bilar, båtar, flygplan eller på fasta punkter utföras. Inom geofysik, geodynamik och ingenjör-byggnad utvecklas också allt fler system för tillämpning av GPS.

Med GPS, som är ett mera avancerat system än Doppler och som medger en kontinuerlig täckning dygnet runt, kan mycket höga noggrannheter uppnås. För exempelvis statisk relativ punktbestämning kan på 1/10 - 1h en noggrannhet på bättre än 1 dm uppnås. GPS är också ett kostnadsbesparande effektivt system. GPS-mottagare finns i många fabrikat och utformningar. De är fortfarande dyra, men väntas sjunka i pris i framtiden.

TRANSIT/Doppler har bla använts för framställning av kartor i Zambia och det är inom detta område systemet kan vara intressant vid vägprojektering. Men naturligtvis är det GPS som har framtiden inom området.

Texas State Department of Highways and Public Transportation (TSDHPT) har i stor utsträckning använt GPS inom vägprojektering. Ett system utvecklades med regionala referenspunkter (RRP) med permanenta mottagare. Systemet medger att relativa koordinater i förhållande till (RRP) kan mätas och därmed erhålls en hög noggrannhet. Detta medför en minskning av kostnad och tid vid inmätning av stödpunkter.

Benjamin W, Remondi utvecklade 1985 en teknik där noggrannheter på centimeternivån kan erhållas. Detta genom att bibehålla kontakt med satelliten under förflyttningen mellan de punkter som skall mätas in.

Framtida inmätningar skall kunna ske med fordon. Kravet är även här att det är fri sikt mot satelliten. Metoden kallas Kinematisk Differentiell Positionering.

Genom att först bestämma kamerans koordinater skall Fotogrammetrisk Kartering utan stödpunkter i framtiden vara möjlig.

I september 1986 utförde vi observationer med Dopplermottagare i Mårtsbo, Gävle. Kvaliten på erhållna data på frekvensen 400 MHz var emellertid ej godtagbar. Våra planerade beräkningar, av hur noggrant baslinjer kan mätas, fick då enbart baseras på LMVs observationer gjorda i Maj 1986. Resultaten som beräknats med två olika programsystem, L-DOP (vid LMV) och GEODOP (vid LTH) är i stort sett likvärdiga. Standardavvikelsen för avvikelsen mellan geodimetermätta längder och dopplermätta längder överensstämmer väl med resultaten för en amerikansk/kanadensisk mätning utförd på FGCC TEST NETWORK. Dock är själva avvikelserna sämre, detta beror förmodligen på systematiska fel.

Vid observation med Dopplermottagare måste mottagaren programmeras för de satellitpassager som ska observeras. För valet av lämpliga passager finns regler utformade på LMV i Gävle. Då vi fann det tidsödande att med hjälp av dessa regler manuellt välja ut passager beslöt vi att skriva ett datorprogram. Detta fungerar nu som komplement till LMVs prognosprogram.

På grund av GPS flexibilitet och komplexitet har en mängd nya termer och begrepp införts i mätliteraturen. För att bringa ordning i detta begynnande "kaos" har en Standard Terminologi för GPS rekommenderats av Professor David E. Wells, New Brunswick, Canada. Vi har här översatt gloslistan, till denna terminologi, till svenska i ett försök att göra terminologin även i Sverige mera konsekvent.



## 1. FÄLTFÖRSÖK SEPTEMBER 1986

Under en veckas tid i Mårtsbo, Gävle lärde vi oss att hantera en Dopplermottagare varefter vi utförde egna observationer. I samband med detta monterade vi antenner och mottagare i Mårtsbo och Hille vattentorn och mätte baslinjen mellan dessa två punkter.

Valet av satellitpassager skedde manuellt enligt LMVs regler för val av lämpliga satellitpassager ur JMR Prognosprogram. Detta fann vi dock tidskrävande och föreslog att vi skulle komplettera reglerna med ett datorprogram som utför detta arbete. Se vidare i kapitel IX.

I samband med baslinjemätningen utfördes också väderobservationerna som behövs vid den slutliga databehandlingen.

När valet av satellitpassager är klart programmeras mottagaren för dessa.

Dagnumret och uppstigningstid matas in. Mottagaren kan förprogrammeras för ca 48 passager dvs ungefär 2 dagar. Mätning sker sedan.

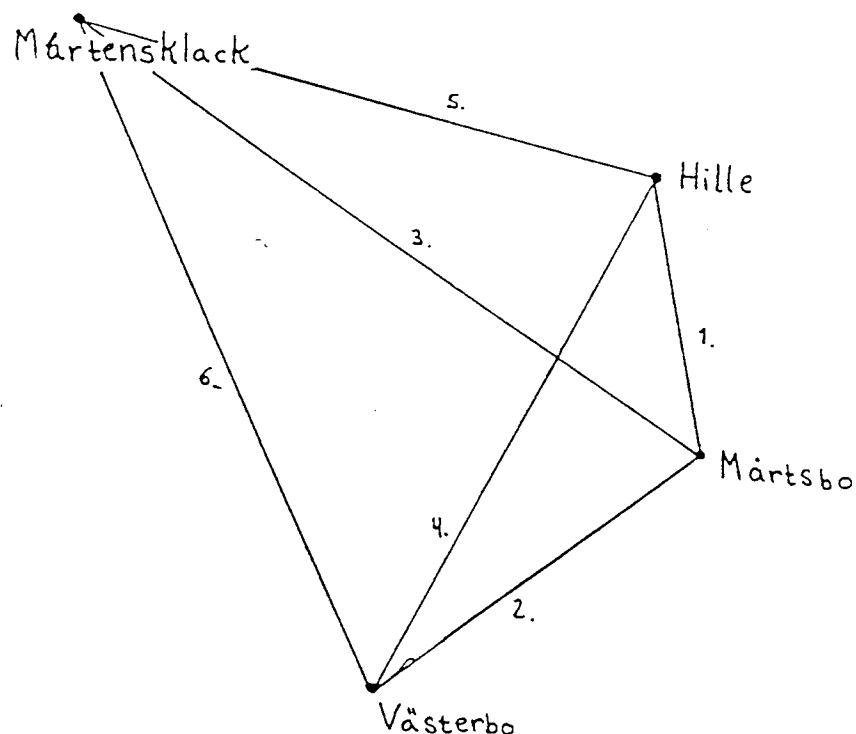
Mätningarna sträckte sig över en tidsperiod på ca 4 dagar och i samband med detta registrerade vi även antennhöjden (på de två antennerna i Hille och Mårtsbo), vilket även krävs i den slutliga databehandlingen.

Vid granskning av resultatfilen från Punktbestämningsprogrammet (SP -2G) noterades att Dopplerinformationen på en frekvens från Hille var dålig. Troligtvis var det en förförstärkare som var dålig. Av denna anledning blev resultatet av baslinjeberäkningarna otillfredsställande.

Vi fick då istället använda oss av observationer gjorda i Maj 1986, i LMVs testnät för satellitmätningar runt Gävle, för att göra en studie på hur bra noggrannhet på baslinjemätning som kan erhållas med Dopplerteknik. Vi ville jämföra resultaten för LMVs observationer med en amerikansk / kanadensisk mätning gjord i Washington DC, där man kommit fram till mycket bra relativa noggrannheter vid baslinjemätning. Vid translokationskörning av tre stationer på Federal Geodetic Control Committee (FGCC) Test Network under två dagar, fick man en överensstämmelse (gentemot FGCC Test Network terrestrial coordinates) som motsvarar en medelavvikelse på 0,17 m med standardavvikelsen på 0,14 m för

baslinjerna. Baslinjerna som beräknades var ca 19 km, 35 km respektive 42 km långa.

Vid LMVs observationer Maj-86 användes följande triangelnät:



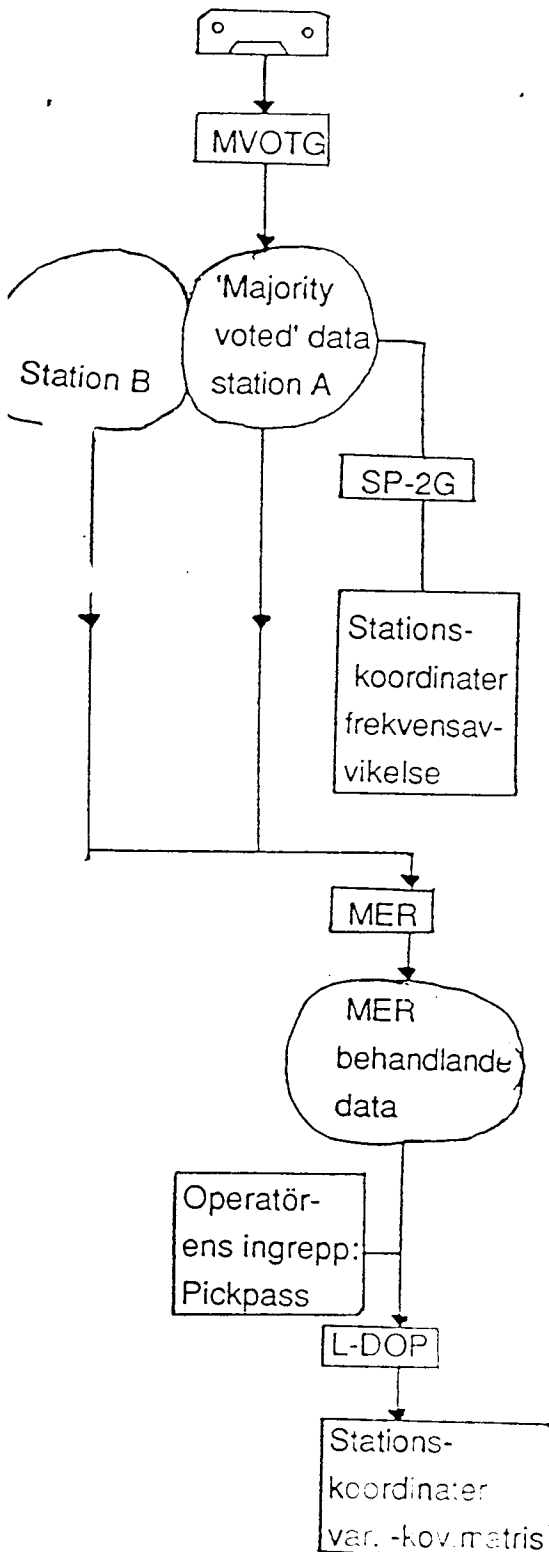
Figur 37. Testnätet kring Mårtsbo (Gävle).

Vid mätningen användes fyra mottagare placerade i Mårtsbo, Hille, Västerbo och Mårtensklack. Längden på baslinjerna är:

1)	Mårtsbo - Hille	15,4 km
2)	Mårtsbo - Västerbo	16,2 km
3)	Mårtsbo - Mårtensklack	40,2 km
4)	Hille - Västerbo	24,9 km
5)	Hille - Mårtensklack	29,0 km
6)	Västerbo- Mårtensklack	37,4 km

På dessa baslinjer gjordes translokations ( två-stations + flerstations) körningar dels med LMVs programpaket L-DOP och dels med GEODOP version 3. I de följande två avsnitten ges en översikt över programmen.

## 2. ÖVERSIKT ÖVER PROGRAMSTEGEN I L-DOP



\*Rådata inspelade på kasset vid mottagare i fält.

\*Majority vote, MVOTG: Skapar infiler till SP-2G programmet av rådata.

\*SP-2G : Punktbestämning som ger bra preliminära koordinater och frekvensavvikelser. Beräkningarna sker iterativt och kan utföras i olika tidsramar.

\*MER: Kombinerar data för de satellitpassager som samtidigt observeras vid två eller fler stationer. MER är en modifierad version av JMRs program MRTTG.

\*Pickpass: Ett program, gjort av LMV, där önskat minsta antal mottagare som observerar samma satelliter väljs. PICKPASS ingår i programmet L-DOP.

\*L-DOP: kan utnyttja olika tidsramar för varje station, precis som i SP-2G. Om användaren inte känner de rätta värdena på parametrarna väljs ett av programmet tilldelat värde (default value) som passar till de flesta praktiska ändamål. L-DOP är en modifierad version av JMRs GP-1S.

Figur 38. Schematisk skiss på L-DOP (modifierad version av JMRs GP-1S).

### SP-2G

Vid varje iteration utjämnas Dopplerdata, stationsvis, med minsta kvadratmetoden.

Utjämnningen sker i ett tredimensionellt, geocentriskt kartesiskt koordinatsystem  $(x, y, z)$ . Slutresultatet transformeras till ett geodetiskt koordinatsystem  $(\varphi, \lambda, h)$  tillsammans med motsvarande varians-kovariansmatris. Det geodetiska datumet och datumskifte kan specificeras genom att definiera de önskade ellipsoid parametrarna  $(a, f, \Delta x, \Delta y, \Delta z)$  för vald referensellipsoid. Dåliga passager tas bort med hjälp av en statistisk test.

SP-2G kan användas antingen för exakta banddata (precise ephemeris) eller utsända predikterade banddata (broadcast ephemeris).

### PICKPASS

Programmet kontrollerar hur många mottagare som observerat varje passage. Det finns fyra olika Pickpass-alternativ som anger det minsta antal mottagare som måste observera varje passage. Om inte kravet är uppfyllt förkastas passagen.

PICKPASS A = Minst en mottagare måste observera passagen.

PICKPASS B = Minst två mottagare måste observera passagen.

PICKPASS C = Minst tre mottagare måste observera passagen.

PICKPASS D = Minst fyra mottagare måste observera passagen.

### L-DOP

Minsta kvadratmetoden används för att utjämna data. Resultaten förfinas iterativt varvid operatören kan välja antalet iterationer för att nå önskad noggrannhet.

För den första iterationen viktas de uppskattade stationskoordinaterna med av operatören valt värde eller av programmet tilldelat värde. För efterföljande iterationer räknas viktsmatrisen fram ur kovariansmatrisen för föregående iteration.

Resultatet efter varje iteration innehåller de förbättrade koordinaterna för varje station och deras standardavvikelse. Även relativa ellipsoidavstånd, relativa latitud- respektive longitudskillnader och azimuter för baslinjerna mellan stationerna

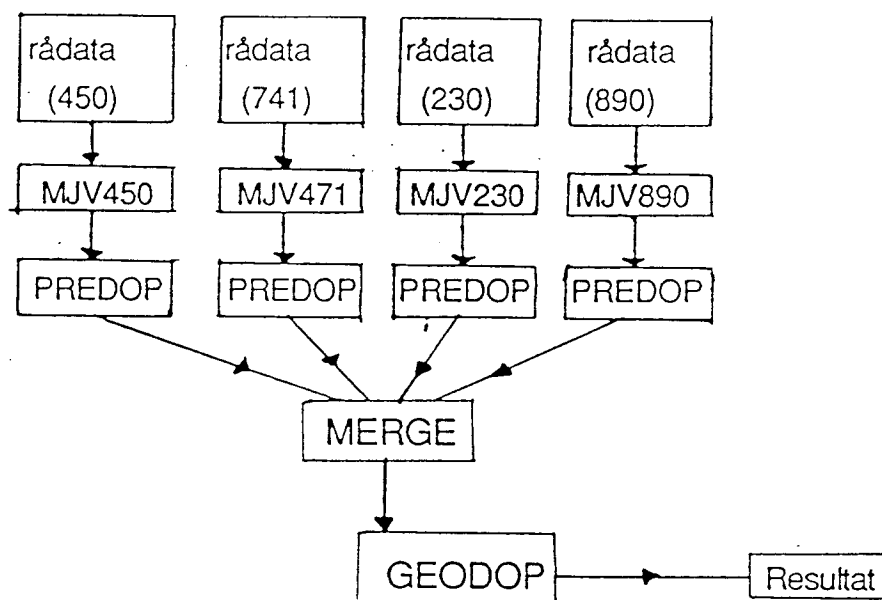
tillsammans med deras statistiska noggrannhet finns i resultatet.

Parametern ISYM talar om vilka data som skall ingå i körningen. Det finns fem olika alternativ:

- ISYM 1. Alla data från varje passage används.
- ISYM 2. Varje passage reduceras genom att ta bort data med låga elevationsvinklar tills alla stationer har lika mycket godkänd data.
- ISYM 3. Enbart data från varje station tagna inom en gemensam tidsram accepteras. Dessa antagna data används i beräkningar.
- ISYM 4. Data tagna inom en viss tidsram accepteras och bearbetas på samma sätt som ISYM 2.
- ISYM 5. Bara data tagna vid alla stationer samtidigt används.

Den andra parametern, SGR, varierade vi med antingen värdet 2 eller 3. Detta innebär i princip att data som har förbättringar, som är större än SGR gånger RMS (kvadratmedelvärdet) vid utjämning av observationerna inom en enskild satellitpassage, stryks. Värdet SGR = 2 ger därmed en hårdare gallring än SGR = 3.

### 3. ÖVERSIKT ÖVER PROGRAMSTEGEN I GEODOP



Figur 39. Schematisk skiss på en variant av GEODOP  
(Jan Kouba, Ottawa, Canada 1974).

#### Majority Voted Data

- Sätter samman rådata som samlats av mottagarna på de olika stationerna. Rådata består av en serie satellitpassager. Tillsammans med eventuella meteorologiska data är dessa data indata till förbehandlingsprogrammet PREDOP.

#### PREDOP

- Läser och dechiffrerar formaterade MJV-indata. Banan för varje passage beräknas och antal observerade Dopplercounts kontrolleras innan data, i form av binära filer, skrivs ut oformaterade. PREDOP utdata utgör indata till koordinatberäkningssystemet GEODOP.

#### MERGE

- Om många mottagare (högst 15) har observerat samtidigt, måste de olika PREDOP utdatafilerna kombineras genom ett program MERGE innan GEODOP programmet körs. MERGE kan utföras i

två olika moder: 0) indatafilerna till GEODOP adderas ihop i en flerstationsfil med kapacitet att förkasta och välja ut data 1) eller så slås GEODOP indatafiler ihop med NWL körda exakta banddata. data. NWL är ett interpoleringsprogram för dessa data.

### GEODOP

- Tar emot PREDOP- (eller MERGE samlade-) data i form av Dopplercounts och tillhörande satellitpositioner och beräknar tredimensionella geocentriska mottagarpositioner. Max 15 stationer kan köras samtidigt i en lösning för mottagarpositioner, frekvensavvikelser, mottagarfördröjning och refraktionspåverkan. GEODOP programmet är konstruerat att ge tillförlitliga relativa positioner för grupper av stationer som körs samtidigt och att ge tillförlitliga varians-kovariansuppskattningar. En kontroll och utjämning av data görs varigenom varje passage adderas till den kumulativa lösningen för alla föregående passager om de inte förkastats av det inbyggda statistiska testet.

L-DOP, i föregående avsnitt, och GEODOP arbetar med samma grundläggande algoritmer.

#### 4. RESULTAT

##### Beräkningar baserade på L-DOP och GEODOP (punktbestämnings- och translokations-) programsystem

För bestämning av optimalt värde på SIGR och ISYM (i programmet L-DOP) samt minsta antal mottagare som registrerar samma satellitpassage, har endast jämförelse mellan baslinjelängderna gjorts. Sammanlagt är det sex baslängder som behandlas (se figur 37 sid 113). Resultaten jämförs med en körning med programmet GEODOP. Målet vid beräkningarna som följer nedan var att se vilken noggrannhet som kan fås med programmet L-DOP genom att ändra parametrarna SIGR och ISYM (se sid 116). Observationstiden omfattar två dygn.

##### Flerstationstranslokation

För närmre redovisning av translokationen, som utfördes på fyra stationer, har vi valt ut tre olika körningsalternativ, A1 och A2 beräknat med L-DOP (LMVs programpaket) respektive GEODOP (LTHs programpaket). A1 är härvid en grundkörning då alla data från varje passage används ('1' i A1) och bearbetas oberoende om de bara registreras vid en station ('A' i A1). A2 som gav det bästa resultatet innebär att data med låga elevationsvinklar tagits bort tills alla stationer har lika mycket godkända data. GEODOP motsvarar vid körningen ungefärligen alternativet A1. Utöver detta ingick olika alternativ för ISYM och PICKPASS (A,B respektive C vilka står för PICKPASS alternativen A,B respektive C och siffrorna 1-3 vilka står för ISYM 1-3) i hela körningen, se resultattabellerna i appendix. ISYM 4-5 och PICKPASS D användes aldrig i slutkörningarna på grund av att allt för många satellitpassager förkastades och körningarna inte alltid gick igenom. Hela tiden har parametern SIGR värdet 2. Resultaten för A1, A2 respektive GEODOP redovisas i form av differenser i tabeller med början på nästa sida. Uppställning från vänster till höger i tabellerna: från vilken station mätningen gjorts, till vilken station mätningen gjorts, den ungefärliga längden mellan stationerna och differenserna, i absoluta tal och ppm, för avstånd, azimuter och höjd över ellipsoid (bara absoluta tal). Differenserna beräknas genom att ta skillnaden mellan geodimetermätta längder i testnät kring Mårtsbo och resultatet för körningen (i form av lutande längder).

Nedanför varje tabell redovisas RMS, medelvärde och standardavvikelse där

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{n}}$$

där  $X_i$  är differenserna i tabellerna på de följande sidorna.



Redovisning av resultaten för körningsalternativen A1 och A2 i L-DQP och körningsalternativet för GEODQP:

Körning A1 (grundkörning: alla data från varje passage används)

Från Stn	Till Stn	Längd km	Differenser (geodimetermätta längder-sat.mätningar)				
			avstånd(m)	ppm	azimut(m)	ppm	dh(m)
450	741	15,4	0,51	33,12	-0,68	-44,23	-0,09
450	230	16,2	0,40	24,72	-0,24	-15,03	-0,12
450	890	40,2	0,77	19,18	-1,65	-41,03	-0,63
741	230	24,9	0,42	16,40	-0,79	-31,90	-0,03
741	890	29,0	0,43	14,83	-1,30	-44,83	-0,54
230	890	37,4	0,31	8,29	-1,44	-38,66	-0,51
		Rms :	0,50	21,02	1,13	37,39	0,40
		Medelv. :	0,47	19,51	-1,02	-35,95	-0,32
		Sigma(±) :	0,16	8,57	0,53	11,26	0,27

Körning A2 (alla stationer har lika mycket godkänd data)

Från Stn	Till Stn	Längd km	Differenser (geodimetermätta längder-sat.mätningar)				
			avstånd(m)	ppm	azimut(m)	ppm	dh(m)
450	741	15,4	0,58	37,64	-0,64	-41,62	-0,07
450	230	16,2	0,19	11,74	-0,62	-38,13	-0,07
450	890	40,2	0,34	8,47	-1,43	-35,71	-0,40
741	230	24,9	0,56	22,53	-1,23	-49,52	0,00
741	890	29,0	-0,06	-2,07	-1,32	-45,47	-0,33
230	890	37,4	0,36	9,63	-1,30	-34,73	-0,33
		Rms :	0,39	19,29	1,01	41,21	0,25
		Medelv. :	0,32	14,66	-0,92	-40,86	-0,20
		Sigma(±) :	0,27	13,74	0,46	5,80	0,17

## 5. SLUTORD

LMV:s program L-DOP för bearbetning av dopplermätningar ger i stort sett samma noggrannhet som den version av det kanadensiska programmet GEODOP som är installerat vid LTH. Jämförelse mellan resultat från två dygns dopplerobservation och de geodimetermätta längderna indikerar en överensstämmelse på 30 cm – nivån. Resultatet indikerar också att noggrannheten är oberoende av avståndet mellan stationerna i intervallet 15 till 40 km.

Ytterligare undersökningar är nödvändiga för att studera resultatens repeterbarhet (precision) samt eventuella systematiska fel.

Enligt vår bedömning finns det idag tillämpningar där dopplerteknik fortfarande kan användas pga låga instrumentkostnader och litet personalbehov (automatiska mottagare).

## GEODOP

Från Stn	Till Stn	Längd km	Differenser (geodimetermätta längder-sat.mätningar)				
			avstånd(m)	ppm	azimut(m)	ppm	dh(m)
450	741	15,4	-0,29	-18,83	-1,13	-73,74	0,58
450	230	16,2	-0,13	-8,03	-1,08	-66,56	0,48
450	890	40,2	-0,25	-6,23	-2,17	-54,15	-0,56
741	230	24,0	-0,41	-16,50	-1,61	-64,63	-0,10
741	890	29,0	-0,25	-8,62	-1,20	-41,35	-1,14
230	890	37,4	-0,02	-0,53	-2,07	-55,37	-1,04
		Rms :	0,25	11,58	1,60	60,2	0,74
		Medelv. :	-0,23	-9,74	-1,54	-59,3	-0,30
		Sigma(±) :	0,13	6,78	0,49	11,44	0,74

I stort sett ger alla körningar med L-DOP likvärdiga resultat för baslinjelängderna (se appendix avsnitt 5). A1, som är grundkörningen, redovisas tillsammans med A2 som ger en överensstämmelse, gentemot geodimetermätta längder, motsvarande en medelavvikelse på 0,32 m och en standardavvikelse på 0,27 m. Medelavvikelsen för A2 är klart bäst medan däremot bla A1 uppvisar en lägre standardavvikelse (= 0,16). Azimutdifferenserna är något bättre för A1 än för A2. Härvid bör nämnas att pga datumdefinitionen för riksnätet uppstår en vridning på 18 nysekunder mellan systemen. Därav de stora värdena på azimutdifferenserna. Höjddifferenserna uppvisar ett något bättre resultat för A2. Resultaten motsvarar väl förväntningarna. Detta eftersom vårt mål var att komma ner i förbättrade noggrannheter på några decimeter ( i absoluta tal) genom att ändra de olika parametrarna ISYM och PICKPASS.

GEODOP uppvisar ett något bättre resultat för baslinjelängder medan däremot resultaten för azimuter och höjder är något sämre.

### Två-stationstranslokation

Vi har också beräknat enskilda baslinjer, se Appendix avsnitt 5 , vilket ger i stort samma resultat som flerstationstranslokationen. Man kan lägga märke till att standardavvikelsen i detta fallet blir något lägre än vid flerstationstranslokation.

## 6. APPENDIX

Resultat för translokationskörning på alla sex baslinjerna under tiden 13907 - 14107 där

450 - Mårtsbo    741 - Hille  
230 - Västerbo    890 - Mårtensklack

Värdena i tabellen nedan är differenserna, i absoluta tal, mellan geodimetermätta längder i testnät kring Mårtsbo och resultaten från translokationskörningen. A,B respektive C står för att data från minst 1 (A), minst 2 (B) respektive minst 3 (C) stationer används. ISYM 1 betyder att alla data används, ISYM 2 att alla stationer har samma mängd godkänd data och ISYM 3 att bara data samlad inom en viss tidsram används. Mer information om de enskilda körningsalternativen finns nedan i en tabell.

	<u>450-741</u>	<u>450-230</u>	<u>450-890</u>	<u>741-230</u>	<u>741-890</u>	<u>230-890</u>	<u>mv</u>	<u>sigma</u>
A1	0,51	0,40	0,77	0,42	0,43	0,31	0,47	±0,16
A2	0,58	0,19	0,34	0,56	-0,06	0,36	0,32	±0,27
A3	0,41	0,52	0,82	0,29	0,47	0,19	0,45	±0,22
B1	0,53	0,29	0,67	0,46	0,40	0,30	0,44	±0,14
B2	0,67	0,29	0,44	0,59	-0,12	0,37	0,37	±0,28
B3	0,42	0,55	0,85	0,28	0,47	0,19	0,46	±0,23
C1	0,58	0,29	0,69	0,50	0,35	0,34	0,46	±0,16
C2	0,71	0,30	0,44	0,62	-0,17	0,40	0,38	±0,31
C3	0,47	0,57	0,86	0,34	0,43	0,22	0,48	±0,22

Nedan stående tabell är data för de olika körningsalternativen A1-3, B1-3 och C1-3.

	<u>A1</u>	<u>A2</u>	<u>A3</u>	<u>B1</u>	<u>B2</u>	<u>B3</u>	<u>C1</u>	<u>C2</u>	<u>C3</u>
KÖRDA PASSAGER	65	65	65	58	58	58	56	56	56
ACCEP- TERADE PASSAGER	55	52	55	51	48	51	49	46	49
FÖRKAST. PGA ICKESYMMETRI	4	7	4	4	7	4	4	7	4
FÖRKAST. I SLH-TEST	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANTAL FRIHETS- GRADER	3785	3192	3724	3713	3120	3652	3636	3048	3576
ANVÄNDA DOPPLER	4511	3877	4450	4415	3783	4354	4320	3693	4260
EJ TAGNA DOPPLER	287	686	348	286	685	347	275	669	335
MEDELFEJ	0,72	0,54	0,71	0,72	0,54	0,72	0,72	0,54	0,72

Resultat för två-stationstranslokation för de sex olika baslinjerna  
under tiden 13907 - 14107 där

450 - Mårtsbo      741-Hille  
230 - Västerbo    890 - Mårtensklack

Värdena i tabellen nedan är differenserna , i absoluta tal, mellan geodimetermätta-  
längder i testnät kring Mårtsbo och resultaten från två-stationstranslokationen.  
Körningsalternativen ISYM 1 (alla data används), ISYM 2 (alla stationer har samma  
mängd godkänd data) respektive ISYM 3 (enbart data inom en viss tidsram används)  
redovisas. Mer information om de enskilda körningsalternativen finns längre ned i tre  
tabeller.

	<u>Baslinje</u>	<u>m</u>	<u>Ungefärlig längd (km)</u>
<u>ISYM 1:</u>			
	741-450	0,55	15,4
	230-450	0,54	16,2
	890-450	0,61	40,2
	230-741	0,33	24,9
	890-741	0,48	29,0
	890-230	0,43	37,4
	<i>Medelv.:</i>	<i>0,49</i>	
	<i>Sigma:</i>	<i>±0,10</i>	
<u>ISYM 2:</u>			
	741-450	0,23	15,4
	230-450	0,29	16,2
	890-450	0,15	40,2
	230-741	0,35	24,9
	890-741	0,24	29,0
	890-230	0,47	37,4
	<i>Medelv.:</i>	<i>0,29</i>	
	<i>Sigma:</i>	<i>±0,11</i>	
<u>ISYM 3:</u>			
	741-450	0,46	15,4
	230-450	0,53	16,2
	890-450	0,60	40,2
	230-741	0,10	24,9
	890-741	0,49	29,0
	890-230	0,43	37,4
	<i>Medelv.:</i>	<i>0,44</i>	
	<i>Sigma:</i>	<i>± 0,17</i>	

Nedan stående tre tabeller är data för de olika körningsalternativen ISYM 1,2 respektive 3

Data för körningsalternativen ISYM 1

	<u>741-450</u>	<u>230-450</u>	<u>890-450</u>	<u>230-741</u>	<u>890-741</u>	<u>890-230</u>
KÖRDA PASSAGER	65	63	63	59	59	58
ACCEP- TERADE PASSAGER	55	51	52	52	51	51
FÖRKAST. PGA ICKESYMMETRI	4	4	5	4	5	4
FÖRKASTADE I SLH-TEST	0	2	0	0	0	0
ANTAL FRIHETS- GRADER	1789	1786	1814	1854	1825	1906
ANVÄNDA DOPPLER	2230	2215	2252	2292	2260	2353
EJ TAGNA DOPPLER	108	109	105	149	139	157
MEDELFEJ	0,74	0,76	0,77	0,78	0,75	0,80

Data för körningsalternativet ISYM 2

	<u>741-450</u>	<u>230-450</u>	<u>890-450</u>	<u>230-741</u>	<u>890-741</u>	<u>890-230</u>
KÖRDA PASSAGER	65	63	63	59	59	58
ACCEP- TERADE PASSAGER	53	51	51	50	50	51
FÖRKAST. PGA ICKESYMMETRI	6	4	6	6	6	4
FÖRKASTADE I SLH-TEST	0	2	0	0	0	0
ANTAL FRIHETS- GRADER	1671	1714	1704	1716	1724	1782
ANVÄNDA DOPPLER	2100	2140	2133	2148	2156	2229
EJ TAGNA DOPPLER	171	171	186	253	223	281
MEDELFEJ	0,69	0,75	0,72	0,71	0,68	0,70



Data för körningsalternativet ISYM 3

	<u>741-450</u>	<u>230-450</u>	<u>890-450</u>	<u>230-741</u>	<u>890-741</u>	<u>890-230</u>
KÖRDA PASSAGER	65	63	63	59	59	58
ACCEP- TERAD PASSAGER	55	51	52	52	51	51
FÖRKAST. PGA ICKESYMMETRI	4	5	5	4	5	4
FÖRKASTADE I SLH-TEST	0	3	0	0	0	0
ANTAL FRIHETS- GRADER	1765	1779	1801	1828	1803	1902
ANVÄNDA DOPPLER	2206	2208	2247	2266	2232	2349
EJ TAGNA DOPPLER	132	116	110	175	161	169
MEDEFEL	0,73	0,76	0,77	0,79	0,76	0,80

Förteckning över senast utgivna LMV-rapporter

Rapport	Titel	Upphovsman e dyl
1987		
1987:11	En studie av viktsfunktionen vid trigonometrisk höjdmätning i samband med fri uppställning	Martin Lidberg Runar Svensson
1987:12	Koordinatsystemsbyte i kommunala nät	Bengt Karlsson Rolf Löfqvist
1987:13	Värdering av ädellövskog	Göran Bergqvist
1987:14	Compact Discs for Distribution of Maps and Other Geographic Information	Bengt Rystedt
1987:15	Skogsinventering vid likvidvärdering. LMV-metoden i tillämpning	Leif Norell m fl
1987:16	Fastighetsmarknaden idag. Pristrender och orsakssamband på marknaden för småhus och lantbruk under hösten 1987	Thomas Lindeborg Knut Mattson Per-Johan Åge
1987:17	The new National Atlas of Sweden	Bengt Rystedt
1987:18	Mäta med GPS. Beräkningsprogram samt detaljstudie och beräkningsexempel med POPS	A-C Jivall Lars Jakobsson
1988		
1988:1	Beståndsmetoden för skogsvärdering. - Tillväxt och avverkning	Börje Andersson
1988:2	Beståndsmetoden för skogsvärdering. - Sortimentutbyte och kvalitet	
1988:3-5	Beståndsmetoden för skogsvärdering. - Ytterligare rapporter inom fastighets-ekonomi. Planerad utgivning våren 1988.	
1988:6	Tioårigt ortofotoomdrev	Lars Lindgren
1988:7	Ett landskapsmuseum i Gävle	H-F Wennström
1988:8	Baskartor för översiktlig kommunal planering 1988	Gunnar Ericsson
1988:9	Fastighetsbildning för landsbygdens behov - översyn av reglerna om fastighetsbildning för mindre jordbruk	Lennart Pettersson
1988:10	Tröghetspositionerings tekniken	Jean-Marie Becker