



**Lantmäteriet**  
Lantmäteriverket - National Land Survey  
S - 801 82 GÄVLE · SWEDEN

**Tekniska skrifter - Professional Papers**

LMV-RAPPORT 1991:17

ISSN 0280-5731

---

# **Jämförande GPS-beräkningar**

**med**

## **TRIMVEC-PLUS**

**av**

**Lotti Jivall**

**Gävle 1991**

Lantmäteriverkets senaste Tekniska skrifter i geodesi

- 1987:18 Jivall L & Jakobsson L: Mäta med GPS - beräkningsprogram samt detaljstudie och beräkningsexempel med PoPS.
- 1988:10 Becker J-M: Tröghetspositioneringstekniken.
- 1988:12 Becker J-M, Lithén T, Nordqvist A: Erfarenheter med motoriserad trigonometrisk höjdbestämnings teknik (MTL) - jämförelser med övriga tekniker. (Engelsk version 1988:23.)
- 1988:16 Haller L-Å & Ekman M: The Fundamental Gravity Network of Sweden.
- 1988:24 Lidberg M: Frihöjd - ett datorprogram för höjdbestämnning vid fri uppställning.
- 1988:26 Ekman M: The Impact of Geodynamic Phenomena on Systems for Height and Gravity.
- 1989:4 Ekman M: Geodesins historia i Sverige - en liten översikt.
- 1990:3 Edgren M & Sundstrand G: Utredning om och förslag till stomnät och koordinatsystem i Stor-Stockholm.
- 1990:8 Becker J-M: The Swedish Experience with the ISS Uliss 30 - Results from Tests and Pilot Projects.
- 1990:10 Hedling G, Jivall L, Jonsson B: Results and Experiences from GPS Measurements 1987-1990 - SVENAV-87, Local Control Networks and Dual-frequency Measurements.
- 1990:11 Jonsson B & Jivall L: Experiences from Kinematic GPS Measurements.
- 1990:13 Jivall L & Ollvik L: BFR-projektet "Pseudo-kinematisk/kinematisk GPS-mätning för geodetiska tillämpningar" - lägesrapport för etapp 1.
- 1991:1 Ekman M: Ellipsoider, geoider, koordinatsystem, höjdsystem och tyngdkraftssystem i Sverige.
- 1991:4 Jonsson B: Kort introduktion till GPS.
- 1991:7 Becker J-M & Andersson B: Utvärdering av NA 2000 - nytt digitalt avvägningsinstrument. (Engelsk version 1991:15.)
- 1991:8 Lithén T & Persson C-G: Planering av GPS-nät.
- 1991:17 Jivall L: Jämförande GPS-beräkningar med TRIMVEC-PLUS.

Titel

**JÄMFÖRANDE GPS-BERÄKNINGAR MED TRIMVEC-PLUS**

av Lotti Jivall

Huvudinnehåll

I rapporten redovisas resultat av olika jämförande försöksberäkningar som är utförda med GPS-beräkningsprogramvaran TRIMVEC-PLUS från Trimble.

Jämförelser görs dels mellan de i TRIMVEC-PLUS ingående programmen TRIM640 och TRIMMBP och dels mellan TRIMMBP och Ashtechs beräkningsprogram GPPS. Dessutom görs en studie med TRIMMBP av hur korrelationerna inom och mellan baslinjerna påverkar de beräknade baslinjekomponenterna och medelfelen.

Resultatet av de här gjorda undersökningarna används i det vid LMV pågående arbetet med att ta fram en GPS-guide, som i förlängningen kommer att ingå i skriftserien AMK (Allmänna råd i mättnings- och kartfrågor).

---

LDOK

Kg Satellitgeodesi

Beställs hos

Lantmäteriverket  
Blankettförrådet  
801 82 GÄVLE

Allmänna Förlaget

## **Innehåll:**

- 1 Bakgrund
- 2 Testdata
- 3 Överföring av Ashtech-data till TRIMVEC-PLUS
- 4 TRIMVEC-PLUS
  - 4.1 Beskrivning av programmet
  - 4.2 Min användning av TRIMVEC-PLUS
- 5 Resultat
  - 5.1 Jämförelse mellan TRIM640 och TRIMMBP
  - 5.2 Jämförelse mellan TRIMMBP och GPPS
  - 5.3 Korrelationer inom och mellan baslinjer
- 6 Trimble-data i GPPS
- 7 Sammanfattning
- 8 Slutord
- 9 Referenser

## 1. Bakgrund

I dag används inom Sverige huvudsakligen två olika programvaror vid produktionsinriktad beräkning av GPS-data för geodetiska stornät, nämligen TRIMVEC-PLUS och GPPS. TRIMVEC-PLUS kommer från TrimbleNavigation och är i första hand avsedd att användas för bearbetning av GPS-data från deras geodetiska mottagare (t ex Trimble 4000 ST). GPPS är Ashtechs motsvarighet, vilken sedan några år tillbaka används vid LMV.

Inför det vid LMV pågående arbetet med att ta fram en GPS-guide, som bl a skall innehålla råd och riktlinjer för GPS-beräkningar, kändes det nödvändigt att även samla lite erfarenheter med TRIMVEC-PLUS. Dels har TRIMVEC-PLUS, till skillnad från GPPS, möjlighet till multistationsbearbetning och dels är det värdefullt att se hur pass allmängiltig den beräkningsstrategi och de kriterier som används vid beräkning med GPPS är.

Under våren 1991 fick LMV-KG låna TRIMVEC-PLUS Version C och lite testdata av Geotronics AB. Förutom att bekanta oss med programmet som sådant, ville vi prova att bearbeta Ashtech-data i TRIMVEC-PLUS.

## 2. Testdata

De testdata som vi fick från Geotronics bestod av en 1.5 timme lång session med fyra Trimble-mottagare. Mätningarna är utförda i juli 1990 och baslinjelängderna varierar mellan 1.5 och 6.5 km.

För att testa Ashtech-data användes fyra 2-3 timmar långa sessioner med sex mottagare. Mätningar är utförda i testnätet i Älvkarleby i augusti 1990. Baslinjelängderna varierar där mellan 500 m och 12 km.

## 3. Överföring av Ashtech-data till TRIMVEC-PLUS.

Via det standardiserade rådata-formatet RINEX (Receiver INdependent EXchange format) kan Ashtech-data konverteras så att de kan beräknas i TRIMVEC-PLUS. Programmet Ashtorin i GPPS (ver 91.04) användes för konverteringen mellan Ashtech och RINEX. Någon ytterligare konvertering krävdes inte då TRIMVEC-PLUS har en ingång för RINEX-data.

Konverteringen av rådata kräver banddata, vilka skall vara samma för alla punkter inom en session. För varje session erhöles således en rådatafil per station och en bandatafil. Vid baslinjeberäkning i TRIMVEC-PLUS krävs en bandatafil per station. Den konverterade bandatafilen kopierades därför till övriga stationer.

## 4. TRIMVEC-PLUS

### 4.1 Beskrivning av programmet

TRIMVEC-PLUS bygger på utjämning av dubbeldifferenser i två steg. Först görs en flytlösning där de periodobekanta löses ut som flyttal och sedan en fixlösning där dessa fixeras till heltal. De grundläggande teorierna härstammar från Clyde Goad, Ohio.

TRIMVEC-PLUS består huvudsakligen av två olika programsystem: TRIM640 och TRIMMBP.

TRIM640, som är ett baslinjeprogram, är den enklare och snabbare varianten, i första hand tänkt för kontrollberäkningar i fält. Bl a finns begränsningar för antalet epoker vid beräkningen, vilket gör att långa sessioner måste kapas eller "bantas ner" genom att öka intervallet mellan epokerna.

TRIMMBP (tidigare TRIMMBL) är ett multistationsprogram som utför en samtidig utjämnning av data från max nio satelliter och tio stationer under en session. Förutom multistationsutjämnning finns många andra beräkningsmöjligheter som saknas i TRIM640, t ex beräkning av tvåfrekvensdata, kinematisk- och pseudokinematisk beräkning samt användning av Precise Ephemeris.

Programsystemen är uppbyggda på likartat sätt. När programmen körs startar först en inläsning av data (rådatafiler och banddatafiler). Därefter kommer man till en huvudmeny med 15-20 olika beräkningsalternativ. Det första alternativet, automatisk bearbetning, är troligen det i särklass mest använda. Under ett av alternativen kan man få upp en annan meny (secondary menu) där det finns ca 20 olika alternativ att ändra förutsättningarna för beräkningen (beräkningsparametrar, initialkoordinater, baslinjdefinitioner mm).

Programmet kan till en början upplevas som något ostrukturerat. Man inser dock att Trimble inte velat införa för stora förändringar i programstrukturen då programmet byggts ut. Detta skulle kunna försvåra användningen av programmet för redan etablerade Trimble-användare, som byggt upp egna programsystem kring TRIMVEC.

Normalt behöver man inte bekymra sig över uppbyggnaden av TRIM640 och TRIMMBP, eftersom kontakten med användaren normalt sker med ett övergripande program, 4000. Detta program kan bli att starta en batch-bearbetning som direkt anropar den automatiska bearbetningen. Vid batch-bearbetning utnyttjas sk template-filer, vilka innehåller alla kommandon som skulle ha getts interaktivt vid manuell körning. Det finns template-filer som ingår i programsystemet, men man kan också definiera egna. Möjligheten finns alltså att bygga upp ett bibliotek av template-filer som är anpassade till den egna produktionsmiljön.

Standardvärden för batch-bearbetningen finns i en fil som heter batch.dft. Där kan man bli att definiera om TRIMMBP skall användas som multistationsprogram eller baslinjeprogram.

#### **4.2 Min användning av TRIMVEC-PLUS**

För bearbetningen av Trimble-data utnyttjades den automatiska beräkningen i 4000. Baslinjeberäkningar gjordes dels i TRIM640 (ver 90.060) och i TRIMMBP (ver 90.013MBP), dvs ver C av TRIMVEC-PLUS. Alla kombinationer av baslinjer beräknades.

För Ashtech-data kunde samma enkla beräkningsgång inte utnyttjas. Vid konverteringen av Ashtech-filer till RINEX erhöles rådatafiler och banddatafiler, dock inga "message"-filer. Detta gjorde att den automatiska bearbetningen inte direkt kunde användas, utan egna template-filer måste skapas. Programmet TBATCH användes för detta ändamål.

Eftersom det endast är TRIMMBP som har en ingång för RINEX-data användes detta program både som baslinjeprogram och multistationsprogram. Vid användning som multistationsprogram utjämnades varje session för sig. Filen batch.dft modifierades så att fix-lösningar tvingades fram.

## **5. Resultat**

### **5.1 Jämförelse mellan TRIM640 och TRIMMBP**

Skillnaden i baslinjekomponenter mellan TRIM640 och TRIMMBP uppgick till högst 8 mm i plan och 10 mm i höjd. Baslinjerna under 3 km stämde på 1 mm när. RMS (grundmedelfelet) och testkvoterna blir ungefär lika i de båda programmen, men medelfelen i de utjämnade baslinjekomponenterna skiljer sig ganska mycket. Orsaken till detta är att man i TRIM640 gör en uppskalning av dessa medelfel för att få mer realistiska värden.

Manualen förtäljer inte hur denna uppskalning görs. Sammanställningen i tabell 1 över medelfelen i de sex beräknade baslinjerna kan ge en uppfattning om storleksordningen på denna uppskalning.

Längd (m)	Medelfel 640 (mm)			Medelfel MBP (mm)		
	x	y	z	x	y	z
1595	4	6	4	1.0	0.7	1.0
1640	4	3	5	0.7	0.5	0.7
2185	8	6	8	0.9	0.7	1.0
4990	15	13	16	1.0	0.9	1.0
5328	14	10	14	1.0	0.9	1.0
6578	19	16	20	1.6	1.1	1.6

Tabell 1. Jämförelse mellan TRIM640 och TRIMMBP beträffande medelfel i baslinjekomponenter (Trimble-data).

Medelfelen från TRIM640 verkar, till skillnad från medelfelen från TRIMMBP, vara starkt längdberoende. Det är alltså inte bara fråga om en enkel skalfaktor mellan medelfelen från de båda programmen. Vid blandning av baslinjer från TRIM640 och TRIMMBP i samma nätutjämnning, måste antingen viktsförhållandena mellan dessa program utredas ordentligt eller så måste en standardviktsättning användas (oberoende av medelfelen i GPS-lösningen).

## 5.2 Jämförelse mellan TRIMMBP och GPPS

I rapporten "GPS-beräkning för stommätning" (Jivall 1991) föreslås kriterier för utvärdering av baslinjeberäkningar från GPPS - se tabell 2. Dessa kriterier har använts vid bedömningen av baslinjerna från GPPS och som grova riktlinjer även för resultatet från TRIMMBP. Tanken är att, med de här utförda beräkningarna i både GPPS och TRIMMBP som underlag, utforma nya kriterier för TRIMMBP.

PARAMETER	Kriterier (normalvärde)	
baslinjelängd:	0 - 10 km	10 - 30 km
1.Periodobekanta	< 0.20 cykler (< 0.10 cykler)	< 0.25 cykler (< 0.15) cykler)
2.Testkvot	> 3 (4 - 100)	> 2 (3 - 50)
3.RMS-fix	<0.08 cykler=15 mm (0.02-0.06 cykler) (= 4-11 mm)	<0.10 cykler=19 mm (0.04-0.08 cykler) (= 8-15 mm)
4.diff mellan fix- och flytlösning	< 5 cm (0-4 cm)	< 7 cm (0-6 cm)

Tabell 2. Kriterier vid utjämnning av GPS-observationer i GPPS.  
(Jivall 1991)

Resultatet i baslinjekomponenter från baslinjeberäkning i TRIMMBP och GPPS skiljer sig upp till c:a 3 cm i både plan och höjd. De största motsägelserna är på de långa linjerna (c:a 1 mil), där dessa legat nära gränsen för godkända lösningar (enl tabell 2). Några systematiska skillnader mellan resultaten från de båda programmen kan inte konstateras.

En del av sessionerna var av sämre kvalitet, vilket gjorde att inte alla baslinjer fick godkända lösningar. Båda programmen fick ungefär lika många godkända lösningar även om det inte alltid var samma baslinjer som godkäfts. Över lag var dock överensstämmelsen god.

I tabell 3 redovisas en jämförelse av teststorheterna mellan GPPS och TRIMMBP. Endast de godkända baslinjerna redovisas i tabellen. Testkvoterna och differenserna mellan fix- och flytlösning verkar i genomsnitt vara ganska lika. I en del sessioner får TRIMMBP generellt högre testkvoter, medan det i andra är tvärtom. Möjligtvis kan man säga att TRIMMBPs testkvoter inte varierar så mycket som de från GPPS.

Vad gäller periodobekantas avvikelse från heltal kan bra lösningar erhållas med något sämre värden än de kriterier som är satta för GPPS. Mellan RMS från de båda programmen finns en systematisk skillnad. GPPS har c:a 50% högre RMS än TRIMMBP. Utifrån dessa jämförelser föreslås kriterier för TRIMMBP enligt tabell 4. Eftersom jämförelsen av TRIM640 och TRIMMBP inte visade på några större skillnader av teststorheterna kan dessa kriterier gälla även för TRIM640.



Längd (km)	Periodobekanta		testkvot		RMS (cycl)		fix-flt (m)	
	TRIMMBP	GPPS	TRIMMBP	GPPS	TRIMMBP	GPPS	TRIMMBP	GPPS
1.8	0.10	0.05	2.8	57.2	0.015	0.030	0.01	0.01
1.9	0.11	0.05	3.7	226.8	0.018	0.023	0.02	0.04
1.5	0.18	0.22	8.0	4.4	0.017	0.034	0.04	0.05
0.9	0.18	0.17	8.2	12.6	0.019	0.027	0.02	0.02
0.5	0.19	0.16	8.8	12.5	0.014	0.028	0.03	0.02
1.4	0.11	0.10	9.9	14.0	0.017	0.025	0.01	0.01
2.5	0.12	0.06	19.2	16.0	0.019	0.036	0.01	0.01
1.3	0.04	0.03	91.1	74.2	0.015	0.021	0.00	0.00
2.2	0.07	0.06	44.4	15.5	0.020	0.030	0.00	0.01
1.1	0.08	0.05	51.3	31.4	0.017	0.035	0.01	0.00
1.3	0.03	0.03	101.8	64.9	0.017	0.024	0.00	0.00
1.8	0.11	0.07	35.7	28.2	0.019	0.031	0.01	0.00
1.4	0.03	0.01	61.9	94.2	0.017	0.026	0.00	0.00
1.5	0.02	0.02	64.9	38.0	0.017	0.036	0.00	0.00
1.2	0.03	0.01	72.4	47.6	0.018	0.032	0.01	0.01
0.9	0.06	0.05	77.0	45.2	0.015	0.021	0.00	0.00
0.5	0.08	0.07	99.2	22.4	0.015	0.031	0.01	0.01
1.2	0.05	0.04	99.7	100.4	0.015	0.023	0.01	0.01
1.1	0.01	0.01	82.0	34.6	0.015	0.031	0.00	0.01
1.5	0.04	0.03	108.9	64.8	0.017	0.027	0.01	0.01
0.6	0.31	0.03	112.6	31.7	0.015	0.039	0.01	0.01
3.4	0.20	0.05	4.6	19.6	0.029	0.043	0.01	0.01
2.8	0.07	0.05	20.6	48.2	0.020	0.039	0.01	0.03
0.8	0.03	0.07	14.2	39.1	0.021	0.032	0.01	0.01
1.7	0.03	0.05	29.1	50.0	0.023	0.037	0.00	0.01
2.1	0.08	0.05	29.9	89.6	0.021	0.033	0.01	0.01
1.3	0.20	0.05	17.3	63.3	0.021	0.022	0.01	0.01
1.3	0.20	0.14	45.9	9.6	0.015	0.023	0.03	0.02
1.2	0.09	0.04	38.4	59.7	0.022	0.037	0.01	0.01
1.6	0.11	0.15	25.0	6.8	0.018	0.030	0.02	0.03
2.9	0.05	0.08	30.0	14.4	0.024	0.041	0.01	0.02
2.4	0.05	0.05	24.9	108.1	0.018	0.027	0.00	0.01
2.4	0.24	0.11	6.4	13.2	0.022	0.035	0.01	0.01
1.8	0.02	0.00	38.9	148.2	0.019	0.031	0.00	0.00
0.6	0.05	0.05	42.2	50.3	0.016	0.028	0.00	0.01
10.2	0.17	0.17	4.9	3.6	0.060	0.080	0.03	0.02
9.4	0.31	0.28	5.5	2.0	0.064	0.098	0.01	0.04
12.2	0.12	0.07	5.6	5.1	0.063	0.084	0.02	0.01
9.3	0.07	0.06	7.7	5.4	0.061	0.083	0.02	0.02
8.9	0.09	0.12	7.8	3.5	0.053	0.075	0.01	0.01
7.8	0.10	0.10	9.8	4.1	0.048	0.065	0.02	0.01
5.6	0.11	0.09	10.4	6.2	0.046	0.066	0.01	0.01
8.0	0.16	0.15	10.6	3.0	0.050	0.068	0.02	0.03
8.2	0.10	0.04	10.7	7.7	0.041	0.061	0.01	0.01
5.7	0.06	0.08	10.8	14.4	0.038	0.048	0.00	0.01
6.5	0.09	0.04	11.0	10.8	0.035	0.051	0.01	0.01
3.6	0.15	0.05	22.6	7.2	0.033	0.057	0.01	0.01
3.9	0.08	0.06	25.6	13.4	0.030	0.042	0.01	0.01
1.9	0.04	0.02	35.0	68.9	0.021	0.030	0.00	0.00
3.7	0.10	0.05	37.1	7.3	0.033	0.054	0.01	0.01
Medeltal	0.10	0.07	34.9	38.4	0.026	0.040	0.01	0.01
Std.av.	0.07	0.06	32.2	42.8	0.014	0.019	0.01	0.01

Tabell 3. Jämförelse av teststorheterna i TRIMMBP och GPPS.

I TRIMVEC-PLUS-manualen ges rekommendationer för gränsvärden för RMS och testkvoten, vilka stämmer ganska bra överens med de här föreslagna värdena. På baslinjer upp till 10 km är de lika och för längre baslinjer är Trimbles gräns för testkvoten något strängare och för RMS något mildare.

PARAMETER	Kriterier	
baslinjelängd:	0 - 10 km	10 - 30 km
1.Periodobekanta	< 0.25 cykler	< 0.30 cykler
2.Testkvot	> 3	> 2
3.RMS-fix	<0.06 cykler=11 mm	<0.07 cykler=13 mm
4.diff mellan fix- och flytlösning	< 5 cm	< 7 cm

Tabell 4. Förslag till kriterier vid utjämning av GPS-observationer i TRIMMBP.

### 5.3 Korrelationer inom och mellan baslinjer

Vid GPS-mätning med fler än två mottagare förekommer det dels korrelationer inom baslinjerna (finns även med bara två mottagare) och dels korrelationer mellan baslinjerna. De senare kan endast fås fram med ett multistationsprogram. Eftersom TRIMVEC-PLUS har möjlighet till multistationsberäkning, till skillnad från GPPS, gjordes en praktisk studie av korrelationernas påverkan på resultat och statistik.

Korrelationerna påverkar naturligtvis fördelningen av förbättringarna och därmed resultatet. Nätutjämningsprogrammet GeoLab utnyttjades för att utjämna både baslinjelösningarna och de sessionsvisa multistationslösningarna. Vid utjämningen av baslinjelösningar gjordes dels en variant där korrelationerna inom baslinjerna var med och dels en variant utan dessa. Vid utjämningen av multistationslösningar gjordes även en variant med fullständiga korrelationer, dvs både korrelationer inom och mellan baslinjerna.

Resultatet i form av utjämnade koordinater jämfördes med multistationslösningen med fullständiga korrelationer. De största differenserna erhöles vid jämförelse med multistationslösningen helt utan korrelationer och uppgick då till 13 mm. Vid utjämning av baslinjelösningar erhöles max 7 mm differens. Differenserna uppgår nästan till samma belopp som förbättringarna i nätutjämnningen.

Vidare studerades relationerna mellan grundmedelfelen respektive beräknade punktmedelfel i de olika varianterna. För detta ändamål gjordes dessutom ytterligare nätutjämnningar, där endast en del sessioner var med. Se tabell 5 - 7. Tabellerna kräver nog en liten förklaring.

Termen "Grundmedelfel" avser kvoten mellan grundmedelfelen från två olika lösningar. "Punktmedelfel" avser medeltalet av kvoterna mellan punktmedelfelen från två olika lösningar. Versalerna i beteckningarna för "lösning" syftar på vilka sessioner som ingår. De gemena bokstäverna "m" och "s" betyder multistationslösning respektive baslinjelösning (single baseline solution). "s" betyder baslinjelösning med endast icke-triviala baslinjer.

Värdena på t ex första raden i tabell 5 syftar alltså på kvoten mellan multistationslösningen med baslinjekorrelationer och multistationslösningen med fullständiga korrelationer innehållande session A, B och C.

Lösning	Punktmedelfel		Grundmedelfel
	Plan	Höjd	
ABCm/ABCm	1.28	1.25	1.01
ABCDm/ABCDm	0.97	0.98	0.79
BCDm/BCDm	1.00	0.96	0.76
ABCs/ABCm	0.77	0.81	0.74
ABCDs/ABCDm	0.74	0.73	0.75
BCDs/BCDm	1.03	0.99	0.86
medeltal	0.96	0.95	0.81
standardavv.	0.20	0.18	0.10

Tabell 5. Baslinjekorrelationer/fullständiga korrelationer.

Lösning	Punktmedelfel		Grundmedelfel
	Plan	Höjd	
ABCm/ABCm	1.11	0.75	0.86
ABCDm/ABCDm	1.35	0.93	1.06
BCDm/BCDm	1.24	0.96	1.08
ABCs/ABCs	1.22	0.80	0.92
ABCs'/ABCs'	1.26	0.82	0.94
ABCDs/ABCDs	1.49	1.01	1.12
ABCDs'/ABCDs'	1.42	0.95	1.08
BCDs/BCDs	1.16	0.94	1.04
BCDs'/BCDs'	1.22	0.96	1.09
medeltal	1.27	0.90	1.02
standardavv.	0.12	0.08	0.09

Tabell 6. Inga korrelationer/baslinjekorrelationer.

Lösning	sqrt( $n_a/n_{i,t}$ )	Punktmedelfel		Grundmedelfel
		Plan	Höjd	
ABCs'/ABCs	0.59	0.55	0.55	1.06
ABCDs'/ABCDs	0.59	0.54	0.58	1.08
BCDs'/BCDs	0.56	0.35	0.40	0.94

Tabell 7. Alla baslinjer/icke-triviala baslinjer

Enligt dessa testberäkningar kan man konstatera följande förändringar av grund- och punktmedelfelen, då olika hänsyn tas till korrelationerna mellan och inom baslinjerna.

- Vid försummande av korrelationerna mellan baslinjerna sjunker grundmedelfelet till c:a 80%. Punktmedelfelen ändras inte generellt, en del blir dock större och andra mindre.
- Vid försummande av korrelationerna inom baslinjerna ändras inte grundmedelfelet, men punktmedelfelen blir c:a 30% större i plan och c:a 10% mindre i höjd. Stora variationer mellan punkterna förekommer dock. Liknande förändringar har erhållits vid andra försök med baslinjer beräknade i GPPS.
- Vid nätutjämnig av alla baslinjer istället för utjämnig av endast de icke-triviala baslinjerna ändras inte grundmedelfelet nämnvärt. Medelfelen i de obekanta minskar dock ungefär med faktorn  $\sqrt{\text{antalet icke-triviala linjer/totala antalet linjer}}$ .

Observera dock att det är den uppskattade noggrannheten som ändras. Huruvida den faktiska noggrannheten också ändras i motsvarande grad har inte kunnat analyseras i denna studie.

## 6. Trimble-data i GPPS

Försök gjordes även att räkna Trimble-data i GPPS. Det visade sig dock inte vara lika enkelt som det omvända. De testdata från TRIMBLE som vi fått konverterades först till RINEX med TRIMVEC-PLUS. Dessa data skulle sedan konverteras till Ashtechs eget format med programmet Rintoash i GPPS. Den första versionen av GPPS (ver 90.07), som vi testade, accepterade inte Trimbles RINEX format. Under tiden som testberäkningarna med TRIMVEC-PLUS pågick hann det komma en ny version av GPPS (91.04). I denna version fungerade konverteringen, men vid baslinjeberäkningen uppstod nya problem. GPPS förutsätter ett jämnt tidsintervall mellan observationerna, t ex 15 sekunder. De Trimble-data som vi hade tillgång till hade dock ett ojämnt tidsintervall. Det var ungefär 15 sekunder, men omväxlande 15.104 och 14.848 sekunder. Detta problem torde dock vara löst nu, då Trimble våren -91 kom med en ny programvara till mottagarna, vilken har ett fixt tidsintervall mellan observationerna.

Kontentan av dessa små övningar med överföring till och från RINEX, är att man i det här tidiga skedet inte skall vara säker på att två fabrikat är kompatibla bara för att båda har in- och ut-gångar i RINEX.

## 7. Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan man konstatera att resultaten från programmen TRIM640, TRIMMBP och GPPS stämmer ganska väl överens. De redovisade kvalitetsmått skiljer sig dock en del mellan programmen. Speciellt bör man vara uppmärksam på att medelfelen för baslinjekomponenterna i TRIM640 är uppskalade. Detta får bli en betydelse om man vill använda dessa för viktsättning i en nätutjämnig där även lösningar från TRIMMBP är med.

Med testberäkningarna av Ashtech-data i TRIMMBP som underlag, har de kriterier för utjämnig av GPS-observationer som föreslås i "GPS-beräkning för stornät" för beräkning i GPPS översatts till TRIMVEC-PLUS. De översatta kriterierna stämmer ganska väl med de kriterier som rekommenderas i manualen till TRIMVEC-PLUS.

Försök med nätutjämnig där olika grad av hänsyn tas till korrelationerna mellan baslinjekomponenterna, visar att man kan förvänta sig skillnader i de utjämnade koordinaterna av nästan samma storlek som förbättringarna i utjämnigen, samt att grundmedelfelet blir något lägre (c:a 20 % lägre) då korrelationerna mellan baslinjerna ignoreras. Försummande av korrelationerna inom baslinjerna förändrar även medelfelen i de obekanta.

Konverteringen av Ashtech-data till RINEX för bearbetning i TRIMVEC-PLUS fungerade bra. Det omvända förfarandet lyckades vi dock inte med, med de data och programversioner som vi hade tillgängliga.

## **8. Slutord**

Försöksberäkningarna med TRIMVEC-PLUS har gett värdefulla insikter i detta programsystem och dess skillnader mot GPPS. Inte minst för arbetet med GPS-guiden har dessa kommit väl till pass.

Vi vill här passa på att tacka Geotronics AB för lån av program och manualer (utan tidspress). Vi fick även låna Trimbles eget nätutjämningsprogram (TRIMNET). Tyvärr har vi inte haft tid att prova detta. Istället användes Geolab, som vi känner till sedan tidigare.

## **9. Referenser**

Ashtech Inc 1990: Ashtech XII GPPS GPS Post Processing System.

Jivall L 1991: GPS-beräkning för stornät. LMV-rapport 1991:18.

Trimble Navigation: TRIMVEC-PLUS - GPS Survey Software, Users Manual and Technical Reference Guide.