



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

Tekniska skrifter - Professional Papers

LMV-RAPPORT 1990:9

ISSN 0280-5731

FÖRSÖK MED GPS-TEKNIK VID FLYGFOTOGRAFERING

av Lars Ottoson och Bo Jonsson

Gävle 1990



Förteckning över senast utgivna LMV-rapporter

Rapport	Titel	Upphovsman e dyl
1989		
1989:3	Intrång i areella näringar	Leif Norell
1989:4	Geodesins historia i Sverige - en liten översikt	Martin Ekman
1989:5	Studie av möjligheten att använda satellitdata vid topografisk kartering och mätning av terrängmodeller	Jüri Talts
1989:6	Utvärdering av ekonomiska konsekvenser vid planering och genomförande av detaljplaner - kalkyler	Hans Larsson
1989:7	Kartplan 1989/90	
1989:8	Marknadsvärdering av skog med Beståndsmetoden. Marknadssimulering - en arbetsmodell	Thomas Lindeborg
1989:9	T5 Projektet - slutrapport	Anders Timner
1989:10	Fastighetsplan enligt Plan- o bygglagen	Helge Torsein m fl
1990		
1990:1	Geodesi 90	Bertil Jansson
1990:2	Utveckling och produktion av referens- karta till nationalatlasen i skala 1:700 000	Christian Elvhage
1990:3	Utredning om och förslag till stornät och koordinatsystem i Stor-Stockholm	Gunnar Sundstrand Maud Edgren
1990:4	Lantmäteriets treårsrapport. Budgetåret 1991/92 - 1993/94	Sven-Arne Matsson
1990:5	Landskapsekologisk terrängkartläggning - ett underlag för kommunal markanvänd- ningsplanering	Torsten Allvar
1990:6	GSD-FI: Informationssystem för läges- bestämda data om Fastighetsindelning, Planer och bestämmelser	Olof Olsson Registerenheten
1990:7	Fastighetsmarknaden idag	Per Johan Åge
⁸ 1990:8	THE SWEDISH EXPERIENCE WITH THE ISS ULISS 30 RESULTS FROM TESTS AND PILOT PROJECTS L'EXPERIENCE SUEDOISE AVEC L'ISS ULISS 30 RESULTATS DES TESTS ET PROJETS PILOTES DIE SCHWEDISCHEN ERFAHRUNGEN MIT ISS ULISS 30 RESULTAT DER TEST UND PILOT PROJEKT- MESSUNGEN	Jean-Marie Becker



Lantmäteriet
Lantmäteriverket

RAPPORT

Datum

1990-05-29.....

LMV-Rapport nr

1990:9.....
Dnr

Titel

FÖRSÖK MED GPS-TEKNIK VID FLYGFOTOGRAFERING

Huvudinnehåll

LDOK

Beställs hos



Lantmäteriverket
Blankettförrådet
801 82 GÄVLE



Allmänna Förlaget



Kartavdelningen
Lars Ottoson
Bo Jonsson

1990-05-29

FÖRSÖK MED GPS-TEKNIK VID FLYGFOTOGRAFERING

Inledning

År 1973 påbörjade USAs försvarsdepartement utvecklingen av satellitsystemet NAVSTAR-GPS (NAVigation Satellite Time and Ranging - Global Positioning System). Systemet beräknas vara fullt utbyggt år 1993. Genom simultana observationer mot fyra GPS-satelliter kan den tredimensionella positionen (dvs läget både i sidled och höjdlid) bestämmas för en mottagare.

Meningen är att det ska vara möjligt att i varje ögonblick dygnet runt sekundsnabbt bestämma sin position varhelst på jorden man befinner sig. Noggrannheten i positionsbestämningen är beroende av vilken mätmetodik som används.

Systemet utvecklades ursprungligen för att tillgodose rent militära behov, men redan i ett tidigt skede insåg man systemets användbarhet för civilt bruk. Antalet civila tillämpningar är redan stort och växer hela tiden, trots att systemet ännu bara är i uppbyggnadsstadiet och har reducerad tillgänglighet på grund av dålig geografisk täckning.

På vissa håll utomlands har försök gjorts att använda GPS i samband med flygfotografering. För LMVs del är det klart att användning av GPS vid flygfotografering på olika sätt skulle kunna bidra till att underlätta såväl själva flygfotograferingen som vissa efterföljande fotogrammetriska bearbetningar.

Mot denna bakgrund igångsatte LMV under försommaren 1989 ett pilotprojekt inom området navigering/positionering med hjälp av GPS-teknik i samband med flygfotografering. Målsättningen med försöket var i första hand att få praktiska erfarenheter av navigering/kamerautlösning med GPS-teknik. Möjligheterna till noggrann positionering av flygkameran skulle också studeras i den omfattning som tillgänglig GPS-utrustning för pilotprojektet medgav. Denna rapport redovisar erfarenheterna för detta inledande pilotprojekt.

Försöksuppläggning

Målsättningen med pilotprojektet var i första hand att utföra exponering i förutbestämda lägen, dvs GPS-utrustningen i flygfotograferingsplanet skulle utlösa flygkamerans slutare i förutbestämda lägen. Vidare skulle navigatören få information om planets läge i förhållande till det planerade flygstråket. I

1990-05-29

andra hand planerades att bestämma läget för respektive exponering i efterhand med den noggrannhet som tillgänglig GPS-utrustning medger.

Bilder behöver kunna exponeras i förutbestämda lägen bl a för att skapa goda förutsättningar för och underlätta fotogrammetrisk stereobearbetning och framställning av ortofotokartor. Den noggrannhet som behövs är förhållandevis begränsad och hänger samman med flyghöjden. Allmänt kan sägas att en noggrannhet på 50 m är tillräcklig i de flesta sammanhang. För höga flyghöjder kan sämre noggrannhet än så accepteras. Om exponeringsortens x-, y- och z-koordinater kan bestämmas med hög kvalitet innebär det att mindre krav kan ställas på geodetiskt stöd för den fotogrammetriska bearbetning, till vilken bildmaterialet ofta skall användas. För denna tillämpning är noggrannhetskraven höga. Vid exempelvis fotografering på den sk normalhöjden 4 600 m behöver läget för kameran vid exponeringen bestämmas med en noggrannhet, som är i storleksordningen några decimeter.

GPS-utrustning och metoder för GPS-mätning

GPS-utrustning för flygfotografering bör uppfylla följande tekniska specifikationer:

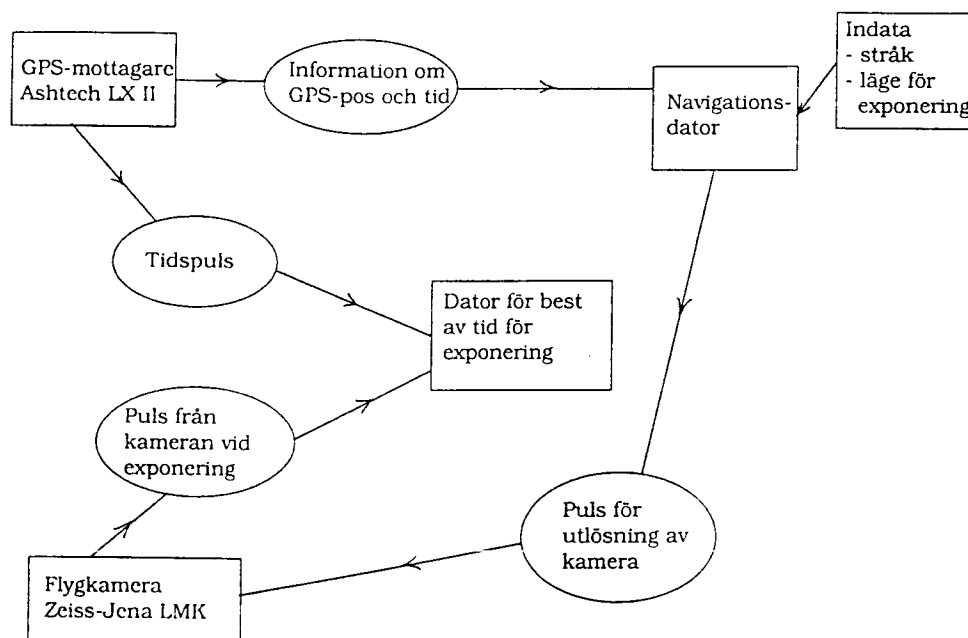
- uppdatering av position minst varje sekund
- datautgång för hastighet och tidsmärkt position
- sekundpulser i GPS-tid
- möjlighet att registrera tidpunkten då puls erhålls från flygkameran vid exponeringen
- tidsmärkta positioner (3-dimensionella), rå bärvågsfasmätningar, integrerade dopplermätningar och pseudoavstånd skall registreras internt i mottagaren eller på ansluten PC
- möjlighet till samtidig mätning mot minst sex satelliter.

Den mottagare som uppfyllde dessa krav vid LMVs upphandling i maj 1989 var Ashtech LXII.

Principskiss för den utrustning som användes vid flygfotograferingen i september 1989 framgår av figur 1. På grund av leveransförsening av tillsatsen till GPS-mottagaren för registrering av tidpunkten för exponeringen användes två PC i försöksarbetet; en för navigering och utlösning av kameran (navigations-PC) och en för bestämning av tid för exponering. Före flygningen matas koordinaterna för önska-de exponeringsorter in i navigations-PCn och PC-klockan synkroniseras med sekundpulserna från GPS-mottagaren. Under flygningen skickar GPS-mottagaren tidsmärkta 3-dimensionella positioner till navigations-PCn varje sekund. PCn utlöser kameran när planet nått aktuell exponeringsort. I verkligheten

1990-06-05

kan man naturligtvis inte räkna med att kameran kan utlösas exakt i de förutbestämda lägena. Det blir alltså i praktiken fråga om att söka åstadkomma utlösning av kameran så nära de förutbestämda lägena som möjligt.



Figur 1: Principskiss för GPS-utrustning i fotograferingsplanet vid 1989 års försök

Navigations-PCn ger också information till piloten/-navigatören om var planet befinner sig i förhållande till det planerade läget av flygstråket och när utlösningen av kameran kommer att ske. I framtiden kan det bli aktuellt att mata in denna information direkt till autopiloten. För bestämning av tiden för exponeringen användes ett PC-kort som ställts till vårt förfogande av Institutet för Kontinentalsokkelundersökningar och Petroleumsteknologi A/S, Trondheim. I fortsättningen kommer denna tidsbestämning att ske med hjälp av en tillsats till GPS-mottagaren, varför inget arbete lades ned på att installera PC-kortet för tidsbestämning i navigations-PCn.

För navigering användes metoden bärvågsunderstödd kodmätning och för noggrann positionering av flygkameran s k relativ kinematisk bärvågsfasmätning, dvs under flygningen registrerades GPS-data även på en lokal referensstation. Följande observationsdata

1990-05-29

registrerades i GPS-mottagarens interna minne: tidsmärkta pseudoavstånd, integrerade dopplermätningar och bärvågsfasmätningar.

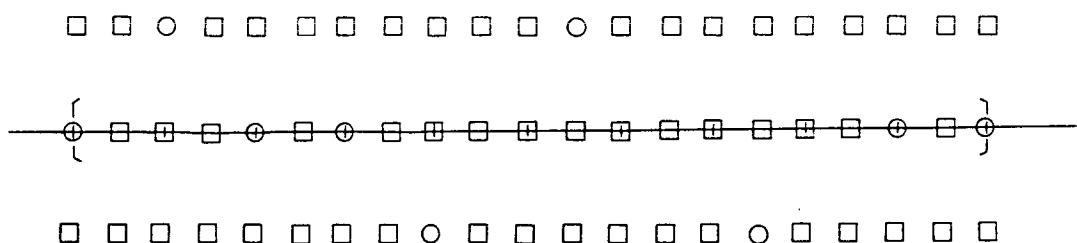
Den metod som användes för noggrann positionsbestämning av flygkameran kräver i sin nuvarande utformning att flygplanet (GPS-antennen) ställs upp över en punkt med känd position före flygningen och att GPS-data registreras samtidigt i flygplanet och på den lokala referensstationen under ca 5 minuter. Sedan måste låsningen bibehållas till minst fyra satelliter som är gemensamma för flygplanet och referensstationen under flygningen tills man har landat och kommit tillbaka till den kända utgångspunkten. Det är önskvärt att minst 5 satelliter är tillgängliga under flygningen för att säkerställa låsning till minst fyra gemensamma satelliter vid periodbortfall.

GPS-antennen var monterad på planet på ett sådant sätt att den var lodrätt över kamerans yttre projektionscentrum inom några centimeter under foto-graferingen. Kameran var faslåst till flygplansskrovet.

Flygfotograferingsförsöket

Försöksverksamheten inriktades på flygfotografering från flyghöjden 500 m över flygfältet vid Rörberg utanför Gävle.

Stråkplaneringen gjordes så att flygningen skulle ske längs landningsbanan, som går i rakt nord-sydlig riktning. Eftersom flyghöjden planerats till 500 m skulle avståndet mellan exponeringarna vara 300 m, motsvarande 60% övertäckning i stråklet. Stödpunkterna utplacerades för att passa till de planerade exponeringarna. Stödpunkterna utplacerades enligt figur 2 och signalerades och inmättes med hög noggrannhet i rikets system.



Figur 2. Stråk- och signalplan för försöksflygning med GPS. Cirkelar anger signaler inmätta i plan och höjd. Kvadraterna anger punkter inmätta enbart i höjd. De små tvärstrecken på stråket anger de punkter där kameran skulle utlösas. Flyghöjden var 500 m och avståndet mellan exponeringarna 300 m, vilket motsvarar 60 % övertäckning i stråklet.

1990-05-29

Fotograferingen utfördes med ett relativt enkelt flygplan av typ Cessna med flyghastigheten ca 180 km/tim (50 m/s). Detta innebar vissa problem vid fotograferingen på grund av kraftig sidvind.

De förberedande arbetena inför försöksfotograferingen drog ut relativt långt på tiden, varför det inte blev möjligt att utföra försöksfotograferingen förrän i slutet av september. Detta i sin tur ledde till att fotograferingen måste utföras vid 8-tiden på förmiddagen på grund av tillgängligheten till GPS vid denna tidpunkt på året, se tabell 1. Skugglängderna i försöksbilderna är därför mycket långa. Detta har dock inte nämnvärt försvårat den fotogrammetriska utvärderingen eftersom praktiskt taget samtliga signaler låg på öppen mark.

Tabell 1

Satellitillgänglighet för Rörbergs flygplats den 22 september 1989. El = höjd över horisonten (grader). AZ = riktning till satelliten (0 grader = norr). Tiden anges i s k Universal Time, som vid detta datum är 2 timmar före svensk tid.

Tid(UT)	Satellit nummer															
	2		3		6		9		11		12		13		16	
	El	AZ			El	AZ			El	AZ	El	AZ	El	AZ		
05:44:00	31	181	:		19	126	37	43	65	133	64	120	:			
05:46:00	32	181	:		18	127	36	43	64	134	65	118	:		Stråk 02	
05:48:00	33	181	:		17	127	35	42	63	134	65	116	:			
05:50:00	34	181	:		16	128	34	42	62	135	66	113	:			
05:52:00	35	182	:		15	128	33	41	61	135	66	111	:			
05:54:00	36	182	:		14	128	32	41	60	135	66	109	:		Stråk 03	
05:56:00	37	182	:		13	129	32	41	59	136	66	106	:			
05:58:00	38	182	:		13	129	31	40	58	136	66	103	:			
06:00:00	39	182	:		12	130	30	40	56	137	67	101	:		Stråk 04	
06:02:00	40	182	:		11	130	29	40	55	137	67	98	:			
06:04:00	41	182	:		10	131	28	39	55	138	66	96	:			

Under flygningen användes som lokal referensstation en av stationerna i testnätet för totalstationer i Rörberg. Testnätet är anslutet till riksnätet i plan med hjälp av GPS-mätning och till riksnätet i höjd genom avvägning. Som startpunkt för planet användes en GPS-inmätt punkt bredvid flygplanshangaren.

För att bibehålla signallåsningen till de satelliter som befann sig på endast 20 - 25 graders höjd över horisonten kunde man ej luta (banka) planet kraftigt vid vändning mellan stråken vilket medförde att

1990-05-29

svängarna blev mycket vida. Det är nödvändigt att observationsdata registreras under hela flygningen vilket kräver mycket internt minne i GPS-mottagaren eller möjlighet att registrera data på en ansluten PC. I försöket fanns tillgång till 1 Mb internt minne vilket ungefär räcker till 1 timmes observationstid av fem satelliter med 1 sekund mellan observationerna.

Under flygningen stördes mottagningen av GPS-signalerna då planets kommunikationsutrustning användes.

Totalt fotograferades tre stråk betecknade 02, 03 och 04 med vardera 11 bilder. Fotograferingen genomfördes så att stråken 02 och 04 flögs mot söder medan stråk 03 flögs norrut.

Av tabell 1 framgår att fem samtidiga satelliter var tillgängliga endast för stråk 02. Under fotograferingen av stråken 02, 03 och 04 behölls signallåsningen till minst fyra satelliter under hela flygningen både i flygplanet och på referensstationen. Men mellan stråk 02 och 03 observerades endast tre gemensamma satelliter vid ett tillfälle, vilket kombinerat med att det ej var möjligt att nå den kända punkten efter landning med bibehållen signallåsning resulterade i att noggranna kamerapositioner för stråken 03 och 04 ej kunde beräknas med GPS. Gynnsammare satellitpositioner och möjligheten att observera fem-sex satelliter samtidigt kommer i fortsättningen att öka chansen till kontinuerlig signallåsning till minst fyra gemensamma satelliter. En annan möjlighet att korrigera för signalbortfall är att kombinera GPS-mottagaren med en tröghetspositioneringsutrustning. En sådan teknisk lösning är under utveckling, men finns ej på marknaden idag.

Resultat

Fotogrammetrisk bearbetning

Den fotogrammetriska utvärderingen har syftat till att bestämma x, y och h-koordinater för flygkamerans yttre projektionscentrum vid de olika exponeringarna. De på detta sätt framräknade koordinaterna har jämförts med de i PC-systemet inmatade koordinaterna för önskade exponeringslägen. Koordinaterna har också använts för jämförelse med de via GPS bestämda koordinaterna för kameran vid de olika exponeringarna.

Bearbetningen har skett i två steg. Först gjordes en fotogrammetrisk förtätning genom modelltriangulering av respektive stråk. Därefter gjordes bild för bild en beräkning av lägena för kamerans projektcentrum genom s k enkelpunktsinskränning med samma teknik som

1990-05-29

används vid framställning av ortofoton. Från beräkningen kan noteras att medelfelen i x , y och h för projektionscentra med den använda tekniken ligger i storleksordningen 5 cm.

I tabell 2 redovisas för stråken 02, 03 och 04 avvikelserna mellan de faktiska lägena för exponeringarna och de förutbestämda. dx anger avvikelse längs flygstråket, dy vinkelrätt mot stråket i projektionsplanet och dh anger avvikelse i höjd.

På grund av tidsbrist för instruktioner före försökets genomförande och att det ej fanns någon separat skärm för navigationsinformation till pilot/navigatör användes informationen som visades på navigations-PCn mycket sparsamt i detta försök. Navigeringen utfördes huvudsakligen genom att navigatören med hjälp av ett sikte på vanligt sätt gav instruktioner till piloten om läget för planet i förhållande till det planerade flygstråket. Information om flyghöjden togs från planets höjdmätare. Tabell 2 visar att vid visuell navigering i detta försök var de maximala avvikelserna vinkelrätt mot stråkriktningen i projektionsplanet (dy) i storleksordningen +/- 70 meter och för höjd (dh) ca 20 meter.

Utlösning av kamerans slutare skedde med en puls från navigations-PCn när planet nådde det mot stråket vinkelrätta vertikalkplanet genom den förutbestämda punkten för exponeringen. Av tabell 2 framgår att exponeringen skett ca 20 - 40 meter för sent i de flugna stråken och att noggrannheten för att utföra en exponering i ett förutbestämt läge är ca 6 meter längs stråket i detta försök. S k begränsad tillgänglighet (Selective Availability = S. A.) är nu införd på produktionsatelliterna vilket kan komma att försämra noggrannheten vid exponering i förutbestämda lägen. Förseningen vid exponeringen kan i stort sett förklaras med att vi i detta försök ej tog hänsyn till den tid det tog för GPS-mottagaren att ur GPS-mätningarna beräkna en position, utan positionen för flygkameran tidsmärktes med den tidpunkt då den mottogs av navigations-PCn. En viss (mindre) del av förseningen orsakas av kameraslutaren. Omräknat till tid är fördröjningen i storleksordningen en halv sekund.

1990-05-29

Tabell 2

Tabellen redovisar avvikelser i meter för x, y respektive h mellan fotogrammetriskt bestämda och förutbestämda exponeringslägen. I tabellen anges det antal satelliter, som mätning skett mot (4 eller 5). Vidare anges en interpolationsfaktor (Int fakt), som i sekunder visar för hur lång tidsperiod som linjär interpolation gjorts. PDOP-kolumnen ger ett mått på satellitgeometrin.

Stråk 02 (söderut)

Exp nr	Ant sat	Int fakt	PDOP	dx	dy	dh
14	5	0.5	3.4	-33.2	-48.1	-17.4
15	5	0.1	3.4	-45.5	-59.3	-18.2
16	5	0.5	3.4	-30.9	-64.2	-18.0
17	5	0.5	3.4	-32.4	-63.9	-18.2
18	5	0.6	3.4	-29.9	-53.7	-18.5
19	5	0.1	3.4	-43.0	-33.7	-17.7
20	5	0.0	3.4	-27.8	-8.3	-17.1
21	5	0.2	3.4	-26.4	15.6	-18.1
22	5	0.5	3.4	-32.9	18.7	-23.7
23	5	0.7	3.4	-32.8	13.6	-23.1
24	5	0.5	3.4	-30.9	15.4	-19.3

Medeltal: -33.2
 Kvadratisk medelavvikelse: 5.87

Stråk 03 (norrut)

Exp nr	Ant sat	Int fakt	PDOP	dx	dy	dh
25	4	0.0	17.9	15.1	-72.0	-16.8
26	4	0.1	17.6	24.9	-67.5	-14.0
27	4	0.1	17.4	14.5	-56.2	-16.1
28	4	0.4	17.2	19.2	-39.7	-18.1
29	4	0.6	17.0	17.6	-25.9	-19.0
30	4	0.1	16.8	33.0	-7.7	-21.4
31	4	0.1	16.7	29.6	11.2	-23.6
32	4	0.1	16.5	19.5	27.8	-23.4
33	4	0.1	16.3	14.4	32.9	-21.7
34	4	0.4	16.2	19.8	31.5	-19.0
35	4	0.6	16.0	14.8	25.4	-14.9

Medeltal: 20.2
 Kvadratisk medelavvikelse: 6.36

1990-05-29

Stråk 04 (söderut)

Exp nr	Ant sat	Int fakt	PDOP	dx	dy	dh
36	4	0.0	9.2	-38.0	34.8	-6.4
37	4	0.0	9.1	-40.2	42.8	-4.6
38	4	0.0	9.1	-49.4	51.5	-5.4
39	4	0.3	9.0	-36.2	56.0	-4.2
40	4	0.6	9.0	-28.6	54.1	-3.0
41	4	0.5	8.9	-28.4	52.5	-2.0
42	4	0.6	8.9	-35.6	52.0	-1.9
43	4	0.5	8.9	-36.0	53.1	-2.2
44	4	0.3	8.8	-30.0	53.2	-2.2
45	4	0.3	8.8	-31.9	52.8	-1.3
46	4	0.1	8.7	-45.9	53.2	0.9

Medeltal: -36.4
 Kvadratisk
 medelavvikelse: 6.81

Beräkning av GPS-data

Tidsmärkta positioner och hastigheter för planet har registrerats varje sekund och kan användas i nästa etapp av försöket till att vidareutveckla programvaran i navigations-PCn.

Registrerade observationsdata har bearbetats med Ashtechs beräkningsprogram KINSVRY och PPDIFF. KINSVRY beräknar relativa positioner en gång per sekund ur de registrerade bärvågsfasmätningarna, medan PPDIFF utför motsvarande beräkningar ur registrerade pseudoavstånd och integrerade dopplermätningar.

De exakta tidpunkterna för den beräknade positionen har beräknats med hjälp av ett PC-program från NGS (National Geodetic Survey, Washington) som överför observationsdata i Ashtech-format till NGS standardformat ARGO. I framtiden kommer det att finnas ett program för översättning från Ashtech-format till det så kallade RINEX-formatet. Detta program, som NGS tar fram i samarbete med Ashtech, kommer att kunna användas för beräkning av dessa tidpunkter.

Ur de från KINSVRY och PPDIFF framräknade relativa positionerna har flygkamerans position interpolerats med hjälp av de tider för exponeringarna som erhållits från PC-kortet.

Flygkamerans positioner har sedan transformerats provisoriskt till rikets nät i plan och höjd med hjälp av LMVs standardtransformationsparametrar för transformation från WGS84 till RT90. Därefter har en lokal Helmerttransformation till R RT10 utförts med

1990-05-29

Mårtsbo-observatoriet och den fasta referensstationen som transformationspunkter och en lokal anslutning till höjdsystem RH70 på referensstationen.

På grund av avbrott i mottagningen av satellitsignalerna i GPS-mottagaren på flygplatsen blev det endast möjligt att beräkna noggranna GPS-koordinater för stråk 02. Tabell 3 redovisar skillnaderna för exponeringsorternas koordinater så de bestämts med fotogrammetri respektive GPS-teknik (bärvågsmätning). Vissa excentricitetsfel i bestämningen av kamerans projektionscentrum med GPS torde föreligga på grund av planets attitud ej bestämts.

Tabell 3

Avvikelser i mm i x, y och h mellan fotogrammetriskt respektive geodetiskt bestämda värden på kamerans projektionscentrum.

Stråk 02

Bild nr	x	y	h
01	- 70	452	-198
02	-192	422	-203
03	-232	48	-168
04	-249	-207	-189
05	15	126	- 98
06	58	239	-139
07	0	223	-182
08	-198	213	-196
09	-230	228	-156
10	-224	158	-185
11	- 59	144	-141
Medelvärde:	-125	186	-169
Kvadratisk medelavvikelse:	115	177	32

Slutsatser

Den genomförda pilotstudien visar att det är möjligt att utnyttja GPS vid flygfotografering och att LMV har det tekniska kunnandet att kunna sätta in den nya tekniken i sammanhanget.

När det gäller navigering är det helt klart att GPS skulle kunna vara ett utmärkt hjälpmedel för att komma in på och hålla planerade flygstråk. Den noggrannhet som GPS ger är väl tillräcklig för detta ändamål.

Försöket har också visat att det är fullt möjligt att låta ett GPS-baserat system utlösa kamerans

1990-05-29

slutare i förutbestämda lägen. Utlösning kan uppenbarligen ske med en noggrannhet som är tillräcklig för alla normalt använda flyghöjder.

Vad slutligen gäller bestämning av kamerans position vid exponeringen ger det hittills genomförda arbetet inte något bra svar. Här krävs ytterligare försöksverksamhet för att klarlägga förutsättningarna.

Den genomförda pilotstudien uppmuntrar i alla hänseelser till en fortsatt försöksverksamhet. De svagheter som konstaterats i det prototypsystem som användes 1989 kan då rättas till. Fortsatta försök bör bl a inriktas på fotografering i stabilare flygplan från högre höjd exempelvis 4 600 m. En upprepning av fotografering över provfältet vid Rörberg från höjden 500 m med stabilare flygplan är också av intresse.

Inför 1990 års försök bör följande punkter arbetas igenom:

1. Modifiering av kommunikationsrutin mellan navigationsdator och GPS-mottagare, samt loggning av observationsdata på navigations-PCn.
2. Inkoppling av en extra skärm till navigations-PC för visning av planets läge i förhållande till planerat flygstråk.
3. Förbättring av information om planets läge i förhållande till det planerade flygstråket i form av prediktioner av tendenser.
4. Synkronisering av tiden i navigations-PCn med sekundpulserna från GPS-mottagaren.
5. Registrering av vissa navigationsdata t ex tid för exponering.
6. En metod för att mäta upp antennens excentricitet i förhållande till flygkamerans yttre projek-tionscentrum bör utvecklas.
7. Möjlighet att använda utsända pseudoavståndskor-rektioner (dvs relativ navigering) bör förberedas.

