

# Geografiska data i 3D

Thomas Gumbricht  
[thomas@karttur.com](mailto:thomas@karttur.com)  
[www.karttur.com](http://www.karttur.com)

# Föreläsningens innehåll och syfte

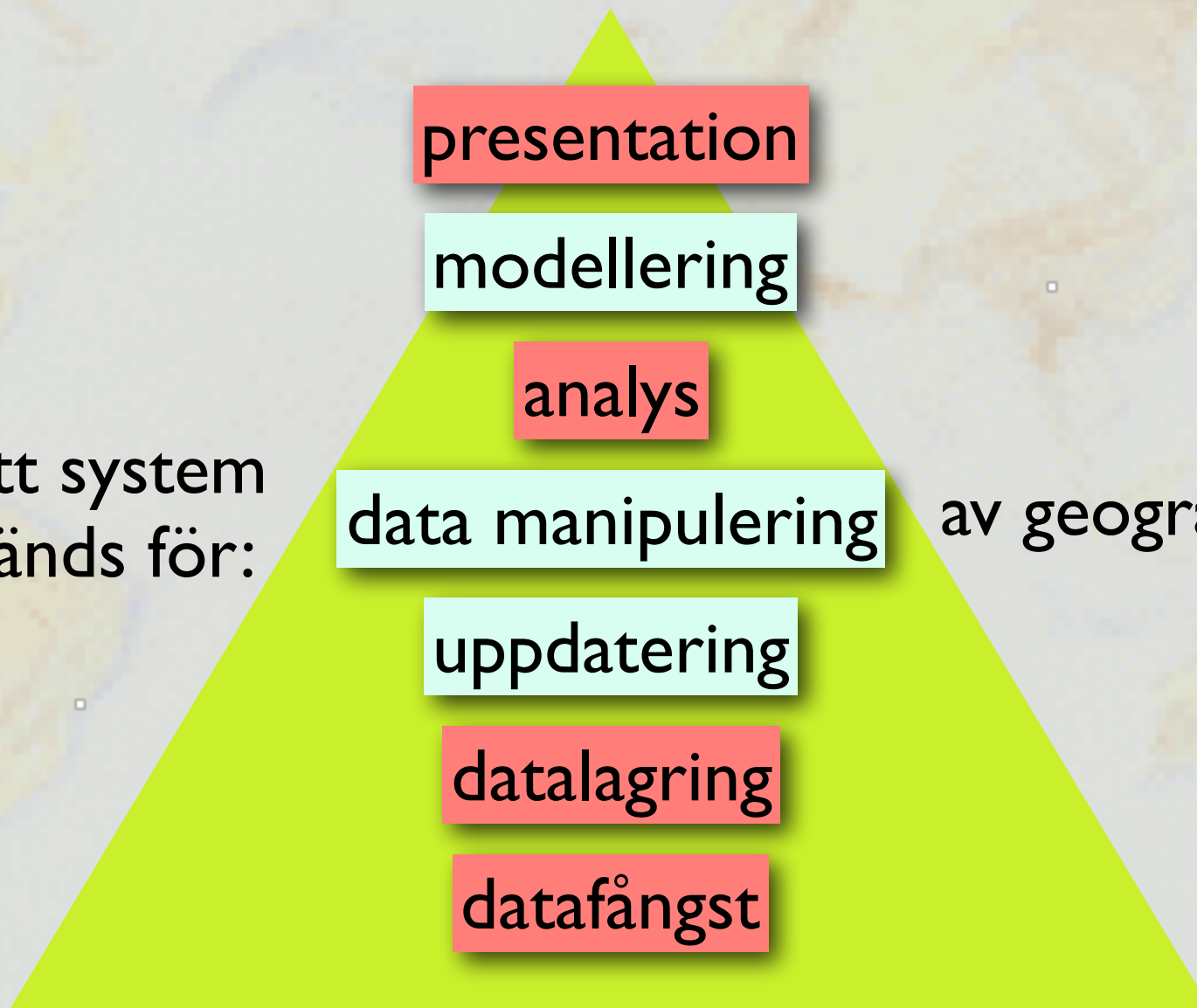
Föreläsningen ger en introduktion till 3-dimensionella data strukturer och analyser i GIS

- Introduktion till 3D GIS
- Datafångst för 3D GIS
- Datamodeller för 3D GIS
- Analys i 3D GIS
- Visualisering i 3D GIS
- Interaktiv publicering av 3D GIS



# Komponenter i GIS

GIS är ett system  
som används för:



av geografiska data

# Introduktion till 3D GIS

- Jorden är (sannolikt) inte platt, och vertikala skillnader har stor betydelse i många sammanhang (transporter, skidtävlingar, hydrologi etc)
- Det är väsentligt mer komplext att hantera och beräkna 3D data jämfört med 2D data
- 3D GIS är av senare datum än 2D och det är först under de senaste åren som 3D GIS blivit tillgängligt
- Både utveckling i hårdvara och tillgång till höjddata har bidragit till en snabb utveckling av 3D GIS

# Introduktion till 3D GIS

## Programvaror för 3D GIS

- Kapacitet för att bygga, lagra, analysera och visualisera data i 3D
- Interaktiva perspektiv där användaren kan zooma, rotera, tilta och simulera flygningar, och exportera interaktive filmer
- Verktyg för att skapa 3D perspektiv från raster och TIN datamodeller
- Lägga in virtuella objekt för att analysera och visualisera effekter av ändrad topografi (byggnader, soptippar etc)

# Introduktion till 3D GIS

## Funktioner i 3D GIS

- Analytiska funktioner för att beräkna lutning, lutningsriktning, och skuggning, exempelvis för att:
  - finna brantaste eller jämnaste sluttning för transporter,
  - beräkna flödesvägar för vatten (lava),
  - analysera sikt
  - beräkna volymer och fyllnader (massbalanser för vattenmagasin, vägskärningar)
- Interpolering av Z-punktvärden till ytor
- Analysera profiler

# Introduktion till 3D GIS

## Nyttan med 3D GIS

- Ökad förståelse för hur komplexa system fungerar under olika förhållanden (översvämningar, grundvattentillgångar)
- Visualisering av system på skalor som annars inte är tillgängliga (effekter av tsunami)
- Visualisering av objekt som ännu inte finns (byggnader), är otillgängliga (krigshärdar) eller kostsamma att besöka (glaciärer)
- Interaktivitet som ger varje användare möjlighet att skapa sin egen bild
- Visualisering av konsekvensanalyser, för bättre förståelse och beslutsunderlag.

# Introduktion till 3D GIS

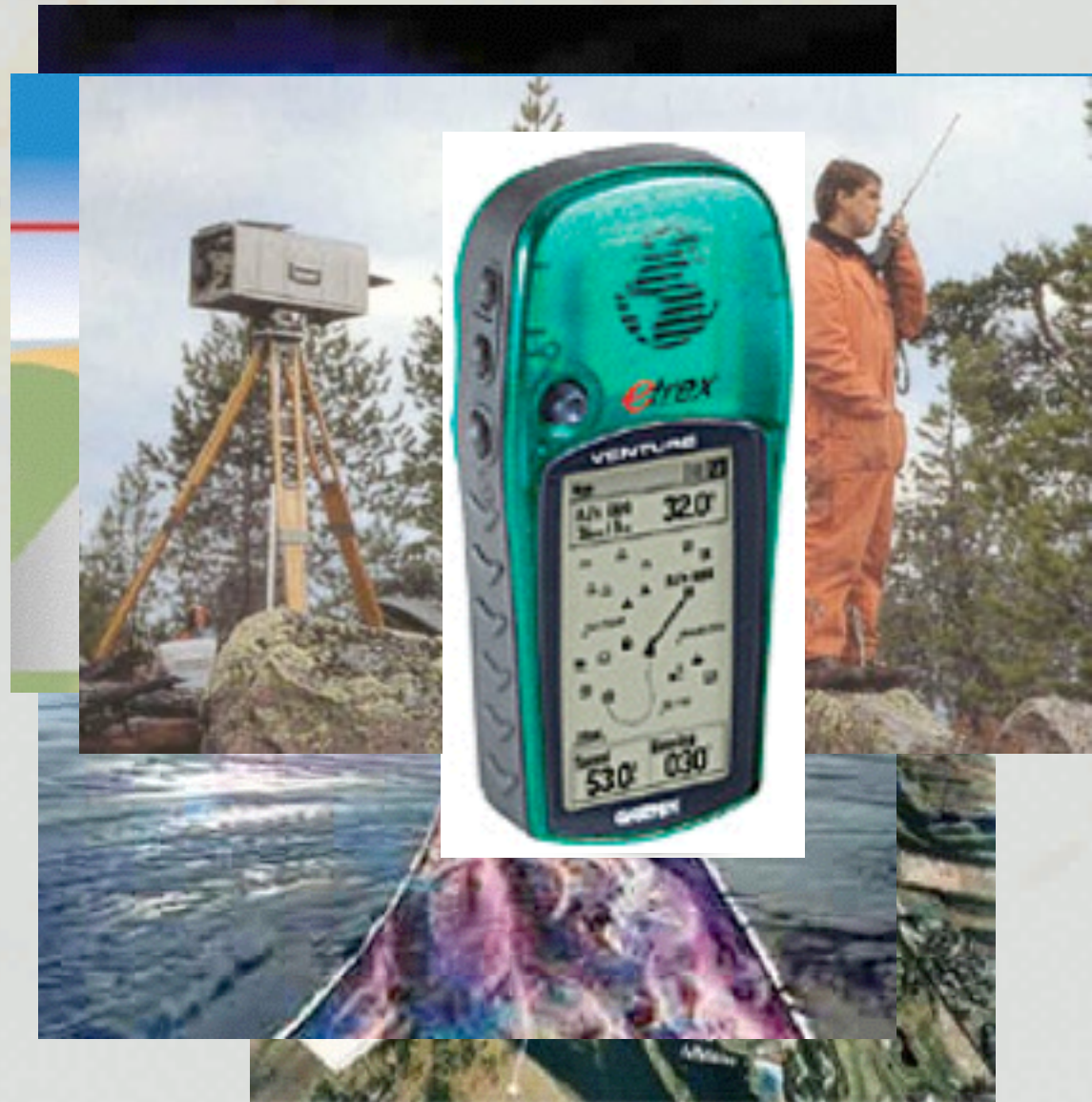
## 3D GIS produkter i andra programmiljöer

- Export till multimedia format såsom filmer (.avi, .mov, .mpeg), flash (.swf, .fla) och andra virtuella turer (Quick Time Virtual Reality - QTVR, Virtual Reality Modelling Language - VRML)
- Kräver liten kunskap för att användas
- Fungerar dirket i de flesta webläsare
- kanal för att sprida och göra information lätt tillgänglig
- komprimering till väsetligt mindre filstorlekar



# Datafångst för 3D geografi

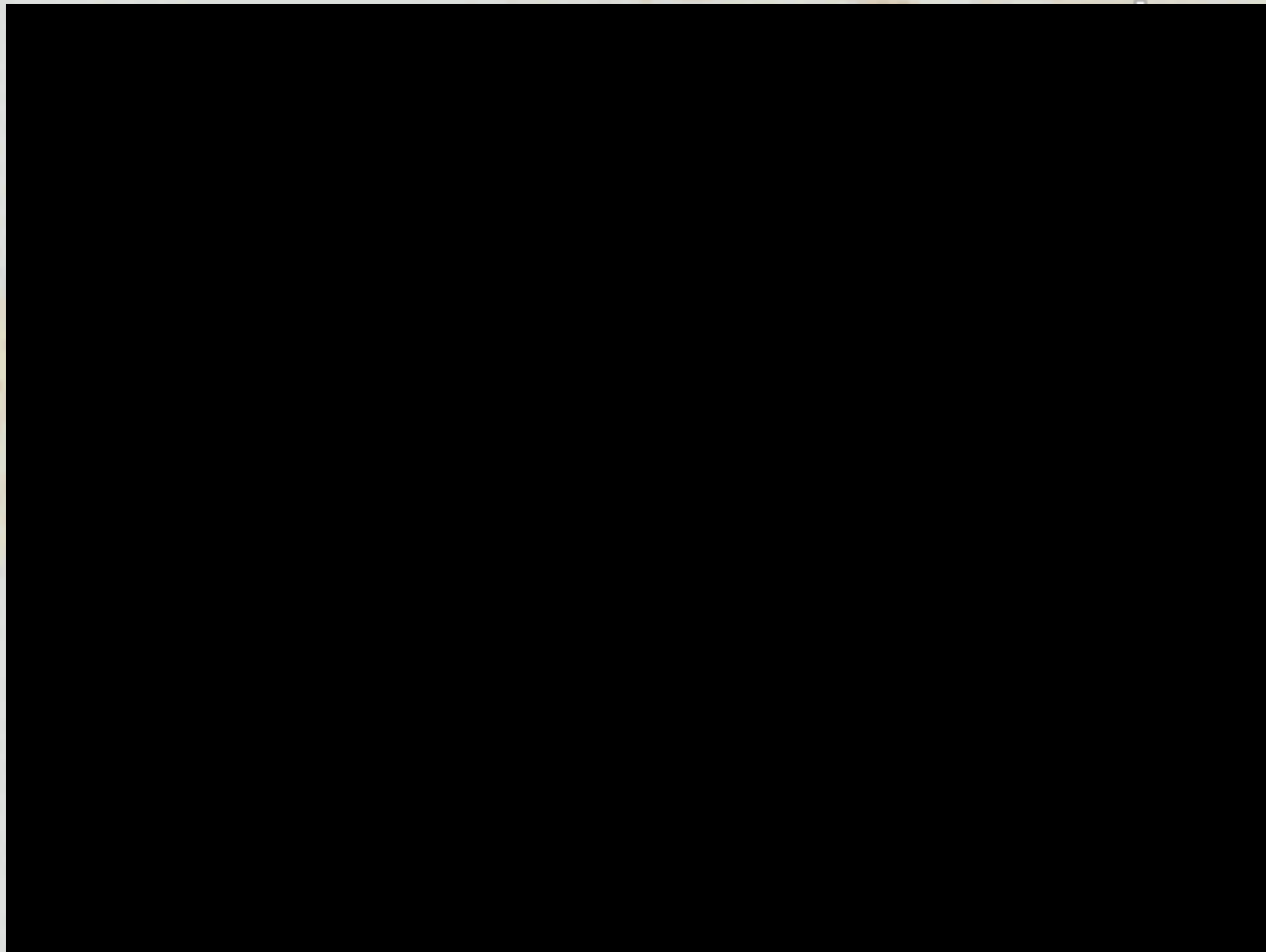
- Triangulering
- Fotogrammetri
- Radar
- Laser
- GPS
- Lufttrycksmätning



# Datafångst för 3D geografi

## Shuttle Radar Topography Mission

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) flögs ombord på rymdfärjan Endeavour under 11 dagar i februari 2000. 2 st 60 m långa antenner användes för att med radara bygga en global DEM i 30 m upplösning. 30 meters upplösning är idag endast tillgänglig för USA, medan övriga världen får nöja sig med 90 m. Norr och Söder om cirka 55e breddgraden finns ingen SRTM data.



# Datafångst för 3D geografi

## Shuttle Radar Topography Mission

### Östra Afrika och riften, SRTM draperad med MODIS

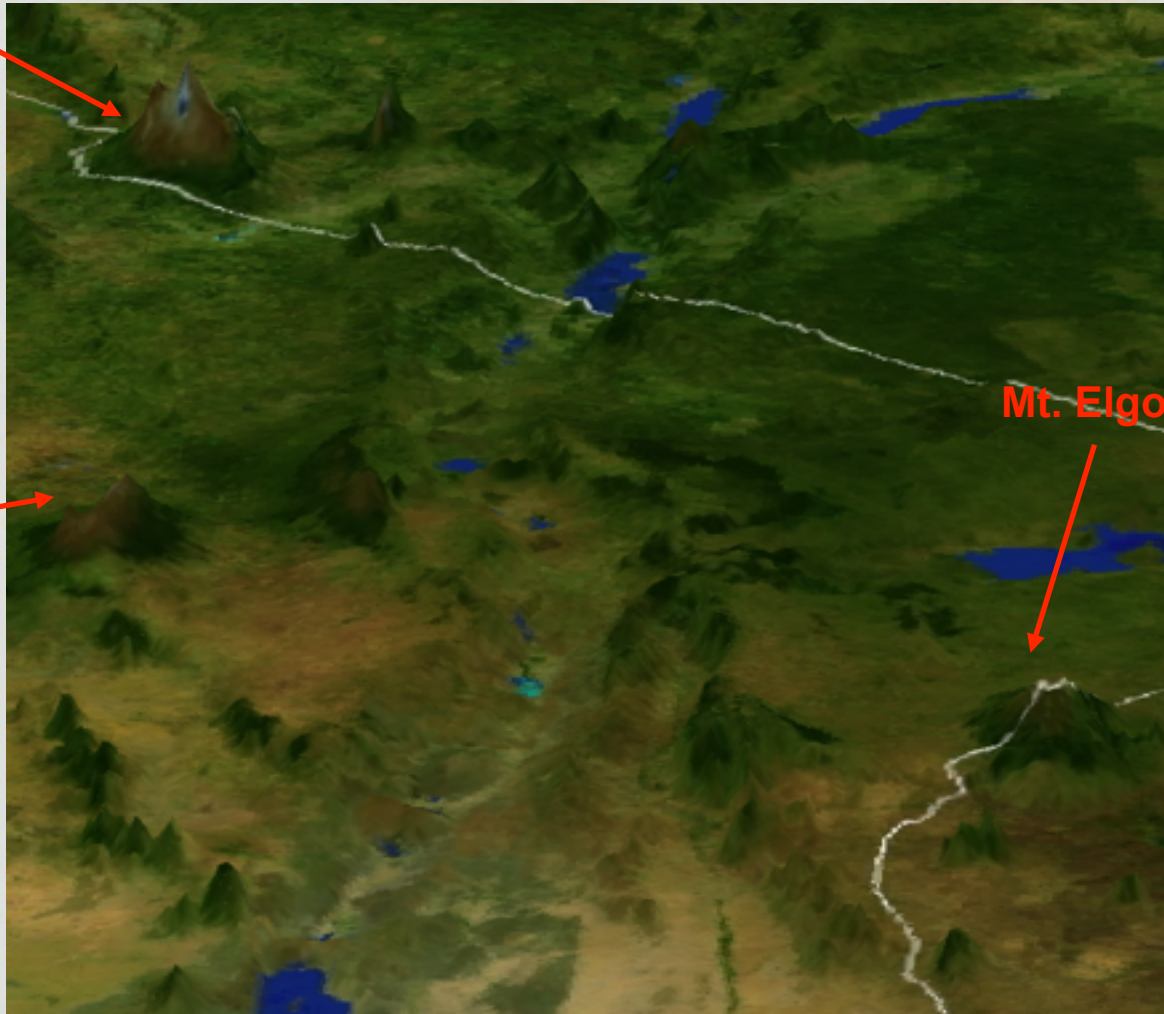


# Datafångst för 3D geografi

## Shuttle Radar Topography Mission

### Östra armen på riften

Mt. Kilimangiaro



Mt. Kenya



Mt. Elgon



# Datafångst för 3D geografi

## Shuttle Radar Topography Mission

### Västra armen på riften

Ruwenzori-bergen på gränsen mellan Uganda och DRC



# Datafångst för 3D geografi

Shuttle Radar Topography Mission draperad med ASTER

Västra armen på riften

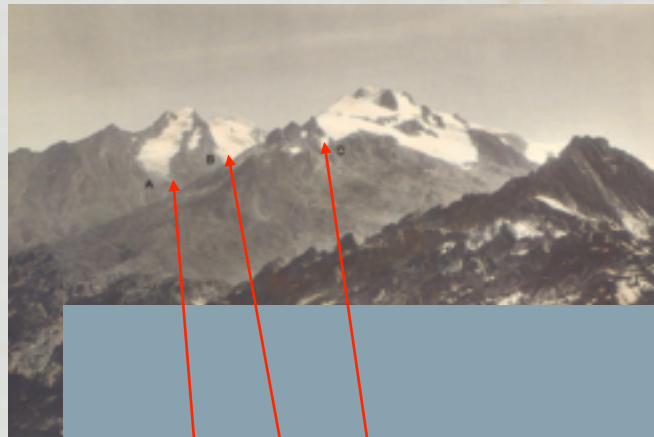
Ruwenzori-bergen på gränsen mellan Uganda och DRC



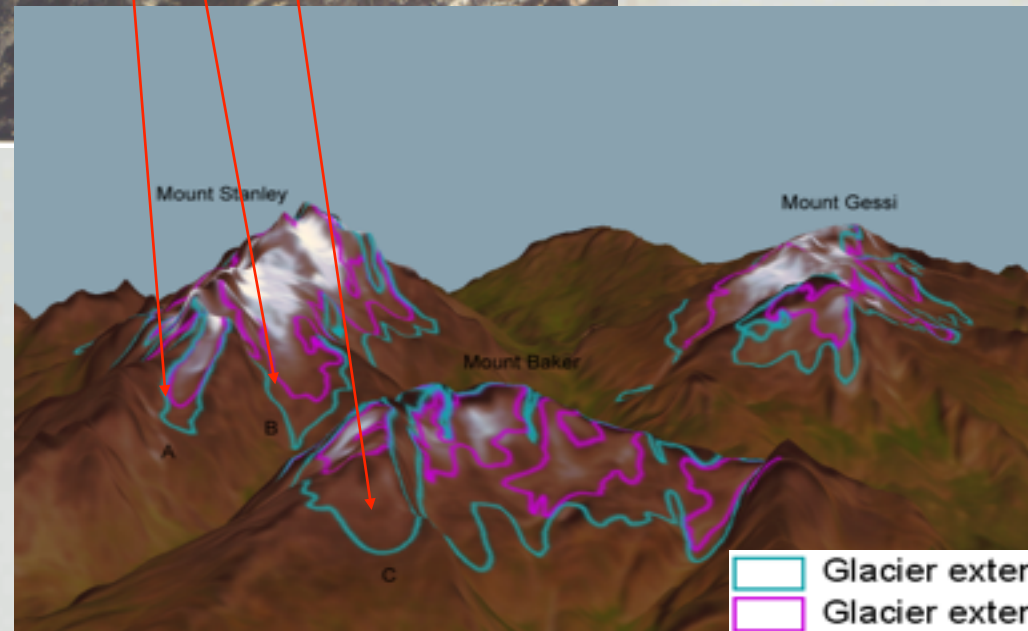
# Datafångst för 3D geografi

## Glaciärerna på Rwenzori bergen

Foto taker av Sella den 12 July 1906 från Stairs Peak, visande Baker och Stanley bergen.



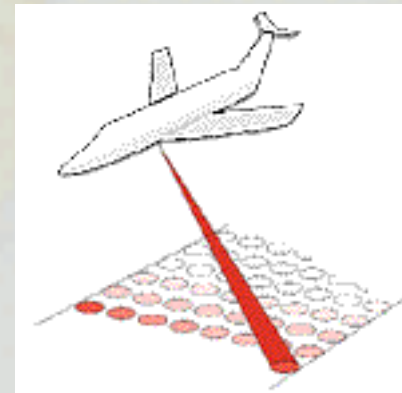
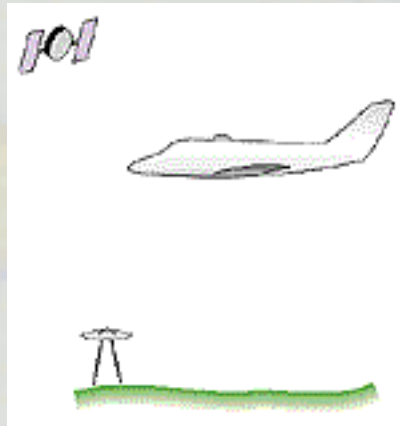
Satellitbild över topparna i Rwenzori bergen (2005), som också visar glaciärernas utbredning 1906 och 1955.



# Datafångst för 3D geografi

## Laser skanning från flygplan

Används för att skapa högupplösta  
DEM över exempelvis städer.





# Datamodeller för 3D geografi

## 2, 2.5, 3 och 4 D i GIS

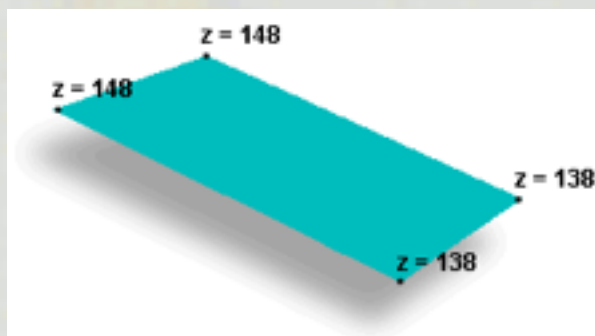
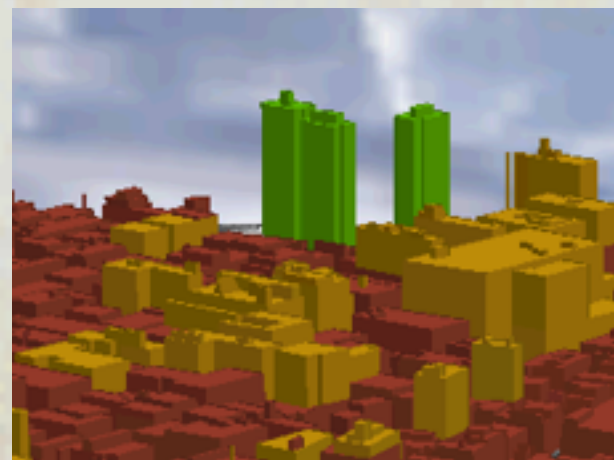
- Två-dimensionella (2D) data är baserat på Kartesianska koordinater (X,Y) och kartering i 2D ger en platt karta
- 2.5D är det vanligaste formatet för GIS att lagra höjddata, som kartesianska koordinater med ett attribut (tabellvärde) för elevation (Z).
- 3D innebär att objektet måste lagra volym i rummet, (en punkt har en topp och en botten, en linje blir en yta, och en yta blir en volym - en grotta får en volym i 3D)
- 4D är en utsträckning av 3D att även inkludera volymförändringar över tiden (glaciär-avsmältning som volym)

# Datalagring för 3D geografi

## Vektordata för lagring av 2.5D

Varje punkt (nod) har ett Z-värde, som kan lagras på tre sätt:

- Som en addition till X och Y
- Som ett attributvärde
- I en separat DEM



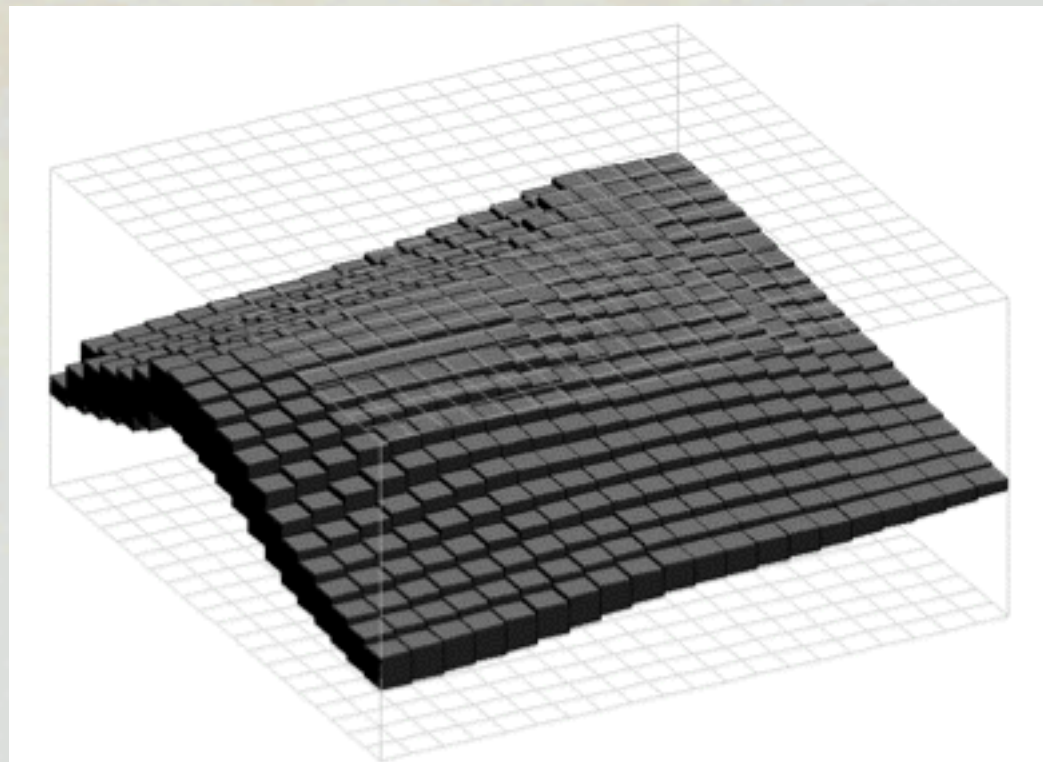
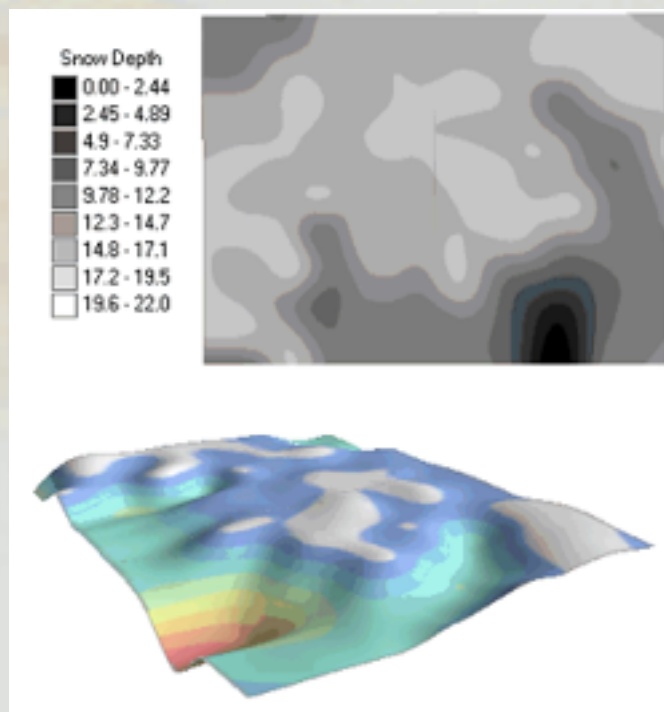
Z-värdet kan sedan nyttjas för att rendera en 2.5D bild med Z ankrat till en godtycklig punkt, eller befintlig DEM (men vi vet inte om det motsvarar objektets verkliga djup - därav 2.5 D)

# Datalagring för 3D geografi

## Rasterdata för lagring av 2.5D och 3D data

Ett grid med cellvärden som anger ett höjdvärde är typiskt 2.5 D.

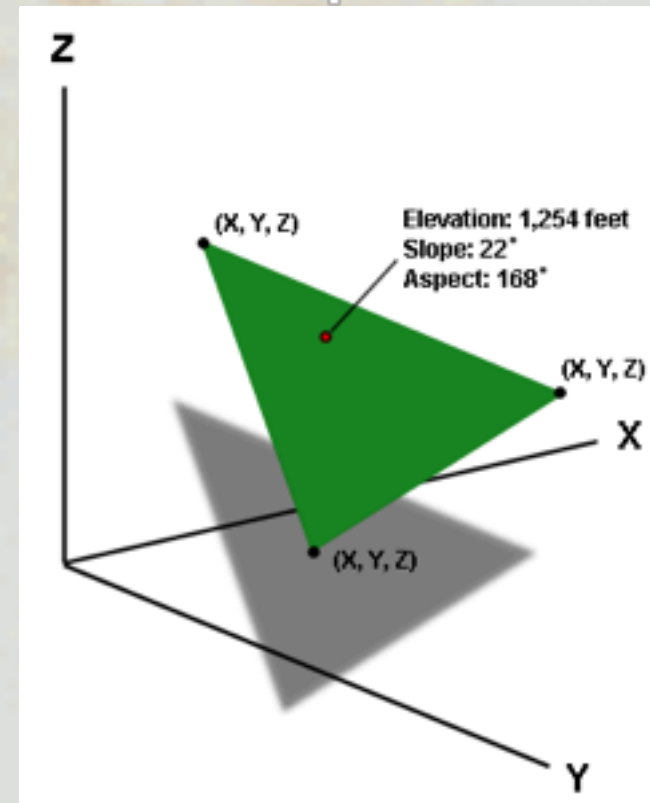
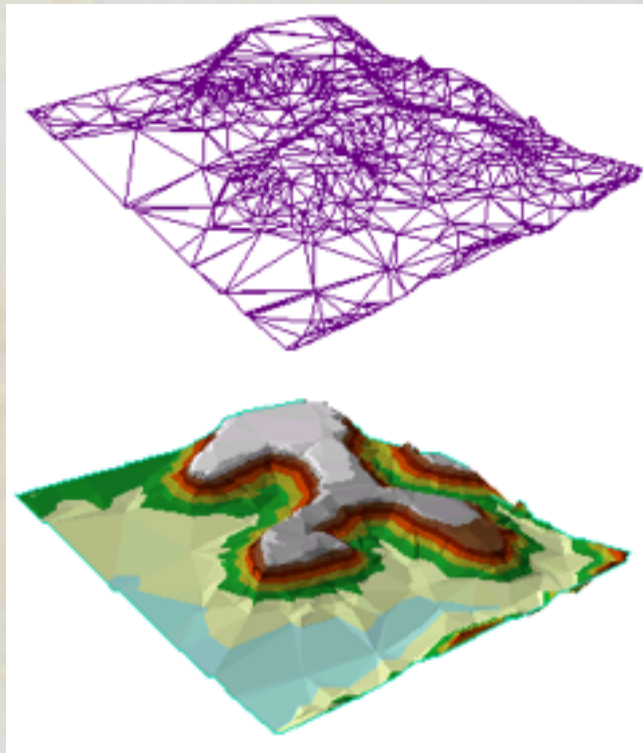
| Rainfall values |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 1.85            | 1.62 | 1.59 | 1.47 | 1.33 | 1.09 |
| 1.51            | 1.60 | 1.47 | 1.22 | 1.10 | 0.65 |
| 1.41            | 1.26 | 1.04 | 0.88 | 0.69 | 0.49 |
| 1.21            | 0.90 | 0.72 | 0.53 | 0.17 | 0.29 |
| 0.94            | 0.71 | 0.45 | 0.13 | 0.00 | 0.00 |
| 0.49            | 0.37 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |



Rasterata som lagrar 3D pixel-volymer kallas ibland för volume pixel (voxel).

# Datalagring för 3D geografi

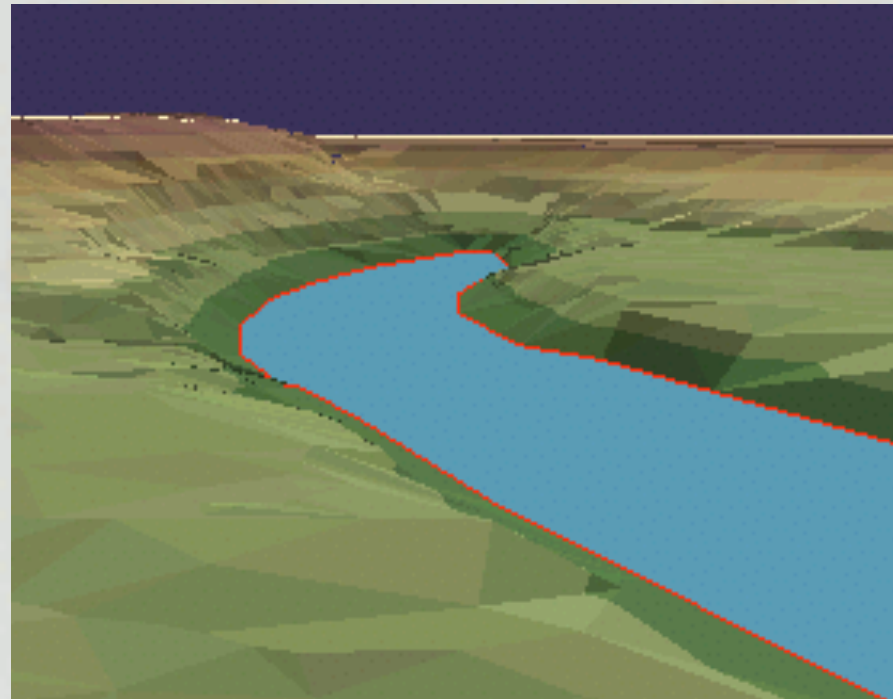
## Triangular Irregular Network - TIN, för 2.5 D



# Datalagring för 3D geografi

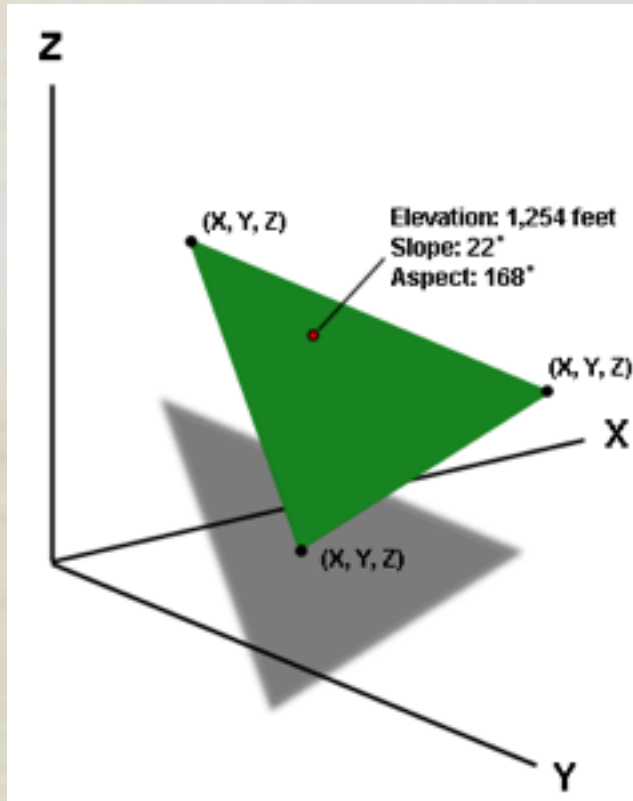
## Triangular Irregular Network - TIN

För att förstärka den visuella effekten kan man lägga in kanlinjer i TIN.



# Analys för 3D geografi

## Beräkning av lutning



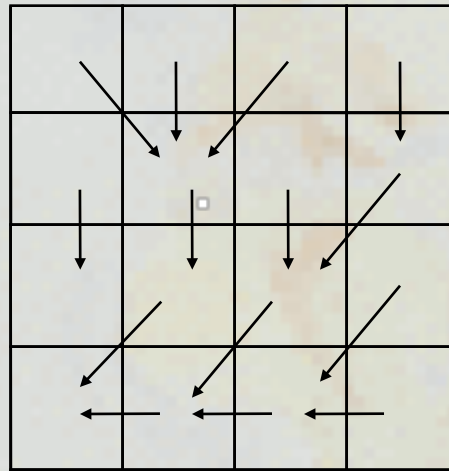
## Lutningsberäkning i TIN

# Analys för 3D geografi

## Beräkning av dränering och flödesriktning i raster

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| 9 | 8 | 9 | 10 |
| 9 | 7 | 8 | 8  |
| 5 | 6 | 6 | 7  |
| 2 | 4 | 5 | 6  |

Digital elevation model



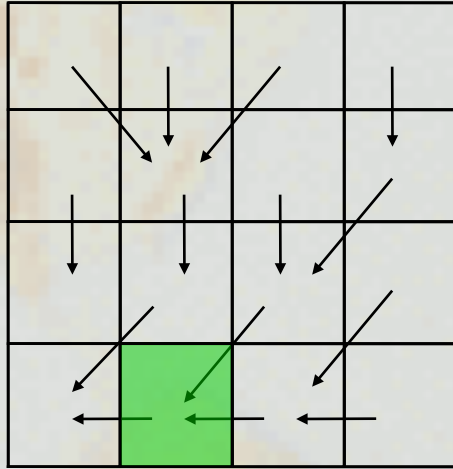
Flöderiktningar

### 3 Algoritmer

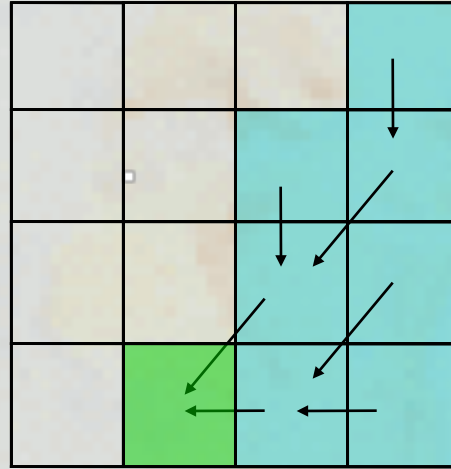
- brantaste vägen
- fördelning efter lutning
- fördelning i lutningsriktningen

# Analys för 3D geografi

## Beräkning av uppströmsområde



Local drain direction



Catchment area of a particular cell





# Analys för 3D geografi

## Beräkning av uppströmsområde

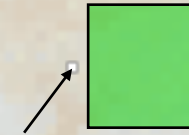
Exempel på beräkning av  
dräneringsområde



# Analys för 3D geografi

## Siktanalys (eng: Line-of-sight)

Vilka delar av ett landskap kan man se från en given utsiktspunkt

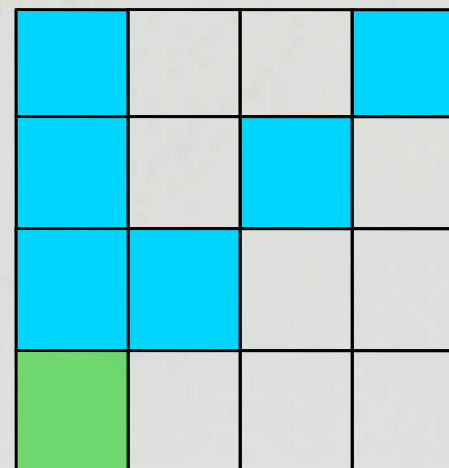
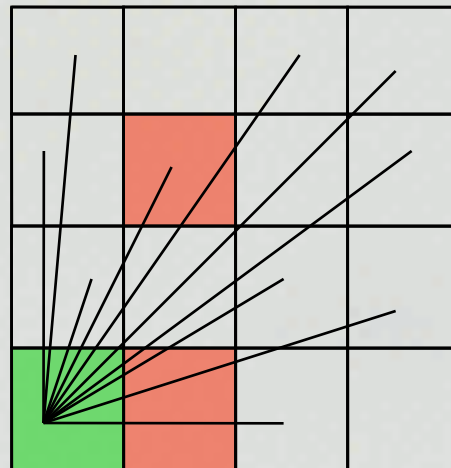


En enkel algoritm för siktanalys:

- dra en linje från utsiktspunkten till varje annan cell i i den digitala höjdmodellen
- kontrollera om siktlinjen skär någon annan cell innan målcellen
- om siktlinjen skär en annan cell, sätt målcellens siktbarhet till noll (0)
- annars sätt siktbarheten till 1

DEM

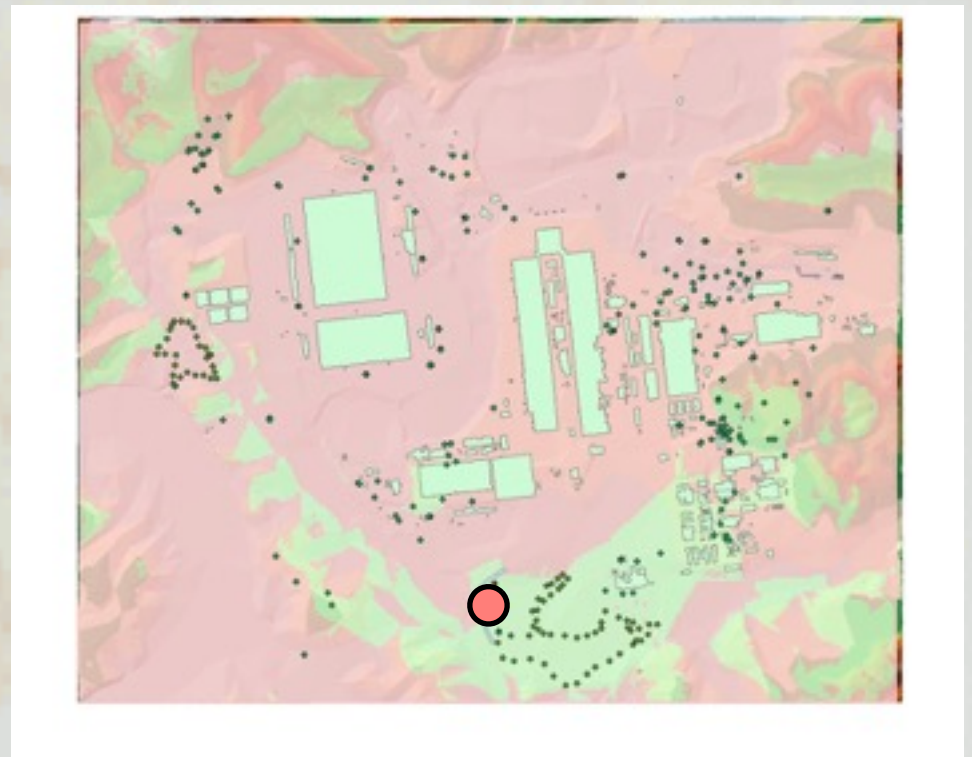
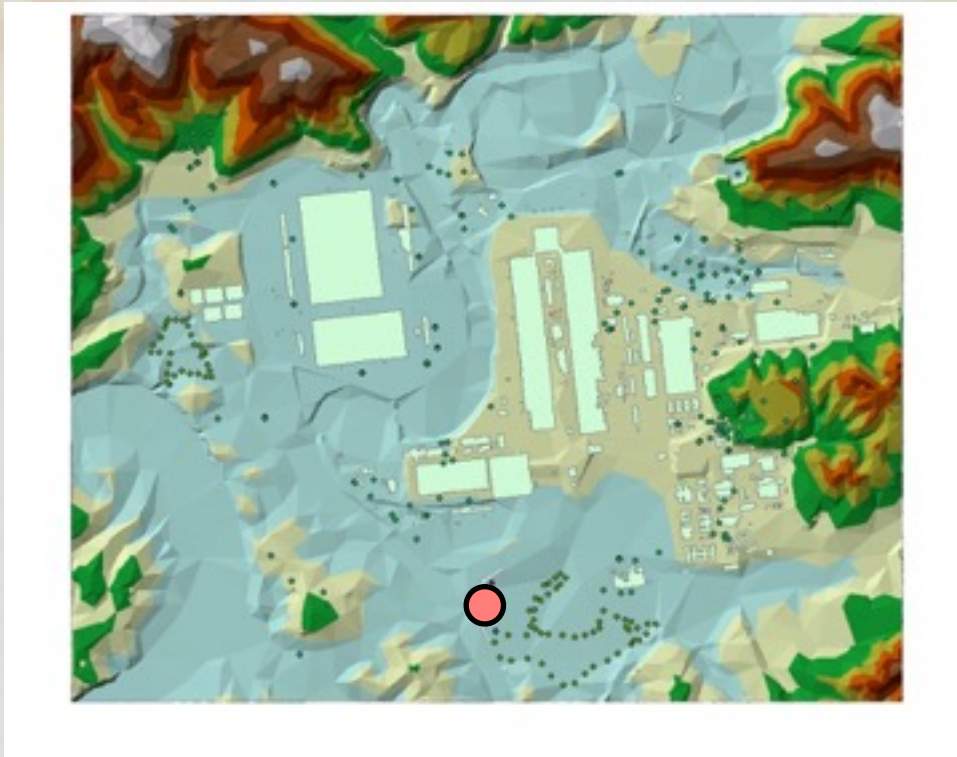
De rosa cellerna är högre än bakomliggande celler (från utsiktspunktens vy)



Siktbarhetskartan, med utsiktspunkt och siktbara celler från denna punkt

# Analys för 3D geografi

## Siktanalys

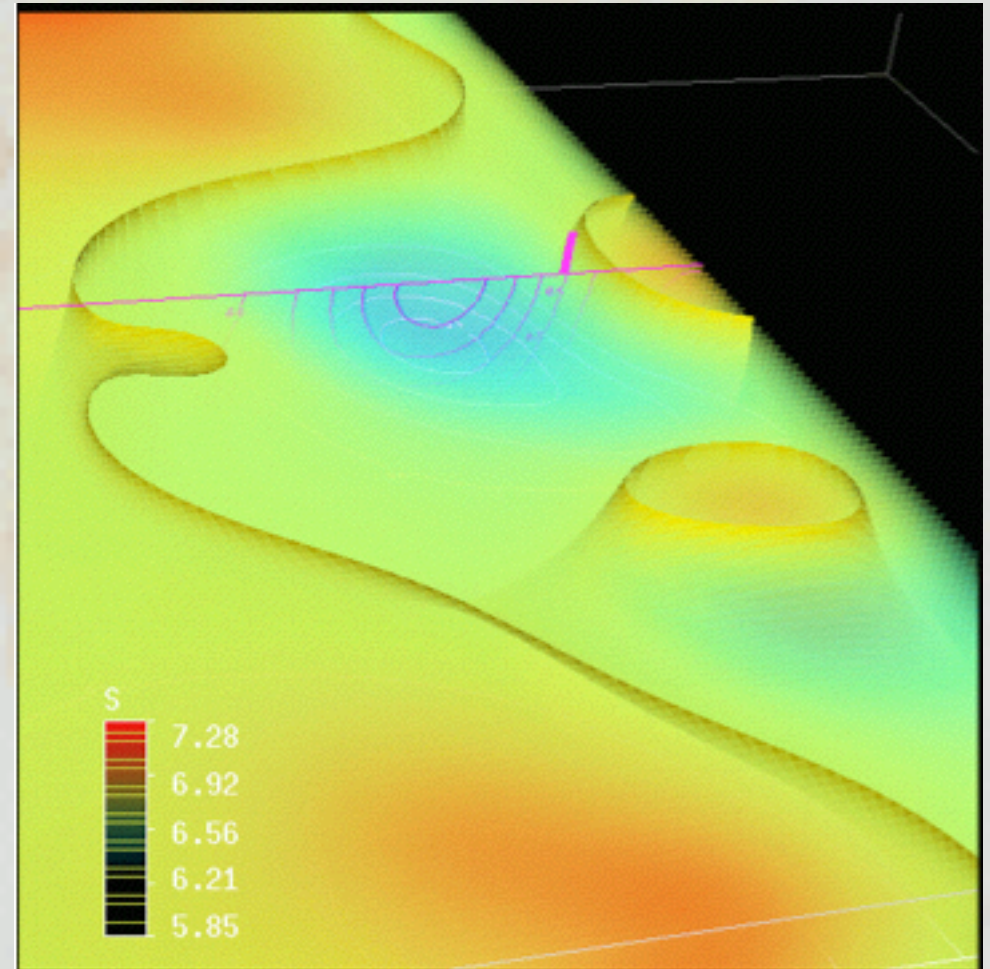
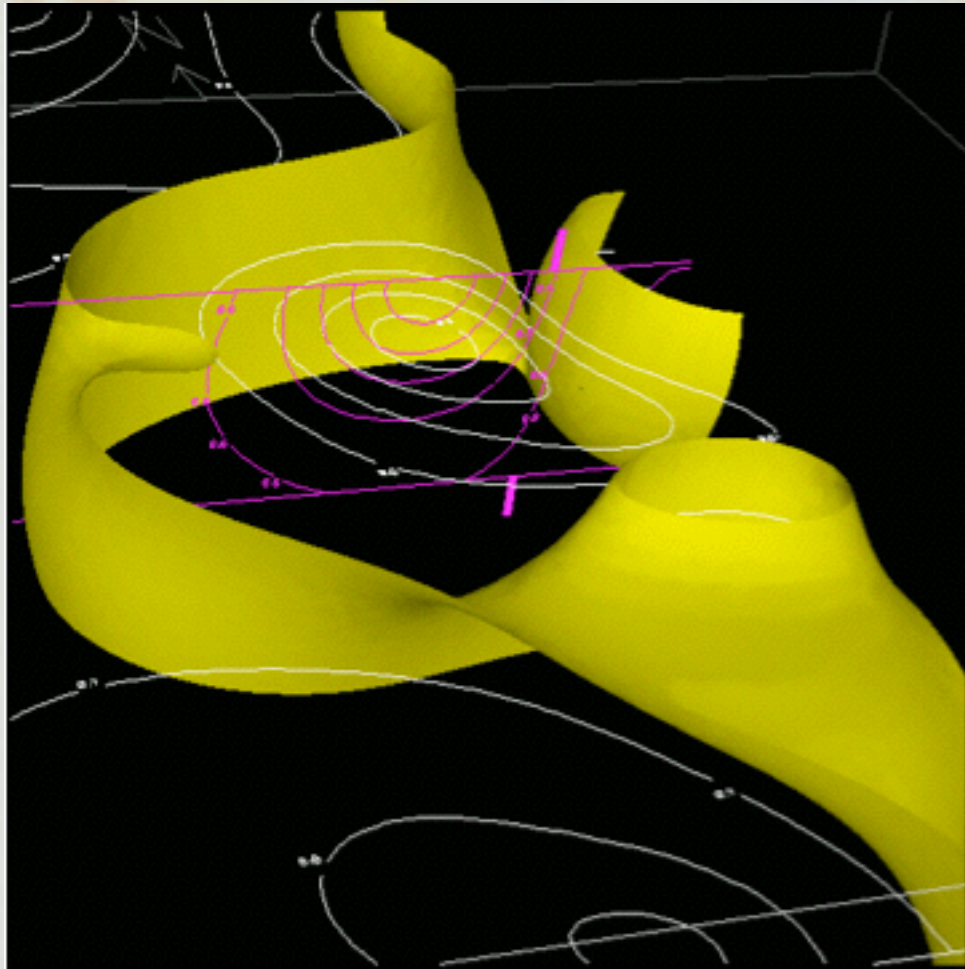


### Tillämpningar (exempel)

- Spridning av ljud från bullerkällor
- Lokalisering av sändarmaster och antenner

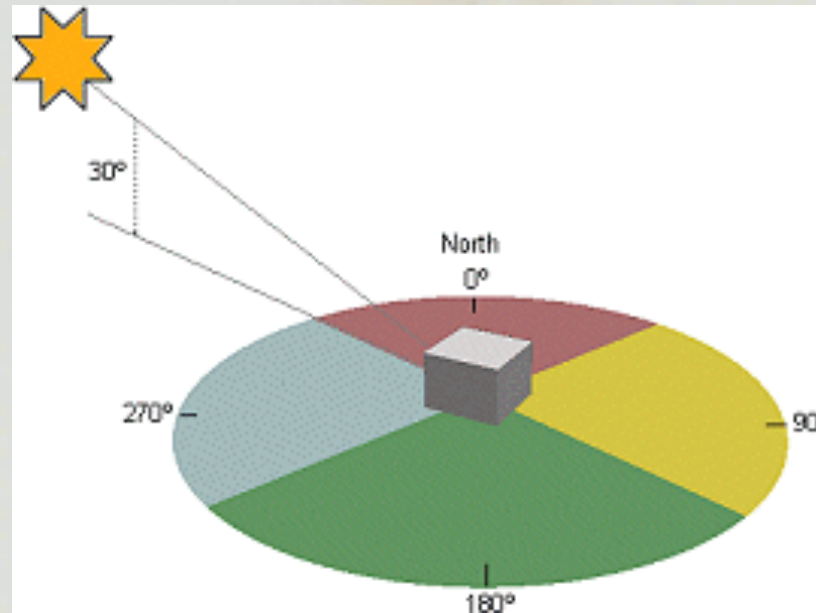
# Visualisering för 3D geografi

## Visualisering av 3D pH värden



# Visualisering för 3D geografi

## Skuggning i 3D



Solhöjden och solvinklen (horisontell) avgör skuggningen

# Visualisering för 3D geografi

## Skuggning i 3D

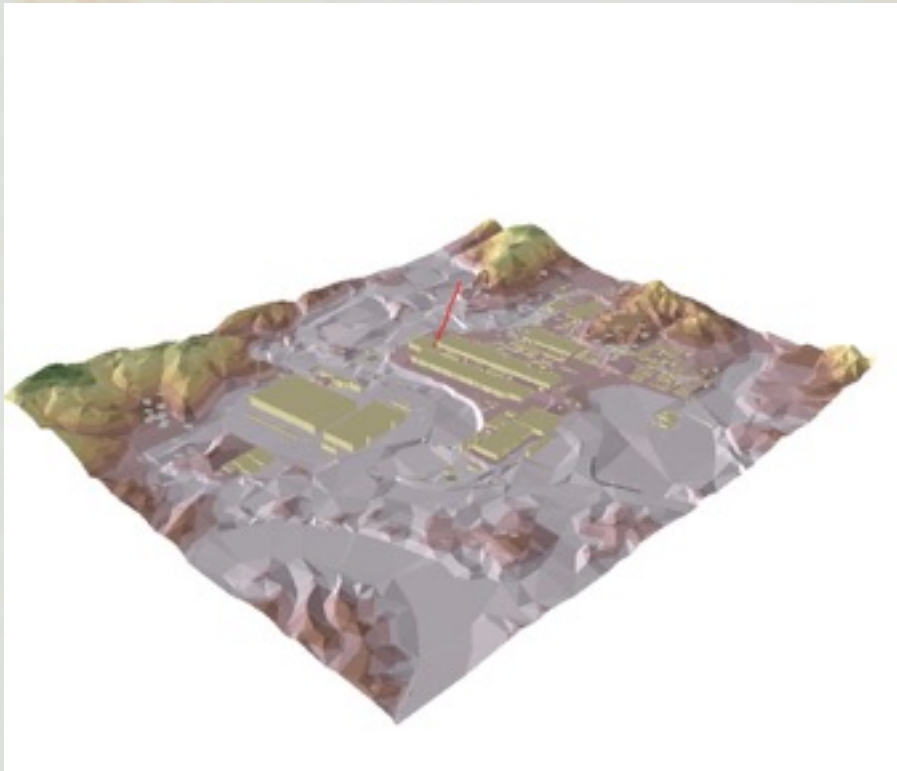
Fjällkarta med  
ekvidistanser och  
terrängskuggning  
med belysning från  
nordväst



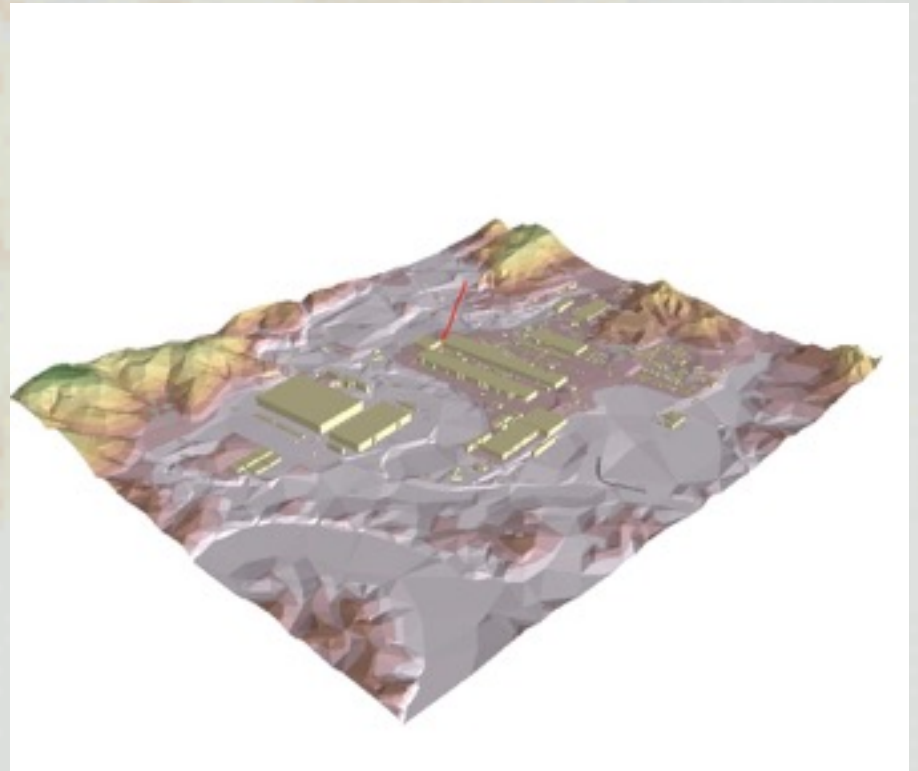
# Visualisering för 3D geografi

## Skuggning i 3D

Solen i Nordöst



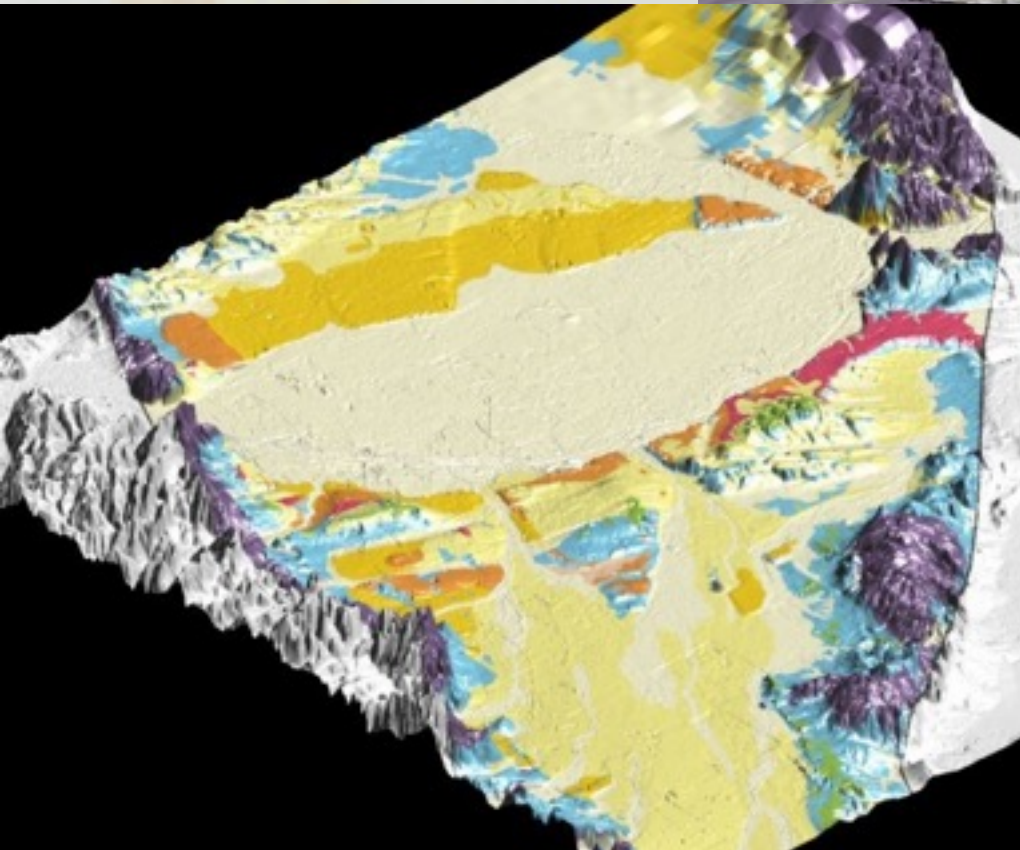
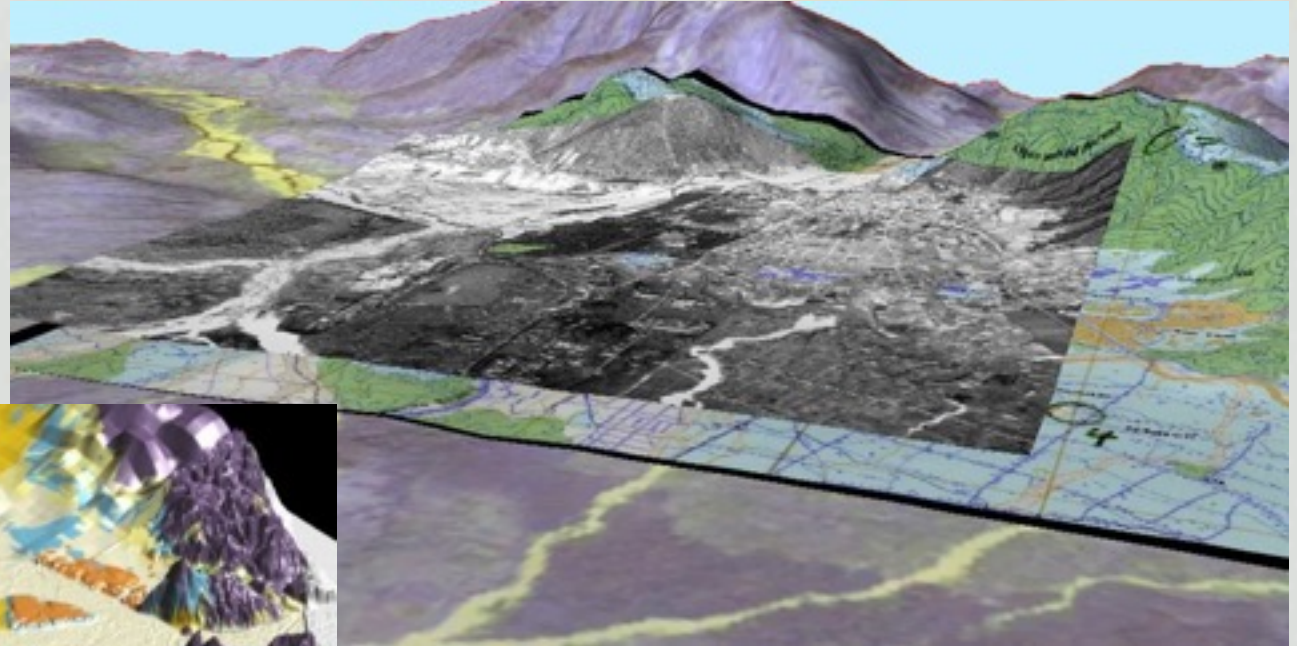
Solens i Syd



# Visualisering för 3D geografi

## 3D visualisering

DEM med draperade  
kartor i olika upplösning

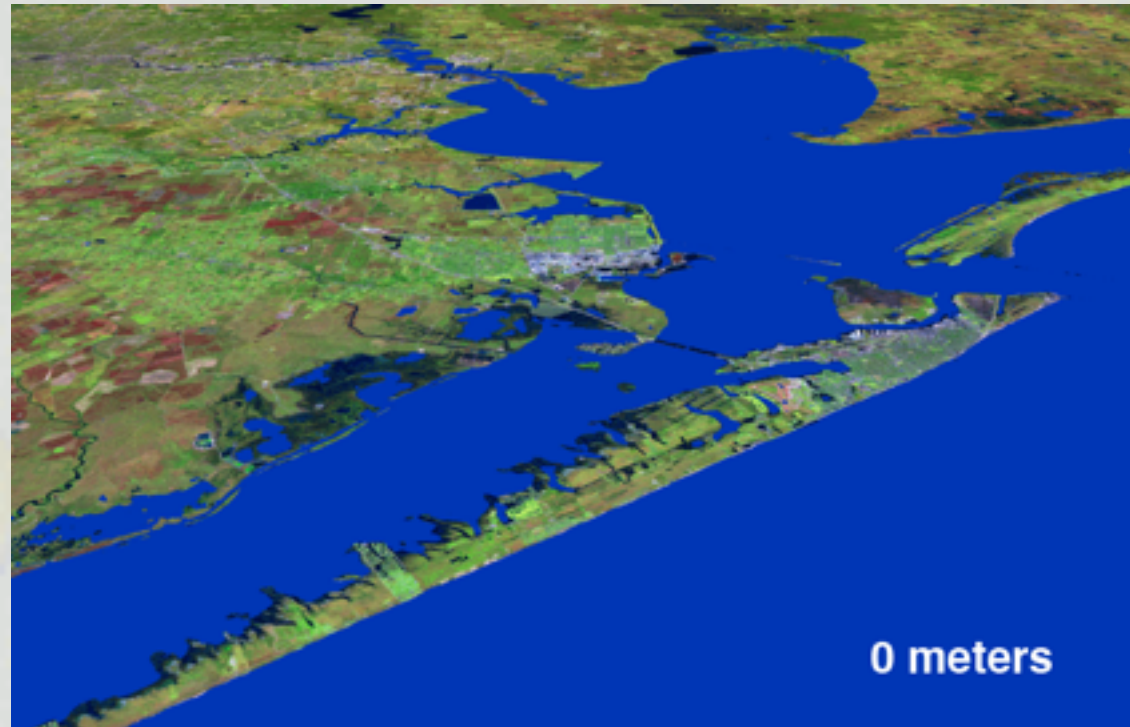


3D perspektiv över den  
geologiska formationen runt  
om Wien (för att veta kvalitet  
på olika viner t.ex.)



# Interaktiv publicering av 3D GIS

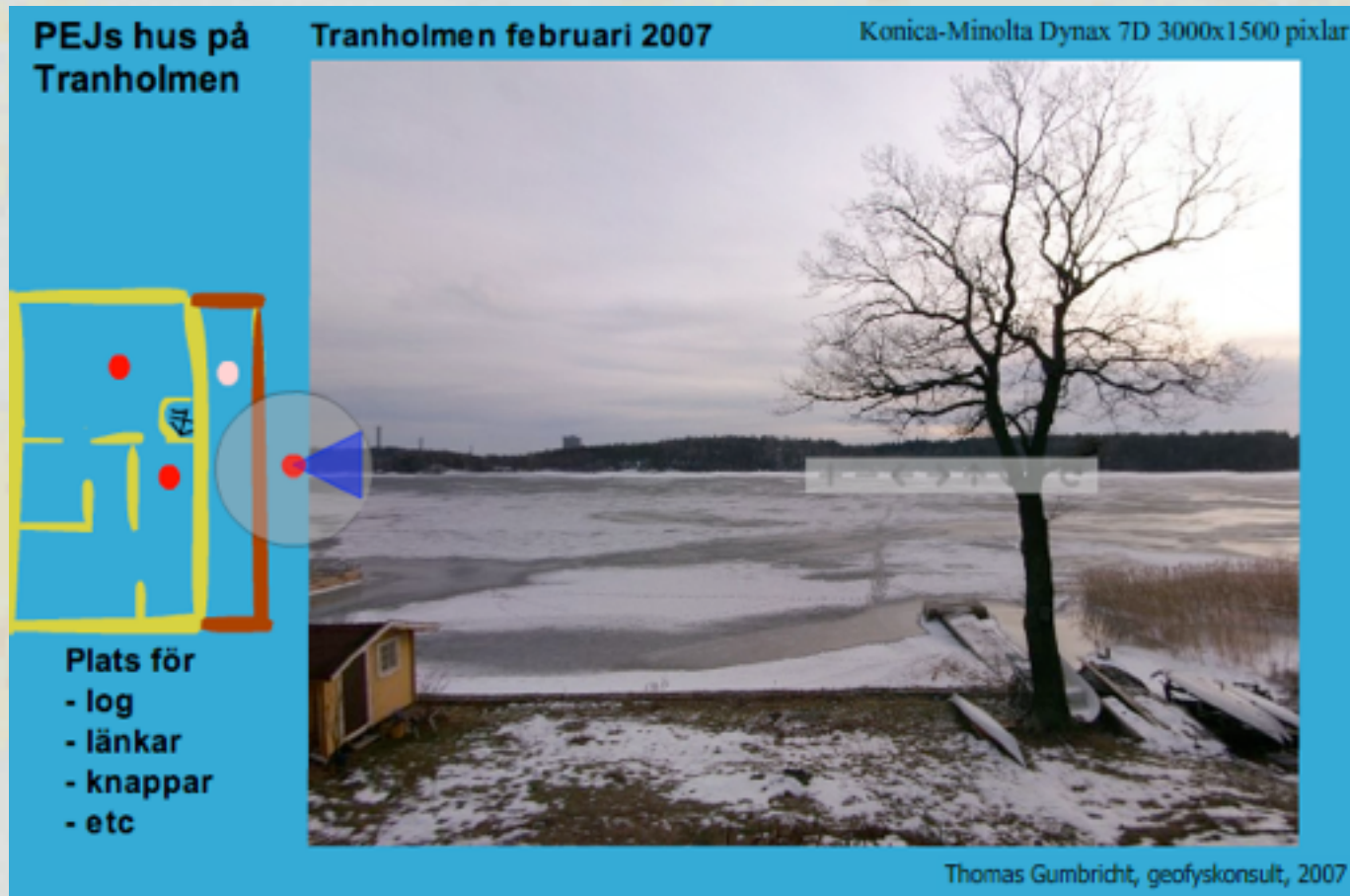
## Effekter av höjning av havsyttenivån



Animerad GIF

# Interaktiv publicering av 3D GIS

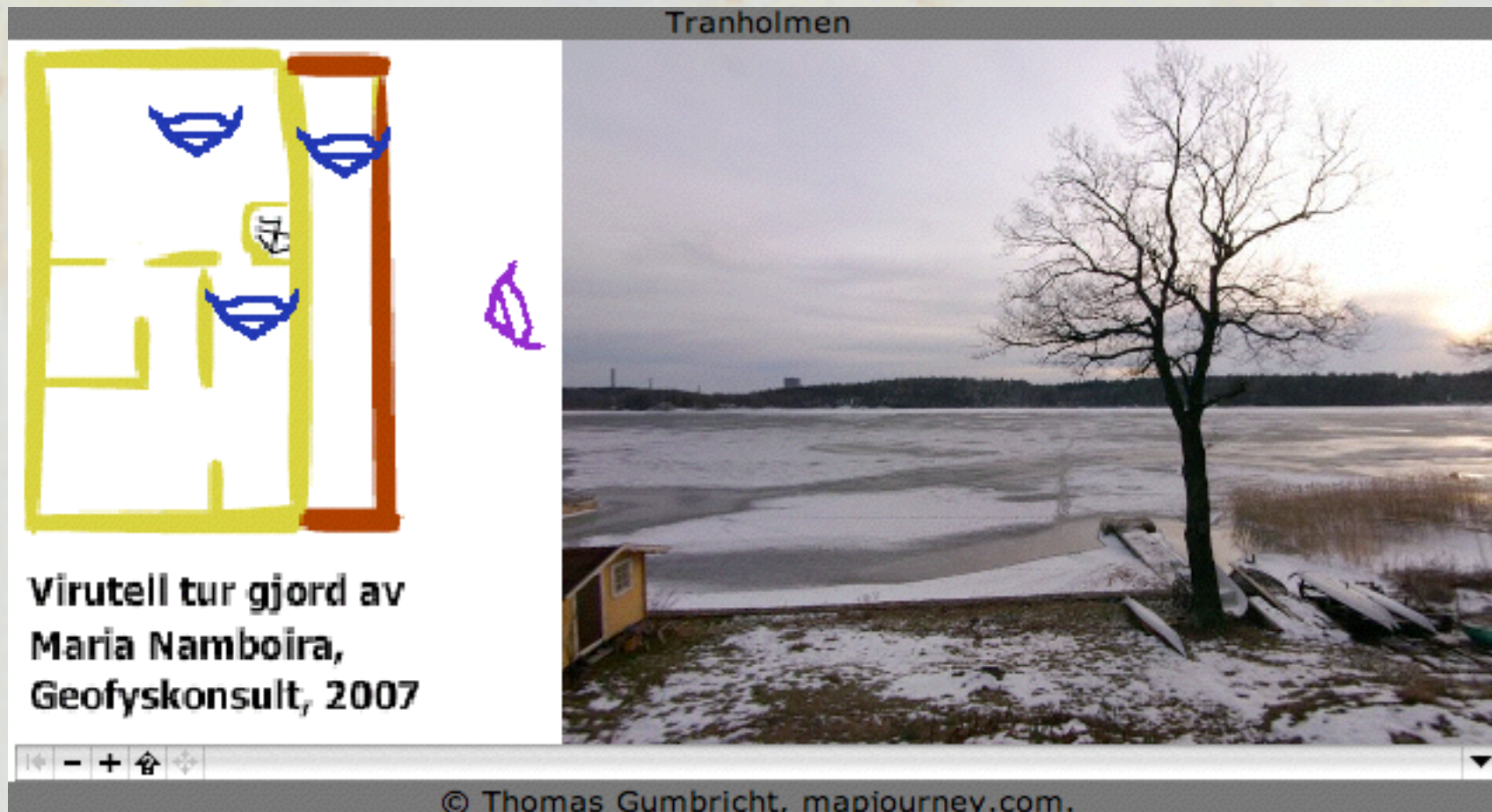
För fastighetsmäklare som vill visa objekt



Macromedia Flash (swf)

# Interaktiv publicering av 3D GIS

För fastighetsmäklare som vill visa objekt



## Quicktime Virtual Reality

# Interaktiv publicering av 3D GIS

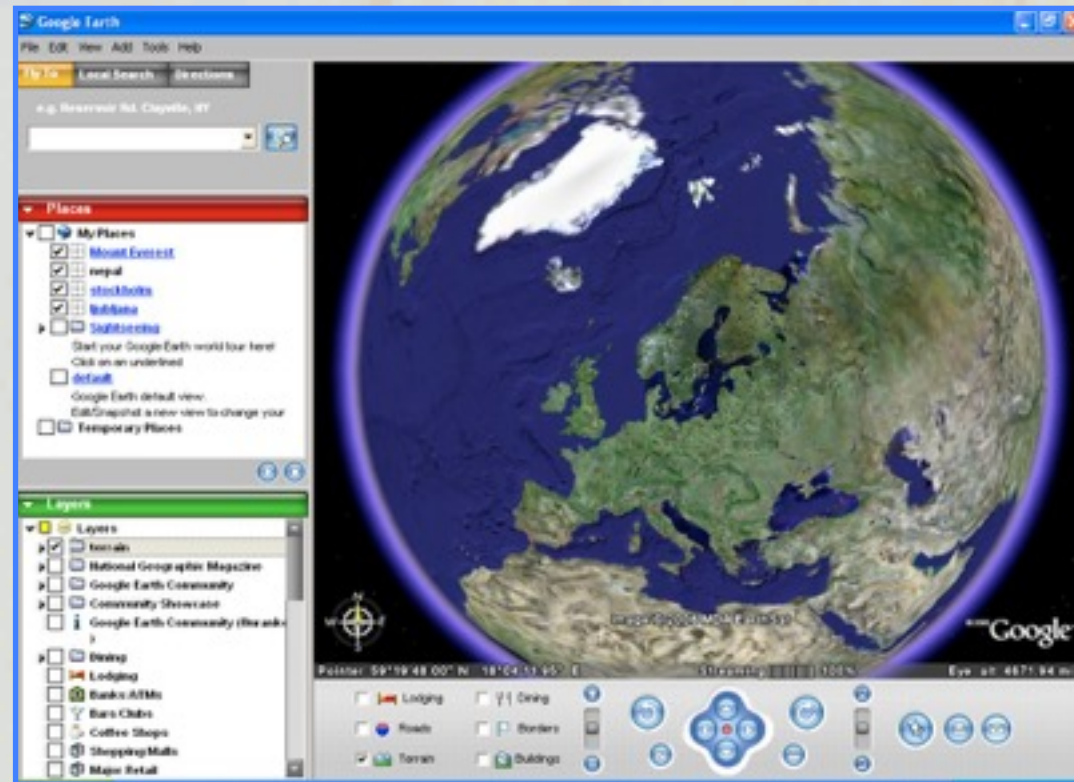
## Virtuella glober

Google Earth

<http://earth.google.com>

NASA worldwind

<http://worldwind.arc.nasa.gov>



Globalt

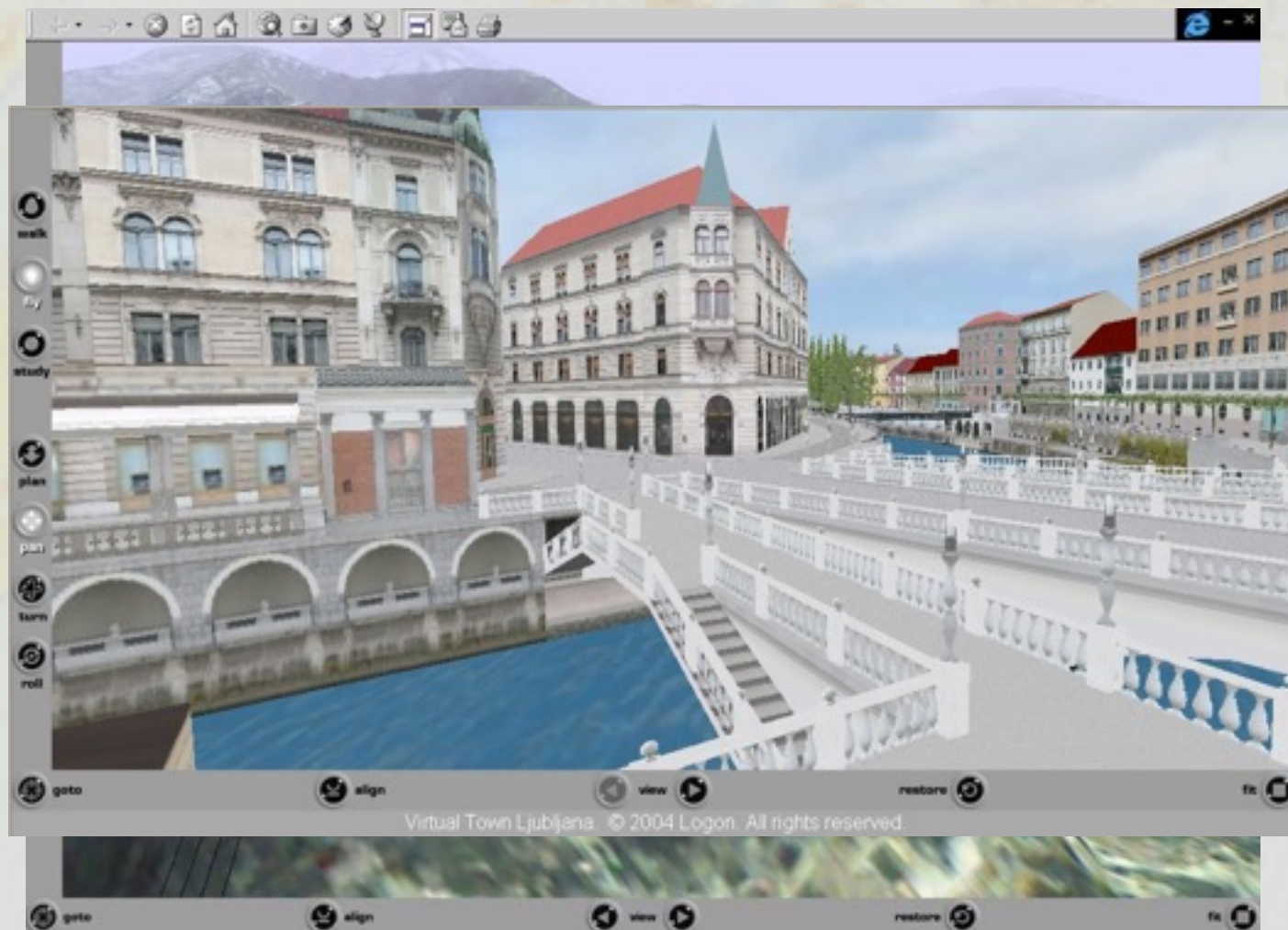
SRTM + draperad  
satellitbild (panskärpt  
Landsat ETM)

Utvlada städer

Högupplöst DEM (LIDAR) +  
draperad satellitbild  
(Quickbird) eller flygfoto

# Interaktiv publicering av 3D GIS

Publicering i virtuella miljöer (Virtual Reality Modelling Language - VRML) - renderar 3D miljöer



# Interaktiv publicering av 3D GIS

## En enkel testsida för VRML

<http://www.timeref.com/3dindex.htm>

TimeRef - Medieval History Timelines - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address <http://www.timeref.com/3dindex.htm>

Google Search

Home

TimeLines

- 800..999
- 1000..1099
- 1100..1199
- 1200..1299
- 1300..1399
- 1400..1499
- 1500..1599

By category

Episodes

Features

- People
- Places
- 3D Buildings**
- Maps
- Glossary
- Architecture
- Links
- Games

3d Reconstructions: View historical buildings as they may have appeared in the past.

For this you will require a VRML plug-in. There is a free plug-in available from ParallelGraphics.

**PARALLEL GRAPHICS**

- Plug-in download instructions
- Help on navigating VRML worlds.

Virtual Castles (Install VRML plug-in first)

- Index Page
- Motte and Bailey
- Kenilworth Castle
- Village
- Castle Rising
- Siege Tower
- Bodiam Castle
- Orford Castle
- Raglan Castle

Images of 3D reconstructions of medieval buildings

- Caernarfon Castle
- Cleeve Abbey
- Concentric Castle
- Framlingham Castle
- Motte and Bailey
- Old Wardour Castle

Internet