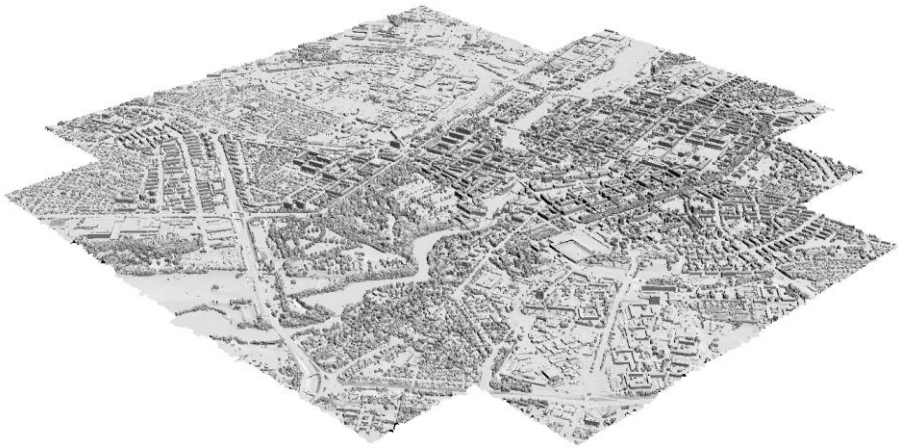
Tekniköversikt

Flygfoto och laserskanning
Höjdmodeller, ortofoto och 3D-modeller

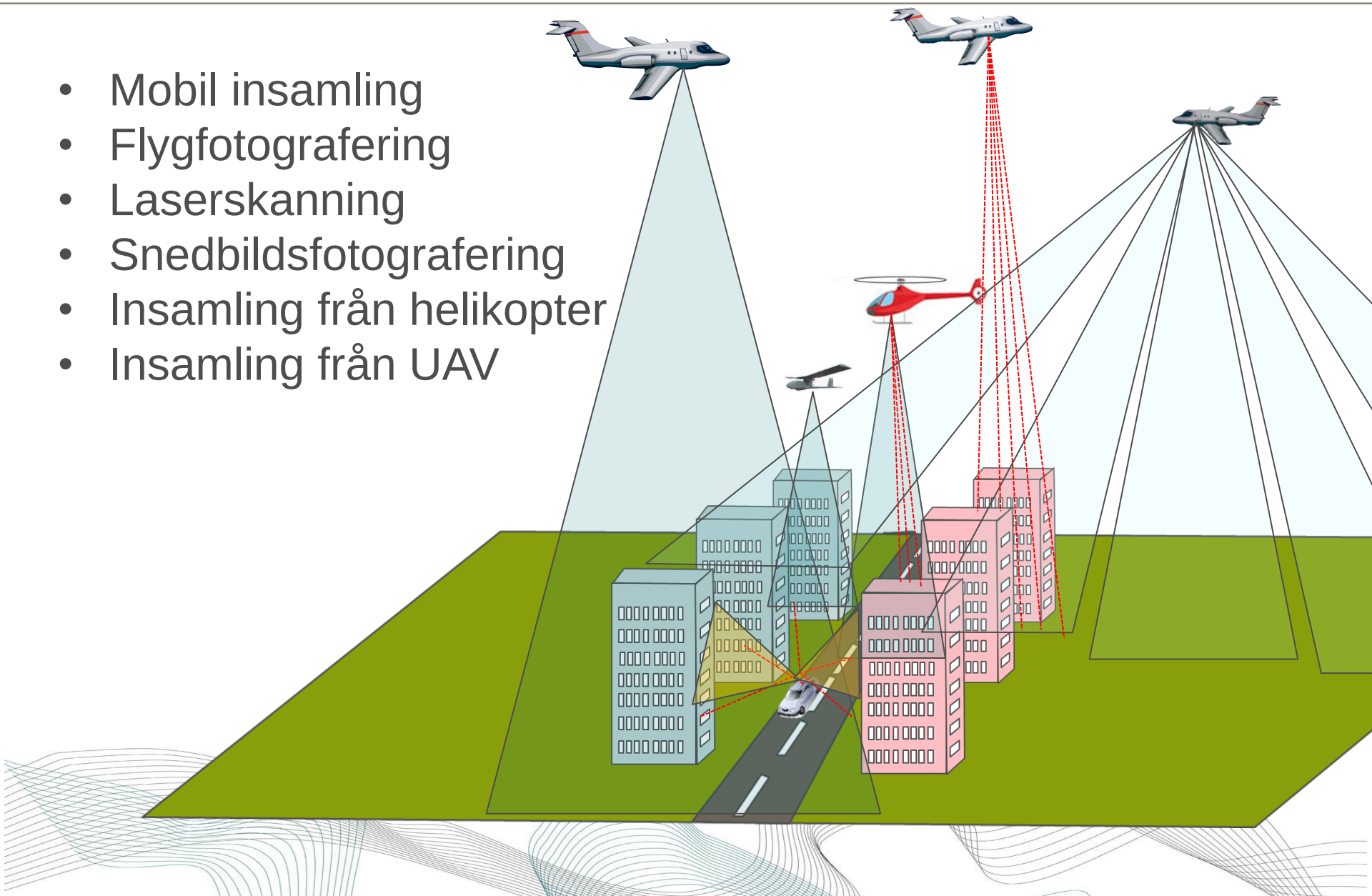


Innehåll

- Teknik
  - Laserskanning / flygfotografering och bildmatchning
  - Georeferering
- Plattformar
  - Flygplan (FW - Fixed wing)
  - Helikopter (RW – Rotor wing)
  - Drönare (RPAS, UAV, UAS, FW/RW)
- Produkter
  - T ex höjdmodell, ortofoto, 3D-modell, karta
  - Mätfrekvens
  - Kvalitet
- Flygtillstånd

Datainsamling

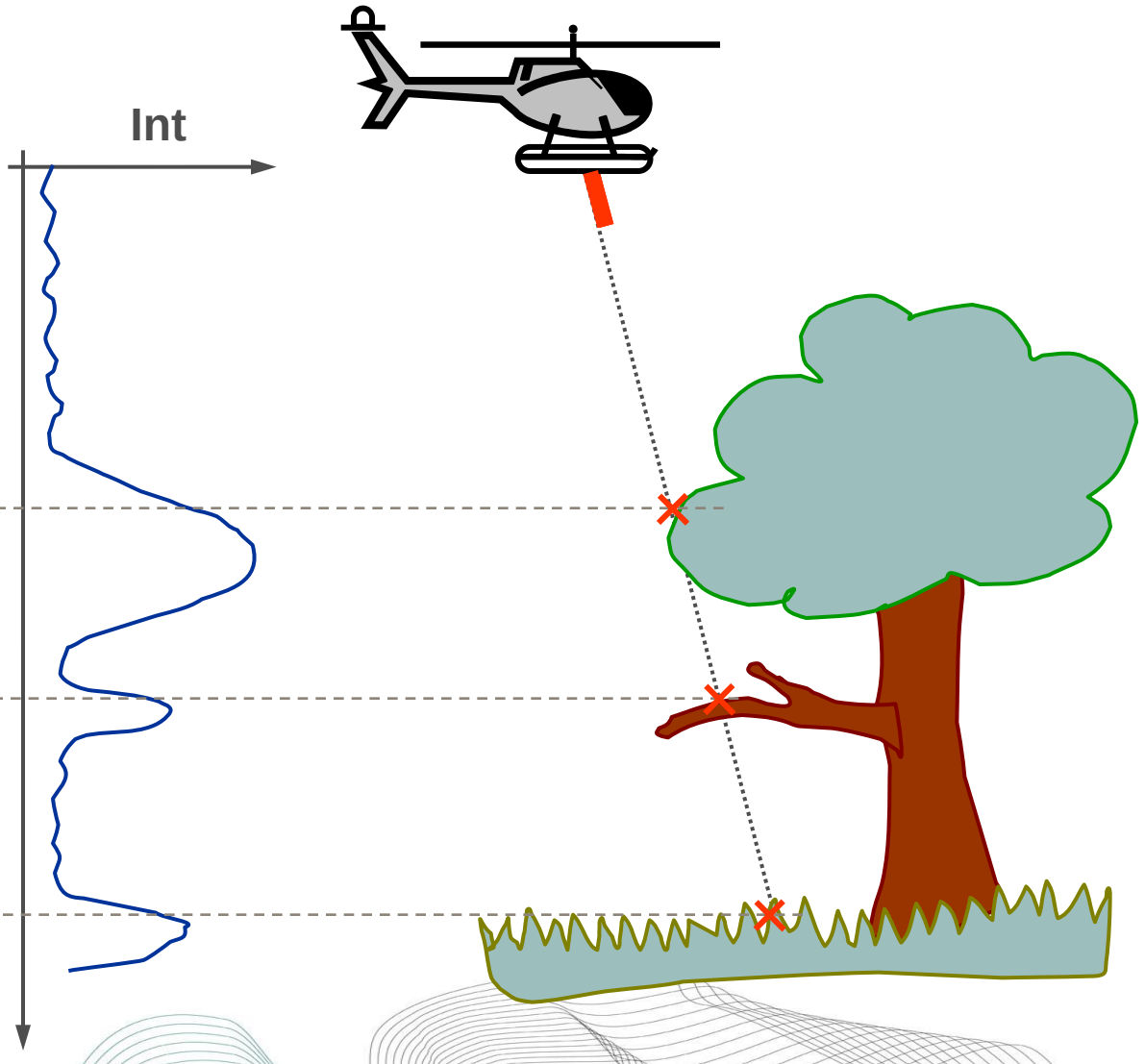
- Mobil insamling
- Flygfotografering
- Laserskanning
- Snedbildsfotografering
- Insamling från helikopter
- Insamling från UAV



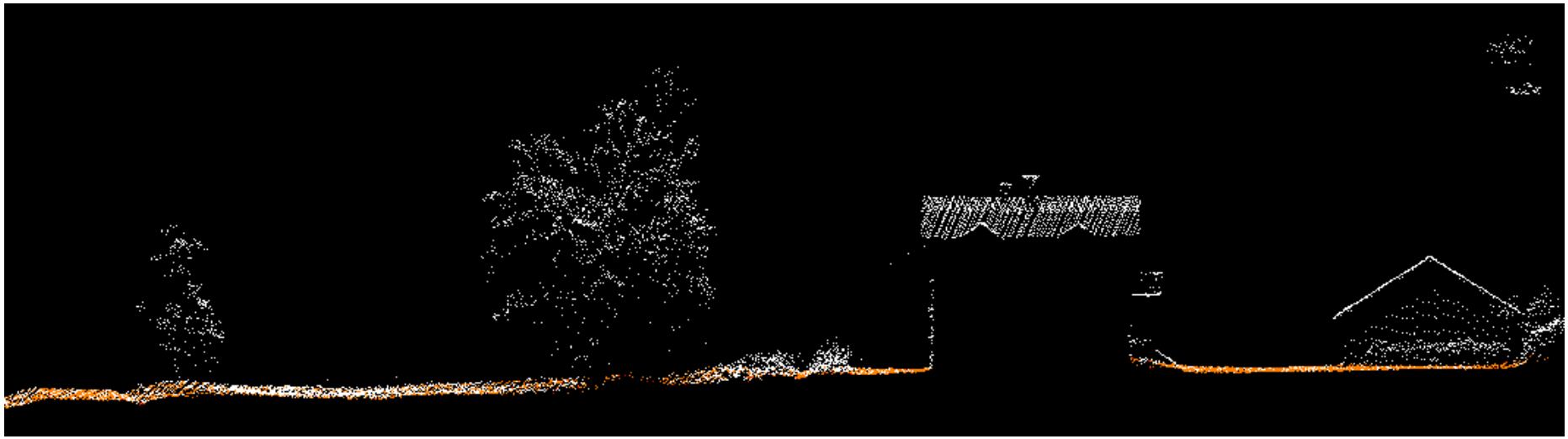
Laserskanning – mätprincipen

- Funktion

1. Laserpulsen skjuts ut och klockan startas
2. Ljuset reflekteras på olika objekt
3. Digitizern läser av det inkommande ljuset varje nanosekund (10^{-9} sek)
4. Intensitetsvärdena sparas tillsammans med tiden de avlästes. = Vågformen
5. Ur vågformen kan ekon (träffavstånd) extraheras



Laserskanning - resultat

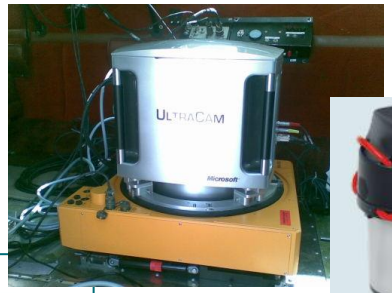


Flygfotografering

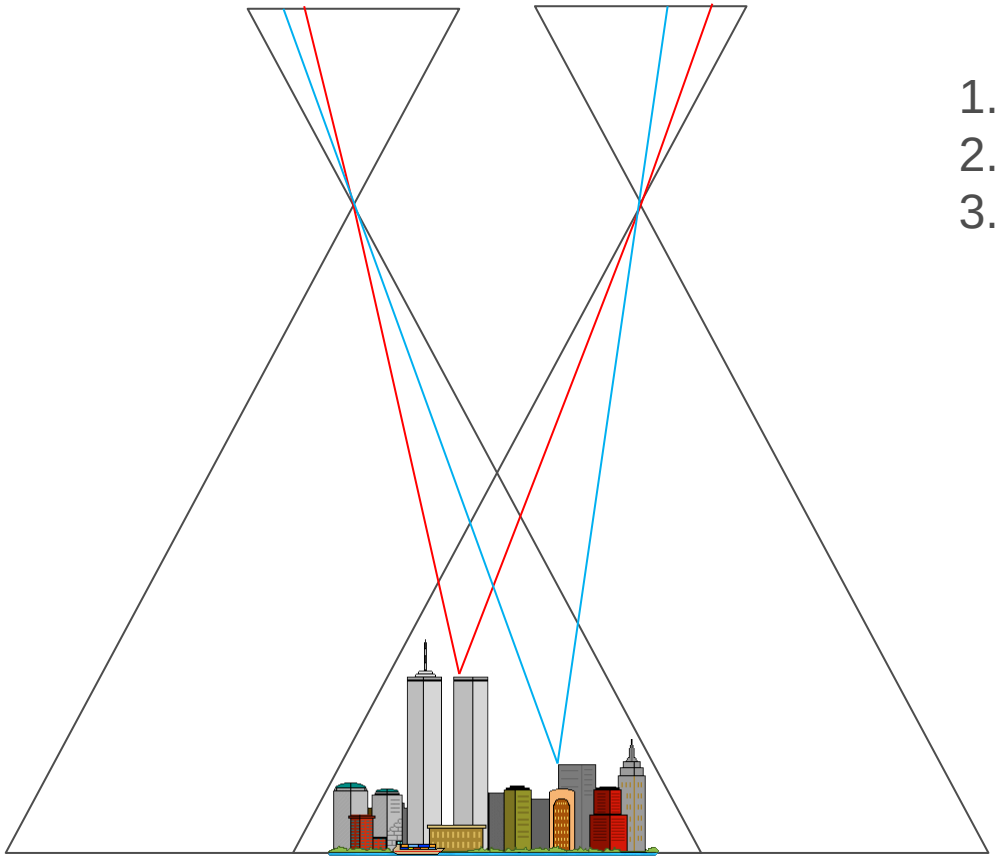
Enklare småformatskameror

Medelformat

Mätkameror - storformatskameror

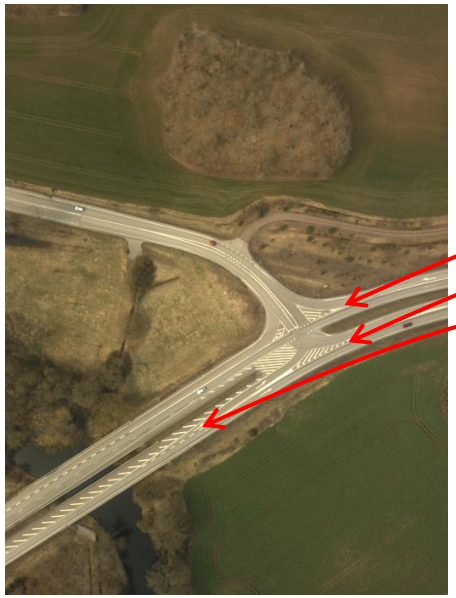


Stereomätning - Bildmatchning



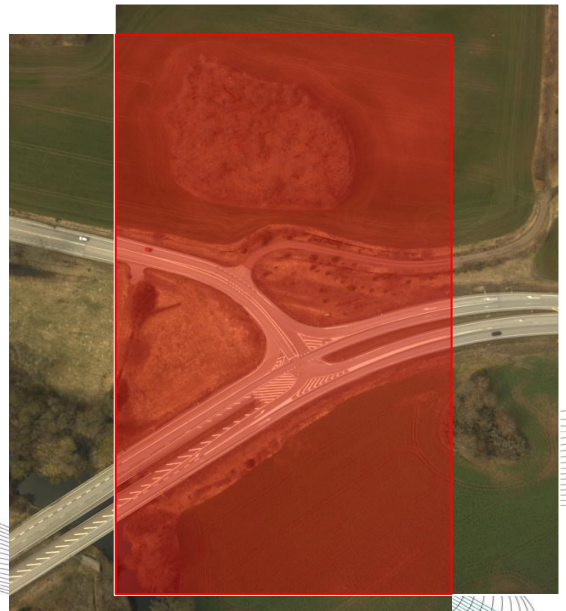
1. Bestämma orienteringen av bilderna
2. Hitta korresponderande punkter
3. Beräkna 3D-punkter

Bildmatchning



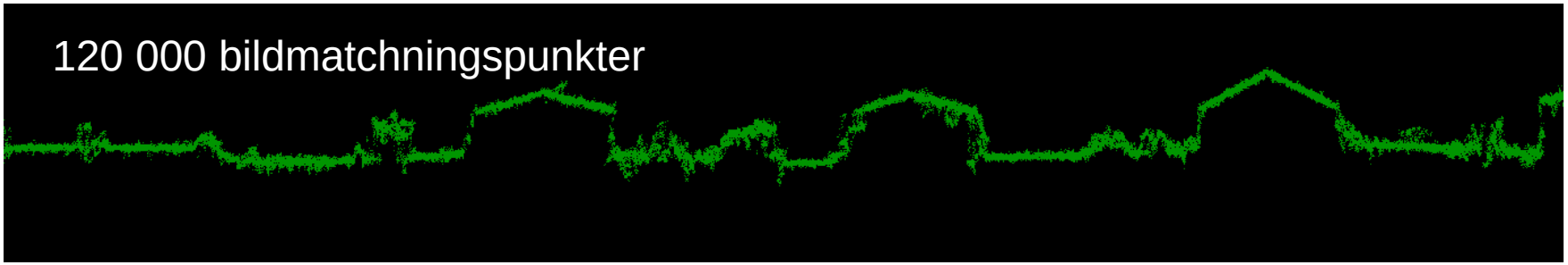
Hitta korresponderande
punkter mellan bilderna

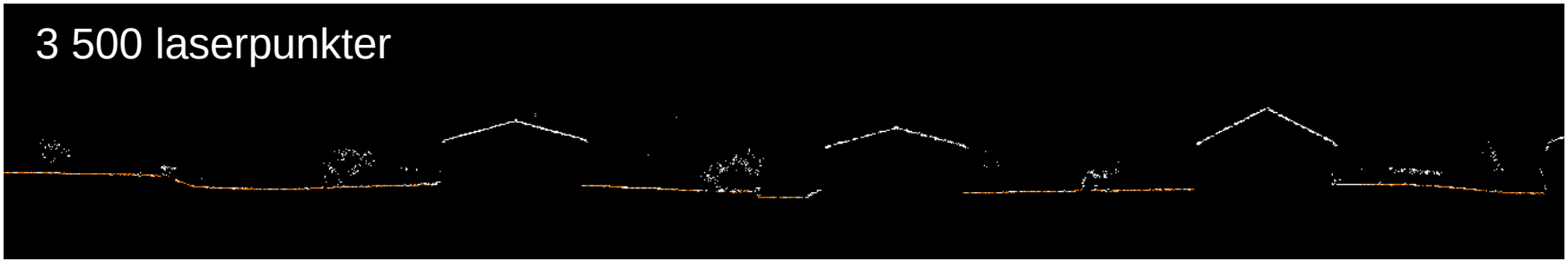
Görs för varje pixel!

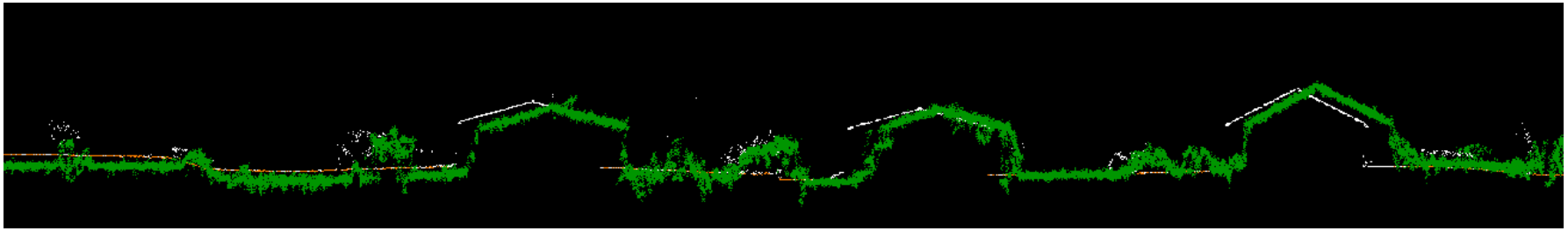


Resultat – 3D-punktmoln

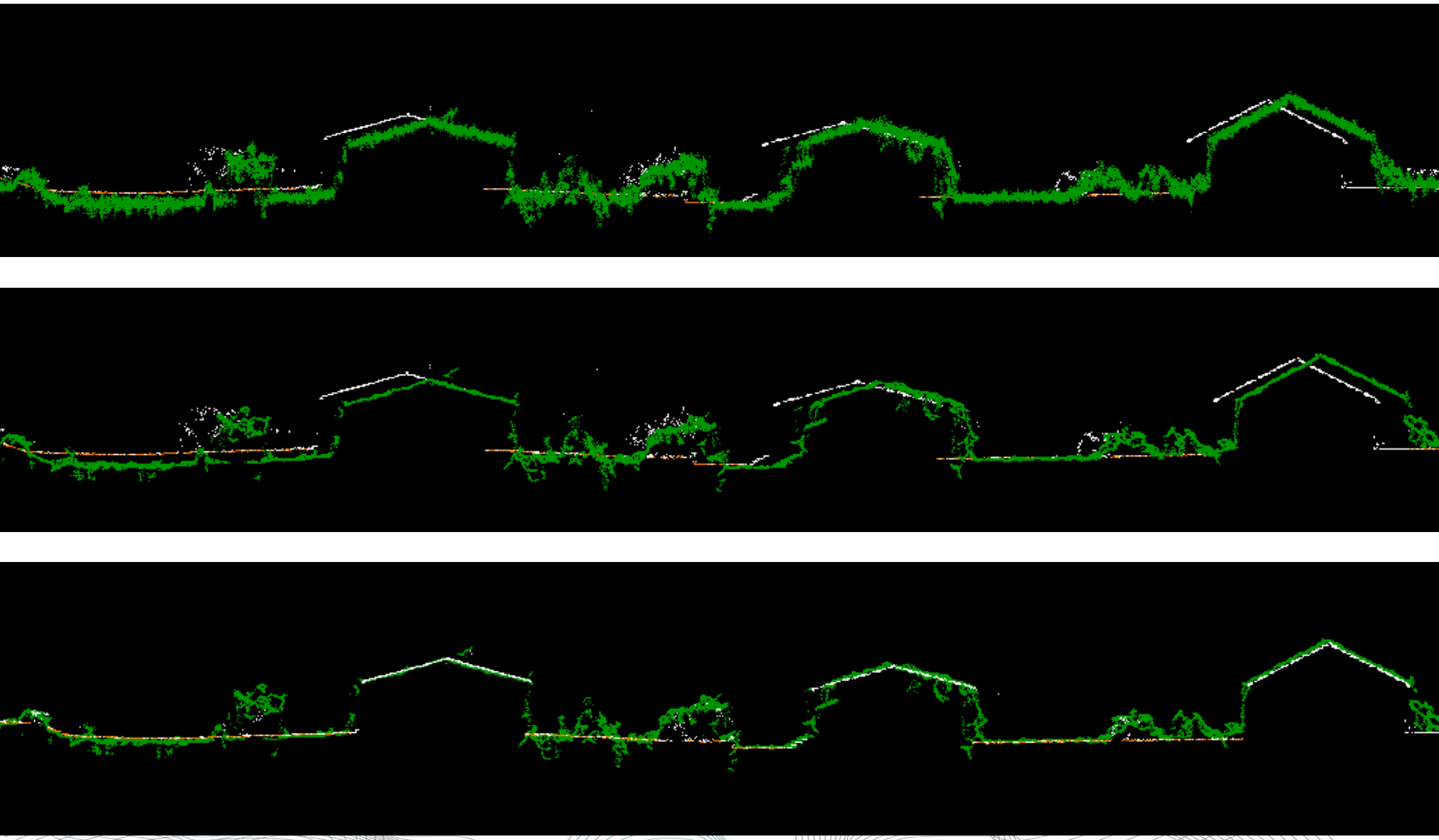
Jämförelse – laserskanning och bildmatchning



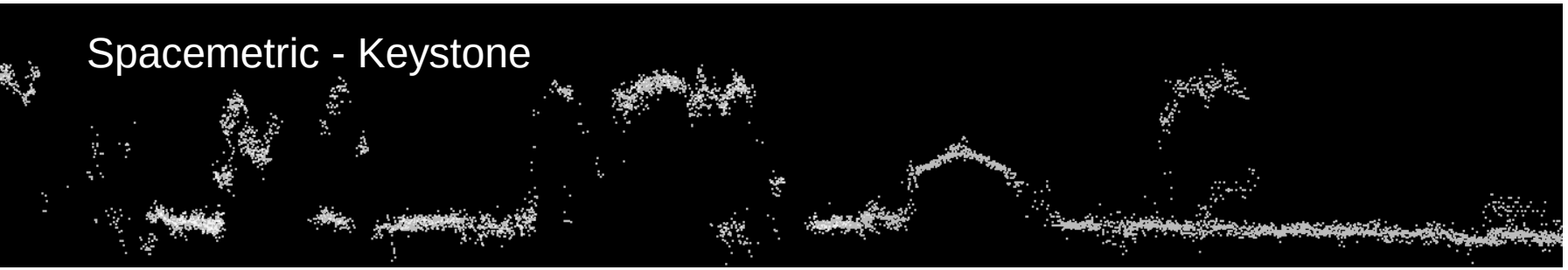


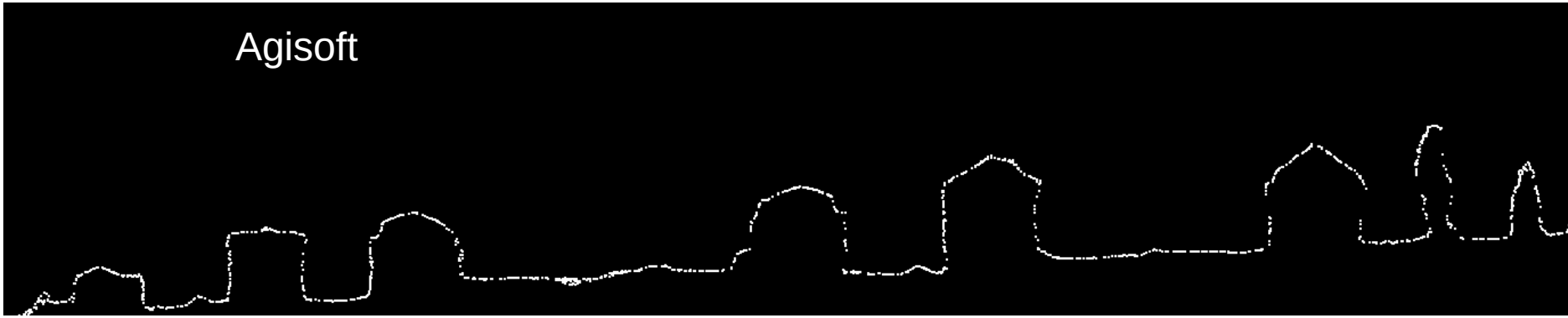


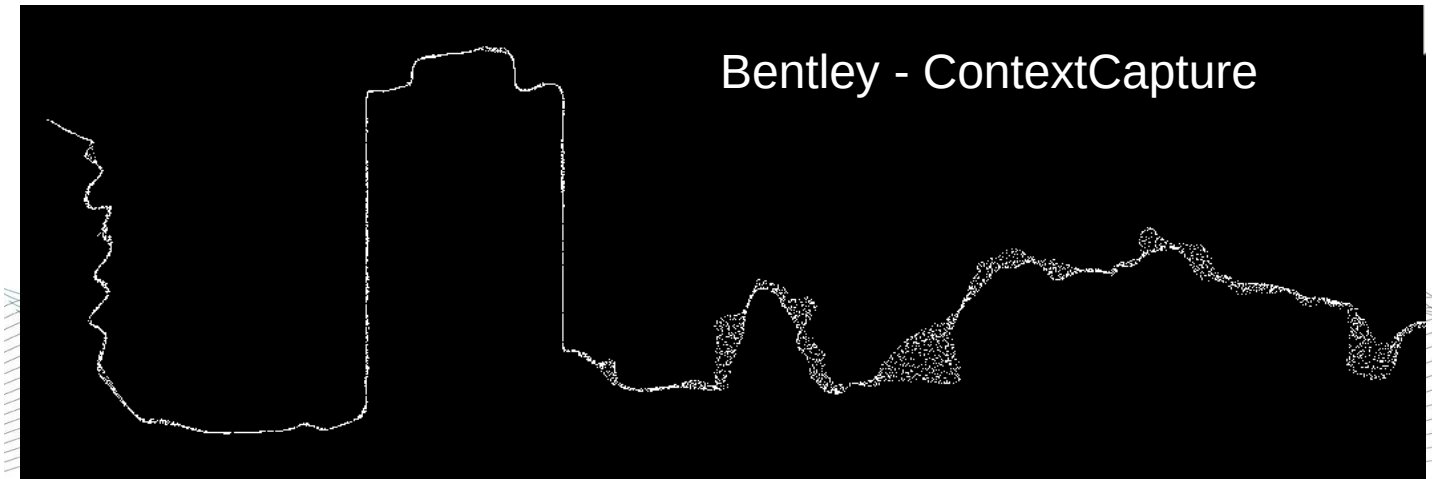
Utjämning (brusreducering) och inpassning



Bildmatchning
Resultat från olika programvaror

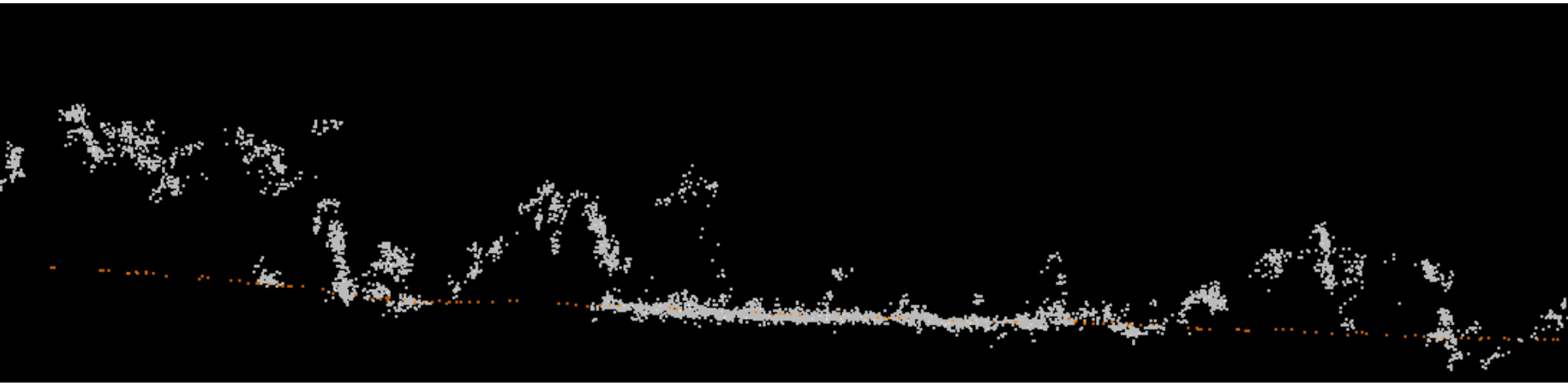




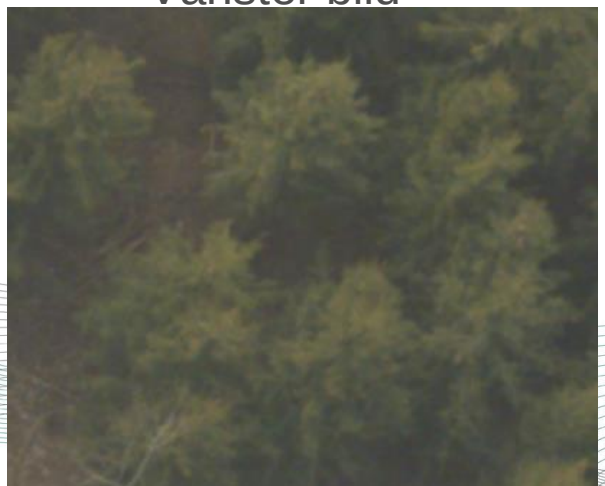


Andra exempel
- Match-T
- UltraMap
- SURE

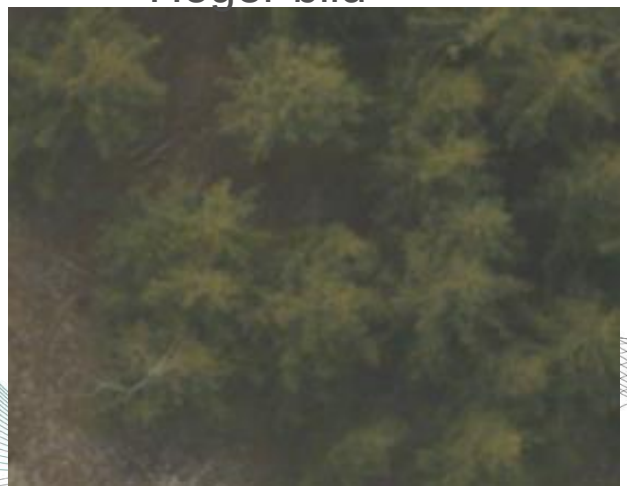
Kombinera matchat punktmoln med laserdata



Vänster bild

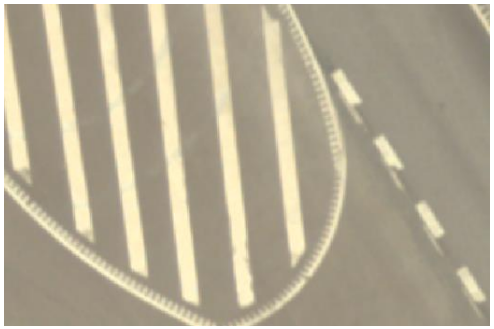


Höger bild

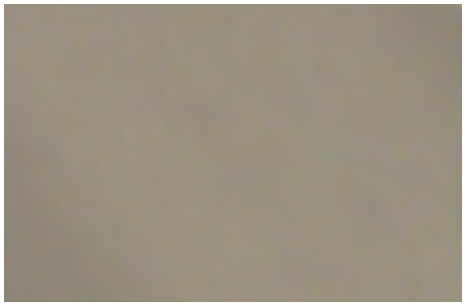


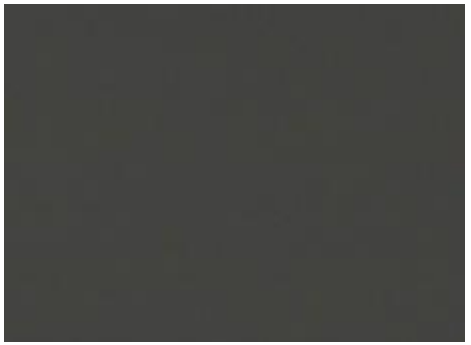
Bildmatchning

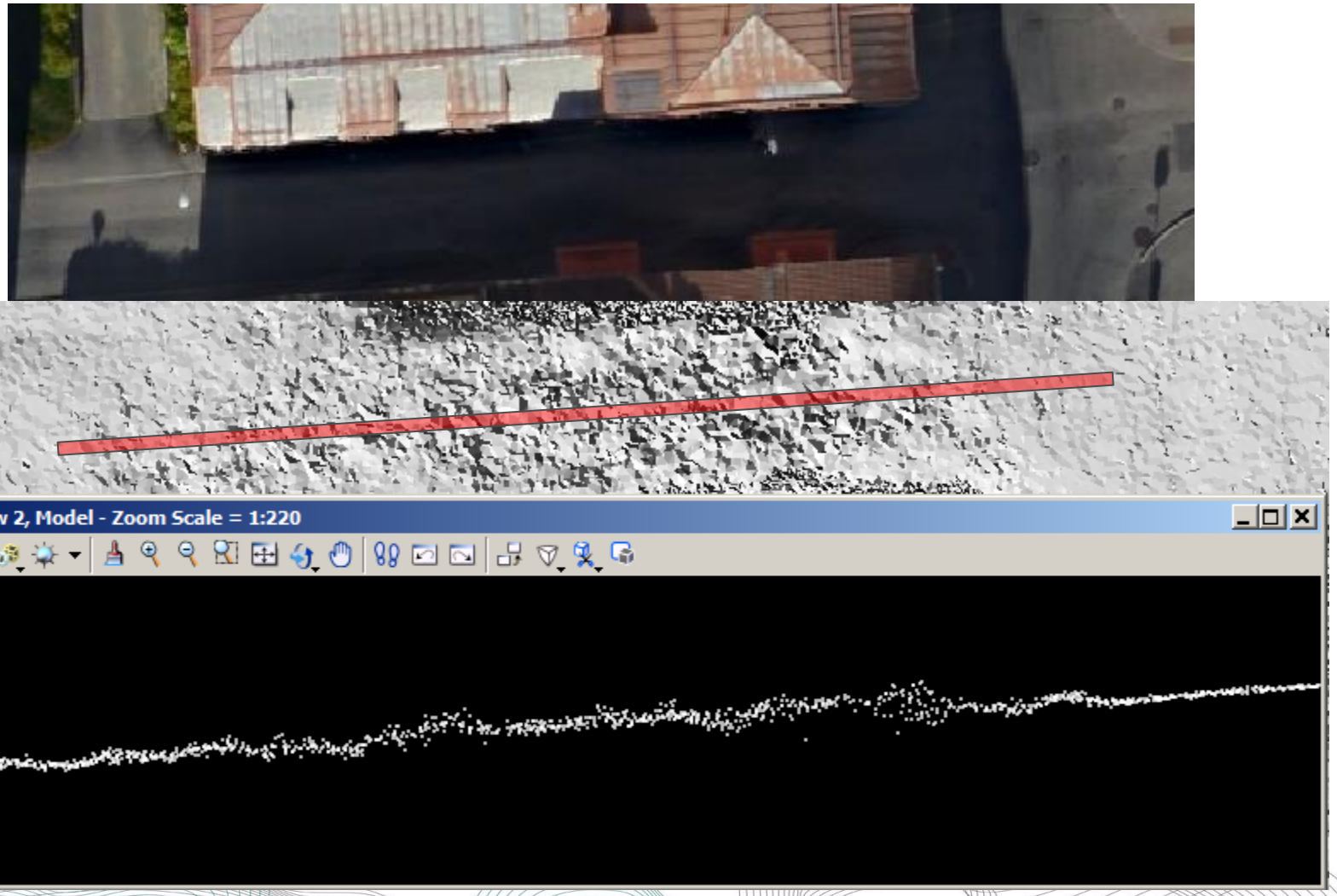
- Bra textur



- Dålig textur (ex asfalt, vatten)

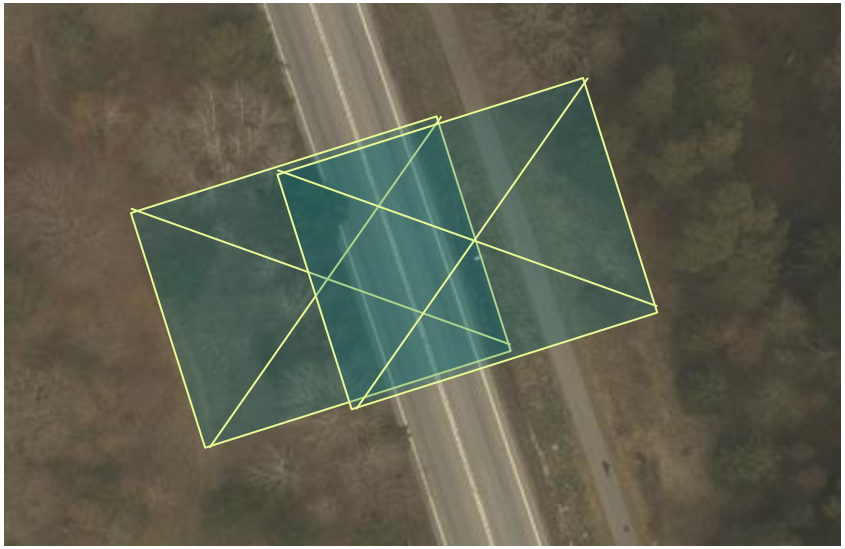




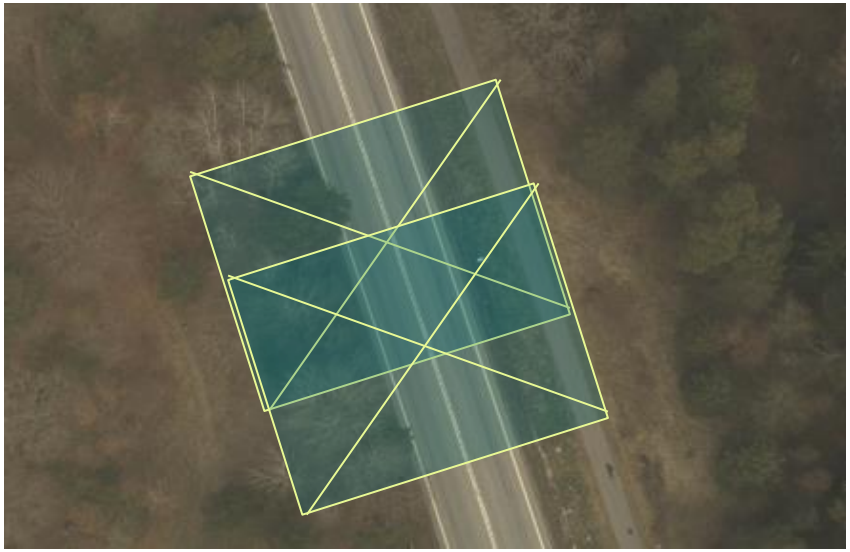

View 2, Model - Zoom Scale = 1:220

Bildmatchning

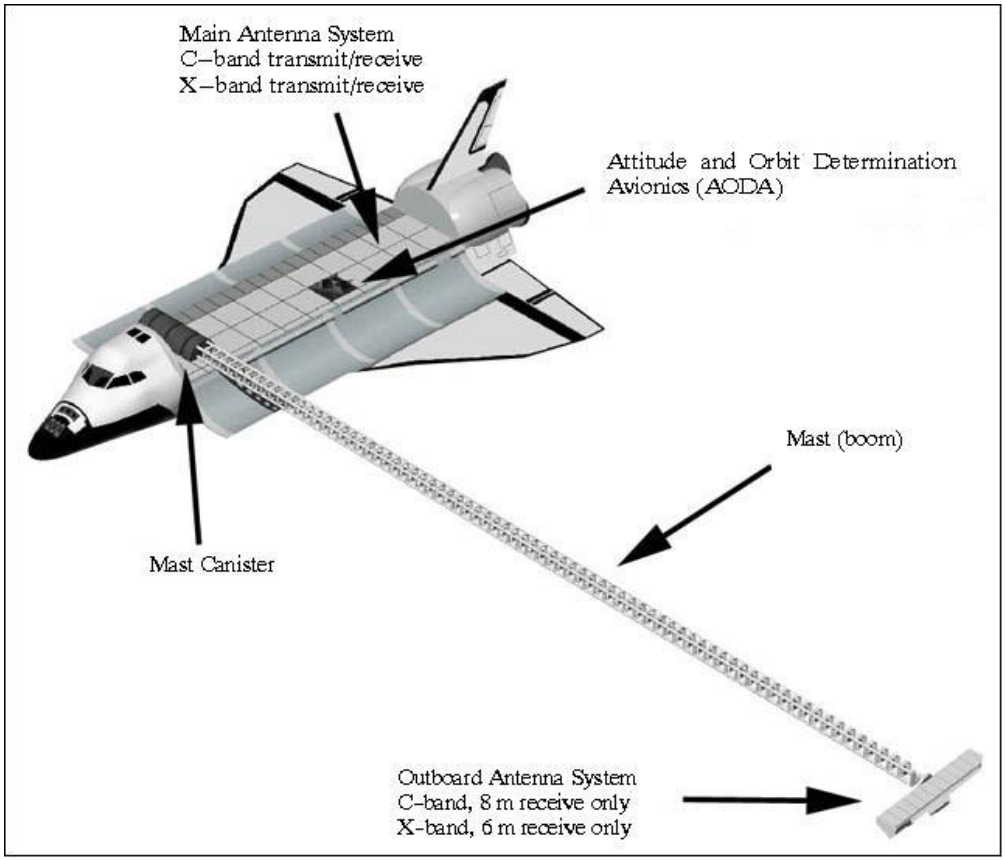
- Bra geometri
  (bildbasen tvärs objektet)



- Dålig geometri
  (bildbasen längs objektet)



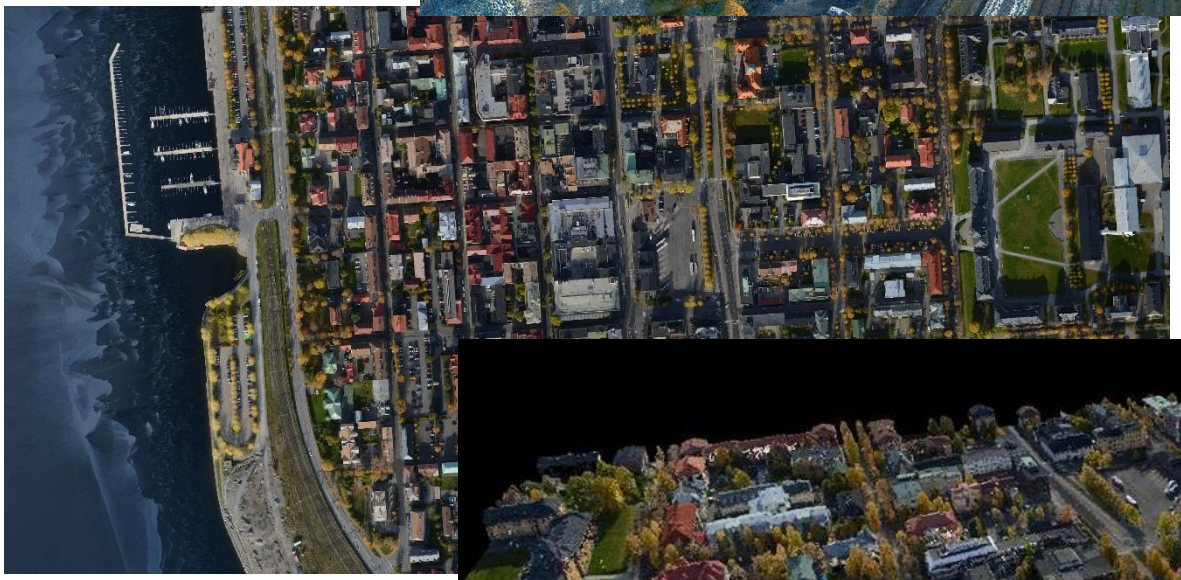
Interferometrisk radar för rymdfärjor



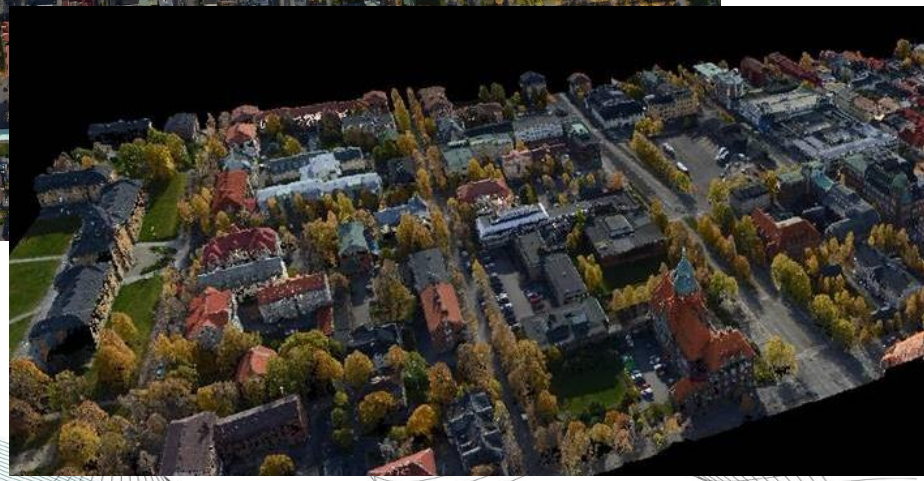
Naturliga följdprodukter från bildmatchning

- Färgsatt punktmoln

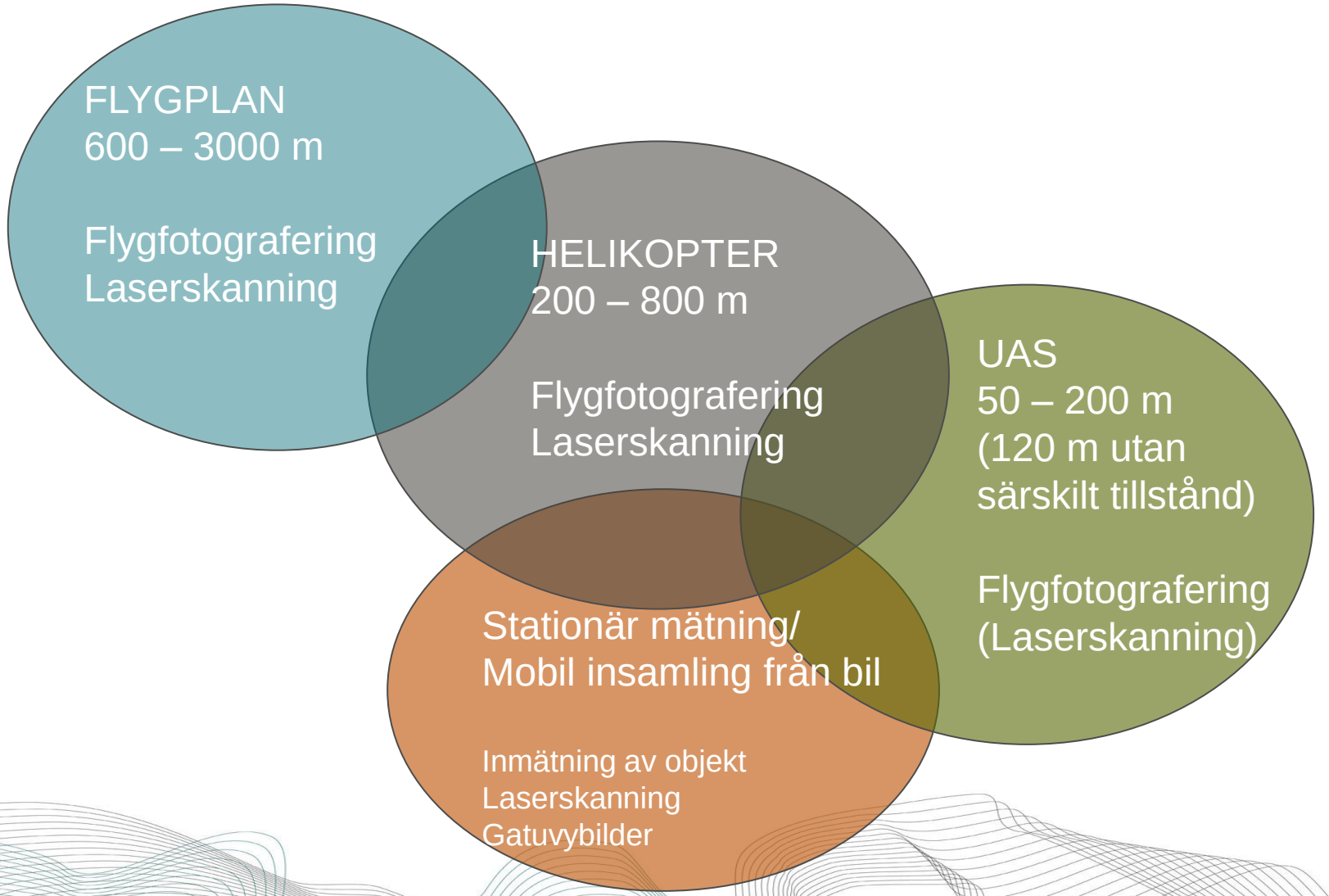
- Sant ortofoto



- 3D-modell



Mätplattform



Kärt barn ha många namn

- **UAS** – Unmanned Aerial System
- **UAV** – Unmanned Aerial Vehicle

  (med vapen: UCAV - Unmanned Combat Aerial Vehicle)
- **RPAS** – Remotely Piloted Aircraft System
- **Drönare** - bi (eng. drone)

Drönare RW/FW

Rotor wing – RW

Stratos SA200-MR

senseFly eXom

Fixed wing - FW

Smartplane

senseFly eBee RTK

Stratos SA300-FW

BlomSCOUT™

En-motorig helikopter med ”drönar-teknik”

- Flygs bemannad - mer flexibel än drönare
- Enklare utrustning och helikopter - billigare produkt än ”vanligt” RW-foto

PRODUKTSPECIFIKATION

- *2 - 10 cm upplösning (GSD)*
- *Leverans i kartblad*
- *GIS-vänliga produkter*
- *3D-ytmodell (punktmoln eller GRID)*
- *3D-markmodell*
- *RGB eller IR*

Georeferering

- GNSS – Satellitpositionering (t ex GPS/Glonass/Galileo)

  - Absolutlösning (kodlösning): förväntad standardosäkerhet på **meternivå** i plan och höjd.

  - DGPS-lösning (relativ kodlösning): förväntad standardosäkerhet på **decimeter till meternivå** i plan och höjd.

  - Flyttalslösning (bärvåglösning utan fixerade heltal): förväntad standardosäkerhet på **centimeter-** till **decimeternivå** i plan och höjd

- Tröghetsnavigering (el dylikt) – mäter rotationer

Grade	**Roll/Pitch error (deg)**	**Heading error (deg)**
Navigation	0.005	0.010
Tactical	0.05	0.10
Industrial	0.5	1
Consumer	>1	>1

Utrustning för georeferering

Lätt och billigt

Tungt och dyrt

Enklare GNSS
- XYZ, m-noggrannhet

Avancerad GNSS
- XYZ, ca 0.05 m noggrannhet

Ingen mätning av rotationer

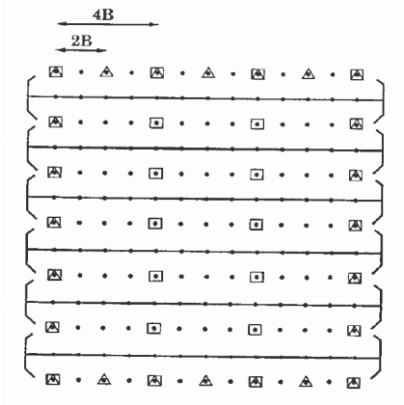
Avancerad mätning av rotationer
- Roll, pitch, heading, ca 0.05 grader

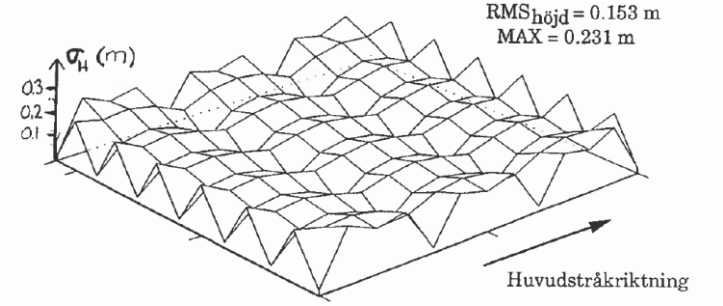
Enklare mätning av rotationer
- Roll, pitch, heading, ca 0.5 grader

Avancerad mätning av rotationer
- Roll, pitch, heading, ca 0.005 grader

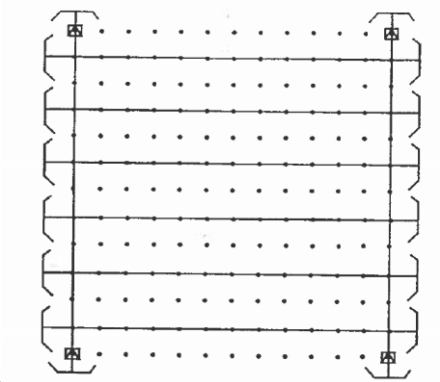
Efterbearbetning - georeferering

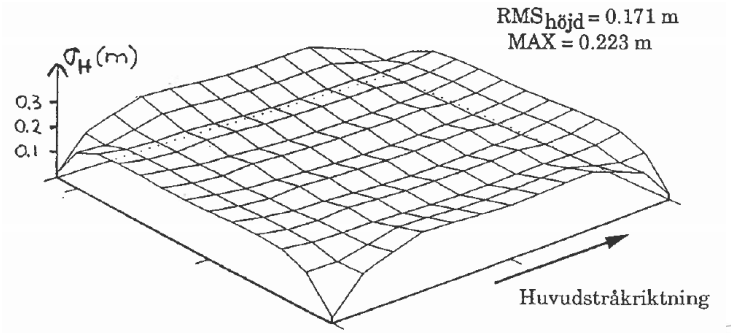
- Blocktriangulering med dålig GNSS-positionering



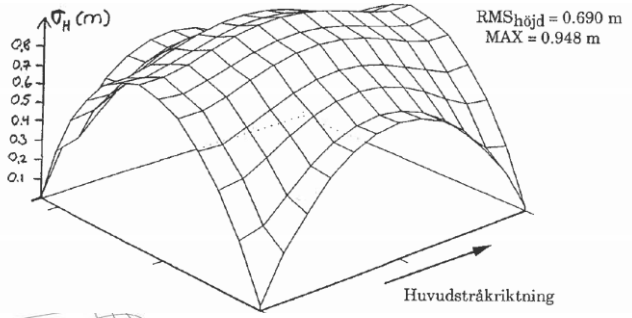


- Blocktriangulering med bra GNSS-positionering





Dålig GNSS

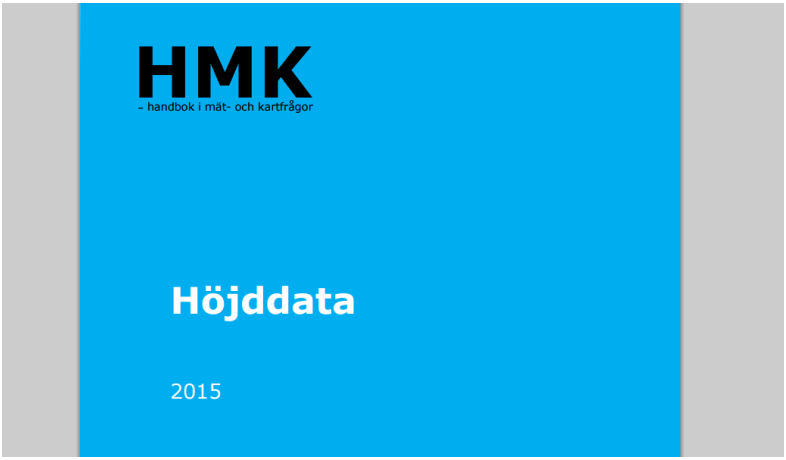


Produkter

- Vilken produkt vill jag ha?
  - typ av produkt (t ex höjdmodell, ortofoto, 3D-modell)
  - användningsområde (volymbestämning, solkarta, höjdkurvor, etc)
  - uppmätningsfrekvens (t ex 1 gång/år)
  - areal och objekt
- Vilka kvalitetsmått ska jag sätta?
  - upplösning, tolkbarhet
  - mätosäkerhet
- Hjälp från HMK?

Produkt höjdmodell - HMK

- **2.1 Allmän beskrivning**
  Ex Höjdmodell för volymberäkning
- **2.2 Befintligt utgångsdata**
  Ex Primärkarta, ortofoto
- **2.3 Specifikation av produkten**
  2.3.1 HMK-standardnivå
  Ex Standardnivå 3
  2.3.2 Detaljeringsgrad
  Ex 20 punkter/m^2
  2.3.3 Lägesosäkerhet
  Ex 0.05 m i höjd i färdig höjdmodell
  2.3.4 Höjdmodellstyp
  Ex Markmodell
  2.3.5 Datastruktur
  Ex Oregelbundna punkter
- **2.4 Specifikation av leverans**



Produkt ortofoto- HMK

- **2.1 Allmän beskrivning**
  Ex Ortofoto som skall användas för kartering och uppdatering av primärkartan
- **2.2 Befintligt utgångsdata**
  Ex Befintlig primärkarta och höjdmodell
- **2.3 Specifikation av produkten**
  2.3.1 HMK-standardnivå
  Ex Standardnivå 3
  2.3.2 Detaljeringsgrad
  Ex 0.05 m geometrisk upplösning
  2.3.3 Lägesosäkerhet
  Ex 0.05 m i plan (1 pixel)
  2.3.4 Ortofototyp
  Ex Sant ortofoto
  2.3.5 Bildtyp
  Ex RGB 8 bitar per kanal
  2.3.5 Tilläggsspecifikation
  Ex Skillnader i radiometri mellan intilliggande bilder ska utjämnas
- **2.4 Specifikation av leverans**

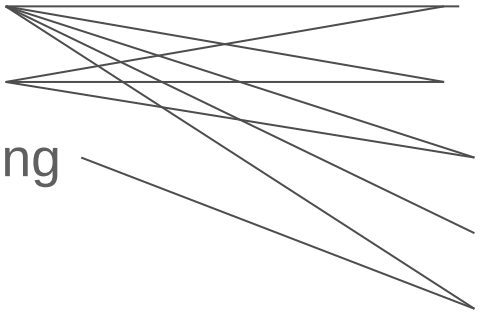
Exempel 1 Höjdmodell för volymberäkning

- Objektet: en deponi
- Uppmätningsfrekvens: skall mätas upp 1 ggr/år
- Syfte: volymbestämning
- Kvalitetsmått: HMK-klass 3

Exempel 1 Höjdmodell för volymberäkning

Teknik

- Laserskanning
- Bildmatchning
- Terrester mätning



Plattform

- Flygplan
- Helikopter
- Drönare
- Mobil plattform
- Stationär plattform

Kostnader

- **Fältmätningar** per areaenhet, inklusive inmätning av stöd
  - Låga: Laserskanning
  - Medel: Bildmatchning (fler bilder -> fler stöd)
  - Höga: Terrester mätning
- **Mobilisering** flygande platform
  - Låga: Drönare
  - Höga: RW och FW
- **Flygning** (inklusive mobilsering) per km^2 – **små områden**
  - Låga: Drönare
  - Medel: RW
  - Höga: FW
- **Flygning** (inklusive mobilsering) per km^2 – **stora områden**
  - Låga: FW
  - Medel: RW
  - Höga: Drönare
- **Efterbearbetning**
  - Låga: Laserskanning, terrester mätning
  - Medel -> höga: Bildmatchning

Exempel 1 Höjdmodell för volymberäkning

Teknik

- Laserskanning
- Bildmatchning
- Terrester mätning

Plattform

- Flygplan
- Helikopter
- Drönare
- Mobil plattform
- Stationär plattform

Mindre areor

Exempel 1 Höjdmodell för volymberäkning

Teknik

- Laserskanning
- Bildmatchning
- Terrester mätning

Plattform

- Flygplan
- Helikopter
- Drönare
- Mobil plattform
- Stationär plattform

Medelstora areor

Exempel 1 Höjdmodell för volymberäkning

BLOM
IMAGING THE WORLD

Teknik

- Laserskanning
- Bildmatchning
- Terrester mätning

Plattform

- Flygplan
- Helikopter
- Drönare
- Mobil plattform
- Stationär plattform

Större areor
(eller flera små/medelstora)

Flygtillstånd - Transportstyrelsen

UAS1B-771	Kristianstads Kommun Stadsbyggnadskontoret 291 80 KRISTIANSTAD	Flygplan, Foto	1B

- Kategori 1A
  Inom synhåll
  Maximal startvikt 1.5 kg
  Maximal kinetisk energi på 150 J
- Kategori 1B
  Inom synhåll
  Maximal startvikt 1.5-7 kg
  Maximal kinetisk energi på 1000 J
- Kategori 2
  Inom synhåll
  Maximal startvikt >7 kg
- Kategori 3
  Även ”utom synhåll”

Ca 1000 st (Merparten 1B)

Ca 10 st

Den maximala avstånd rekommenderas inte överstiga 500 meter i sidled och är begränsad till 120 meter i höjdled om man inte har tillstånd från Transportstyrelsen.

Flygning inom synhåll i kontrollerat luftrum (exempelvis en kontrollzon vid en flygplats, när trafikledningen är öppen) kräver tillstånd från flygtrafikledningen.

UAS-kategori	Avgift för tillståndsprövning i kr		Årsavgift i kr
1A och 1B		3 800	1 000
2	Timtaxa enligt Avgifter för tillståndsprövning dock högst 25 800		2 000
3	Timtaxa enligt Avgifter för tillståndsprövning		30 200

Sammanfattning

- Bildmatchning kan användas för framställning av
  - punktmoln
  - höjdmodell
  - sant ortofoto
  - 3D-modell

- Kostnader och tillgänglighet kommer att påverka vilken teknik och plattform som bör användas

- Kostnader drivs t ex av faktorer som
  - typ av produkt
  - insamlingsområdets läge, form och storlek
  - krav på upplösning och noggrannhet

- Beställ produkter (inte insamlingsmetoder)

Tack för uppmärksamheten!

Frågor ?