

Geografiska data i 3D

Thomas Gumbricht
thomas@karttur.com
www.karttur.com

Föreläsningens innehåll och syfte

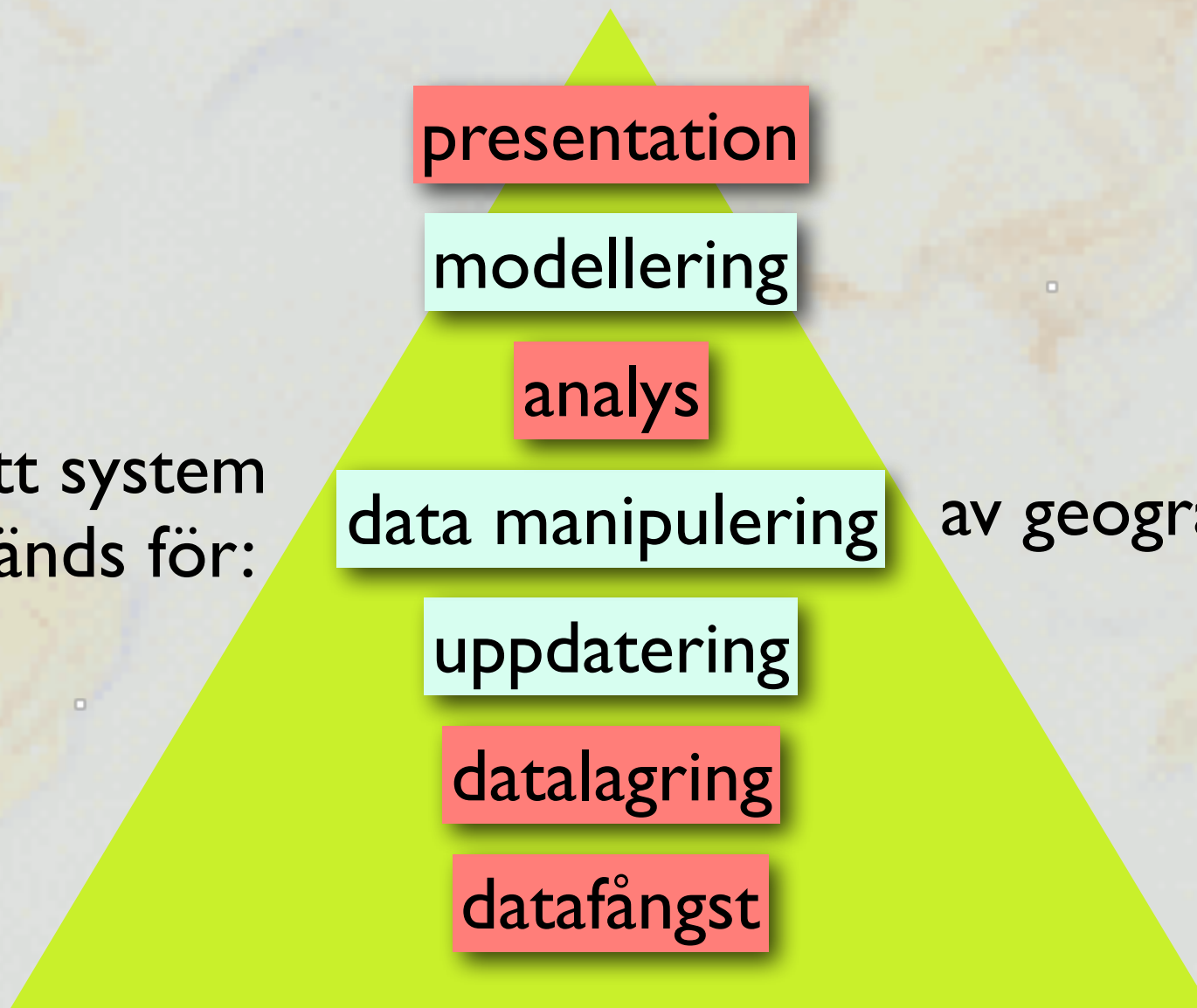
Föreläsningen ger en introduktion till 3-dimensionella data strukturer och analyser i GIS

- 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.

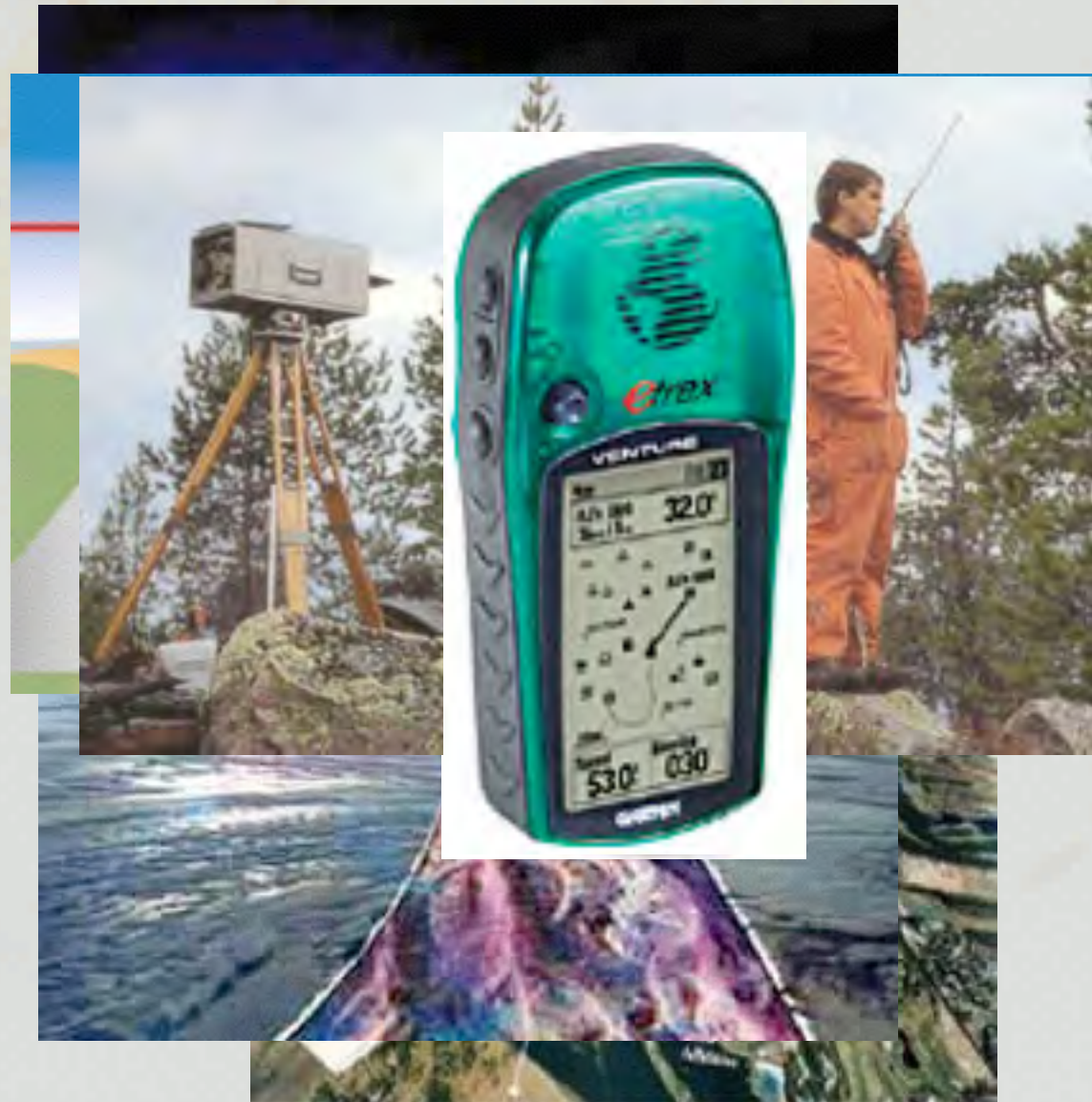
Introduktion till 3D GIS

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

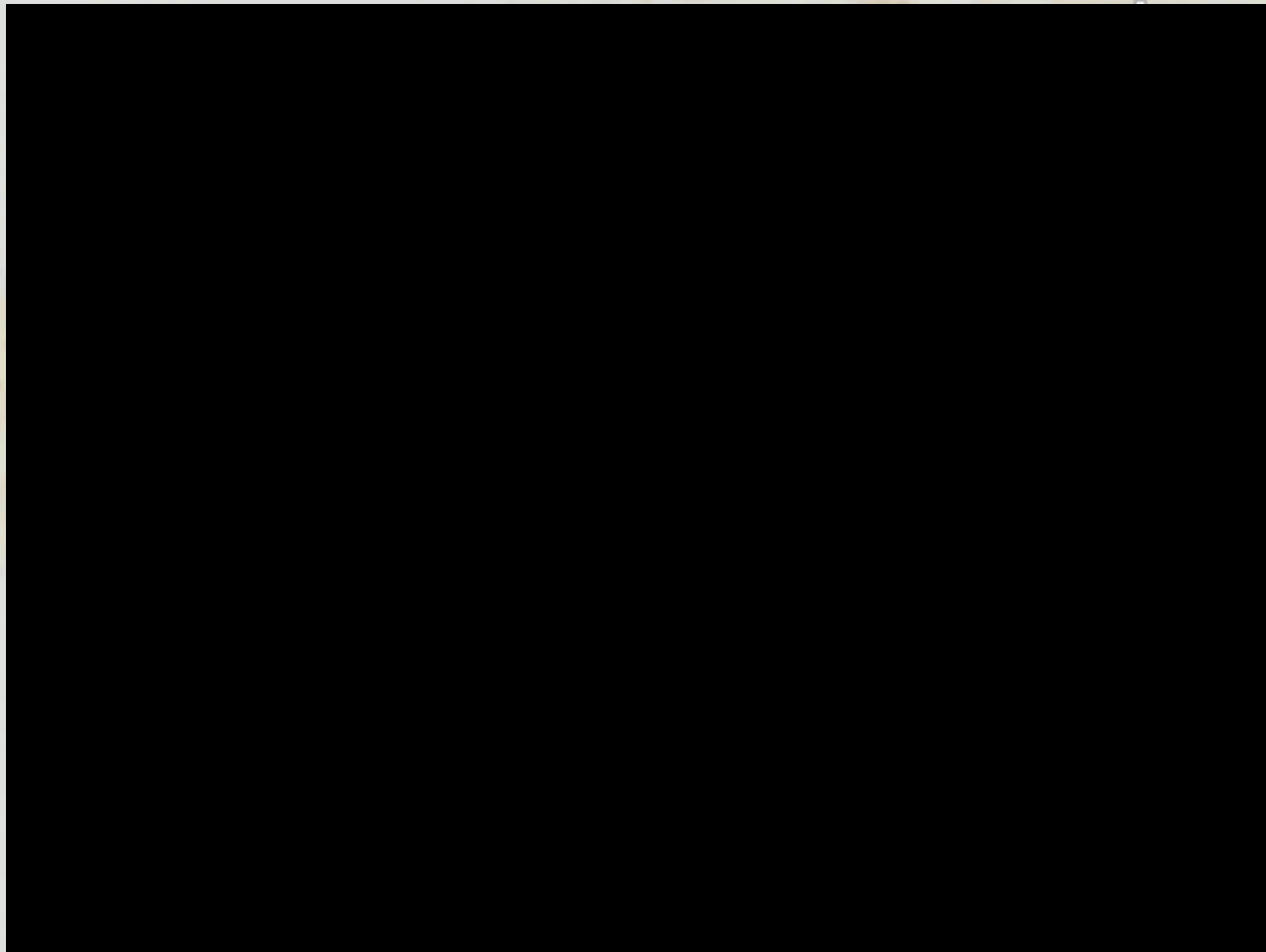
- Triangulering
- Fotogrammetri
- Radar
- Laser
- GPS
- Lufttrycksmätning



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 övria världen får nöja m´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



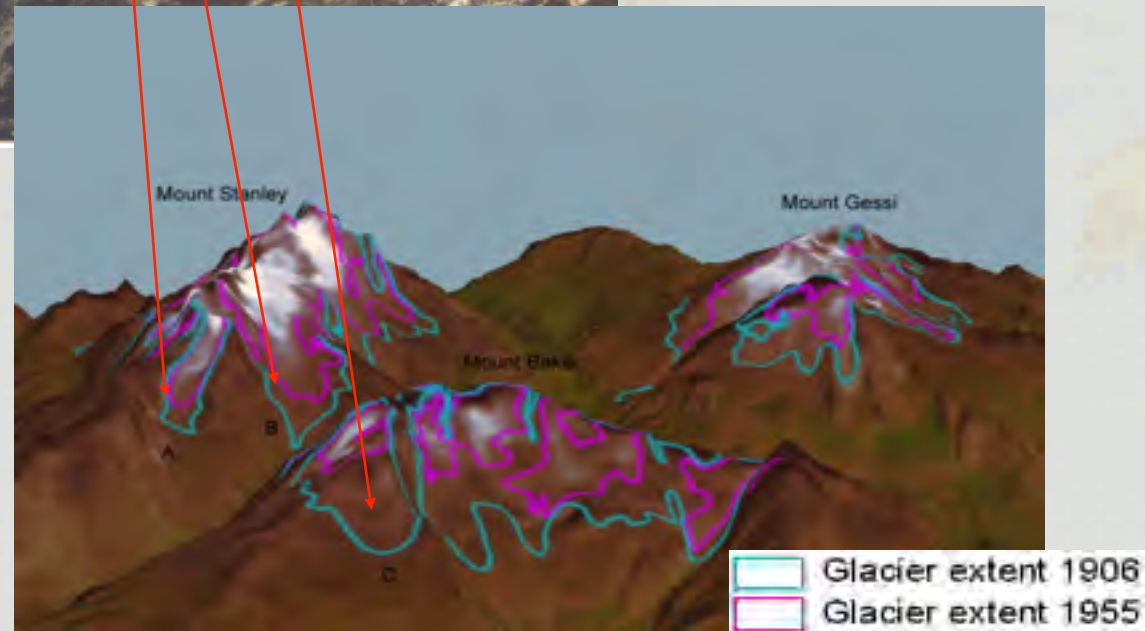
Datafångst för 3D geografi

Glaciärerna på Rwenzori bergen

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



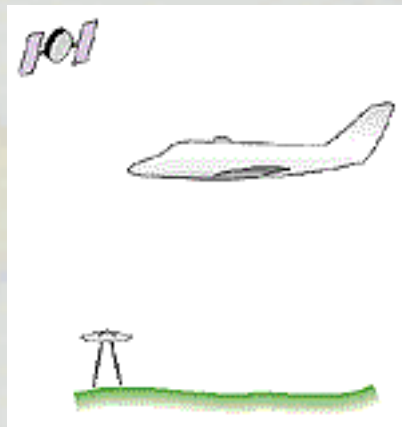
Satellitbild över topparna i Rwenzori bergen (2005), som också visar glaciärernas utbredning 1906 och 1955.



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

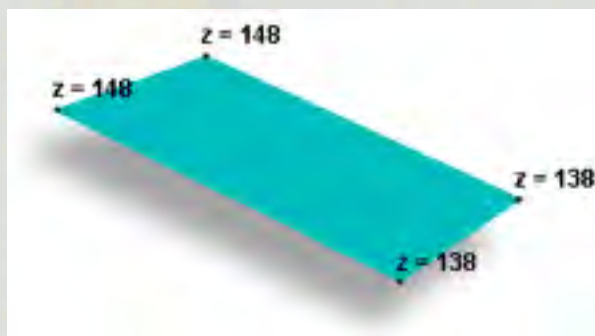
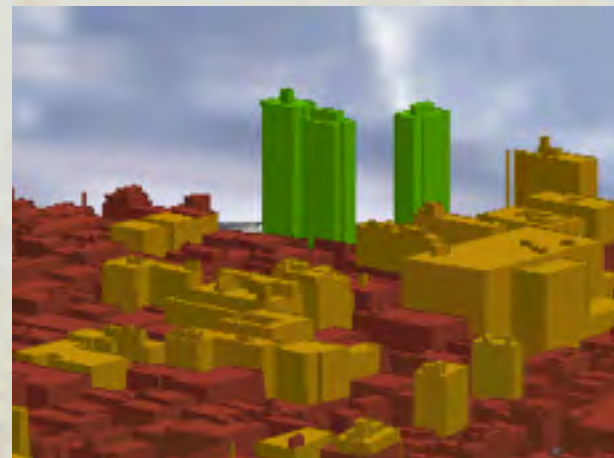
- Två-dimensionella (2D) data är baserat på Kartesianska koordinater (X,Y) och kartering i 2D ger en platt karta
- 2.5D är det vanligaste formatet för GIS att lagra höjddata, som kartesianska koordinater med ett attribut (tabellvärde) för elevation (Z).
- 3D innebär att objektet måste lagra volym i rummet, (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



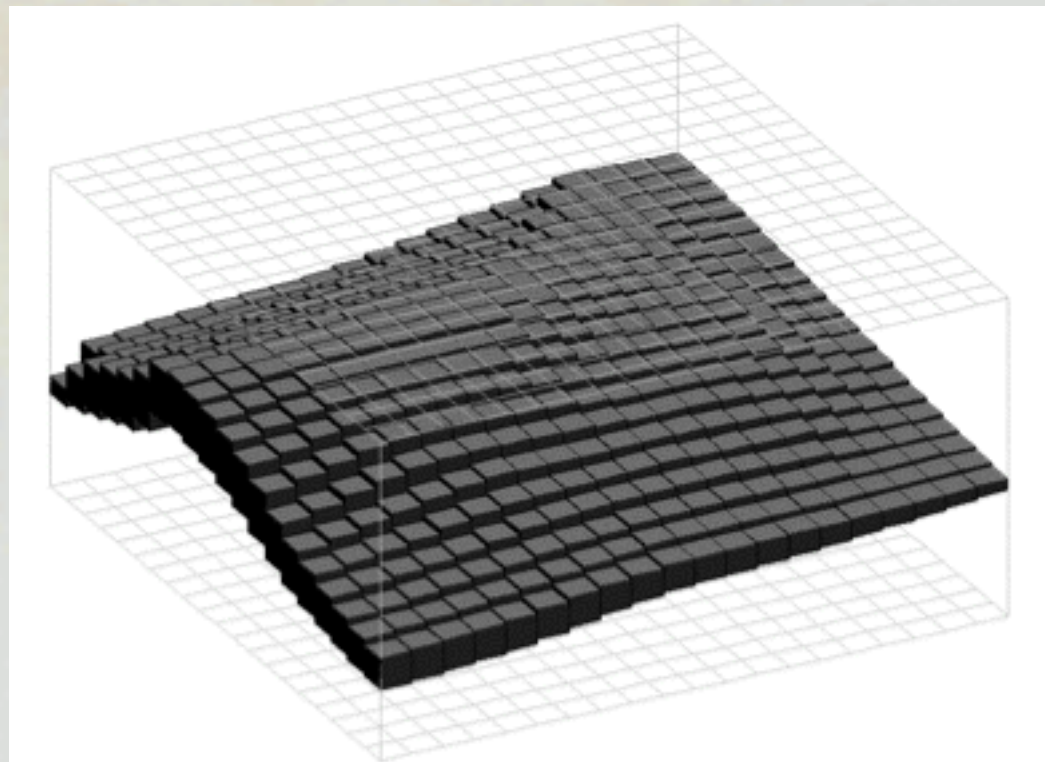
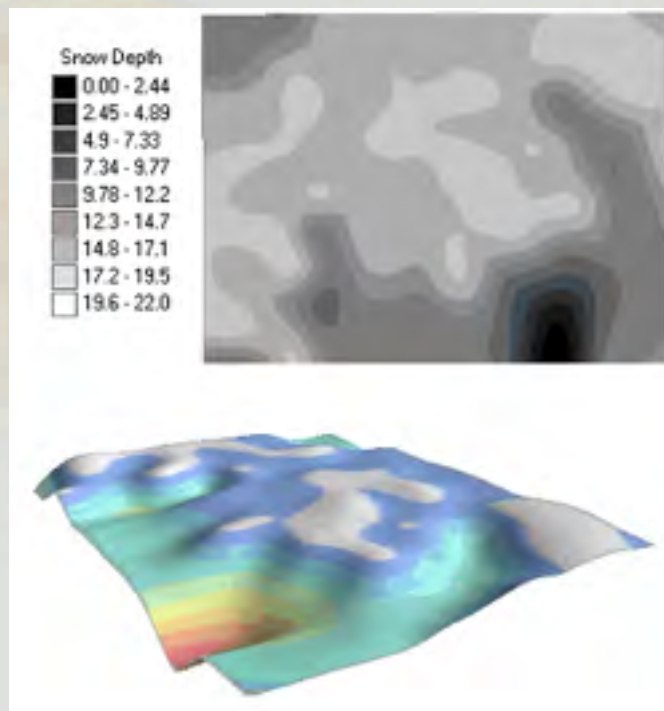
Z-värdet kan sedan nyttjas för att rendera en 2.5D bild med Z ankrat till en godtycklig punkt, eller befintlig DEM (men vi vet inte om det motsvarar objektets verkliga djup - därav 2.5 D)

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.

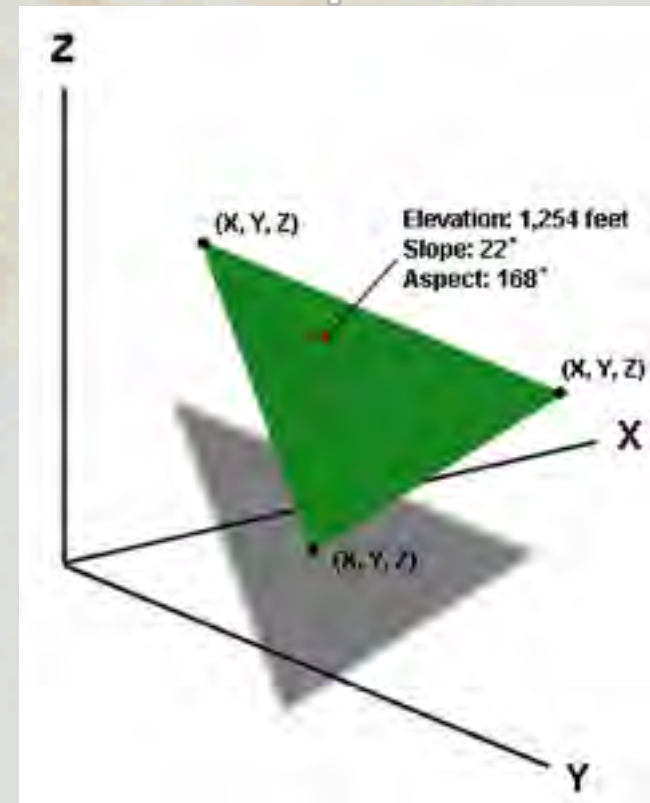
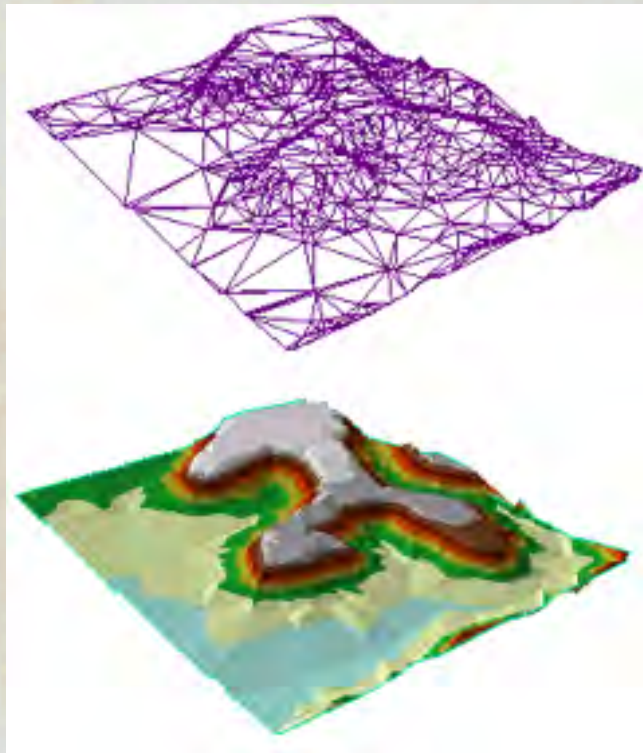
Rainfall values					
1.85	1.62	1.59	1.47	1.33	1.09
1.51	1.60	1.47	1.22	1.10	0.65
1.41	1.26	1.04	0.88	0.69	0.49
1.21	0.90	0.72	0.53	0.17	0.29
0.94	0.71	0.45	0.13	0.00	0.00
0.49	0.37	0.15	0.00	0.00	0.00



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

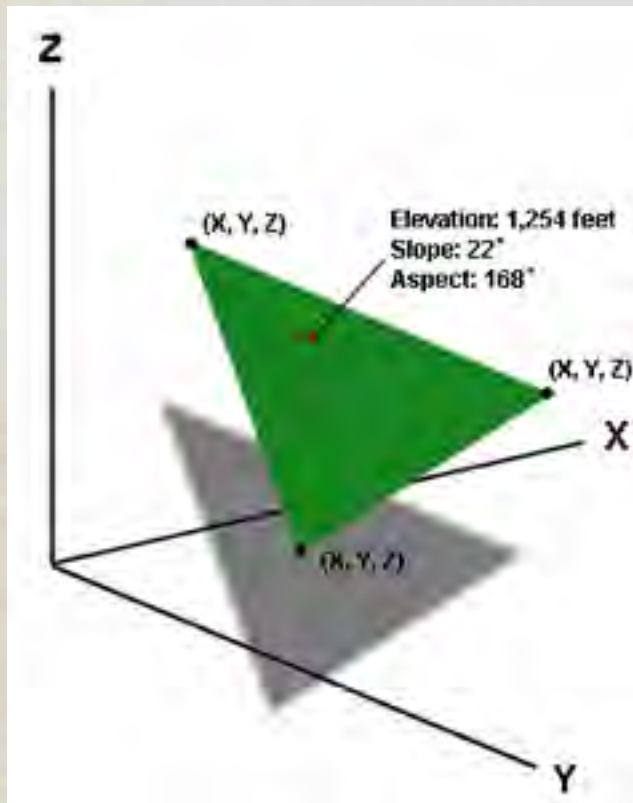
Triangular Irregular Network - TIN

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



Analys för 3D geografi

Beräkning av lutning



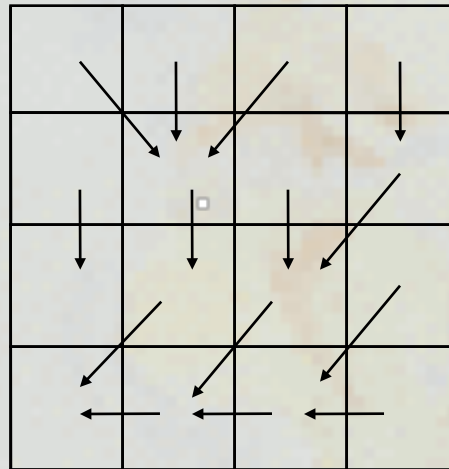
Lutningsberäkning i TIN

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

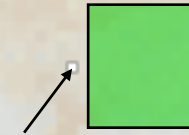
Exempel på beräkning av
dräneringsområde



Analys för 3D geografi

Siktanalys (eng: Line-of-sight)

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

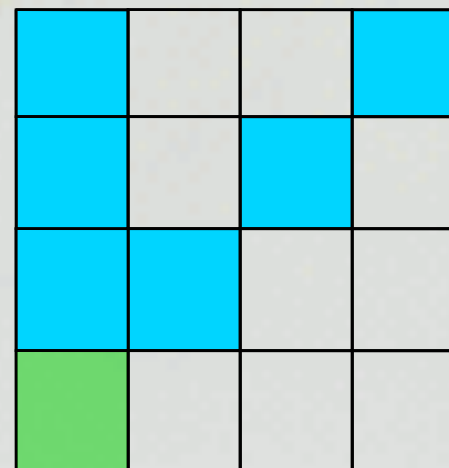
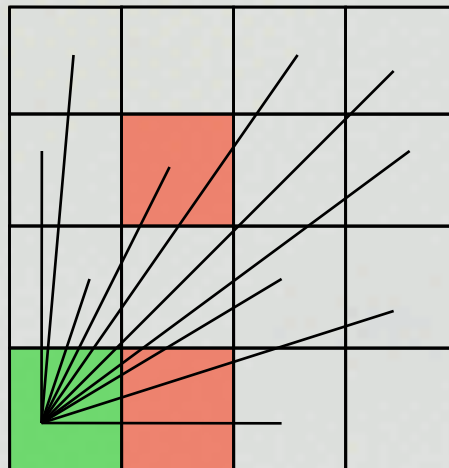


En enkel algoritm för siktanalys:

- 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

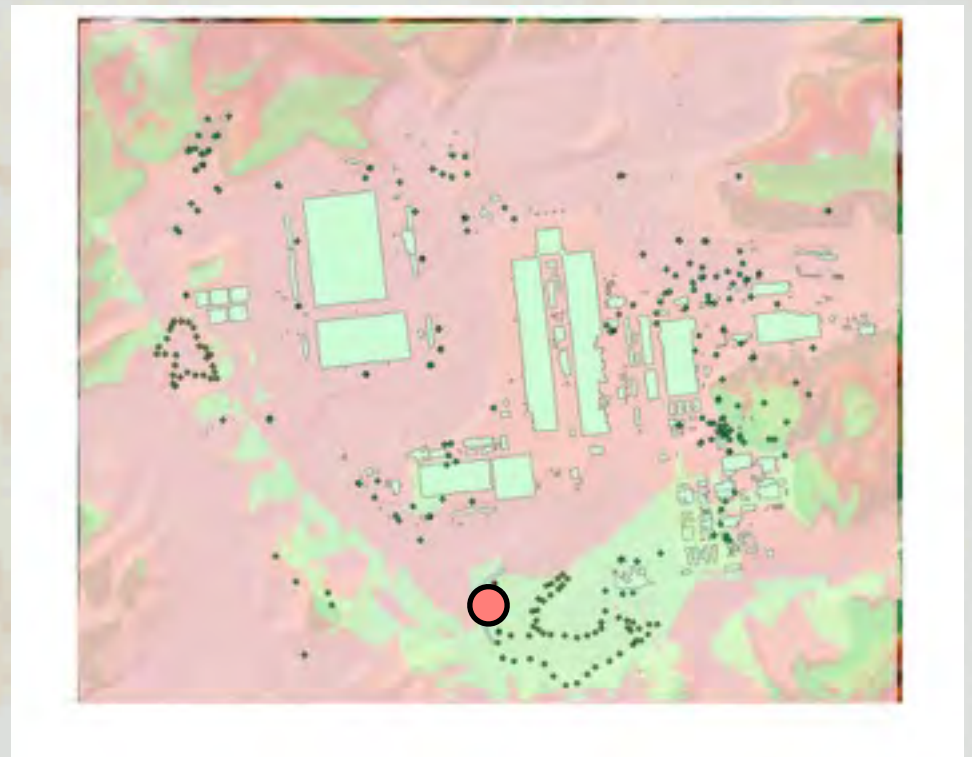
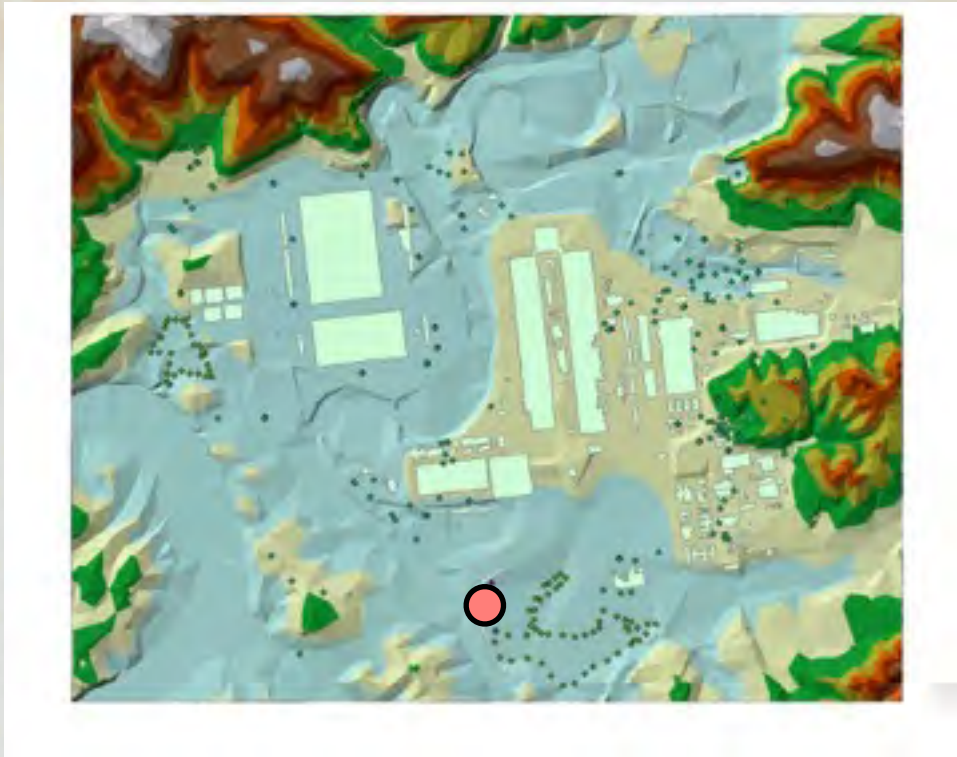
De rosa cellerna är högre än bakomliggande celler (från utsiktspunktens vy)



Siktbarhetskartan, med utsiktspunkt och siktbara celler från denna punkt

Analys för 3D geografi

Siktanalys

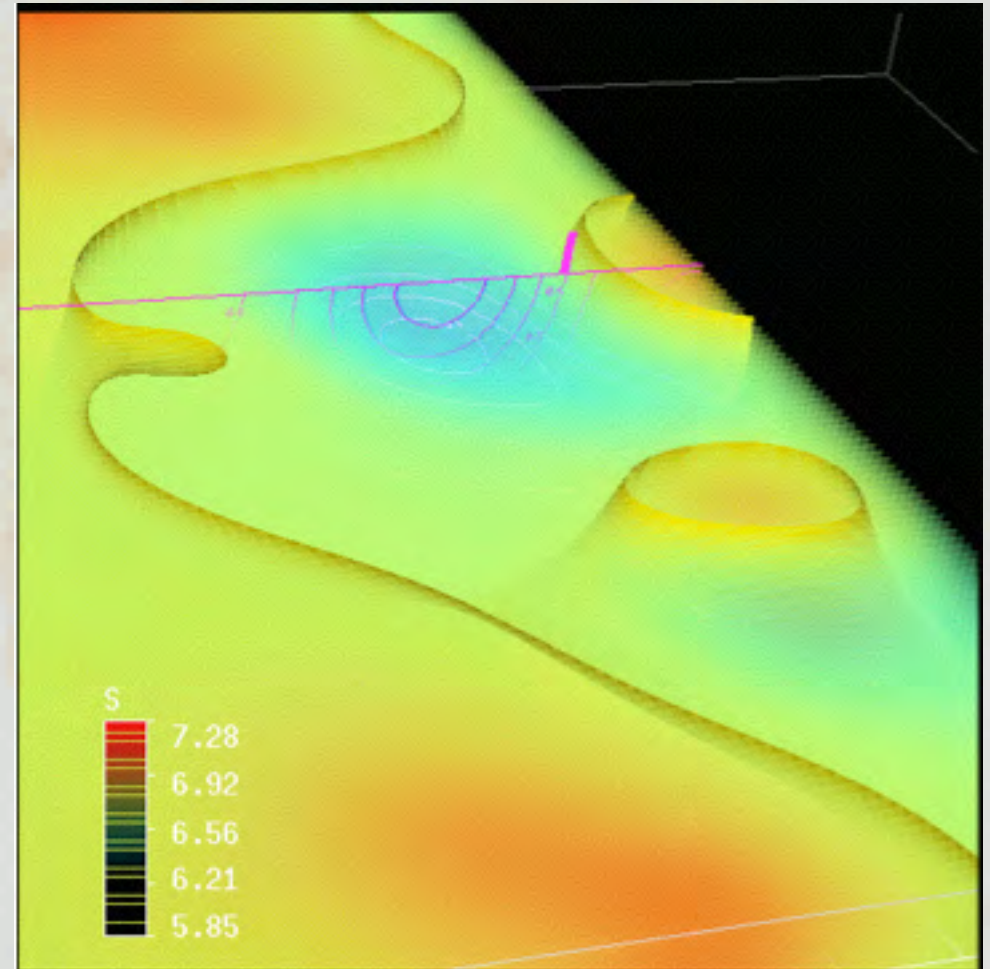
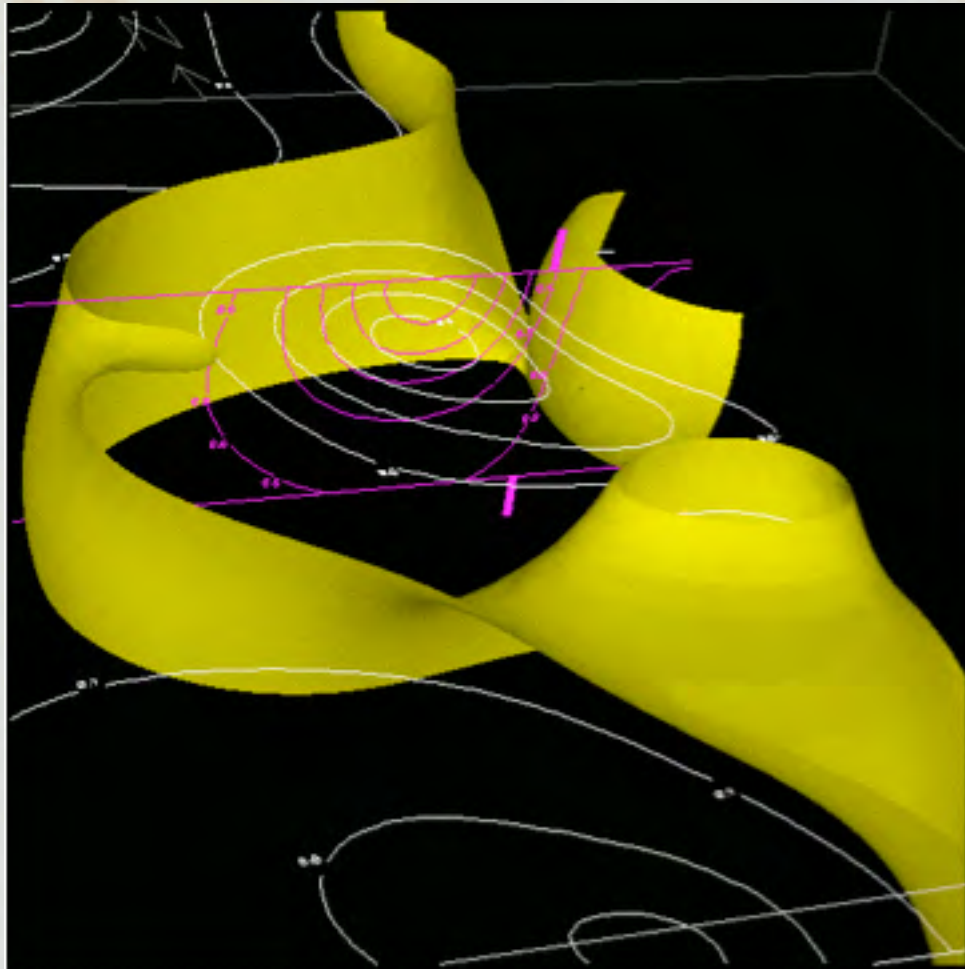


Tillämpningar (exempel)

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

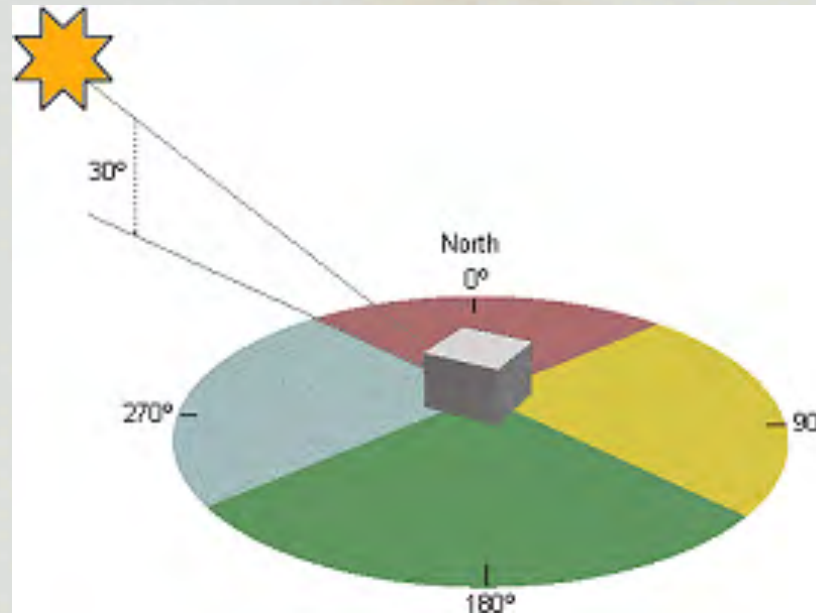
Visualisering för 3D geografi

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



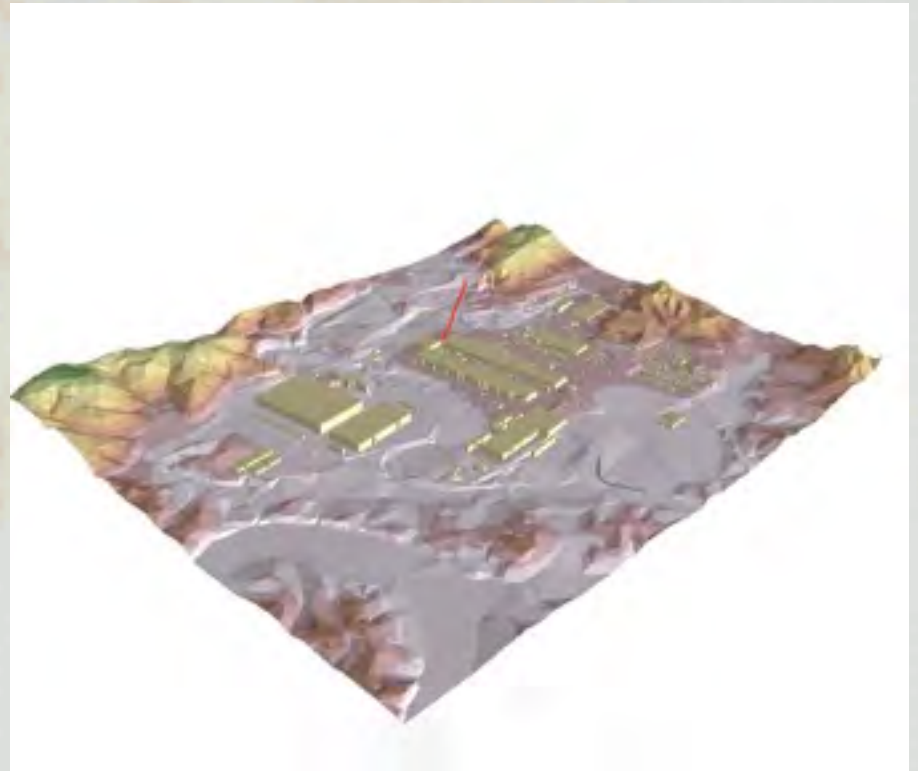
Visualisering för 3D geografi

Skuggning i 3D

Solen i Nordöst



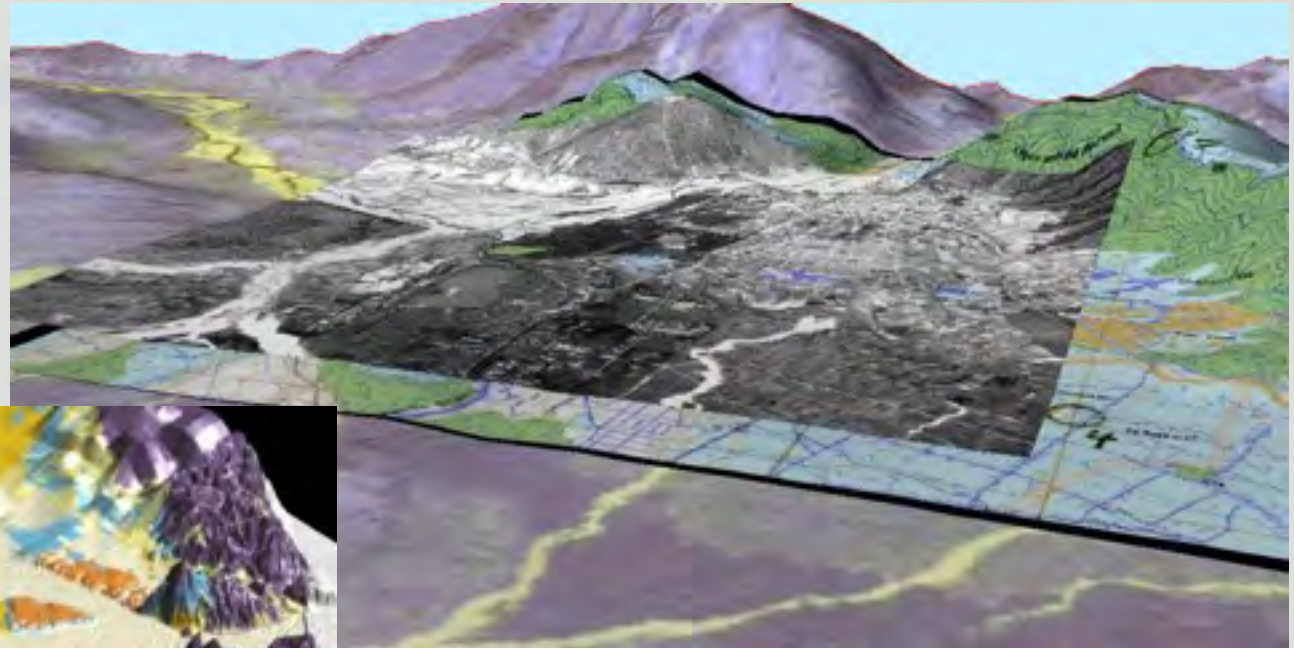
Solens i Syd



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

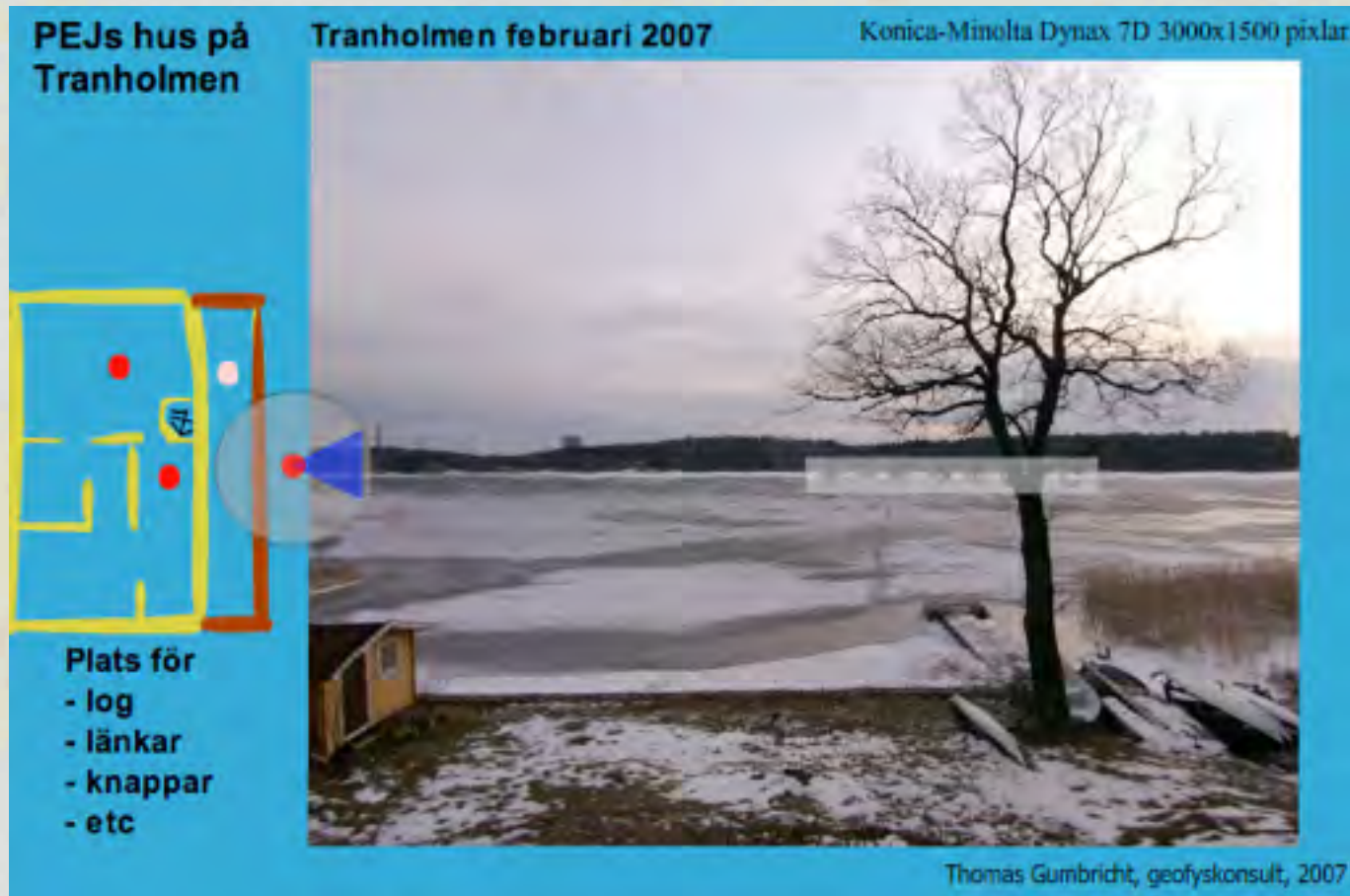
Effekter av höjning av havsyttenivån



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

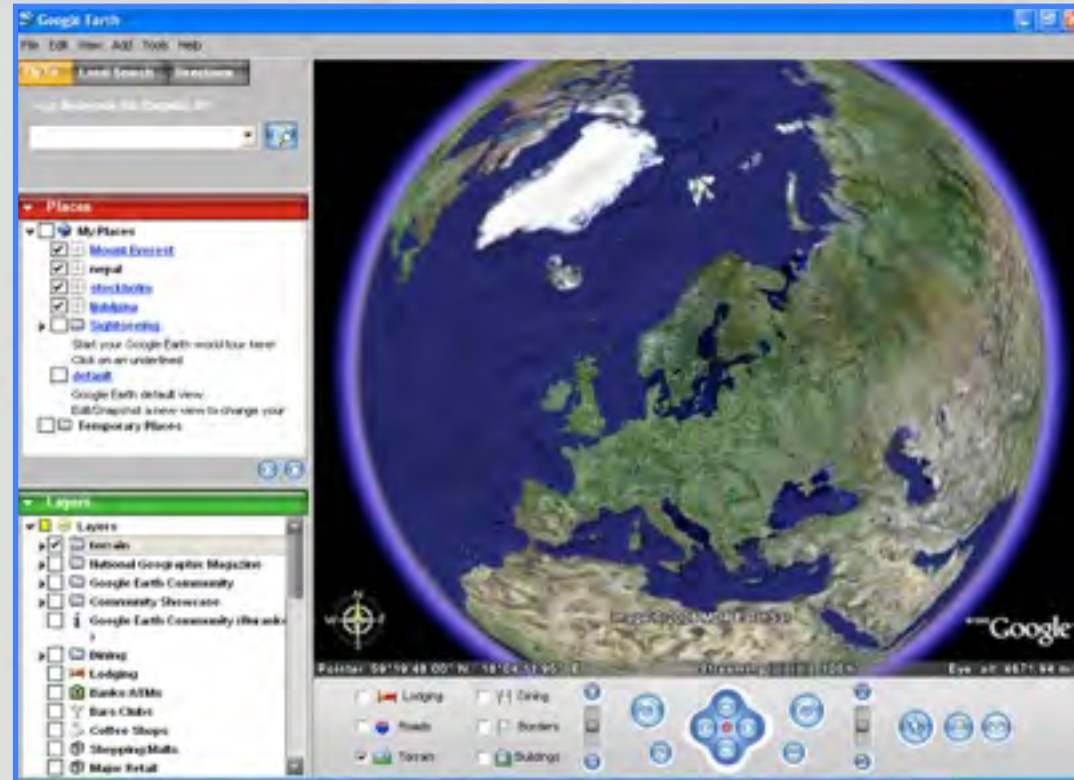
Virtuella glober

Google Earth

<http://earth.google.com>

NASA worldwind

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



Globalt

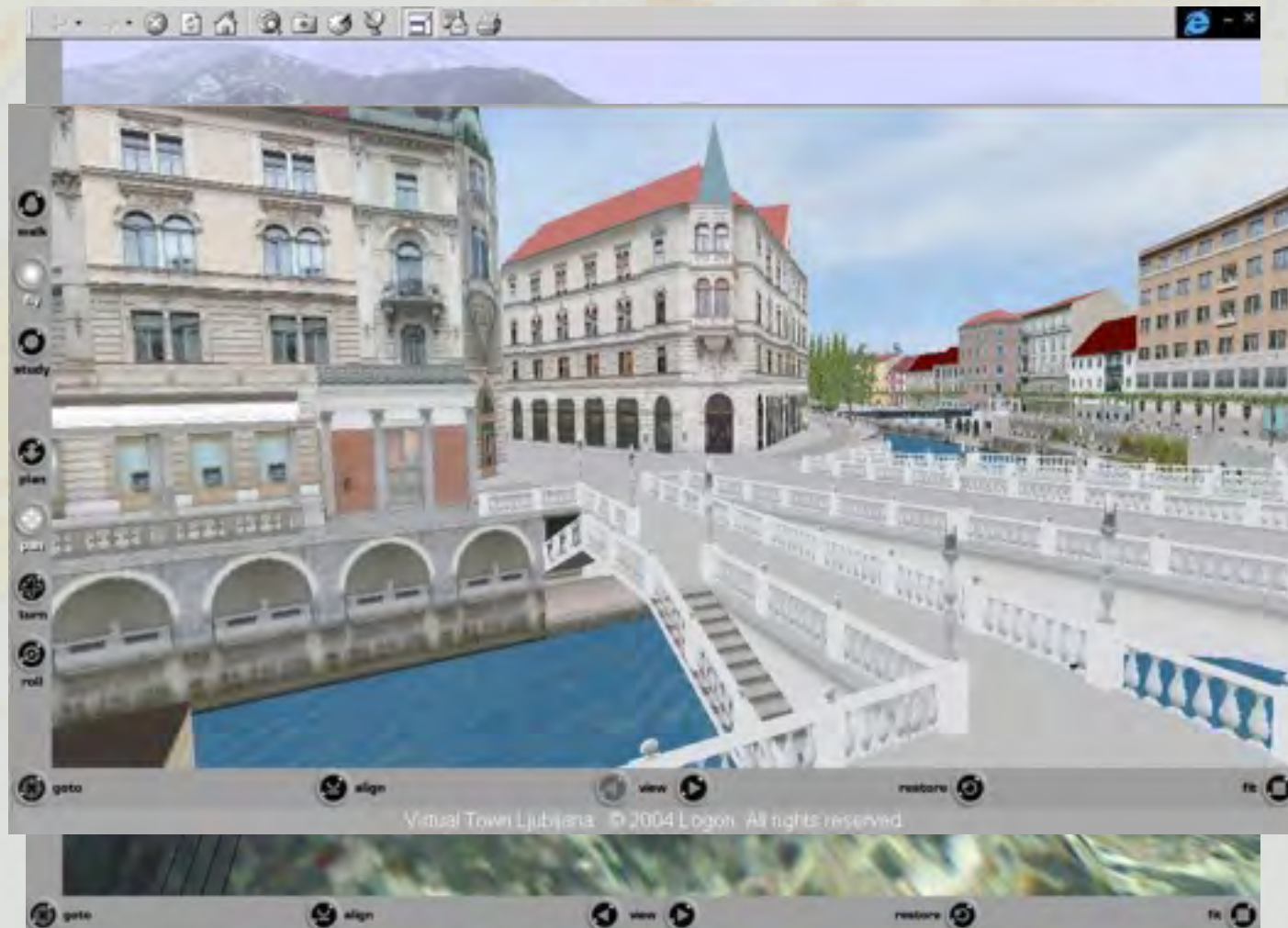
SRTM + draperad
satellitbild (panskärpt
Landsat ETM)

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 15 blocked Check AutoLink Options

Home MyProject (add page) | Email | About | Site Map | Guestbook

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.

[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