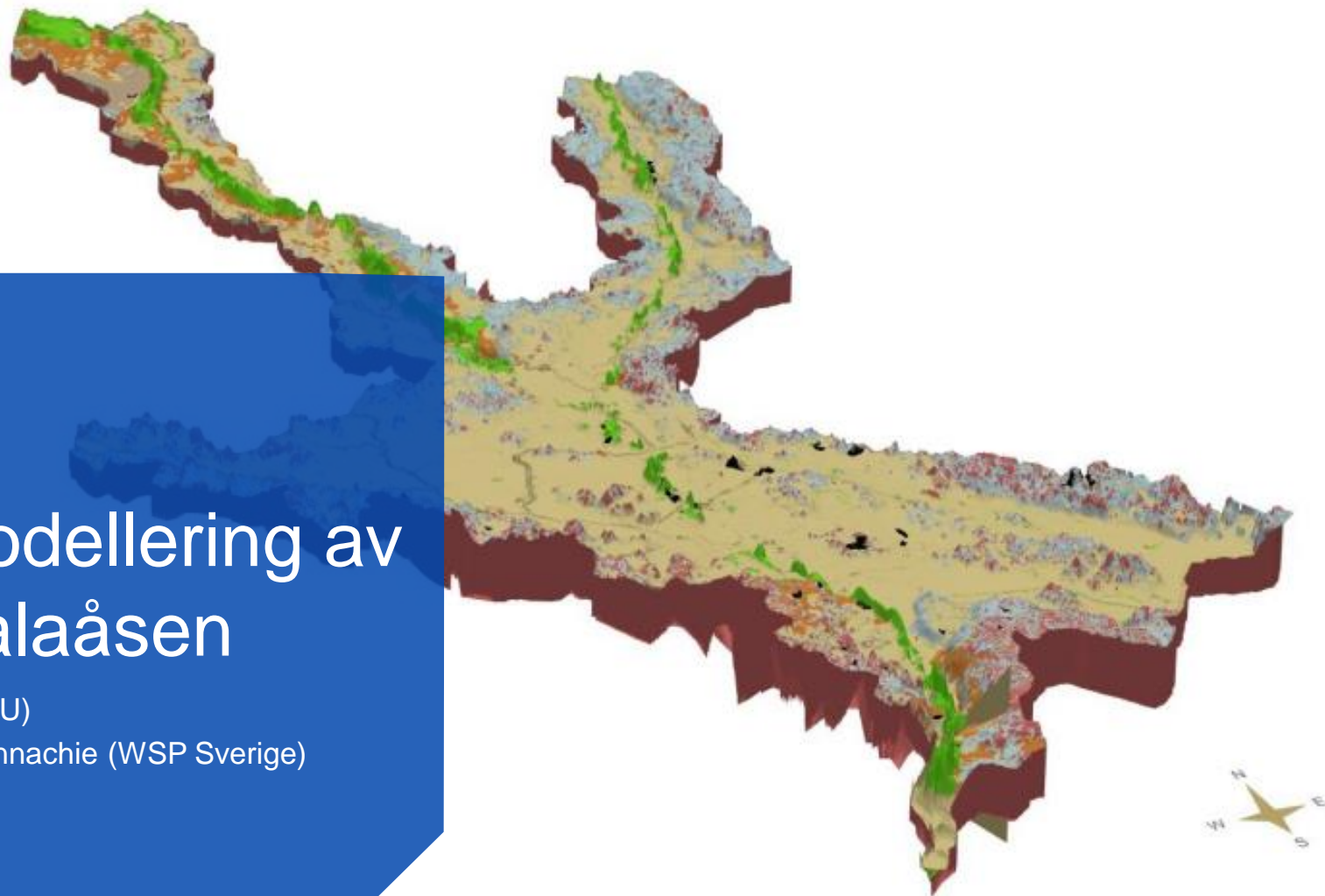


3D-Modellering av Uppsalaåsen

Eva Jirner (SGU)

Duncan McConnachie (WSP Sverige)



2017-03-29

SGU
Sveriges geologiska undersökning

 **UPPSALA VATTEN**

 **WSP**

GRUNDVATTENGRUPPEN

3D-Modellering av Uppsalaåsen



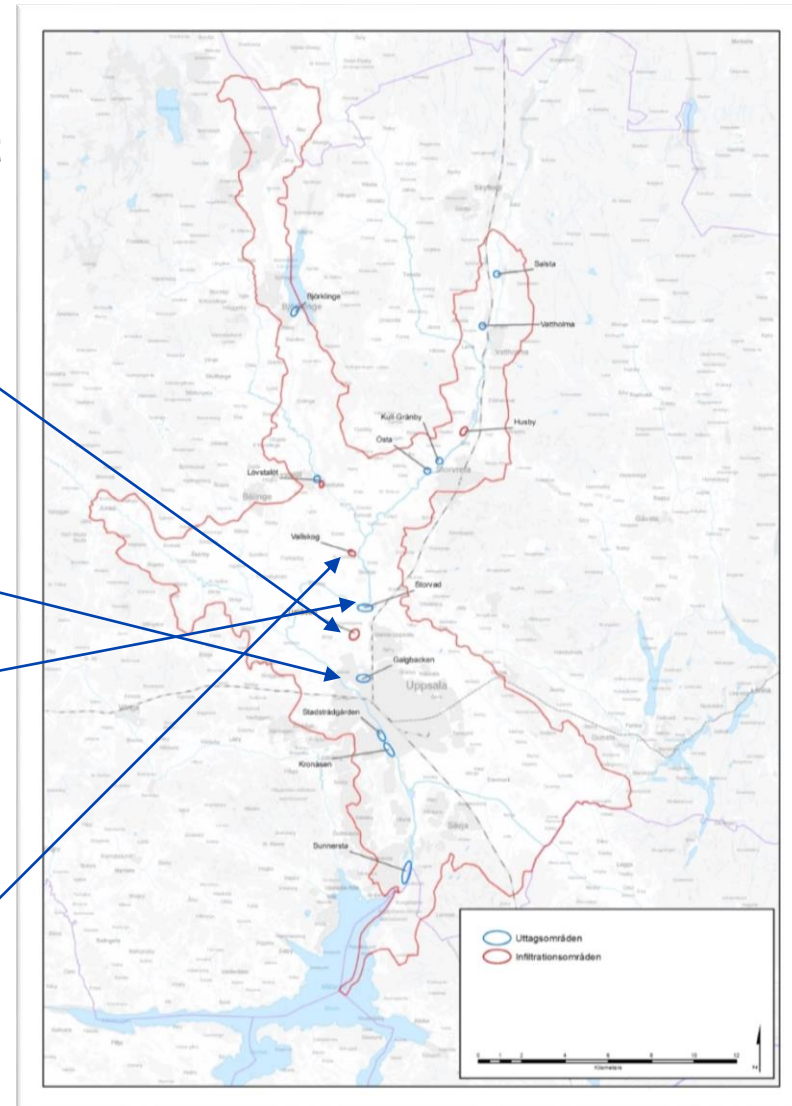
GRUND▼ATTENGRUPPEN

SGU
Sveriges geologiska undersökning



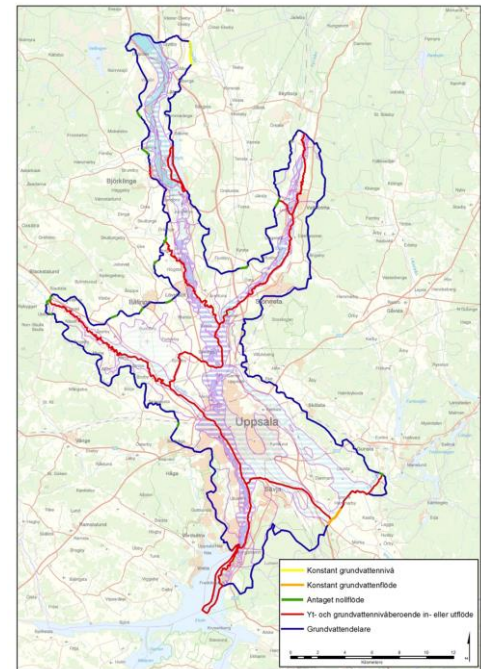
Bakgrund

- Fyrisån och Uppsalaåsen har alltid utgjort grunden för Uppsalas vattenförsörjning.
- För att öka vattentillgången gjordes i mitten av 1950-talet försök med att infiltrera Fyrisåns vatten vid Tunåsen.
- Positiv resultat - infiltrationsbassänger anlades
- Infiltrationsvattnet tas ut i ett brunngalleri som anlades vid Galgbacken ca 2,1 km söder om infiltrationsområdet. Uttagsbrunnar byggdes också i Storvad, ca 1,3 km norr om infiltrationsområdet i början av 1960-talet.
- Nästa steg i utbyggnaden av vattenförsörjningssystemet skedde på 1970-talet då ytterligare en infiltrationsanläggning anlades i Vallskog, ca 2,5 km norr om Storvad.
- För att kunna leverera ett avhärdat vatten och för att förbättra driftsäkerheten togs två nya vattenverk, Gränby och Bäcklösa, i drift 2006-2007 (från 2007 är Galgbacken en reservvattenverk).



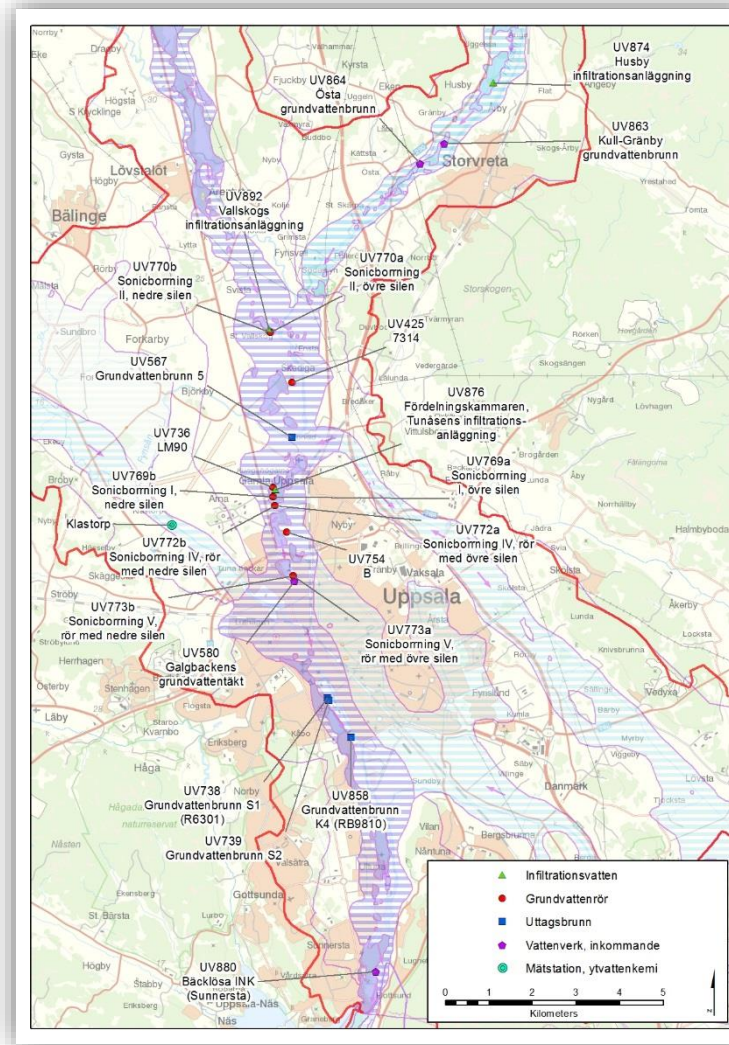
Bakgrund

- Kommuns befolkning uppgår idag till ca 210 000 och förväntas växa kraftigt och uppgå till ca 250 000 år 2030 / 300 000 år 2050
- Åsen sträcker sig genom stadens centrala delar vilket innebär att en rad potentiellt förorenande verksamheter är lokaliserade på åsen och ytterligare bebyggelse planeras.
- Den konstgjorda grundvattenbildningen genom infiltration av vatten från Fyrisån medför att en stor mängd NOM tillförs åsen (ca 100 ton kol per år).
- Uppsala Vatten initierade projektet ”Funktionsanalys Uppsalaåsen”
 - Förväntade ökade vattenbehovet
 - Frågorna kring den pågående konstgjorda grundvattenbildningens uthållighet med avseende på tillförseln av NOM
 - Befintliga vattenkvalitetsproblem
 - Risken för grundvattenförorening från befintlig och tillkommande bebyggelse och verksamheter



Följande aktiviteter har genomförts

- Insamling, genomgång och skanning av relevant befintligt underlagsmaterial
- Uppbyggnad av system för datahantering
- Fältarbeten (borrningar, installation av grundvattenrör, nivå- och temperaturmätningar, jord- och vattenprovtagning, provpumpning och infiltrationsförsök)
- Vatten- och jordanalyser
- Grundvattenmodellering och scenarioanalyser
- Förslag till prioriterade mål
- Förslag till driftstrategier, åtgärder och driftinstruktioner
- Kompetensöverföring och kompetensutveckling



Inskannat dokumentation - sökbar

Arkivsök

Ange parametrar nedan

Titel

Författare

Från år

Till år

Nyckelordfilter

Konceptuell modell-filter

Område

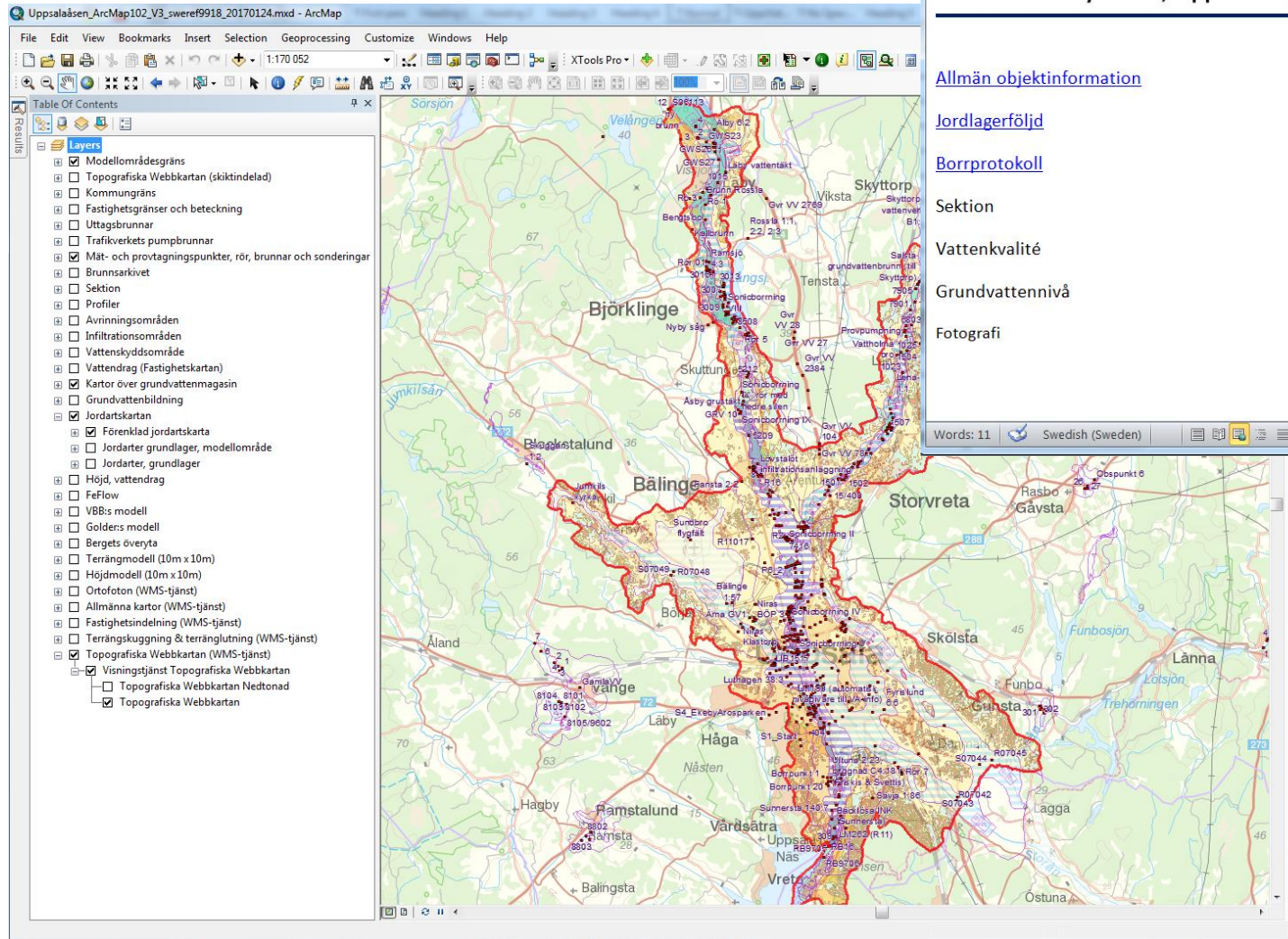
Rapport- eller diarienummer

Löpnnummer

Kartbegränsning



GIS-databas



UV938.docx - Microsoft Word

File Home Insert Page Layout Referer Mailings Review View Add-Ins Project WSP Te

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Funktionsanalys åsen, Uppsala

UPPSALA VATTEN

[Allmän objektinformation](#)

[Jordlagerföljd](#)

[Borrprotokoll](#)

Sektion

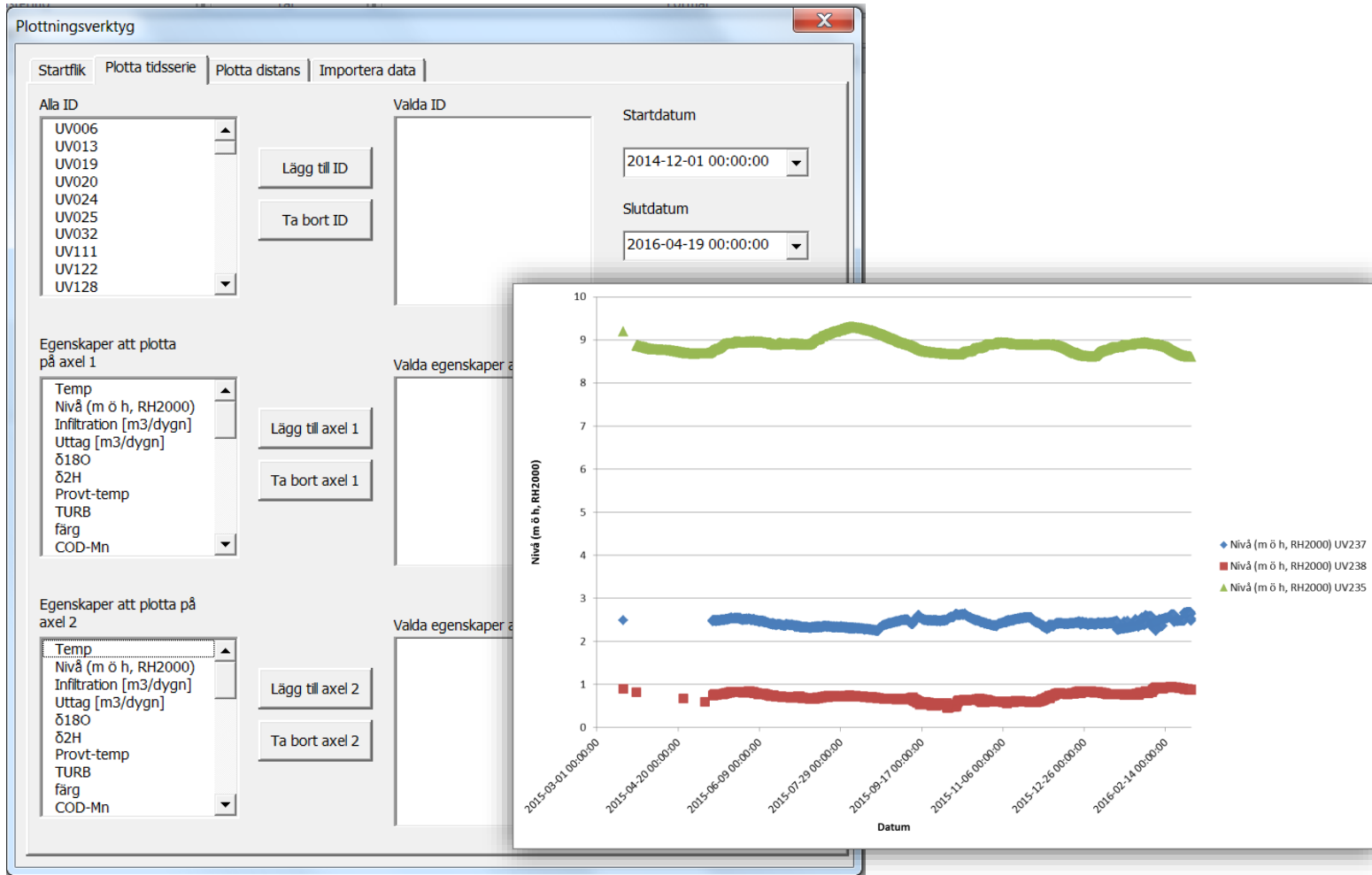
Vattenkvalité

Grundvattennivå

Fotografi

Words: 11 Swedish (Sweden) 100%

Plottning av vattendata



3D-modellering

- För den 3D-matematiska grundvattenmodellen krävs en 3D-geologisk modell som beskriver modellområdets geometri och jordlagerföljder som grund för tilldelning av hydrauliska gränser och hydrauliska egenskaper som genomsläpplighet och lagringsförmåga.



”En 3D-modell för grundvattenmodellering”

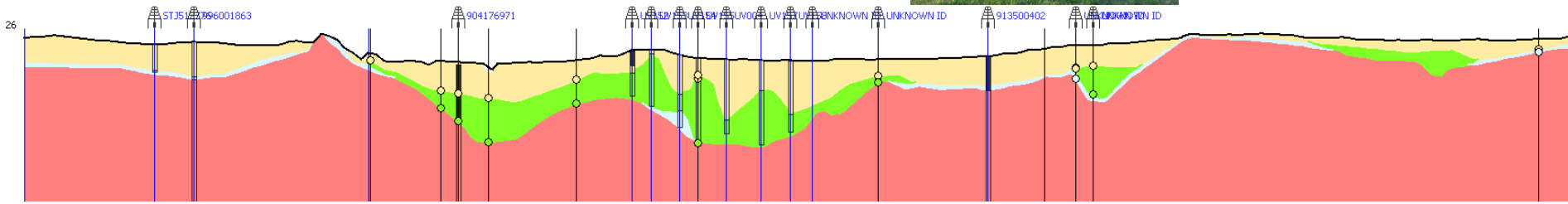
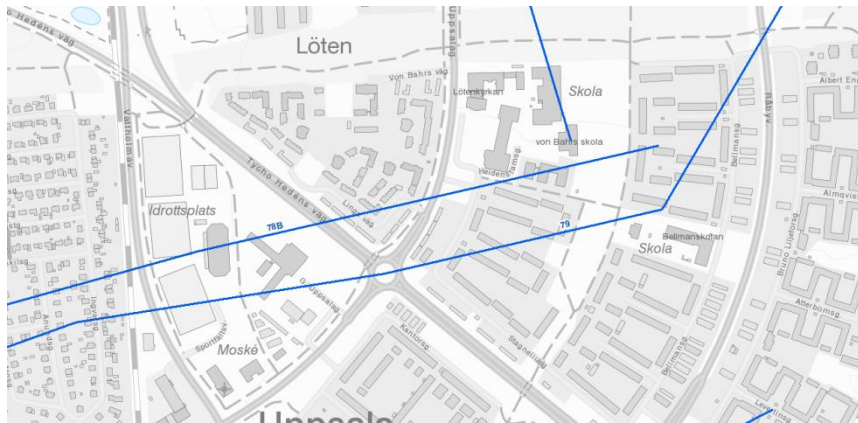
42 km

294 km²

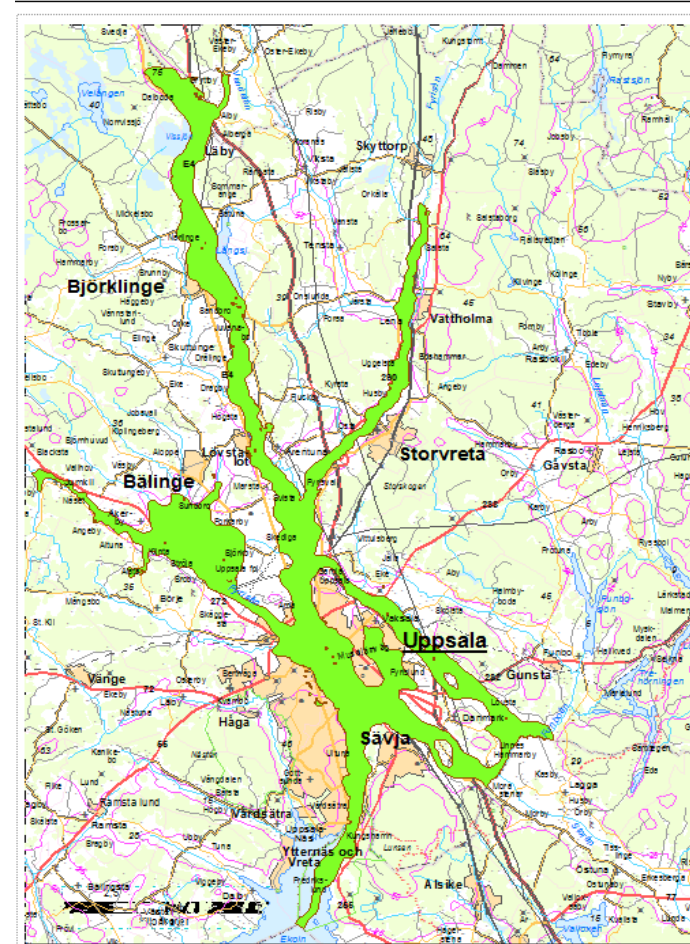
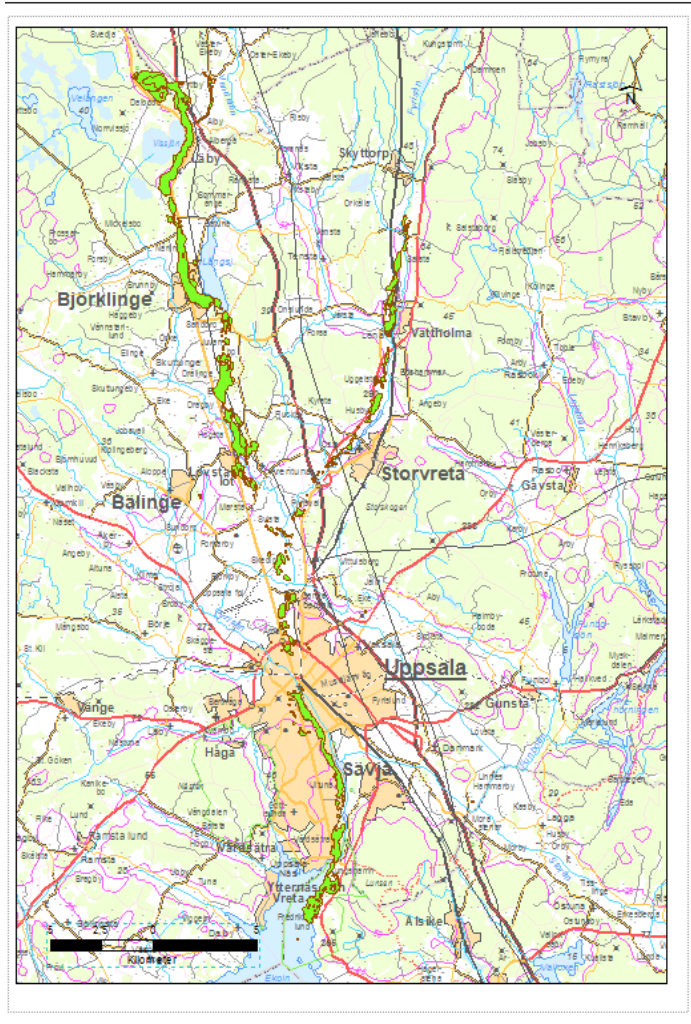




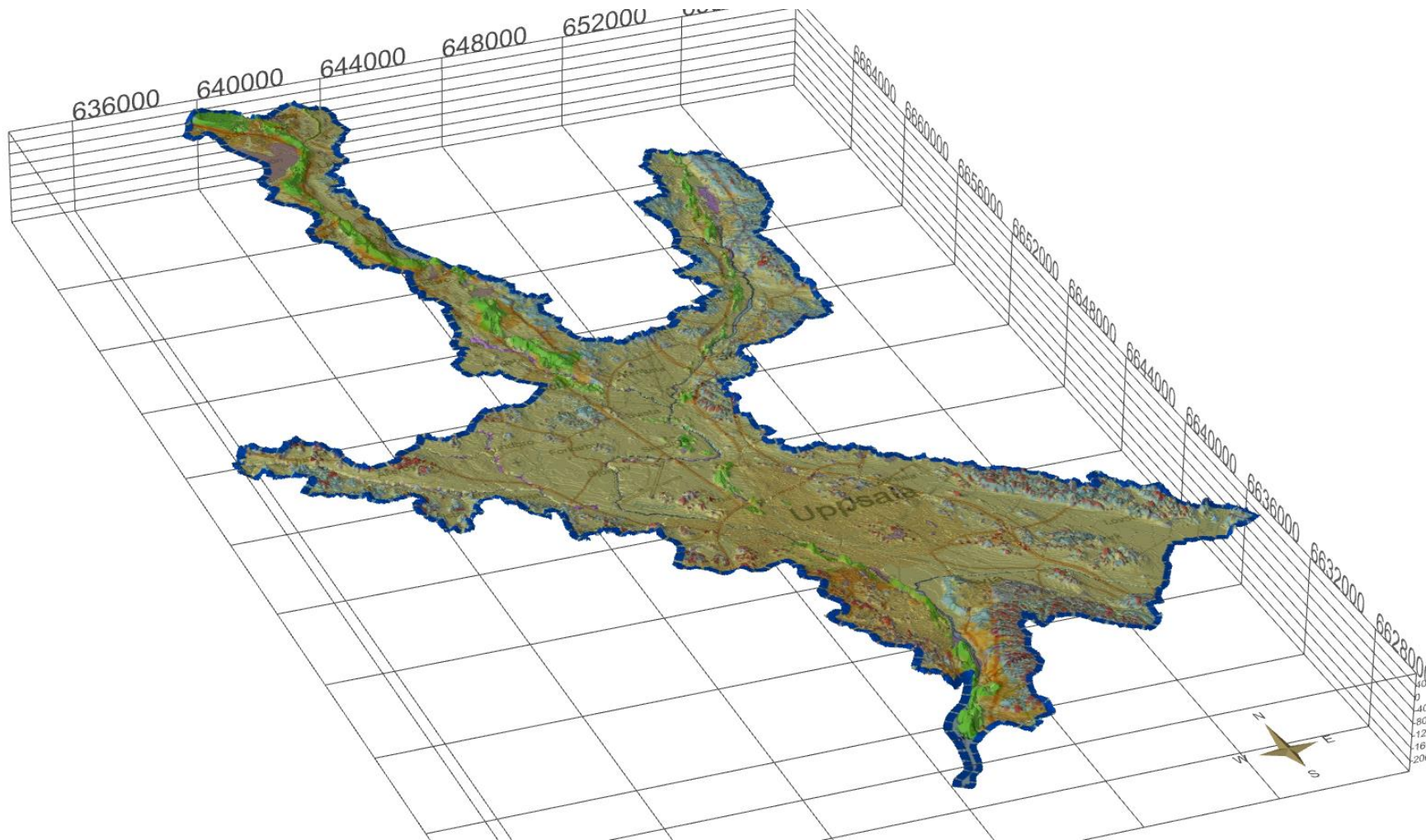
Åsen ligger ofta dold under lera



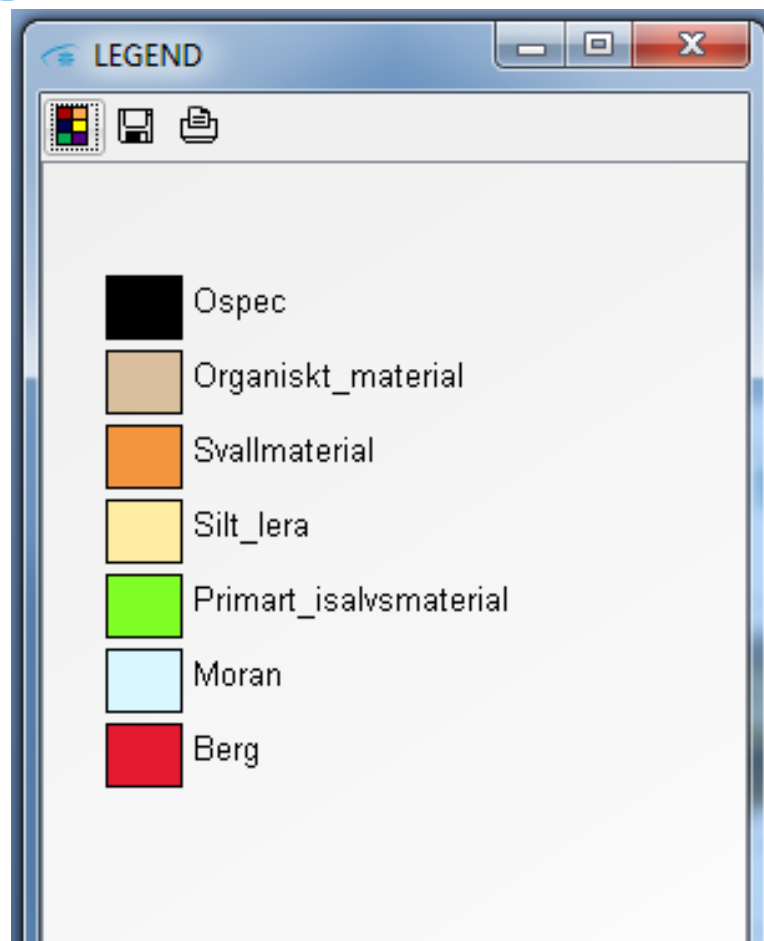
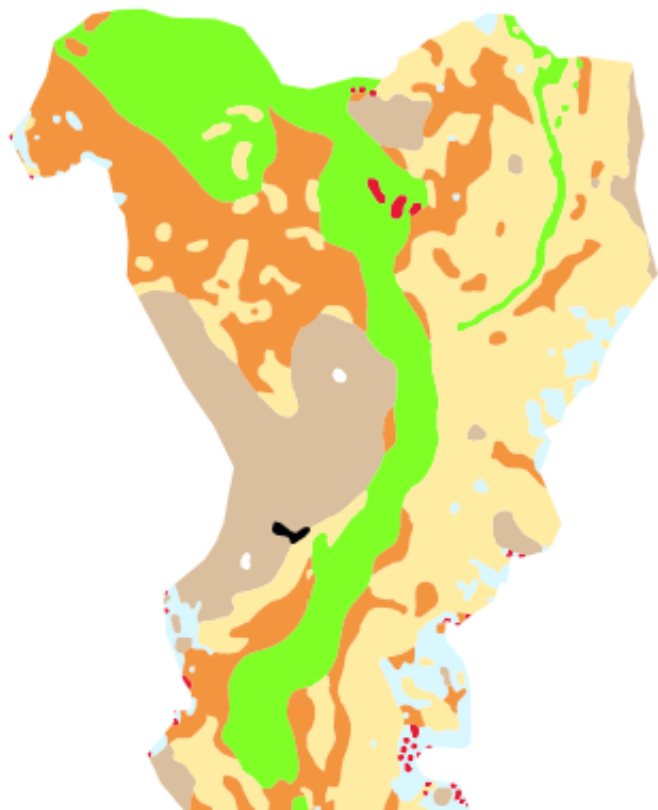
Endast 16% av isälvssedimentet ligger i dagen



Jordartskarta+höjdmmodell

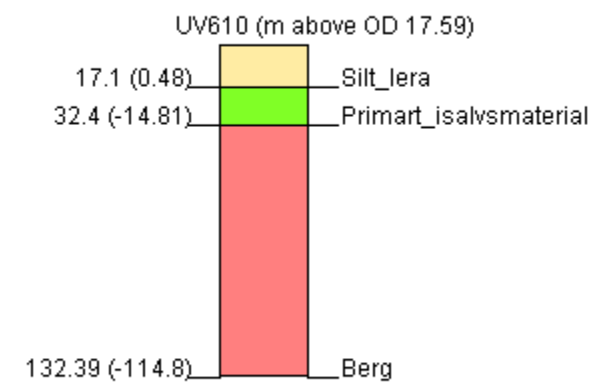
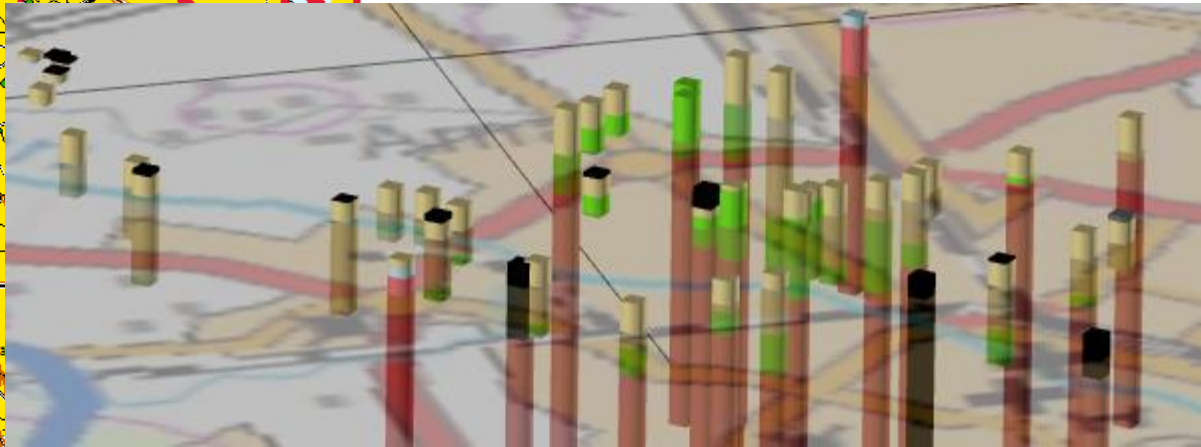
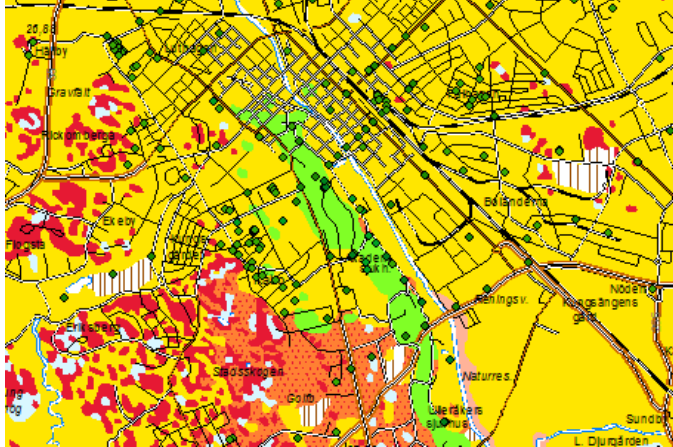
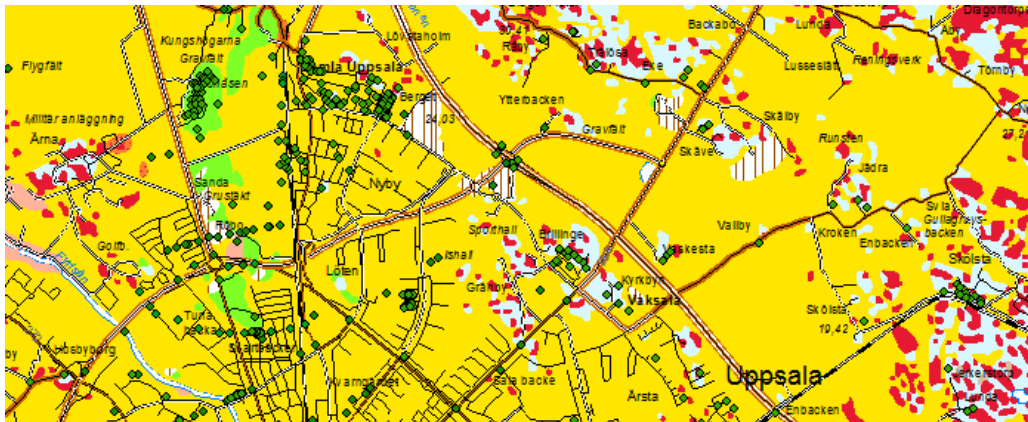


Förenklad stratigrafi och legend





Lagerföljder



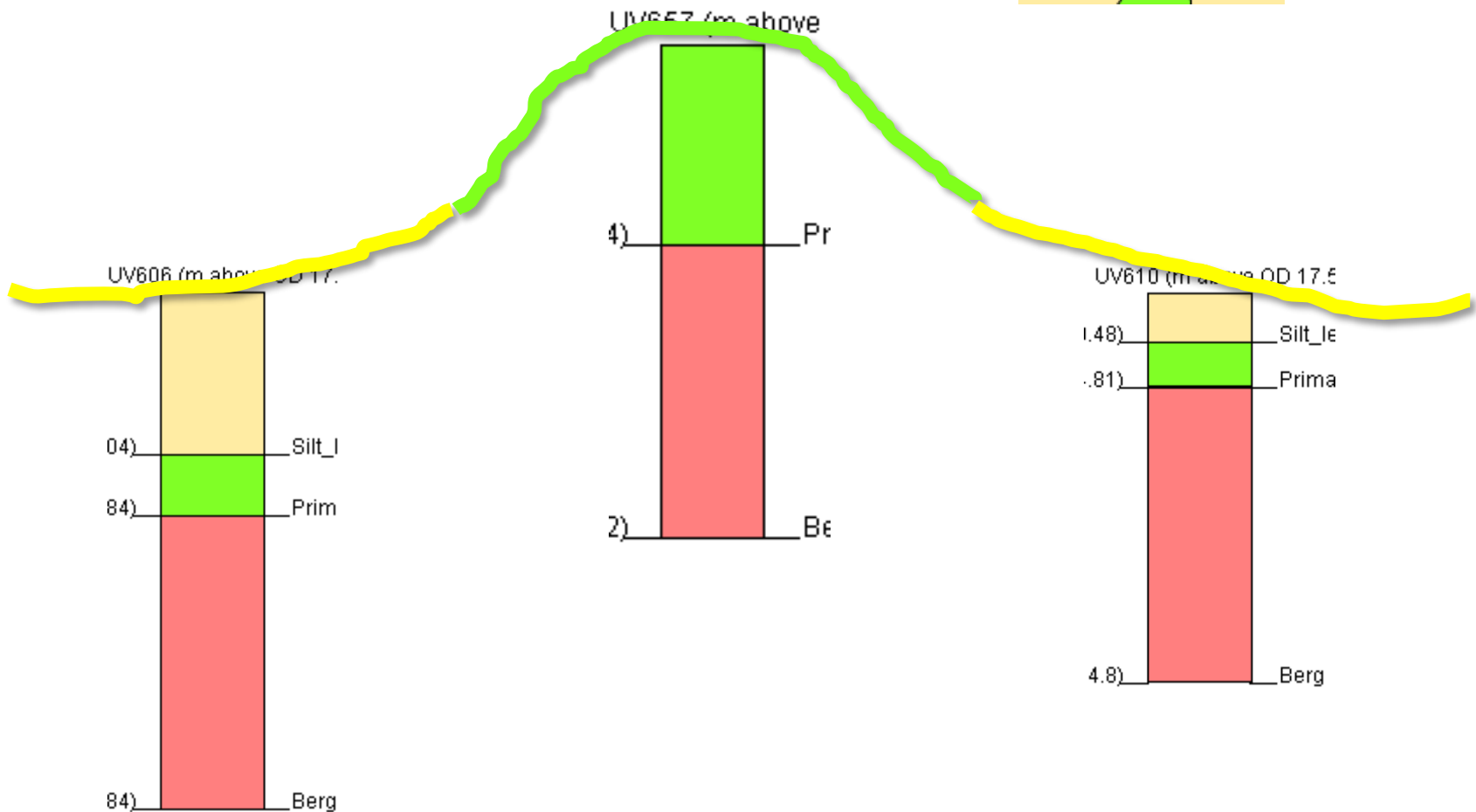
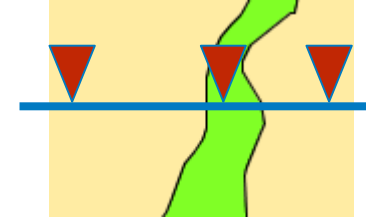
Subsurface viewer Mx

The screenshot displays the Subsurface Viewer Mx software interface, which is used for geological data visualization. The interface is divided into several panels:

- Top Left Panel (Borehole-log window):** Shows a vertical log for borehole UV659 (m above OD 4.65). It is divided into three color-coded sections: yellow (Silt_lera), green (Primär_talvsmaterial), and red (Berg). Depth markers are at 56.57, 99.93, and 99.95 meters.
- Top Middle Panel (Main View):** A 3D map of the Uppsala region showing the locations of various boreholes marked with colored diamonds. The map includes labels for 'Uppsala', 'Åkersala', and 'Sävja'. The coordinate system is X: 647,384.55 Y: 6,637,638.38. The borehole being viewed is UV102.
- Top Right Panel (3D Model):** A 3D perspective view of a geological model, showing a grid and a topographic surface. The X-axis ranges from 644000 to 656000.
- Bottom Left Panel (Settings):** A settings window for the selected borehole (UV102). It includes options for font type (Dialog), hanging sticks on DTM, cross-points, maximum end depth (0.0), sending borehole logs, and marking center points. A 'Confirm' button is at the bottom.
- Bottom Middle Panel (Cross-section):** A detailed 2D cross-section of borehole UV102. The vertical axis represents depth in meters, ranging from 40.0 to -30.0. The horizontal axis represents distance. The log shows different geological layers: Silt_lera (yellow), Primär_talvsmaterial (green), and Berg (red). Key data points are labeled with distance and depth:
 - 2.0 (23.82) - Ospec
 - 1.5 (21.14) - Silt_lera
 - 10.0 (12.64) - Primär_talvsmaterial
 - 14.5 (8.13) - Moran
 - 25.0 (0.81) - Primär_talvsmaterial
 - 48.93 (-16.9) - Primär_talvsmaterial
 - 80.07 (-27.4) - Primär_talvsmaterial

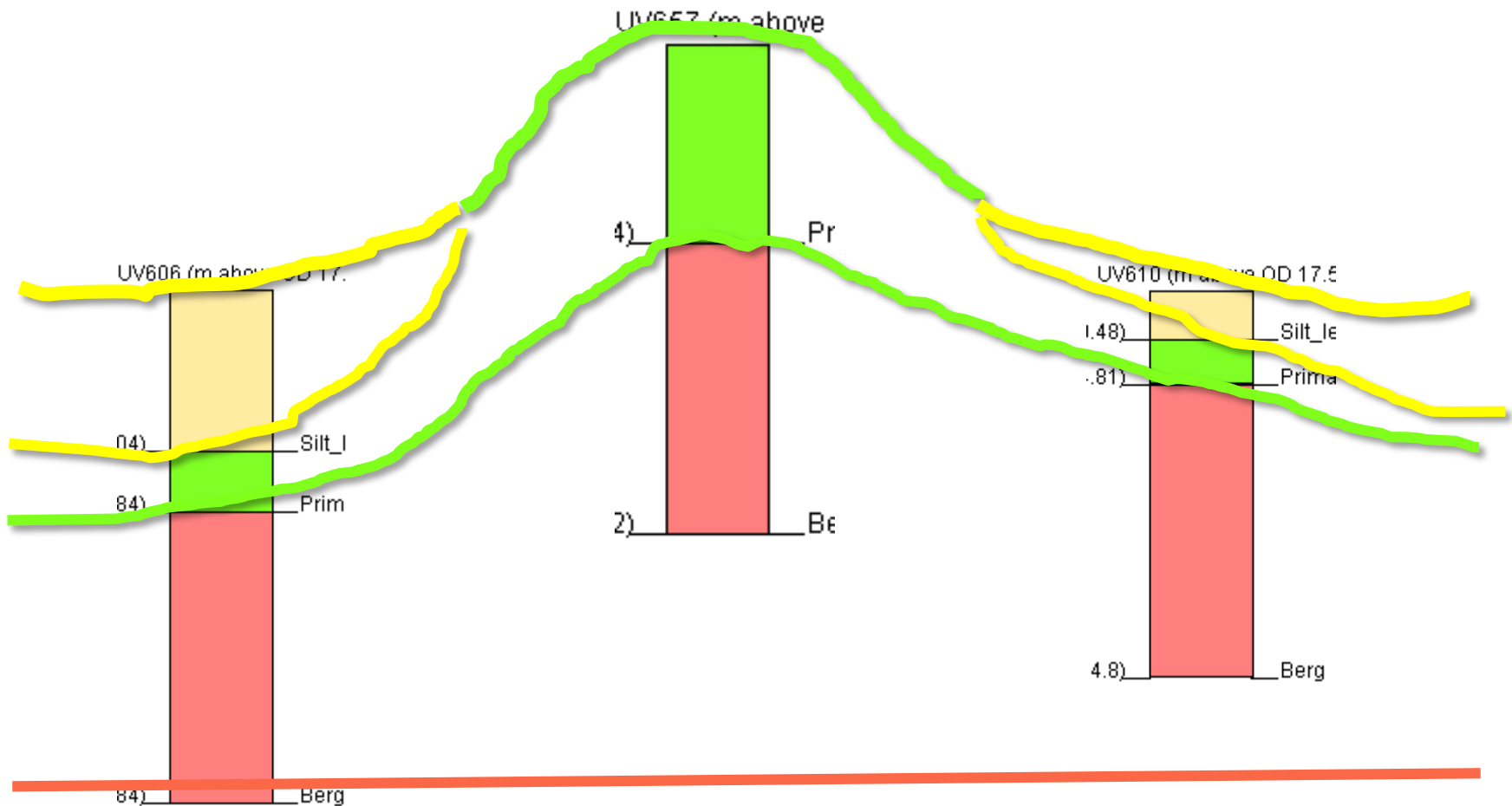


Tvär-profil



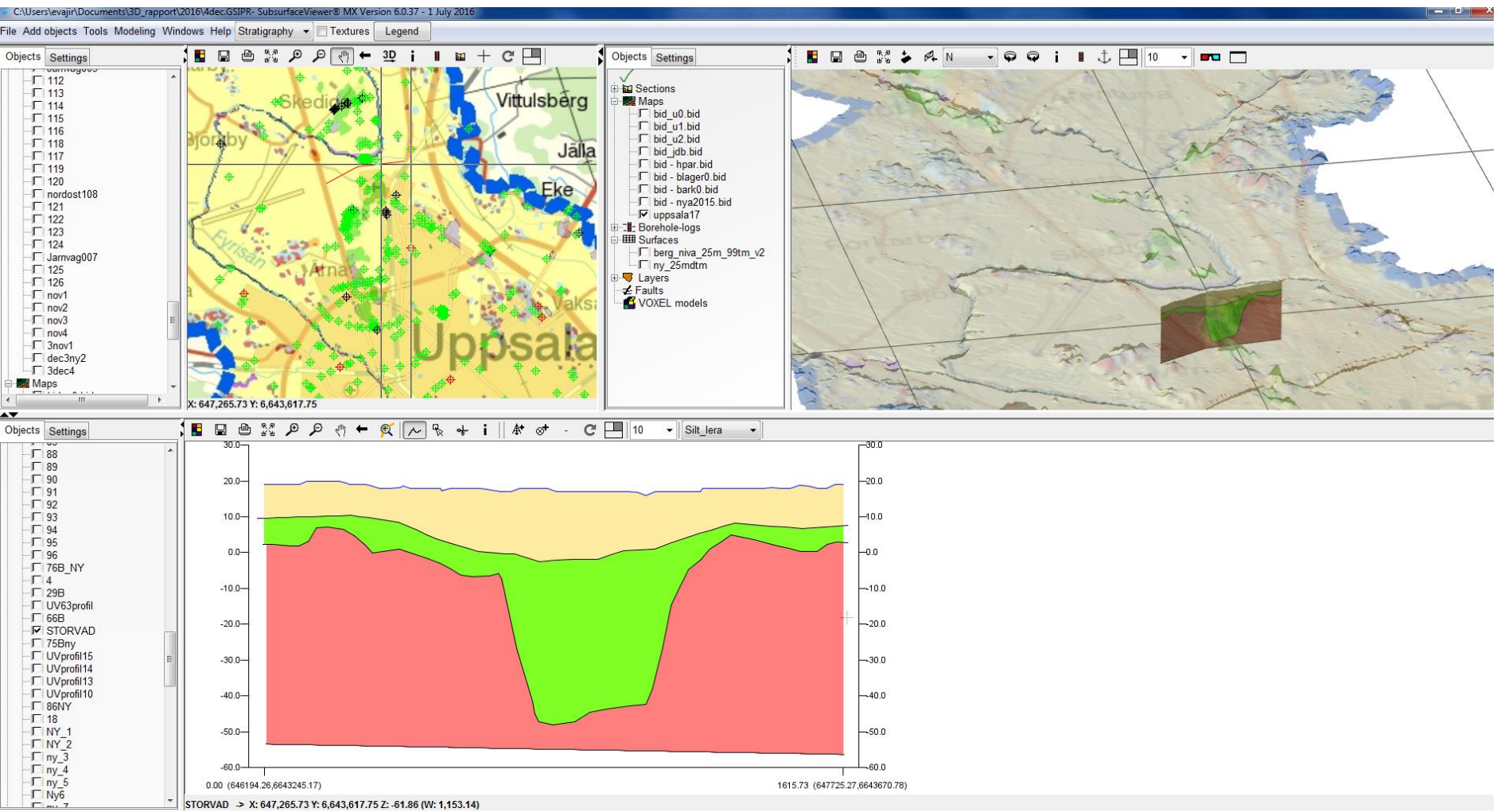


Tvär-profil

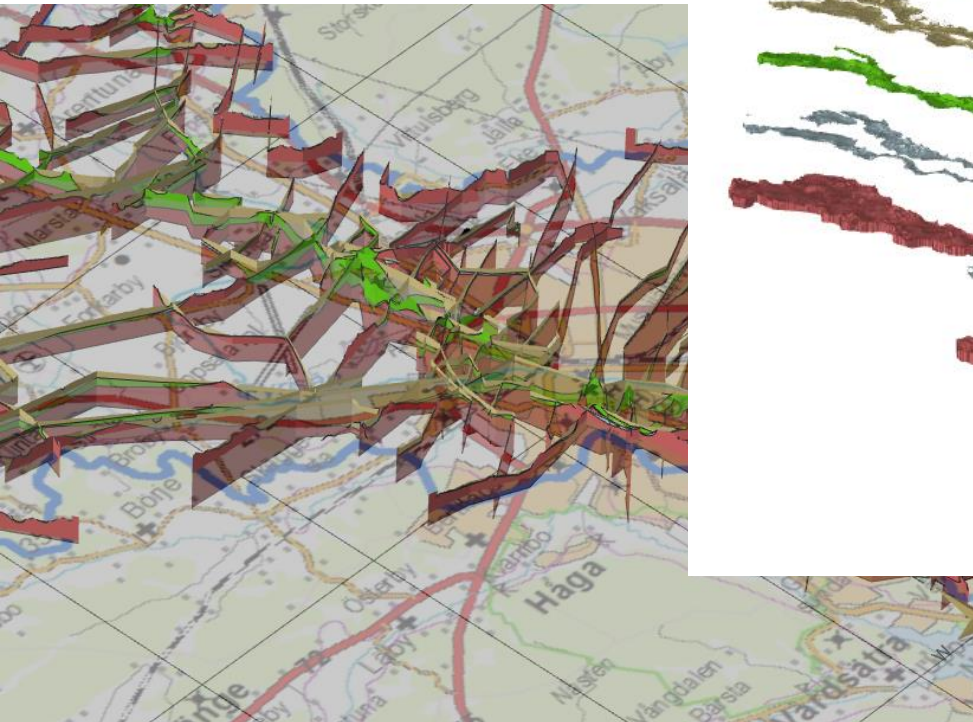




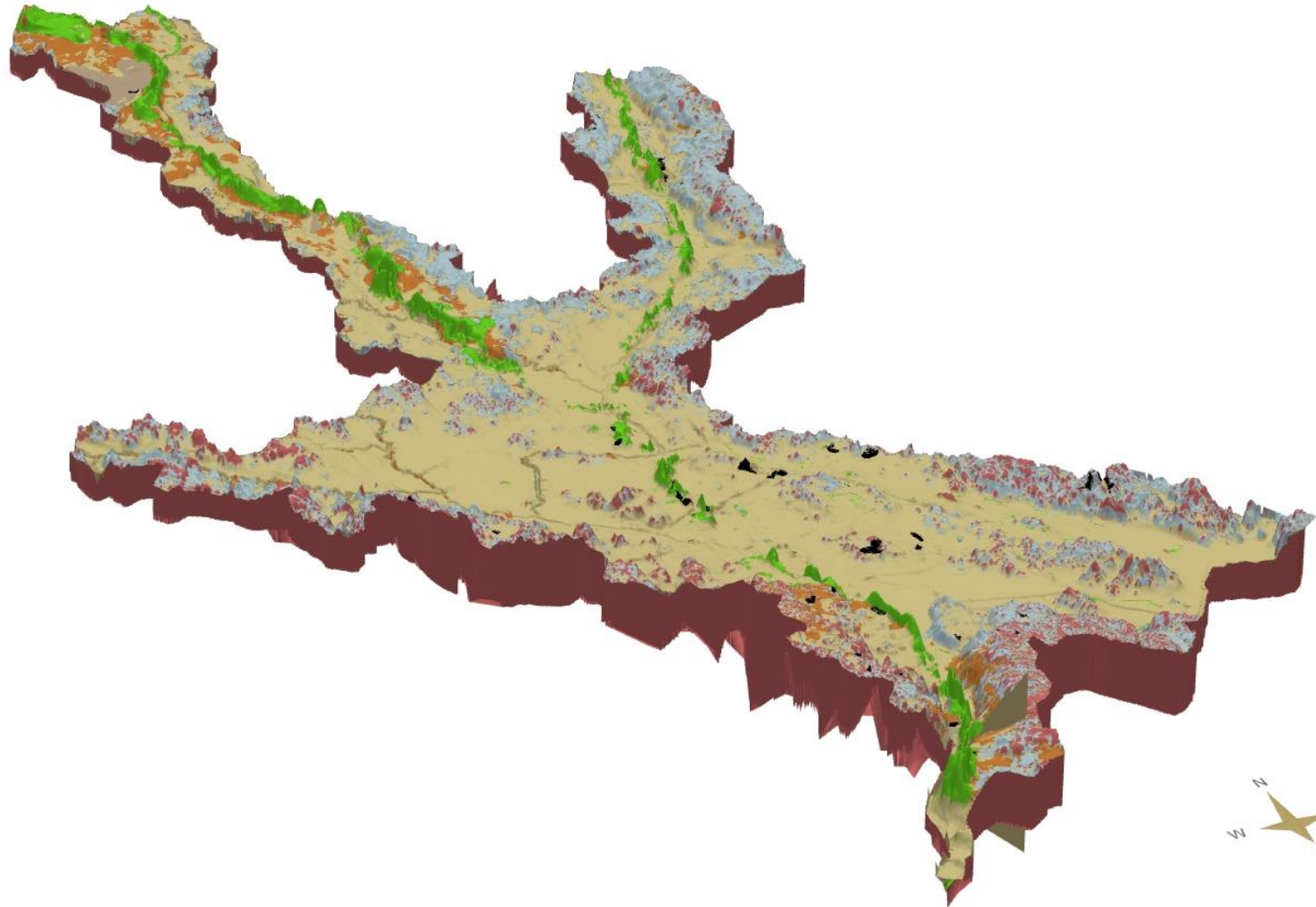
Tvärsektion i tre fönster



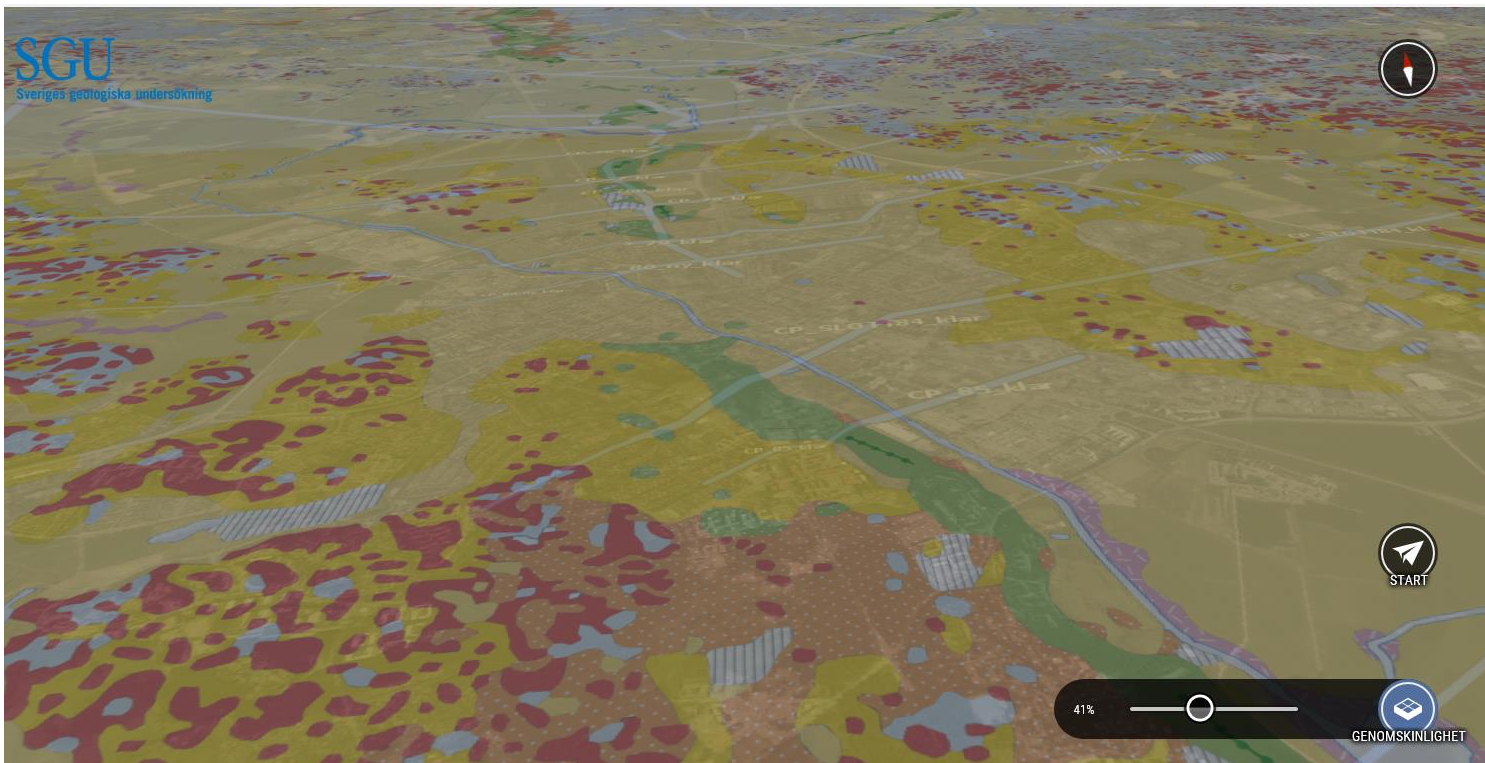
Ett nätverk av profiler blir 3D-modell



Modellen visar jordarter och berggrund



<http://apps.sgu.se/sgu3d/>



3D VID SGU (BETA)

X

Exempel på 3D-projekt vid SGU

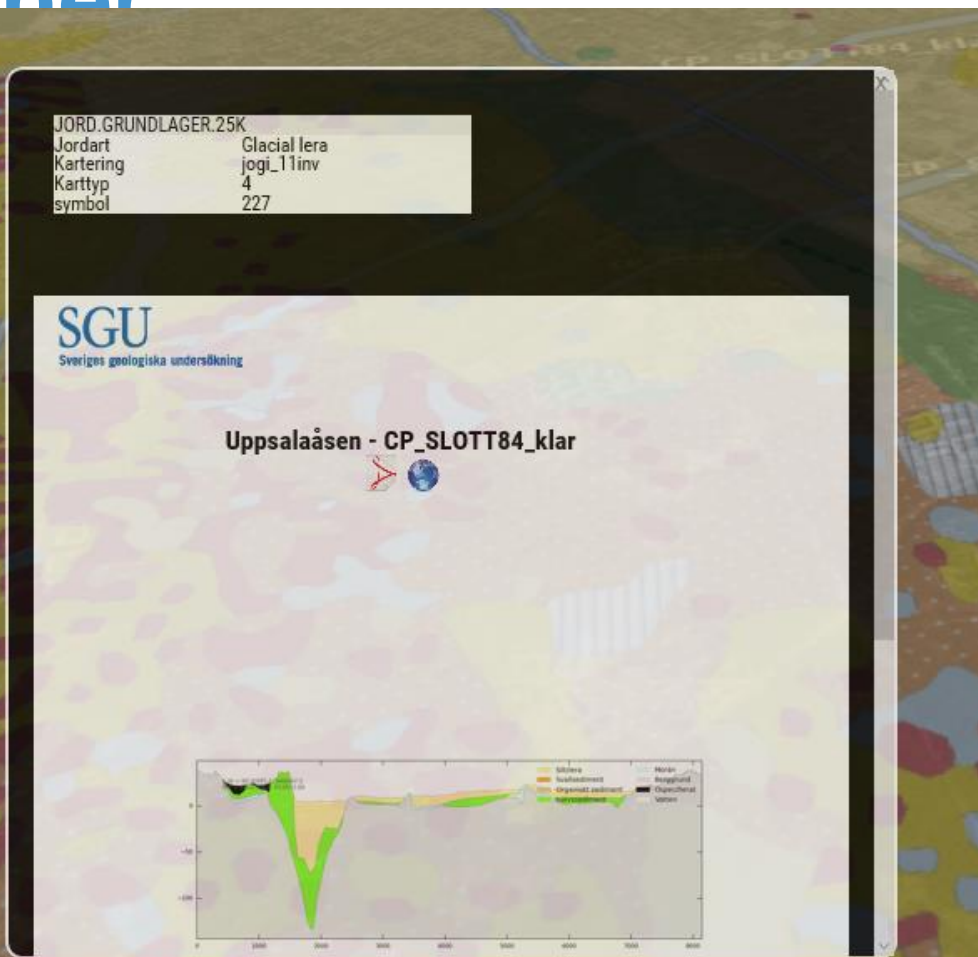
Välj ett område genom att klicka på namnet nedan. Tänd och släck lager i listan. Klicka på objekt i kartan för mer information. Med hjälp av att reglera genomskinligheten ser man under ytan.

Uppsalaåsen

Här kan se information om uppsalaåsen och dess utbredning.

- Geologi
 - Modellen utsträckning
 - Modellens profiler
 - 3D-modell
 - Strandnivå
 - På marken
 - Brunnar
 - Jordarter
 - Bergarter
 - Grundvatten
 - GeoTreat punkter
- Topologi
 - Startpunkter
 - Nedladdning
 - Länkar

Information från varje profil, ladda ner



▾ Nedladdning

- ↓ 3D modell som ASCII Grid (12mb)
- ↓ Modellens profiler på ytan (.shp) (6kb)
- ↓ Hela modellen som 3D-PDF (50mb)
- ↓ Del av modellen som 3D-PDF (10mb)

▾ Länkar

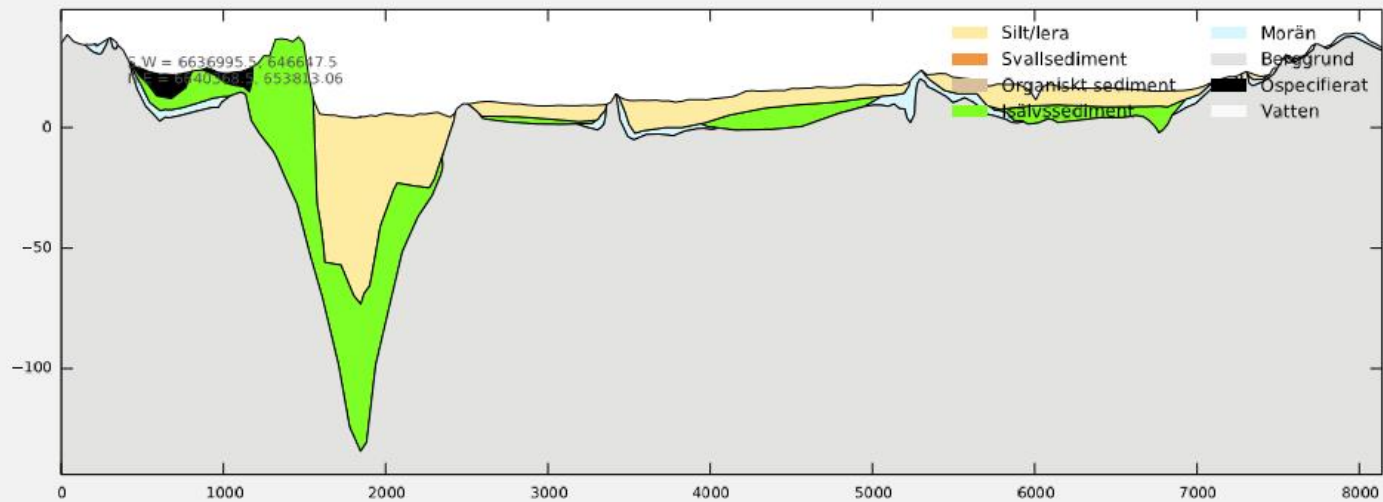
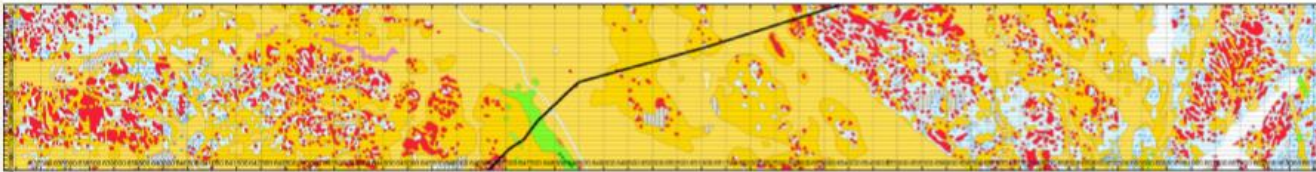


Uppsalaåsen, CP_SLOTT84_klar

Färdighetskarta med höjdhögga (Copyright Lantmäteriet)

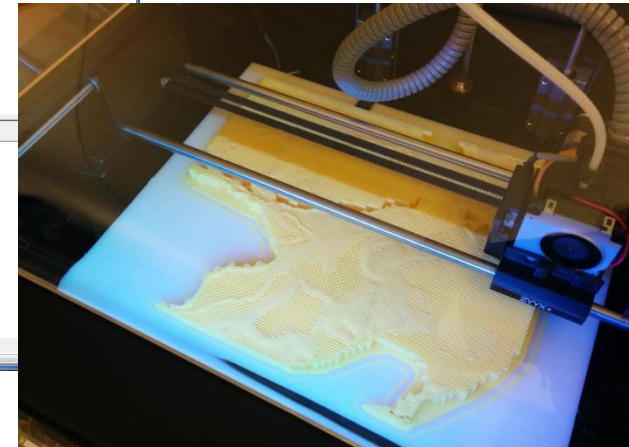
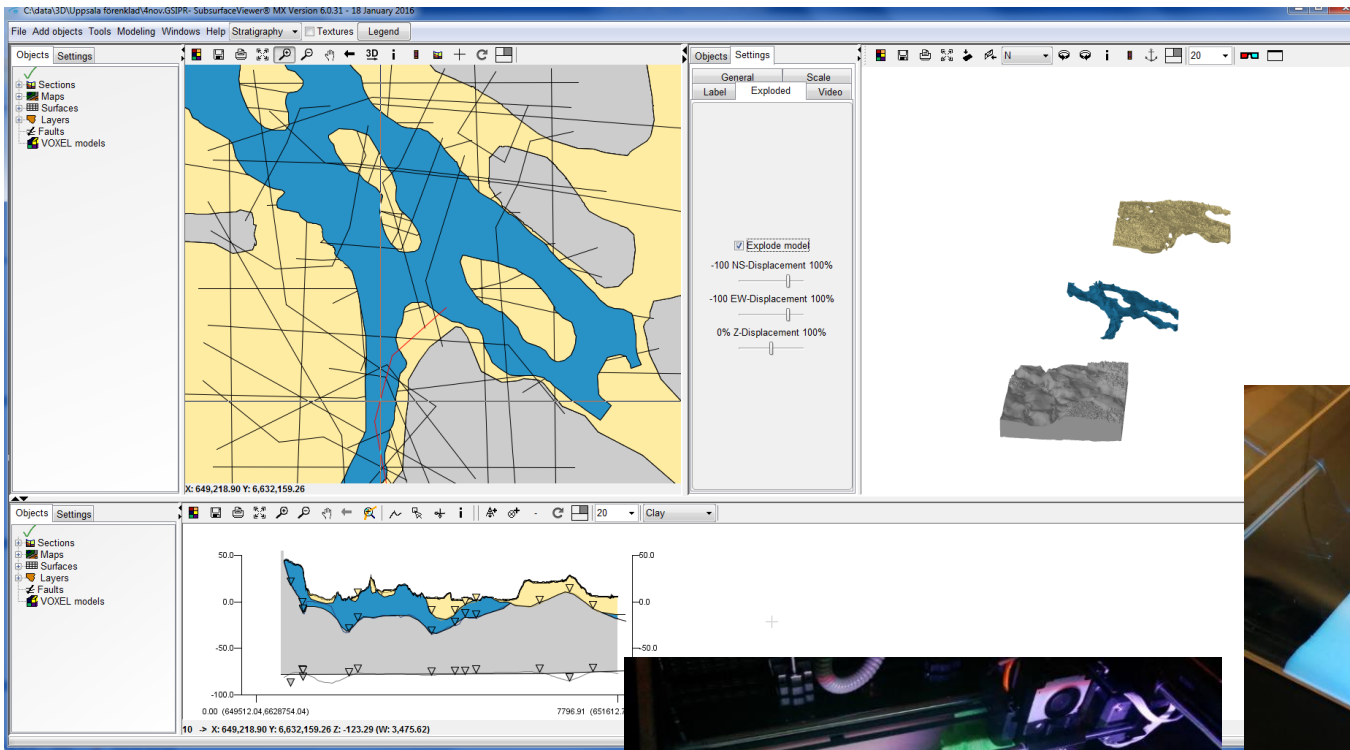


Jordbrukskarta sedd från ovan



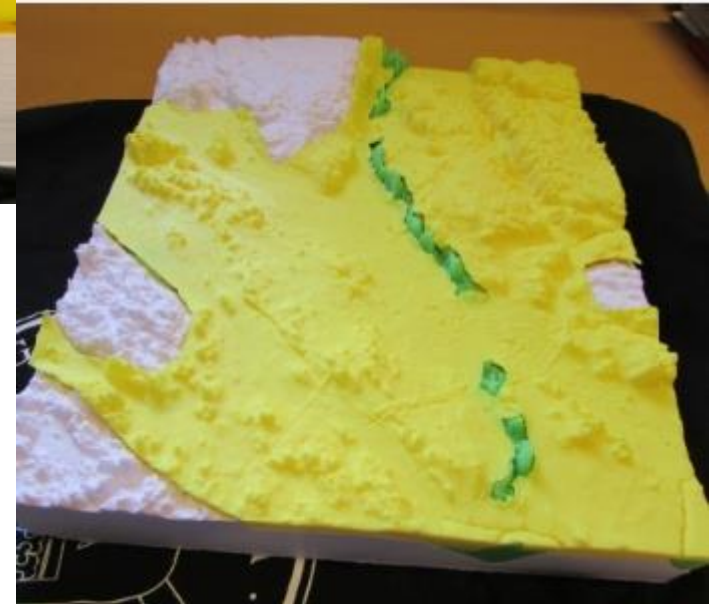
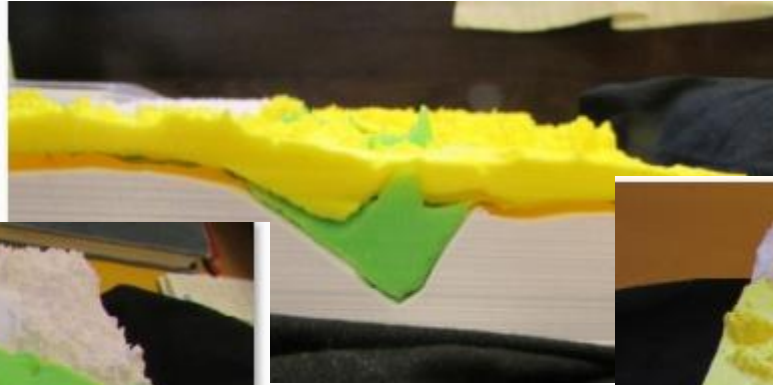


Förenklad modell till print





3D-print



Därefter Enköpingsåsen På gång: ytterligare 16

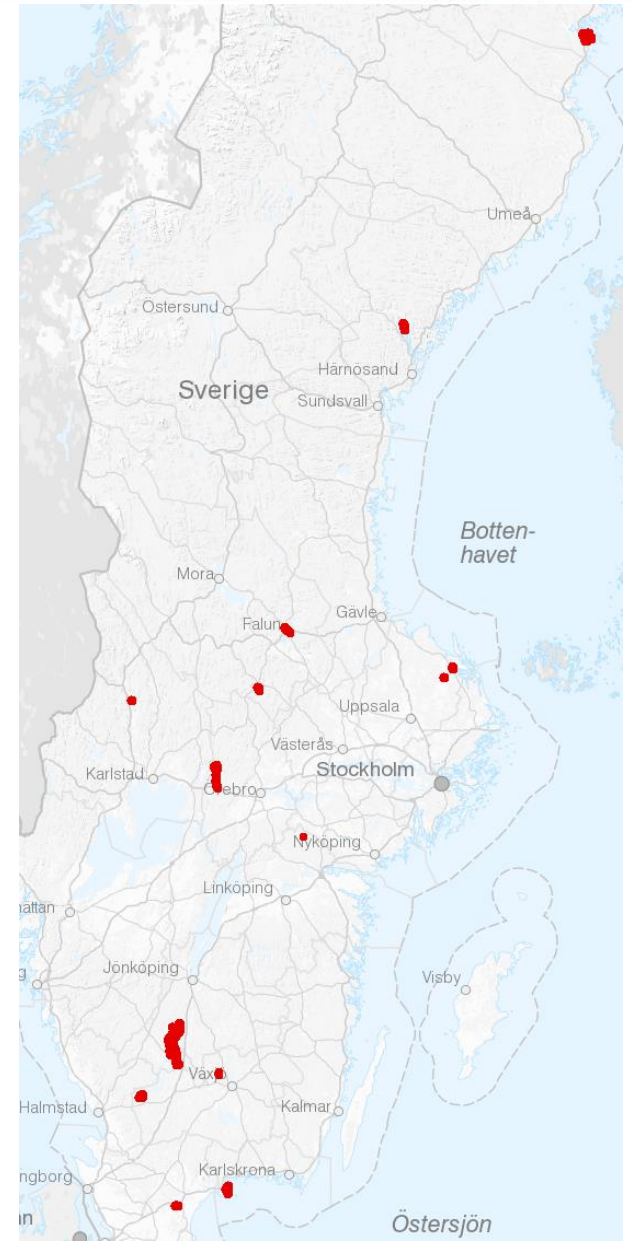
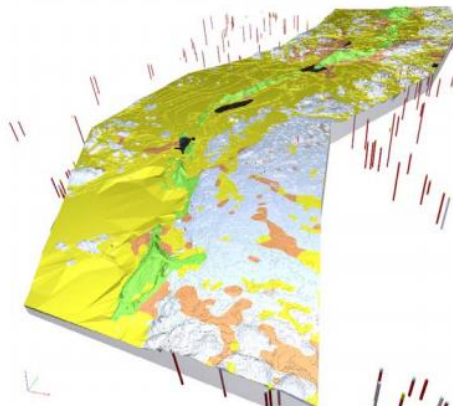
g



British
Geological Survey
NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL

Enköping Esker Pilot Study - Workflow for Data Integration and Publishing of 3D Geological Outputs

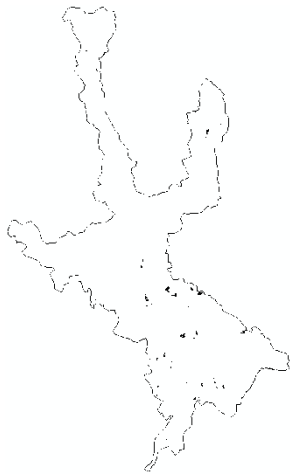
GeoAnalytics and Modelling Programme
Open Report OR/17/003



Överföring från SubsurfaceViewer till FeFlow

- **SubsurfaceViewer kan hantera lager som inte täcker hela modellområdet**
- **FeFlow har ett antal krav:**
 - Beräkningslager får inte "korsa" varandra
 - Beräkningslager måste täcka hela modellområdet
 - Vid varje punkt måste alla beräkningslager finnas
 - Minimum tjocklek av 0.1m
 - Tilldela egenskaper utifrån jordlager
- **Innan underlaget kan tas in i FeFlow behövs bearbetning**
- **Detta görs med hjälp av ArcGIS samt tillägget Spatial Analyst**

Beräkningslager måste täcka hela modellområdet



Ospecificerad



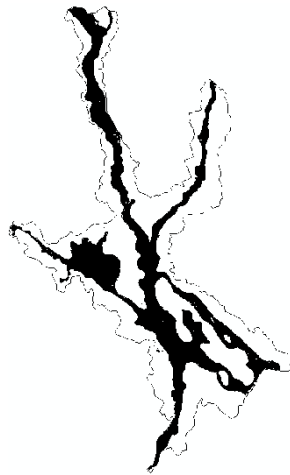
Organisk material



Svall



Silt & lera



Isälvsmaterial

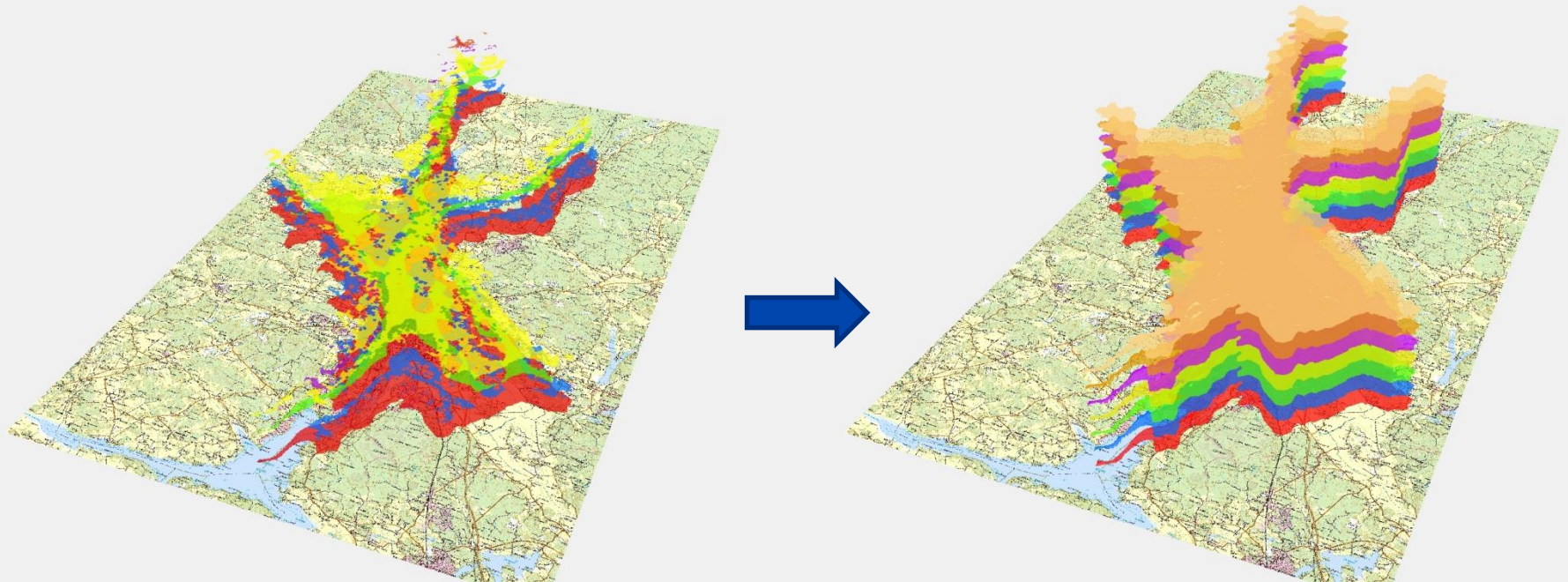


Morän



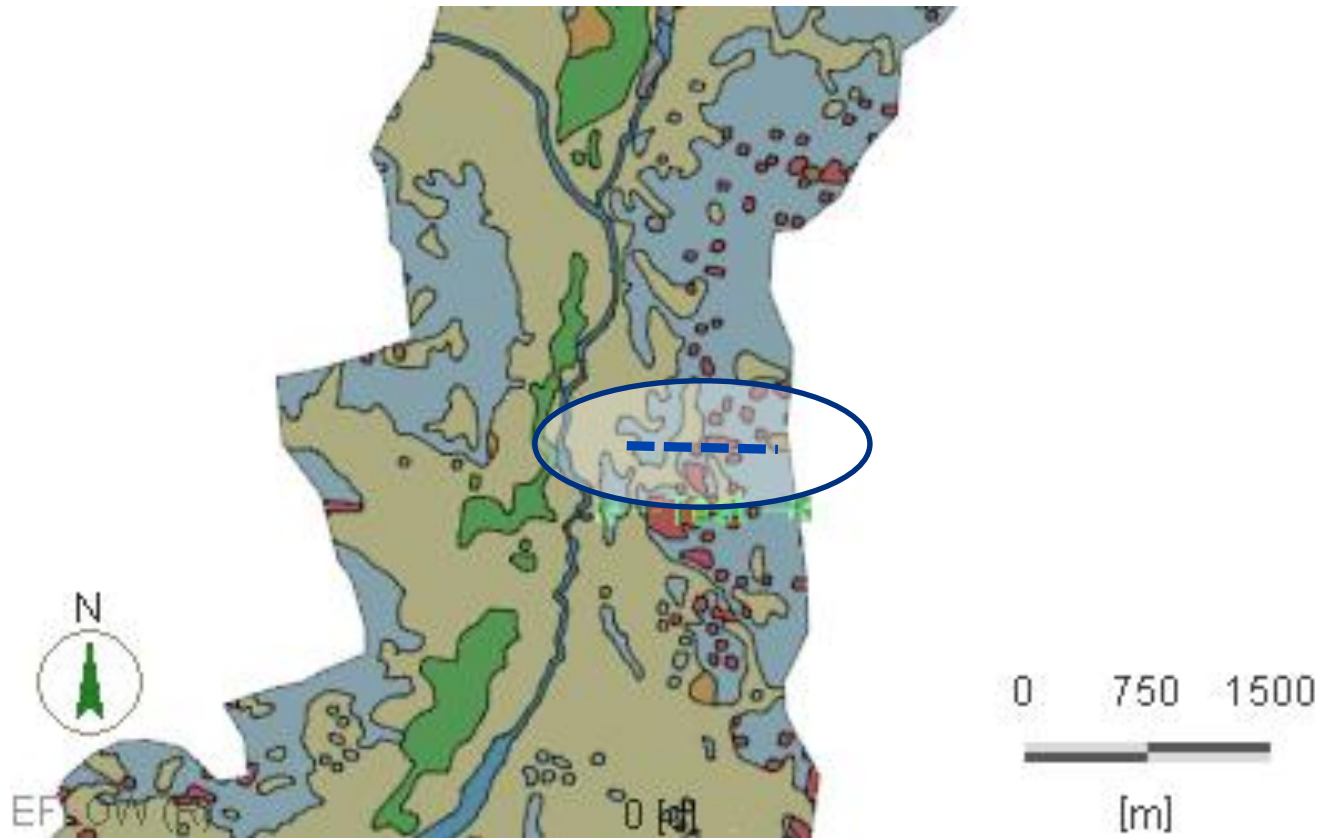
Berg

Beräkningslager måste täcka hela modellområdet



Beräkningskager måste täcker hela modellområdet

→ Exempel – bergidagen

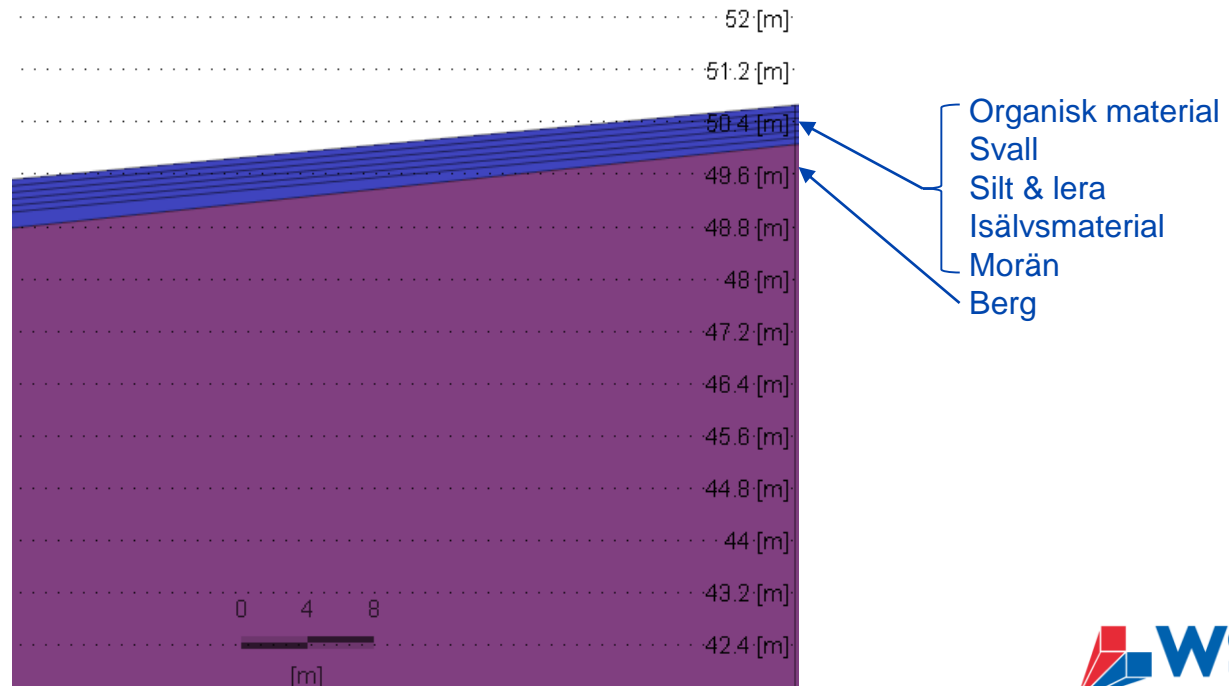
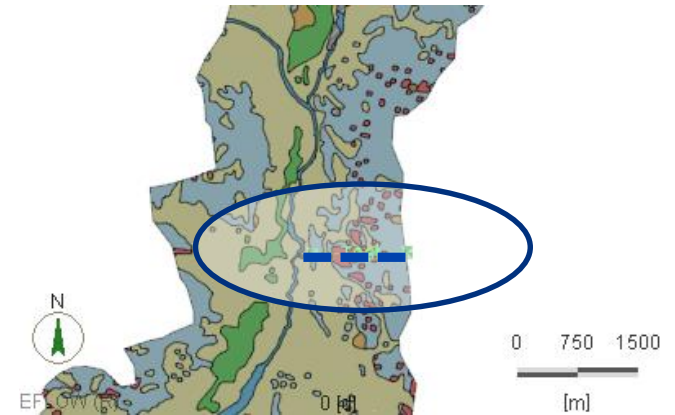


Beräkningskager måste täcker hela modellområdet

→ I detta exempel:

- Sex andra beräkningslager måste läggas till ovanpå
- Sänka bergslaget med totalt 0.6m

→ Minimum tjocklek för varje lager är 0.1m



Tilldela egenskaper - bearbetning i ArcGIS

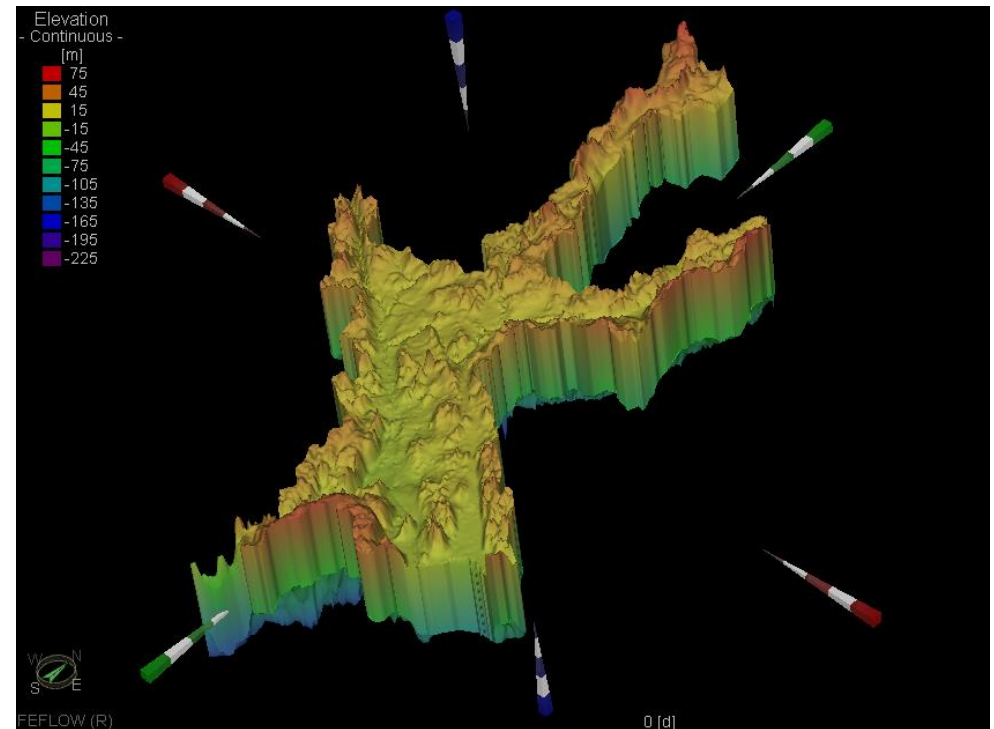
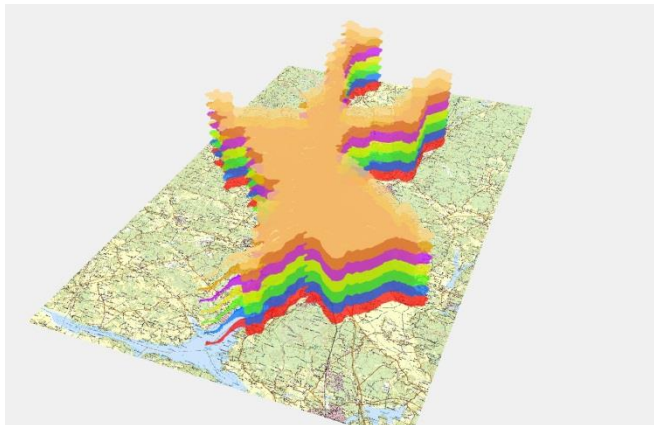
→ Koppla egenskaper till varje beräkningslager i ArcGIS:

OBJECTID	Material	Slice_nr	KxKy_(10-4_m/s)	Porosity
1	Ospec	1	0.01000	0.05000
2	Organiskt material	2	0.00300	0.01000
3	Svallmaterial	3	1.00000	0.15000
4	Silt och lera	4	0.00300	0.01000
5	Primärt isälvsmaterial	5	20.00000	0.18000
6	Morän	6	0.01000	0.05000
7	Berg	7	0.00100	0.00100

→ Fiktiva lager tilldelas den riktiga lagrets egenskaper

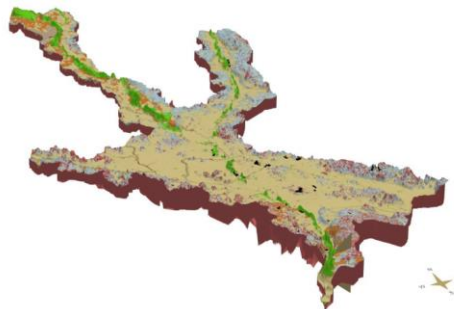
Export till FeFlow

- Punkt fil för varje beräkningslager exporteras från ArcGIS
- Läser in lager för lager i FeFlow
- Finita elementnätet genereras



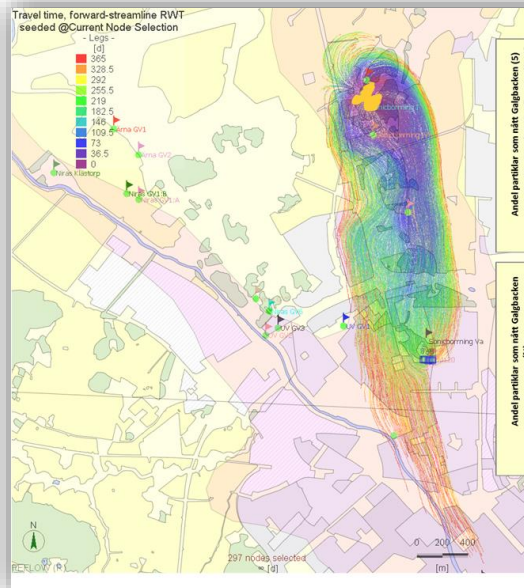
Vad är en 3D-geologiskmodell bra för?

- **Den framtagna modellen kan användas i den fysiska planeringen, t.ex. vid:**
 - bedömning av grundvattnets sårbarhet
 - skyddsbehov vid olika typer av exploatering.
- **Kunskaper och förståelse gällande jordlagerförhållandena på djupet är viktiga för att kunna bedöma påverkan på grundvattennivåer, grundvattenflöden och grundvattenkvaliteten, t.ex. vid:**
 - inläckage till undermarkskonstruktioner
 - borttagning eller punktering av tätande jordlager
 - olika typer av utsläpp av förorenande ämnen.
- **Sktioner, kartor och 3D-illustrationer kan enkelt visas och exporteras från modellen för att användas vid presentationer och som diskussionsunderlag och beslutsstöd.**



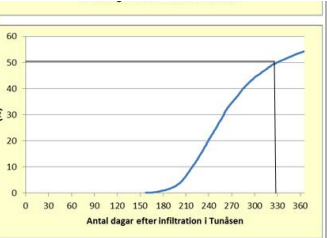
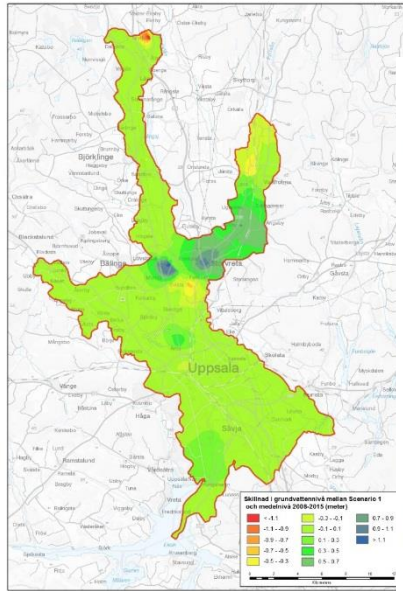
Databasen och modellerna

- Verktyg för en ökad förståelse av hur åsen fungerar hydrogeologiskt och för test av olika driftscenarier t.ex. lokalisering av nya infiltrations- och utsläppspunkter vid olika typer av krislägen.
- Analys av föroreningens utbredning och -åtdärder.
- Operativt stöd vid utvärdering av infiltrations- och utsläppspunkter

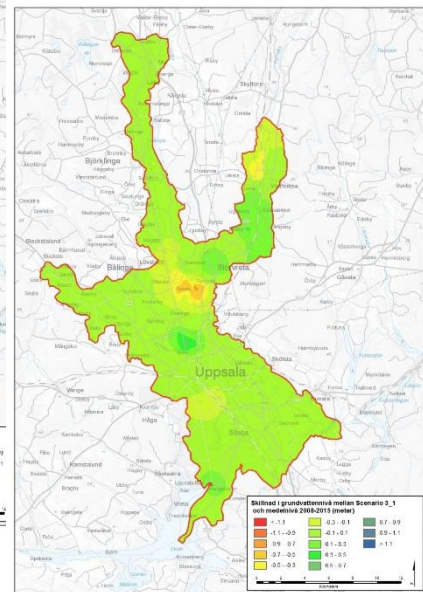
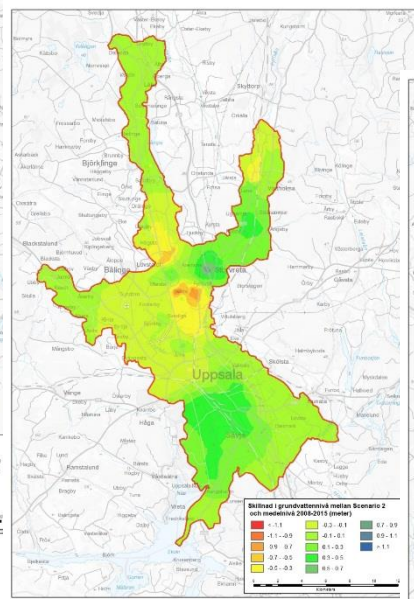


Andel partiklar som nått Gråghäcken (S)

Andel partiklar som nått Gråghäcken (%)



10 000 partiklar
Kinematisk porositet: 15 %
Longitudinell dispersivitet: 1,0 m
Transversell dispersivitet: 0,1 m



TACK !