

HMK
- handbok i mät- och kartfrågor

Bilddata

2014



Förord 2014

HMK-Bilddata 2014 är den andra versionen av projektet Geodattainsamlings pilotdokument, HMK-Bilddata 2013. Jämfört med föregående version har dokumentet, med anledning av utgivningen av HMK-Ortofoto 2014, kompletterats med information om bilddata för ortofotoframställning.

Uppdateringarna har utförts av Thomas Lithén, Lantmäteriet. I arbetsgruppen har även Helén Rost, Blom Sweden AB, Per Isaksson och Joakim Fransson, Trafikverket, Jan Wingstedt, Jönköpings kommun, och Lena Morén, Lantmäteriet ingått.

Luleå 2014-12-18

/Marianne Orrmalm, Projektledare Geodattainsamling

[Samlade Förord](#)

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	5
2	Teknisk specifikation.....	6
2.1	Allmän beskrivning.....	6
2.2	Specifikation av utgångsmaterial.....	7
2.3	Specifikation av produkten.....	7
2.3.1	Val av HMK-standardnivå.....	10
2.3.2	Geometrisk upplösning.....	10
2.3.3	Lägesosäkerhet.....	11
2.3.4	Övertäckning.....	12
2.3.5	Bildkvalitet.....	13
2.3.6	Solvinkel/skugglängd.....	14
2.3.7	Fotograferingsperiod.....	15
2.3.8	Bildtyp och färgdjup.....	16
2.3.9	Tilläggspecifikation av produkten.....	17
2.4	Specifikation av leverans.....	18
2.4.1	Referenssystem.....	18
2.4.2	Stråk- och stödplan.....	19
2.4.3	Markstöd.....	19
2.4.4	Bilddata samt orienteringsdata ur GNSS/INS.....	19
2.4.5	Orienteringsdata ur blocktriangulering.....	21
2.4.6	Tilläggspecifikation av leverans.....	21
3	Genomförande.....	22
3.1	Planering av stråk och markstöd.....	22
3.1.1	Val av flyghöjd och stråkplanering.....	22
3.1.2	Planering av markstöd.....	23
3.1.3	Leverans.....	24
3.2	Signalering och inmätning av markstöd.....	25
3.2.1	Leverans.....	25
3.3	Insamling av bild- och GNSS/INS-data.....	26
3.3.1	Fotografering.....	26
3.3.2	Bearbetning av bilder.....	27
3.3.3	Beräkning av orienteringsdata ur GNSS/INS-data.....	28
3.3.4	Leverans.....	28
3.4	Blocktriangulering.....	29
3.4.1	Mätning av konnektionspunkter och markstöd.....	30
3.4.2	Beräkning av orienteringsdata.....	30
3.4.3	Leverans.....	31

4	Beställarens kontroll	32
5	Referenser/Läs mer	33
	Bilaga A.1 Produktionsdokumentation	35
	A.1.1 Stråk- och stödplanering.....	35
	A.1.2 Signalering och mätning av markstöd.....	36
	A.1.3 Insamling av bild- och GNSS/INS-data	37
	A.1.4 Blocktriangulering.....	38
	Bilaga A.2 Metadata.....	39
	Bilaga A.3 Kontroll av bilddata	40
	A.3.1 Kompletta leverans	40
	A.3.2 Produkt.....	40
	A.3.3 Fördjupad kontroll vid behov	43
	Bilaga B.1 Mall och exempel för upprättande av teknisk specifikation	46
	B.1.1 Mall för teknisk specifikation.....	46
	B.1.2 Exempel på ifylld mall för en kommun.....	48
	B.1.3 Exempel på ifylld mall för Trafikverket	51

1 Inledning

HMK-Bilddata behandlar upprättande av teknisk specifikation för upphandling av orienterade flygbilder i lod samt hur dessa tas fram, kontrolleras och dokumenteras. Utgångspunkten är flygburen insamling av bilder med GNSS/INS-stödd digital flygbildskamera. Bilderna ska kunna användas för fotogrammetrisk detaljmätning i 3D (stereokartering) samt för framtagning av ortofoton och höjdmodeller.

I avsnitt 2 behandlas beställarens upprättande av teknisk specifikation för upphandling av bilddata. Till hjälp finns en mall och exempel på tekniska specifikationer (bilaga B.1.1 **Mall för teknisk specifikation**)

I avsnitt 3 behandlas utförarens genomförande, det vill säga hur data samlas in, georefereras, dokumenteras och levereras enligt kraven i den tekniska specifikationen som upprättats och de generella kraven i avsnitt 3.

I avsnitt 4 finns förslag på beställarens kontroll.

Frågor om upphandling, tillstånd och sekretess behandlas i [HMK-Introduktion 2014](#) avsnitt 3.

Tekniska termer och förkortningar förklaras i [HMK-Ordlista och förkortningar](#), version december 2014 eller senare.

Råden i HMK-Bilddata bygger främst på de erfarenheter som Lantmäteriet, kommuner och Trafikverket har som beställare inom sina respektive verksamhetsområden. Mycket är dock generellt och kan, med mindre modifieringar, användas inom andra verksamheter.

Avgränsningar

Tekniska termer och förkortningar förklaras normalt inte i den löpande texten. Satellitbilder, flygburen insamling med UAV, flygburen insamling av snedbilder, flygburen insamling med analog kamera och film, fordonsburen insamling samt matematiska härledningar och formler behandlas inte i HMK-Bilddata.

Intresserade av UAV, härledningar och formler hänvisas till Referenser/läs mer. Intresserade av analog teknik hänvisas till [HMK-Fotogrammetri](#).

2 Teknisk specifikation

Rekommendation

- a) Beställaren beskriver och specificerar uppdraget i en teknisk specifikation

Vid upprättande av teknisk specifikation använder beställaren detta avsnitt samt Bilaga B.1, som stöd.

Hela eller delar av en teknisk specifikation kan bestå av hänvisning till en eller flera befintliga dataproduktspecifikationer (DPS) eller formella standarder. Om så är fallet kan avsnitt 2 och 3 användas som checklista för att säkerställa att aktuell DPS/standard omfattar alla relevanta krav vid beställning av bilddata.

För generell information om teknisk specifikation och dataprodukt-specifikation, se [HMK-Introduktion 2014](#), avsnitt 2.1

2.1 Allmän beskrivning

Rekommendation

Beställaren beskriver:

- a) de tjänster och produkter som den tekniska specifikationen omfattar, det vill säga vad som ska utföras och levereras
- b) hur produkten ska användas

Beskrivningen säkerställer att samsyn råder mellan beställare och utförare. Om produkten ska användas för tolkning och mätning av objekt så bör en lista på aktuella objekttyper bifogas.

2.2 Specifikation av utgångsmaterial

Rekommendation

- a) Beställaren levererar koordinatsatt begränsning av insamlingsområdet samt anger aktuellt filformat och referenssystem
- b) Beställaren redovisar vilket existerande utgångsmaterial som ställs till utförarens förfogande för uppdraget, samt dess egenskaper

Med utgångsmaterial avses material som kan underlätta och effektivisera genomförande av uppdraget, till exempel markmodeller, strandlinjer, stompunkter och befintliga stödpunkter med tillhörande metadata och kvalitetsuppgifter.

2.3 Specifikation av produkten

I HMK finns ett koncept med fyra standardnivåer. Dessa baseras på kraven från beställare, användare, tillämpningar och produkter, utifrån de tekniska produktionsmöjligheter som finns i dag. Läs mer om HMK-standardnivåer i [HMK-Geodatakvalitet 2014](#), avsnitt 3.2.

Nedan beskrivs de tre standardnivåer som är aktuella för HMK-bilddata. De ger beställaren riktlinjer, i valet av parametrar och krav, för upprättande av teknisk specifikation.

HMK-standardnivå 1 för flygbilder i lod

HMK-standardnivå 1 används för nationell/regional mätning och kartläggning för översiktlig planering och dokumentation av bygande, infrastruktur, miljö, naturvård, risker, skogsbruk med mera. Kraven på lägesosäkerhet ligger mellan meter- och decimeternivå. Den geometriska upplösningen är vanligen en halv meter eller bättre. Vid dokumentation och framtagande av planeringsunderlag över regioner med betydande del infrastruktur och bebyggelse används främst 0,20 - 0,25 meter. För övriga områden används ofta 0,5 meter.

Rekommenderade parametervärden för HMK-standardnivå 1 (Tabell 2.3) är anpassade till att insamlad data kan användas för både stereokartering och framställning av ortofoto med jämn bildkvalitet. Insamling görs normalt under hela den snöfria säsongen.

HMK-standardnivå 2 för flygbilder i lod

HMK-standardnivå 2 används för mätning och kartläggning av tätort för kommunal detaljplanering och dokumentation. Kraven på lägesosäkerhet ligger på decimeternivå eller bättre. Den geometriska upplösningen är vanligen 0,12 - 0,08 meter, för att möta krav på att tolka strukturer och detaljer på byggnader och i gatumiljö.

Rekommenderade parametervärden för HMK-standardnivå 2 (Tabell 2.3) är anpassade till att insamlade data kan användas för både stereokartering och framställning av ortofoto med jämn bildkvalitet. Insamling görs normalt när det är lövfritt för att erhålla god insyn.

HMK-standardnivå 3 för flygbilder i lod

HMK-standardnivå 3 används för projektinriktad mätning och kartläggning för projektering, byggande och förvaltning av bebyggelse, vägar och övrig infrastruktur samt för bygg- och relationshandlingar med mera. Kraven på lägesosäkerhet ligger på halvdecimeternivå eller bättre. För HMK-standardnivå 3 är de projektspecifika kraven avseende lägesosäkerhet och tolkbarhet styrande för val av övriga parametervärden.

Tabell 2.3 redovisar en sammanställning av parametervärden för respektive HMK-standardnivå. Värdena ska ses som en rekommendation som beställaren kan justera vid behov. Det bör dock noteras att eventuella justeringar kan innebära påverkan både på slutproduktens användbarhet och på priset för genomförandet av uppdraget.

Tabell 2.3 Sammanställning av parametrar per HMK-standardnivå, för flygburen insamling av lodbilder för stereokartering, ortofoton och höjdmodeller.
HMK-standardnivå 1= Nationell/regional mätning och kartläggning
HMK-standardnivå 2= Mätning och kartläggning av tätort
HMK-standardnivå 3= Projektinriktad mätning och kartläggning

Parametrar	HMK-standard-nivå 1	HMK-standard-nivå 2	HMK-standard-nivå 3
Geometrisk upplösning, GSD (m) i bildens samtliga delar	0,50 - 0,20	0,12 - 0,08	≤0,05
Standardosäkerhet i plan (m) för tydligt identifierbart objekt i stereomodell	0,50 - 0,20	0,12 - 0,06	≤0,05
Standardosäkerhet i höjd (m) för tydligt identifierbart objekt i stereomodell	0,75 - 0,30	0,18 - 0,09	≤0,08*
Övertäckning i/mellan stråk (%)	60/30		**
Bildkvalitet	≥2		≥1***
Solvinkel (grader)	≥30		****
Fotograferingsperiod	Snöfri	Snö- och lövfri	*****

* handlingar för byggande kräver vanligen en standardosäkerhet på 20 mm eller bättre, i både plan och höjd. Planläge tolkas ur fotogrammetri och höjdläge från annan källa, till exempel punktmoln från laserskanning

** se rekommendation enligt avsnitt 2.3.4

*** se rekommendation enligt avsnitt 2.3.5

**** se rekommendation enligt avsnitt 2.3.6

***** se rekommendation enligt avsnitt 2.3.7

2.3.1 Val av HMK-standardnivå

Rekommendation

- a) Beställaren anger HMK-standardnivå för produkten

Vald standardnivå styr genomförandet.

2.3.2 Geometrisk upplösning

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på geometrisk upplösning

Med geometrisk upplösning (Ground Sample Distance - GSD) avses avståndet på marken mellan två närliggande pixel-centra i den digitala flygbilden.

Den geometriska upplösningen påverkar, tillsammans med bildkvaliteten, vilka objekt som går att tolka och mäta i bilderna. Läs mer om tolkningsmöjligheter för olika geometriska upplösningar i Tabell 2.3.2 och referens [1a]. Det bör observeras att tabellen bygger på stereokartering. Vissa objekt kan vara svårare att tolka i ortofoton. För HMK-standardnivå 3, vid kartering i väg- och järnvägsmiljö, har det bland annat visat sig svårt att i ortofoto tolka skyltar, mindre belysningsstolpar, räcken och staket, komplett stödremsa, komplett kantsten, brunnar och ventiler samt distansstolpar för dessa, el och telestolpar samt distansstolpar för el och telekablar, se referens [1b].

Ortofoton ska som regel inte framställas med högre geometrisk upplösning än flygbildens geometriska upplösning.

Den geometriska upplösningen påverkar även vilken lägesosäkerhet som är möjlig att uppnå. I vissa fall får lägesosäkerheten vara styrande för val av upplösning snarare än tolkbarheten.

Beställaren kan välja att specificera vad som ska vara möjligt att tolka i flygbilden, samt med vilken lägesosäkerhet, men överlåta till utföraren att bestämma vilken geometrisk upplösning som krävs för att uppfylla de ställda kraven. Förfarandet kan gälla alla HMK-standardnivåer men är vanligast för HMK-standardnivå 3.

Tabell 2.3.2 Exempel på tolkningsmöjligheter vid stereokartering för olika geometriska upplösningar.

Geometrisk upplösning (m)	Exempel på vid vilken upplösning olika objekt kan börja tolkas och mätas
0,50	Väggkant grus, Väg målad linje, Byggnad - geometri, Strandlinje, Kaj, Brygga
0,25	Byggnad - tolkning användning, Slänt, Dike
0,10	Väggkant asfalt, Trottoarkant, Spår (räl), Byggnad - takdetaljer, Altan, Staket, Plank, Mur, Kraftledningsstolpe, Lyktstolpe, Armatyr, Brunnslöck
0,05	Väg - stödremsekant, Trappa, Luftledning, Elskåp, Trafikskylt, Vägräcke - navföljare

2.3.3 Lägesosäkerhet

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på lägesosäkerhet

Krav på lägesosäkerhet avser standardosäkerhet i plan och höjd för tydligt identifierbara objekt mätta i stereomodell efter blocktriangulering. Krav på lägesosäkerhet ställs utifrån kraven för användningen av den beställda produkten.

Följande tumregel gäller för HMK-standardnivå 1 och 2:

- Krav på standardosäkerhet i plan bör inte överstiga flygbildens geometriska upplösning (GSD)
- Krav på standardosäkerhet i höjd bör inte överstiga flygbildens geometriska upplösning (GSD) med mer än faktor 1,5

Läs mer om mätosäkerhet vid stereokartering i referens [1b] och [2b].

Det är möjligt att uppnå en lägre standardosäkerhet än tumregeln ovan. Det kan dock ställa krav på större övertäckning i och mellan flygstråk, eventuella tvärstråk samt fler stödpunkter.

Flygburen laserskanning ger tillgång till många markstödpunkter i höjd på öppna, plana och hårdgjorda ytor. Med hjälp av dessa kan standardosäkerheten i höjd sänkas till 1 pixel eller bättre för HMK-standardnivå 1 och 2.

Laser- och bilddatainsamling kan också göras vid samma insamlings-tillfälle för att erhålla låg lägesosäkerhet i både plan och höjd. Än så länge är detta vanligast för HMK-standardnivå 3.

För att uppnå efterfrågad lägesosäkerhet och tolkbarhet (i HMK-standardnivå 3) kan beställaren välja att överlåta till leverantören att bestämma lämplig geometrisk upplösning, övertäckning med mera. Det förekommer också, exempelvis vid inventering i ortofoton, höga krav på tolkbarhet medan lägesosäkerheten är mindre viktig. I sådana fall kan kraven på bland annat övertäckning och antalet stödpunkter sänkas eller överlåtas till leverantören att bestämma.

2.3.4 Övertäckning

Rekommendation

- a) För HMK-standardnivå 1 och 2 ställer beställaren krav på önskad övertäckning alternativt deplacering eller infallsvinkel
- b) Vid byggnadsortofoto, sant ortofoto eller HMK-standardnivå 3 ställer beställaren krav på övertäckning implicit genom att specificera slutproduktens egenskaper och/eller funktion

Övertäckningen, i och mellan flygstråken, samt kamerans öppningsvinkel påverkar insynen i bilderna.

Om bilddata ska användas för både stereokartering och ortofotoframställning, enligt HMK-standardnivå 1 och 2, bör övertäckningen inte understiga 60 % inom, respektive 30 % mellan, stråken. Vid insamling i områden med tät och hög bebyggelse kan det vara lämpligt att öka övertäckningen, i och mellan stråken, för att förbättra insynen och reducera lutningseffekten på byggnader i ortofoton. Övertäckningen ökas i första hand till 60 % mellan stråken men även ökning till 80 % inom stråken förekommer. Effekten av bildövertäckningen påverkas av kamerans öppningsvinkel. Här antas en kameratyp med en maximal öppningsvinkel på 70 grader vilket motsvarar de vanligaste förekommande flygkamerorna för ändamålet. Avvikelser från rekommendationerna vad gäller övertäckningen kan motiveras av att kameror med andra öppningsvinklar används.

Om bilddata ska användas för byggnadsortofoto eller sant ortofoto krävs en tillräckligt stor övertäckning för att inte områden som saknar bildinformation ska resultera i "glipor utan bildinformation" på ortofotot. Kostnaden för sant ortofoto kan, bland annat på grund av kraven på övertäckning, bli hög.

Deplacering eller infallsvinkel

För att säkerställa god insyn och begränsa deplacering i ortofoton anges ofta krav på flygbildernas övertäckning. Ett alternativ till detta är att ange krav på deplacering eller maximal infallsvinkel på marken.

Nackdelen med ett krav på bildövertäckning är att resultatet inte enbart beror på övertäckningen utan också till stor del på geometrin i kameran. Ett krav på maximal infallsvinkel eller maximal deplacering är däremot oberoende av kamerans geometri.

Maximal infallsvinkel kan anges med grader som beskriver avvikelser mot en vertikal infallsvinkel. Deplaceringen kan anges som procent i förhållande till höjden på objektet.

För ortofoton i HMK-standardnivå 1 och 2 är det vanligt med en konfiguration som ger en maximal infallsvinkel på $< 30^\circ$ eller motsvarande deplacering på $< 50\%$. För HMK-standardnivå 3 där materialet ofta ska användas för projektering förekommer ofta högre krav på god insyn och liten deplacering.

För byggnadsortofoto och sant ortofoto finns ingen deplacering för de objekt som ingår i rektifieringsmodellen.

2.3.5 Bildkvalitet

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på flygbildernas kvalitet

Den bearbetade bildens kvalitet innefattar dynamiskt omfång, skugglängd, rörelseoskärpa, moln, rök, dis och belysningsförhållanden.

För ortofotoframställning i HMK-standardnivå 1 och 2, bör flygbildernas kvalitet inte understiga betyg 2 om visuellt enhetliga bilder önskas (Tabell 2.3.). För stereokartering kan betyg 1 accepteras. Det bör noteras att alltför hårda krav på bildkvalitet kan försvåra genomförandet och påverka priset negativt. Kraven bör därför sättas utifrån det enskilda projektets behov och med hänsyn till geografiskt läge, omfattning och flyghöjd.

Tabell 2.3.5 4-gradig betygsskala för bedömning av fotografisk bildkvalitet.

Betyg	Anmärkning
0	Bilder med betyg 0 uppvisar något av följande: <ul style="list-style-type: none"> • oskärpa • dåligt dynamiskt omfång • dålig belysning • påtaglig påverkan av dis, moln eller rök • övriga defekter som gör dem oanvändbara för mätändamål, till exempel geometriska defekter, och bildtolkning
1	Bilder med betyg 1 karakteriseras av: <ul style="list-style-type: none"> • bra skärpa • bra dynamiskt omfång • eventuell påverkan av dis, rök eller moln, om märkbara, av obetydlig karaktär • variation i belysning inklusive påverkan av molnskugga tillåts
2	För bilder med betyg 2 ökas kravet på belysning: <ul style="list-style-type: none"> • jämn belysning där eventuell påverkan av molnskugga är, om märkbar, av ringa omfattning
3	För bilder med betyg 3 ökas kravet på belysning och förekomst av dis, moln och rök: <ul style="list-style-type: none"> • helt jämn belysning • dis, moln, rök förekommer inte

2.3.6 Solvinkel/skugglängd

Rekommendation

- a) För HMK-standardnivå 1 och 2 ställer beställaren krav på solvinkel/skugglängd
- b) För HMK-standardnivå 3 ställer beställaren krav på solvinkel/skugglängd implicit genom att specificera slutprodukternas egenskaper och/eller funktion

Föremål som träd och byggnader, genererar skuggor i flygbilder och ortofoton. Skugglängden ökar med minskad solhöjd. Skuggor kan vara till hjälp vid bildtolkning. Strukturer på plana ytor och master framträder bättre med skuggans hjälp. Långa skuggor från till exem-

pel skog innebär å andra sidan att smala vägar och stigar samt andra objekt kan vara svåra att se i flygbilden.

Bilddata för stereokartering och ortofotoframställning (i HMK-standardnivå 1 och 2) bör ha en solvinkel på minst 30 grader. Geografiskt läge, årstid och vädret begränsar antalet möjliga fototillfällen (Tabell 2.3). Beställaren kan därför behöva minska kraven i syfte att slutföra fotograferingen.

Tabell 2.3.6 Antal timmar per dag då solen står minst 30 grader över horisonten, vilket motsvarar en relativ skugglängd på cirka 1,7.

	Malmö	Uddevalla	Stockholm	Härnösand	Luleå	Kiruna
1 april	5	4,5	4	3	0	0
1 maj	7,5	7,5	7,5	7	6,5	6
1 juni	9	9	9	9	9	8,5
1 juli	9,5	9,5	9	9	9	9
1 augusti	8,5	8,5	8	8	7	7
1 september	6	5,5	5,5	4,5	3	1
1 oktober	2	0	0	0	0	0

Vid flygfotografering för IR-färgbilder bör fotograferingstiden (Tabell 2.3.6) reduceras med en timme i början respektive slutet av fotopasset för att erhålla tillräckligt hög reflektionen i det nära infraröda spektralområdet (NIR).

2.3.7 Fotograferingsperiod

Rekommendation

- a) För HMK-standardnivå 1 och 2 specificerar beställaren fotograferingsperiod
- b) För HMK-standardnivå 3 specificerar beställaren fotograferingsperiod implicit genom krav på slutprodukternas egenskaper och/eller funktion

Rådande ljus-, mark- och vegetationsförhållanden ska beaktas vid val av fotograferingsperiod.

Vid fotografering för detaljmätning (i HMK-standardnivå 2), ska god insyn mot marken eftersträvas. Den mest lämpade perioden är på våren mellan snösmältning och lövsprickning (Tabell 2.3.7). Höstfotografering, efter lövfällning, är också en möjlig period för insamling.

För nationell och regional kartläggning av större områden (i HMK-standardnivå 1) tillåts vanligen flygfotografering även efter löv-

sprickning, för att ge möjlighet att täcka stor ytor när vädret så tillåter, och därmed öka möjligheterna att fullfölja fotograferingsuppdraget.

Tabell 2.3.7 Datum för björkens lövsprickning. Beräkningen är ett medelvärde för perioden 1950-2012 (Källa: www.blommar.nu, 131213).

Malmö	Uddevalla	Stockholm	Härnösand	Luleå	Kiruna
15 april	15 april	1 maj	15 maj	20 maj	10 juni

Vid flygfotografering för ortofotoframställning, där insyn för detaljmätning inte har högsta prioritet, kan fotograferingsperiod väljas utifrån bildernas användningsområde. Det är vanligt att ett visuellt tilltalande ortofoto, där vegetationen framträder i bilderna, önskas.

Flygfotografering för IR-färg-bilder för analys av vegetation eller skog görs under vegetationsperioden (Figur 2.3.7). Sådan fotografering bör ske från mitten av juni till mitten av augusti söder om Dalälven. Norr om Dalälven bör fotografering ske från början av juli till mitten av augusti.



Figur 2.3.7 IR-färgbilder fotograferade före respektive efter lövsprickning (15 april 2010 respektive 4 juni 2010) (Källa: Lantmäteriet).

2.3.8 Bildtyp och färgdjup

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar bildtyp och färgdjup

Bildtyp (PAN, RGB, CIR)

Beställaren definierar krav på bildtyper som ska ingå vid leverans. En pankromatisk (svartvit) bild benämns PAN. En färgbild byggs upp av banden rött, grönt och blått och benämns RGB. En IR-färgbild är upp-

byggd av banden nära infrarött (NIR), rött och grönt och benämns CIR.

Flertalet flygkameror registrerar de spektrala banden rött, grönt, blått och NIR samt ett pankromatiskt band. Det pankromatiska bandet har vanligtvis högre geometrisk upplösning än de spektrala banden. Vid framställning av färg- respektive IR-färgbilder infärgas det pankromatiska bandet i en så kallad panskärpning.

Detaljmatning av grundläggande geodata påverkas normalt inte av de spektrala bandens geometriska upplösning. Valet kan dock ha betydelse vid skogs- och vegetationsklassning. Förhållandet i geometrisk upplösning mellan det pankromatiska bandet och färgbanden bör framgå av produktionsdokumentationen eller metadata.

Färgdjup

Beställaren definierar krav på färgdjup i ortofotot. Det vanliga är ett färgdjup på 8 bitar per kanal. För bilder avsedda för automatisk bildanalys och vegetationsklassning förekommer färgdjup på 16 bitar per kanal.

2.3.9 Tilläggs-specifikation av produkten

Rekommendation

- b) Beställaren specificerar eventuella övriga krav på produkten

Beställaren bör inte detaljstyra genomförandet, utan så långt som möjligt överlämna det till utföraren, enligt beskrivning i avsnitt 3.

Nedan ges exempel på några tillägg/avsteg från kraven i avsnitt 3 som ändå kan vara aktuella.

Stödpunkter

Beställaren anger eventuella krav på antalet markstöd. Det bör minst finnas stödpunkter i varje hörn samt i mitten av ett insamlingsområde.

Kontrollpunkter

Beställaren anger eventuella krav på kontrollpunkter.

De kontrollpunkter som används för att verifiera lägesosäkerheten i bilddata, ska vara geografiskt skilda från de stödpunkter som använts för att justera geometrin vid blocktrianguleringen. Signalering av kontrollpunkter utformas enligt kraven 3.1.2 c) och d).

Stråkriktning

Beställaren anger eventuella krav på stråkriktning.

Vid val av öst-västlig stråkriktning erhålls en jämnare färgåtergivning i stereomodellerna. Även stereobetraktningen underlättas då ljus- och skuggförhållanden blir lika för höger respektive vänster öga.

Vid val av nord-sydlig stråkriktning erhålls fördelen med mindre varierande väderförhållandena samt att påverkan av hotspot-effekter minimeras.

Det bör noteras att valet av stråkriktning kan komma att påverka genomförandet, slutprodukten och även priset.

2.4 Specifikation av leverans

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar vilka produkter som ska levereras
- b) Beställaren specificerar produkterna
- c) Beställaren specificerar krav på produktionsdokumentation

Beställaren anpassar kraven på produktionsdokumentation utifrån uppdragets storlek, omfattning och användningsområde.

2.4.1 Referenssystem

Rekommendation

- a) Beställaren anger referenssystem i plan och höjd för de filer som ska levereras
- b) Vid beställning av annat referenssystem än SWEREF 99 och RH 2000 anger beställaren transformationssamband mellan systemen

Läs mer om SWEREF 99 och RH 2000 samt relationer mellan olika referenssystem och projektionszoner i [HMK-ReGe 2014](#), avsnitt 1.1.3.

Om beställaren inte har ett aktuellt transformationssamband kan sådant upprättas som en del av uppdraget enligt [HMK-ReGe 2014](#), avsnitt 1.1.4.

2.4.2 Stråk- och stödplan

Rekommendation

- a) Beställaren anger filformat och namngivning för leverans av stråk- och stödplan
- b) Beställaren specificerar avsteg från eller tillägg till produktionsdokumentation för stråk- och stödplan enligt punkt a) i bilaga **A.1.1** (enligt avsnitt 3.1.3)

Karta enligt punkt b) i bilaga **A.1.1** levereras endast om beställaren begär det.

2.4.3 Markstöd

Rekommendation

- a) Beställaren anger filformat och namngivning för leverans av markstöd
- b) Beställaren specificerar avsteg från eller tillägg till produktionsdokumentation för markstöd enligt punkt a) och punkt b) i bilaga **A.1.2**

Karta enligt punkt c) och skiss/foto enligt punkt d) i bilaga **A.1.2** levereras endast om beställaren begär det.

2.4.4 Bilddata samt orienteringsdata ur GNSS/INS

Rekommendation

- a) För bilddatafiler definierar beställaren:
 - filformat
 - krav gällande namngivning
 - informationsinnehåll och filformat för eventuella metadata
- b) För GNSS/INS-data definierar beställaren krav gällande informationsinnehåll, filformat och namngivning för GNSS/INS-data
- c) Beställaren specificerar avsteg från eller tillägg till produktionsdokumentation för bild- och GNSS/INS-data enligt punkt a) i bilaga **A.1.3**

Filformat

Bilddatafiler, i form av färg- och/eller IR-färgbilder avsedda för ortofotoframställning och stereokartering, levereras lämpligtvis som okomprimerad TIFF i 24 bitars färgupplösning med 8 bitar per kanal. Filformatet skall vara kompatibelt med det valda färgdjupet, se avsnitt 2.3.8.

Namngivning

Möjligheten att styra namngivningen av stråk och bilder varierar med kamerasytem och produktionslösning. Det är vanligt att stråk och bilder numreras löpande från väst till öst eller från syd till nord. Det förekommer också att numreringen sker i kronologisk ordning från insamlingen. Oavsett namngivning ska bild-ID vara unikt inom projektet och vara kopplat till orienteringsdata i GNSS/INS.

Informationsinnehåll och filformat för metadata

Beställaren definierar krav på innehåll i metadata och krav på filformat för metadata. Bilaga A.2 används som stöd vid definition av informationsinnehåll i metadata.

Innehåll, filformat och namngivning för GNSS/INS-data

Orienteringsdata från GNSS/INS, för användning i blocktriangleringen, innehåller som minimum bild-ID, N, E, H, ω , φ , κ , och GPS-tid för varje exponeringspunkt. Kvalitetsmått för varje exponeringspunkt som standardosäkerhet per orienteringsparameter, pdop-värde och antal satelliter kan också vara önskvärda, se [HMK-ReGe 2014](#) Bilaga C.7.

Produktionsdokumentation

Bilaga A.1.3 används som stöd vid specifikation av produktionsdokumentation. Rapport enligt punkt a) i bilaga A.1.3 är obligatorisk, enligt avsnitt 3.3.4, om inte beställaren anger annat. Karta enligt punkt b) i bilaga A.1.3 levereras endast om beställaren begär det.

2.4.5 Orienteringsdata ur blocktriangulering

Rekommendation

- a) Beställaren anger filformat och namngivning för leverans av yttre orienteringselement
- b) Beställaren specificerar avsteg från eller tillägg till produktionsdokumentation för yttre orienteringselement enligt punkt a) och punkt b) i bilaga **A.1.4**

Karta enligt punkt c) i bilaga **A.1.4** levereras endast om beställaren begär det.

2.4.6 Tilläggspecifikation av leverans

Rekommendation

Beställaren specificerar eventuella övriga krav på leverans

Prov- och delleveranser

Eventuella krav på prov- eller delleveranser anges vid behov. Vid provleverans kan till exempel stråkplanering, bildkvalitet eller orienteringsdata utvärderas.

Stråk- och stödplaner granskas innan datainsamlingen påbörjas i syfte att verifiera att planeringen genomförts enligt kraven i den tekniska specifikationen. Detta är vanligast för HMK-standardnivå 1 och 2.

Provleverans av bilder genomförs för samsyn avseende bildkvalitet efter radiometrisk bearbetning.

Leveransmedia och katalogstruktur

Eventuella krav på leveransmedia och katalogstruktur för leverans av filer och produkter anges vid behov.

Rådata med mera

Eventuella krav på lagring av data för beställarens räkning och på hur länge lagrade data ska finnas tillgängliga hos utföraren, ställs vid behov.

3 Genomförande

Krav

- a) Utföraren ska ansvara för kvalitetssäkring av produktionen samt för att det material som levereras är kvalitetskontrollerat och komplett enligt beställarens specifikation
- b) Allt material ska kontrolleras löpande under insamlingen för att eventuella brister tidigt ska kunna identifieras och åtgärdas

Rekommendation

- c) En kvalitetsplan bör upprättas. I den definieras produkterna, genomförandet, kontroller som ska utföras samt hur kontrollerna ska genomföras och dokumenteras för att kvalitetssäkra planering, datainsamling, efterbearbetning och leverans

Den kvalitetsplan som upprättas ger förutsättningar för en tydlig kvalitetsstyrning av det aktuella uppdraget.

3.1 Planering av stråk och markstöd

3.1.1 Val av flyghöjd och stråkplanering

Krav

Vid val av flyghöjd och vid stråkplanering ska:

- a) krav på geometrisk upplösning uppfyllas i bildens samtliga delar
- b) stereoövertäckning erhållas över hela kartläggningsområdet, med en marginal om minst 15 % av bildsidan utanför kartläggningsområdet
- c) hänsyn tas till kuperad terräng och hög bebyggelse för att säkerställa stereoövertäckning

Normalt planeras flygstråkens riktning enligt det mest ekonomiska alternativet, om det inte medför negativ påverkan på slutprodukten. Strandområden kan kräva ökad övertäckning i och mellan stråken för

att säkerställa konnektionspunkter vid blocktrianguleringen. Snedstråk kan krävas längs med strandlinjen.

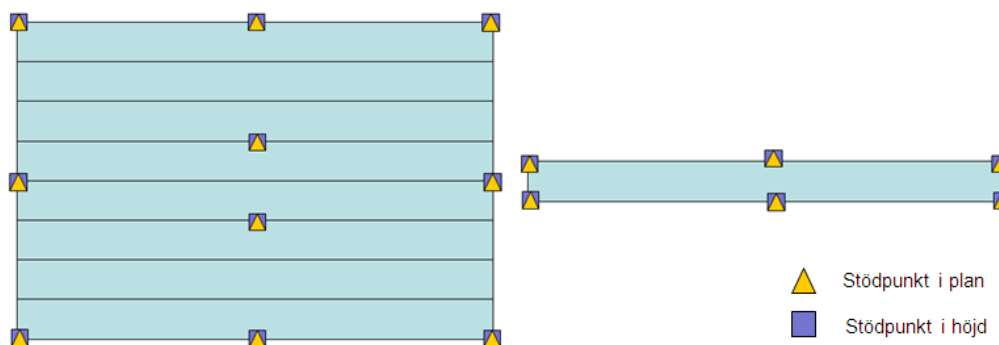
3.1.2 Planering av markstöd

Krav

Stödpunkter ska:

- anpassas i antal efter den förväntade mätosäkerheten i slutprodukten och efter kartläggningsområdets storlek
- fördelas jämnt men särskilt finnas i hörnen, ytterkanten och mitten av kartläggningsområdet för att erhålla god kontrollbarhet (Figur 3.1.2a)
- vara horisontella och markeras med färg som säkerställer god kontrast mot omkringliggande yta samt anpassas i form och storlek för att signalernas centra ska gå att tolka och mäta i bilderna
- placeras där de kan identifieras och mätas i samtliga bilder som innefattar punkten

GNSS/INS-integreringen i digitala kamerasystem har minskat behovet av antalet stödpunkter. Hänsyn ska tas till möjligheten att mäta in signalerna i bilderna. Skuggiga platser, hög vegetation och höga byggnader ska undvikas.



Figur 3.1.2a Principiell placering av stödpunkter för yta respektive korridor (Källa: Lantmäteriet).

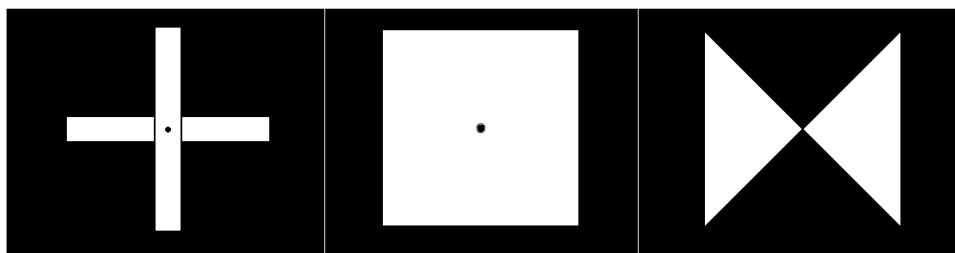
För mer information och exempel gällande stödpunkter se kapitel 15.1.4 i referens[3].

Signalutformning

Ett signalerat stöd ska vara enkelt att identifiera och mäta i bilderna. Storleken på signalen anpassas efter bildens upplösning. En liten sig-

nal kan bli svår att lokalisera i bilden och en för stor signal kan medföra att dess centrum blir svårt att fastställa. Vanligt förekommande i HMK-standardnivå 2 är att signalen är en vit kvadrat med ungefärlig signalstorlek $(2 \times \text{GSD}) \times (2 \times \text{GSD})$.

Det kan krävas åtgärder för att öka kontrasten mellan signalen och den omgivande ytan, såsom målning av kontrastram, täckning av markytan runt skivsignalen eller användning av skivsignal med färdig kontrastram (figur 3.1.2b). Oavsett val av form ska signalens centrum vara lätt att bestämma.



Figur 3.1.2b Exempel på vanliga signalformer för HMK-standardnivå 1, 2 och 3: kors, kvadrat och diamant (Källa: Lantmäteriet).

3.1.3 Leverans

Krav

Leverans av stråkplan ska:

- a) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- b) göras i form av en fil med de planerade bildernas namn och position. Koordinat- och höjdvärden redovisas i meter med tre decimaler. Bild-ID ska vara unikt inom projektet
- c) levereras i det filformat och med den namngivning som har anvisats av beställaren enligt avsnitt 2.4.2.

Leverans av planerade markstöd ska:

- d) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- e) innehålla de planerade stödets namn och position. Koordinat- och höjdvärden redovisas i meter med tre decimaler
- f) levereras i det filformat och med den namngivning som har anvisats av beställaren

Leverans av produktionsdokumentation ska:

- g) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- h) bestå av rapport enligt punkt a) i bilaga A.1.1 om beställaren inte särskilt anger annat

3.2 Signalering och inmätning av markstöd

Krav

Signalering och inmätning av markstöd ska:

- a) ske i anslutning till flygning för att säkerställa aktualitet
- b) ske med en mätosäkerhet, inklusive eventuella utgångspunkters osäkerhet, som inte överstiger $1/3$ av målosäkerheten i slutprodukten
- c) ske med lämplig geodetisk mätmetod enligt [HMK-ReGe 2014](#), avsnitt 3.2
- d) ske enligt rutiner beskrivna i [HMK-ReGe 2014](#), avsnitt 3.3.1

Mätosäkerheten hos markstöden har stor inverkan på mätosäkerheten i slutprodukten. Om brister, orsakade av felaktigt utförd mätning eller dåliga inmättningsförhållanden, uppdagas vid beräkning av markstöd, måste punkten mätas om eller ersättas med naturligt stöd där bättre inmättningsförhållanden råder.

3.2.1 Leverans

Krav

Leverans av markstöd ska:

- a) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- b) göras i form av en fil som innehåller markstödens namn och position. Koordinat- och höjdvärden redovisas i meter med tre decimaler
- c) levereras i det filformat och med den namngivning som har anvisats av beställaren enligt avsnitt 2.4.3

Leverans av produktionsdokumentation ska:

- d) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- e) bestå av rapport enligt punkt a) och lista enligt punkt b) i bilaga **A.1.2** om beställaren inte anger annat

3.3 Insamling av bild- och GNSS/INS-data

3.3.1 Fotografering

Krav

- a) GNSS/INS-system samt digital flygbildskamera ska vara avsedda för mätning samt vara kalibrerade och underhållna enligt tillverkarens specifikationer
- b) Planering och insamling av GNSS/INS data ska uppfylla kraven beskrivna [HMK-ReGe 2014](#), avsnitt C.6.1 respektive avsnitt C.6.2
- c) Ett fotograferingsuppdrag ska genomföras under så kort tidsrymd som möjligt
- d) Vid kompletterande fotografering ska övertäckning med minst två bilder säkerställas där nytt stråk ansluter till befintligt
- e) Vid beställning av bilder för stereokartering ska hela kartläggningssområdet, med en marginal om minst 15 % av bildsidan utanför kartläggningssområdet, ha stereotäckning efter genomförd flygfotografering. Inga glipor accepteras

För insamling i HMK-standardnivå 1 och 2 ska digital flygbildskamera:

- f) av matrissensortyp vara försedd med bildrörelsekompen- sation och vara monterad i gyrofot
- g) av linjesensortyp vara monterad i gyrofot
- h) normalt producera enligt riktlinjerna för fotografering redovisade i tabell 3.3.1

Tabell 3.3.1 Riktlinjer för fotografering med ett modernt gyroupphängt flygkamerasystem i HMK-standardnivå 1 och 2. Värdena bestäms ytterst av de system för blocktriangulering och stereokartering som bilderna ska användas i.

Parameter	Värde
Bildvridningar	- Skillnaden i κ (kappa) får vara högst 5 grader mellan två på varandra efterföljande bilder - ω (omega) får avvika som mest ± 3 grader från horisontalplanet - ϕ (phi) får avvika som mest ± 2 grader från horisontalplanet
Övertäckning inom stråk vid 60 % övertäckning	I medeltal 58-62%. Övertäckning i enskilda modeller får inte vara mindre än 55 %
Övertäckning mellan stråk vid 30 % övertäckning	I medeltal 29-31% för HMK-standardnivå 1 I medeltal 25-35% för HMK-standardnivå 2 Övertäckning i enskilda modeller får inte vara mindre än 15 %
Avvikelse i flyghöjd	Maximalt $\pm 7\%$ av planerad flyghöjd i enstaka bilder
Avvikelse i bildkants läge mellan ett bildpar	Den laterala förskjutningen mellan ett bildpar får maximalt uppgå till 10 % av bildens bredd

3.3.2 Bearbetning av bilder

Krav

- a) Vid sammanräkning av delbilder, så kallad stitching, ska slutprodukten representera en bild i centralprojektion utan geometriska och radiometriska defekter

Vid radiometrisk bearbetning av bilder ska:

- b) radiometrisk upplösning väljas och radiometrisk metod användas som säkerställer att informationsinnehållet från rådata bevaras så långt som det är möjligt
- c) likartade objekt ha likartad luminans och färgnyans oberoende av var i bildytan objekten befinner sig
- d) bilder ha jämn svärta och högdagrar vilket innebär att ett objekts skugg- respektive solsida ska ha likartad intensitet, luminans och kontrast oberoende av var i bildytan objekten befinner sig
- e) bilder vara väl sträckta så att hela omfånget mellan svart och vitt, 0 till 255, nyttjas

3.3.3 Beräkning av orienteringsdata ur GNSS/INS-data

Rekommendation

- a) GNSS/INS-data beräknas enligt [HMK-ReGe 2014](#), avsnitt C.6.3.

Brister kan kräva omfotografering eller komplettering med fler stöd-punkter för att uppnå kontrollerbarhet samt kraven på mätosäkerhet i slutprodukten.

3.3.4 Leverans

Krav

Leverans av bilddata ska:

- a) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- b) innehålla bilder med en geometrisk upplösning enligt specifikation eller bättre. För HMK-standardnivå 1 och 2 tillåts avvikelser i enstaka bilder på upp till 7 % sämre geometrisk upplösning än specificerad
- c) göras i det filformat, den färgupplösning, den bildtyp och med den namngivning som har anvisats av beställaren enligt avsnitt 2.4.4
- d) innehålla kalibreringsdokument för använda kameror

Leverans av GNSS/INS-data ska:

- e) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- f) göras i form av en fil som innehåller bild-id, X_0 , Y_0 , Z_0 , ω , φ , κ och GPS-tid, samt eventuella övriga krav på innehållet som har anvisats av beställaren enligt avsnitt 2.4.4, för samtliga bilder. Koordinat- och höjdvärden (X_0 , Y_0 , Z_0) redovisas i meter med tre decimaler, bildvridningar (ω , φ , κ) i grader med fem decimaler och GPS-tid i sekunder med fyra decimaler
- g) göras i det filformat och med den namngivning som har anvisats av beställaren enligt avsnitt 2.4.4

Leverans av produktionsdokumentation ska:

- h) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- i) bestå av rapport enligt punkt a) i bilaga A.1.3 om beställaren inte anger annat

3.4 Blocktriangulering

Krav

Positions- och orienteringsdata ska:

- a) beräknas för varje enskild flygbild, för att möjliggöra att bilderna kan orienteras i en digital fotogrammetrisk arbetsstation och användas för fotogrammetrisk detaljmätning i 3D, med högst den lägesosäkerhet som har specificerats av beställaren

Beräkningsprocessen

Beräkning av orienteringsdata för flygbilder sker normalt enligt följande:

- Kamerans position och orientering vid fotograferingstillfället beräknas i efterhand ur GNSS/INS-data som har samlats in i flygplanet och referensstation(er) på marken
- Gemensamma konnektionspunkter mäts i bilderna liksom markstöd. Mätning av konnektionspunkter genomförs vanligtvis genom automatisk bildmatchning, vilket kan kräva manuell kontroll och/eller komplettering av konnektionspunkter för att erhålla ett homogent resultat
- Slutligen viktas observationerna på konnektionspunkter, tillgängliga markstöd och bildernas position och orientering beräknat från GNSS/INS-data, och en förbättrad bildposition och orientering beräknas i en blocktriangulering liksom koordinater på nypunkter. Självkalibrering och offset (excentricitet) för GNSS/INS-positionerna för varje enskild flygsession används vid höga krav på låg lägesosäkerhet
- Blocktrianguleringen utvärderas och eventuella åtgärder sätts in om resultatet inte uppfyller specifikationen

Konnektionspunkter kan användas som markstöd i höjd om höjder tas från en befintlig markmodell med känd kvalitet. Vid samtidig laser- och bilddatainsamling tas laserpunktmolnet och höjdmodell fram före blocktrianguleringen.

Läs mer om automatisk blocktriangulering och bildmatchning i kapitel 14.2.4 respektive 14.2.5 i referens [3].

3.4.1 Mätning av konnektionspunkter och markstöd

Krav

- a) Konnektionspunkter ska vara jämnt fördelade mellan bilder och stråk och finnas i sådan omfattning att grova fel kan upptäckas
- b) Vid nyttjande av automatisk bildmatchning ska konnektionspunkternas lägen kontrolleras visuellt

3.4.2 Beräkning av orienteringsdata

Krav

- a) Vid nyttjande av självkalibrering ska kalibreringsmodellen vara specifikt anpassad för använd kameratyp och kompatibel med beställarens system för stereokartering
- b) GNSS/INS-data och markstöd liksom konnektionspunkter ska viktas med avseende på mätosäkerhet
- c) Korrektion för jordkrökning och refraktion ska utföras
- d) Stödpunkter får inte exkluderas utan redovisning och motivering
- e) Viktenhetens standardosäkerhet (grundmedelfelet) i blocktrianguleringen ska inte vara större än $1/3$ av bildens pixel eller pixelstorlek.
- f) För bilder insamlade med matrissensor ska blocktrianguleringen utföras genom GNSS/INS-stödd strålkärveutjämning
- g) För bilder insamlade med linjesensor ska orientering genomföras enligt tillverkarens anvisningar

3.4.3 Leverans

Krav

Leverans av yttre orienteringselement ska:

- h) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- i) göras i form av en fil som innehåller bild-id och (X_o Y_o Z_o , ω , φ , κ) för samtliga bilder. Koordinat- och höjdvärden (X_o , Y_o , Z_o) redovisas i meter med tre decimaler och bildvridningar (ω , φ , κ) i grader med fem decimaler
- j) göras i det filformat och med den namngivning som har anvisats av beställaren enligt avsnitt 2.4.5

Leverans av produktionsdokumentation ska:

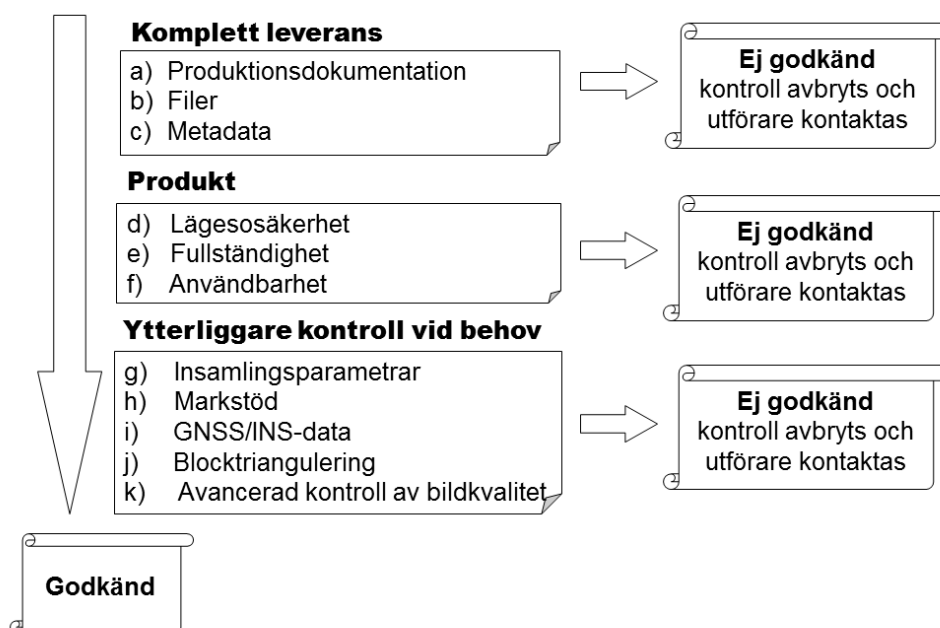
- k) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- l) bestå av rapport enligt punkt a) och datafiler enligt b) i bilaga **A.1.4** om beställaren inte anger annat

4 Beställarens kontroll

Beställaren bör kontrollera erhållen leverans snarast möjligt efter mottagandet. Kontrollens omfattning anpassas efter leveransens storlek och kan appliceras som fullständiga kontroller, där varje fil kontrolleras, eller som stickprov.

I Figur 4, redovisas ett kontrollflöde i syfte att identifiera felaktigheter i leveransen. Först genomförs kontroll av komplett leverans och slutproduktens kvalitet. Om den uppvisar avvikelser kan en fördjupad kontroll behövas av bland annat insamlingsparametrar och resultat från olika delprocesser. Om en leverans inte är komplett eller något kontrollsteg indikerar signifikanta brister bör kontrollen avbrytas och utföraren kontaktas. Bilaga A.3 redovisar de olika kontrollstegen mer detaljerat.

För generell information om kontrollfilosofi och kontroll av geodata, se [HMK-Geodatakvalitet 2014](#), avsnitt 3.1 och avsnitt 5.1.



Figur 4 Visualisering av kontrollflödet och de ingående kontrollerna.

5 Referenser/Läs mer

- [1a] Wingstedt, J. (2013) [Tolkningsmöjligheter vid olika geometriska upplösningar](#). Lantmäteriet (HMK – Teknisk rapport: 2013:2).
- [1b] Trafikverket (2013): *Laserskanning i kombination med stereofotografering* (Publikationsnummer: 2014:099).
- [2a] Persson, C-G. (2013) [Lägesosäkerhet vid fotogrammetrisk detaljmätning i 3D](#). Lantmäteriet (HMK – Teknisk rapport: 2013:3).
- [2b] Jansson, A. (2013) [En noggrannhetsundersökning av fotogrammetrisk detaljmätning i stereo](#). Karlstad: Karlstads universitet. (Examensarbete inom Mät- och karttekniskprogrammet vid fakulteten för humaniora och samhällsvetenskap).
- [3] Lantmäteriet, LU, KTH och HiG (2013): [Geodetisk och fotogrammetrisk mättings- och beräkningsteknik](#). (se kapitel 13-15 på sidorna 181-256 för en introduktion till fotogrammetri av Anders Boberg)

Förutom referens finns följande svenskspråkiga läroböcker - där ortofoto behandlas - för introduktionskurser på universitet och högskolor framtagna:

- Harrie, L red. (2013) [Geografisk informationsbehandling – Teori, metoder och tillämpningar](#), sjätte upplagan, Studentlitteratur.
- Nordkvist, K. m.fl. (2013) [Laserskanning och digital fotogrammetri i skogsbruket](#) andra upplagan, Sveriges lantbruksuniversitet, Rapport: 407 2013.

Samverkansprojektet [Svensk geoprocess](#) - kommuner, Lantmäteriet och för temat andra berörda myndigheten - har tagit fram:

- [Dataproduktspecifikation Flygbild/Ortofoto](#), version 1.0, 2014-11-12.

Vad gäller HMK-liknande alster i andra länder bör särskilt nämnas:

- De norska Kartverkets branschstandarder för geografisk information och då särskilt [Kart og geodata](#) (versjon 2, 2009) och [Kontroll av geodata](#) (2007). "Kontroll av geodata" är under 2014-15 föremål för översyn och kommer slås samman med "Geodatstandarden" och byta namn till Geodatakvalitet.
- Dataproduktspecifikationen för orienterade flygbilder i lod enligt norsk SOSI standard [Produktspesifikasjon vertikalbilde](#) (versjon 2.1, 2013)

- I Storbritannien har **TSA** (*The Survey Association*), som är en sammanslutning av privata mätkonsulter, tagit initiativ till att ta fram [Guidance Notes och Client Guides](#) för geodataområdet.

Bilddatainsamling med obemannade flygfarkoster, **UAV**, är under utveckling. Resultaten är varierande beroende på system och handhavande och inte alltid i paritet med tumreglerna för bilddatainsamling i denna skrift. Ett par uppsatser om olika aspekter i detta ämne har under år 2013 publicerats vid Högskolan i Gävle, varav följande skrift med referenser kan tjäna som lämplig introduktion:

- Gunnarsson, T. & Persson, M. (2013) [Stödpunkters inverkan på osäkerheten vid georeferering av bilder tagna med UAS](#). Gävle: Högskolan i Gävle. (Examensarbete inom Lantmätarprogrammet).

Bilaga A.1 Produktionsdokumentation

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande:

- a) uppdraget
- b) uppdragsorganisation, det vill säga utförare och beställare
- c) en förteckning, över levererat material inklusive de filer/produkter som har levererats

A.1.1 Stråk- och stödplanering

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande:

- a) rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - referenssystem i plan och höjd
 - geometrisk upplösning
 - övertäckning inom och mellan stråken
 - antal bilder
 - antal stråk
 - antal markstöd
 - stödens principiella lägen
 - markstödens planerade storlek, form och färg
 - kameramodell
 - flyghöjd
 - programvara, inklusive version, för stråkplanering
 - särskilda överväganden vid planering
 - egenkontroll vid planering

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande om beställaren begär det:

- b) karta, i PDF/A-format om inte annat anges, där planerade stråk, bilder och stöd med namn liksom kartläggningsområdet tydligt framgår

A.1.2 Signalering och mätning av markstöd

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande:

- a) rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - referenssystem i plan och höjd
 - eventuell geoidmodell
 - eventuella transformationssamband
 - eventuella referensstationer
 - antal markstöd
 - markstödens storlek, form, färg och signaltyp (signaltyp=skiva, målad på marken och så vidare)
 - mätutrustning
 - mätmetod
 - programvara vid beräkning
 - särskilda överväganden vid inmätning och beräkning
 - egenkontroll vid inmätning och beräkning
- b) lista, i ASCII-format om inte annat anges, för samtliga stöd med namn, position och signaltyp samt kvalitetsuppgift, datum för signalering och inmätning

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande om beställaren begär det:

- c) karta, i PDF/A-format om inte annat anges, där inmätta markstöd liksom kartläggningsområdet och planerade stråk tydligt framgår
- d) skiss över signal och signalens läge alternativt digitalt foto av varje signal och dess omgivning

A.1.3 Insamling av bild- och GNSS/INS-data

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande:

- a) rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - referenssystem i plan och höjd
 - geometrisk upplösning
 - övertäckning inom och mellan stråken
 - antal bilder
 - antal stråk
 - utvärdering av bilderna och bildernas kvalitet enligt betygsskala i Tabell 2.3.5
 - väderförhållanden per flygsession (temperatur, vind)
 - kamera och lins med serienummer (för båda)
 - GNSS/INS-system
 - flyghöjd
 - antenn-offset
 - senaste kamera- och systemkalibrering
 - kalibreringsrutiner för digital flygbildskamera och GNSS/INS-system
 - programvara vid eventuell sammanfogning av bilder
 - programvara vid eventuell radiometrisk bearbetning
 - programvara vid GNSS/INS-beräkning
 - referensstation
 - eventuell geoidmodell
 - eventuella transformationssamband
 - uppgift om gradsystem (360/400)
 - uppgift om GPS-tidtyp (veckotid/absolut GPS-tid)
 - grafer som redovisar kvalitetsmått som PDOP, antal satelliter med mera
 - särskilda överväganden vid insamling och efterbearbetning
 - egenkontroller vid insamling och efterbearbetning

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande om beställaren begär det:

- b) karta, i PDF/A-format om inte annat anges, där stråk och bilder med namn liksom kartläggningsområdet tydligt framgår

A.1.4 Blocktriangulering

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande:

- a) rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - referenssystem i plan och höjd
 - antal bilder
 - antal stråk
 - programvara
 - parametrar använda vid beräkningen
 - utvärdering av beräkning och viktenhetens standardosäkerhet (grundmedelfel)
 - särskilda överväganden vid mätning och beräkning (till exempel ska utelämnande av stöd alltid motiveras)
 - egenkontroller vid mätning och beräkning
- b) datafiler avseende:
 - indata med alla observationer och deras viktning
 - utdata från beräkningsprogrammet. Vid nyttjande av självkalibrering ska resultatet redovisas både med och utan självkalibrering
 - namn, koordinat- och höjdvärden för alla nypunkter och kända punkter

Produktionsdokumentationen ska redovisa följande om beställaren begär det:

- c) karta, i PDF/A-format om inte annat anges, där använda bilder, stråk, stöd och konnektionspunkter liksom kartläggningsområdet, tydligt framgår. Icke använd/bortviktad observation ska anges i avvikande manér/färg

Bilaga A.2 Metadata

Tabell A.2 Exempel på vanligt förekommande parametrar i metadatafiler för flygbilder (Källa: Lantmäteriet).

Parameter	Innehåll, enhet
Bild-ID	Unik identitet, kan t.ex. innehålla information om projekt, fotograferings-tidpunkt, stråk och bildnummer
Projekt	Beteckningen på flygfotoområdet
Stråk	Anges som löpnummer
Bildnummer	Anges som löpnummer
Bildtyp	Anges som PAN, RGB eller CIR
Datum	Anger när fotograferingen utfördes, skrivs ååååmmdd
Tid	Klockslag (svensk sommartid) när fotograferingen utfördes för aktuell bild
Flyghöjd över mark	Anges i meter
Markytans medelhöjd över havet	Anges i meter
N E	Koordinater för fotograferingspositionen i koordinatsystem definierat av beställaren
Övertäckning i stråkriktning	Anges i % till närliggande flygbilder i samma stråk
Övertäckning mellan stråk	Anges i % mellan närliggande stråk
Solvinkel	Anges i grader
Kamera	Anger kameratyp och kameraindivid
K-konstant	Kamerakonstant, d.v.s. avståndet mellan objektivets projektionscentrum och bildhuvudpunkten
Sensors pixelstorlek	Kamerasensors geometriska upplösning i mikrometer (μm)
Pixelstorlek på marken i det pankromatiska bandet	Geometrisk upplösning i meter (GSD)
Pixelstorlek på marken i färgbanden	Geometrisk upplösning i meter (GSD)
Utbredning	Bildens ungefärliga täckningsområde på marken angivet i meter i/tvårs flygriktningen

Bilaga A.3 Kontroll av bilddata

A.3.1 Kompletta leverans

a) Produktionsdokumentation

Produktdokumentationen granskas för att verifiera:

- att dokumentationens omfattning och utformning överensstämmer med gällande krav och teknisk specifikation
- att uppnått resultat överensstämmer med gällande teknisk kravspecifikation
- eventuella avvikelser

b) Filer

Filer/material granskas för att verifiera att:

- alla filer i filförteckningen är levererade
- alla filer har korrekt filformat och filstorlek
- alla filer har korrekt namnsättning
- alla filtyper är öppningsbara

c) Metadata

Kontrollera att eventuella metadatafiler:

- är kompletta och korrekt ifyllda

A.3.2 Produkt

d) Lägesosäkerhet

Lägesosäkerheten kontrolleras genom mätning i bilder av objekt med kända positioner. Kontrollen görs lämpligen i två steg:

1. Inmätning av de markstöd som har använts i blocktrianguleringen. Stora avvikelser kan tyda på fel i inläsning av orienteringsparametrar, fel kalibreringsprotokoll, fel i hantering av självkalibrering, annat fel i blocktrianguleringen etcetera.
2. Inmätning av oberoende tydligt identifierbara kontrollpunkter, signalerade eller naturliga, som är geodetiskt inmätta med en lägre standardosäkerhet än den som specificeras för bilddata i uppdraget, se krav 3.2 b-c. Punkterna ska vara jämnt fördelade över kartläggningområdet och inte sammanfalla med markstöden.

Följande beräknas separat för markstöd och kontrollpunkter:

- RMS-värden för plan (N, E) och höjd (H), som är ett mått på mätosäkerheten. Skattas enligt (Δ avser avvikelse mellan ursprungs- och kontrollmätning och n antalet kontrollerade punkter):

$$RMS_{plan} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i^2 + \sum_{i=1}^n \Delta E_i^2}{n}} \quad RMS_{höjd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta H_i^2}{n}}$$

- Systematiska avvikelser i form av medelvärden av de kontrollerade objektens avvikelser i plan ($\Delta \bar{R}$) och höjd ($\Delta \bar{H}$). Skattas enligt:

$$\Delta \bar{R} = \sqrt{\Delta \bar{N}^2 + \Delta \bar{E}^2}$$

$$\Delta \bar{H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta H_i$$

$$\Delta \bar{N} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta N_i \quad \Delta \bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta E_i$$

Beräkningsresultaten granskas för att verifiera att erhållen mätosäkerhet överensstämmer med ställda krav:

- RMS-värdena kontrolleras med formeln:

$$RMS \leq \sigma \cdot (0,96 + n^{-0,4})$$

där σ är den standardosäkerhet som beställaren har specificerat.

- Medeltalen ska naturligtvis vara nära noll annars bör systematik misstänkas. Det kontrolleras med formeln:

$$\Delta \bar{R}, \Delta \bar{H} \leq \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$$

I tabell Tabell A.3.2 exemplifieras de två sista uttrycken för några olika värden på n .

Tabell A.3.2. Gränsvärden för medeltal och RMS-värden vid kontroll av lägesosäkerhet. σ är det krav på standardosäkerheten som beställaren har specificerat. För få punkter ger inte särskilt effektiva kontroller - fler kontrollpunkter ger hårdare gränser och säkrare bedömningar.

Antal punkter (n)	Gränsvärde för medeltal $\Delta\bar{R}, \Delta\bar{H} \leq \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$	Gränsvärde för RMS $RMS_{plan}, RMS_H \leq \sigma \cdot (0,96 + n^{-0,4})$
5	$0,89\sigma$	$1,49\sigma$
10	$0,63\sigma$	$1,36\sigma$
20	$0,45\sigma$	$1,26\sigma$
50	$0,28\sigma$	$1,17\sigma$
100	$0,20\sigma$	$1,12\sigma$
200	$0,14\sigma$	$1,08\sigma$
∞	$0,00\sigma$	$1,00\sigma$

Läs mer i [HMK-Geodatakvalitet](#), Bilaga A.2 angående test av systematik och mätosäkerhet.

Följande kontroller kan genomföras för att täcka större områden än enskilda kontrollpunkter:

- kontroll om diskontinuitet förekommer mellan stereomodeller. Kontrollen kan göras genom stereokartering av horisontella objekt, till exempel strandlinjer och vägar
- en ytmodell kan skapas genom matchning av flygbilderna och jämföras mot en annan höjdmodell med lägre lägesosäkerhet, till exempel från flygburen laserskanning. Ett sådant test kan bland annat visa på systematiska fel/effekter. Eventuella mönster från till exempel stitching upptäcks lättare i ett sådant test än vid en vanlig kontroll mot kontrollpunkter

e) Fullständighet

Kontrollera att bilddata:

- täcker hela kartläggningsområdet med en marginal om minst 15 % av bildsidan utanför kartläggningsområdet
- har stereotäckning för hela kartläggningsområdet - om bilder för stereokartering har beställts - inga glipor accepteras

f) Användbarhet

Bilddata granskas för att verifiera att:

- de objekt som ska tolkas och mätas kan tolkas i bilderna
- bilddata uppvisar en genomgående god bildkvalitet med god kontrast och skärpa
- bilddata inom samma område och fotograferingstillfälle uppvisar en enhetlig färgton och färgbalans
- bilddata inte uppvisar tecken på rörelseoskärpa, oacceptabla skugglängder eller över-/underexponering i form av överrepresentation av pixlar med total svärta i lågdagrar, utkritning i högdagrar eller bildstörningar som moln, rök eller dis

A.3.3 Fördjupad kontroll vid behov

Ytterligare kontroll bör göras om tidigare kontrollsteg har påvisat oklarheter eller eventuella brister. Sådana kontroller ställer dock krav på beställarens kompetens och tillgång till lämpliga programvaror.

g) Insamlingsparametrar

Följande tilläggskontroller kan genomföras:

- geometrisk upplösning, genom att till exempel mäta upp avståndet mellan två väldefinierade punkter och räkna antalet pixlar däremellan
- övertäckning inom och mellan stråk, genom användning av fotogrammetrisk programvara alternativt genom uppskattning i bildbearbetningsprogram
- skugglängd vid aktuell fotograferingstidpunkt, beräknas genom nyttjande av höjd- och koordinatuppgift samt exponeringstidpunkt för bilder

h) Markstöd

Beräkningsresultaten granskas för att verifiera att:

- erhållen standardosäkerhet i geodetisk mätning av stöd- och kontrollpunkter överensstämmer med specificerade krav
- nyttjad geodetisk mätmetod ger önskad lägesosäkerhet, se [HMK-ReGe 2014](#) avsnitt 3.2

i) GNSS/INS-data

Beräkningsresultaten granskas för att verifiera att:

- beräknade positionerings- och orienteringsdata inte uppvisar signifikanta brister eller avvikelser
- differens mellan planerad exponeringsort och beräknad exponering är acceptabel
- beräknade rotationsvinklar (ω , ϕ , κ) ligger inom angivna toleranser

j) Blocktriangulering

Beräkningsresultatet granskas för att verifiera att:

- beräknade vikthenhetens standardosäkerhet (grundmedelfel), residualer, positionerings- och orienteringsdata inte uppvisar signifikanta brister eller avvikelser
- indata till blocktrianguleringen har viktats på korrekt sätt
- antal och placering av konnektionspunkter är acceptabelt
- antal och placering av markstöd är acceptabelt
- antal bilder, som använda stöd- och kontrollpunkter är mätbara i, är acceptabelt
- resultatet av eventuell självkalibrering är rimligt

k) Avancerad kontroll av bildkvalitet

Resultat av radiometrisk bearbetning:

- en digital färgbilds pixlar har tre numeriska värden, ett för respektive primärfärg rött, grönt och blått (RGB). Dessa värden bestämmer pixelns färg och ljusstyrka. I en flygbild i 8 bitar RGB har varje pixel i banden rött, grönt respektive blått ett värde mellan 0 (svart) och 255 (vitt). Detta innebär att det går att genomföra matematiska analyser på bilder och på delar av bilder för att redovisa statistik för exempelvis luminans, kontrast och/eller andel utkritade pixlar. Det finns ett antal vanliga typer av bildstatistik som är användbara för att kontrollera den radiometriska bearbetningen

Procent svärtade och utkritade pixlar:

- svärtade pixlar har den mörkaste nyansen i bilden, vanligtvis 0, 0, 0 (svart). Andelen svärtade pixlar beräknas genom att dividera antalet svärtade pixlar med bildens totala antal pixlar
- utkritade pixlar har bildens ljusaste nyans. Andelen beräknas efter samma princip som för svärtade pixlar

Luminans, kontrast och nyans kan kontrolleras med stickprov ur en bildleverans med följande metod:

1. bilderna öppnas i bildprogram, där luminans (medelvärde) och kontrast (standardavvikelse) kontrolleras för hela bildytan i respektive bild. Även nyansen (medelvärdet) för bildens 0,1 procent mörkaste pixlar kontrolleras, liksom nyansen för bildens 1 procent ljusaste pixlar. Extremer, såsom stora vattenområden maskas bort från analysen
2. erhållna värden bör inte ha stor spridning inom ett område, om inte landskapstypen varierar kraftigt
3. efter kontrollen ovan kan luminans och färgnyans kontrolleras med stickprov ur likartade objekt i olika delar av bilden. Även luminans och kontrast i skuggorna från likartade objekt kan kontrolleras och jämförs med varandra. Erhållna värden för likartade objekt bör inte ha stor spridning inom bildytan eller inom ett område

Bilaga B.1 Mall och exempel för upprättande av teknisk specifikation

B.1.1 Mall för teknisk specifikation

0 Teknisk specifikation

Planering, genomförande och leverans ska göras enligt denna tekniska specifikation och kraven i avsnitt 3 i HMK- Bilddata 2014. Definitioner av krav och termer framgår av HMK-Bilddata 2014 och HMK-Ordlista december 2014 eller senare.

1 Allmän beskrivning (HMK-Bilddata 2.1)

Tjänster:

Produkter:

Produkternas användning:

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK-Bilddata 2.1)

Begränsning av insamlingsområdet inklusive format och referenssystem:

Övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper:

3 Specifikation av produkten (HMK-Bilddata 2.3)

Krav på HMK-standardnivå:

Krav på geometrisk upplösning:

Krav på standardosäkerhet:

Krav på övertäckning inom/mellan stråk (alternativt deplacering eller infallsvinkel):

Krav på bildkvalitet som lägst:

Krav på solvinkel/skugglängd:

Krav på fotograferingsperiod:

Krav på bildtyp:

Krav på färgdjup:

Krav på tilläggspecifikation av produkten: (exempelvis antal stöd- punkter, kontrollpunkter och stråkriktning):

4 Specifikation av leverans (HMK-Bilddata 2.4)

4.1 Referenssystem (HMK-Bilddata 2.4.1)

Krav på referenssystem i plan och höjd:...

Övriga krav:

4.2 Stråk och stödplan (HMK-Bilddata 2.4.2)

Krav på innehåll:

Krav på filformat:

Krav på namngivning:

Krav på produktionsdokumentation:

Övriga krav: .

4.3 Markstöd (HMK-Bilddata 2.4.3)

Krav på innehåll:

Krav på filformat:

Krav på namngivning:

Krav på produktionsdokumentation:

Övriga krav:

4.4 Bilddata samt orienteringsdata ur GNSS/INS (HMK-Bilddata 2.4.4)

Bilddata

Krav på filformat:

Krav på namngivning:

Krav på informationsinnehåll i metadata:

Krav på filformat för metadata:

Övriga krav:

Orienteringsdata ur GNSS/INS-data

Krav på informationsinnehåll:

Krav på filformat:

Krav på namngivning:

Övriga krav:

Produktionsdokumentation

Krav på produktionsdokumentation:

4.5 Orienteringsdata ur blocktriangulering (HMK-Bilddata 2.4.5)

Krav på innehåll:

Krav på filformat:

Krav på namngivning:

Krav på produktionsdokumentation:

Övriga krav:

4.6 Tilläggs-specifikationer av leverans (HMK-Bilddata 2.4.6)

Krav på tilläggs-specifikationer av leverans (exempelvis krav på prov- och delleveranser, leveransmedia och katalogstruktur eller rådata):

B.1.2 Exempel på ifylld mall för en kommun

0 Teknisk specifikation

Planering, genomförande och leverans ska göras enligt denna tekniska specifikation och kraven i avsnitt 3 i HMK- Bilddata 2014. Definitioner av krav och termer framgår av HMK-Bilddata 2014 och HMK-Ordlista december 2014 eller senare.

1 Allmän beskrivning (HMK-Bilddata 2.1)

Tjänster och produkter: Kravspecifikationen omfattar planering och genomförande av flygfotografering, inmätning och beräkning av stöd samt blocktriangulering för leverans av digitala bilder inklusive orienteringsdata och metadata.

Produkternas användning: Bilderna ska användas för uppdatering av kommunens primärkartor genom stereokartering och som bakgrundskarta i e-tjänst i form av ortofoton. Bilderna ska arkiveras och tillhandahållas för framtida ändamål, både internt och externt.

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK-Bilddata 2.1)

Begränsning av insamlingsområdet inklusive format och referenssystem samt övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper:

Kommunen kan tillhandahålla följande material digitalt, för planering och genomförande av flygfotografering:

- Aktuellt karteringsområde (shape-fil)
- Aktuellt indexsystem
- Stompunkter i plan och höjd
- Höjdmodell, brytlinjer för skärningar samt data om broar och viadukter
- Kartmaterial innehållande bland annat strandlinjer, bebyggelse, kommunikation med mera. (Kommunen kan inte garantera kvaliteten inklusive aktualiteten i det material som tillhandahålls för utförarens räkning och som utföraren väljer att använda.)

3 Specifikation av produkten (HMK-Bilddata 2.3)

Krav på HMK-standardnivå: *Standardnivå 2*

Krav på geometrisk upplösning: *0,08 m*

Krav på standardosäkerhet plan/höjd: *0,10/0,10 m*

Krav på övertäckning inom/mellan stråk: *30/60 ‰*

Krav på bildkvalitet som lägst: *betyg 2*

Krav på solvinkel som lägst: *30 grader;*

I syfte att kunna slutföra ett svårfotograferat område kan i undantagsfall en solvinkel på 27 grader accepteras. Detta ska dock stämmas av med beställaren för godkännande.

Krav på fotograferingsperiod: *Vårsäsongen när det är snö- och lövfritt*

Krav på bildtyp: *RGB*

Krav på färgdjup: *24 bitars med 8 bitar per kanal*

Krav på tilläggspecifikation av produkten: *(exempelvis antal stödpunkter, kontrollpunkter och stråkriktning): Stråkriktningen ska vara östvästlig*

4 Specifikation av leverans (HMK-Bilddata 2.4)

4.1 Referenssystem (HMK-Bilddata 2.4.1)

Krav på referenssystem i plan och höjd: *Allt material ska levereras i plansystem SWEREF99, projektionszon 1800 och i höjdsystem RH2000.*

Geoïdmodell SWEN 08 ska användas för beräkning av höjder

Övriga krav: -

4.2 Stråk och stödplan (HMK-Bilddata 2.4.2)

Krav på innehåll: *Enligt HMK-Bilddata 3.1.3*

Krav på filformat: *ASCII-fil*

Krav på namngivning: *Överenskoms vid avtalstecknande*

Krav på produktionsdokumentation: *Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.1*

Övriga krav: -

4.3 Markstöd (HMK-Bilddata 2.4.3)

Krav på innehåll: *Enligt HMK-Bilddata 3.2.1*

Krav på filformat: *ASCII-fil*

Krav på namngivning: *Överenskoms vid avtalstecknande*

Krav på produktionsdokumentation: *Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.2*

Övriga krav: -

4.4 Bilddata samt orienteringsdata ur GNSS/INS (HMK-Bilddata 2.4.4)

Bilddata

Krav på filformat: *TIFF-24-bit färgupplösning (8 bit/färgband).*

Krav på namngivning: *Överenskoms vid avtalstecknande*

Krav på informationsinnehåll i metadata: -

Krav på filformat för metadata: -

Övriga krav: -

Orienteringsdata ur GNSS/INS

Krav på informationsinnehåll: *Enligt HMK-Bilddata 3.3.4*

Krav på filformat: *ASCII – format, där innehållet i varje kolumn i filen anges i första raden med kommaseparering*

Krav på namngivning: *Överenskoms vid avtalstecknande*

Övriga krav: -

Produktionsdokumentation

Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.3

4.5 Orienteringsdata ur blocktriangulering (HMK-Bilddata 2.4.5)

Krav på innehåll: *Enligt HMK-Bilddata 3.4.3*

Krav på filformat: *Match-AT projektfil (version 5 eller senare) för inläsning i ESPA-systemet*

Krav på namngivning: *Överenskoms vid avtalstecknande*

Krav på produktionsdokumentation: *Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.4*

Övriga krav: -

4.6 Tilläggspecifikationer av leverans (HMK-Bilddata 2.4.6)

Krav på tilläggspecifikationer av leverans (exempelvis krav på prov- och deleveranser, leveransmedia och katalogstruktur eller rådata):

Krav på leveransmedia: *Hårddisk av typen USB 3.0*

Krav på rådata: *Utföraren ska behålla rådata, det vill säga obearbetat bild och orienteringsdata, i fyra år från fotograferingstillfället.*

B.1.3 Exempel på ifylld mall för Trafikverket

0 Teknisk specifikation

Planering, genomförande och leverans ska göras enligt denna tekniska specifikation och kraven i avsnitt 3 i HMK- Bilddata 2014. Definitioner av krav och termer framgår av HMK-Bilddata 2014 och HMK-Ordlista december 2014 eller senare.

1 Allmän beskrivning (HMK-Bilddata 2.1)

Tjänster, Produkter samt Produkternas användning:

Trafikverket ska upprätta vägplan på sträckan. Syftet med denna förfrågan är att framställa ortofoto och höjdmodell som underlag för denna projektering. Bildinsamlingen ska ske samtidigt som laserskanningen.

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK-Bilddata 2.2)

Begränsning av insamlingsområdet inklusive format och referenssystem samt övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper:

Trafikverket kan tillhandhålla följande material digitalt, för planering och genomförande av flygfotografering:

- Aktuellt karteringsområde (KML fil)
- Stompunkter i plan och höjd
- GSD-Terrängkartan i rasterform med statligt vägnät
- GSD-Fastighetskartan i shape och dwg format

3 Specifikation av produkten (HMK-Bilddata 2.3)

Krav på HMK-standardnivå: *Standardnivå 3*

Krav på geometrisk upplösning: *0,02 m*

Krav på standardosäkerhet i plan/höjd: *0,02/0,02 m*

Krav på övertäckning inom/mellan stråk: -

Krav på bildkvalitet som lägst: *betyg 1*

Krav på solvinkel/skugglängd: -

Krav på fotograferingsperiod: *vägbanan ska vara torr och terrängen ska vara snöfri*

Krav på bildtyp: *RGB*

Krav på färgdjup: *24 bitars med 8 bitar per kanal*

Krav på tilläggspecifikation av produkten: (exempelvis antal stödpunkter, kontrollpunkter och stråkriktning): Provnings av markmodellens höjdnoggrannhet ska utföras enligt SIS/TS 21144:2013. Kontrollmätningar ska göras enligt modell typ 2 och provningsutförande A

4 Specifikation av leverans (HMK-Bilddata 2.4)

4.1 Referenssystem (HMK-Bilddata 2.4.1)

Krav på referenssystem i plan: Allt material ska levereras i plansystem SWEREF99, projektionszon 1800.

Krav på referenssystem i höjd: höjdsystem RH2000. Geoidmodell SWEN 08 ska användas för beräkning av höjder

Övriga krav: -

4.2 Stråk och stödplan (HMK-Bilddata 2.4.2)

Behöver inte levereras

4.3 Markstöd (HMK-Bilddata 2.4.3)

Krav på innehåll: Enligt HMK-Bilddata 3.2.1

Krav på filformat: ASCII-fil

Krav på namngivning: Överenskoms vid avtalstecknande

Krav på produktionsdokumentation: Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.2

Övriga krav: -

4.4 Bilddata samt orienteringsdata ur GNSS/INS (HMK-Bilddata 2.4.4)

Bilddata

Krav på filformat: TIFF-24-bit färgupplösning (8 bit/färgband).

Krav på namngivning: Överenskoms vid avtalstecknande

Krav på informationsinnehåll i metadata: -

Krav på filformat för metadata: -

Övriga krav: -

Orienteringsdata ur GNSS/INS-data

Krav på innehåll: Enligt HMK-Bilddata 3.3.4

Krav på filformat: trj-format enligt terrasolid

Krav på namngivning: Överenskoms vid avtalstecknande

Övriga krav: -

Produktionsdokumentation

Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.3

4.5 Orienteringsdata ur blocktriangulering (HMK-Bilddata 2.4.5)

Krav på innehåll: Enligt HMK-Bilddata 3.4.3

Krav på filformat: *iml-fil (Terraphoto imagelist) enligt terrasolid*

Krav på namngivning: *Överenskomms vid avtalstecknande*

Krav på produktionsdokumentation: *Enligt HMK-Bilddata, bilaga A.1.4*

Övriga krav: -

4.6 Tilläggs-specifikationer av leverans (HMK-Bilddata 2.4.6)

Krav på tilläggs-specifikationer av leverans (exempelvis krav på prov- och deleveranser, leveransmedia och katalogstruktur eller rådata):

Krav på leveransmedia: *Hårddisk av typen USB 3.0*

Krav katalogstruktur: *Enligt namnsatt Chaos-objekt*

Krav på rådata: *Utföraren ska behålla rådata, det vill säga obearbetat bild och orienteringsdata, i fyra år från fotograferingstillfället*

Övriga krav: *Ortofoto, laserdata och höjdmodell levereras enligt särskild specifikation. Provning av markmodellen redovisas enligt kapitel 10.8 och 10.9 SIS/TS 21144:2013*