

PRODUKTBESKRIVNING

Digitala flygbilder

DOKUMENTVERSION: 2.0

Figur 1. Exempelbild på ett flygfoto.



Innehållsförteckning

1	ALLMÄN BESKRIVNING	3
1.1	INNEHÅLL	3
1.2	GEOGRAFISK TÄCKNING	3
1.3	GEOGRAFISKT UTSNITT	4
1.4	KOORDINATSYSTEM	4
2	KVALITETSBEKRIVNING	5
2.1	SYFTE OCH ANVÄNDBARHET	5
2.2	DATAFÅNGST	6
2.2.1	<i>Tillkomsthistorik</i>	6
2.3	UNDERHÅLL	7
2.3.1	<i>Underhållsfrekvens</i>	7
2.4	DATAKVALITET	8
2.4.1	<i>Lägesnoggrannhet</i>	8
2.5	METADATA	9
3	LEVERANSENS INNEHÅLL	12
3.1	KATALOGSTRUKTUR I LEVERANS	12
3.2	LEVERANSFORMAT	12
3.3	FILUPPSÄTTNING	12
4	FÖRÄNDRINGSFÖRTECKNING	13
	BILAGA 1: BESKRIVNING AV ORI-FIL	14

I Allmän beskrivning

En flygbild är en centralprojektion, utan korrigerings för terrängens form eller kamerans lutning i förhållande till lodlinjen. Det innebär att skalan i bilden varierar.

Flygfotografering har genomförts från olika flyghöjder beroende på kameratyp och behov av upplösning. Fram till 2005 användes enbart analoga kameror. 2006 gjordes de sista flygfotograferingarna med analog kamera för det nationella bildförsörjningsprogrammet.

Från 2005 och framåt har digital kamera använts regelmässigt och det finns ett rikstäckande lager av digitala bilder, som uppdateras enligt gällande flygfotoplan. Mer information om Lantmäteriets [Bildförsörjningsprogram](#) finns på Lantmäteriets hemsida.

I.1 Innehåll

Produkten innehåller digitala flygbilder i olika ljusspektra, med tillhörande orienteringsdata för att kunna placera bilden i ett koordinatsystem. Bilderna är fotograferade i huvudsak under perioden april-september och har fr.o.m. 2019 upplösningarna 0,15 m och 0,37 m, medan bilderna fram t.o.m. 2018 hade upplösningarna 0,24 m och 0,48 m (huvuddelen 0,48 m).

Flygbilderna kan levereras som 4-kanals bilder (fr.o.m. 2019), färg eller IR. 4-kanalsbildens spektrum består av synligt rött, grönt, blått, samt infrarött. Färgbilden (RGB) och den infraröda bilden (IR) framställs ur samma exponering. Färgbildens spektrum består av synligt rött, grönt och blått. IR-bildens består av infrarött, rött och grönt. Bilderna levereras som 8 bitars bilder.

Bildstorlek för flygbilden från DMC-kameran är 13 824 x 7 680 pixlar. Motsvarande bildstorlek för flygbilder från UCE-kameran är 20 010 x 13 080 pixlar, från UCXp wa-kameran 17 310 x 11 310 och från UCE Mark 3-kameran 26 460 x 17 004 pixlar.

Översiktlig information av produkten finns på [Digitala flygbilder](#) på Lantmäteriets hemsida.

I.2 Geografisk täckning

Det nationella bildförsörjningsprogrammet täcker Sveriges territorium, begränsat av riksgrens och territorialgräns. Öppet vatten exkluderas när det saknas objekt ovanför vattenytan.

Digitala flygbilder finns rikstäckande med upplösningen 0,48 m, från 2005 och framåt. Fr.o.m. 2019 sker dock denna flygfotografering med 0,37 m upplösning istället för 0,48 m. Flygbilder med 0,24 meters upplösning täcker de största tätorterna, från 2006 och framåt, och från 2012 utökades detta till att omfatta hela södra delen av landet och längs norrlandskusten, totalt ca 44 % av landet. Fr.o.m. 2019 sker dock denna flygfotografering med 0,15 m upplösning istället för 0,24 m.

Mer information om den geografiska täckningen för bildförsörjningsprogrammet finns på [Planer och utfall](#) på Lantmäteriets hemsida, där även tjänsten [GeoLex](#) finns för aktuell och detaljerad redovisning av täckning och aktualitet.

1.3 Geografiskt utsnitt

Den markyta som en flygbild täcker beror på typ av kamera, flyghöjd och upplösning, se tabell 1 nedan.

Tabell 1. Samband mellan kameratyp, flyghöjd, upplösning och yttäckning på marken.

Kamera	Flyghöjd (m)	Upplösning (pixel/m)	Yta som täcks på marken (km)
DMC	2 500	0,24	3,4 x 1,9
DMC	4 800	0,48	6,6 x 3,7
UCE	3 700	0,24	4,9 x 3,2
UCE	7 400	0,48	9,9 x 6,5
UCXp wa	2 800	0,24	4,2 x 2,7
UCXp wa	5 600	0,48	8,3 x 5,4
UCE Mark 3	3 000	0,15	4,0 x 2,6
UCE Mark 3	7 400	0,37	9,8 x 6,3

1.4 Koordinatsystem

Det är flygbildens orienteringsdata som används för att placera bilden i ett koordinatsystem. Orienteringsdata skapas vid blocktriangulering av flygbilden och levereras i SWEREF 99 TM i plan och RH 2000 i höjd.

2 Kvalitetsbeskrivning

I Tabell 2 redovisas kvalitet med kvalitetsteman och -parametrar som beskrivs i standard SS-EN ISO 19157:2013 Geografisk information – Datakvalitet. Mer utförlig beskrivning av tillkomst och kvalitet finns i den löpande texten.

Tabell 2. Kvalitetsteman och kvalitetsparametrar för Digitala flygbilder.

Kvalitetstema	Kvalitetsparameter	Kvalitet
Lägesnoggrannhet	<ul style="list-style-type: none"> Absolut lägesnoggrannhet Lägesosäkerhet hos rasterdata 	<p>I flygbilder med 0,48 m upplösning ska distinkta objekt efter blocktriangulering ha ett medelfel i plan som är mindre än 0,6 m och i höjd 0,8 m, uttryckt som ett RMSE-värde. I flygbilder med 0,24 m upplösning ska distinkta objekt efter blocktriangulering ha ett medelfel i plan som är mindre än 0,25 m och i höjd 0,35 m, uttryckt som ett RMSE-värde.</p> <p>Motsvarande förväntade noggrannhet för flygbilder med upplösning 0,37 m resp. 0,15 m är mindre än 0,5 m i plan och 0,7 m i höjd resp. mindre än 0,20 m i plan och 0,25 m i höjd.</p> <p>Mer information finns under kapitel 2.4.1 Lägesnoggrannhet.</p>

2.1 Syfte och användbarhet

En flygbild är en centralprojektion, utan korrigerings för terrängens form eller kamerans vridningar, vilket innebär att skalan i bilden varierar. Flygbilderna behandlas för att åstadkomma så neutrala och verklighetsöverensstämmande färger som möjligt, röda och blå stick tas bort ur bilderna.

Vanliga användningsområden är t.ex. kartering för framställning av planer, kartor, ägoslagsgränser, höjdkurvor, terrängmodeller, 3D-modeller etc. Det infraröda färgområdet kan användas för att tolka vegetation och göra analyser, för t.ex. skogliga ändamål.

Flygbilderna har behandlats radiometriskt för att pixelvärdena ska få standardiserade medelvärden och standardavvikelse per band (s.k. spektrala signaturer) för olika typer av objekt, t.ex. bebyggelse och skog. Det innebär att samma terrängtyper och marktäckeslag ser likartade ut i olika bilder, när övriga förutsättningar är desamma. Bilder inom samma flygfotoområde och fotograferingstillfälle har samma färgbalans. Men tidpunkt för fotografering liksom förhållanden på marken (torka eller fuktig mark) och i atmosfären vid fotograferingen avgör hur bra resultatet kan bli. Tidpunkt under

säsongen spelar också stor roll i och med att vegetationen är olika utvecklad, t.ex. före och efter lövsprickning.

Bilderna är fotograferade med övertäckning, vilket ger möjlighet för stereo-bearbetning, till exempel 3D-mätning.

2.2 Datafångst

2.2.1 TILLKOMSTHISTORIK

Flygfotografering har från 1950-talet och framåt skett rikstäckande enligt beslutad flygfotoplan, under i huvudsak vår och sommar. Från 2007 har all fotografering skett med digital kamera.

Flygfotografering genomförs från olika flyghöjder (2500 m-7400 m) beroende på vilken kamera som används och önskad upplösning.

Bilderna är fotograferade med övertäckning, vilket ger möjlighet till stereo-bearbetning. Övertäckningen i stråkled är ca 60%, fr.o.m. 2021 80 % över de områden som fotograferats med den lägre upplösningen 0,37 m.

Övertäckning mellan stråk är 20–30%. Inom vissa större tätorter har även mellanstråk fotograferats, för att åstadkomma bättre insyn i tätbebyggda områden med höga byggnader.

GEOMETRISK UPPLÖSNING

Flyghöjd och typ av kamera som används vid fotograferingen är avgörande för vilken geometrisk upplösning bilderna får, se tabell 1.

RADIOMETRISK UPPLÖSNING

Den digitala kameran DMC (Digital Mapping Camera), med 12 bitars färgdjup, introducerades 2005 och användes fram till 2013. En ny typ av digital-kamera, UCE (UltraCam Eagle) med 14 bitars färgdjup, togs i bruk fr.o.m. flygfotosäsongen 2013. Under 2014 har även en kamera av typen UCXp wa, med 14 bitars färgdjup, använts. Fr.o.m. 2019 används en kamera av typen UCE Mark 3 med 14 bitars färgdjup.

Vid framställning av färdiga 4-kanals, färg- respektive IR-bilder används det pankromatiska bandet i en s.k. panskärpning, vilket innebär att de fyra färgbanden, rött, grönt, blått och närinfrarött, används för att färga in den pankromatiska bilden med den högre upplösningen.

De digitala flygbilderna för den nationella bildförsörjningen har fr.o.m. 2019 en upplösning på 0,15 respektive 0,37 meter i det pankromatiska bandet. Fram till 2018 hade bilderna en upplösning på 0,24 respektive 0,48 meter i det pankromatiska bandet. De enskilda färgbandens upplösning i förhållande till det pankromatiska är dock betydligt lägre.

I DMC-bilderna är förhållandet 1:4,8 och i UCE-, UCXp wa-, resp. UCE Mark 3-bilderna är det 1:3, se effekterna av dessa skillnader i bildexemplen nedan.

Figur 2. Flygbild DMC 0,24 m (vänster) Flygbild UCE 0,24 m (höger).



Tabell 3. Redovisning av de olika flygbilder som finns i det digitala bildlagret.

Insamlingsår	Kamera	Flyghöjd (m)	Pixelstorlek (m)	Spektrum
2005–2013	DMC	4 800	0,48	Färg och IR (8 bitar)
2006–2013	DMC	2 500	0,24	Färg och IR (8 bitar)
2013–2018	UCE	3 700 / 7 400	0,24 / 0,48	Färg och IR (8 bitar)
2014	UCXp wa	2 800 / 5 600	0,24 / 0,48	Färg och IR (8 bitar)
2019 -	UCE Mark 3	3 000 / 7 400	0,15 / 0,37 m	4-kanals, färg och IR (8 bitar)

2.3 Underhåll

2.3.1 UNDERHÅLLSFREKVENS

Ambitionen är att årligen fotografera ca 30 % av landet; ofta och med högre upplösning (0,15 m) i mer tätbebyggda områden i södra Sverige och längs norrlandskusten (vartannat år), men glesare och med lägre upplösning (0,37 m) i Norrlands inland och fjällen (vart 4:e år resp. vart 6:e-10:e år).

Södra delen av landet och längs norrlandskusten fotograferas omväxlande före lövsprickning och efter. Återstående 11 tätorter inom låghöjdsprogrammet, som ligger utanför 0,15 m täckningsområde, fotograferas med ett intervall på två till fyra år, lite beroende på användning och efterfrågan.

Hela landet fotograferas enligt en långsiktig flygfotoplan; [Planer och utfall](#).

Den årliga flygfotoplanen kan dock inte alltid genomföras i sin helhet, t.ex. kan i vissa fjällområden väderförhållande vara för dåliga. Åldersredovisning av befintliga bilder och aktuell årlig flygfotoplan redovisas även i tjänsten [GeoLex](#).

2.4 Datakvalitet

2.4.1 LÄGESNOGGRANNHET

Det är framför allt exponeringspunktens koordinater och bildens rotationsvinklar som styr lägesnoggrannheten. I tabell 4 nedan ses de förväntade medelfelen i plan och höjd för distinkta objekt efter blocktriangulering, uttryckt som ett RMSE-värde.

Tabell 4. Redovisning av förväntade medelfel i plan och höjd för distinkta objekt efter blocktriangulering, för olika upplösningar, uttryckt som RMSE-värden.

Upplösning (m/pixel)	Medelfel i plan (m)	Medelfel i höjd (m)
0,24	< 0,25	< 0,35
0,48	< 0,6	< 0,8
0,15	< 0,20	< 0,25
0,37	< 0,5	< 0,7

2.5 Metadata

I filnamnet för respektive flygbild kan uppgifter om bl.a. kamera, bildens upplösning, flygfototidpunkt, stråk- och bildnummer m.m. utläsas. Varje kameraregistrering och bild är märkt med en unik identitet (BildId) uppbyggd enligt nedanstående principer:

Normalhöjdsprogrammet:

- ååohh_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2005-2006)
- ååohhffcc_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2007-2010)
- ååoiuuffcc_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2011-)
2011-2013: i=2, 4 eller 6. 2014-: i=4 eller 6.

Låghöjdsprogrammet:

- åållkhh_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2005-2006)
- åållkhhffcc_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2007-2010)
- åållkkuuffcc_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2011-)
Det finns även tre specialfall där kk=00: Skåne 2012, Halland 2013 och Kronoberg 2013
- ååoiuuffcc_s~åååå-mm-dd_ttmss_nr (2014-, där i=2)

Tabell 5. Innebörden av de olika bokstavskombinationerna i filnamnet.

Bokstavskombination	Innebörd
åå	Flygfotoårets två sista siffror.
o	Områdesbeteckning.
i	Flygfotograferingsintervallzon.
uu	Flygbildens upplösning i markplanet i cm.
ff	De två sista bokstäverna ur flygplanets registrerings-beteckning (t.ex. ss).
cc	Kameranummer (de två sista siffrorna i serienumret).
s(s)	Stråknummer.
llkk	Läns- och kommunkod.
åå-mm-dd	Faktiskt datum för fotograferingen.
ttmss	Klockslag i timmar, minuter och sekunder (GPS-tid).

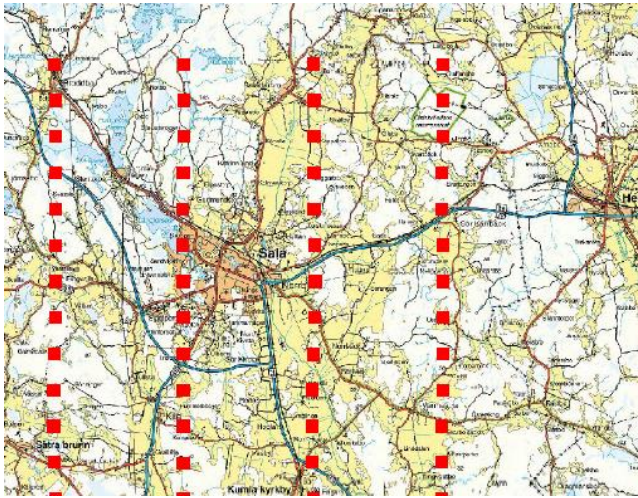
Bokstavskombination	Innebörd
nr	Bildnummer i stråket (kan bestå av upp till 4 siffror).
hh	Planerad flyghöjd över markens medelnivå i hundratal meter

[Bildpunktfiler i shapeformat kan även laddas hem, innehållande information om flygfototidpunkt för alla flygbilder.](#)

Figur 3. Exempel på innehåll i varje bildpunkt.

Shape	Point
Bild_id	10g48zx08_15~2010-06-22_064929_74
Projekt	10g48
Omr_bet	10G48
Str	15
Bild_nr	74
X	6651364
Y	1547614
Höjd	4800
N	6650187
E	592527
Otis	62
Otms	24
Skuggl	1.5
Belys	
Betyg	
Kamera	Z/I DMC01-0008
Kamerak	120
Bildtyp	psc
Leverant	Lantmäteriet
Datum	20100622
Tid	08:49:29
Pixelst	12
Pixel_mrk	0.48
Utbredning	6.6x3.7
Filnamn	10g48zx08_15~2010-06-22_064929_74_psc
Anm	
Flygr	359
Flygarcy	2010

Figur 4. Exempel från GeoLex med kartöversikt med alla flygbildspunkter.



Detaljerad information om varje flygbild, till exempel flygfototidpunkt, finns också i vår webbtjänst GeoLex, som även den återfinns under [Planer och utfall](#).

3 Leveransens innehåll

3.1 Katalogstruktur i leverans

Exempel på en leverans av digitala flygbilder kan ses här nedan.

Figur 5. Exempel på innehåll i en leverans.

Namn	Storlek	Typ
images		Filmapp
81081813.ori	1,34 kB	ORI-fil
81081813.pdf	1,42 MB	Adobe Acrobat Doc...
81081813_180.ori	1,33 kB	ORI-fil
81081813_SLU.doc	60,0 kB	Microsoft Word-dok...

3.2 Leveransformat

Digitala flygbilder levereras som standard i JPEG eller okomprimerat TIFF-format. 4-kanals flygbilder kan dock endast levereras i okomprimerat TIFF-format.

Orienteringsdata levereras i PatB-format (.ori-fil) och som projektfil för Match-AT (.prj-fil). Man kan dock istället för dessa filer erhålla förädlad orienteringsdata för ESPA-systemet eller Summit-projektet, alternativt som färdiga modellfiler för dessa.

3.3 Filuppsättning

Mappen *images* innehåller digitala flygbilder i JPEG-format eller okomprimerat TIFF-format.

Orienteringsfilen (.ori-fil) innehåller bildnamn, kameraposition och kameraorientering (rotationsmatris). Projektfilen för Match-AT (.prj-fil) innehåller förutom orientering även kamerainställningar och inre orientering för bilderna. Bägge filerna ingår i leveransen. Idag är det flera system som stödjer import av formaten. I Bilaga 1 finns även en mer ingående beskrivning av en ori-fil.

Istället för dessa filer kan man erhålla förädlad orienteringsdata för ESPA-systemet eller Summit-projektet, alternativt som färdiga modellfiler för dessa.

I leveransen ingår ytterligare en ori-fil, som är roterad 180 grader jämfört med flygriktningen (_180.ori). I leveransen ingår även ett textdokument (.doc) med information om leveransen, samt ett översiktsdokument (.pdf) innehållande en kartbild med bildpunkt för att underlätta lokalisering.

Kalibreringsprotokoll för respektive kamera återfinns under [Kamerakalibrering](#) på Lantmäteriets hemsida.

4 Förändringsförteckning

Tabell 6. Tabell över förändringsförteckning.

Version	Datum	Orsak samt ändring mot tidigare version
2.0	2021-05-07	Smärre förtydliganden inlagda gällande bland annat överlapp och flygfototidpunkt.
1.9	2020-11-05	Uppdatering och förtydliganden i kapitel 3 gällande orienteringsdata i leveransen.
1.8	2020-08-06	Förtydliganden och korrigeringar i informationen gällande BildId för flygbilder under kapitel 2.5.
1.7	2020-04-15	Generella förtydliganden och korrigeringar i informationen.
1.6	2020-04-14	Översättningsfilen (.bat) är numera borttagen ur leveranserna och 4-kanals flygbilder kan endast levereras i okomprimerat TIFF-format.
1.5	2019-09-02	Införande av information gällande den nya kameran, 4-kanals flygbilder och de nya upplösningarna 0,15 m och 0,37 m.
1.4	2019-05-02	Lite korrigeringar och förtydliganden under kapitel 1.1.
1.3	2018-10-25	Dokumentet är kompletterat med tabell med kvalitetsbeskrivning under kapitel 2, samt information gällande kvalitet under kapitel 2.4 och metadata under kapitel 2.5. Mer information har även lagts till under kapitel 3.3. Informationen i hela dokumentet är dessutom något omstrukturerad.
1.2	2017-09-05	Beskrivning av genomförd radiometrisk behandling har lagts till. Beskrivning av ori-fil från Match-AT har lagts till i bilaga 1. Långsiktig flygfotoplan har tagits bort och ersatts av en hänvisning till lantmäteriets hemsida. Beskrivning av aktualitet har ändrats utifrån förändringar i bildförsörjningsprogrammet.
1.1	2013-09-23	Ändring av termer avseende lägesnoggrannhet. Ändring av filnamn i namnsättningskapitel.
1.0	2012-10-19	Första version.

Bilaga I: Beskrivning av ori-fil

Orienteringsinformationen i en ori-fil består av tre rader för varje bild:

bild nr	kamerakonstant	E_{PC}	N_{PC}	H_{PC}
k₁	k₂	k₃	k₄	k₅
k₆	k₇	k₈	k₉	

Exempel:

1705	120.00000000	567498.92018	6240003.14745	5036.79739
0.003487293108	0.999993910667	0.000131970599	0.999987383107	0.003486793127
0.003616061336	0.003615579163	0.000144579200	0.999993453321	

Beskrivning av informationen:

Rad 1: **bild nr** är ett unikt bildnummer inom det aktuella blocket.

kamerakonstant, anges i mm.

E_{PC}, **N_{PC}**, **H_{PC}** är en positionsangivelse för bildens projektiionscentrum (PC) i det aktuella plana koordinatsystemet, t.ex. SWEREF 99 TM och det aktuella höjdsystemet, t ex RH2000. Enheten de anges i är meter.

Eftersom det geodetiska plan- och höjdsystemet inte utgör ett rätvinkligt tredimensionellt system och de plana koordinaterna innehåller kartprojektionens fel, så är positionsangivelsen justerad för att ge bästa anpassning på marken.

Höjdvärdet **H_{PC}** är därför justerat för kartprojektionens skalfaktor, som huvudsakligen beror på avståndet från medelmeridianen.

Rad 2 och 3: koefficienter i en 3x3 rotationsmatris **R** som beskriver rotationen **från bild till mark**

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} k_1 & k_2 & k_3 \\ k_4 & k_5 & k_6 \\ k_7 & k_8 & k_9 \end{pmatrix}$$

Med antagandet att det geodetiska plan- och höjdsystemet lokalt kan approximeras med ett rätvinkligt tredimensionellt system (högerhandssystem) kan ekvationen för sambandet mellan en viss punkts bildkoordinater (\mathbf{x}' , \mathbf{y}') och markkoordinater (\mathbf{E} , \mathbf{N} , \mathbf{H}) skrivas:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{E} \\ \mathbf{N} \\ \mathbf{H} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{E}_{PC} \\ \mathbf{N}_{PC} \\ \mathbf{H}_{PC} \end{pmatrix} + \mathbf{mR} \begin{pmatrix} \mathbf{x}' \\ \mathbf{y}' \\ -\mathbf{c} \end{pmatrix}$$

där \mathbf{m} är bildens skalfaktor i den aktuella punkten.

Rotationsvinklar (i radianer) kan räknas ut ur rotationsmatrisens koefficienter med sambanden:

$$\begin{aligned} \omega &= -\arctan(k_8 / k_9) \\ \phi &= \arcsin(k_7) \\ \kappa &= -\arctan(k_4 / k_1) + \pi \end{aligned}$$

Rotationsvinklarna är definierade i ett rätvinkligt treaxligt koordinatsystem med origo i bildens projektionscentrum (PC) och axlarna parallella med det geodetiska systemet.

ω är rotation kring koordinatsystemets E-axel.

ϕ är rotation kring koordinatsystemets N-axel.

κ är rotation kring koordinatsystemets H-axel.

Rotationsriktningen är positiv medurs i positiv axelriktning.

Rotationsordningen är: ω primär, ϕ sekundär och κ tertiär.

Ori-filen är normalt resultatet av en blocktriangulering där utjämningsberäkningen är gjord med följande inställningar:

- korrektion för jordrundning applicerad.
- korrektion för atmosfärsrefraktion applicerad