

# HANDBOK



Observera aktualitetsbeskrivningen i början av dokumentet.

Det som är aktuellt i denna skrift finns med i de nya handledningarna –

HMK-Bilddata 2015

HMK-Ortofoto 2015

HMK-Höjddata 2015 samt

HMK-Fotogrammetrisk detaljmätning juni 2015.

## Fotogrammetri

Grafisk utformning, Muriel Bjureberg, LMV

Bilder, Ingrid Månsson, LMV

Layout omslag, Mona Olsson och Muriel Bjureberg, LMV

Copyright©

Statens lantmäteriverk, Gävle 1994

Medgivande behövs för varje form av mångfaldigande.

Tryckning: Trycksam AB, Gävle 1994 (för HMK-Juridik i G5-format)

Tryckning: Lantmäteriverkets kontorstryckeri, Gävle 1998 (för denna ej reviderade utgåva i A4-format)

ISBN 91-7774-041-6

# FÖRORD

## Allmänt

### Bakgrund

Tekniska förklaringar och anvisningar (TFA)<sup>1</sup> till Mätning-  
kungörelsen (MK)<sup>2</sup> kom ut i mitten av 1970-talet.

Teknikutvecklingen har sedan dess gått mycket snabbt och  
nya teknik- och tillämpningsområden har tillkommit. Detta  
innebär att TFA till stora delar blivit föråldrad.

Lantmäteriverket har utarbetat en ersättning till TFA i form av  
en dokumentserie i mät- och kartfrågor. Mätning-  
kungörelsen utgör den författningsmässiga grunden för dokumentserien.

### Syfte

I dokumentserien beskrivs den fackmannamässiga hanteringen  
av mätning- och karttekniska frågor samt därmed samman-  
hängande ADB-frågor. Dokumentserien innehåller teknik-  
beskrivningar samt råd och rekommendationer beträffande pla-  
nering och genomförande med mål att tillgodose nyttjarnas  
funktionella och kvalitetsmässiga behov.

Tanken är att dokumenten också skall kunna ligga till grund  
för organisations- och myndighetsspecifika regelverk samt för  
upphandling av tjänster och produkter inom de ämnesområden  
som behandlas i dokumentserien.

### Dokumentseriens utformning

Dokumentserien behandlar teknikområdena geodesi, fotogram-  
metri, digitalisering, databaser, kartografi och juridik.

Dokumentens benämning är "Handbok till Mätning-  
kungörelsen" (HMK).

Varje teknikområde behandlas i en eller flera skrifter med  
namnen HMK-Geodesi, HMK-Fotogrammetri osv.

Bransch- och sektorsinriktade dokument avses ta upp bransch-  
specifika produktdefinitioner och produktkrav samt återropa  
tillämpliga råd och rekommendationer i de olika teknikdoku-

---

<sup>1</sup> TFA = LMVs meddelande 1976:1

<sup>2</sup> MK = SFS 1974:339 med ändringar

menten. Bransch- och sektorsdokument utarbetas av företrädare för den sektor informationen riktar sig till. Dokumenten benämns "Handbok för bygg/anläggning" etc.

Lantmäteriverket är huvudman för handböckerna till Mätningsskugörelsen och för vissa bransch- och produktinriktade dokument.

Handböckerna till Mätningsskugörelsen har följande benämningar (dokumentens beteckning anges inom parentes):

HMK-Geodesi, Stommätning (HMK-Ge:S)

HMK-Geodesi, Detaljmätning (HMK-Ge:D)

HMK-Geodesi, Markering (HMK-Ge:M)

HMK-Geodesi, GPS (HMK-Ge:GPS)

HMK-Fotogrammetri (HMK-Fo)

HMK-Digitalisering (HMK-Di)

HMK-Databaser (HMK-Da)

HMK-Kartografi (HMK-Ka)

HMK-Juridik (HMK-Ju)

### Status

I dokumentens text har

- föreskrift med direkt stöd i författning
- rekommendationer för detaljutförandet av enskilda moment markerats i avvikande manér.

Författning är den samlande benämningen på lagar, förordningar och andra föreskrifter, t.ex. myndighetsföreskrifter. Sådana är naturligtvis bindande.

Rekommendationer för detaljutförandet är inte bindande utan anger endast lämpliga förfaringsätt för att uppfylla ställda krav och användarnas behov.

Vid utformning av rekommendationerna har termen "bör" använts. Formulering med "skall", eller liknande förstärkningar, tillämpas endast i samband med föreskrifter och vid återgivande av faktiska förhållanden (tekniska eller andra) i råd och rekommendationer.

Dokumentens ursprungliga status kan förstärkas i de fall de utnyttjas för utarbetande av interna regelverk och vid hänvisning i upphandlingsavtal.

## Hänvisning

Vid hänvisning till uppgift, föreskrift eller rekommendation i HMK används avsnittsnummer eller klartextåtergivning. Högre rubriknivåer innefattar lägre nivåer under samma avsnitt, men ej omvänt. Endast avsteg från denna huvudprincip behöver anges.

Fullständiga avsnittshänvisningar till huvudtext eller bilaga görs enligt följande exempel:

HMK–Da.4	(HMK–Da, avsnitt 4)
HMK–Ge:S.5.2.1	(HMK–Ge:S, underavsnitt 5.2.1)
HMK–Ge:D.A.3	(HMK–Ge:D, bilaga A, underavsnitt 3)
HMK–Fo.B	(HMK–Fo, bilaga B)

## HMK–Fotogrammetri

### Innehåll

HMK-Fo behandlar flygfotogrammetri med utnyttjande av fotografiska bilder för framställning av kartor i stora och medelstora skalor och för registrering och lagring av lägesbunden geografisk information i digital form. Framställningen omfattar planering av fotogrammetriska projekt, signalering, flygfotografering samt fotogrammetrisk stödpunktsförtätning och detaljmätning.

### Dokumentstruktur

Efter en introduktion följer ett avsnitt med beskrivning av och rekommendationer för planering av fotogrammetriska mätprojekt. Därefter följer i separata avsnitt rekommendationer för de olika genomförandemoment som normalt ingår i ett sådant projekt. Huvudtexten kompletteras av ett antal bilagor, som är avsedda att användas som stöd främst i planeringsskedet.

### Avgränsning mot andra HMK-dokument

Dokumentet har beröringspunkter med flera av de andra dokumenten i HMK-serien.

För att knyta den fotogrammetriska mätningen till stomnätet krävs tillgång till stödpunkter med kända lägen. Beträffande inmätning av sådana stödpunkter hänvisas till HMK-Ge.

Avsikten med fotogrammetrisk mätning är i de flesta fall att bygga upp geografiska databaser. Beskrivningar och rekommendationer angående databaskonstruktion, objektstruktur, överföringsformat, kvalitetsmärkning m.m. behandlas i HMK-Da.

Fotogrammetrisk och geodetisk teknik för detaljmätning kommer ofta att blandas i en och samma databas. Därför finns en koppling till HMK-Ge:D rörande samordning mellan teknikerna när det gäller val av inmätningsspunkter och därmed sammanhängande lagringsstruktur för olika typer av geografiska objekt.

I de fall fotogrammetrisk mätning utförs för att framställa en specificerad kartprodukt finns krav och rekommendationer på utförande, innehåll m.m. i HMK-Ka.

Juridiska aspekter på flygfotografering, sekretess m.m. behandlas mer ingående i HMK-Ju.

### Utarbetande av dokumentet

HMK-Fo har utarbetats av en projektgrupp bestående av följande personer:

Håkan Ågren	LMV (delprojektledare)
Anders Boberg	KTH Geodesi och fotogrammetri
Eilert Edman	Göteborgs stad
Lars Hedström	Vägverket
Bo Lindström	LMV
Sonny Persson	VBB VIAK Kartteknik

Dokumentet har i utkastform varit föremål för två remissbehandlingar: en begränsad s.k. fackområdesremiss sommaren 1992 och en slutremiss januari 1993. Remissomgångarna har föranlett ett antal justeringar i den slutliga texten.



Anders Boberg

## HMK-Fotogrammetri

De allmänna anvisningarna i HMK-Fotogrammetri äger fortfarande sin giltighet, men ny teknik, främst digital fotogrammetri inklusive digitala flygkameror, GPS/INS-styrd\* flygfotografering, digital bildmatchning och digital ortorektifiering samt flygburen laserskanning har förändrat mycket av arbetsrutinerna.

### Läsanvisningar kapitel för kapitel

1. Giltigt, men digitala flygbilder, liksom högupplösta satellitbilder som ortofotounderlag behandlas inte.
2. Giltigt till större delen, men val av fotografisk filmtyp utgår, och digitala flygkameror har andra bildformat och kamerakonstanter än de fotografiska. Tabell 2.1 bör kunna tjäna till ledning, om digital arbetsstation jämföras med analytiskt stereoinstrument. Tabell 2.2 fordrar kontroll utifrån nyare erfarenheter. Behovet av stödpunkter har radikalt minskat med GPS/INS-styrd flygfotografering, och naturliga stöd utnyttjas nu i större omfattning, men i övrigt är stråk- och signaleringsplaneringen aktuell.
3. Giltigt, men signalering utnyttjas numera i mindre omfattning.
4. Andra rutiner tillämpas numera för kontroll av kamerautrustningen. I övrigt är avsnittet giltigt med undantag för avsnitten om filmframkallning och diapositiv.
5. Avsnitten om kontroll och justering av instrument saknar numera intresse, men bild- och modellorientering kan fortfarande vara aktuellt, om digital arbetsstation jämföras med analytiskt stereoinstrument och inre orientering utförs enligt andra principer.
6. Giltigt i tillämpliga delar, bl.a. avseende val av stödpunkter. Många digitalt matchade konnektionspunkter används i stället för få konstgjorda, och såväl punktval som mätning kan automatiseras. Utjämnings görs bara som strålkärveutjämnings och felanalysen måste göras utifrån pixelvärden i de digitala bilderna.

\* INS = Inertial Navigation System, dvs. tröghetsnavigering. Tröghetsgyron monteras på kameran och ger signaler om kamerans vridning runt koordinataxlarna. Tröghetsdata beräknas tillsammans med GPS-data till läge och riktning hos kameran i varje ögonblick, därför skriver man ofta ihop dem till GPS/INS. Viktigt för blocktriangulering. Samma utrustning används för flygburen laserskanning.

7. Giltigt, men nivåkurvning görs normalt ur digital höjdmodell, som framställs med digital bildmatchning.
8. Giltigt i princip, men ortorektifieringen görs numera digitalt, och noggrannhetsanalysen behöver anpassas till detta.
9. Fältkontroll har fortsatt hög angelägenhet.
10. Ej giltigt, lagar och förordningar har hunnit ändras.
11. Giltigt.

**Bilagor**

- A Ej giltig, gäller bara för fotografisk flygkamera.
- B Ej giltig för GPS/INS-styrd flygfotografering.
- C Giltig, men tillämpas sällan.
- D Giltig.
- E Giltig. Val av läge för naturliga stödpunkter är fortfarande viktigt.



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>FÖRORD</b> .....	<b>i</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>INTRODUKTION</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1</b> <b>Fotogrammetri</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2</b> <b>Digital fotogrammetri</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3</b> <b>Fjärranalys och bildtolkning</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b> <b>PLANERING</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1</b> <b>Allmänt – planeringsförutsättningar</b> .....	<b>7</b>
2.1.1    Kvalitetskrav .....	7
2.1.2    Val av mätobjekt .....	7
2.1.3    Delmoment .....	8
<b>2.2</b> <b>Plan för flygfotografering</b> .....	<b>8</b>
2.2.1    Val av filmtyp .....	8
2.2.2    Val av kamera- och objektivtyp .....	9
2.2.3    Val av flyghöjd .....	9
2.2.4    Planering av stödpunkter .....	13
2.2.5    Fotostråkens lägen .....	16
2.2.6    Övertäckning i stråkled .....	18
2.2.7    GPS-stödd exponering .....	18
2.2.8    Planering av fotostompunkter .....	19
<b>2.3</b> <b>Signaleringsplan</b> .....	<b>19</b>
2.3.1    Signaleringens omfattning .....	20
2.3.2    Signalform och signalfärg .....	20
2.3.3    Signalstorlek .....	21
<b>2.4</b> <b>Användning av befintligt bildmaterial</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b> <b>SIGNALERING</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1</b> <b>Utläggning och inmätning av signaler</b> .....	<b>23</b>
3.1.1    Olika typer av signaler .....	23
3.1.2    Lägesnoggrannhet .....	24
3.1.3    Sikt .....	24
3.1.4    Kontrast vid användning av svart/vit film .....	26
3.1.5    Signalmiljö .....	27
3.1.6    Excentrisk signalering .....	27
<b>3.2</b> <b>Redovisning och inventering av signaler</b> .....	<b>27</b>
3.2.1    Signaleringsprotokoll .....	27
3.2.2    Signalinventering .....	28

4	<b>FLYGFOTOGRAFERING OCH BILDKVALITET .....</b>	<b>31</b>
4.1	<b>Kontroll av kamerautrustning .....</b>	<b>31</b>
4.2	<b>Flygfotografering och bildframställning .....</b>	<b>32</b>
4.3	<b>Granskning av fotografisk bildkvalitet .....</b>	<b>35</b>
5	<b>STEREOINSTRUMENT OCH ORIENTERING .....</b>	<b>37</b>
5.1	<b>Kontroll och justering .....</b>	<b>37</b>
5.2	<b>Orientering av stereomodell .....</b>	<b>38</b>
5.2.1	Inre orientering .....	38
5.2.2	Relativ orientering .....	39
5.2.3	Absolut orientering .....	39
5.2.4	Redovisning av orienteringen .....	41
6	<b>FOTOGRAMMETRISK STÖDPUNKTSFÖRTÄT- NING .....</b>	<b>43</b>
6.1	<b>Allmänt .....</b>	<b>43</b>
6.2	<b>Stödpunkter .....</b>	<b>43</b>
6.2.1	Naturliga geostödpunkter .....	43
6.2.2	Konnektionspunkter .....	44
6.3	<b>Beräkning av block .....</b>	<b>45</b>
6.3.1	Blockutjämnning .....	45
6.3.2	Redovisning .....	46
7	<b>FOTOGRAMMETRISK DETALJMÄTNING .....</b>	<b>47</b>
7.1	<b>Allmänt .....</b>	<b>47</b>
7.2	<b>Plandetaljer .....</b>	<b>48</b>
7.2.1	Byggnader .....	48
7.2.2	Vägar och gator .....	49
7.2.3	Slänter .....	50
7.2.4	Hägnader .....	51
7.2.5	Ägoslag .....	51
7.2.6	Vattendrag .....	51
7.2.7	Tekniska anläggningar .....	52
7.3	<b>Höjdinformation .....</b>	<b>52</b>
7.3.1	Höjdkurvor .....	52
7.3.2	Digital höjdmodell .....	52

8	ORTOPROJEKTION .....	55
9	FÄLTKONTROLL OCH FÄLTKOMPLETTERING .....	57
10	TILLSTÅND OCH SEKRETESS .....	61
11	REDOVISNING .....	63

## BILAGOR

A	PLANERING AV FLYGFOTOGRAFERING .....	65
B	GEOSTÖDPUNKTER VID FOTOGRAMMETRISK STÖDPUNKTSFÖRTÄTNING .....	67
B.1	Rektangulärt område – flera parallella stråk .....	67
B.2	Långsmalt område – enkelstråk .....	68
C	SIGNALFORMER .....	69
D	SIGNALERINGSPROTOKOLL .....	71
E	EXEMPEL PÅ VAL AV NATURLIGA STÖD- PUNKTER I HÖJD .....	73
	SAKREGISTER .....	75



# 1 INTRODUKTION

## 1.1 Fotogrammetri

Fotogrammetri kan allmänt definieras som tekniken att via tolkning och mätning i en eller flera bilder fastställa och dokumentera läge, geometrisk form och andra egenskaper hos avbildade föremål.

Framställningen i denna skrift är avgränsad till området flygfotogrammetri med utnyttjande av fotografiska bilder för framställning av kartor i stora och medelstora skalor och för registrering och lagring av lägesbunden geografisk information i digital form. Här behandlas således inte närbildsfotogrammetri (icke-topografisk fotogrammetri), bearbetning av data från digitalt registrerande sensorer eller hantering av digitaliserade flygbilder.

Fotogrammetrisk kartframställning omfattar många delmoment och den totala tiden från planering till färdigt resultat är relativt lång, ofta mer än ett år. Det är därför väsentligt att samplanera alla delmoment för att åstadkomma ett för det aktuella kartläggningsprojektet ändamålsenligt resultat på ett kostnadseffektivt sätt.

Planering av fotogrammetrisk kartframställning förutsätter kännedom om grundläggande orsakssamband inom och mellan olika moment i den fotogrammetriska produktionsprocessen. Avsikten med denna skrift är att ge underlag för planering och råd avseende det praktiska utförandet, av de olika arbetsmomenten, under förutsättning att slutresultatet ska uppnå viss förspecifierad kvalitet.

För framställning av storskaliga kartor är nyfotografering oftast nödvändig. Detta hindrar inte att äldre bildmaterial under vissa förutsättningar kan utnyttjas vid framställning av storskaliga kartor.

Fotogrammetriska metoder kan utnyttjas för såväl stom- som detaljmätning. Stödpunkter i plan och höjd, vilka krävs för att orientera en stereomodell, kan sålunda i stor utsträckning bestämmas med fotogrammetriska metoder.

Ortofotokarta kan för vissa tillämpningar och vid viss typ av terräng vara ett alternativ eller komplement till den stereotolkade och ritade kartan.

## 1.2 Digital fotogrammetri

Med digital fotogrammetri avses analytisk fotogrammetri, tillämpad på bilder som inlästs digitalt i rasterform. Varje bildpunkt har ett digitalt gråvärde. Mätning av koordinater går till så att ett målfönster kring respektive bildpunkt får avsöka ett större sökfönster i den andra bilden. Läget för maximal korrelation (likhet) mellan dessa beräknas, och därur parallaxen. Höjdvärdet beräknas därefter ur de analytiska sambanden. Genom att stega fram i ett regelbundet rutnät erhålls en digital höjdmodell.

Ett sätt att tillämpa tekniken är att förse ett analytiskt stereoinstrument med digitala kameror som avläser och digitaliserar en liten del i taget av vardera bilden och korrelerar dem.

Utvecklingen inom digital fotogrammetri går mot allt högre grad av automatisering med hjälp av digital bildbehandling, s.k. datorseende. De fotogrammetriska instrumenten ersätts därvid av digitala fotogrammetriska arbetsstationer med möjlighet till bilddigitalisering, lagring av stora mängder bilddata och stereoskopisk presentation på bildskärm.

Tekniken är användbar för framställning av digitala höjdmodeller i små och medelstora skalor över öppen terräng och för framställning av digitalt ortofoto. Hittills olösta problem berör framställning av digitala höjdmodeller över skogklädda eller tätbebyggda områden och automatisk detaljmätning.

Råd och anvisningar för teknikens tillämpning kommer att utformas när mer erfarenhet av den samlats.

## 1.3 Fjärranalys och bildtolkning

Begreppet fjärranalys omfattar egentligen all teknik för beröringsfri registrering, således även fotogrammetri. I praktiskt bruk används dock termen fjärranalys normalt för andra former av registrering än traditionell flygfotografering och förekommer speciellt i samband med satellitbaserad registrering.

De satellitbaserade sensorer som för närvarande är tillgängliga för civilt bruk, exempelvis SPOT, ger en upplösning på ca 10 meter som bäst. Detta innebär att dessa ej är aktuella för insamling av den noggranna information som krävs för detaljplanering och byggande. För vissa mer översiktliga inventerings- eller planeringsbehov, till exempel omfattande en hel kommun, kan dock satellitregistrerade data vara en alternativ informationskälla. Närmare beskrivning och rekommendationer rörande an-

vändning av satellitregistrerade data och satellitbilder ligger dock utanför ämnesområdet för detta dokument.

Med bildtolkning avses teknik att ur flygbilder eller satellitregistrerade data utläsa och bedöma i första hand andra egenskaper än de geometriska hos avbildade föremål. Även fotogrammetrisk mätning för kartframställning inbegriper givetvis tolkning av bilden, men detta brukar normalt skiljas från bildtolkning. Exempel på vanliga tillämpningar av bildtolkning är bedömning av geotekniska förhållanden (geobildtolkning) och tolkning av vegetation. Ändamålet med bildtolkningen påverkar på olika sätt planeringen av flygfotograferingen, exempelvis beträffande lämplig tidpunkt för fotografering. Ofta används s.k. IR-färgfilm då bildtolkning är det primära syftet med en flygfotografering. I denna skrift behandlas inte metodik för bildtolkning.





## 2 PLANERING

### 2.1 Allmänt – planeringsförutsättningar

#### 2.1.1 Kvalitetskrav

Planering av ett fotogrammetriskt kartläggningsprojekt måste grundas på en precisering av kraven på slutprodukten, dvs. på kartan eller databasen. Framför allt gäller detta beträffande geometrisk noggrannhet och detaljinnehåll. Planeringsarbetet ska betraktas som en kvalitetsstyrning av projektet. Ju mer detaljerat detta arbete görs, desto större är förutsättningarna för att slutprodukten når avsedd kvalitet och användbarhet.

Noggrannhetskravet kan uttryckas som accepterat medelfel vid koordinatbestämning av signalerade objekt. Övriga, icke signalerade mätobjekt erhåller medelfel, som i olika hög grad överstiger värdet för ett signalerat objekt. Noggrannhetsstudier har visat, att medelfelet för olika typer av mätobjekt kan variera inom intervallet 1.5 – 5 gånger medelfelet för en signalerad punkt.

#### 2.1.2 Val av mätobjekt

En väsentlig del av förberedelsearbetet är att avgöra vilka objekt som den fotogrammetriska datainsamlingen ska omfatta. Detta specificeras lämpligen i form av en förteckning över objekttyper, i vilken även definitioner av dem vid behov formuleras. Speciellt då informationen ska registreras digitalt för senare överföring till GIS bör även datastruktur för den geometriska representationen av olika objekttyper preciseras. En sådan precisering bör ange krav på hur olika objekttyper ska registreras i plan och höjd, krav på slutna ytor, krav på konsekvent mät-riktning för linjeobjekt, krav på registrering av riktning för punktobjekt m.m. I HMK-Da beskrivs hur detta förberedelsearbete kan läggas upp och dokumenteras i form av objekttypskatalog och databasspecifikation.

I avsnitt 7 behandlas mer detaljerat mätning av olika objekttyper med speciell hänsyn till de betingelser som gäller för den fotogrammetriska tekniken.

Kartskala och bladindelning kan ingå som en del av planeringsförutsättningarna men vid digital kartframställning är detta ingen nödvändighet.

### 2.1.3 Delmoment

Efter det att krav och förutsättningar enligt ovanstående är definierade kan planeringsarbetet delas upp i ett antal delmoment omfattande:

- val av filmtyp (avsnitt 2.2.1)
- val av kamera- och objektivtyp (avsnitt 2.2.2)
- val av flyghöjd (avsnitt 2.2.3)
- planering av stödpunkter (avsnitt 2.2.4)
- lokalisering av fotostråk, övertäckning mellan stråk (avsnitt 2.2.5)
- val av övertäckning i stråkled (avsnitt 2.2.6)
- val av lägen för eventuella fotostompunkter (avsnitt 2.2.8)
- planering för signalering av mätobjekt (avsnitt 2.3)
- val av storlek, form och färg på signaler (avsnitt 2.3)

I de flesta fall kan ovanstående ordningsföljd för de olika momenten tillämpas men aktuella förutsättningar i det enskilda fallet kan leda till förändringar härvidlag.

## 2.2 Plan för flygfotografering

Plan för flygfotografering ligger till grund för flygfotograferingens genomförande. I planen redovisas flyghöjd över terrängens medelnivå, negativskala, fotograferingstidpunkt, kameratyp, objektivtyp, filmtyp, fotostråkens lägen, övertäckning samt lägen för geodetiska stödpunkter. Grundläggande för planeringen är val av flyghöjd.

Som hjälp vid planering av flygfotografering kan planeringstabellen, bilaga A, användas.

### 2.2.1 Val av filmtyp

Flygfotografering kan utföras med olika typer av svart/vit film eller färgfilm. Vanligtvis används pankromatisk svart/vit film vid fotografering för kartframställning.

Vid val av svart/vit film beaktas att filmer med hög detaljupplösning har lägre ljuskänslighet, vilket medför risk för underexponering eller rörelseoskärpa, och att de ger bilder med högre

kontrast. Högupplösande film lämpar sig därför bäst för höga flyghöjder och goda ljusförhållanden. Svart/vita filmer med utsträckt rödkänslighet är i vissa fall att föredra på grund av sin lägre diskänslighet och bättre återgivning av vegetation.

Vanlig färgfilm är mer diskänslig än svart/vit film och lämpar sig därför normalt bäst för flyghöjder under ca 3000 m. Filmen ger god insyn i skuggade partier om den exponeras rätt. Färgkontrast och god tolkbarhet är fördelar vid kartframställning. Även IR-färgfilm kan med moderna flygkameraobjektiv användas för kartframställning. Filmen är okänslig för dis men ger mörka skuggor. Dess spektrala känslighet och färgåtergivning gör den lämpad för inventering och kartering av vegetation och miljöförhållanden.

Fotografering i färg är normalt dyrare än fotografering med svart/vit film och följdprodukter framställda från färgnegativ är dyrare än följdprodukter från svart/vita negativ.

### 2.2.2 Val av kamera- och objektivtyp

Flygfotografering för karteringsändamål bör ske med flygmätkamera med bildrörelsekompensation. Normalt används kamera med negativformatet 230 x 230 mm och vidvinkelobjektiv med ca 150 mm kamerakonstant. Vidvinkelobjektiv i kombination med låg flyghöjd medför att exempelvis höga byggnader och träd kommer att skymma delar av markytan särskilt mot kanten i bilden. Dessutom ger vidvinkelobjektiv avsevärt ljusavfall mot bildhörnen, vilket försämrar bildkvaliteten där. Vid planeringen bör dessa faktorer beaktas genom att övertäckningen ökas vid fotografering över områden med hög och tät bebyggelse och genom att fotostråken lokaliseras så, att karteringsområdet täcks med god marginal. Objektiv med längre kamerakonstant medför lägre noggrannhet vid fotogrammetrisk höjdmätning men ger mindre problem med skymda detaljer. De kan därför medföra fördelar vid ortofotoframställning.

### 2.2.3 Val av flyghöjd

Flyghöjden är den faktor, som i första hand avgör vilken kvalitet som kan förväntas i resultatet från den fotogrammetriska mätningen. Vid val av flyghöjd måste hänsyn tas både till kravet på geometrisk noggrannhet och till kravet på detaljinnehåll. Vilket av de två kraven som sätter gränsen för flyghöjden kan variera beroende på ändamålet med flygfotograferingen.

Andra faktorer som kan påverka bildernas tolkbarhet och mätnoggrannheten är filmens planhållning och krympning, bildernas fotografiska kvalitet, stereoinstrumentets mätnoggrannhet och betraktningsoptik samt omfattning, lokalisering och typ av stödpunkter.

Den fotografiska bildkvaliteten utgör ett osäkerhetsmoment, eftersom den är beroende av rådande atmosfäriska förhållanden vid flygfotograferingen. I planeringen måste därför en "normal" fotografisk bildkvalitet antas och till detta läggas en viss säkerhetsmarginal. Se vidare under avsnitt 4.3, Granskning av fotografisk bildkvalitet.

För den fotogrammetriska mätningen kan analytiskt eller analogt stereoinstrument användas. Analytiska stereoinstrument ger högre mätnoggrannhet än analoga och medger att systematiska bildfel i större utsträckning kan korrigeras vid mätningen. Ur ren noggrannhetssynpunkt är det därför möjligt att använda en högre flyghöjd, om den fotogrammetriska mätningen förutsätts ske i ett analytiskt instrument.

Med analytiska instrument avses här instrument av hög geometrisk klass avsedda för storskalig kartframställning. Utöver dessa finns enklare analytiska instrument, huvudsakligen avsedda för mindre krävande tillämpningar. Dessa kan i noggrannhetshänseende jämföras med analoga instrument. Kraven på mätnoggrannhet för olika stereoinstrument framgår av avsnitt 5.1, Kontroll och justering av stereoinstrument.

Tabell 2.1 redovisar förväntat medelfel i plan respektive höjd för olika flyghöjder vid normal mätning i absolutorienterad stereomodell med analytiskt respektive analogt stereoinstrument. Tabellvärdena avser distinkta (signalerade) punkter och vidare förutsätts att fotograferingen skett med vidvinkelobjektiv och med 60 % övertäckning i stråkledd. Medelfelet för icke signalerade objekt varierar mellan olika typer av mätobjekt beroende dels på hur väl objekten i sig är definierade, dels på hur väl operatören kan identifiera och mäta dessa i flygbilderna. För relativt väldefinierade punkter, såsom takhörn, kan medelfelet förväntas bli 1.5 – 2.5 gånger högre än de i tabellen angivna värdena. För mindre väldefinierade punkter kan medelfelet bli upp till 5 gånger högre.

Tabellvärdena är angivna med något överdriven detaljering för att inte förlora information om relationen mellan olika värden. Detta ska dock inte tolkas som ett uttryck för den absoluta precisionen i dessa schablonberäknade medelfel.

Flyghöjd	Medelfel (m)			
	analytiskt instrument		analogt instrument	
	plan	höjd	plan	höjd
400	0.035	0.055	0.045	0.07
600	0.050	0.08	0.065	0.10
800	0.065	0.10	0.085	0.14
1000	0.080	0.13	0.11	0.17
1200	0.095	0.16	0.13	0.21
1500	0.12	0.20	0.16	0.26
2000	0.16	0.26	0.21	0.35
3000	0.24	0.39	0.32	0.52

**Tabell 2.1.** Förväntat medelfel i plan (radiellt) respektive höjd för signalerat objekt vid normal mätning i absolutorienterad stereomodell. Icke signalerade objekt ger högre värden, varierande mellan olika objekttyper.

Värdena i tabell 2.1 är beräknade med hjälp av schablonformler, som grundar sig på, att medelfelet i plan är en funktion av flyghöjden, medan medelfelet i höjd även beror av bas/höjdförhållandet:

$$s_p^2 = a_p^2 + \left( a_i \cdot \frac{H}{c} \right)^2$$

$$s_h^2 = a_h^2 + \left( a_i \cdot \frac{H}{(1-\theta)s} \right)^2$$

där:

$$s_p, s_h = \text{förväntat medelfel i plan resp. höjd (m)}$$

$a_p, a_h$  = felbidrag i plan resp. höjd från centrering och  
inmätning av signalerade geostödpunkter:

$$a_p = 0.015 \text{ m}$$

$$a_h = 0.010 \text{ m}$$

$a_i$  = felbidrag från flygfotografering, bildframställning, stödpunktsförtätning, orientering av och mätning i stereomodellen, uttryckt i mm i bildskalan:

$$a_i = 0.012 \text{ mm för analytiskt instrument}$$

$$a_i = 0.016 \text{ mm för analogt instrument}$$

$H$  = flyghöjd (m)

$c$  = kamerakonstant (mm)

$\ddot{o}$  = övertäckning, uttryckt som andel av bildsidan  
(dvs. 60% = 0.6 etc.)

$s$  = bildsidan (mm), normalt 230 mm

Skillnaden i värde på felbidraget  $a_i$  återspeglar skillnaden mellan analytiskt och analogt instrument vid orientering och slutlig mätning.

Även beträffande möjligheten att i bilderna se och identifiera objekt föreligger en viss skillnad mellan olika typer av stereoinstrument. Fördelarna med analytiska instrument är, att dessa i regel har bättre betraktningsoptik och oftast även möjlighet till variabel förstoring. I praktiken är dock flygbildernas fotografiska kvalitet i regel mer betydelsefull för tolkningsmöjligheten än skillnaden som finns mellan olika typer av stereoinstrument.

Tabell 2.2 redovisar exempel på svårigheter att tolka objekt i bilder vid olika flyghöjder. Den angivna flyghöjden utgör ett normalvärde. Variationer förekommer givetvis, beroende på ovan nämnda omständigheter.

Genom en sammanvägning av ovanstående faktorer väljs flyghöjden så att kraven, såväl på lägesnoggrannhet som på bildernas detaljinnehåll, tillgodoses.

Exempel på tolkningssvårigheter	Ungefärlig flyghöjd (m)
visst bortfall av trådstängsel möjlighet att tolka ej signalerade brunnar	600
visst bortfall av kantsten avsevärt bortfall av trådstängsel osäker tolkning av ej signalerade brunnar	800
avsevärt bortfall av kantsten osäker tolkning av staket och häckar visst bortfall av stolpar	1000
visst bortfall av trappor visst bortfall av staket och häckar	1200
osäker tolkning av byggnadstyp visst bortfall av tillbyggnader bortfall av mindre diken	1500
avsevärt bortfall av tillbyggnader	2300

*Tabell 2.2. Exempel på svårigheter att tolka objekt i bilder från olika flyghöjder.*

#### 2.2.4 Planering av stödpunkter

Stödpunkt kan vara geodetiskt bestämd, geostödpunkt, eller fotogrammetriskt bestämd, fotostödpunkt.

Geostödpunkt kan vara känd enbart i plan, planstödpunkt, enbart i höjd, höjdstödpunkt, eller i både plan och höjd, fullständig stödpunkt.

I de flesta fall är det jämfört med geodetisk mätning ekonomiskt fördelaktigt att via fotogrammetrisk stödpunktsförtätning, blocktriangulering, komplettera de geodetiska stödpunkterna med fotostödpunkter, så att tillräckligt antal stödpunkter för orientering av varje enskild stereomodell erhålls. Utöver syftet att förtäta stödpunktsunderlaget ger blocktriangulering en effektiv kontroll av bildernas och stödpunkternas kvalitet, eftersom beräkningen behandlar samtliga stödpunkter inom kartläggningsområdet i ett sammanhang. För närmare beskrivning av fotogrammetrisk stödpunktsförtätning se avsnitt 6.

Fotostödpunkt kan utgöras av signalerad punkt, naturlig punkt eller punkt som med hjälp av särskild utrustning markerats (borrats) i måtbild, vanligen diapositiv. Fotostödpunkt som markerats i måtbild motsvarar inte någon bestämd terrängdetalj. Dess läge anpassas till övertäckningszonen mellan angränsande stereomodeller och lokaliseras i måtbilden på så sätt, att läget medger en säker inställning i höjd vid den fotogrammetriska mätningen.

I områden där återkommande fotogrammetrisk ajourhållning är planerad kan metoden med permanenta, oftast naturliga, stödpunkter tillämpas. Denna metod innebär att ett relativt stort antal varaktiga och lämpligt lokaliserade detaljer inom området koordinatbestäms. Koordinatbestämningen kan med fördel ske genom fotogrammetrisk stödpunktsförtätning. Dessa stödpunkter kan sedan användas i samband med ajourhållning med hjälp av nytt flygbildsmaterial. För att erhålla tillräcklig säkerhet vid framtida absolutorientering krävs att tätheten på stödpunkterna är hög, så att punkter som försvunnit kan kompenseras och punkter som förändrats kan identifieras och elimineras.

Teoretiska studier visar ett mycket begränsat behov av geostödpunkter för blocktriangulering. Planstöd erfordras endast runt blockets periferi, höjdstöd dessutom i kedjor tvärs stråken med upp till 4 baslinjers avstånd mellan kedjorna. För att öka tillförlitligheten, och för att uppnå homogen noggrannhet samt god anslutning till befintligt stomnät, rekommenderas dock tätare stödpunktsnät.

Vid fotogrammetrisk stödpunktsförtätning omfattande flera angränsande stråk rekommenderas följande lokalisering av geostödpunkter (se bilaga B.1):

**i plan:** utmed blockets kanter med ett avstånd av maximalt två baslängder samt inuti blocket med sådan täthet, att för en godtycklig punkt i blocket avståndet till närmaste geostödpunkt i plan uppgår till maximalt två baslängder.

**i höjd:** inom övertäckningszonen mellan stråk med ett avstånd av cirka en baslängd samt utmed ytterstråkens kanter med en halv till en baslängds avstånd. Dessutom utläggs en geostödpunkt i höjd i förlängningen av varje stråk, cirka en halv baslängd utanför stråkets start- respektive slutpunkt.



I första hand utnyttjas lämpligt placerade befintliga stompunkter som geostödpunkter.

De delar av ett fotogrammetriskt block, som är mest känsliga för att signalerade stödpunkter av olika orsaker inte syns i bildmaterialet eller för eventuella grova fel hos geodetiska stödpunkter, är första och sista modellerna i stråken, speciellt hörnmodellerna.

Av tillförlitlighetsskäl bör några extra geostödpunkter i plan och höjd placeras i blockets hörnmodeller.

Övriga stödpunkter i plan och höjd som krävs för stereomodellernas absoluta orientering kan bestämmas genom fotogrammetrisk stödpunktsförtätning.

För långsmala objekt såsom vägar och kraftledningar utförs flygfotograferingen ofta som ett enda eller flera på varandra följande stråk utefter objektets sträckning. Principerna för arrangemang av geostödpunkter vid stödpunktsförtätning av denna typ skiljer sig något från den som tidigare beskrivits för rektangulära block. Geostödpunkter i plan utläggs i stråkmitt med maximalt två baslängders avstånd. Geostödpunkter i höjd utläggs utmed stråkets båda kanter med maximalt två baslängders avstånd. Första och sista modellen i stråket förstärks med några extra geostödpunkter i plan och höjd. Ytterligare stabilitet i höjd uppnås om stödpunkterna i stråkmitt bestäms geodetiskt även i höjd. Stödpunkterna i stråkmitt respektive kant förläggs med fördel växelvis med en baslängds förskjutning utmed stråkets längdriktning (se bilaga B.2).

Viktigt att notera är att de principer för lokalisering av geostödpunkter, som här redovisas, är avsedda att tjäna som teoretiska planeringsmallar. Mallen för block innehåller en viss inbyggd säkerhetsmarginal i höjd, medan mallen för enkelstråk redovisar minsta antalet geostödpunkter i höjd. I praktiken måste alltid dessa mallar kombineras med rimlighetsbedömningar av arbetsinsats och krav på tillförlitlighet. Framför allt är det både ur ekonomisk synpunkt och tillförlitlighetssynpunkt fördelaktigt att i största möjliga omfattning signalera befintliga stompunkter – även om dessa inte befinner sig i ideala lägen – jämfört med att lägga ut och mäta in nya geostödpunkter.

Fotogrammetrisk stödpunktsförtätning i höjd ger normalt något lägre noggrannhet jämfört med geodetisk inmätning av höjdstöd. I fall, där mycket noggrann höjdmätning i stereomodellerna krävs, t.ex. vid volymbestämning ur digital höjdmödel, bör därför fullständigt geodetiskt höjdstöd användas. För att uppnå fullständigt geodetiskt höjdstöd för varje stereomodell krävs, att tätheten på geodetiska höjdstödpunkter ökas, så att avståndet i stråkledd uppgår till cirka en halv baslängd.

Omfattande utvecklingsverksamhet pågår för att med hjälp av GPS-observationer noggrant kunna bestämma läget för varje bilds exponeringsort. Preliminära resultat visar att en noggrannhet på någon decimeter är möjlig att uppnå. När detta blir praktiskt och ekonomiskt tillämplbart kommer antalet nödvändiga geostödpunkter på marken att kunna minskas betydligt vid flyghöjder på 1000 meter och högre, förutsatt att GPS-observationerna introduceras i blockutjämnningen. Stödpunkter behöver då läggas ut endast i blockets hörn om tvärstråk flygs över stråkens ändar. Speciellt i områden med glest stomnät kan detta komma att vara en lämplig metod genom att omfattningen på mättings- och signaleringsarbetet då kan reduceras avsevärt.

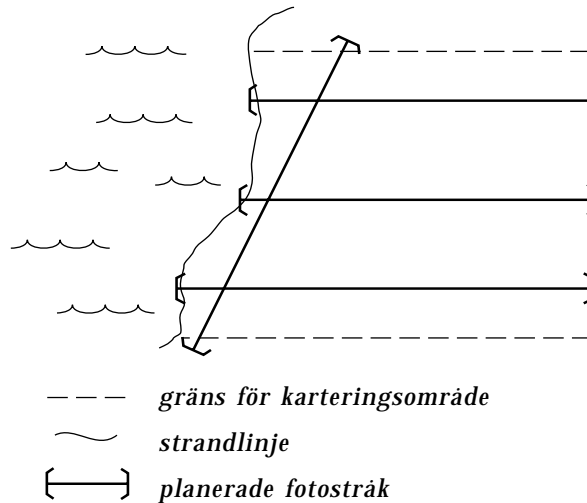
### 2.2.5 Fotostråkens lägen

Övertäckningen mellan stråk bör normalt vara 30 %. Större övertäckning i sidled är nödvändig när terrängen är mycket kuperad, bebyggd med höga hus eller bevuxen med hög och tät skog.

Fotostråken bör planeras med en marginal om 10 - 20 % av bildsidan i förhållande till kartläggningområdet så, att de yttersta delarna av bilderna inte behöver utnyttjas.

Fotostråken lokaliseras i förhållande till vattenområden så, att den inbördes orienteringen av varje stereomodell kan utföras med tillfredsställande noggrannhet.

Anpassning av fotostråkens lägen i förhållande till vattenområden innebär i praktiken strävan efter att få så lite vattenområden som möjligt i bilderna. Ett sätt att klara detta är att placera snedstråk parallellt med strandlinjen då karteringsområdet gränssar mot större vattenområden (se figur 2.1).



**Figur 2.1.** Exempel på lokalisering av fotostråk i anslutning till vattenområden.

När bestämning av fotostödpunkter planeras ske genom blocktriangulering och det förekommer vattenområden inom kartläggningsområdet tillses vid planeringen att konnektionspunkter kan lokaliseras till övertäckningszonen mellan angränsande fotostråk.

Vid planering av flygfotografering med färgfilm bör om möjligt fotostråken orienteras i ungefär öst-västlig riktning för att en så jämn färgåtergivning som möjligt skall uppnås i stereomodellen.

I stort sett all fotogrammetrisk produktion sker i form av digital registrering av såväl plan- som höjdinformation. Detta medför att frågor som rör kartpresentation, såsom skala och bladindelning, normalt inte behöver påverka stråkplaneringen. Anpassning av fotostråken till en bladindelning kan dock i vissa fall vara fördelaktigt, exempelvis om arbetet ska indelas i etapper som följer bladindelningen, om ortofoto ska framställas eller om möjlighet till direkt grafisk kartering önskas.

Vid anpassning till en given bladindelning bör fotostråkens lägen planeras i bladmitt eller bladskarv så att stråken på bästa sätt täcker hela kartblad.

### 2.2.6 Övertäckning i stråkled

Övertäckning i stråkled bör normalt vara 60 %.

För stråk som når ut över vattenområden bör övertäckningen normalt vara 80 % för att ge möjlighet att välja stereomodeller så att en noggrann relativ orientering kan genomföras.

Även när stora höjdskillnader eller hög och tät bebyggelse finns inom kartläggningsområdet kan större övertäckning än 60 % vara motiverad.

Fotografering med 80 % övertäckning innebär inte att den fotogrammetriska mätningen kommer att utföras i stereomodeller med 80 % övertäckning. Syftet är istället att uppnå fördubblad täthet av modeller med 60 % övertäckning. Modeller med 60 % övertäckning kan erhållas genom att kombinera bilderna 1-3, 2-4, 3-5 osv. i stråket. Av dessa modeller kan de väljas som ger lämpligaste täckning i förhållande till vattenområden eller som ger bästa insyn exempelvis vid hög och tät bebyggelse.

### 2.2.7 GPS-stödd exponering

Det finns numera möjlighet att med GPS-teknik navigera flygplanet och exponera bilderna i förbestämda positioner. Tekniken kan utnyttjas vid stråkplanering genom att via koordinatangivelser styra läget för varje enskild bild. På så sätt kan fotostråk och modeller planeras optimalt, till exempel i förhållande till vattenområden eller för att på bästa sätt utnyttja befintliga stömpunkter som stödpunkter. Om bilderna ska användas för ortofotoframställning bör exponeringsorterna, så långt det är möjligt med hänsyn till övertäckningen, planeras utifrån bladindelningen så att hela ortofotobladd kan produceras från en bild.

### 2.2.8 Planering av fotostompunkter

Fotostompunkt är en på marken markerad och signalerad punkt som koordinatbestäms fotogrammetriskt för att därefter kunna användas som utgångspunkt för geodetisk detaljmätning, företrädesvis vid fältkomplettering men även för utsättning. Vid användning av fotostompunkt bör, för vinkelmätningens noggrannhet, avståndet till stompunkt som används för riktningbestämning inte understiga 10 % av flyghöjden.

## 2.3 Signaleringsplan

Till grund för signalerings genomförande upprättas signaleringsplan. I planen redovisas vilka typer av objekt signalereringen ska omfatta samt läge, storlek, form och färg på signaler.

Lägen för punkter som ska signaleras redovisas på signaleringskarta. Den används som stöd för att utföra signalereringen och som underlag för den fotogrammetriska mätningen. Såvitt möjligt bör alla signaler redovisas på en gemensam signaleringskarta.

Vid mer omfattande signalering kan det vara nödvändigt att redovisa signalereringen av olika typer av objekt separat. Redovisningen bör i sådant fall ske enligt följande indelning:

- 1 Stompunkter och stödpunkter
- 2 Gränspunkter
- 3 Kommunaltekniska anläggningar
- 4 Övriga anläggningar (tele, el m.m.)

För att underlätta arbetet med signalering och fotogrammetrisk mätning är det viktigt, att ett enhetligt kartmaterial i lämplig skala användas som underlag till signaleringskarta. Som underlag kan exempelvis användas ekonomisk karta, ajourförd registerkarta, översiktskarta, ledningskarta eller befintliga flygbilder.

Beroende på omständigheterna kan signaleringskartan göras mer eller mindre detaljerad. I många fall är det lämpligast att endast ange inom vilka områden olika typer av objekt ska signaleras och senare, vid utförandet av signalereringen, exakt

markera vilka punkter som återfunnits och signalerats. I andra fall kan en mer detaljerad, punktvis planering vara nödvändig. Vid detaljerad signaleringsplanering kan det för markerade punkter vara en fördel att ange typ av punktmarkering på signaleringskartan för att säkrare kunna identifiera de punkter som ska signaleras.

### 2.3.1 Signaleringens omfattning

Geostödpunkter enligt avsnitt 2.2.4 och eventuella fotostompunkter enligt avsnitt 2.2.8 signaleras.

Vid blocktriangulering, speciellt i detaljfattig terräng kan det ibland finnas anledning att även signalera fotostödpunkter.

Gränspunkter och kommunaltekniska anläggningar signaleras, om de avses koordinatbestämmas eller karteras fotogrammetriskt.

### 2.3.2 Signalform och signalfärg

För att särskilja olika mätobjekt kan olika signalformer och signalstorlekar användas. Vid användning av färgfilm kan även olika signalfärger användas. För normala fall rekommenderas dock en matt ljusgrå, vit eller gul signalfärg. Det är viktigt att signalernas yta är matt. Signaler med blank ljus yta medför risk för systematiska mätfel i höjd på grund av överstrålningseffekt i bilderna.

För att i svart/vita bilder kunna särskilja olika mätobjekt kan signaler med olika storlek eller olika form användas. I stereoinstrumentet kan det dock vara svårt att säkert avgöra en enskild signals storlek. Det är därför bättre att använda sig av olika form på signalerna. För att undvika risken för systematiska mätfel bör signalformen vara symmetrisk.

För stödpunkter kan exempelvis signaler i form av kryss användas, vilka ur identifieringssynpunkt är säkrare än kvadratiske signaler. Andra signalformer kommer till användning hu-

vudsakligen vid mättningsprojekt med omfattande signalering, exempelvis av VA-, el- och teleobjekt. Exempel på användbara signalformer redovisas i bilaga C.

I den mån signaler inte kan målas direkt på fast underlag måste de tillverkas särskilt. Signalering med olika signalformer blir i sådana fall mer tidsödande och kostnadskrävande än om kvadratiska signaler används.

Väsentligt vid all signalering är att åstadkomma god kontrast mellan signalen och omkringliggande markyta. I många fall krävs särskilda åtgärder för att öka kontrasten såsom målning av kontrastram, täckning av markytan runt skivsignaler eller användande av skivsignaler med färdig kontrastram, se vidare avsnitt 3.1.4. Hänsyn till behovet av att anlägga signalkontrast bör tas redan i samband med planeringen av signaleringsarbetet.

### 2.3.3 Signalstorlek

Signalernas storlek anpassas efter flyghöjden så att de avbildade signalerna blir tydligt identifierbara och större än stereoinstrumentets mätmärke. För olika flyghöjder finns därför en angiven minsta signalstorlek, se bilagorna A och C.

Signalstorleken är vald med tanke på att signalerna normalt ska bli identifierbara även i kontaktkopiorna.

## 2.4 Användning av befintligt bildmaterial

Befintliga mätbilder kan användas om de uppfyller de krav som gäller vid planering av ny flygfotografering. Materialets aktualitet, förväntad noggrannhet samt möjligheten att tolka önskad information måste värderas innan beslut tas om att använda befintligt bildmaterial. Även då nyfotografering utförs kan befintligt äldre bildmaterial utgöra ett bra komplement genom att exempelvis ge bättre insyn i skogbevuxna områden.





## 3 SIGNALERING

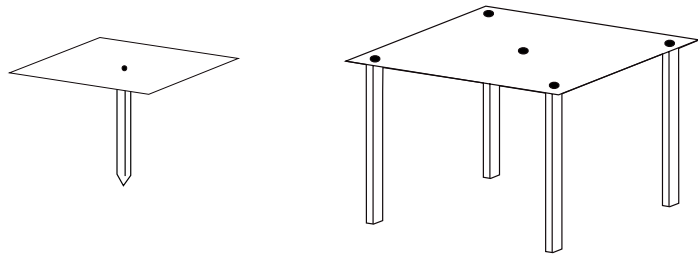
### 3.1 Utläggning och inmätning av signaler

#### 3.1.1 Olika typer av signaler

En punkt kan enkelt signaleras genom att en tillräckligt stor kvadrat (eller annan figur) målas centriskt omkring punkten. Denna typ av signal förutsätter att underlaget utgörs av exempelvis en någorlunda plan berghäll, hustak, väg- eller gatuyta av betong eller asfalt.

Då underlaget inte medger direkt målning av signalen används skivsignaler. Skivsignalen utgörs av en tunn skiva av träfiber, plast eller dylikt. Signalens centrum markeras på lämpligt sätt. Montering av signalskivan över markerad punkt utförs lämpligen så, att skivan kommer att sitta någon decimeter över markytan för säkrare identifiering med hjälp av höjdskillnad och skuggverkan.

Mindre signalskivor (0.2 - 0.4 meters sida) anbringas lättast över punkten med hjälp av ett centralt stöd av trä, metall eller plast. Större signalskivor bör understödjas i varje hörn. Se figur 3.1.



*Figur 3.1. Montering av skivsignal.*

Då stora signaler krävs kan flera mindre signalskivor sättas samman till en signal. Fyra signalskivor 0.5 x 0.5 m kan ersätta en signalskiva 1.1 x 1.1 m genom att de mindre skivorna placeras med ett avstånd av 0.1 m från varandra. I övrigt bör denna typ av signal undvikas.

### 3.1.2 Lägesnoggrannhet

Signal placeras centriskt i förhållande till den punktmarkering, vars läge den utvisar. Centreringsfelet i plan hos en signal bör inte överstiga  $1/50$  av signalsidans längd för kvadratisk signal.

Signal anbringas så att dess yta blir plan och horisontell. I höjd bör huvuddelen av signalens yta inte avvika från dess medelnivå med mer än  $1/20$  av signalsidans längd.

Vid inmätning av signal i plan och höjd samt vid mätning av signalhöjd tillämpas samma noggrannhet som för geodetisk stompunkt i bruksnät.

Vid signalering av stompunkt med däcksel skall däcksellocket lyftas så att signalen kan centreras över punktmarkeringen.

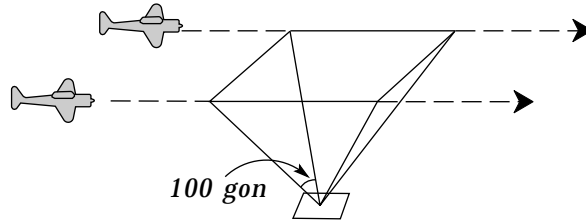
Lämplig minsta storlek på kvadratisk signal anges i bilaga A.

### 3.1.3 Sikt

Signal placeras i terrängen så att den kommer att avbildas i bilderna när flygplanet följer de planerade fotostråken på den aktuella flyghöjden.

Huvuddelen av stödpunktssignalerna läggs ut i rader mitt emellan två fotostråk. Varje signal är avsedd att framträda i minst två bilder i varje stråk.

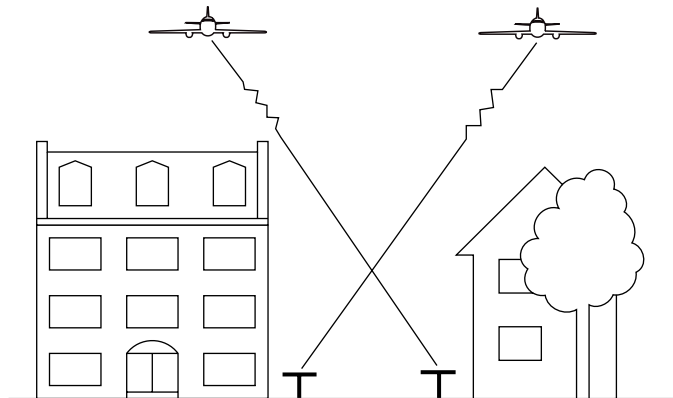
Fri sikt krävs mot signalen inom en tänkt pyramid med spetsen i signalen och med ungefär 100 gon toppvinkel.



*Figur 3.2. Kontroll av att fri sikt erhålls mot signalen.*

Vid signalering i skogsmark kan det vara svårt att uppfylla kravet på sikt utan att göra omfattande huggningar. Signalskivan kan då i undantagsfall placeras på ett avsågat träd så högt över marken att siktkravet uppfylls.

För att få en signal att synas i två parallella fotostråk kan vid svåra siktförhållanden dubbla signaler – en för vardera stråket – läggas ut. Detta kan vara lämpligt på gator, i rågångar, i kraftledningsgator och dylikt. Se figur 3.3.



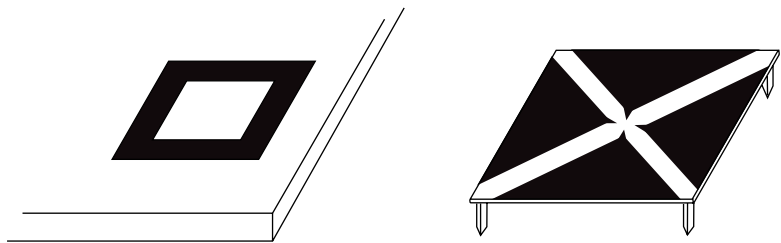
*Figur 3.3. Signalering med dubbla signaler vid svåra siktförhållanden.*

### 3.1.4 Kontrast vid användning av svart/vit film

Signal läggs ut på sådan mark, som vid fotograferingen avbildas i en så mörk ton, att kontrast mot signalen erhålls. Vanligen används pankromatisk film i kombination med gulfilter varvid följande rekommendationer ges:

- Lämplig bakgrund för ljusgrå eller vit signal är mark med frodigt grönt gräs, fuktig åker (ej sandjord), kärr- och ljungråk samt mörkt berg.
- Mark som i regel kräver åtgärder för att öka kontrasten är sandmark (t.ex. sandtag), grusvägar, sliten asfalt, torr ljus åker, gult torrt gräs och mossfritt ljust berg.

Kontrasten kan ökas t.ex. genom att lägga ut tjärpapp eller färskt granris omkring signalen, eller genom att på ljust berg eller asfalt måla en ram runt signalen (bredd = halva signalens sida) med matt svart färg. Blankt material, såsom svart plast eller liknande, bör inte användas som kontrast. För att erhålla god kontrast vid signalering med skivsignaler kan med fördel prefabricerade signaler i form av kryss eller kvadrat med fast kontrastram användas.



*Figur 3.4. Exempel på åtgärder för att öka kontrasten vid signalering.*

### 3.1.5 Signalmiljö

Signal bör inte läggas ut inom område där den löper risk att förväxlas med andra föremål. Inom exempelvis steniga områden föreligger sådan risk. I fall då signalering måste ske, inom område där risk för förväxling bedöms föreligga, bör en skiss upprättas som visar signalens läge i förhållande till omgivande föremål.

Det är olämpligt att placera en signal på åker, om man befarar att den kan komma att förstöras i samband med vårbruket. I närheten av bebyggelse är målade signaler att föredra framför andra typer på grund av mindre risk för åverkan.

### 3.1.6 Excentrisk signalering

Om läget för en befintlig stompunkt inte uppfyller vad som anges i avsnitt 3.1.3 - 3.1.5, kan en signal placeras på lämplig plats i närheten av punkten och mätas in från denna under betryggande kontroll.

Om punkt som ska koordinatbestämmas fotogrammetriskt inte kan signaleras centriskt, läggs en eller flera signaler ut i punktens närhet. Den sökta punktens läge bestäms sedan genom mätning från dessa signaler.

## 3.2 Redovisning och inventering av signaler

### 3.2.1 Signaleringsprotokoll

I samband med signalering upprättas signaleringsprotokoll och signalerade punkter markeras på signaleringskartor. Signaleringsprotokollet bör innehålla uppgifter om punktens typ, markering, punktnummer, koordinater i plan och höjd och signaltyp.

Komplettera vid behov signalbeskrivningen med en skiss utvisande signalen och dess närmaste omgivning.

För signalerad stödpunkt anges signalytans höjdläge över/under punktmarkeringen samt signalens höjd över marken.

Var noggrann med att ange rätt tecken på signalhöjden. Signalhöjden anges positiv om signalen ligger högre än punkten och negativ om den ligger lägre.

För det efterföljande arbetet med stödpunktsförtätning och fotogrammetrisk mätning av signalerade punkter är det synnerligen viktigt att ha tillgång till noggranna och tydliga signaleringskartor och signaleringsprotokoll. Exempel på signaleringsprotokoll redovisas i bilaga D.

#### 3.2.2 Signalinventering

Efter det att flygfotograferingen är genomförd och godkänd levereras normalt en omgång kontaktkopior från bildproducenten. Dessa kontaktkopior används som underlag för att utföra och redovisa signalinventering.

Efter fotograferingen bör signaleringsprotokollet kompletteras med uppgift om i vilka bilder signalen återfunnits.

Signalerade punkter, i första hand stödpunkterna, identifieras och markeras i varannan kontaktkopia med punktnummer och eventuellt höjdvärde.

Vid mycket omfattande signalering av exempelvis brunnar och gränspunkter är det dock lämpligare att redovisningen av dessa signaler sker på de i planeringsskedet upprättade signaleringskartorna eller på förstorade flygbilder.

För markering på kontaktkopior och signaleringskartor rekommenderas följande beteckningssystem:

△ *Geostödpunkt i plan*

□ *Geostödpunkt i höjd*

▣ *Geostödpunkt i plan och höjd*

○ *Fotostödpunkt*

⊗ *Fotostompunkt*

Text, såsom punktnummer och höjdvärden, skrivs parallellt med stråkriktningen.

Användning av samma symbol i olika färger kan försämra läsbarheten för personer med nedsatt färgseende och bör därför undvikas.

Signaleringsprotokoll och inventerade kontaktkopior används som underlag för stereoperatörens arbete i instrumentet. Det är därför väsentligt att identifiering, markering, punktnummering och eventuell höjdrevisning görs noggrant så att fel och avbrott vid den fotogrammetriska mätningen kan undvikas.

Så snart flygfotograferingen godkänts och signalinmätning utförts bör utlagda skivsignaler tas bort.





## 4 FLYGFOTOGRAFERING OCH BILDKVALITET

### 4.1 Kontroll av kamerautrustning

Vid flygfotosäsongens början bör de flygkameror, som avses användas, testas genom flygfotografering av provfält eller isytor.

Provfält bör innehålla minst 30, över stereomodellen väl fördelade kontrollpunkter i höjd.

På isyta mäts motsvarande antal punkter.

För att en flygkamera ska anses godtagbar bör det kvadratiska medelvärdet av restfelen i höjd i kontrollpunkterna understiga 0.1 ‰ av flyghöjden, före korrektion av systematiska bildfel. Det maximala höjdfelet i en enstaka punkt bör inte överstiga 0.2 ‰ av flyghöjden.

Anliggningsramars och stödplattors planhet bör kontrollmätas årligen. Det kvadratiska medelvärdet av avvikelserna från medelplanet bör understiga 0.003 mm.

Vart femte år, eller vid befarad avvikelse från kalibrerat värde, bör rammärkenas koordinater uppmätas.

Bildproducent ska på anmodan kunna redovisa följande uppgifter beträffande kamerautrustningens aktuella inre orienteringsdata och dess geometriska kvalitet samt resultat från testfotograferingar:

- rammärkeskoordinater för minst fyra, helst åtta rammärken
- huvudpunktens läge och kamerakonstanten
- radiell (eventuellt även tangentiell) felteckning och läget för dess symmetripunkt
- anliggningsramens och stödplattors planhet
- protokoll avseende resultatet av senaste testflygning.

I möjligaste mån bör även följande uppgifter om kamerautrustningens fotografiska prestanda kunna redovisas:

- objektivets upplösningsförmåga för lågkontrastobjekt (kontrast 1:1.6 eller modulation 0.23), uttryckt i lp/mm som areavägt medelvärde (AWAR) eller som funktion av bildradien
- objektivets ljusavfall och AV-filtrens radiella täthet
- aktuella färgfilters spektrala transmission

Helst bör objektivets fotografiska kvalitet kunna anges som MTF (kontrasttransmissionsfunktion) radiellt och tangentiellt för minst tre bildradier.

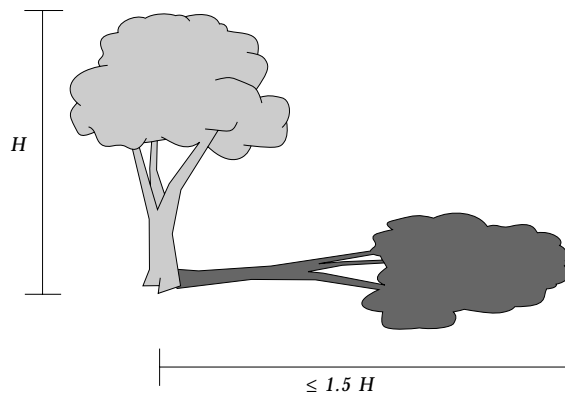
## 4.2 Flygfotografering och bildframställning

Flygfotografering för storskalig kartframställning bör för bästa insyn mot marken och bästa belysningsförhållanden utföras då lövträdet är avlövade, solståndet är tillräckligt högt och atmosfären är möjligast disfri. Bästa tid är normalt på våren mellan snösmältning och lövsprickning.

Med bildrörelsekompenenserad flygkamera kan mindre gynnsamma ljusförhållanden, exempelvis vid fotografering under hösten, i viss mån kompenseras med längre exponeringstid. Speciellt vid låga flyghöjder föreligger dock stor risk för att rörelseoskärpa tvärs flygriktningen då kan uppstå. Förlängd exponeringstid bör därför endast användas om denna risk kan undvikas exempelvis med hjälp av gyrostabilisering av flygkameran.

Tidpunkten för flygfotografering bör väljas så,

- att den relativa skugglängden (cotangenten för solhöjden) inte överstiger värdet 1.5, se figur 4.1.
- att atmosfärsdiset är svagt, speciellt vid fotografering med färgfilm.



*Figur 4.1. Maximal relativ skugglängd vid flygfotografering.*

Vid flygfotografering och framställning av mätbilder iakttas följande:

- Fotostråkens läge i sidled bör inte avvika från det planerade läget med mer än 10 % av bildsidans längd på marken.
- Flyghöjden över terrängens medelnivå inom fotograferingsområdet bör inte avvika med mer än 7 % från den planerade.
- Kameraxelns avvikelse från lodlinjen bör inte överstiga 5 gon.
- Övertäckningen i stråkkled bör ingenstans avvika med mer än 7 procentenheter från den planerade, när effekten av vridning inräknats.
- Förskjutningen i sidled mellan två angränsande flygbilder i ett fotostråk bör, inklusive eventuell vridning, inte överstiga 20 mm i bildens skala.
- I varje bild bör minst fyra av rammärkena ha avbildats. Dock måste ovillkorligen minst tre, fördelade runt ramen, ha avbildats.
- Exponering och framkallning avpassas så, att exponeringsomfånget utnyttjar svärtningskurvans räta del, och att negativets svärtningsomfång blir cirka  $\Delta D = 0.9$  ( $D_{min} = 0.4$ ,  $D_{max} = 1.3$ ). Färgfilmer framkallas så, att de tre skiktens svärtningskurvor blir möjligast parallella.

Diapositiv för fotogrammetrisk mätning och för ortofoto bör framställas med kontrastutjämning och på dimensionsstabil material, i första hand på polyesterfilm. Därvid tillses, att rammärkena avbildas skarpt och med tillräcklig kontrast.

### 4.3 Granskning av fotografisk bildkvalitet

Bildproducenten upprättar ett granskningsprotokoll (s.k. stråklapp) stråkvis över flygfotograferingens resultat. I detta redovisas uppgifter om

- använd kamera och objektiv
- tidpunkt för flygfotograferingen
- filmtyp
- övertäckning i stråkled och mellan stråk
- användning av bildrörelsekompensation, gyrostabilisering och satellitpositionering
- eventuella vridningar och sidoförskjutningar
- den relativa skugglängden
- eventuell förekomst av moln och molnskuggor
- eventuell ojämn belysning
- disets täthet och/eller siktlängd vid fotograferingstillfället
- eventuella anmärkningar i övrigt.

I samma protokoll bör dessutom anges ett betyg för den fotografiska bildkvaliteten. Denna bedöms stråkvis i negativen på ljusbord med hjälp av lupp. Därvid beaktas kriterier avseende bildens skärpa och kontrastförhållanden, belysningens jämnhet och effekter av dis och bildrörelse. Granskning och betygssättning bör i möjligaste mån utföras av person med erfarenhet från arbete i stereoinstrument.

Godkända bildstråk bör ges något av följande kvalitetsbetyg:

- 7 Fullständigt jämn belysning  
Perfekt gradation  
Ingen inverkan av dis eller bildrörelse
- 6 Jämn belysning  
Mycket god gradation  
Ingen märkbar inverkan av dis eller bildrörelse
- 5 Jämn belysning  
God gradation  
Obetydlig inverkan av dis eller bildrörelse
- 4 Huvudsakligen jämn belysning  
Acceptabel gradation  
Viss inverkan av dis eller bildrörelse
- 3 Ojämn belysning  
Ej alltför god gradation *eller* inverkan av dis eller bildrörelse  
Bilderna skall emellertid vara användbara för normal fotogrammetrisk mätning eller bildtolkning
- 2 - 1 Oskarpa bilder eller bilder med andra defekter av betydelse.  
Bilderna har dock godkänts av speciella skäl

Om ett stråk uppvisar stora kvalitetsskillnader, kan delar av det ges olika betyg.

## 5 STEREOINSTRUMENT OCH ORIENTERING

### 5.1 Kontroll och justering

Stereoinstrument i regelbundet bruk bör kontrolleras med avseende på justeringstillstånd och geometrisk kvalitet minst en gång per år och dessutom efter varje justering. Resultatet av kontrollen bör redovisas i protokoll.

För kontrollmätning används gitter, där punkternas lägen är bestämda med hög noggrannhet. Mätningen utförs separat för varje projektor (bildhållare) på minst 9 jämnt fördelade punkter, vilka täcker minst den yta som normalt utnyttjas vid mätning i instrumentet. Vid gittermätningen bör minst två inställningar göras på varje gitterpunkt. Inställning på en och samma punkt bör utföras från olika håll genom att punkterna genomlöps i omvänd ordning i varannan mätningssomgång.

Som mått på instrumentets geometriska kvalitet används det grundmedelfel som erhålls vid utjämning enligt minsta kvadratmetoden av gittermätningen i en projektor (bildhållare). Vid utjämningen sätts vikten för en mätning lika med 1.

Vid utjämningen används de parametrar, vilka kan kompenseras vid normal mätning i instrumentet. För analogt instrument används projektorns yttre orientering, dvs. tre translationer och tre rotationer. För analytiskt instrument används två translationer, en rotation, två skalfaktorer och bristande rätvinklighet.

Stereoinstrument bör ha sådant justerings- och kalibreringstillstånd att grundmedelfelet från utjämning av gittermätning uttryckt i bildens skala inte överstiger följande värden:

analogt stereoinstrument	0.007 mm
analytiskt stereoinstrument	0.003 mm
stereokomparator	0.002 mm

Enklare analytiskt instrument, avsett för mindre krävande tillämpningar, jämförelses i detta sammanhang med analogt instrument.

Kontroll av analogt stereoinstrument avseende geometrisk kvalitet och justeringstillstånd bör utföras genom gittermätning i tre plan.

Analogt instrument bör ha sådant justeringstillstånd, att fel i projektorkonstant och i huvudpunktens läge i x- respektive y-riktning inte överstiger 0.05 mm.

Stereoinstrument bör även kontrolleras genom mätning i gittermodell om minst 35 jämnt fördelade punkter. Vid kontroll genom mätning i gittermodell beräknas det kvadratiske medelvärdet av höjddifferenserna efter absolutorientering i höjd. För analogt instrument bör detta medelvärde inte överstiga 0.06 ‰ av projektionsavståndet i instrumentet. För analytiskt instrument bör motsvarande värde understiga 0.005 mm i bildskalan.

## 5.2 Orientering av stereomodell

### 5.2.1 Inre orientering

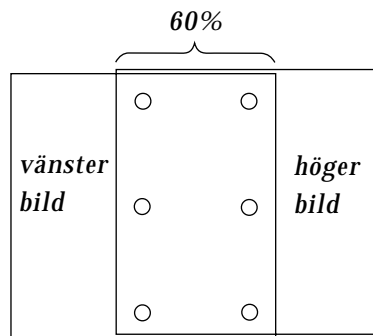
Inre orientering i analogt instrument innebär att på bästa sätt passa in flygbildens rammärken på markeringar i bildhållaren samt att ställa in korrekt projektorkonstant. Om flygbilden vid inpassningen visar sig ha tydlig dimensionsförändring bör projektorkonstanten korrigeras i proportion till denna förändring. Korrektion för kända systematiska fel bör utföras, till exempel för kamerans felteckning.

I ett analytiskt instrument utförs inre orientering genom mätning av bildens samtliga rammärken. Aktuell kamerakonstant, givna rammärkeskoordinater, och felteckning ges i form av numeriska värden. Korrektion för dimensionsförändring hos bilden bör ske genom en affin transformation.



### 5.2.2 Relativ orientering

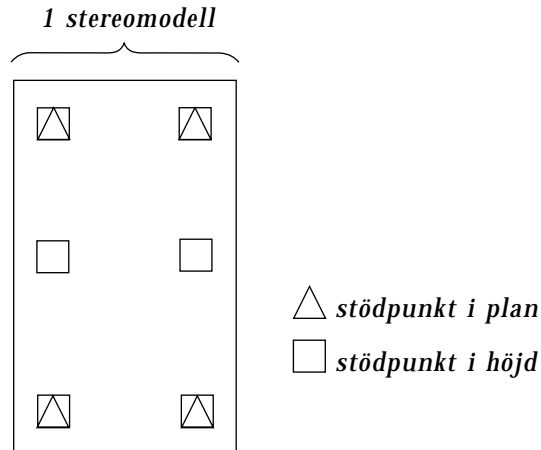
Vid relativorientering i analytiskt instrument bör vertikalparallaxer mätas i minst sex men helst 8 - 12 punkter. I första hand mäts punkter belägna i de s.k. "von Gruber-lägena" (se figur 5.1). Om vertikalparallaxer mäts i ytterligare punktlägen bör dessa lokaliseras mitt emellan de sex nämnda lägena.



**Figur 5.1.** Punktlägen för relativorientering, de s.k. von Gruber-lägena.

### 5.2.3 Absolut orientering

Vid absolutorientering bör minst fyra stödpunkter i plan och sex stödpunkter i höjd eftersträvas. Stödpunkterna bör vara väl fördelade i stereomodellen. Stödpunktlägena i figur 5.2 sammanfaller med lägena för konnektionspunkter vid blocktriangulering, jämför avsnitt 6.2.2 och figur 6.1.



*Figur 5.2. Ideala stödpunktslägen för absolutorientering.*

Om absolutorienteringen baseras enbart på stödpunkter från äldre blocktrianguleringar, exempelvis i samband med ajourhållning, bör åtminstone 15 - 20 punkter användas.

För vidvinkelkamera och 60 % övertäckning bör det kvadratiska medelvärdet av restfelen i plan vid absolutorientering i analytiskt instrument inte överstiga 0.08 ‰ av flyghöjden. Det kvadratiska medelvärdet av restfelen i höjd bör inte överstiga 0.12 ‰ av flyghöjden.

Vid absolutorientering i analogt instrument bör motsvarande värden inte överstiga 0.10 ‰ av flyghöjden respektive 0.15 ‰ av flyghöjden.

#### 5.2.4 Redovisning av orienteringen

Resultatet från orienteringen ska på anmodan kunna redovisas i protokoll eller på datamedium. Redovisningen bör omfatta:

- ärende och mätdatum
- identifikation av flygbildsmaterialet
- identifikation av stereoinstrumentet
- punktnummer och restfel i använda stödpunkter i plan och höjd
- kvadratisk medelvärde av restfelen i plan och höjd efter absolutorientering
- värden på samtliga orienteringselement.

Vid orientering i analogt instrument redovisas även:

- inställda projektorkonstanter
- uppgift om eventuell korrektionsplatta.

Vid orientering i analytiskt instrument redovisas även affiniteten vid rammärkestransformationen och restfel från vertikalparallaxmätningen.



## 6 FOTOGRAMMETRISK STÖDPUNKTSFÖRTÄTNING

### 6.1 Allmänt

Fotogrammetrisk stödpunktsförtätning utförs i form av blocktriangulering i ett eller flera stråk. Skiss i lämplig skala bör i förväg upprättas över blockområdet. På denna redovisas läget av stråk, bildcentra samt geostödpunkter.

Korrekationer för kamerafelteckning, atmosfärens refraktion och filmdeformation bör appliceras på mätdata.

Mätning för fotogrammetrisk stödpunktsförtätning bör utföras i stereoinstrument som uppfyller noggrannhetskraven för analytiskt stereoinstrument (se avsnitt 5.1). Vidare bör sådana metoder användas som medger att systematiska fel kan korrigeras och att grova fel kan upptäckas och elimineras redan vid mätningstillfället.

### 6.2 Stödpunkter

Antal och lägen för geostödpunkter i plan och höjd för blocktriangulering redovisas under avsnitt 2.2.4.

#### 6.2.1 Naturliga geostödpunkter

Eventuella brister i stödpunktsunderlaget, exempelvis beroende på bortfall av signalerade stödpunkter, kan avhjälpas genom att naturliga detaljer som är synliga i bilderna mäts in geodetiskt. Mätningen utförs från det geodetiska stomnätet med betryggande kontroll och med samma noggrannhet som vid inmätning av signaler.

Som naturliga geostödpunkter i plan väljs skarpt definierade punkter i bilden och i terrängen. Lämpliga punkter kan till exempel vara rännstensbrunnar, stakethörn, brunnslock eller målade trafiklinjer. För kontroll och för att garantera en noggrann absolutorientering inmäts två närbelägna planstödpunkter i varje planerat stödpunktsområde.

Som naturliga geostödpunkter i höjd väljs ytor, som är väl definierade i höjddled i terrängen och som medger en säker höjdställning av mätmärket i stereomodellen. I bilaga E illustreras några vanliga fall vid val av naturlig stödpunkt i höjd med exempel på lämpliga respektive olämpliga val av punktlägen.

Markytan i punktens omgivning bör vara så horisontell som möjligt. Stödpunkt i höjd behöver inte sammanfalla med en detalj i bilden. Läget av punkten kan anges i förhållande till en eller flera detaljer. För kontroll bör i varje planerat stödpunktsläge inmätas minst två närbelägna stödpunkter i höjd.

Starkt överstrålade mark såsom grustag, grusvägar (särskilt nyanlagda), slitna asfaltytor, ljust berg, torr och ljus åker osv., bör undvikas.

Om stödpunkt i höjd väljs på eller intill linjeformade objekt såsom vägar, skuggor av träd, ledningsstolpar, hus och dylikt, bör dessa ha utsträckning tvärs stråkriktningen (dvs vinkelrätt mot flygriktningen). Den fotogrammetriska höjdmätningen kan då göras noggrannare.

Om vattenyta eller strandlinje utnyttjas som naturligt höjdstöd är det viktigt att säkerställa att dess höjdbestämmning avser det vattenstånd som rådde vid fotograferingstillfället.

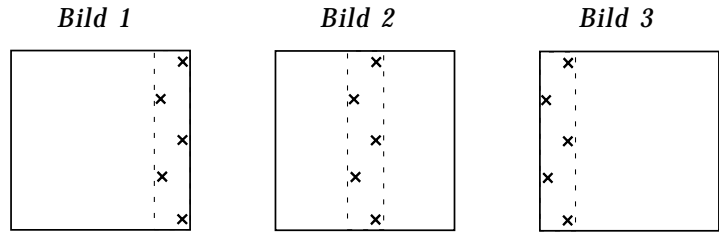
Läget för naturlig stödpunkt i höjd markeras och numreras i den flygbild där den framträder bäst.

Vid behov upprättas en skiss i större skala på bildens baksida eller på separat blankett. Skissen utvisar den höjdbestämda punktens läge i förhållande till närbelägna terrängföremål.

### 6.2.2 Konnektionspunkter

Före mätning för blocktriangulering måste bildmaterialet förses med ett antal konnektionspunkter inom vissa lägen för att ett bra mättings- och beräkningsresultat skall erhållas. Dessa punkter kommer även att tjäna som fotostödpunkter vid senare absolutorientering för den fotogrammetriska detaljmätningen. Två typer av punkter kan användas: naturliga punkter, dvs. väldefinierade detaljer i bilderna, eller konstgjorda punkter, dvs. borrarade eller stuckna hål i filmskiktet i en av bilderna i en modell.

För att erhålla god konnektion mellan modeller i stråk bör fem konnektionspunkter användas. Dessa lokaliseras i bild 2 i det gemensamma området för bild 1 och 3, se figur 6.1.



*Figur 6.1. Princip för lokalisering av konnektionspunkter mellan modeller i stråk.*

Om naturliga konnektionspunkter används kontrolleras att den utvalda detaljen syns i alla tre bilderna. Om risk för förväxling föreligger bör detaljen markeras på det mellersta diaPOSITIVET, dvs. i bild 2 enligt figur 6.1. Används konstgjorda punkter bör dessa markeras i bild 2.

Förutom konnektionspunkter inom stråk, krävs för varje modell också konnektionspunkter mellan stråken. Dessa kan utgöras av signalerade stödpunkter som ligger inom övertäckningszonen och som mäts i båda stråken, av utvalda naturliga punkter eller, särskilt i detaljfattig terräng, av konstgjorda punkter. Om enbart naturliga punkter utnyttjas bör dessa, av tillförlitlighetsskäl, vara minst tre per modell i stråkets längdriktning. Användning av konstgjorda konnektionspunkter mellan stråk förutsätter att dessa överförs mellan stråken med hjälp av punktöverföringsinstrument under stereobetraktning.

Om naturliga fotostödpunkter, för användning vid framtida ajourhållning, ska bestämmas i samband med stödpunktsförtätningen bör sådana detaljer väljas som bedöms ha hög varaktighet och stabilt läge.

## 6.3 Beräkning av block

### 6.3.1 Blockutjämning

Utjämningsberäkningen vid fotogrammetrisk stödpunktsförtätning kan ske enligt två principer, strålkärveutjämning eller modellvis utjämning. Blockutjämningen kan avse förtätning enbart i plan eller i både plan och höjd och ställer då olika krav på tätheten av de geodetiska höjdstödpunkterna, se avsnitt 2.2.4. Utförs förtätning i både plan och höjd i form av modellvis

utjämning bör koordinater för varje modells båda projektionscentra bestämmas och tas med i utjämningen. Effekten av jordkrökning bör alltid beaktas i utjämningsberäkningen.

Det medelfel som kan förväntas i nybestämda punkter är beroende av de geodetiska stödpunkternas täthet. Den täthet som rekommenderas i avsnitt 2.2.4 och i bilaga B.1 resulterar erfarenhetsmässigt i punktmedelfel av storleksordningen en till två gånger grundmedelfelet i blockutjämningen. Med glesare geodetiskt stöd ökar punktmedelfelet.

Grundmedelfelet vid strålkärveutjämning bör ej överstiga 0.008 mm i bildskalan. Vid modellvis utjämning bör grundmedelfelet i plan respektive höjd ej överstiga 0.08 % respektive 0.12 % av flyghöjden.

Används GPS-teknik för bestämning av projektionscentras relativa lägen inom respektive stråk, bör medelfelet i GPS-bestämningen ej överstiga 0.1 % av flyghöjden.

### 6.3.2 Redovisning

I beräkningsresultatet från en blockutjämning bör följande redovisas:

- skala, blockgeometri, grova fel som identifierats och eliminerats
- grundmedelfel för hela utjämningen samt antalet överbestämningar
- restfel i observationer på givna stödpunkter
- restfel i observationer på nybestämda utjämnade punkter.



## 7 FOTOGRAMMETRISK DETALJMÄTNING

### 7.1 Allmänt

I detta avsnitt behandlas fotogrammetrisk mätning av olika typer av objekt i plan och höjd. Vidare berörs olika faktorer som måste tas i beaktande vid uppbyggnad av databaser med hjälp av fotogrammetrisk datainsamling. För den kartografiska redovisningen av mätningen hänvisas till HMK-Ka.

Den indirekta form av mätning som den fotogrammetriska tekniken innebär medför vissa begränsningar i möjligheten att fritt välja inmätningpunkter på olika mätningsobjekt. Den främsta orsaken till detta är bildens centralprojektion som medför att vissa delar av objekten är synliga i stereomodellen medan andra delar är skymda, antingen helt och hållet eller i den ena bilden.

De typer av objekt som har utsträckning i höjddled kan därför inte alltid, eller endast med svårighet, mätas in på ett konsekvent sätt i höjd. Grundregeln är då att registreringen sker där bästa möjliga inställning i plan erhålls. Detta innebär, att det registrerade höjdvärdet för exempelvis stolpar och staket i vissa fall avser toppen, i andra fall avser markytan. För väglinjer och liknande är det däremot naturligt att de registrerade punkterna avser markytan och även att den linje som sammanbinder dessa punkter väl följer markytans höjdprofil.

Om de registrerade punkterna förväntas komma att användas för speciella ändamål, till exempel som indata till digital höjdmodell, är det väsentligt att kunna avgöra vilka punkter som representerar markytan. I sådana fall är det nödvändigt med olika koder för att markera om ett objekt är registrerat på markytan eller ej.

Många moderna stereoinstrument ger möjlighet att inspegla digital vektorinformation i stereomodellen. Detta kan utnyttjas vid revidering genom att befintliga data presenteras överlagrade på nytt bildmaterial varefter förändringar kan registreras. För att den inspeglade informationen ska presenteras i korrekt läge i förhållande till stereomodellen krävs tredimensionella data.

Ett annat fall då särskilda krav ställs på datainsamlingen är när slutna ytor ska konstrueras utifrån mätta begränsningslinjer. Normalt krävs då exakt anslutning mellan olika begränsningslinjer och vidare kan det vara nödvändigt att registrera fiktiva linjer för att sluta vissa ytor.

Systematisk tredimensionell registrering, liksom anpassning för konstruktion av ytojekt, höjer givetvis användbarheten av informationen men ställer samtidigt högre krav på datainsamlingen. En sammanvägning av behov och kostnader måste göras för det enskilda projektet utifrån ändamålet med datainsamlingen. Om krav av den typ som här beskrivits föreligger är det väsentligt att dessa tydligt klargörs för att kunna beaktas vid datainsamlingen.

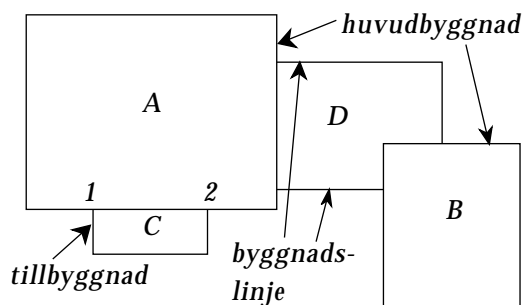
De följande avsnitten redovisar hur olika typer av objekt i normala fall mäts in vid fotogrammetrisk datainsamling. I vissa fall kommenteras olika alternativa sätt för inmätning och de skillnader i objektrepresentation som dessa innebär. Innan den fotogrammetriska datainsamlingen påbörjas, kompletteras och preciseras vid behov denna grundbeskrivning med de specialkrav som gäller för det aktuella projektet.

Objekt vars läge inte kan mätas in med tillräcklig noggrannhet i plan bör redovisas med avvikande kodning/färg på verifikationsritning för att kunna kontrolleras vid fältbesök.

## 7.2 Plandetaljer

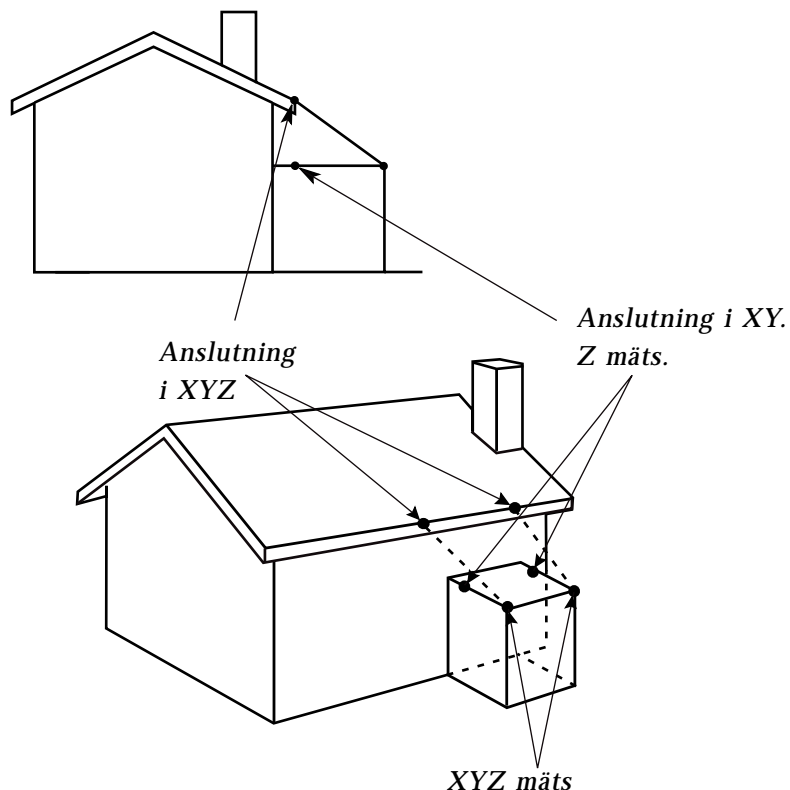
### 7.2.1 Byggnader

Vid mätning av byggnader registreras takkonturen för huvudbyggnader och tillbyggnader samt för byggnadslinjer som förbinder de olika huskropparna. Om byggnader/tillbyggnader ska behandlas som slutna ytor medför detta speciella mätrutiner, se figur 7.1.



**Figur 7.1.** Huvudbyggnaderna utgör slutna ytor A och B. Tillbyggnaden är öppen och sammanbindning mellan punkt 1 och 2 krävs för att den ska utgöra en sluten yta C. Motsvarande gäller för den mellanliggande byggnaden D.

I plan ansluts tillbyggnader och byggnadslinjer till byggnadens huvudkropp. Denna anslutning sker programmässigt vid mätningen. Hur sådan anslutning behandlar höjdvärdet kan dock variera. I figur 7.2 åskådliggörs effekten av olika anslutningssätt, anslutning i XYZ respektive mätning av Z och anslutning i XY. Skillnaden mellan dessa är av betydelse om en korrekt 3D-redovisning önskas i alla punkter.



**Figur 7.2.** Resultat av olika anslutningssätt vid tredimensionell mätning av tillbyggnader.

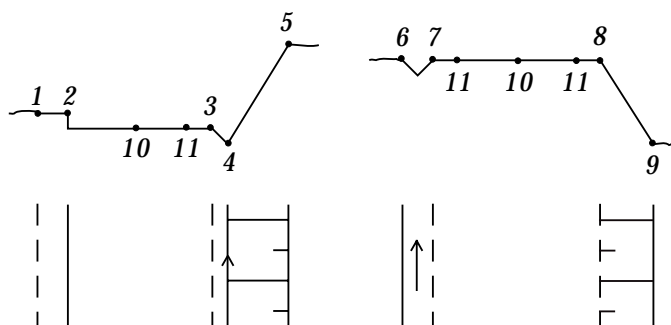
## 7.2.2 Vägar och gator

Vägar och gator mäts som kantlinje för vägbana alternativt kantsten och normalt utan att specificera väglklasser. Normalt avslutas vägbanekant vid infarter omedelbart innanför tomtgräns, medan väglinjer inne på tomtmark mäts med en separat

kod. Detta möjliggör, att de senare enkelt kan utelämnas vid ritning i mindre skalor. Utöver vägbanekant kan vid behov även körbanekant, vägområdesgräns eller vägmitt mätas. Stigar mäts normalt som mittlinje. Vad som ska mätas, mittlinje eller kantlinje, avgörs av flyghöjd samt av skala och utformning på avsedda ritade produkter. Figur 7.3 visar exempel på mätning av vägbana i anslutning till dike, bank/skärning och gång-/cykelbana.

### 7.2.3 Slänter

För slänt mäts begränsningslinjer vid överkant respektive underkant. Begränsningslinjerna kan utgöras av andra objekt såsom vägbanekant, dike osv. Lutningens riktning visas med hjälp av symboltecken. Som alternativ kan slänt redovisas med enbart höjdkurvor. Figur 7.3 visar exempel på mätning av slänter inom vägområde.

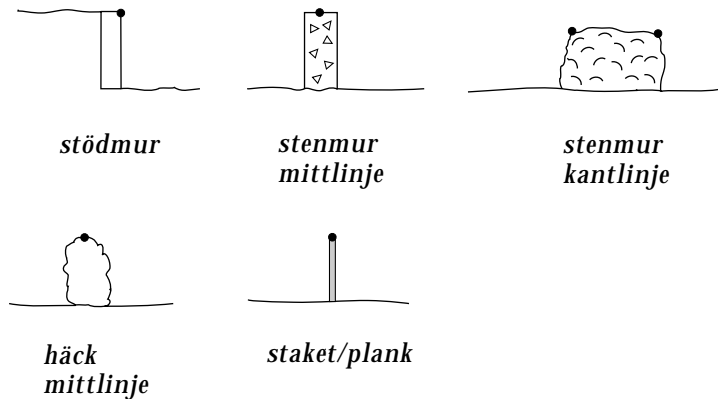


- 1 = Gång-/cykelbanekant, tillika vägområdesgräns
- 2 = Kantsten
- 3 = Vägbanekant
- 4 = Dikesmitt
- 5 = Släntkrön, tillika vägområdesgräns
- 6 = Dikeskant, tillika vägområdesgräns
- 7 = Vägbanekant, tillika dikeskant
- 8 = Vägbanekant, tillika släntkrön
- 9 = Släntfot, tillika vägområdesgräns
- 10 = Vägmitt
- 11 = Körbanekant (= målad trafiklinje)

*Figur 7.3. Mätning och uppritning av väg med angränsande detaljer.*

### 7.2.4 Hägnader

Staket och häck redovisas som mittlinje och med det höjdvärde som ger bästa noggrannhet i planbestämningen. Höjdvärdet är i detta fall inte entydigt. Plank mäts i överkant. Mur mäts i överkant som mittlinje eller kantlinjer beroende på bredd i förhållande till normal presentationsskala. Stödmur mäts i överkant med den höga sidan till höger i mätriktningen. Se figur 7.4. För den här gruppen av objekt kan det vara aktuellt att i samband med upphandling av mätning föreskriva annan mätprincip eller att olika koder skall användas för att markera var på objektet registrering skett.



Figur 7.4. Mätning av olika typer av hägnader.

### 7.2.5 Ägoslag

Olika ägoslag avskiljs genom ägoslagsgräns om andra naturliga avgränsningar saknas. Ägoslagen visas med hjälp av symboler.

### 7.2.6 Vattendrag

För sjöar och större vattendrag mäts strandlinje. För bäckar och diken mäts topografisk kantlinje alternativt mittlinje. För framställning av projekteringsunderlag kan även vattengångslinje (strandlinje) för mindre vattendrag behöva mätas in. Vid mätning av kantlinje redovisas strömriktningen med en pilsymbol.

Vid mätning av mittlinje bör observeras, att vissa datasystem kräver, att ordningsföljden på de registrerade punkterna följer strömriktningen.

### 7.2.7 Tekniska anläggningar

Stolpar mäts i möjligaste mån vid markytan. Vid större kraftledningarna mäts fundament i form av kantlinje, samt yttre trådar och tvärbalk. Brunnar av olika slag samt el- och teleskåp mäts i överenskommen omfattning och lagras som punktobjekt. För el- och teleskåp registreras normalt även skåpets riktning.

## 7.3 Höjdinformation

### 7.3.1 Höjdkurvor

Terrängens höjdförhållanden inmäts och återges normalt med höjdkurvor. I områden med flack terräng mäts även höjdpunkter mellan höjdkurvorna samt i hög- och lågpunkter. Höjdkurvor med osäkert läge markeras med särskild kod (ritas normalt streckat), t.ex. i områden med tät skog. Alternativt kan områden där höjdkurvor inte kunnat registreras med tillräcklig noggrannhet avgränsas med en linje och markeras med en symbol eller text som anger orsaken. I sådana områden mäts enstaka höjdpunkter där det går att se marken.

Höjdpunkter mäts även i vägkorsningar samt i brytpunkter längs gator, vägar och på andra plana ytor såsom parkeringsplatser och torg.

### 7.3.2 Digital höjdmodell

Ett alternativ till mätning av höjdkurvor för redovisning av terrängens höjdförhållanden är mätning av digital höjdmodell.

Fotogrammetrisk datafångst för uppbyggnad av digital höjdmodell kan ske genom mätning av brytlinjer, mätning av markhöjder i ett regelbundet rutnät eller, vanligast, genom en kombination av båda.

Brytlinjer är linjer som följer skarpa förändringar i markytans lutning framför allt vid anlagda markkonstruktioner såsom slänter,

diken osv. Vissa plandetaljer kan således samtidigt utgöra brytlinjer. Även enskilda hög- och lågpunkter, extrempunkter, registreras. Brytlinjer och extrempunkter bidrar till en mer korrekt representation av markytan och ökar därigenom kvaliteten på de produkter som genereras ur höjdmodellen.

Valet av punktavstånd vid mätning av regelbundet rutnät är beroende av de ändamål höjdmodellen är tänkt att användas för och av terrängens svårighetsgrad. Som tumregel kan ett punktavstånd om cirka 10 gånger den planerade ekvidistansen vid höjdkurvritning tillämpas.

Analytiska stereoinstrument är mycket väl lämpade för mätning i rutnätsform, eftersom förflyttningen mellan rutnätspunkterna kan utföras automatiskt. I småkuperad och varierad terräng kan det vara fördelaktigt att utnyttja s.k. progressiv mätning. Denna form av mätning innebär att ett relativt glest rutnät först mäts, varefter instrumentet programmässigt styrs till de terrängpartier där på grund av höjdskillnader ytterligare mätpunkter krävs. Rutnätet förtätas där successivt tills en godtagbar detaljeringsgrad i terrängåtergivningen uppnås.

Resultatet från den fotogrammetriska mätningen bearbetas normalt i efterhand i särskild programvara för att bygga upp den digitala höjdmodellen. Mätningen av brytlinjer, extrempunkter och/eller höjdrutnät kan behöva anpassas till den typ av programvara som avses användas för att generera höjdmodellen.

Från en digital höjdmodell kan flera olika typer av produkter genereras programmässigt såsom höjdkurvor med valbar ekvidistans, interpolerade höjdvärden i godtyckliga punkter, höjdprofiler och siktdiagram. Vidare kan volymbereäkning, terrängskuggning och lutningsbereäkning utöras. I jämförelse med direkt registrerade höjdkurvor får kurvor som interpolerats från digital höjdmodell i allmänhet ett något mer schematiskt utseende. Undanhållning av höjdkurvor för exempelvis hus och vägar kräver att slutna ytor finns definierade för dessa objekt.

Noggrann volymbestämning eller projektering med utnyttjande av digital höjdmodell ställer normalt högre krav på modellens geometriska kvalitet än exempelvis ritning av höjdkurvor. Punkttäthet och detaljeringsgrad hos brytlinjer måste vid sådana tillämpningar anpassas till de aktuella noggrannhetskraven.





## 8 ORTOPROJEKTION

Exponering och framkallning av bildmaterial för ortofotokartor utförs så, att jämnast möjliga bildkvalitet erhålls för det aktuella kartläggningsområdet.

Framställning av ortofoto förutsätter kännedom om terrängens höjdförhållanden i form av höjdprofiler eller höjdrutnät. Höjdinformationen kan framställas genom mätning i stereoinstrument eller på annat sätt.

Vid exponering av ortofoto används film med hög dimensionsstabilitet.

Normalt kan ortofoton framställas i en skala som är 3 – 6 gånger större än flygbildens skala.

Framställning av ortofotokartor i stora skalor är inte lämpligt över områden med tät och hög bebyggelse eller med barrskog.

Den relativa noggrannheten i ett ortofoto, dvs. exklusive fel vid inpassning i ett yttre koordinatsystem, kan schablonmässigt beräknas enligt följande formel (källa: OEEPE Official Publication No 25):

$$s^2 = 0.75 \cdot \left( \frac{m_b}{15000} \right)^2 + 0.20 \cdot \left( \frac{m_h}{15000} \right)^2 + 0.25 \cdot \left( \frac{m_o}{5000} \right)^2$$

där:

$s$  = medelfel i plan (m)

$m_b$  = flygbildens skalfaktor

$m_h$  = skalfaktor för flygbilder som använts för att generera höjdmodellen

$m_o$  = ortofotots skalfaktor

Schablonformeln är i första hand giltig för flygbildsskalor ( $m_b$  och  $m_h$ ) inom området 1:16 000 – 1:60 000 och för ortofotoskalor ( $m_o$ ) inom området 1:5 000 – 1:25 000, men kan med godtagbar precision även tillämpas på ortofotoskalor upp till 1:2 000.

Orienteringsdata och övriga data som rör höjdmätning och ortoprojektion redovisas i särskilda protokoll.



## 9 FÄLTKONTROLL OCH FÄLTKOMPLETTERING

Efter avslutad fotogrammetrisk mätning kontrolleras kartinformationen och kompletteras i fält. Vid fältkontrollen jämförs kartbilden med terrängen för kontroll av informationens kvalitet med avseende på dess fullständighet, riktighet och lägesnoggrannhet. Feltolkning av mätobjekt rättas till och kartinformationen kompletteras om så erfordras med detaljer som inte kommit med vid den fotogrammetriska mätningen.

Fältkompletteringens omfattning avgörs av den tidpunkt till vilken informationen ska hänföra sig. Denna kan väljas till tidpunkten för flygfotograferingen, tidpunkten för fältkontrollen eller annat datum som beställare och producent kommit överens om.

Kontroll av fotogrammetriska mätdatas geometriska noggrannhet utförs genom stickprovsmätning med geodetisk teknik med utgångspunkt från stornätet. Antalet kontrollpunkter bör vara minst 10, jämnt fördelade över området. Det kvadratiske medelvärdet av motsägelserna mellan de från kontrollmätningen erhållna koordinaterna och de ur den fotogrammetriska mätningen erhållna koordinaterna beräknas enligt nedanstående formler:

$$\hat{s}_p = \sqrt{\frac{\sum e_x^2 + \sum e_y^2}{n}} \quad \hat{s}_h = \sqrt{\frac{\sum e_h^2}{n}}$$

där:

$$\begin{aligned} \hat{s}_p, \hat{s}_h &= \text{kvadratiskt medelvärde av motsägelser i} \\ &\quad \text{plan respektive höjd.} \\ e_x, e_y, e_h &= \text{motsägelse i x, y, respektive höjd} \\ n &= \text{antalet kontrollpunkter} \end{aligned}$$

Beräknade kvadratiska medelvärden i plan respektive höjd för distinkta detaljer bör ej överstiga 2 gånger de värden som redovisas i tabell 2.1 under avsnitt 2.2.3.

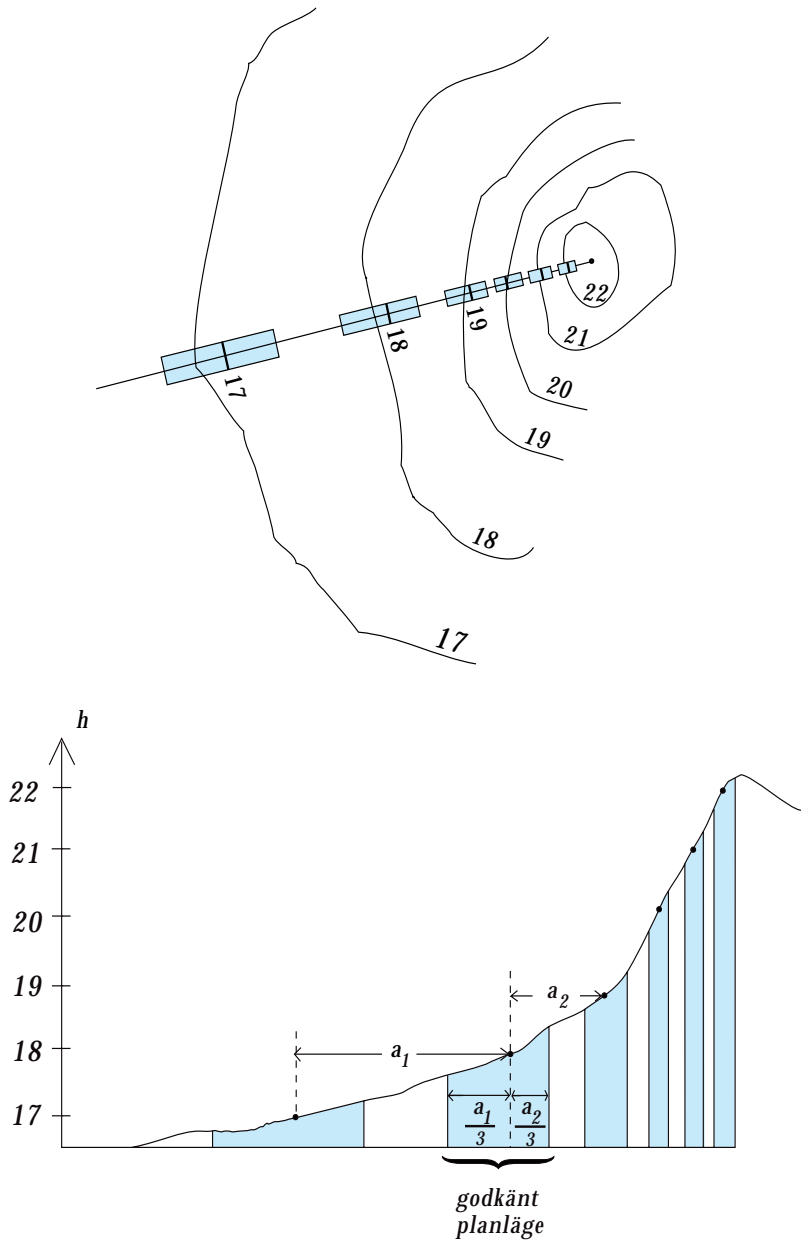
Ingen motsägelse i enskild punkt bör överstiga 3 gånger det beräknade kvadratiska medelvärdet.

Vid överskridande av något av dessa kriterier bör en mer omfattande kontroll och/eller närmare undersökning om orsakerna utföras.

Kontroll av höjdkurvors lägesnoggrannhet kan utföras genom att mäta en eller flera höjdprofiler fotogrammetriskt eller geodetiskt.

En höjdkurvas planläge bör vid jämförelse med höjdprofilen inte avvika med mer än  $1/3$  av avståndet till närmast intilliggande höjdkurva, se figur 9.1.

Kontroll bör utföras på minst fem ställen, jämt fördelade över området.



Figur 9.1. Kontroll av höjdkurvors noggrannhet med hjälp av uppmätt höjdprofil.



## 10 TILLSTÅND OCH SEKRETESS

Flygfotografering för kartläggningsändamål får ske först efter särskilt tillstånd. Frågan om tillstånd för sådan flygfotografering prövas av regeringen. En ny lag om skydd för landskapsinformation träder i kraft den 1 oktober 1994. Den innebär bl.a. att flygfotografering i princip får ske utan tillstånd med undantag av vissa områden. Se vidare HMK-Ju.

Bestämmelser om flygfotografering finns i 8 kap. luftfartslagen (SFS 1957:297 med ändring SFS 1986:166).

Regler för handhavande och spridning av flygbilds- och kartmaterial framgår av olika delar av lagstiftningen.

Lag om förbud mot spridning och utförelse av flygbilder återfinns i bildspridningslagen (SFS 1975:371).

I kartsekretessförordningen (SFS 1975:372) regleras vad som inte får framgå av kartor och flygbilder.

Flygbild som ej hemligförklarats men med stöd av 11 § kartsekretessförordningen återger anläggning enligt 4 § kartsekretessförordningen får ej utlämnas utan tillstånd av Lantmäteriverket. Karta som framställts från sådan bild överlämnas till Lantmäteriverket för sekretessgranskning.

Handhavande av hemliga handlingar regleras av Allmänna föreskrifter om tillämpningen av säkerhetsskyddskungörelsen (AF Säk 1970).

För ytterligare information angående regler rörande sekretess och spridning hänvisas till HMK-Ju.





## 11 REDOVISNING

I redogörelse för det fotogrammetriska arbetet redovisas i tillämpliga delar:

- 1: Arbetets omfattning
- 2: Plan för flygfotografering
- 3: Signaleringsplan
- 4: Granskningsprotokoll för flygbilder
- 5: Redogörelse för värdering av befintligt bildmaterial
- 6: Utnyttjade stompunkter. Lägen och koordinatförteckning
- 7: Redogörelse för blocktriangulering
- 8: Stödpunkter. Lägen och koordinatförteckning
- 9: Redogörelse för fotogrammetrisk detaljmätning med bifogade stereoprotokoll
- 10: Förteckning över använda objekttypskoder
- 11: Redogörelse för framställning av ortofotokarta
- 12: Redovisning av fältkontroll och fältkomplettering
- 13: Förteckning över levererade produkter såsom:
  - utjämningsresultat från blocktriangulering
  - verifikationritningar/kartkoncept
  - renritade kartprodukter
  - transfereringsfil
  - ortofotokartor



## A PLANERING AV FLYGFOTOGRAFERING

Flyghöjd (m)	Negativ- skala 1:N	Bildsida i terräng- en (m)	Bas- längd (m)	Minsta sidlängd för kvadratisk signal (m)	Stråkvstånd i m vid sidövertäckning i % (effektiv stråkbredd)		
					30%	40%	45%
					$1.05 H_m$	$0.9 H_m$	$0.825 H_m$
$H_m$	$N = \frac{H_m}{0.15}$	$1.5 H_m$	$0.6 H_m$				
400	2700	600	240	0.25	420	360	330
450	3000	675	270	0.25	470	410	370
500	3300	750	300	0.30	530	450	410
600	4000	900	360	0.30	630	540	495
650	4300	975	390	0.30	680	590	535
700	4700	1050	420	0.35	740	630	580
800	5300	1200	480	0.35	840	720	660
900	5900	1350	540	0.40	950	810	740
1000	6700	1500	600	0.40	1050	900	825
1100	7300	1650	660	0.45	1160	990	910
1200	8000	1800	720	0.45	1260	1080	990
1300	8700	1950	780	0.50	1350	1170	1070
1400	9300	2100	840	0.50	1470	1260	1155
1500	10000	2250	900	0.50	1580	1350	1240
1600	10700	2400	960	0.60	1680	1440	1320
1700	11300	2550	1020	0.60	1790	1530	1400
1800	12000	2700	1080	0.60	1890	1620	1485
1900	12700	2850	1140	0.70	2000	1710	1517
2000	13300	3000	1200	0.70	2100	1800	1650
2300	15300	3450	1380	0.80	2420	2070	1900
2600	17300	3900	1560	0.90	2730	2340	2145
3000	20000	4500	1800	1.10	3150	2700	2475
3400	22700	5100	2040	1.30	3570	3060	2805
3800	25300	5700	2280	1.50	3990	3420	3135
4200	28000	6300	2520	1.70	4410	3780	3465
4600	30700	6900	2760	1.80	4830	4140	3795

Anmärkning: Tabellvärdena som är avrundade förutsätter kamerakonstanten 0.15 m, bildsidan 0.23 m och 60 % övertäckning i stråkledd.

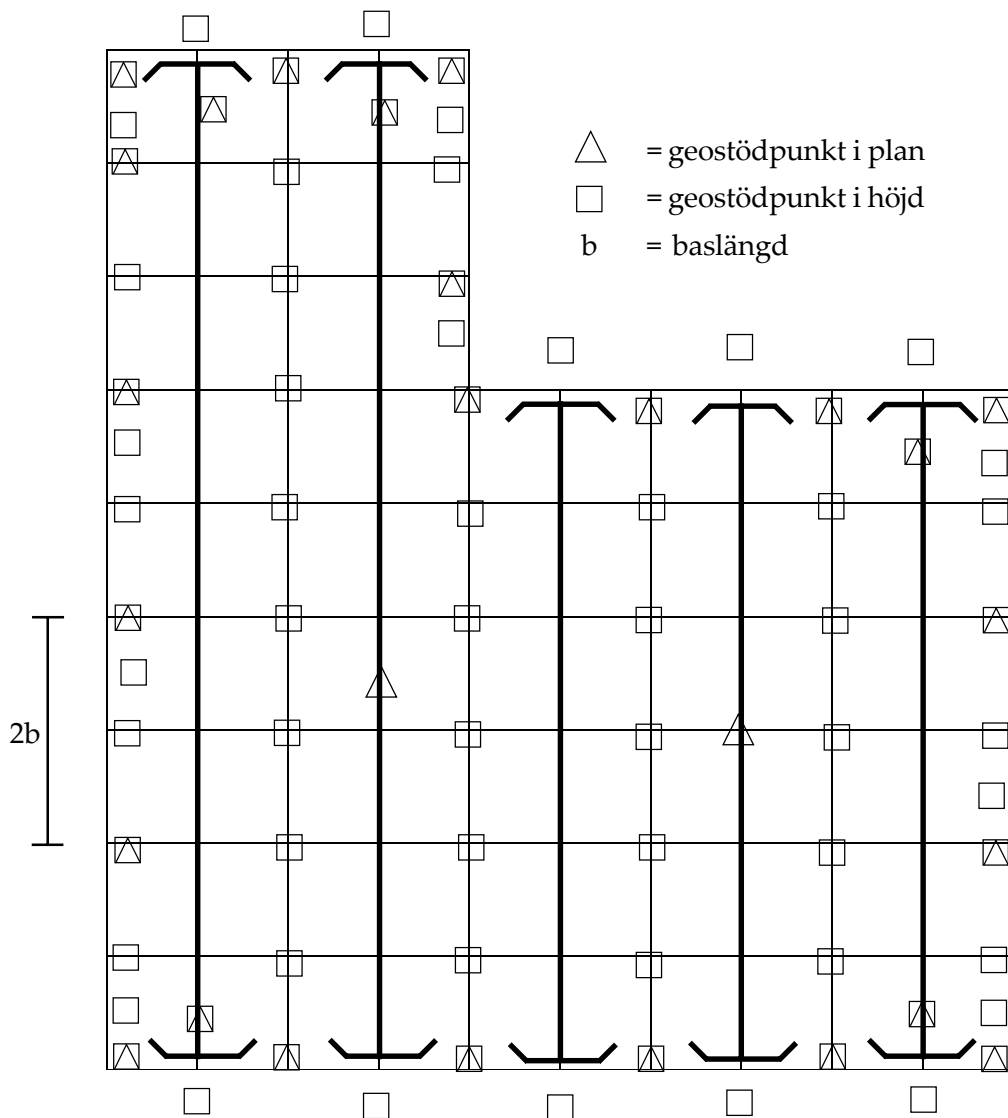


## B GEOSTÖDPUNKTER VID FOTOGRAMMETRISK STÖDPUNKTSFÖRTÄTNING

### B.1 Rektangulärt område – flera parallella stråk

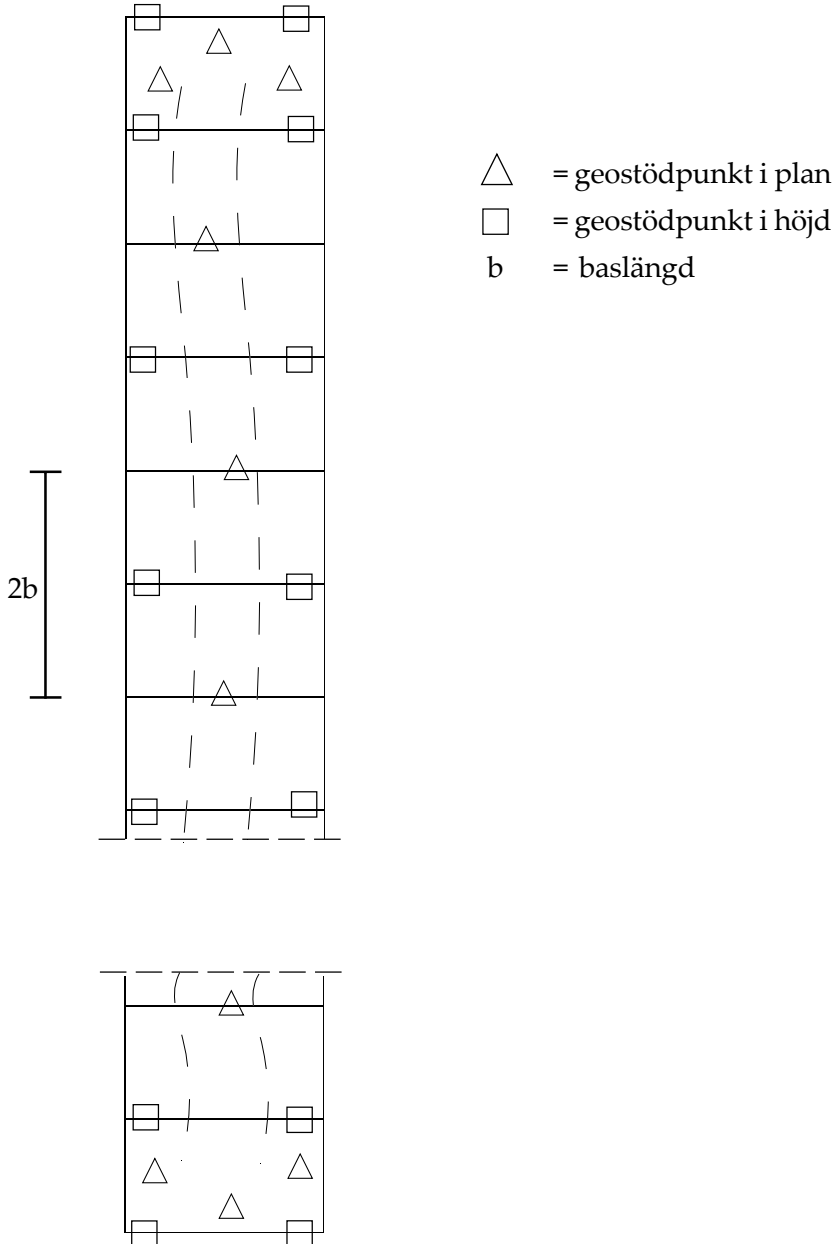
60 % övertäckning inom stråk

30 % övertäckning mellan stråk


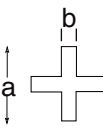
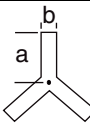

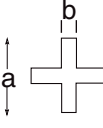
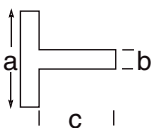
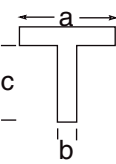
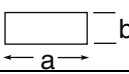


## B.2 Långsmalt område – enkelstråk

60 % övertäckning inom stråk



## C SIGNALFORMER

Signalerat objekt	Form	Minsta dimensioner (m) vid flyghöjd (m)			
		600	800	1000	1500
Stödpunkter	(1) 	a = 0.3	a = 0.35	a = 0.4	a = 0.5
	(2) 	a = 0.6 b = 0.1	a = 0.8 b = 0.15	a = 1.0 b = 0.15	a = 1.5 b = 0.25
Gränspunkter	(3) Som (1)	Som (1)	Som (1)	Som (1)	Som (1)
VA-anordningar	(4) 	a = 0.3 b = 0.1	a = 0.3 b = 0.15	a = 0.3 b = 0.15	
nedstigningsbrunn		(5) Hela brunnslocket	Hela brunnslocket	Hela brunnslocket	Hela brunnslocket
rännstensbrunn	(6) 	b = 0.1	b = 0.15		
brandpost	(7) 	a = lockbredd b = 0.1	a = 0.6 b = 0.15		
avstängningsventil	(8) 	a = 0.5 b = 0.1 c = 0.4	a = 0.6 b = 0.15 c = 0.45		
Teleledningar	(9) 	a = 0.5 b = 0.1 c = 0.4	a = 0.6 b = 0.15 c = 0.45		
brytpunkter		(10) 	a = 0.5 b = 0.2	a = 0.5 b = 0.2	
Elledningar					
brytpunkter	(11) Som (9)	Som (9)	Som (9)		
skåp	(12) Som (10)	Som (10)	Som (10)		

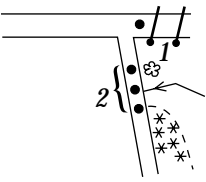
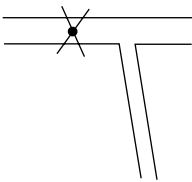
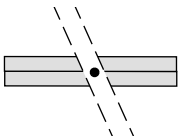
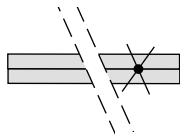
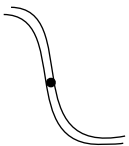
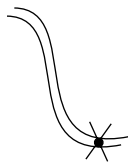
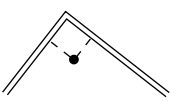
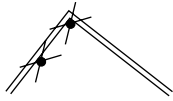
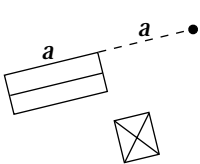
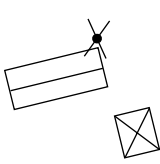

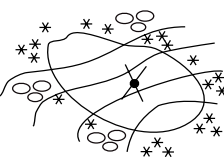








# E EXEMPEL PÅ VAL AV NATURLIGA STÖDPUNKTER I HÖJD

Flygstråkets riktning	
Lämplig lokalisering av stödpunkt i höjd	Olämplig lokalisering av stödpunkt i höjd
 <ol style="list-style-type: none"> <li>På väg vid skuggor av ledningsstolpar.</li> <li>På sidoväg mitt för träd, dike eller åkerkant.</li> </ol>	 <p>På väg</p>
 <p>På bro över dike</p>	 <p>På botten av dike</p>
 <p>På skogsväg mitt emellan två kurvor under förutsättning att vägbanan är horisontell.</p>	 <p>På väg</p>
 <p>Vid åkerhörn, omkring 4 meter från åkerkanten (i själva hörnet eller omedelbart intill dikena är åkerytan ofta ojämn och höjden ej representativ för näraliggande del av åkern).</p>	 <p>Mindre lämpligt såvida ej åkern är absolut plan.</p>
 <p>På gårdsplan, avståndet a meter från hörnet i förlängningen av byggnadens (längd = a meter) norra långvägg.</p>	 <p>Intill byggnader är det ofta svårt att stereoskopiskt mäta höjden.</p>
 <p>På myr eller skogsglänta mitt emellan två träd.</p>	 <p>På skogsglänta i backsluttning</p>



# SAKREGISTER

## A

Absolut orientering 39  
Analogt stereoinstrument 10, 37  
Analytiskt stereoinstrument 10, 37  
Anliggningsram 31

## B

Befintligt bildmaterial 21  
Bildbetyg 35, 36  
Bildrörelsekompensation 9, 33  
Bildtolkning 5  
Bladindelning 17, 18  
Blocktriangulering 13, 43  
Brytlinjer 52

## D

Detaljmätning 47  
Diapositiv 34  
Digital fotogrammetri 4  
Digital höjdmodell 52  
Däcksel 24

## E

Excentrisk signalering 27  
Exponeringstid 33  
Extrempunkter 53

## F

Felteckning 32, 38  
Fjärranalys 4  
Flyghöjd 9, 34  
Flygkameror 9, 31  
Fotografisk bildkvalitet 10, 35  
Fotogrammetrisk ajourhållning 14, 40, 45  
Fotostompunkter 19  
Fotostödpunkter 13, 44  
Fältkomplettering 57  
Fältkontroll 57  
Färgfilm 8, 17

## G

Geostödpunkter 13, 14  
GIS 7  
Gittermätning 37  
GPS 16, 18, 46

## H

Höjdkurvor 52  
Höjdpunkter 52  
Höjdstödpunkter 13

## I

Inre orientering 38  
Inspeglning 47  
IR-färgfilm 5, 9  
Isytor 31

## K

Kamerakonstant 9, 32  
Konnektionspunkter 44  
Kontaktkopior 28  
Kontrast vid signalering 21, 26  
Korrelation 4

## L

Ljusavfall 9, 32

## M

Modellvis utjämning 45  
Målad signal 23, 27

## N

Naturliga geostödpunkter 43

## O

Objektiv 9, 32  
Orientering  
absolut 39  
inre 38  
redovisning 41  
relativ 39  
Ortofoto 3, 17, 18, 55

### P

Plandetaljer 48  
Planstödpunkter 13  
Progressiv mätning 53  
Projektorkonstant 38  
Provfält 31

### R

Rammärken 31, 32, 34, 38  
Redogörelse 63  
Relativ orientering 39  
Relativ skugglängd 33  
Rutnätsmätning 52

### S

Sekretess 61  
Signal  
    centrering 24  
    form 20  
    färg 20  
    höjd 28  
    inmätning 24  
    inventering 28  
    kontrast 21, 26  
    miljö 27  
    målad 23  
    storlek 20, 21  
Signaleringskarta 19  
Signaleringsplan 19  
Signaleringsprotokoll 27  
Skivsignal 23  
Stereoinstrument 37  
    analogt 10, 37  
    analytiskt 10, 37  
    kontroll 37  
Strålkärveutjämnning 45  
Stödplatta 31  
Stödpunkter 13, 39, 43  
Stödpunktsförtätning 13, 43  
Svart/vit film 8

### T

Tillstånd för flygfotografering 61  
Tolkning av objekt 9, 12

### V

Vertikalparallax 39  
Vidvinkelobjektiv 9  
Von Gruber-lägen 39

### Ö

Överstrålning 20  
Övertäckning  
    i stråkledd 18, 34  
    mellan stråk 16