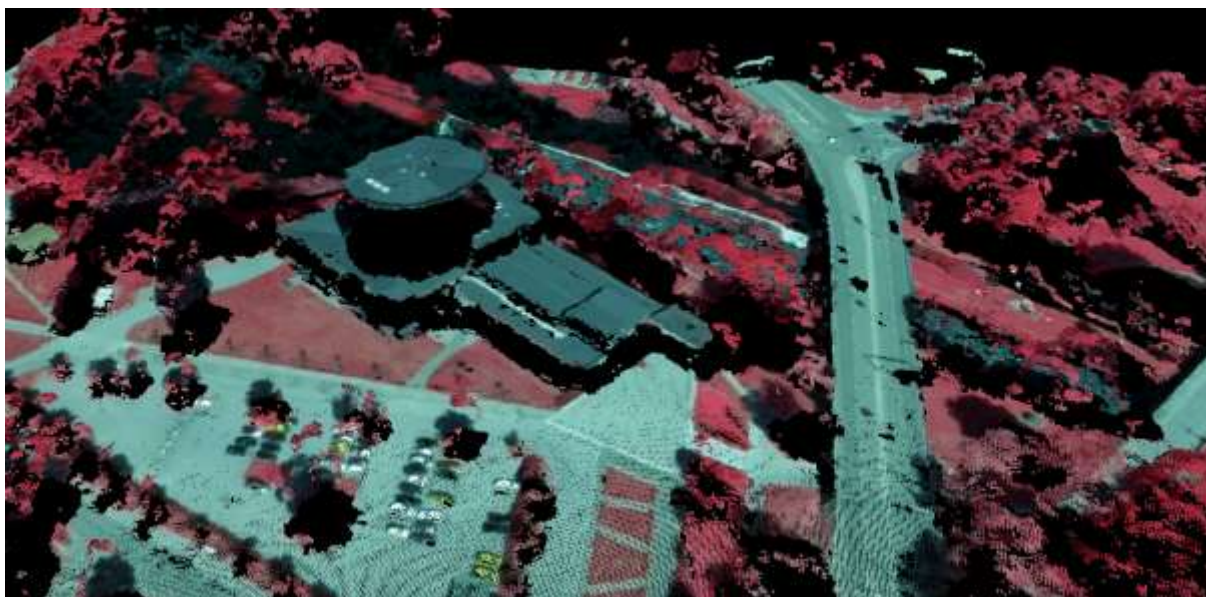




## Produktbeskrivning:

# Ytmodell från flygbilder och Ytmodell från flygbilder IRF



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Allmän beskrivning.....</b>	<b>3</b>
1.1	Innehåll .....	3
1.2	Geografisk täckning .....	3
1.3	Geografiskt utsnitt.....	3
1.4	Koordinatsystem.....	3
<b>2</b>	<b>Kvalitetsbeskrivning.....</b>	<b>4</b>
2.1	Produktionsmetod (version 1) .....	4
2.2	Aktualitet.....	5
2.3	Upplösning.....	6
2.4	Lägesnoggrannhet .....	6
2.4.1	Kända artefakter .....	6
2.5	Fullständighet - brister .....	7
2.6	Metadata.....	9
2.7	Användbarhet .....	9
<b>3</b>	<b>Leveransens innehåll.....</b>	<b>10</b>
3.1	Leveransformat .....	10
3.2	Filuppsättning och innehåll.....	10
3.2.1	Filnamn.....	11
<b>4</b>	<b>Förändringsförteckning .....</b>	<b>12</b>

# 1 Allmän beskrivning

Ytmodell är en typ av höjdmodell som beskriver vad som syns från luften. Ovan- sidan av vegetation, byggnader och annat ovanpå marken finns med (till skillnad mot en terrängmodell där sådant är borttaget). På öppen mark, där det inte finns vegetation, byggnader eller annat, visar ytmodellen markytan. Punkterna som utgör ytmodellen är inte en tredimensionell svärm med punkter, utan det är ett lager höjdsatta punkter (2,5D-modell).

Ytmodellen skapas genom flygbildsmatchning. Där matchningen inte har lyckats är det hål i modellen.

Ytmodellen har flera användningsområden, till exempel kan den användas för att beräkna skogstillväxt, höjdsätta till 3D-data, hitta förändringar eller mäta hur gasutsläpp färdas.

Detta dokument beskriver både produkterna *Ytmodell från flygbild* samt *Ytmodell från flygbild IRF*. Produkterna är uttagsprodukter.

## 1.1 Innehåll

Produkten innehåller höjdsatta oklassificerade punkter från flygbildsmatchning, vilka utgör en ytmodell (i 2,5D). Produkten finns i två varianter: *Ytmodell från flygbilder IRF*, som levereras med färg från IR-flygbilder (IRF, dvs. infraröd (IR), rött och grönt), se bild på dokumentet framsida, samt *Ytmodell från flygbilder*, som levereras utan färgsättning.

Till produkten levereras metadata.

## 1.2 Geografisk täckning

Produktens täckningsområde kommer successivt att omfatta hela Sverige, men täcker vid lanseringen en mindre del av södra Sverige. Produktionstakten följer Lantmäteriets bildförsörjningsprogram. På [www.lantmateriet.se/geolex](http://www.lantmateriet.se/geolex), under Höjddata\Ytmodell, kan du se hur långt produktionen har kommit.

Läs mer under 2.2 Aktualitet.

## 1.3 Geografiskt utsnitt

Filernas utbredning är rutor om 2,5 km x 2,5 km, för både ytmodell och metadata.

## 1.4 Koordinatsystem

Plan: SWEREF 99 TM

Höjd: RH 2000

## 2 Kvalitetsbeskrivning

I Tabell 1 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 1: Kvalitetsteman och -parametrar för Ytmodell från flygbilder.

Kvalitetstema	Kvalitetsparameter	Uppnådd kvalitet
Fullständighet	Brist	På grund av matchningstekniken förekommer hål i ytmodellen.
Lägesnoggrannhet	Absolut lägesnoggrannhet	Medelfel i ytmodellen förväntas vara ca 0,4 m respektive ca 0,8 m i höjd, för de två olika flygbildsupplösningarna 0,24 m respektive 0,48 m.
Aktualitet		Produktionen följer Lantmäteriets bildförsörjningsprogram, vilket innebär att nya data kommer att fyllas på årligen, med ungefär en tredjedel av Sverige varje år.
Användbarhet		För att visualisera och höjdsätta till 3D.

### 2.1 Produktionsmetod (version 1)

Produktionsprocessen innehåller följande huvudmoment:



Ytmodellen framställs genom flygbildmatchning. Det innebär att överlappande flygbilder matchas mot varandra för att hitta gemensamma bildpunkter och ett punktmoln räknas fram, med ett höjdvärde för varje punkt. Vid matchningen hittas dock inte alltid jämförbara bildpunkter. Det innebär att punktmolnet innehåller tomma områden och inte är heltäckande (se Figur 2 nedan).

Punktmolnet glesas sedan ut och omsamplas, så att det blir 0,5 m mellan punkterna där det finns flygfoton med 0,24 m upplösning på marken och 1 m där det finns flygfoton med 0,48 m upplösning. Omsampling sker genom att ta medianhöjden på de punkter som ligger i närheten av den nya punkten. I de fall då det finns många punkter så används endast de 30 högsta punkterna vid beräkning.

I den resulterande LAZ-filen (se avsnitt 3.1 Leveransformat) lagras färgvärden (IR, rött, grönt) för de matchade bildpunkterna. Punkterna får sina färger från flygbildernas pixelvärden. Färgen motsvarar medelvärdet från punkterna i omsamplingen. Beställer man produkten utan IR-färg (dvs. *Ytmodell från flygbilder*), tas färginformationen bort innan leverans.

Grova fel filtreras bort i produktionsprocessen. Som grova fel räknas allt som är lägre än -100 m eller högre än 220 m relativt nationella höjdmodellen. Som grova fel räknas också punkter som är lägre än -5 m eller högre än 50 m relativt nationella höjdmodellen och täcker en yta mindre än 28 m<sup>2</sup>.

Punkterna klassificeras inte, dvs. det anges inte vilken typ av yta de beskriver.

De bilder som används i matchningen är flygbilder från Lantmäteriets bildförsörjningsprogram. Vilken typ av kamera som flygbilderna kommer från framgår av metadata.

I Tabell 2 redovisas programvaror som utför de olika stegen i produktionsprocessen.

**Tabell 2: Programvaror i produktionsprocessen (processens versionsnummer återfinns i attributet *Prod\_ver* i metadatafilen).**

Produktionsmetod, version	Matchningsprogram	Glesningsprogram	Filtreringsprogram	Kommentar
1	Sure, version 1.3	Sure, version 1.3	Egenutvecklad, Lantmäteriet	Sure använder Semi Global Matching (SGM) algoritmen för matchningen. För utglesning används en metod baserad på urval per cell m.h.a. percentilvärde.

Vill du läsa mer om bildmatchningstekniken hänvisas till utbildningskompendiet *Geodetisk och fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik*. Följ länken (eller gå via Lantmäteriets hemsida): [https://www.lantmateriet.se/globalassets/om-lantmateriet/var-samverkan-med-andra/handbok-mat--och-kartfragor/utbildning/kompendium\\_131028\\_kap13-15.pdf](https://www.lantmateriet.se/globalassets/om-lantmateriet/var-samverkan-med-andra/handbok-mat--och-kartfragor/utbildning/kompendium_131028_kap13-15.pdf)

## 2.2 Aktualitet

Produkten ska tas fram för hela landet. Inledningsvis används främst flygbilder från 2016, men eftersom dessa bara täcker delar av Sverige så används även flygbilder från 2013-2015 för att kunna täcka en så stor del av landet som möjligt. Ytmodellen kommer inledningsvis inte att ha en komplett Sverigetäckning, eftersom det finns områden där vi inte har tillräckligt nya flygbilder att utgå ifrån för att skapa ytmodellen.

Ytmodellsproduktionen kommer att följa Lantmäteriets bildförsörjningsprogram och nya data fyllas på årligen, allteftersom nya flygbilder blir tillgängliga, med ungefär en tredjedel av Sverige varje år. På sikt kommer det alltså bli möjligt att beställa ytmodell från olika år, över samma område.

Vilka rutor som finns tillgängliga för respektive flygfotoår, samt en grov produktionsplan, framgår av pdf- och shapefiler som finns att hämta från Geolex, under Höjddata\Ytmodell ([www.lantmateriet.se/geolex](http://www.lantmateriet.se/geolex)).

## 2.3 Upplösning

Punktavståndet är 0,5 m i områden där underlaget har varit flygbilder med 0,24 m upplösning (det ljusgröna området i kartan här intill samt några orter inom det blå området) och 1 m där bilderna har 0,48 m upplösning (det blå området).

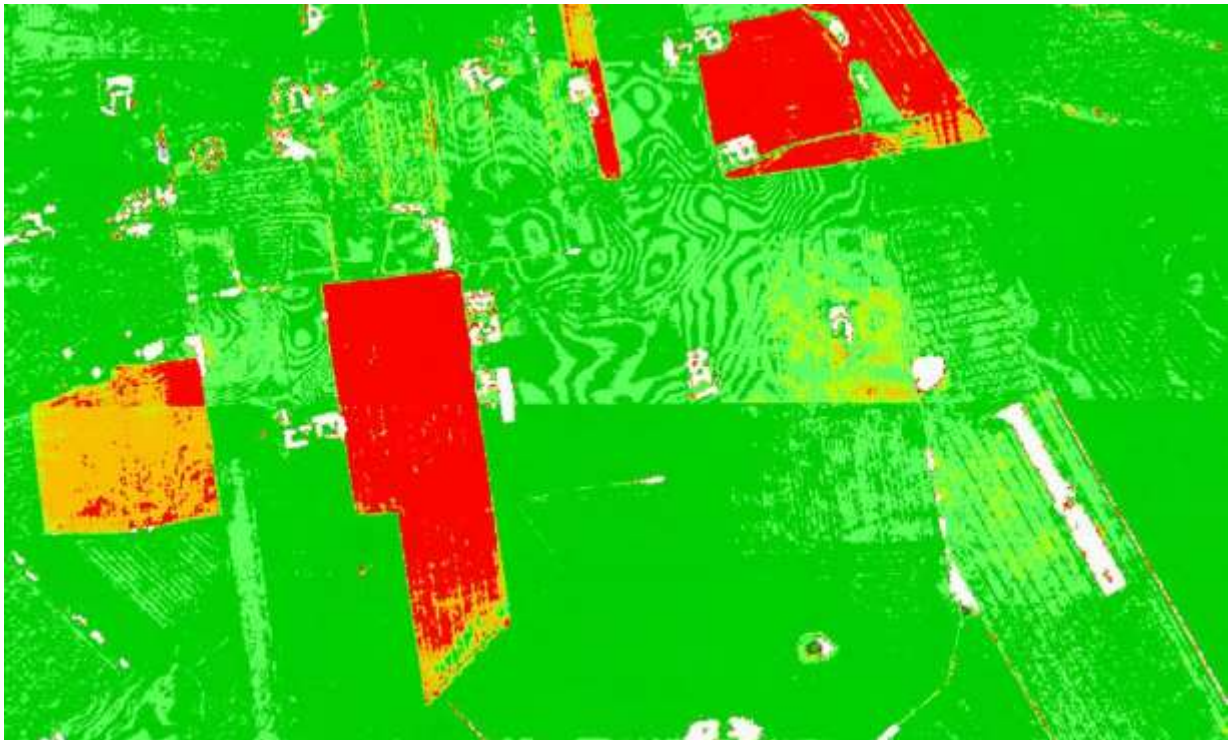
## 2.4 Lägesnoggrannhet

Den absoluta lägesnoggrannheten påverkas av två huvudsakliga faktorer, bildorienteringen och matchningen. En tumregel är att bildorienteringen genererar ett medelfel (RMSE) på ca 1,5 pixel i höjd och 1 pixel i plan. Matchningen ger ofta ett mycket bra resultat men innehåller även grova fel där en del kvarstår i produkten även efter filtreringen. Det innebär att punkterna i ytmodellen kan förväntas ha ett medelfel i höjd på ca 0,4 m respektive ca 0,8 m för de två olika flygbildsupplösningarna. Bildorienteringen ger ibland lokala förskjutningar i höjd men sett över hela blocket så gäller nämnda siffror.



### 2.4.1 Kända artefakter

Med hjälp av bilder som visar höjdskillnad mellan ytmodellen och nationella höjddata kan några artefakter i ytmodellen synliggöras. Dels framträder ett oregelbundet randigt mönster och dels syns ibland skarvar, "höjdsprång", mellan stereomodeller och mellan flygstråken. Det randiga mönstret visar på en känd effekt som härstammar från bildmatchningen (SGM-algoritmen). Höjdsprången kommer från bildorientering och bakomliggande modeller och kalibreringar. Se Figur 1.



Figur 1: Artefakter framträder i höjdskillnadsbilden mellan ytmodell och nationell höjdmödel (en terrängmodell). Där markytan syns i bilden visas en mörkt grön ton när höjdskillnaden är låg. Ljust grönt, orange, rött och vitt visar i nämnd ordning mer och mer höjdskillnad. Skarven mellan två stereomodeller syns från höger till vänster mitt i bilden, och det oregelbundet randiga mönstret framträder tydligt i den övre delen. I bilden syns också naturliga höjdskillnader, t.ex. grödor på odlingar (stora röda och orangea fält). Vita områden kan vara exempelvis skog.

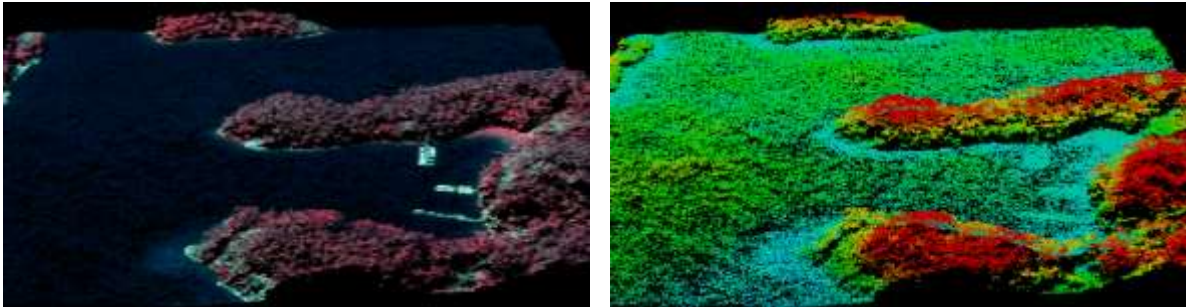
## 2.5 Fullständighet - brister

Punktmolnet innehåller bara punkter där matchningen har lyckats. Där matchningen inte har lyckats förekommer hål i ytmodellen. Att det blir hål i ytmodellen beror på att det vid bildmatchningen inte alltid hittas jämförbara bildpunkter i de två aktuella flygbilderna. Det här förekommer här och var i ytmodellen, se Figur 2 nedan.



Figur 2: Där matchningen inte har lyckats blir det hål i ytmodellen. Hålen syns tydligt mot en vit bakgrund, men syns även i bilden på det här dokumentets framsida.

Matchningen fungerar också dåligt på ytor med låg textur (ytmönster), då det även där blir svårt att hitta jämförbara punkter. På asfaltsytor, vissa fält m.m. kan ytmodellen därför bli ojämn. För vattenytor ska ytmodellen användas med försiktighet; det kan där vara ojämnt eller hål och på grund av vågrörelser blir matchningsresultatet ofta brusigt (se Figur 3 nedan).



Figur 3: I den vänstra bilden med IR-färg är det svårt att se att matchningen har resulterat i brus över vatten. Desto tydligare framträder det när ytmodellen färgats efter höjd, som i den högra bilden.

För närvarande har vi problem att matcha bilder över områden till stor del täckta av vatten, dvs. vissa sjöar och i skärgårdsmiljö. Programvaran uppfattar först de stora ytorna med vatten där den inte hittar något att matcha mellan bilderna, och struntar då i att leta vidare. När programvaran struntar i att matcha aktuell stereomodell innebär det att öar, skär och uddar inom området inte kommer med, eftersom hela området lämnas tomt. Lantmäteriet jobbar tillsammans med programvaruleverantören för att lösa detta problem. I väntan på det har vi valt att ändå leverera områden där öar och skär saknas.

Vid leverans av ett sådant område medföljer en geotiff-bild som visar var data saknas. Shape-fil som visar vilka områden som drabbats av detta problem finns att hämta från Geolex under Höjddata\ Ytmodell ([www.lantmateriet.se/geolex](http://www.lantmateriet.se/geolex)).



## 2.6 Metadata

Metadata medföljer i form av separata filer med polygoner för varje 2,5 km-ruta i formatet GeoJSON.

Polygonens attribut är:

Attribut	Typ	Kommentar
Flygfotoår	string	Flygfotoår för hela blocket.
Upplosning_flygbild	float	Flygbildens upplösning i motsvarande meter på marken.
Block	string	Blockets namn, som ytmodellen skapats från.
Prod_ver	integer	Version av produktionsprocess.
Ruta	string	Namn på 2,5 km-ruta, enligt indexrutesystem, t.ex. 632_47_2550.
Datum_fran	string	Tidigaste flygfotodatomet som ytmodellen skapats från.
Datum_till	string	Senaste flygfotodatomet som ytmodellen skapats från.
BildID	list (string)	Lista med bild-ID. Anger vilka bilder som ytmodellen skapats från.
Upplosning_ytmodell	float	Ytmodellens upplösning i meter på marken, där det finns punkter.
Farg	string	Ytmodellens färginformation, anges som "CIR"* eller "Ingen_farg".
Bildöverlapp	integer	Bildöverlapp inom stråket i procent.
Kameratyp	string	Typ av flygkamera.

\*CIR = colour infrared, dvs. IRF (IR, rött och grönt).

## 2.7 Användbarhet

Ytmodellens främsta användningsområden är att visualisera, analysera och höjdsätta data till 3D. Den kan till exempel användas för att beräkna skogstillväxt, hitta förändringar eller mäta hur gasutsläpp färdas.

Ytmodellen lämpar sig inte för att visualisera eller analysera vatten.

## 3 Leveransens innehåll

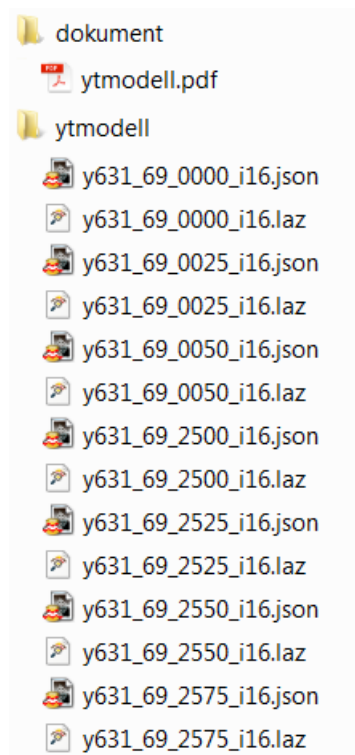
### 3.1 Leveransformat

Produkten levereras i filformatet LAZ 1.2 (punktdataformat 2), som är en komprimerad version av LAS. LAZ kan läsas direkt av många programvaror utan att filen behöver packas upp.

För metadata används formatet GeoJSON.

### 3.2 Filuppsättning och innehåll

Ytmodell och metadata levereras enligt bilden nedan.



Vid leverans av ett område med produktionsfel (läs mer i avsnitt 2.5 Fullständighet - brister) tillkommer en mapp med en geotiff-bild som visar var data saknas, markerat med ränder i cerise och gult.

Produkten *Ytmodell från flygbilder IRF* levereras med IR-färg medan produkten *Ytmodell från flygbilder* levereras utan färginformation. För den sistnämnda tas punkattributen `color_red` (innehåller IR), `color_green` (innehåller rött) och `color_blue` (innehåller grönt) bort och polygonattributet "Farg" sätts till "Ingen\_farg".

Värdet för attributet `classification` sätts alltid till 0 (Created, never classified).

### 3.2.1 Filnamn

- **Ytmodell**

Filerna namnges med en inledande bokstav från produktnamnet. Denna efterföljs av rutnumrering enligt indexsystemet för 2,5 km-rutor. För filer med IR-färg används bokstaven "i" och sist anges flygfotoår. Exempel på filnamn är y632\_47\_2550\_i16.laz.

- **Metadata**

Filerna namnges på samma sätt som ytmodellen, fast med ändelsen ".json".

## 4 Förändringsförteckning

Version	Datum	Orsak samt ändring mot tidigare version
1.0	2016-10-25	Fastställd version.