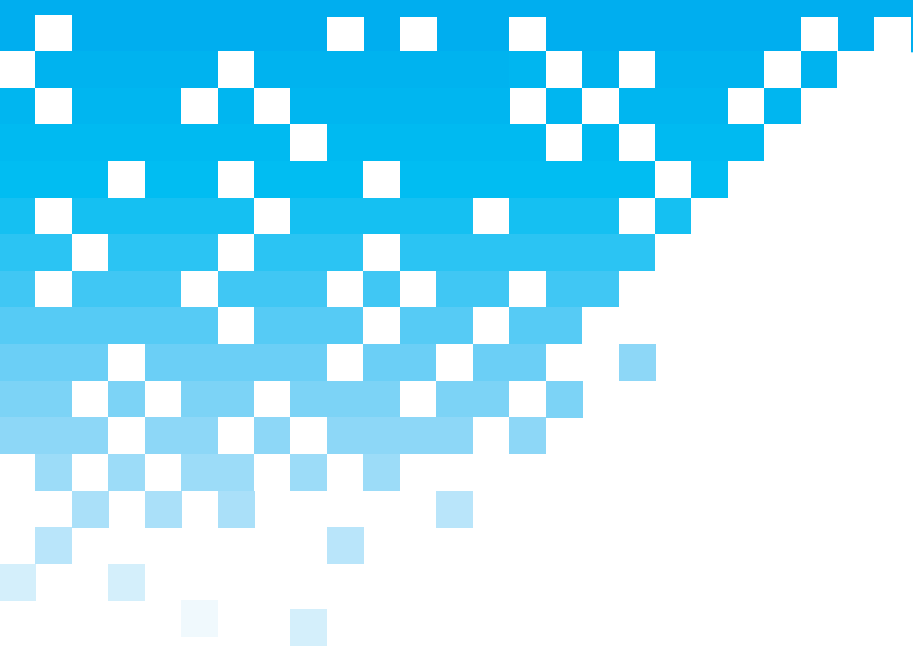


HMK
- handbok i mät- och kartfrågor

Ortofoto

2017



Förord 2017

Första versionen av *HMK – Ortofoto* publicerades i december 2014. Dokumentet skrevs av Helen Rost, Blom Sweden AB, och Thomas Lithén, Lantmäteriet, var redaktör. I arbetsgruppen ingick även Jan Wingstedt, Jönköpings kommun, Joakim Fransson och Per Isaksson, Trafikverket, samt Marianne Ormalm och Lena Moren, Lantmäteriet. Muriel Bjureberg och Gunilla Lundgren, Lantmäteriet, ansvarade för layout och design.

Denna version, *HMK – Ortofoto 2017*, är den tredje i ordningen. Förutom en allmän översyn har följande större förändringar gjorts i förhållande till den förra versionen:

- Delar av avsnitt 2.3 har skrivits om i enlighet med den tekniska rapporten [HMK-TR 2016:3](#) "Lägesosäkerheten i geodata – likheter och olikheter".
- Bilaga C.2 (om produktkontroll) har omarbetats, utökats och gjorts enhetlig med övriga geodatainsamlingsdokument.
- Avsnitt 2.4 har omarbetats, framför allt vad gäller produktionsdokumentation och metadata.
- Bilagorna har getts en mer logisk numrering, som bättre följer huvudtexten.
- Länkar och hänvisningar till andra dokument har uppdaterats.

Översynen har utförts av en arbetsgrupp bestående av Thomas Lithén, Clas-Göran Persson och Jan Wingstedt, Lantmäteriet, samt Joakim Fransson, Trafikverket. En granskning av dokumentets slutversion har gjorts av Helén Rost, Terratec.

Gävle 2017-09-30

/Anders Grönlund,
Uppdragsledare HMK

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
2 Teknisk specifikation	5
2.1 Allmän beskrivning	5
2.2 Specifikation av utgångsmaterial	6
2.2.1 Bild-och höjddata	6
2.2.2 Övrigt utgångsmaterial	8
2.3 Specifikation av produkten	8
2.3.1 HMK-standardnivå	8
2.3.2 Geometrisk upplösning	9
2.3.3 Lägesosäkerhet	10
2.3.4 Ortofototyp	12
2.3.5 Bildtyp och färgdjup	13
2.3.6 Tilläggspecifikation	14
2.4 Specifikation av leverans	15
2.4.1 Referenssystem	15
2.4.2 Ortofoto	15
2.4.3 Rektifieringsmodell	16
2.4.4 Produktionsdokumentation	17
2.4.5 Metadata	17
2.4.6 Tilläggspecifikation av leverans	19
3 Genomförande	20
3.1 Kontroll av utgångsmaterial	20
3.2 Ortofotoframställning	21
3.3 Leverans 22	
4 Beställarens kontroll	23
5 Referenser/Läs mer	24
Bilaga A: Mall och exempel för upp-rättande av teknisk specifikation	25
Bilaga A.1 Mall för teknisk specifikation	25
Bilaga A.2 Exempel på ifylld mall för en kommun	27
Bilaga A.3 Exempel på ifylld mall för Trafikverket	30
Bilaga B: Produktionsdokumentation	32
Bilaga B.1 Bilddata	32
Bilaga B.2 Ortofoto	32
Bilaga C: Kontroll av ortofoto	34
Bilaga C.1 Kompletta leverans	34
Bilaga C.2 Produkt	34
Bilaga C.3 Fördjupad kontroll vid behov	37

1 Inledning

Information

För ev. fortlöpande justeringar av detta dokument, se [HMK-loggen](#).

HMK-Ortofoto behandlar upprättande av teknisk specifikation för upphandling av ortofoton framtagna från flygbilder i lod samt arbetets utförande, kontroll och dokumentation. Utgångspunkten är flygbilder beställda med stöd av [HMK - Flygfotografering 2017](#) eller flygbilder från samtidig laser- och bilddatainsamling beställda med stöd av [HMK - Flygburen laserskanning 2017](#).

Dokumentet stödjer:

- upprättande av teknisk specifikation (kapitel 2 och Bilaga A)
- genomförande av uppdrag avseende ortofoto (kapitel 3 och Bilaga B)
- kontroll av leverans (kapitel 4 och Bilaga C).

Följande HMK-standardnivåer omfattas, se [HMK - Geodatakvalitet 2017](#), avsnitt 2.6.

- HMK-standardnivå 1: Nationell/regional mätning och kartläggning för översiktlig planering och dokumentation.
- HMK-standardnivå 2: Mätning och kartläggning av tätort för kommunal detaljplanering och dokumentation.
- HMK-standardnivå 3: Projektinriktad mätning och kartläggning för projektering och byggande.

Frågor om upphandling, tillstånd och sekretess behandlas i [HMK - Introduktion 2017](#), kapitel 3. Tekniska termer och förkortningar förklaras i [HMK-Ordlista](#), senaste version. Dokumentstruktur och hänvisningar förklaras i [HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 1.7.

Råden i HMK - Ortofoto 2017 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

Ortofoton framtagna från satellitbilder, flygburen insamling av snedbilder eller från flygburen insamling med analog kamera och film behandlas inte i HMK - Ortofoto 2017. Intresserade av härledningar och formler m.m. hänvisas till kapitel 5 *Referenser/Läs mer*. Intresserade av analog teknik hänvisas till det gamla dokumentet [HMK - Fotogrammetri \(1994\)](#).

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 A som stöd.

En teknisk specifikation kan, helt eller delvis, bestå av hänvisning till en eller flera befintliga *dataproduktspecifikationer* (DPS) eller formella standarder. Om så är fallet kan kapitel 2 och 3 användas som checklista för att säkerställa att aktuell DPS/standard omfattar alla relevanta krav vid beställning av ortofoto.

För mer information om teknisk specifikation och dataproduktspecifikation, se [HMK – Introduktion 2017](#), avsnitt 2.1, och [HMK – Geodatakvalitet 2017](#), Bilaga B. Dataproduktspecifikation enligt SS-EN ISO 19 131 benämns *dataspecifikation* på geodata.se/Inspire och *dataproduktspecifikation* samt *informationsspecifikation* i arbetet med [Nationella specifikationer](#).

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.

Den allmänna beskrivningen säkerställer att samsyn råder mellan beställare och utförare. Om produkten ska användas för tolkning och mätning av objekt bör en lista på aktuella objekttyper bifogas, se Tabell 2.3.1.

2.2 Specifikation av utgångsmaterial

Rekommendation

- a) Beställaren levererar insamlingsområdets koordinatsatta begränsning i vektorformat samt anger filformat och referenssystem.
- b) Beställaren redovisar vilket existerande utgångsmaterial som ställs till utförarens förfogande för uppdraget, samt dess egenskaper.

Med utgångsmaterial för framställning av ortofoton avses områdesbegränsning, bild- och höjddata samt övrigt material som kan underlätta och effektivisera genomförande av uppdraget.

2.2.1 Bild-och höjddata

Bild- och höjddata kan finnas tillgängliga från tidigare genomförd beställning eller via geodatasamverkan, men kan också helt eller delvis samlas in för aktuell ortofotoproduktion.

Befintliga data

Befintliga data som ska användas bör vara kvalitetsdeklarerade så att uppdraget blir kalkylerbart för utföraren. Det bör framgå om utföraren förväntas förbättra eller komplettera utgångsmaterialet för att uppnå efterfrågad kvalitet på slutprodukten, det vill säga ortofotot.

- För bilddata redovisas produktionsdokumentation enligt [HMK – Flygfotografering 2017](#), Bilaga B.
- Om laserdata ska användas av utföraren, för att ta fram *en rektifieringsmodell* (höjdmodell för ortofotorektifiering), redovisas produktionsdokumentation enligt [HMK – Flygburen laserskanning 2017](#), Bilaga B.
- För höjdmodell eller andra höjddata redovisas produktionsdokumentationen enligt [HMK – Höjddata 2017](#), Bilaga B.

Vid användning av befintliga bilddata bör beställaren särskilt beakta:

- att flygbildernas geometriska upplösning är tillräcklig för det som ska tolkas ([HMK – Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.2)
- att lägesosäkerheten motsvarar ortofotots krav ([HMK – Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.3)
- att bildövertäckningen motsvarar kraven för den ortofototyp och den insyn som önskas ([HMK – Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.4)

- att bildkvaliteten på flygbilderna motsvarar de krav man har på bildkvaliteten i ortofotot ([HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.5–2.3.6); ljus- och färgskillnader mellan flygbilderna kan till viss del reduceras vid ortofotoframställningen, men för högsta kvalitet bör bilderna vara tagna vid lämplig solvinkel, klart väder och vara fria från molnskuggor; alternativt ska fotografering ha skett under ett jämnt molntäcke vilket minimerar förekomsten av skuggor
- att flygbildernas utseende vad gäller vegetation och årstid motsvarar kraven för ortofotot ([HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.7)
- att bildtyp och färgdjup hos flygbilderna motsvarar kraven på den slutliga produkten, det vill säga ortofotot, ([HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.8)
- att orienteringsdata (X_0 Y_0 Z_0 , ω , φ , κ) för flygbilderna är tillgängliga i samma referenssystem som önskat ortofoto ([HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.4.1).

Nyinsamling av data

För HMK-standardnivå 1 och 2 ([HMK - Geodatakvalitet 2017](#), avsnitt 2.6), är det vanligt att bild- och höjddata samlas in vid olika tillfällen genom flygfotografering respektive flygburen laserskanning. Det är också vanligt att en existerande höjdmodell används vid framtagande av ortofoto och att den kompletteras med hänsyn tagen till vald ortofototyp.

- För upprättande av teknisk specifikation för upphandling av orienterade flygbilder i lod, se [HMK - Flygfotografering 2017](#).
- För upprättande av teknisk specifikation för upphandling av laserdata genom flygburen laserskanning, se [HMK - Flygburen laserskanning 2017](#). Där beskrivs också beställning av samtidig laser- och bildinsamling, vilket i nuläget är vanligast för HMK-standardnivå 3.
- Höjddata kan tas fram med olika metoder, till exempel laserskanning, bildmatchning, fotogrammetrisk detaljmätning, terrester mätning eller en kombination av dessa, se [HMK - Höjddata 2017](#).

2.2.2 Övrigt utgångsmaterial

Beställaren bör ställa befintligt material, som kan underlätta och effektivisera genomförande av uppdraget, till utförarens förfogande. Befintligt material hos beställaren kan till exempel vara stompunkter, befintliga markstöd och kontrollobjekt, brytlinjer, byggnadsmodeller eller andra vektordata. Tillhörande produktionsdokumentation, metadata och kvalitetsuppgifter ska bifogas.

2.3 Specifikation av produkten

2.3.1 HMK-standardnivå

Rekommendation

Beställaren anger HMK-standardnivå för produkten.

Vald HMK-standardnivå, utifrån tänkt användning, blir styrande för genomförandet.

Tabell 2.3.1 redovisar en sammanställning av parametervärden för respektive HMK-standardnivå. Värdena ska ses som rekommendationer och beställaren kan justera dessa vid behov.

Det bör dock noteras att eventuella justeringar kan innebära påverkan både på slutprodukten användbarhet och på priset för genomförandet av uppdraget.

Tabell 2.3.1. Sammanställning av parametrar per HMK-standardnivå för ortofoton.

Parametrar	HMK-standardnivå 1	HMK-standardnivå 2	HMK-standardnivå 3
Geometrisk upplösning, ortofoto (m) ^{I)}	0,15 - 0,50	0,08 - 0,12	0,02 - 0,05
Lägesosäkerhet i plan, ideala förhållanden (m) ^{II)}	0,20 - 0,50	0,08 - 0,12	0,02 - 0,05

^{I)} För definition av geometrisk upplösning i ortofoton se avsnitt 2.3.2. Intervallet avser ett spelrum inom vilket värdet på geometrisk upplösning vanligtvis ligger. Beställaren väljer ett värde för sitt ändamål.

^{II)} Lägesosäkerhet avser standardosäkerhet i plan för tydligt identifierbara objekt i ortofoto. Intervallet avser parametervärden som följer det värde som valts på geometrisk upplösning. Andra värden kan väljas av beställaren, se avsnitt 2.3.3.

Det går att framställa ortofoton med lägre lägesosäkerhet än de som visas i Tabell 2.3.1 men det kräver bättre höjdmodeller, bättre orienterade flygbilder och tätare flygstråk än vad som rekommenderats som standard i detta dokument.

2.3.2 Geometrisk upplösning

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på geometrisk upplösning.

Med geometrisk upplösning avses avståndet på marken mellan två närliggande pixel-centra i ortofotot.

Den geometriska upplösningen påverkar, tillsammans med bildkvaliteten, vilka objekt som går att tolka och mäta i ortofotot (se [HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.2). Upplösningen påverkar även vilken lägesosäkerhet som är möjlig att uppnå.

Ortofoton ska inte framställas med högre upplösning än flygbildens geometriska upplösning.

Det har visat sig att hög flyghöjd trots hög upplösning kan leda till oskärpa och svårigheter att tolka/mäta mindre objekt. Om produkten ska användas för tolkning och mätning av objekt bör därför en lista på aktuella objekttyper bifogas för att säkerställa att bilder levereras med tillräcklig skärpa. Listan ska endast innehålla sådana objekt som är möjliga att mäta i aktuell upplösning, se Tabell 2.3.1

Vid samtidig beställning av bilddata och ortofoto kan beställaren välja att specificera vad som ska vara möjligt att tolka i ortofotot och 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.

2.3.3 Lägesosäkerhet

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på lägesosäkerhet.

Krav på lägesosäkerhet avser "absolut" lägesosäkerhet i de nationella referenssystemen Sweref 99 och RH2000 eller annat referenssystem som beställaren anger, se avsnitt 2.4.1. Som mått används standardosäkerheten i plan för tydligt identifierbara objekt i ortofotot.

Ortofotots lägesosäkerhet påverkas av flygbildernas lägesosäkerhet i plan och höjd samt av kvaliteten i den rektifieringsmodell som använts.

Kraven ställs utifrån användningen av den beställda produkten.

Bilddata

Se [HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.3 för mer information om lägesosäkerhet i flygbilder.

Rektifieringsmodell (höjdmodell för ortofotorektifiering)

Höjddata i form av punkter och brytlinjer som representerar mark inklusive broar, dammkonstruktioner och planskilda korsningar utgör grunden för den rektifieringsmodell som används vid ortofotorektifiering. Vid framställning av byggnadsortofoto eller sant ortofoto måste höjddata kompletteras (se avsnitt 2.3.4 *Ortofototyp*).

Vanligtvis anges inga direkta krav på kvaliteten i höjddata eftersom kravet indirekt redan definierats av kravet på lägesosäkerhet i ortofotot och vid val av ortofototyp. Det är alltså upp till utföraren att säkerställa att kvaliteten i höjddata är tillräckligt hög för att uppnå kravet på lägesosäkerhet i ortofotot. Om existerande höjddata ska användas kan det finnas behov av kompletterande mätningar för att uppfylla detta lägesosäkerhetskrav.

Standardosäkerheten och detaljeringsgraden i höjddata påverkar kvaliteten i ortofotot. Det rekommenderas att standardosäkerheten i höjd i höjddata ligger på ett värde som motsvarar ortofotots dubbla geometriska upplösning eller bättre.

Fel i höjddata påverkar geometrin i ortofotot, mest i flygbildens kanter och minst i mitten av flygbilden. I Tabell 2.3.3 redovisas rekommenderade parametervärden för höjddata för att uppnå geometriska krav på slutprodukten, det vill säga ortofotot.

Tabell 2.3.3. Krav på kvaliteten i höjddata vid framtagning av ortofoto för olika HMK-standardnivåer.

	HMK- standardnivå 1	HMK- standardnivå 2	HMK- standardnivå 3
Geometrisk upplösning, ortofoto (m)	0,15 - 0,50	0,08 - 0,12	0,02 - 0,05
Detaljeringsgrad i höjddata, geometrisk upplösning i grid (m) ^{I)}	8 - 24	2	0,5
Standardosäkerhet i höjd, blandade förhållanden (m)	0,50 - 1	0,10 - 0,25	0,02 - 0,10
Förtätning av höjddata, t.ex. med brytlinjer ^{II)} Graden av förtätning anpassas till ortofotots geometriska upplösning.	Större konstruktioner modelleras, t.ex. - broar - planskilda korsningar - dammar	I tillägg till HMK-standardnivå 1 modelleras medelstora konstruktioner, t.ex. - avsatser i stadsmiljö - diken - branter och liknande formationer i terrängen	I tillägg till HMK-standardnivå 1 och 2 modelleras mindre konstruktioner, t.ex. - mindre diken och avsatser

^{I)} Punktavståndet anger lämplig upplösning i höjddata vid normal, oexploaterad terräng.

^{II)} Behovet av brytlinjer är beroende av områdets karaktär och bedöms från fall till fall.

2.3.4 Ortofototyp

Rekommendation

- a) Beställaren ställer krav på ortofototyp alternativt på flygbildens övertäckning och rektifieringsmodell.

Figur 2.3.4. Exempel på ortofototyper framtagna med olika rektifieringsmodeller.

Traditionellt ortofoto - marken avbildas i ortogonalt projicerat läge



Byggnadsortofoto - mark och byggnader avbildas i ortogonalt projicerat läge



Val av ortofototyp ställer implicita krav på flygbildens övertäckning och rektifieringsmodell.

Exempel på ortofototyper:

- *traditionellt ortofoto*; ortofoto där mark och broar avbildas skalriktigt i ortogonalt projicerat läge
- *byggnadsortofoto*; mark, broar och byggnader avbildas skalriktigt i ortogonalt projicerat läge

- *sant ortofoto*; mark, broar och alla objekt ovan mark avbildas skalriktigt i ortogonalt projicerat läge.

Beställaren kan, vid behov, definiera egna ortofototyper.

Flygbildens övertäckning

[HMK – Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.4, ger anvisningar om val av bildövertäckning.

Rektifieringsmodell

De objekt som ingår i rektifieringsmodellen kommer att avbildas skalriktigt i ortogonalt projicerat läge. För respektive ortofototyp används följande rektifieringsmodeller:

- för traditionellt ortofoto används **markhöjdmodell** inklusive broar, dammkonstruktioner och planskilda korsningar
- för byggnadsortofoto används **markhöjdmodell** enligt ovan kompletterad med 3D-byggnadsmodeller
- för sant ortofoto används **ythöjdmodell** som följer det översta skiktet av marken samt alla objekt ovan mark, till exempel träd, byggnader, buskar, etcetera.

2.3.5 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 våglängdsbanden rött, grönt och blått och benämns *RGB*. En IR-färgbild är vanligtvis uppbyggd av våglängdsbanden nära infrarött (*NIR*), rött och grönt och benämns *CIR* (*colour infra red*).

Det förekommer också bildtyper med fyra eller fler kanaler, till exempel rött, grönt, blått och nära infrarött. En digital bild kan också ha kanaler som representerar annan information än ett våglängdsband, till exempel *opacitet* (genomskinlighet) eller höjdinformation.

Färgdjup

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

2.3.6 Tilläggspecifikation

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar eventuella övriga krav på produkten.

Beställaren bör inte detaljstyra genomförandet, utan så långt som möjligt överlämna det till utföraren.

Nedan ges exempel på några tillägg/avsteg från genomförandekraven i kapitel 3.

Hantering av sömlinjer

Med *sömlinjer* avses skarvar mellan bilderna i ortofotomosaiken.

I regel önskas så osynliga sömlinjer som möjligt. I vissa fall, till exempel vid detaljprojektering, är behovet av osynliga sömlinjer mindre, eftersom ortofotot främst används för detaljerad tolkning med låga krav på lägesosäkerheten.

Vid viss bildtolkning önskas synliga sömlinjer för att underlätta tolkningen. I stadsmiljö kan det finnas särskilda krav på placering av sömlinjer för att optimera insynen till vägar och gator.

Om annan hantering än genomförandekrav 3.2 a respektive 3.2 e önskas, specificeras detta av beställaren.

Hantering av områden utan bildinformation

Bildinformation för ortofoto kan saknas för delar som ligger utanför områdesgränsen eller om mindre områden inte täcks av någon bild, vilket är vanligt vid stora höjdvariationer som broar, planskilda korsningar eller vid framställning av sant ortofoto.

Om annan hantering än genomförandekrav 3.2 g-h önskas, specificeras detta av beställaren. Exempel på annat genomförandekrav är:

- området utanför områdesbegränsningen ska ha vit färg.

2.4 Specifikation av leverans

2.4.1 Referenssystem

Rekommendation

- a) Beställaren anger referenssystem i plan och höjd för de data som ska levereras.
- b) Vid beställning av annat referenssystem än Sweref 99 och RH 2000 anger beställaren transformations samband till dessa system

Läs mer om Sweref 99 och RH 2000 samt relationer mellan olika referenssystem och projektionszoner i [HMK – Geodetisk infrastruktur 2020](#), kapitel 2.

Om beställaren inte har ett aktuellt transformations samband kan sådant upprättas som en del av uppdraget enligt [HMK – Geodetisk infrastruktur 2020](#), kapitel 2.

2.4.2 Ortofoto

Rekommendation

- a) För ortofoto definierar beställaren:
 - filformat
 - georeferering
 - bladindelning och namngivning.

Filformat på ortofoto

Beställaren definierar krav på filformat för de ortofoton som ska ingå i leveransen. Pankromatiska ortofoton och ortofoton i form av färg- och/eller IR-färgbilder levereras lämpligtvis i formatet *okomprimerad TIFF* eller *GeoTIFF*. Filformatet skall vara kompatibelt med det valda färgdjupet (avsnitt 2.3.5).

Om en komprimerad version av ortofotot önskas anges detta av beställaren. Då anges också krav på om komprimeringen ska vara förstörande eller icke förstörande. Vid förstörande komprimering anges krav på komprimeringsgrad.

Exempel på några vanliga komprimerande bildformat är:

- *ECW*; förstörande i olika grader beroende på parameterinställning

- *JPEG*; Förstörande i olika grader beroende på parameterinställning
- *JPEG2000*; finns både som förstörande i olika grader och som icke-förstörande variant.

Georeferering

Georefereringen kan ligga som information i själva bildformatet (som filhuvud) eller som separata filer, så kallade styrfiler. Vanliga styrfilformat är *TFW* (för TIFF-bilder), *JGW* (för JPEG-bilder), *TAB* eller *INI*. Exempel på bildformat som håller information om georeferering i sitt filhuvud är *ECW*, *JPEG2000* och *GeoTIFF*.

Bladindelning och namngivning

Beställaren definierar krav på bladindelning, det vill säga bladens storlek och placering, samt krav på namngivning av filerna. En blad-/rutstorlek som går jämnt upp med multiplar av hela pixlar rekommenderas. En namngivning som relaterar till en indexering som bygger på bladens täckning och koordinaterna i dess sydvästra hörn rekommenderas.

I Tabell 2.4.2 ges exempel på lämplig systematik för namngivning. Läs mer i Lantmäteriets [Infoblad nr 11](#) om indexsystem och beteckningar rörande Sweref 99.

Tabell 2.4.2. Föreslagen systematik för indexering och namngivning av filer med koordinatexempel.

Rutstorlek	Sydvästra koordinaten för ortofotot (N, E)	Namngivning av filer
100 km	6 700 000, 500 000	67_5
10 km	6 740 000, 530 000	674_53
1 km	6 748 000, 537 000	6748_537

För långsträckta projekt är det vanligt med en bladindelning och namngivning som bygger på objektens indexering längs sträckan.

2.4.3 Rektifieringsmodell

Rekommendation

- För leverans av rektifieringsmodell specificerar beställaren:
 - datastruktur och filformat
 - geografisk uppdelning.

Den använda rektifieringsmodellen levereras vanligen i grid, som rasterfil eller textfil, tillsammans med brytlinjer i vektorformat om sådana använts. Den geografiska uppdelningen görs lämpligen i samma bladindelning som ortofotona.

2.4.4 Produktionsdokumentation

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar eventuella tilläggskrav på produktionsdokumentationen.

Produktionsdokumentationen avser i första hand en skriftlig redogörelse som riktar sig till beställaren i syfte att kunna bedöma om produktionen, produkten och leveransen följer specifikationen.

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

Om annan hantering än genomförandekrav enligt 3.3 e-g önskas specificeras detta av beställaren.

2.4.5 Metadata

Rekommendation

- a) För eventuella metadata definierar beställaren informationsinnehåll och filformat.

Metadata avser digitala strukturerade data om produkten. Dessa riktar sig främst till framtida användare i syfte att kunna hitta och bedöma användbarheten av data via geodataportaler och arkiv eller särskilda metadatatjänster. Kan även utgöra ett komplement till produktionsdokumentationen.

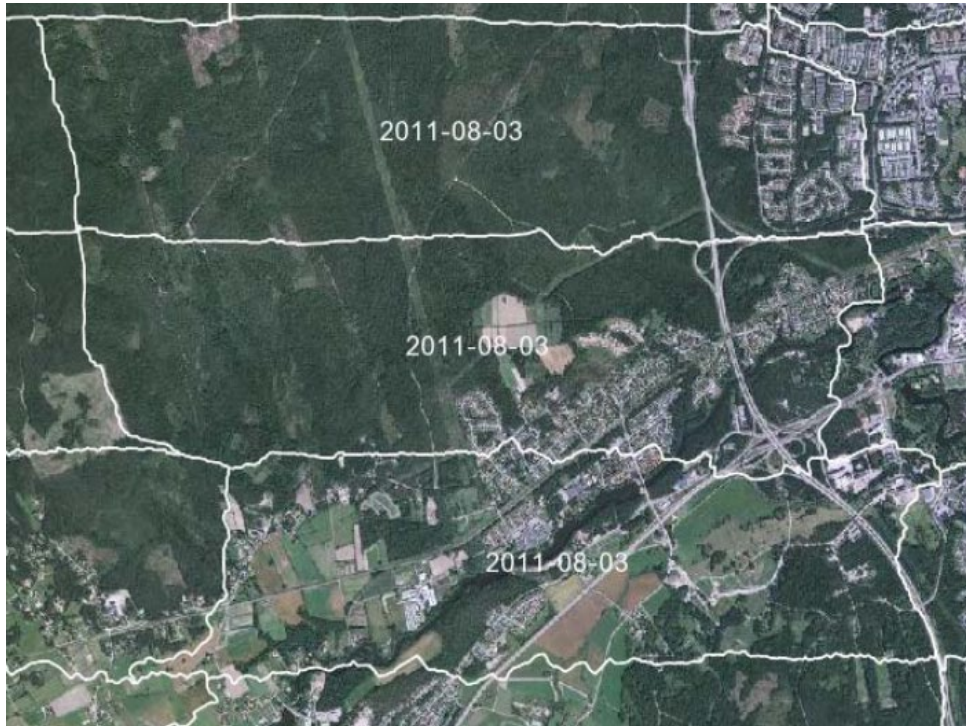
Krav på metadata för ortofoto kan avse:

- Bladvis redovisning av metadata, t ex orto-ID, flygbilds-ID och detaljerad information om ursprung och produktion.
- Redovisning av sömlinjers läge, dvs. skarvarna mellan flygbilder i en ortofotomosaik.
- Redovisning av *mosaikelements* yttäckning i form av polygoner med tillhörande attribut (se Figur 2.4.5). Mosaikelement avser utsnitt ur enskilda flygbilder som sammanfogats till en ortofotomosaik. Exempel på attribut till varje mosaikelement kan vara flygbildens identitet, fotograferingstidpunkt, flygkamera-

/sensor, ursprunglig geometrisk upplösning och bildövertäckning för flygbilderna.

För HMK-standardnivå 1 gäller att yttäckning för mosaikelement ska redovisas med attributen *flygbildsidentitet* och *fotograferingsdatum* (krav 3.3 j) om inte annat anges.

Figur 2.4.5. Ortofoto med redovisad yttäckning för mosaikelement med fotograferingsdatum som attribut.



Metadainnehåll och format för hela datamängder kan anpassas till den nationella metadataprofilen på geodata (referens [2]). Det ger förutsättningar för publicering av datamängden på geodataportalen.

Filformat

Exempel på några format är:

- För bladvis redovisning av metadata kan textfiler med posterna separerade med semikolon användas.
- För sömlinjer kan vanliga vektorformat användas, till exempel *shape*.
- Redovisning av mosaikelements yttäckning med tillhörande attribut kan vektorformat användas, till exempel *shape*.

2.4.6 Tilläggspecifikation av leverans

Rekommendation

- a) Beställaren specificerar eventuella övriga krav på leverans.

Prov- och delleveranser

Eventuella krav på prov- eller delleveranser anges vid behov. Vid provleverans kan till exempel bildkvalitet och lägesosäkerhet utvärderas.

Leveransmedia och katalogstruktur

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

Lagring av data

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 en kvalitetsplan definieras uppdragets genomförande. I den beskrivs bland annat hur produkterna ska tas fram samt vilka kontroller som ska genomföras och dokumenteras för att kvalitetssäkra planering, datainsamling, efterbearbetning och leverans.

En kvalitetsplan ger förutsättningar för en tydlig kvalitetsstyrning av ett uppdrag. Beställaren kan kräva i upphandlingens kontraktsvillkor att en kvalitetsplan upprättas, läs mer i [HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 2.2.

3.1 Kontroll av utgångsmaterial

Krav

Utföraren ska noggrant kontrollera allt underlagsmaterial:

- a) Erhållet bildmaterial kontrolleras med stöd av [HMK - Flygfotografering 2017](#), kapitel 4.
- b) Erhållna laserdata, för framtagning rektifieringsmodell, kontrolleras med stöd av [HMK - Flygburen laserskanning 2017](#), kapitel 4
- c) Erhållna höjddata (för framtagning av rektifieringsmodell), alternativt erhållen rektifieringsmodell, kontrolleras med stöd av [HMK - Höjddata 2017](#), kapitel 4.

Beställaren informeras om eventuella brister i utgångsmaterialet som menligt kan inverka på slutprodukten.

Bristfällig lägesosäkerhet i bilddata kan i vissa fall förbättras med ny blocktriangulering där bildernas yttre och inre orientering kalibreras,

se [HMK – Flygfotografering 2017](#). Det kan i vissa fall krävas kompletterande stödpunkter för bättre inpassning av blocket.

Vissa brister i bildkvalitet, till exempel färgton och ljushet, kan till viss del åtgärdas med bildbehandling.

3.2 Ortofotoframställning

Krav

Vid HMK-standardnivå 1 och 2 ska, om inget annat anges av beställaren:

- a) sömlinjerna undvika byggnader
- b) skillnader i radiometri mellan intilliggande bilder utjämnas
- c) ortofotot ges en jämn ljushet och färgton över hela området.

Vid HMK-standardnivå 3 gäller, om inget annat anges av beställaren:

- d) skillnader i radiometri mellan intilliggande bilder tillåts
- e) sömlinjer tillåts gå genom byggnader för att optimera god insyn till mark.

Generellt gäller, om inget annat anges av beställaren:

- f) en rektifieringsmodell tas fram som säkerställer kvalitén i den specificerade slutprodukten
- g) områden utanför områdesbegränsningen ges enhetlig svart färg
- h) lokala mindre hål ges pixelvärden som tolkas fram från omgivningen.

För information om principerna för ortofotoframställning se referens [3].

De programvaror som används för ortofotoframställning erbjuder ofta automatiska metoder som kan vara en blandning av olika tekniker för att jämna ut färgskillnaderna. Valet av metod för utjämning av färg- och ljusskillnader ska baseras på de krav och önskemål kunden har beträffande sömlinjer, homogenitet, tolkningsbarhet och insyn till mark.

Behov av detaljeringsgrad, lägesosäkerhet och innehåll i rektifieringsmodellen avgörs utifrån krav på ortofotots geometriska upplösning, lägesosäkerhet och ortofototyp enligt avsnitt 2.3.2-2.3.4.

Den valda färgen (svart om inget annat anges) på områden utanför områdesbegränsningen kan i många programvaror sättas till transparent, vilket är till fördel vid samtidig visualisering av flera lager. Den valda färgen skall därför inte finnas i övriga delar av bilden.

Lokala mindre hål i ortofotot kan till exempel uppstå vid begränsad insyn intill byggnadskroppar. Dessa ges pixelvärden som tolkas fram från omgivningen om inget annat anges.

3.3 Leverans

Krav

Leverans av ortofoto ska:

- a) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- b) ha koordinat- och höjdvärden redovisade i meter med antal decimaler baserade på lägesosäkerheten i slutprodukten ^{D)}
- c) innehålla ortofoton enligt specifikation
- d) göras i det format och med den namngivning som specificerats av beställaren enligt avsnitt 2.4.2.

Leverans av produktionsdokumentation ska:

- e) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- f) för bilddata, bestå av rapport enligt punkt a) i Bilaga B.1 om beställaren inte specificerat annat enligt avsnitt 2.4.4
- g) för ortofoto bestå av rapport enligt punkt a) - c) i Bilaga B.2 om beställaren inte specificerat annat enligt avsnitt 2.4.4.

Leverans av metadata ska:

- h) vara kvalitetskontrollerad och komplett
- i) innehålla metadata med det informationsinnehåll och i det format som har specificerats av beställaren enligt avsnitt 2.4.5
- j) för HMK-standardnivå 1, innehålla redovisning av mosaikelements yttäckning med attributen bildidentitet och flygfotodatum.

^{D)} Läs mer i [HMK – Geodatakvalitet 2017](#), Bilaga A.8, om varför man ska vara generös med siffrorna under beräkningsgången och inte avrunda till ungefär en tiondel av lägesosäkerheten förrän i slutprodukten

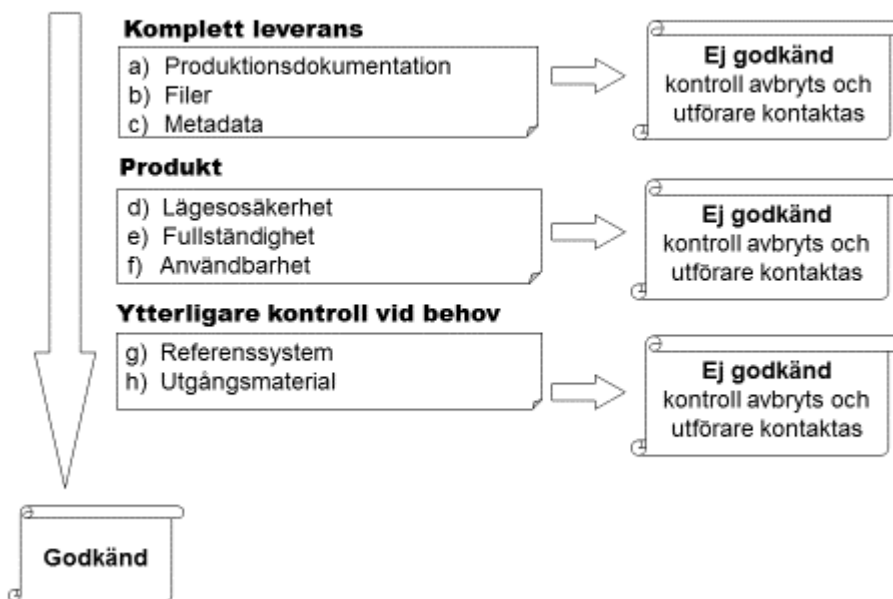
4 Beställarens kontroll

Beställaren bör kontrollera erhållen leverans snarast möjligt efter mottagandet. En tidsfrist bör anges i upphandlingens kontraktsvillkor ([HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 3.2.1). Kontrollens omfattning anpassas efter leveransens storlek och kan appliceras som fullständig kontroll, där varje fil kontrolleras, eller som stickprov.

Figur 4 redovisar ett kontrollflöde i syfte att identifiera felaktigheter i leveransen. Först genomförs kontroll av komplett leverans och slutprodukts kvalitet. Om den uppvisar avvikelser kan en fördjupad kontroll behövas. Om en leverans inte är komplett eller något kontrollsteg indikerar signifikanta brister bör kontrollen avbrytas och utföraren kontaktas. Bilaga C redovisar olika kontroller mer detaljerat.

För generell information om kontrollfilosofi och kontroll av geodata, se [HMK - Geodatakvalitet 2017](#).

Figur 4. Visualisering av kontrollflödet och de ingående kontrollerna.



5 Referenser/Läs mer

- [1]
- [2] *Nationell metadataprofil - Specifikation och vägledning, SS-EN ISO 19115:2005-geodata.se*, aktuell version, samt tillhörande instruktioner med mera för publicering på geodataportalen finns på geodata.se.
- [3] Lantmäteriet, LU, KTH och HiG (2013) *Geodetisk och fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik*. (Se kapitel 13-15, sid. 181-256 för en introduktion till fotogrammetri av Anders Boberg.)

Förutom referens [3] finns följande svenskspråkiga lärobok för introduktionskurser på universitet och högskolor framtagen:

- Harrie, L red. (2020): *Geografisk informationsbehandling – Teori, metoder och tillämpningar*, sjunde upplagan, Studentlitteratur.

På norska Kartverkets hemsida finns dokument motsvarande HMK och Nationella specifikationer:

- Hemsidan [Standarder for geografisk informasjon](#) innehåller senaste version av bland annat *Produksjon av basis geodata*.
- Hemsidan [SOSI del 3 Produktspesifikasjoner](#) innehåller bland annat senaste version av dataproduktspefikationen *Produktspesifikasjon Ortofoto*.

Bilaga A: Mall och exempel för upp-rättande av teknisk specifikation

Bilaga A.1 Mall för teknisk specifikation

0 Teknisk specifikation

Genomförande ska göras enligt denna tekniska specifikation. Förklaring av krav och definitioner av termer framgår av HMK – Ortofoto 2017 och [HMK-Ordlista](#), senaste version.

1 Allmän beskrivning (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.1)

Ingående tjänster:.....

Aktuella produkter:.....

Produkternas användning:

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.2)

Insamlingsområde inklusive format och referenssystem:.....

Bilddata inklusive egenskaper:

Höjddata inklusive egenskaper:

Övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper:

3 Specifikation av produkten (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.3)

Krav på HMK-standardnivå:

Krav på geometrisk upplösning:

Krav på standardosäkerhet i plan:

Krav på ortofototyp (*alternativt flygbildens övertäckning och rektifieringsmodell*):

Krav på bildtyp:

Krav på färgdjup:.....

Krav på tilläggspecifikation av produkten (*exempelvis hantering av sömlinje och hantering av områden utan bildinformation*):

4 Specifikation av leverans (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.4)

Referenssystem

Krav på referenssystem i plan:.....

Krav på referenssystem i höjd:.....

Ortofoto

Krav på format:.....

Krav på georeferering:.....

Krav på bladindelning:

Krav på namngivning:.....

Rektifieringsmodell

Krav på datastruktur.....

Krav på format:.....

Krav på bladindelning:

Produktionsdokumentation

Tilläggskrav på produktionsdokumentation:

Metadata

Krav på innehåll:.....

Krav på format:.....

Tilläggspecifikationer av leverans

Krav på tilläggspecifikationer av leverans (*exempelvis krav på prov- och delleveranser, leveransmedia och katalogstruktur och lagring av data*):

5 Specifikation av genomförande (HMK – Ortofoto 2017, kapitel 3)

Krav 3 a-b i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Rekommendation 3 c i HMK- Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.1 a-c i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.2 a-h i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.3 a-j i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Kommentar till mallen:

- I mallens avsnitt 5 ges hänvisningar till vilka krav i HMK-Ortofoto 2017, kapitel 3 *Genomförande*, som ska gälla.
- Listan i mallens avsnitt 5 innehåller alla krav och rekommendationer i kapitel 3. Ej aktuella krav tas bort av beställaren vid användning av mallen.
- Se [HMK - Introduktion 2017](#), avsnitt 1.7, för principer vid hänvisning till krav samt exempel på hur hänvisningar och avsteg/tillägg kan formuleras.

Bilaga A.2 Exempel på ifylld mall för en kommun

0 Teknisk specifikation

Genomförande ska göras enligt denna tekniska specifikation. Förklaring av krav och definitioner av termer framgår av HMK – Ortofoto 2017 och [HMK-Ordlista](#), senaste version.

1 Allmän beskrivning (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.1)

Ingående tjänster: Framställning av ortofoto

Aktuella produkter: Ortofoto, 10 cm upplösning

Produkternas användning: Kommunal planering och dokumentation. Ska användas som bakgrundsbild i baskartan.

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.2)

Insamlingsområde inklusive format och referenssystem: Kommungräns enligt bifogad PDF och bifogad shape-fil i koordinatsystem Sweref99 18 00

Bilddata inklusive egenskaper: Flygfotografering och blocktriangulering som upphandlas separat enligt HMK-Flygfotografering 2017, avsnitt 2.3, HMK-standardnivå 2, 8 cm upplösning. Produktionsdokumentation enligt HMK-Flygfotografering 2017, Bilaga B. Levereras i Sweref99 18 00 och RH 2000.

Höjddata inklusive egenskaper: För ortofotoframställningen ska **markhöjdmodell** inklusive vägnät enligt HMK-Ortofoto 2017, avsnitt 2.2, användas. För detta finns en laserskanning till förfogande som genomfördes 2012 med ca 5 punkter/m² och en skattad standardosäkerhet i höjd på 7 cm på hårdgjorda ytor och 12 cm i övrig terräng. Levereras i Sweref99 18 00 och RH 2000.

Övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper: Följande befintliga material hos kommunen som kan vara till stöd för ortofotoproduktionen ställs till utförarens förfogande för uppdraget: markstöd och kontrollobjekt samt baskarta med tillhörande metadata och kvalitetsuppgifter. Levereras i Sweref99 18 00 och RH 2000.

3 Specifikation av produkten (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.3)

Krav på HMK-standardnivå: Standardnivå 2

Krav på geometrisk upplösning: 10 cm

Krav på standardosäkerhet i plan: 10 cm

Krav på ortofototyp (*alternativt flygbildens övertäckning och rektifieringsmodell*): Traditionellt ortofoto

Krav på bildtyp: RGB

Krav på färgdjup: 24 bitars med 8 bitar per kanal

Krav på tilläggspecifikation av produkten: -

4 Specifikation av leverans (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.4)

Referenssystem

Krav på referenssystem i plan: *Sweref99 18 00*

Krav på referenssystem i höjd: *RH2000*

Ortofoto

Krav på format: *Ortofotot levereras i två format:*

- *TIFF (i 24 bitars färgupplösning med 8 bitar per kanal)*
- *ECW som en fil som täcker hela kommunen med en komprimeringsgrad på 10.*

Krav på georeferering: *Georeferering i filhuvud ska ingå för ECW-bilden. TIFF-bilderna kompletteras med styrfiler i formatet TFW.*

Krav på bladindelning: *TIFF i kartblad om 1000 x 1000 m.*

Krav på namngivning: *För TIFF enligt rekommendationerna i HMK-Ortofoto 2017, avsnitt 2.4.2*

Rektifieringsmodell

Krav på datastruktur: *Enligt den struktur som använts vid rektifieringen*

Krav på format: *Överenskoms vid kontraktsskrivningen*

Krav på bladindelning: *Överenskoms vid kontraktsskrivningen*

Produktionsdokumentation

Tilläggskrav på produktionsdokumentation: *enligt HMK, inga tillägg*

Metadata

Krav på innehåll: -

Krav på format: -

Tilläggspecifikationer av leverans

Krav på tilläggspecifikationer av leverans: *Provleverans av ett kartblad för avstämning av färgbalans och färgdjup. Leverans på digital media med USB2-kompatibilitet. Ortofoto lagras hos utföraren i ett år efter godkänd leverans*

5 Specifikation av genomförande (HMK – Ortofoto 2017, kapitel 3)

Krav 3 a-b i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Rekommendation 3 c i HMK- Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.1 a-c i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.2 a-c, f-g i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.3 a-j HMK-Ortofoto 2017 gäller

Kommentar till kommunexemplet:

- Rekommendationerna 3.2 d-e utelämnas eftersom de avser HMK-standardnivå 3.

Bilaga A.3 Exempel på ifylld mall för Trafikverket

0 Teknisk specifikation

Genomförande ska göras enligt denna tekniska specifikation. Förklaring av krav och definitioner av termer framgår av HMK – Ortofoto 2017 och [HMK-Ordlista](#), senaste version.

1 Allmän beskrivning (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.1)

Ingående tjänster: *Framställning av ortofoto*

Aktuella produkter: *Ortofoto, 5 cm upplösning*

Produkternas användning: *underlag vid detaljprojektering*

2 Specifikation av utgångsmaterial (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.2)

Insamlingsområde inklusive filformat och referenssystem: *Bifogad kml-fil i WGS84*

Bilddata inklusive egenskaper: *Befintliga bilder, insamlade i samband med laserskanning över området, GSD 4 cm. Levereras i Sweref99 12 00 och RH 2000. Produktionsdokumentation enligt HMK-Flygfotografering 2017, Bilaga B.*

Höjddata inklusive egenskaper: *Markhöjdmodell från samtidig laserskanning, klass 1-3 enligt SIS TS 21144:2016. Levereras i Sweref99 12 00 och RH 2000. Produktionsdokumentation enligt HMK-Höjddata 2017, Bilaga B.*

Övrigt utgångsmaterial inklusive egenskaper: -

3 Specifikation av produkten (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.3)

Krav på HMK-standardnivå: *Standardnivå 3*

Krav på geometrisk upplösning: *5 cm*

Krav på standardosäkerhet i plan: *2 cm*

Krav på ortofototyp: *Traditionellt ortofoto*

Krav på bildtyp: *RGB*

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

Krav på tilläggspecifikation av produkten: -

4 Specifikation av leverans (HMK – Ortofoto 2017, avsnitt 2.4)

Referenssystem

Krav på referenssystem i plan: *Sweref99 1200*

Krav på referenssystem i höjd: *RH2000*

Ortofoto

Krav på format: *TIFF och ECW*

Krav på georeferering: *Georeferering i filhuvud ska ingå för ECW-bilden. TIFF-bilderna kompletteras med styrfiler i formatet TFW.*

Krav på bladindelning: *Meddelas efter kontraktsskrivning*

Krav på namngivning: *Meddelas efter kontraktsskrivning*

Rektifieringsmodell

Krav på datastruktur: *Enligt den struktur som använts vid rektifieringen*

Krav på format: *Överenskoms vid kontraktsskrivningen*

Krav på bladindelning: *Överenskoms vid kontraktsskrivningen*

Produktionsdokumentation

Tilläggskrav på produktionsdokumentation: -

Metadata

Krav på innehåll: -

Krav på format: -

Tilläggspecifikationer av leverans

Krav på tilläggspecifikationer av leverans: *Leverans på extern hårddisk.*

5 Specifikation av genomförande (HMK – Ortofoto 2017, kapitel 3)

Krav 3 a-b i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Rekommendation 3 c i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.1 a-c i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.2 d-h i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Krav 3.3 a-j i HMK-Ortofoto 2017 gäller

Kommentar till Trafikverksexemplet:

- Rekommendationerna 3.2 a-c utelämnas eftersom de avser HMK-standardnivå 2.

Bilaga B: 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.

Bilaga B.1 Billdata

Produktionsdokumentationen ska redovisa information om de flygbilder som använts för uppdraget.

Om en flygfotografering gjordes som en del av uppdraget ska den redovisas enligt specifikationerna i [HMK - Flygfotografering 2017](#), Bilaga B.

Om redan existerande flygbilder användes för uppdraget redovisas följande:

- a) rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - lista på använda flygbilder
 - bildtyp
 - datum för flygfotograferingen
 - flyghöjd
 - kamerageometri och bildövertäckning
 - geometrisk upplösning i bilderna
 - bildkvalitet enligt [HMK - Flygfotografering 2017](#), avsnitt 2.3.5.

Bilaga B.2 Ortofoto

Produktionsdokumentationen avseende rektifieringsmodell ska redovisa följande:

- a) rapport, i PDF/A-format om inte annat anges, som redovisar:
 - typ av rektifieringsmodell, se avsnitt 2.3.4
 - referenssystem i plan och höjd
 - aktualitet
 - genomsnittligt punktavstånd
 - standardosäkerhet i höjd
 - detaljeringsgrad
 - övergripande beskrivning av den lokala förtätning och bearbetning av höjddata som gjorts av utföraren.

Produktionsdokumentationen för ortofotorektifiering ska redovisa följande:

- b) rapport, i PDF/A- format om inte annat anges, som redovisar:
- geometrisk upplösning i ortofotot
 - programvara för skapande av ortofotomosaik
 - programvara vid eventuell radiometrisk bearbetning
 - metodik för utjämning av ljushet och färg globalt över hela området
 - metodik för hantering av sömlinjer
 - metodik för hantering av utjämning i ljushet och färg mellan intilliggande flygbilder
 - metodik för hantering av områden utanför områdesbegränsningen
 - metodik för hantering av mindre hål
 - särskilda överväganden vid produktion och efterbearbetning
 - egenkontroller av ortofotot vad gäller fullständighet, bildkvalitet samt lägesosäkerhet; se Bilaga C.2 d), särskilt Tabell C.2.

Produktionsdokumentationen avseende leveransstruktur ska redovisa följande:

- c) - systematik för bladindelning och namngivning
- katalogstruktur för leverans.

Bilaga C: Kontroll av ortofoto

Bilaga C.1 Komplet leverans

För kontroll av eventuell flygfotografering hänvisas till:

[HMK – Flygfotografering 2017](#), kapitel 4 och Bilaga C.

a) Produktionsdokumentation

Granska produktionsdokumentationen 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

Granska filer/material 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.

Bilaga C.2 Produkt

d) Lägesosäkerhet

d.1) Kontroll med hjälp av kontrollobjekt

Lägesosäkerheten kontrolleras genom mätning i ortofotot av punkter/objekt med kända positioner, s.k. *kontrollobjekt*.

Kontrollobjekten ska vara oberoende av det *markstöd* som har använts i blocktriangulering och inpassning mot överordnat referenssystem. Objekten ska vara jämnt fördelade över kartläggningssområdet och geodetiskt inmätta med lägre standardosäkerhet än den som specificeras för uppdraget, se krav 2.3.3 a. Beställaren avgör vem som utför kontrollen: i egen regi, som ett tilläggsuppdrag till leverantören eller som ett fristående tredjepartsuppdrag.

Nedanstående kontrollförfarande baseras på en metod i [HMK – Geodatakvalitet 2017](#), Bilaga A.2. Andra kontrollmetoder beskrivs i Bilagorna A.3-A.5 samt C.4 i samma dokument och i dess Bilaga A.8 behandlas lägesosäkerhet vs. antalet värdesiffror. Kontrollresultatet redovisas i produktionsdokumentationen, se Bilaga B.2.

Följande storheter i plan (N , E) beräknas för kontrollobjekten:

- *Medelavvikelsen* i plan beräknas som:

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

$$\Delta\bar{R} = \sqrt{\Delta\bar{N}^2 + \Delta\bar{E}^2} \quad (\text{radiellt off-set})$$

där Δ avser avvikelsen mellan mätningen i ortofotot och inmätningen av jämförelseobjektet och n är antalet punkter.

Skift och off-set ska naturligtvis vara nära noll annars kan man misstänka *systematik*. Stora enskilda Δ -värden indikerar *grovt fel* och bör inte förekomma.

- *RMS* är ett mått på *mätosäkerheten* och skattas enligt:

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

Dessa storheter granskas för att verifiera att erhållen *lägesosäkerhet* överensstämmer med ställda krav:

- Radiellt off-set kontrolleras mot formeln:

$$\Delta\bar{R} \leq \frac{2 \cdot \sigma_{plan}}{\sqrt{n}}$$

där σ -värdet är den standardosäkerhet som beställaren har specificerat.

- Antalet

$$\Delta\bar{R}_i > 3 \cdot \sigma_{plan}$$

beräknas och bör vara = 0 (noll).

- RMS-värdet kontrolleras mot formeln:

$$RMS_{plan} \leq \sigma_{plan} \cdot (0,96 + n^{-0,4})$$

För få kontrollobjekt ger inte särskilt effektiva kontroller – fler jämförelseobjekt innebär hårdare krav och säkrare bedömningar.

I Tabell C.2 ges ett exempel på tillämpningen av denna metod och ett förslag på hur redovisningen kan utformas – att ingå i produktionsdokumentationen enligt Bilaga B.2.

Tabell C.2. Exempel på redovisning av kontroll av lägesosäkerheten i ett ortofoto. **Gula fält** fylls i. En rimlig tolkning av resultatet är att det finns en viss systematisk avvikelse i plan. En bidragande orsak är troligen några enstaka grova fel (som bör kontrolleras) men som helhet bör kravet på lägesosäkerhet kunna betraktas som uppfyllt. (För ett ortofoto är det naturligtvis bara plandelen i denna standardiserade "blankett" som är relevant; blanketten som sådan finns i flera andra HMK-dokument.)

Kontroll, lägesosäkerhet	Avser:	Kontrollobjekt	Antal (n) =	20 st	
HMK-Standard-nivå:	2	Specificerade standardosäkerheter			
		Plan (σ_{plan}) =	100 mm	Höjd ($\sigma_{höjd}$) =	---
Test:		Beräknade värden:			
Typ av kontroll	Teststorhet	Erhållet	Tic	Tolerans	OK?
Systematik, plan	$\Delta\bar{R} \leq \frac{2 \cdot \sigma_{plan}}{\sqrt{n}}$	48 mm	>	45 mm	nej
Systematik, höjd	---			ej relevant	---
Grova fel, plan	antal $\Delta\bar{R}_i > 3 \cdot \sigma_{plan}$	2 st	>	300 mm	nja
Grova fel, höjd	---		>	ej relevant	---
Lägesosäkerhet, plan	$RMS_{plan} \leq \sigma_{plan} \cdot (0,96 + n^{-0,4})$	122 mm	<	126 mm	ja
Lägesosäkerhet, höjd	---		>	ej relevant	---

d.2) Kontroll av diskontinuitet i stereomodeller

Följande kontroll kan genomföras för att täcka större områden än enskilda kontrollobjekt.

Kontrollera att:

- diskontinuitet inte förekommer genom jämförelse mellan ortofotot och kända vektordata.

e) Fullständighet

e.1) Insamlingsområde

Kontrollera att:

- ortofotot täcker hela kartläggningsområdet.

e.2) Områden utanför områdesbegränsning och hål i ortofotot

Kontrollera att:

- områden utanför områdesbegränsningen har de pixelvärden som definierats i kravspecifikationen

- mindre hål i ortofotot, p.g.a. avsaknad av bildtäckning, har behandlats enligt kravspecifikationen.

f) Användbarhet

f.1) Rektifieringsmodellen

Kontrollera:

- rektifieringsmodellens korrekthet genom att översiktligt studera effekten vid stora höjdvariationer, där objekten ska avbildas ortogonalt projicerade i sina riktiga lägen; detta kan gälla broar, planskilda korsningar, dammkonstruktioner eller byggnader om dessa ingår i modellen.

f.2) Deplacering

Kontrollera:

- eventuella krav på deplacering eller infallsvinkel genom att översiktligt kontrollera deplacering av objekt som inte ingår i rektifieringsmodellen, till exempel byggnader vid användning av **markhöjdmodell**.

f.3) Bildtyp och geometrisk upplösning

Kontrollera:

- att rätt bildtyper har levererats (t.ex. PAN, RGB eller CIR)
- den geometriska upplösningen genom mätning av pixlarnas täckning på marken.

f.4) Bildkvalitet

Granska ortofoto för att verifiera att kraven uppfylls vad gäller:

- skärpa, färgton och färgbalans
- homogenitet i färgton och färgbalans
- sömlinjers synlighet, färgutjämning och läge.

Bilaga C.3 Fördjupad kontroll vid behov

Ytterligare kontroll bör göras om tidigare kontrollsteg har påvisat oklarheter eller eventuella brister.

g) Referenssystem

- kontrollera att ortofotot levererats i rätt referenssystem, till exempel genom överlagring av existerande vektordata eller annat referensmaterial.

h) Utgångsmaterial

Om beställaren har tillgång till utgångsmaterialet som använts för ortofotoproduktionen kan kontroll göras av en eller flera av de ingående parametrarna.

Kontrollera:

- aktualiteten i materialet, till exempel när flygfotograferingen skedde, när kontrollmaterialet samlades in och om rektifieringsmodellen motsvarar aktualiteten i flygbilderna
- det ingående bildmaterialet vad avser bildkvalitet, geometri och fullständighet
- rektifieringsmodellen vad gäller fullständighet, detaljeringsgrad och lägesosäkerhet.