

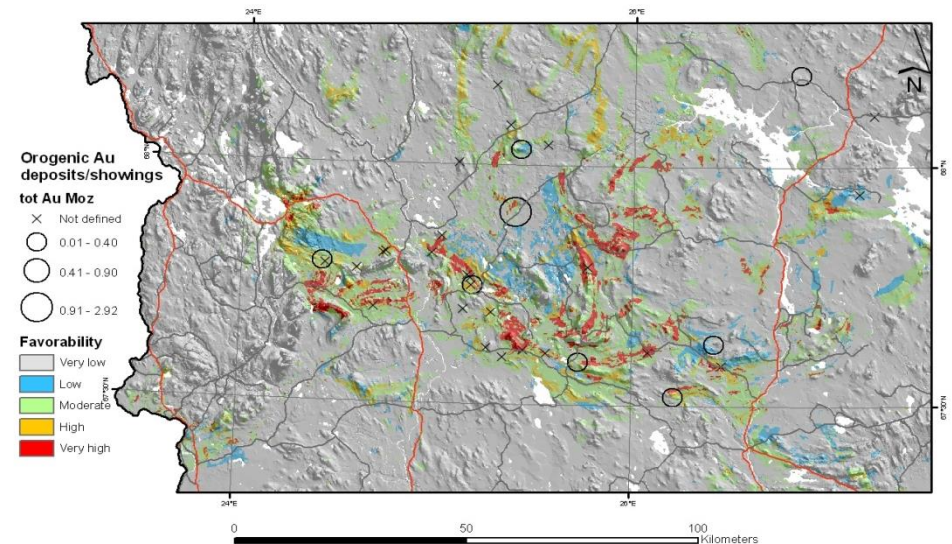
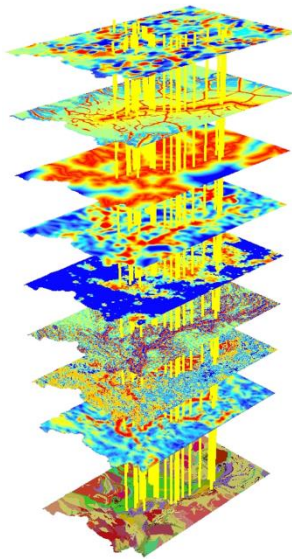
Malminetsintä, UAV:t ja virtuaalitodellisuus

- Vesa Nykänen
- Tutkimusprofessori, geoinformatiikka
- Digitaaliset tuotteet ja palvelut
- Geologian tutkimuskeskus, Rovaniemi

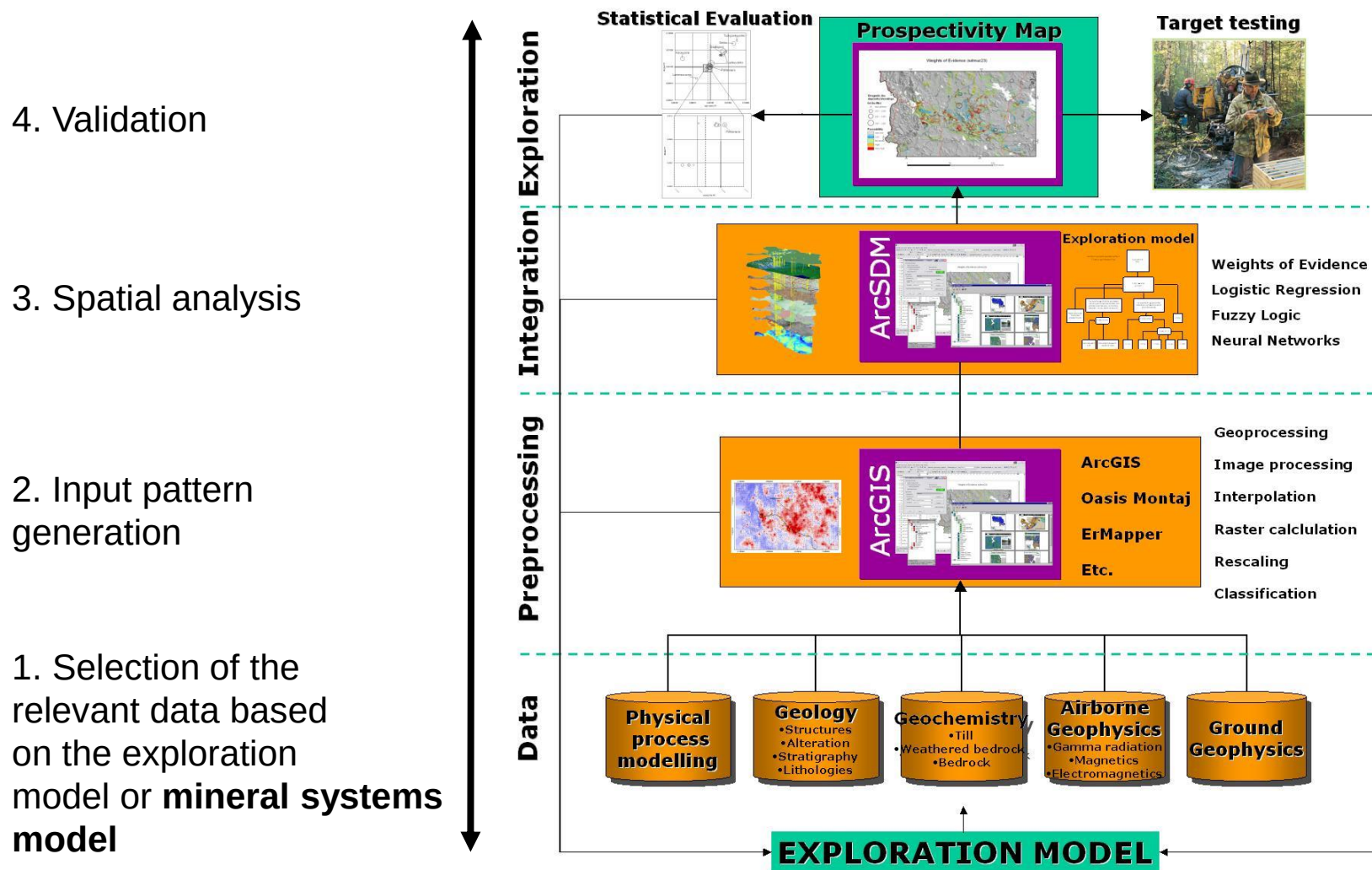
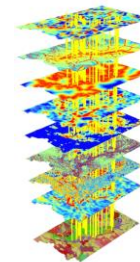


Mineral prospectivity mapping

- Traditionally based on expert opinions on potential areas for a certain deposit type
- Digital maps allow quantitative analysis of data and numerical modelling for mineral prospectivity mapping (also known as **mineral potential mapping**)
- Aim is to delineate areas favorable for mineral exploration

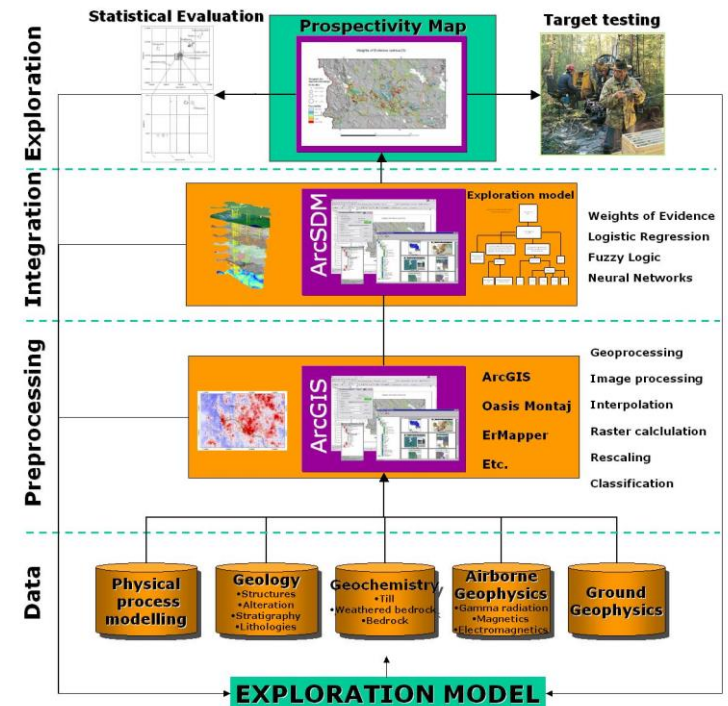


Mineral prospectivity mapping methodology



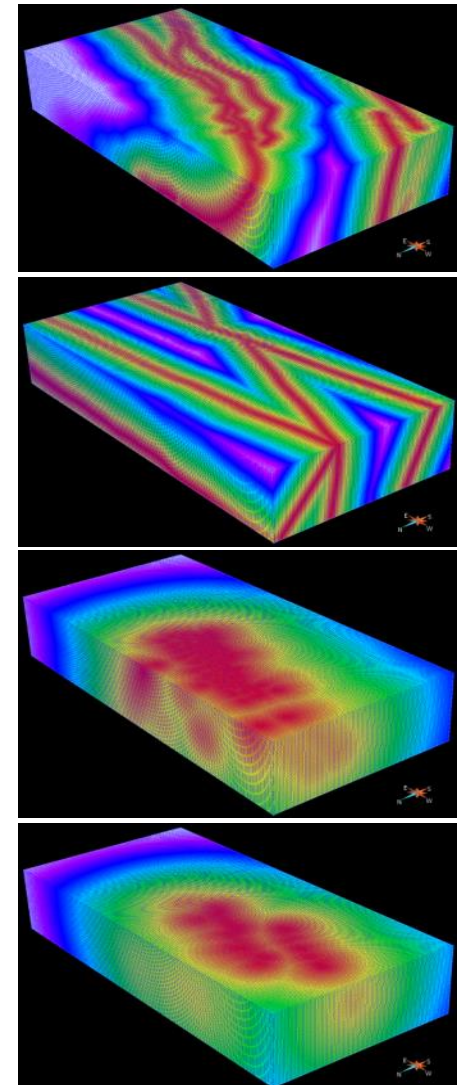
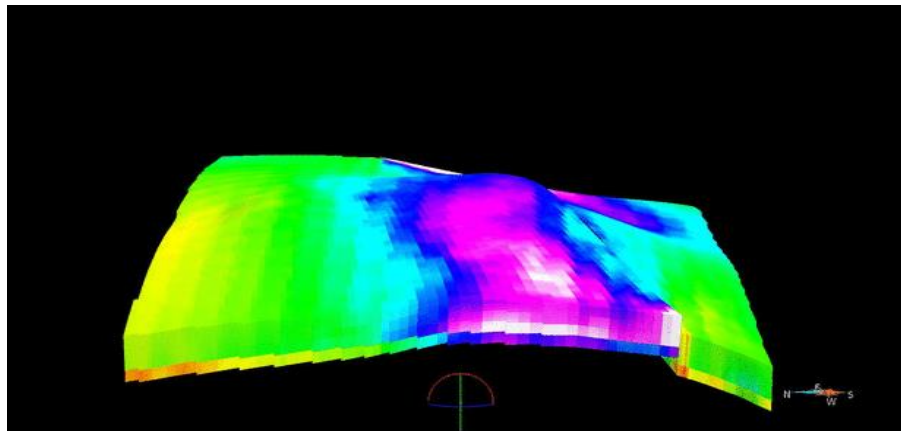
Mineral prospectivity mapping

- Mineral prospectivity mapping service components
 - Mineral system models/Exploration models
 - Spatial data acquisition and data harvesting
 - Preprocessing of spatial data
 - Geophysics
 - Geochemistry
 - Geology
 - Remote sensing
 - Spatial analysis and modeling
 - Weights of evidence, logistic regression
 - Neural Networks
 - Data mining (SOM)
 - Fuzzy logic
 - Model validation
 - Statistical validation techniques
- Same methodology can be applied to other spatial data and purposes too



Ongoing and future work

- Modeling continues in several targets
- Further utilization of the models
 - 3D prospectivity modeling
 - Restoration work
 - Mineral system modeling



Mineral prospectivity modeller (MPM) project

Approach

- Re-coding the Spatial Data Modeller (SDM) tools
 - Weights-of-Evidence, Logistic Regression, Neural Networks
- Implementing new tools and methods (ROC –validation, connection with R, random forest, support vector machine, SOM, RL Score etc.)
- Fuzzy tools as a web service
- Test data using open data from Finland
 - Lithogeochemistry and till geochemistry
 - Bedrock map
 - Airborne geophysics

-> **Arc SDM 5 for ArcGIS 10 and ArcGIS Pro
and on-line MPM for Web**

Funding from a Finnish national funding instrument Tekes (with EU contribution)

+Mining Industry

Funding

Tekes	89 %	450 000 €
Companies	10 %	50 000 €
Other public	1 %	8000 €
Total	100 %	508 000 €



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Tekes



國家海洋局第二海洋研究所
Second Institute of Oceanography, SOA



AGNICO EAGLE
FINLAND



AngloAmerican

BOLIDEN



DE BEERS
GROUP OF COMPANIES

Sakumpu
Exploration Oy

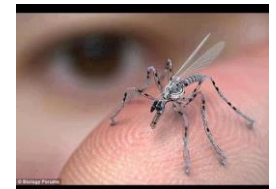
S2R
S2 Resources

We are seeking more sponsors to support our efforts to continue developing these tools.

UAV -lentolaitteista

- Nimitykset:
 - “Drooni”
 - UAV – unmanned aerial vehicle
 - RPA – remotely piloted aircraft
- Kiinteäsiipiset
 - ✓ nopeampia -> pitempi lentomatka
 - ✓ aerodynaamisempia -> pitempi lentoaika
- Quadro/heksa/octo -kopterit
 - ✓ voivat lentää hitaammin
- Monen kokoisia ja painoisia
- Sähkö- tai polttomoottorit (tai hybridi)
- Lentoajat: ~15 minuuttia - 1.5 tuntia
- Hyötykuormat 1 to 10 kg (korreloi hinnan kanssa)
- Hintahaitari ~500 - 50 000 €
- UAS – miehittämätön ilma-alusjärjestelmä
- RPAS – kauko-ohjattu ilma-alusjärjestelmä

Miehittämätön ilma-alus on ilma-alus, joka on tarkoitettu käytettäväksi ilman mukana olevaa ohjaajaa. Miehittämättömät ilma-alukset on usein myös varustettu jotain tiettyä tehtävää, kuten esim. valokuvaamista tai mittaamista varten.





UAV vs. maastomittaukset

UAV menetelmien etuja:

- Ei maastoesteitä (suot, järvet, joet, louhikot)
-> parempi kattavuus
- Nopeampia; $v = 10-15 \text{ m/s} \rightarrow 36-54 \text{ linja-km/h}$
- Kustannustehokkaita (vähemmän henkilötyötä)
- Ympäristöystävällisiä
- Joustavia (mittaussuunnitelmaa voidaan muuttaa "lennosta")



Perinteisten maastomittausten etuja:

- Voimakkaammat mittausvasteet
- Mittalaitteiden paino ei yleensä rajoite
- Parempi tarkkuus & erotuskyky (enemmän yksityiskohtia)



UAV vs. perinteiset lentomittaukset



UAV mittausten etuja:

- Pienemmät aloitus & käyttö kustannukset
- Pienempi lentonopeus -> tiheämpi näytteenotto
- Ei tarvita lentokenttää
- Joustavia (esim. linjaväliä ja suuntaa voidaan muuttaa "lennosta")

Perinteisten lentomittausten etuja:

- Suuret hyötykuormat & lentohenkilöstä
- Usean menetelmän yhtäaikaista mittaamista (magneettinen, EM, radiometrinen..)
- Pitkät lentoajat & isot mittausalueet
- Perinteet & rutiinit -> hyvä mittausten laatu



UAV:n huonoja puolia

1. Pienet hyötykuormat
 - Esim. gravimetrit liian painavia
 - Esim. EM –mittausjärjestelmät liian isoja ja ne vaativat suurta käyttövoimaa
2. UAV't ovat kooltaan pieniä ja aiheuttavat suuren sähköisen kohinan
 - mittalaitteiden asennusmahdollisuudet rajallisia
 - kohinainen alusta huono geofysiikan menetelmille
3. UAV's are keveitä ja herkkiä tuulelle ja ilmapyörteille
 - aiheuttaa ongelmia miltei kaikissa menetelmissä

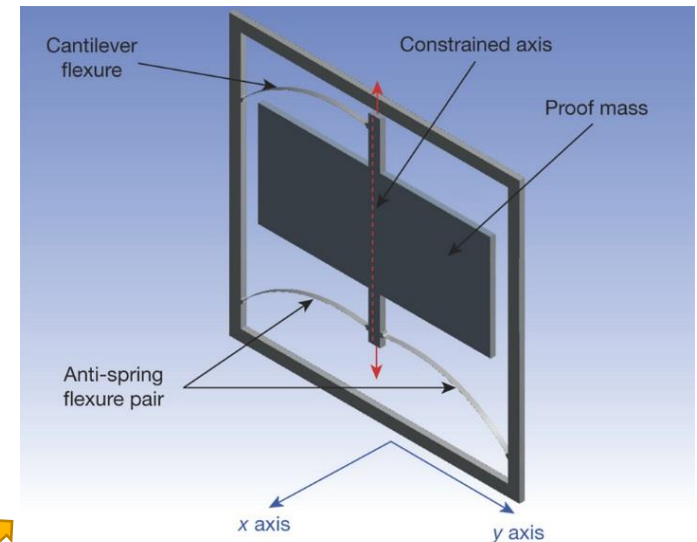
Mitta-antureiden kehitys ja mittausjärjestelmien huolellinen suunnittelu tärkeää!

Sensoriteknologian tulevaisuus?

MEMS = **M**icro**E**lectro**M**echanical **S**ystems

- toiminta perustuu yleensä mekaanisen herätteen muuttamiseen sähköiseksi signaaliksi
- esim. paine- ja kiihtyvyyssantureita
- MEMS-antureiden etuja ovat pieni koko, pieni massa, vähäinen tehonkulutus, herkkyys ja tarkkuus
- MEMS –antureihin pystytään integroimaan esim. signaalinkäsittelyelektroniikkaa

MEMS gravimetri?



R. P. Middlemiss, A. Samarelli, D. J. Paul, J. Hough, S. Rowan & G. D. Hammond, 2016.

Measurement of the Earth tides with a MEMS gravimeter

31 MARCH 2016 | VOL 531 | NATURE | 615

UAV-MEMO

Unmanned Aerial Vehicles in Mineral Exploration and Mining Operations in the Arctic Areas of Finland



UNIVERSITY OF LAPLAND
LAPIN YLIOPISTO



Lähtökohta: Malminetsintä- ja kaivostoiminta edellyttää aikaa ja kustannuksia säästävien ympäristöneutraalien etsintä- ja tutkimustekniikoiden kehittämistä.

Tavoite: Ymmärtää UAV-laitteiden teknistä ja oikeudellista soveltuvuutta malminetsintään ja kaivostoimintaan. Löytää ja tarjota uusille ja olemassa oleville PK-yrityksille mahdollisuuksia tarjota UAV -mittauspalveluja sekä kaivos- ja malminetsintäyhtiöille tilaisuuksia ostaa palveluja.

“Projektissa selvitetään UAV:iden teknistä ja oikeudellista soveltuvuutta malminetsintään ja kaivostoimintaan Suomessa. Projektin tulokset julkaistaan ”UAV-MEMO -handbook” tutkimusraportissa.”

UAV-MEMO, 2015-2016

Tekes EAKR/Green Mining rahoitus: 90 %

Partnerit: 5 %

- Geologian tutkimuskeskus
- Lapin Yliopisto / Oikeustieteiden tiedekunta

Yrityusrahoitus 5 %

- Mawson Oy
- Agnico Eagle Finland Oy
- AA Sakatti Mining Oy
- Nordkalk Oy

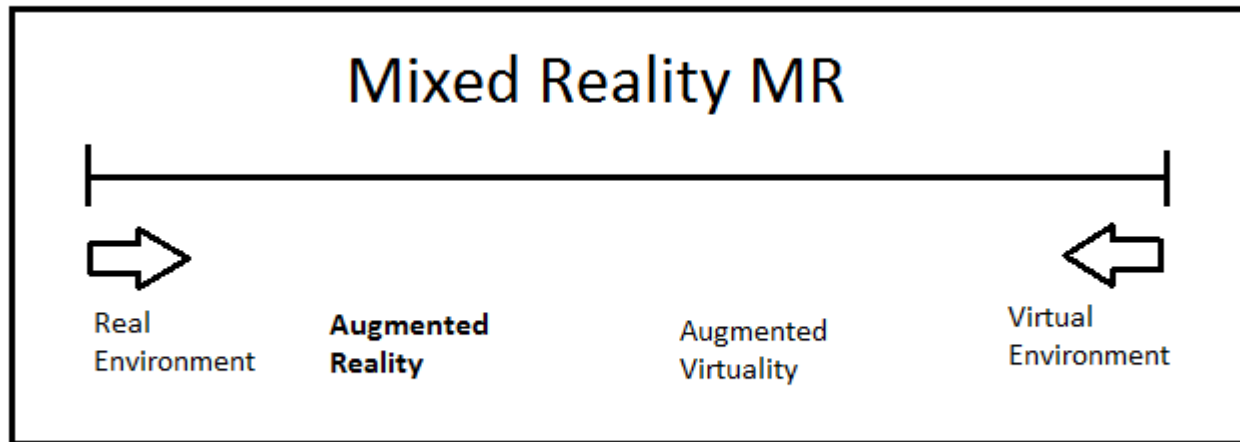
Projektin budjetti kokonaisuudessaan (2015-2016) 378 000 €



Tekes



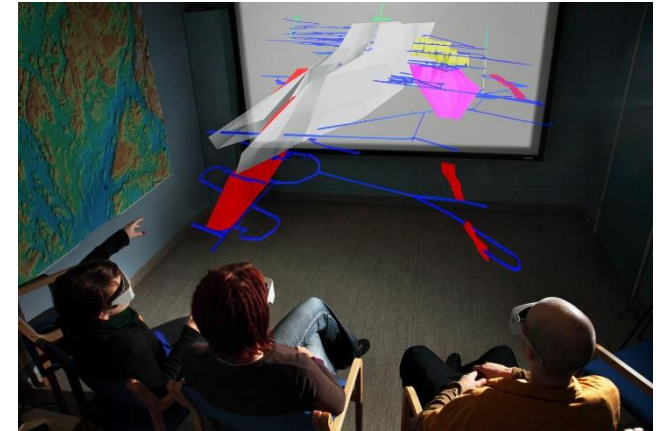
Virtuaalitodellisuus – lisätty todellisuus – sekoitettu todellisuus



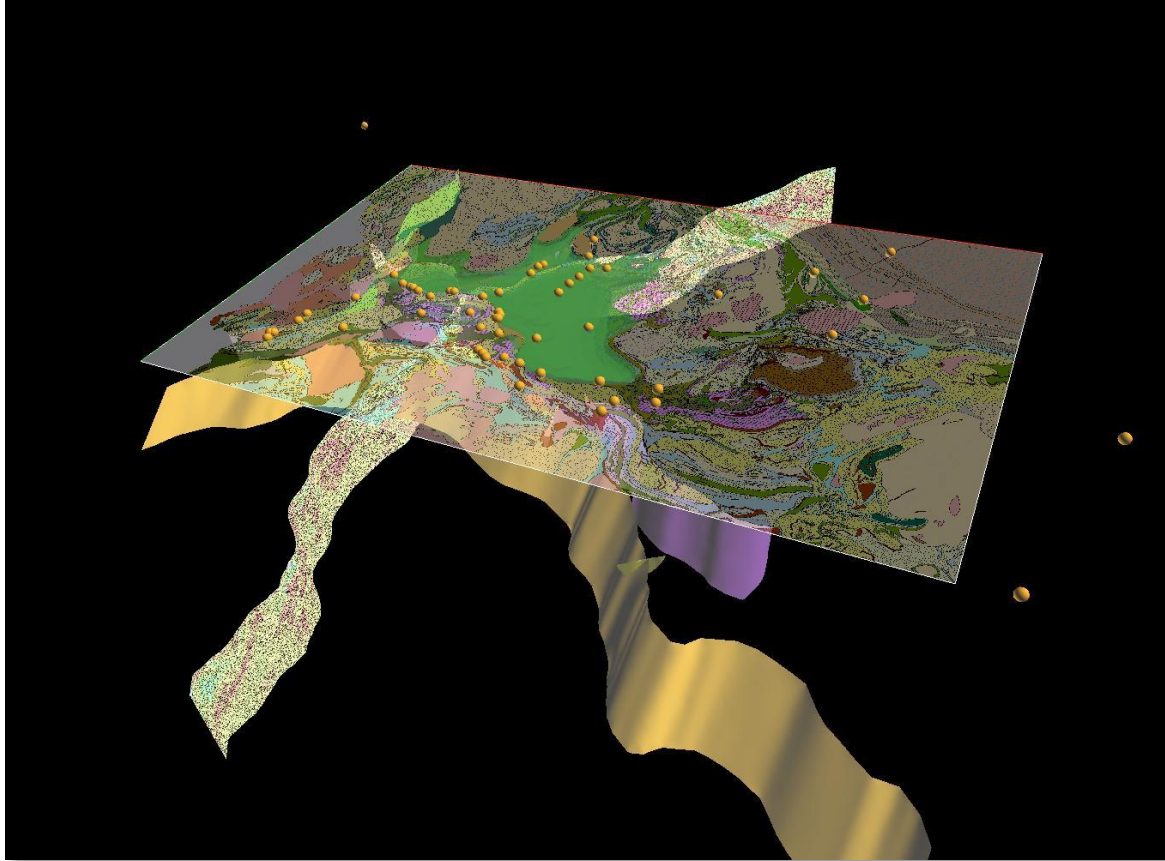
- Reaalimaailma on aistein havaittu maailma sellaisena kuin se on.
- Virtuaalimaailma on virtuaalisesti kehitetty, eikä sisällä mitään todellisen maailman objekteja.
- Lisätty todellisuus taas sijoittuu lähemmäs reaalimaailmaa kuin virtuaalimaailmaa, jolloin toiminnan peruste ja käyttömahdollisuudet sijoittuvat todellisuuteen.

Virtuaalitodellisuus

- **Virtuaalitodellisuus eli tekotodellisuus** (*keinotodellisuus, lumetodellisuus, engl. virtual reality*)
 - Tietokonesimulaation tuottamien aistimusten avulla luotu keinotekoinen ympäristö.
 - Voi joko pyrkiä simuloimaan jotakin todellista ympäristöä tai se voi luoda täysin kuvitteellisen ympäristön.
 - Visuaalinen vaikutelma luodaan joko tietokoneen näytölle, laajakankaalle tai erityiselle stereoskooppiselle katselulaitteelle.
 - Voidaan käyttää myös muita aistiärsyksiä, kuten simuloitua äänimaailmaa tai tuntoaistiin perustuvia liikeärsyksiä.



Geologinen 3D malli



Lisätty todellisuus

- **Lisätty todellisuus**

(engl. *augmented reality*, lyh. *ar* tai *AR*)

- Viittaa näkymään, johon on lisätty tietokonegrafiikalla tuotettuja elementtejä ja jota käyttäjä tarkastelee läpikatseltavien (see-through) näyttöjen kautta.
- Järjestelmä, jossa keinotekoisista, tietokoneella tuotettua tietoa (kuva, ääni, video, teksti, GPS-informaatio) on lisätty näkymään todellisesta ympäristöstä.
- Yhdistää todelliset ja virtuaaliset objektit todellisessa ympäristössä
- Toimii interaktiivisesti ja reaaliaikaisesti
- Kohdistaa todelliset ja virtuaaliset objektit toistensa kanssa

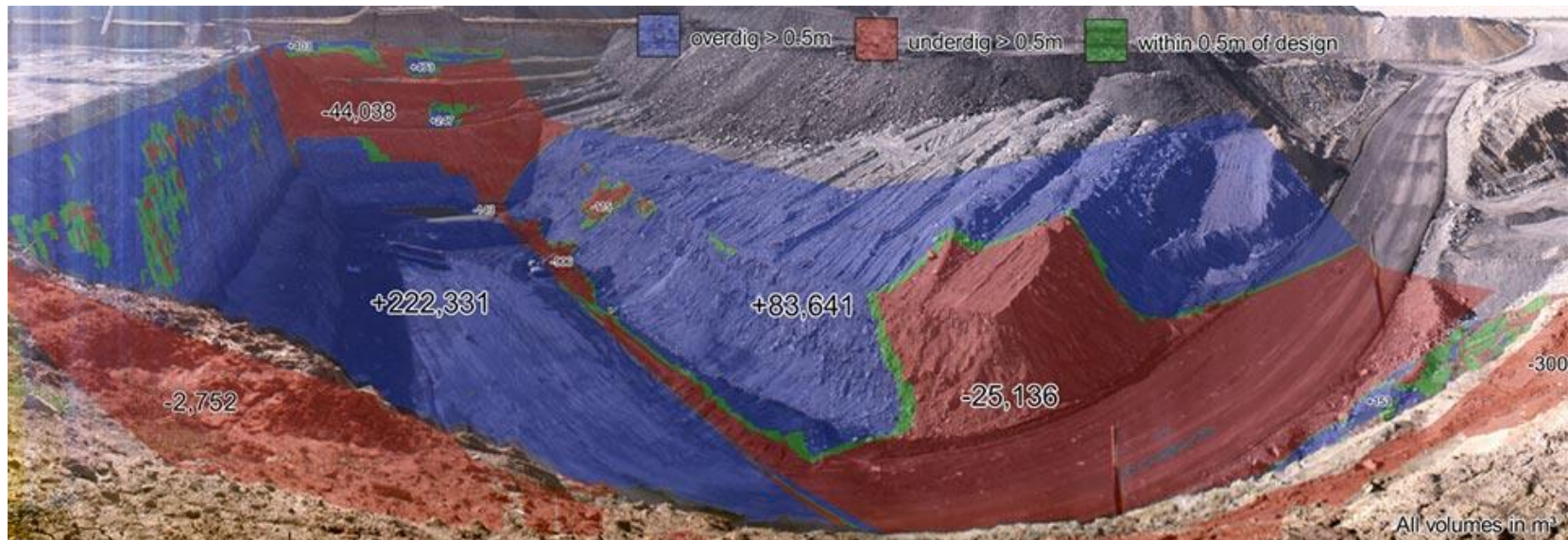


Lisätty todellisuus

- www.esri.com AuGEO: ArcGIS data ja lisätty todellisuus
- Mahdollinen alusta GTK:n ”kansannäytepelille”



- Geologiset kartat, geofysiikan mittaustulokset tai geokemian anomaliakartat yhdistettynä reaali maailmaan
- Esim. <http://www.maptek.com> PerfectDig



Mitä odotuksia Arktinen geoinnovaatiokeskus –verkostolle?

- Uusien yhteistyökumppaneiden löytäminen verkoston kautta kotimaassa ja ulkomailla
 - Tutkimuslaitokset, yliopistot
 - Yrityssektori
- Uusia projekti-ideoita
- Lisää valmiuksia TKI -rahoituksen hakemiseen



A photograph of the Aurora Borealis (Northern Lights) in a dark night sky. The aurora appears as vibrant green, ethereal curtains of light. Below the horizon, the dark silhouettes of evergreen trees are visible against the night sky. The word "KIITOS!" is superimposed in the center of the image.

KIITOS!