

# **Το γνωστικό αντικείμενο του ATM από τη σκοπιά της Γεωμηχανικής και των νέων προκλήσεων**

Μιχάλης Σακελλαρίου

Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Π. Ψαρρόπουλος Δρ. Π.Μ. , Ε. Καπόγιαννη Δρ. Π.Μ., Κ.  
Καψαμπέλη Διπλ. ATM & MMM

# Στόχοι παρουσίασης

- Θα υπογραμμισθεί η σχέση της Γεω-δαισίας με τη Γεω-μηχανική.
- Θα αναδειχθεί η σημαντική συμβολή των τεχνολογιών του ATM στα μεγάλα έργα υποδομής
- Θα δοθεί έμφαση στις Μεγάλες Προκλήσεις και στη διεπιστημονική προσέγγιση

# Σχέση της Γεωδαισίας με τη Γεωμηχανική

## Σχέση χειρουργικής με την ανατομία

Γενίκευση της άποψης του Branner (1898):

***“Το να ασχολείται κανείς με την Τοπογραφία χωρίς να γνωρίζει τίποτα από Γεωλογία μοιάζει με χειρουργό που δεν γνωρίζει τίποτα από Ανατομία”***

John C. Branner (Stanford University professor of Geology), *“Geology in its relation with topography”*, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, June, 1898, Vol. XXXIX, pp. 53-95, 2 plates, 16 figs.

Αυτή η ανακοίνωση του Branner προκάλεσε πολύ ενδιαφέρουσα συζήτηση κατά τη διάρκεια της οποίας ένας σύνεδρος (Kemp) πρόσθεσε:

***“Ο πετυχημένος μηχανικός του μέλλοντος πρέπει να γνωρίζει όχι μόνον πώς να τοποθετήσει το έργο του, αλλά πώς να το τοποθετήσει έτσι ώστε η φύση να τον “βοηθήσει” κατά την κατασκευή και να το “θέσει υπό την προστασία” της. Ισως πολύ αργά αντιληφθεί ότι η Φύση αντιστάθηκε στην επέμβασή του και παρά τις προσπάθειές του ακυρώσει το έργο”. (Kemp, 1898)***

(Πηγή: Ειδικός τόμος της ASCE το 2003)

FIG επιτροπές 5 “Positioning and measurement” & 6 “Engineering Surveying”

IAG υποεπιτροπή 4.2 “Applications of geodesy in Engineering”

# Γεω-δαισία & Γεω-μηχανική

- Συλλέγουν σημαντικές πληροφορίες για να δημιουργήσουν **το γεωμετρικό και φυσικό υπόβαθρο των έργων**. Τυπικά παραδείγματα είναι η κατασκευή σηράγγων, τα συγκοινωνιακά έργα, οι γέφυρες, τα ενεργειακά έργα και τα κτήρια (Γεωτεχνική).
- Η γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας, της μικροηλεκτρονικής και της πληροφορικής άλλαξαν τα όργανα και τις μεθόδους της Γεωδαισίας και της Γεωμηχανικής.
- Οι Μηχανικοί αντιμετωπίζουν τώρα **τα όρια του μεγέθους όχι ως ρεκόρ** αλλά με το κριτήριο της ικανοποίησης των αναγκών της κοινωνίας και της ελαχιστοποίησης των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον”.



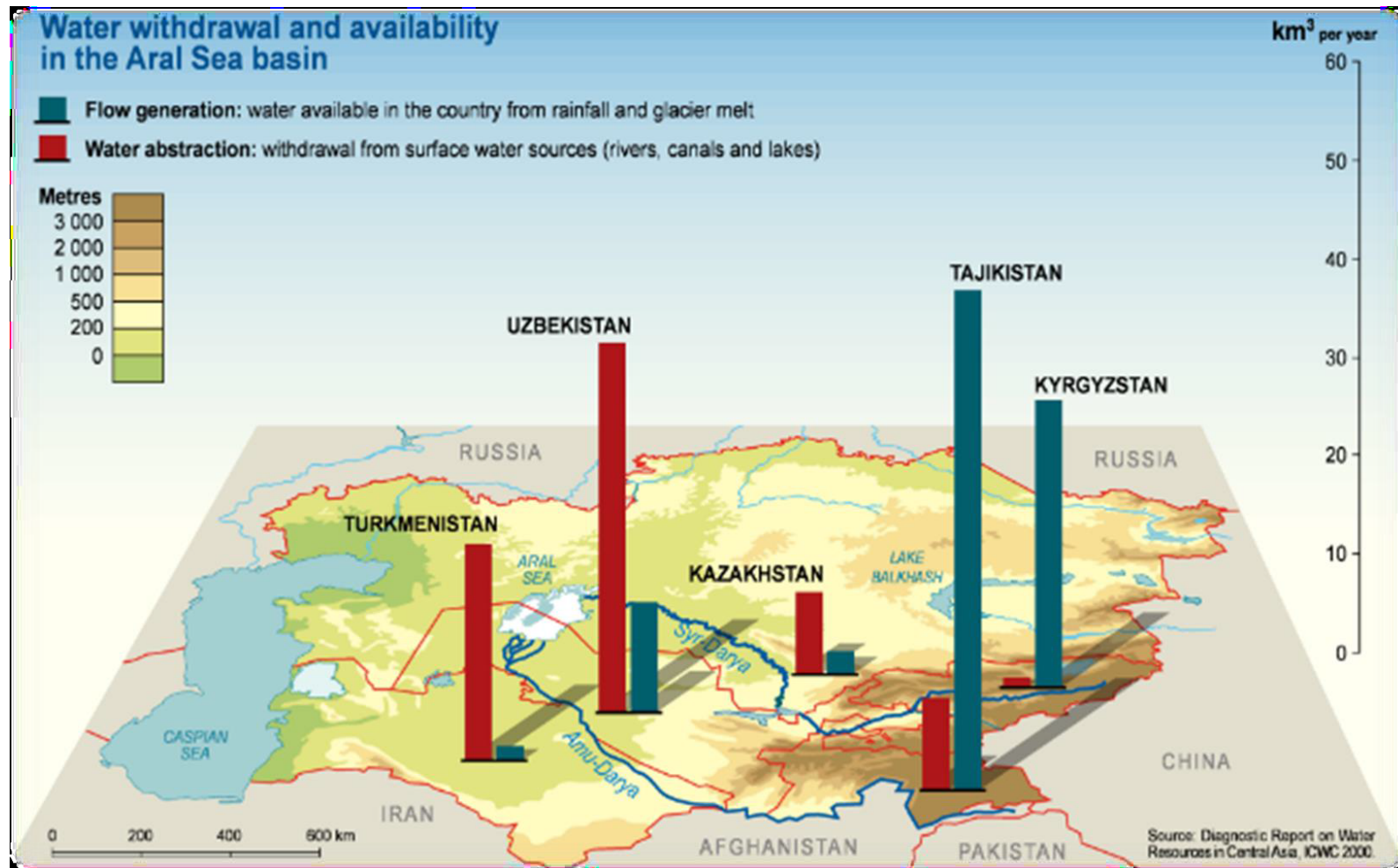
# Ένα ρεκόρ:

## Φράγμα Rogun στο Tajikistan

- Το Tajikistan έχει έλλειψη ηλεκτρικής ενέργειας ικανής να καλύψει τις ανάγκες της χώρας, αλλά έχει το 4% του παγκόσμιου υδατικού δυναμικού. Αυτό οφείλεται στα νερά που προέρχονται από την τήξη των παγετώνων του Θιβέτ. Το φράγμα που κατασκευάζεται θα έχει ύψος 335 m.

# Το ψηλότερο φράγμα του κόσμου

## στο Tajikistan για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



# Rogun Dam (H=335 m)





# Φράγμα Rogun

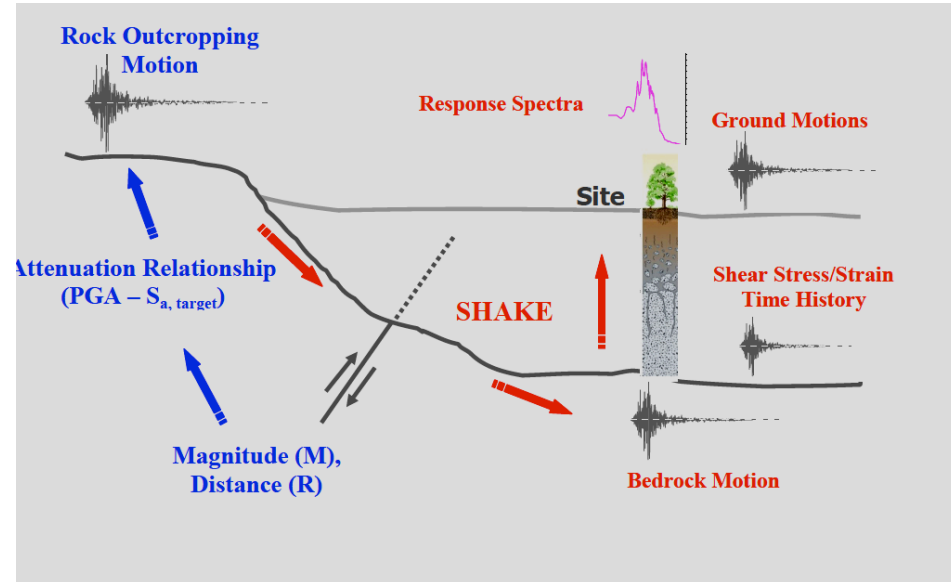


# Σχέση Γεω-δαισίας με Γεω-μηχανική

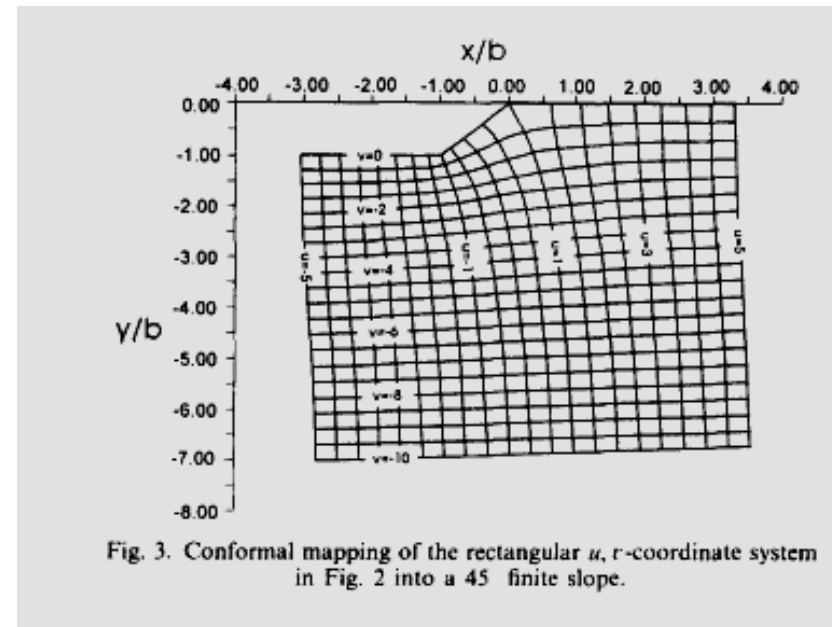
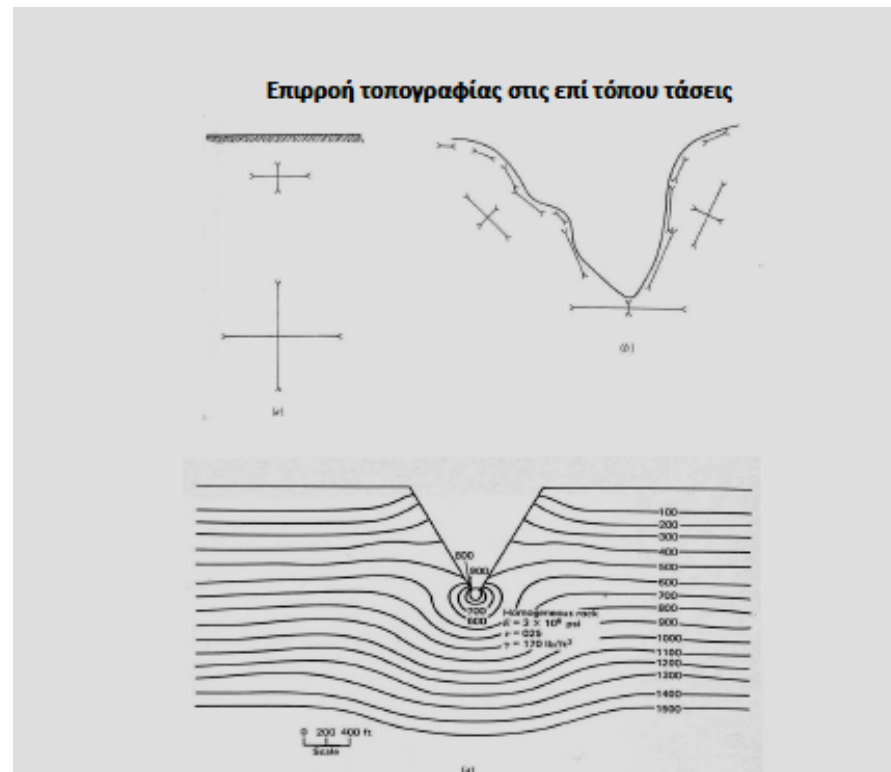


Γεω-δαισία: Μορφή

Γεω-μηχανική: Περιεχόμενο

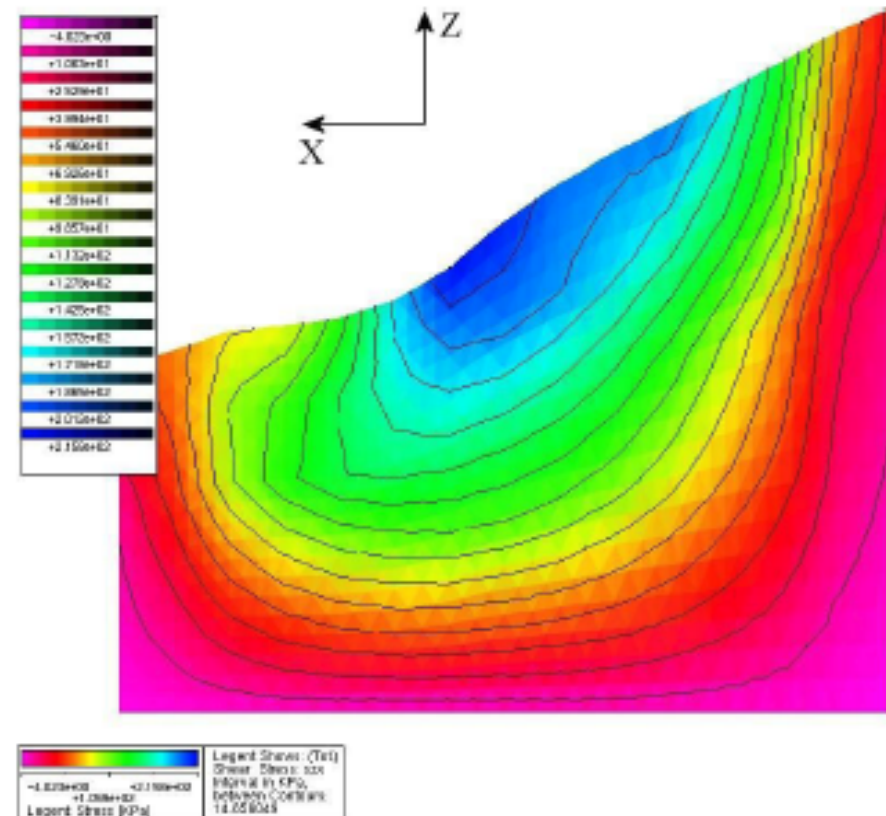
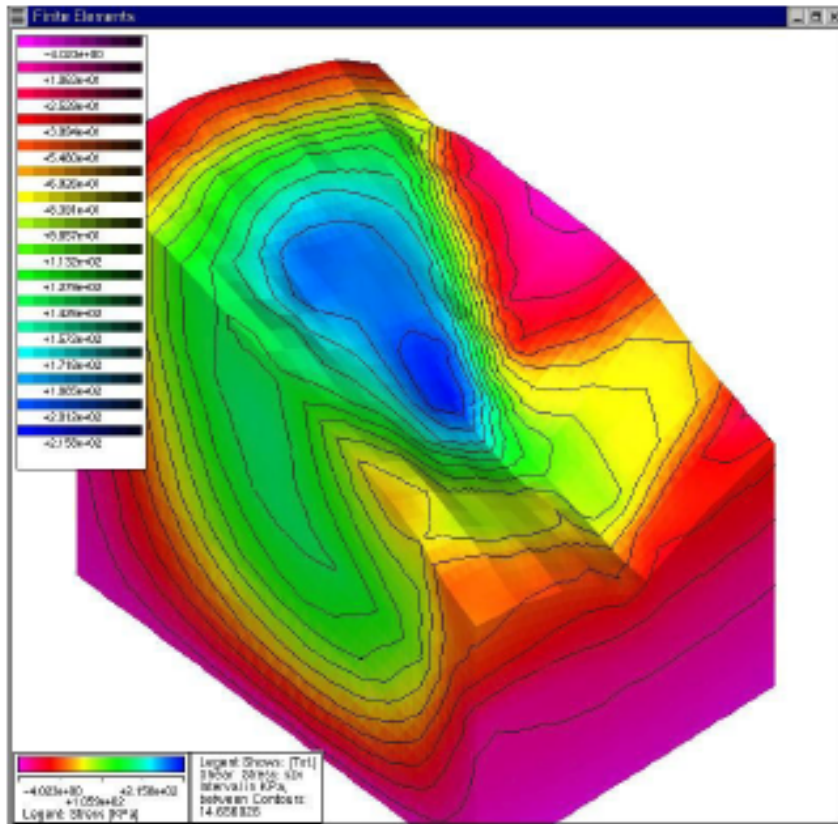


# Επιρροή αναγλύφου στο πεδίο των τάσεων

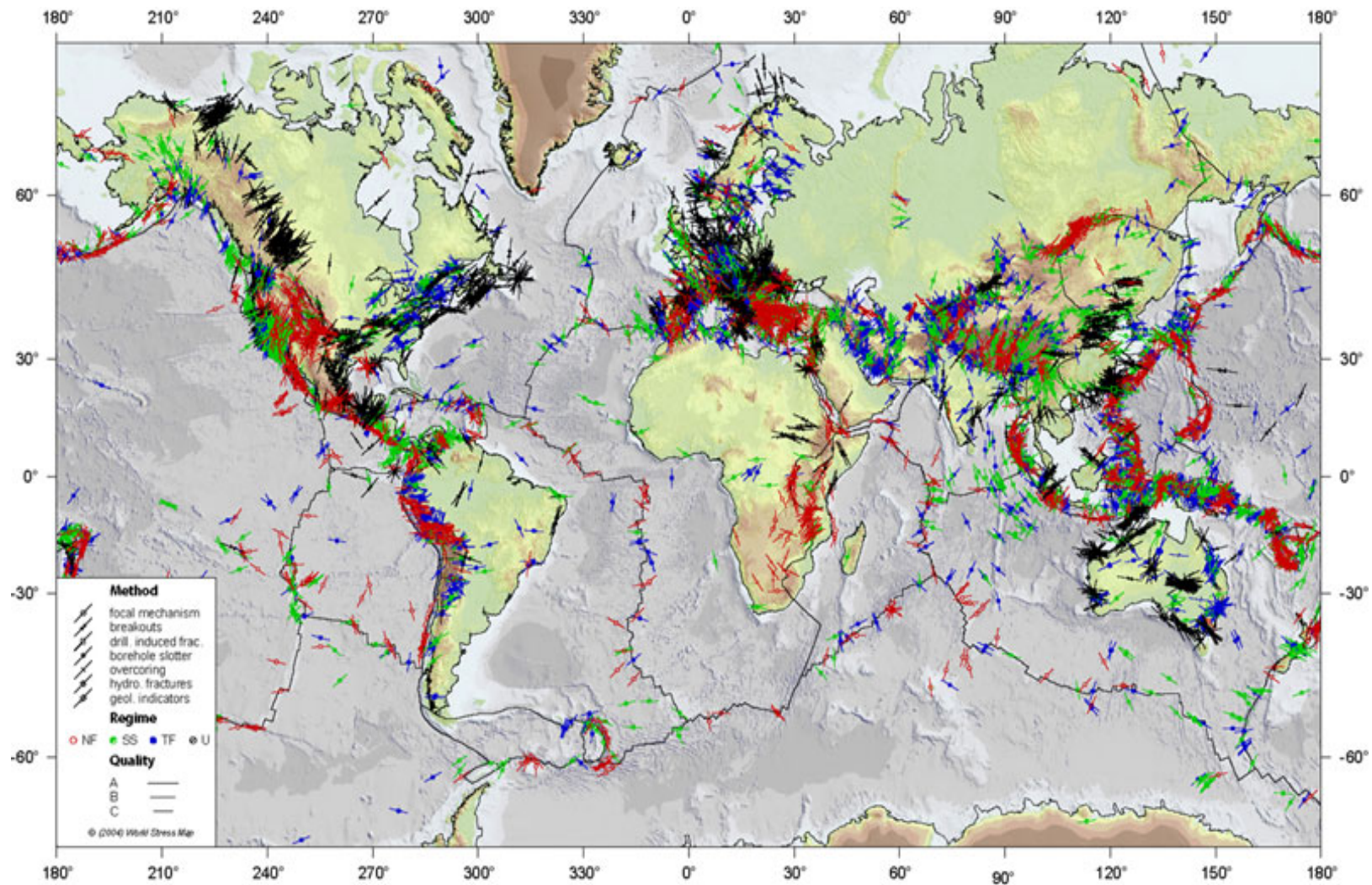




# Συνδυασμός GIS & FEM (ανάγλυφο και τάσεις)

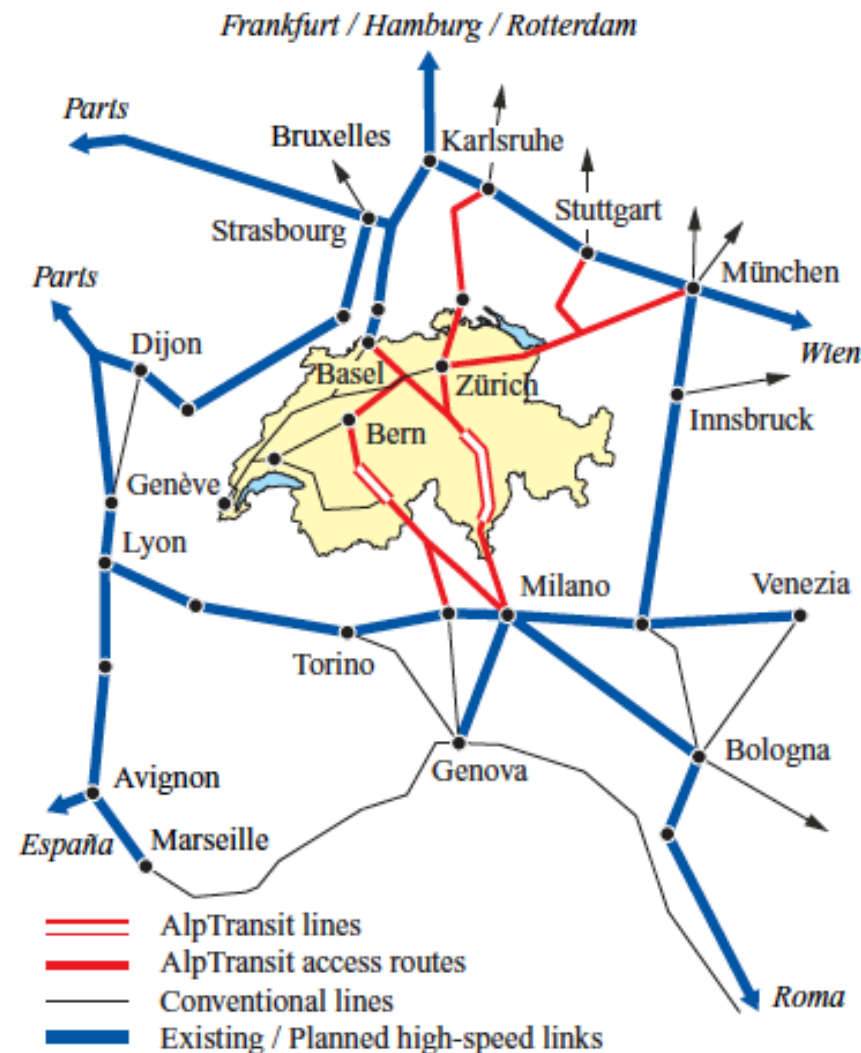


# Παγκόσμιος χάρτης τάσεων





# Η σήραγγα βάσης του Saint Gotthard (Ζυρίχη – Μιλάνο)



# The Gotthard Base Tunnel – a challenge for geodesy and geotechnics

Hilmar Ingensand, Adrian Ryf, Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH, Zürich



# Μορφή και περιεχόμενο

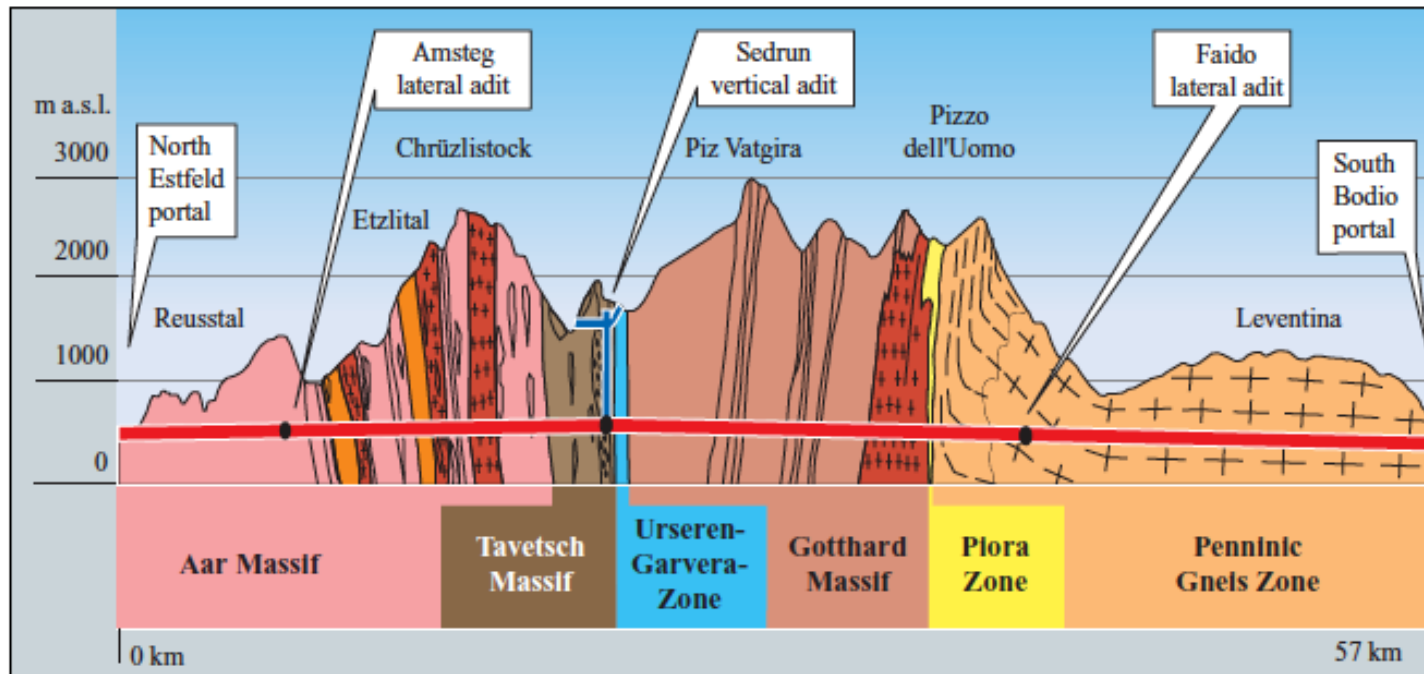
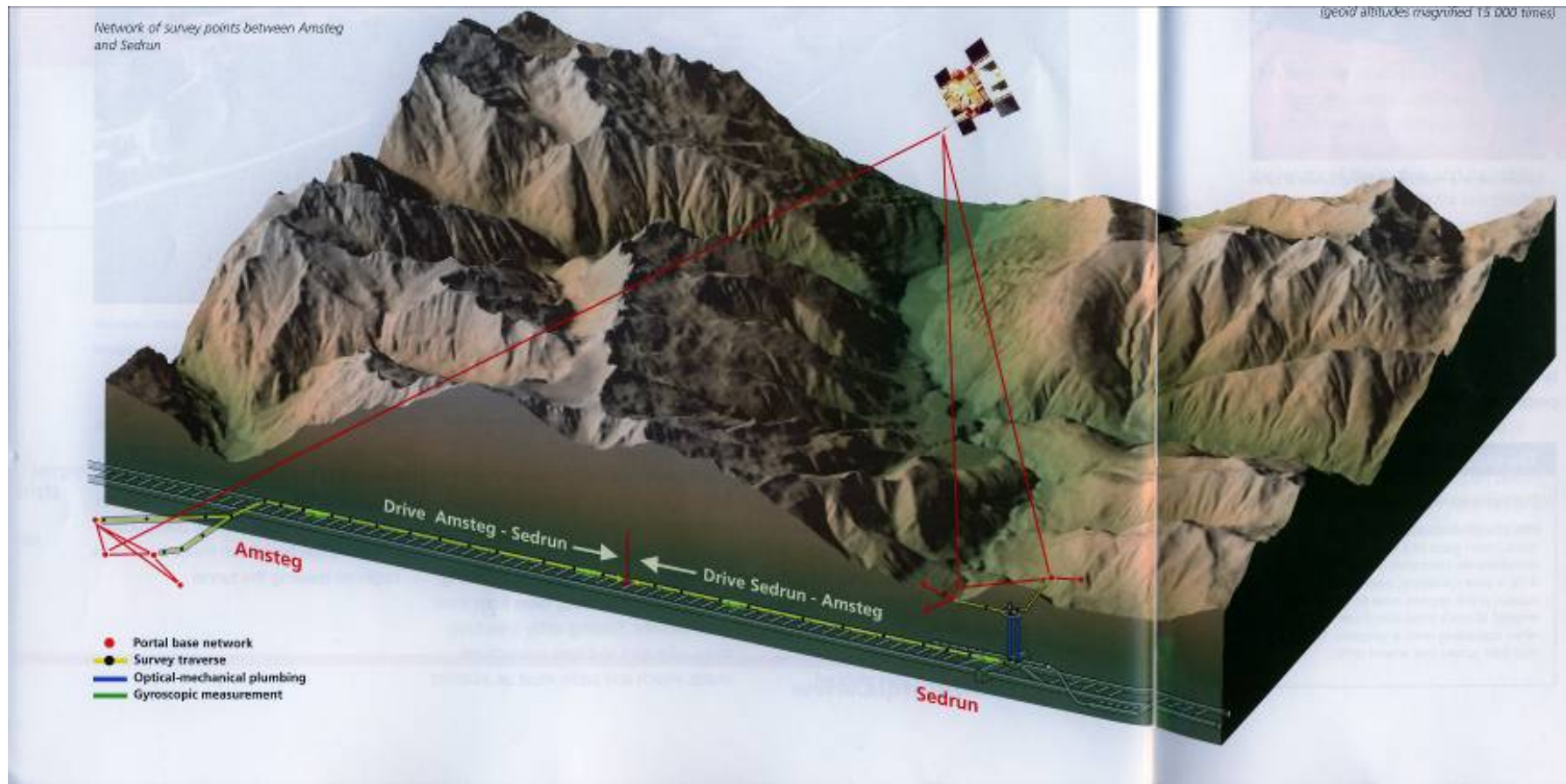


Figure 4: Longitudinal geological profile of the Gotthard Base Tunnel.

S. Loew, H.J Ziegler, F. Keller: Altransit: Engineering Geology of the World's Longest Tunnel System  
ISRM International Symposium, Melbourne (2000).

# Εφαρμογή δορυφορικής και επίγειας Γεωδαισίας στις σήραγγες St Gotthard



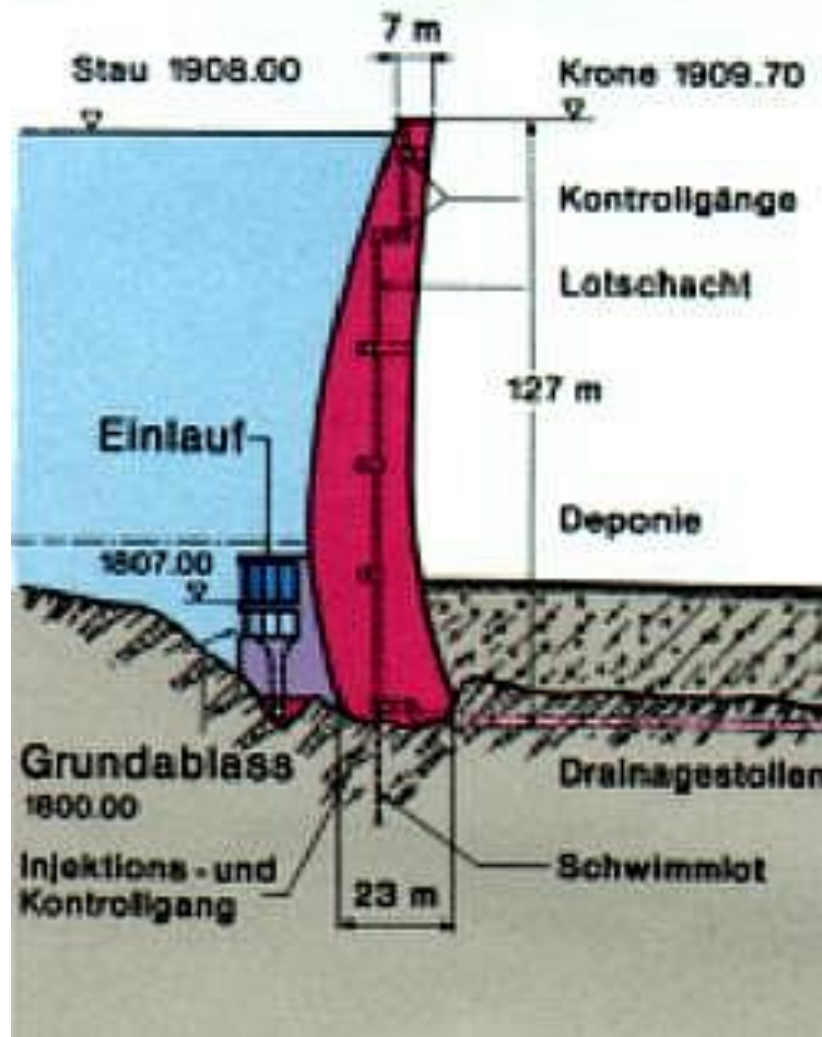


Video προσομοίωσης της διάνοιξης του [Ευπαλίνειου](#)  
υδραγωγείου της Σάμου  
Επιστημονικός υπεύθυνος Θ. Τάσιος





# Nalps Dam



Η διάνοιξη της σήραγγας λειτούργησε ως στραγγιστήριο. Ως αποτέλεσμα αυτής της λειτουργίας, προκλήθηκε μείωση του όγκου γεωλογικής ζώνης πορώδους υλικού με αποτέλεσμα να καταγραφούν μικρομετακινήσεις στο φράγμα Nalps, που βρίσκεται επάνω από τον άξονα της σήραγγας.

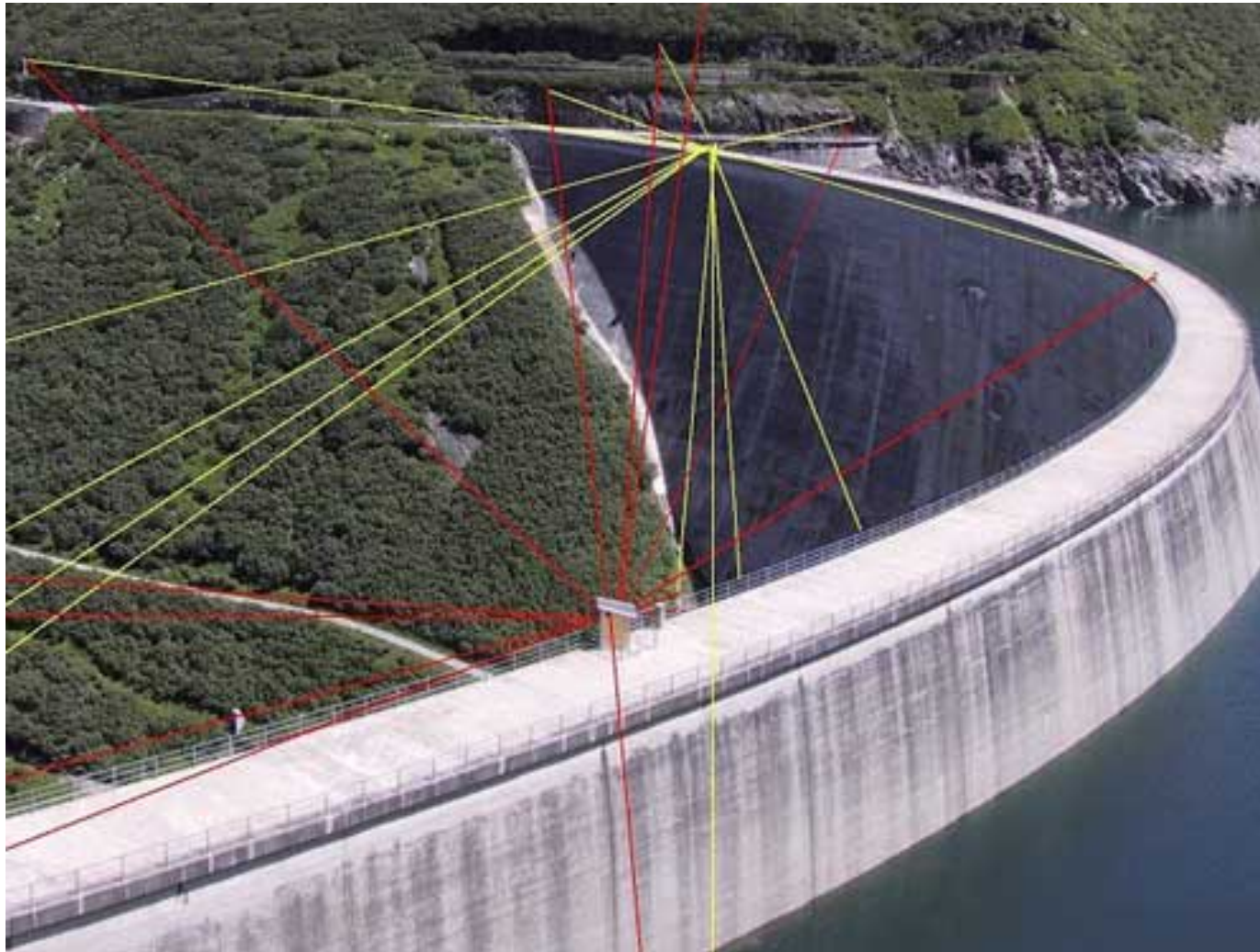


# Φράγμα Nalps

- Εφαρμόστηκαν γεωδαιτικές μέθοδοι παρακολούθησης των μικρομετακινήσεων ώστε να περιορισθούν και να αποφύγουν πιθανές βλάβες στο φράγμα.



# Παρακολούθηση των μετακινήσεων που προκαλούνται στο Φράγμα Nalps λόγω της διάνοιξης της σήραγγας St Gotthard







# Nalps Dam

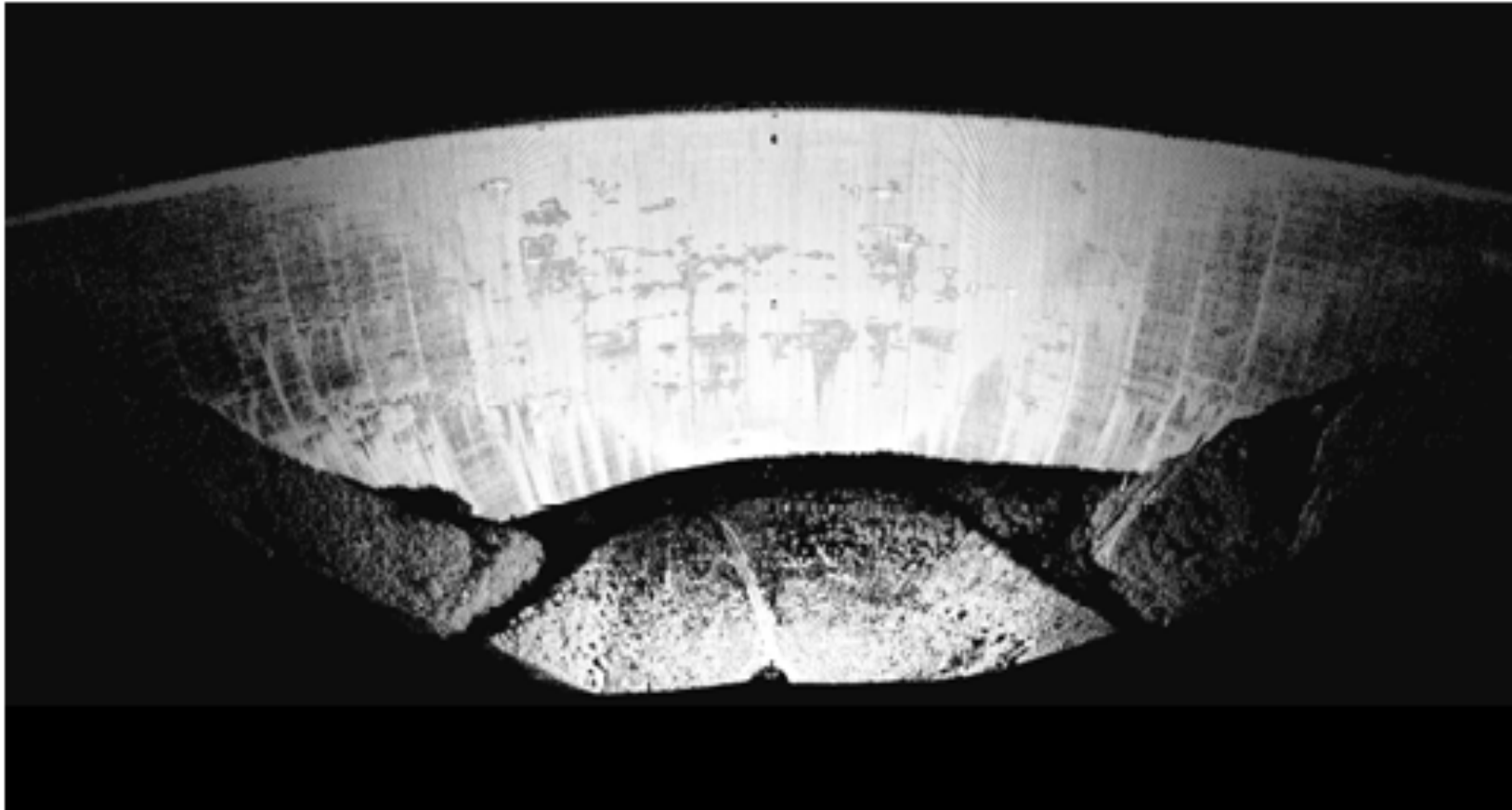




# Nalps Dam

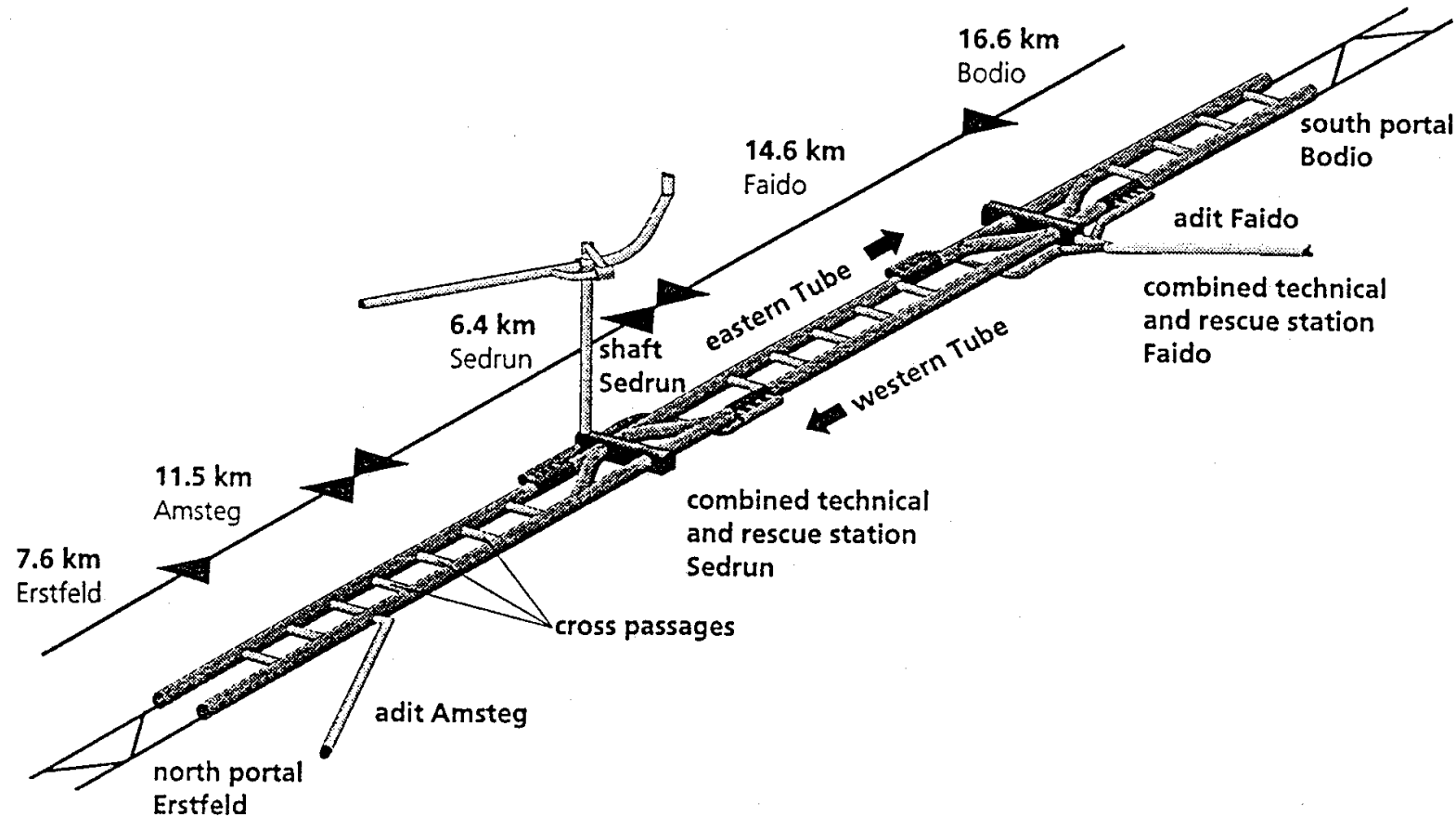


## Εφαρμογή σαρωτή laser





# Γενική διάταξη σηράγγων βάσης



Λόγω του ανάγλυφου του εδάφους στη θέση Sedrun ήταν αναγκαία Η κατασκευή κατακόρυφου φρέατος βάθους 800 m. Για την υλοποίηση της κατακόρυφου χρησιμοποιήθηκαν ειδικές γεωδαιτικές μέθοδοι.

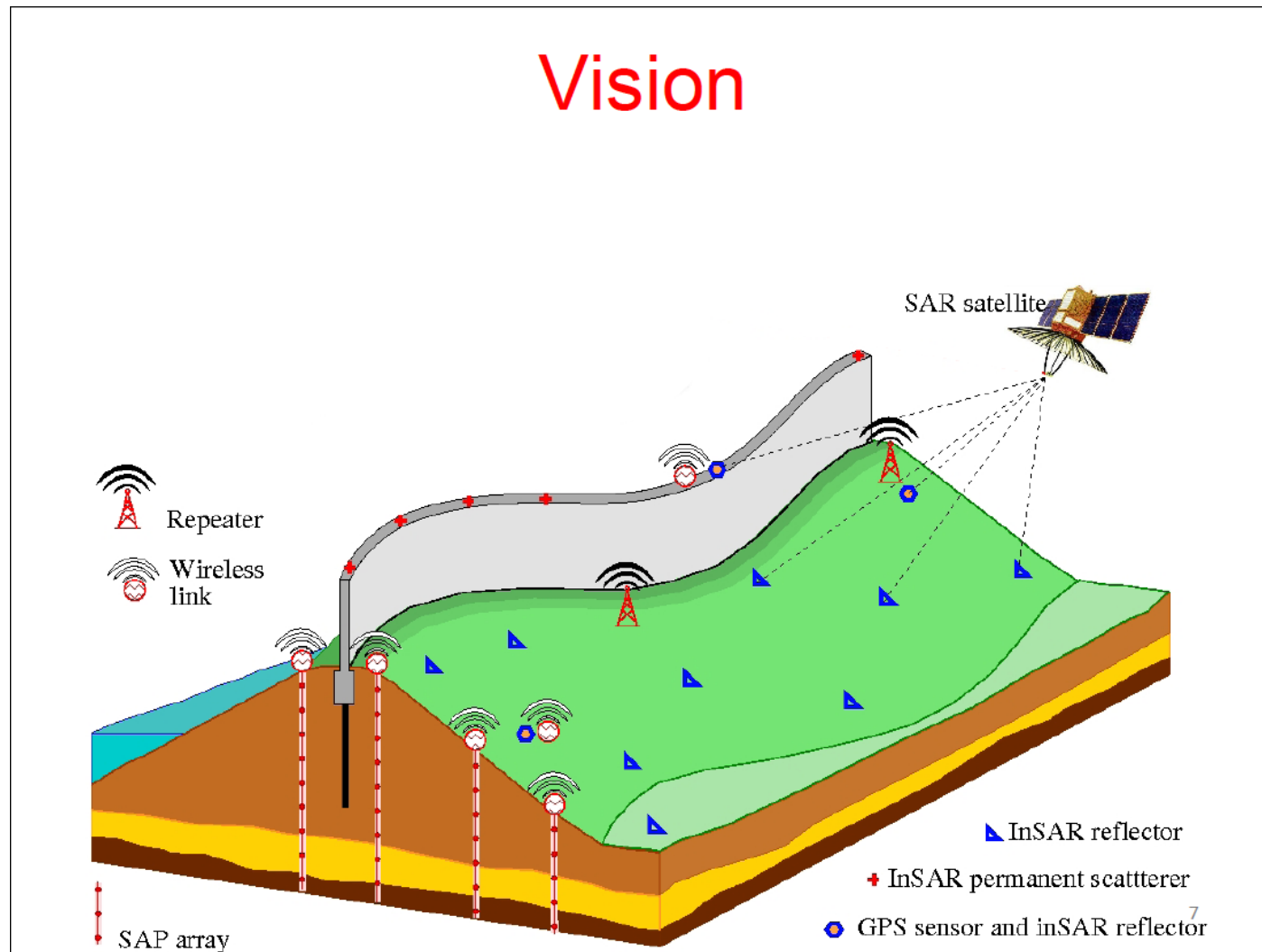
# Φρέαρ βάθους 800 m, Sedrun





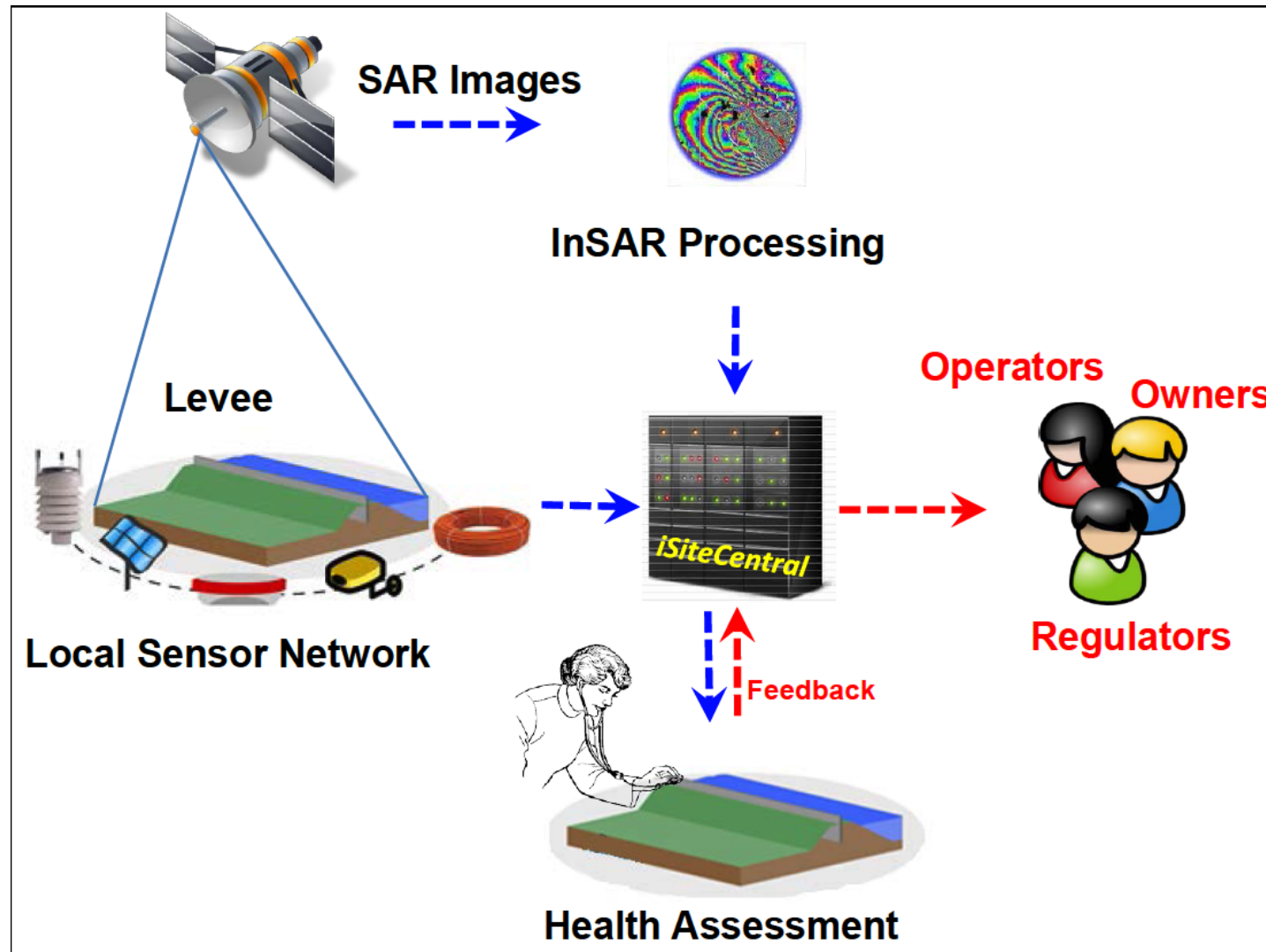
Βάση του φρέατος  
Sedrun στη στάθμη  
της σήραγγας

# Monitoring και πρόγραμμα εκτίμησης της “υγείας” αναχωμάτων και συστημάτων ελέγχου πλημμυρικού κινδύνου (Renssenlaer Polytechnic Institute & Geocomp, 2014)

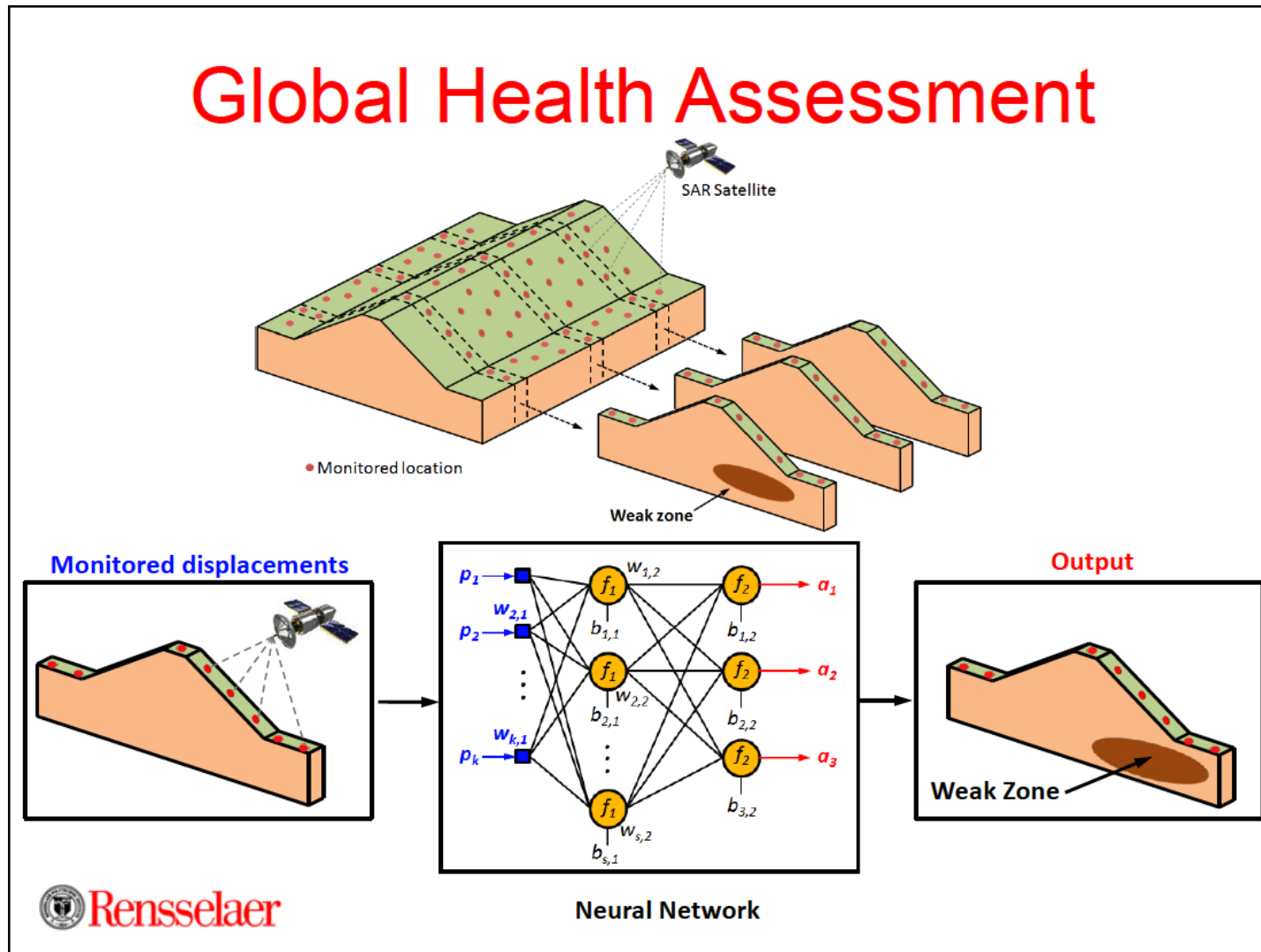




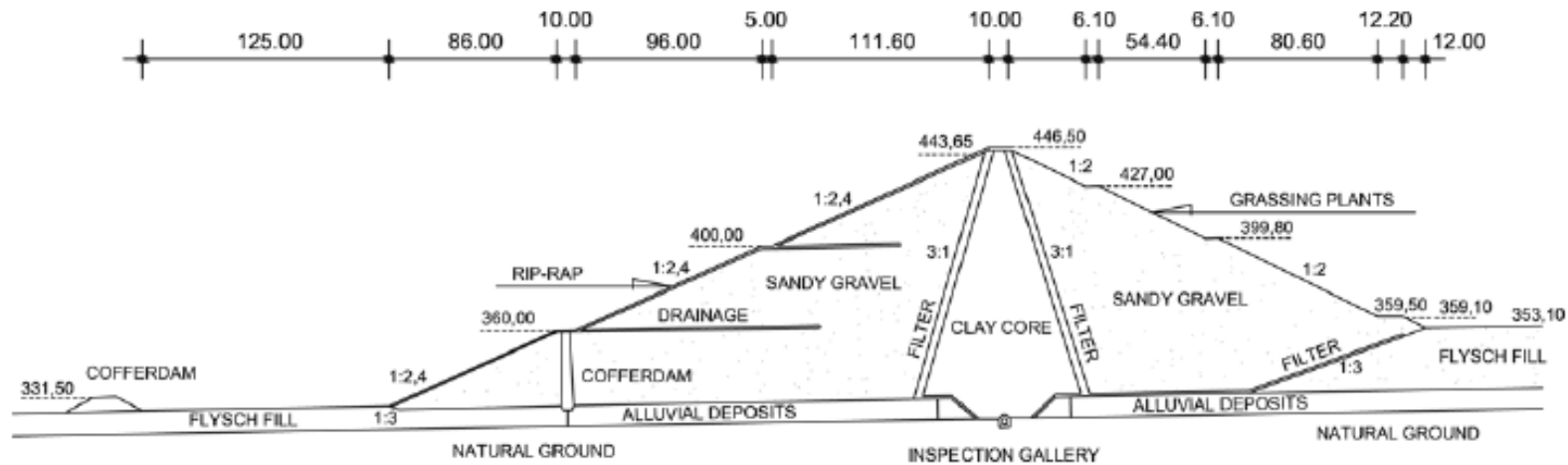
Monitoring και πρόγραμμα εκτίμησης της υγείας αναχωμάτων και συστημάτων ελέγχου πλημμυρικού κινδύνου (Renssenlaer Polytechnic Institute & Geocomp, 2014)



# Monitoring και πρόγραμμα εκτίμησης της υγείας αναχωμάτων και συστημάτων ελέγχου πλημμυρικού κινδύνου (Renssenlaer Polytechnic Institute & Geocomp, 2014)



# Ελεγχος φραγμάτων και επιχωμάτων με το κριτήριο της μόνιμης προκαλούμενης μετατόπισης λόγω σεισμού



$$\log(u_2) = 1.31 + \log \left[ \left( 1 - \frac{k_c}{k_m} \right)^{2.96} \right] + 0.36 \cdot t$$

Ανάγκη γεωμετρικής τεκμηρίωσης  
ώστε να ελεγχθούν μετά από σεισμό

# Νέες τεχνολογίες και νέες θεωρήσεις

Ο ρόλος της χωρικής πληροφορίας  
και η διαχείρισή της στα έργα  
υποδομής



Η οδηγία δημοσίων συμβάσεων 2014 της Ε.Ε. ενθάρρυνε τα κράτη μέλη να υιοθετήσουν το Building\* Information Modelling (BIM) για να αυξήσουν την αξία των δημόσιων έργων.

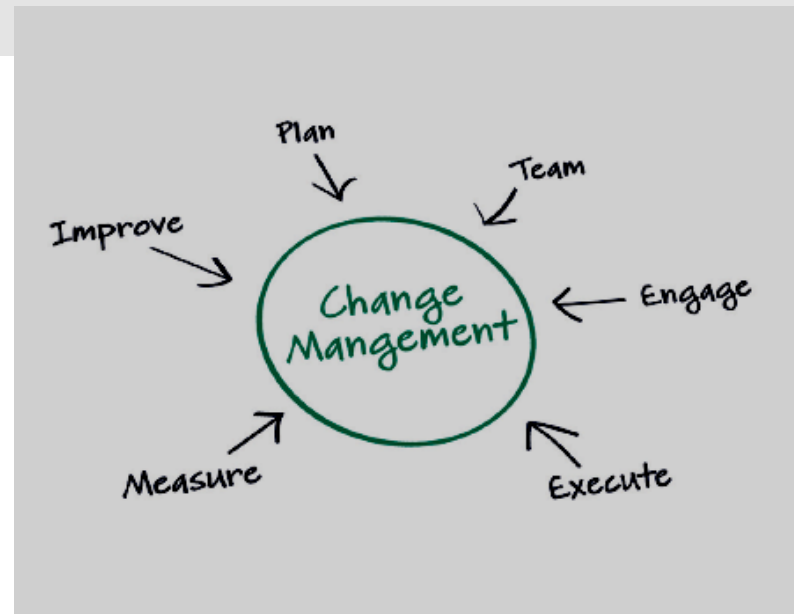
( \* ως ρήμα)





## THE GAME IS CHANGING

As public authorities in the UK and around the world begin to demand BIM, it is clear that model-based civil engineering is here to stay. The sector needs to wake up to the fact that if it is to thrive, it needs to embrace BIM for infrastructure. Now is the time to ask what is the impact of doing nothing? And what are the opportunities for those that choose to innovate?



## *IMPORTANT OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR SURVEYORS*

# BIM: A New Model for Surveyors

“Λόγω των ισχυρών δεσμών με τη χωρική πληροφορία, το BIM προσφέρει στους Τοπογράφους\* ένα οικείο πεδίο με πλούσιες δυνατότητες.”

Building information modelling (BIM) is one of the most intriguing opportunities for surveyors to come along in years. This model-based approach combines technologies and processes to support the efficient creation and use of information for building construction and operations. Because of its strong ties to spatial information, BIM offers a familiar landscape and rich possibilities for surveyors and other geospatial professionals, according to Ron Bisio, vice president of Trimble Geospatial.

*(By Ron Bisio, Vice President, Trimble Geospatial)*

Technologies applicable to infrastructure include:



Geospatial systems



Reality capture



Parametric civil modelling



Data management



Structural design and analysis



Advanced visualisation



Quantity take off

Κατ'εξοχήν αντικείμενο  
Τοπογράφου Μηχανικού

Κατ'εξοχήν αντικείμενο  
Πολιτικού Μηχανικού



# Αντιπροσωπευτική εφαρμογή BIM στη γραμμή HS2 και στη νέα γραμμή Crossrail του υπόγειου σιδηρόδρομου του Λονδίνου

- Σελίδα της γραμμής High Speed 2 με υλικό για το BIM και την εφαρμογή του:
- <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiL0PCw86fXAhXE0hoKHQLABckQFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fdocplayer.net%2F22090142-Bim-innovation-hs2-supplier-conference-breakout-session.html&usg=AOvVaw1mjNm9W48b4dIBZWYbJqeC>

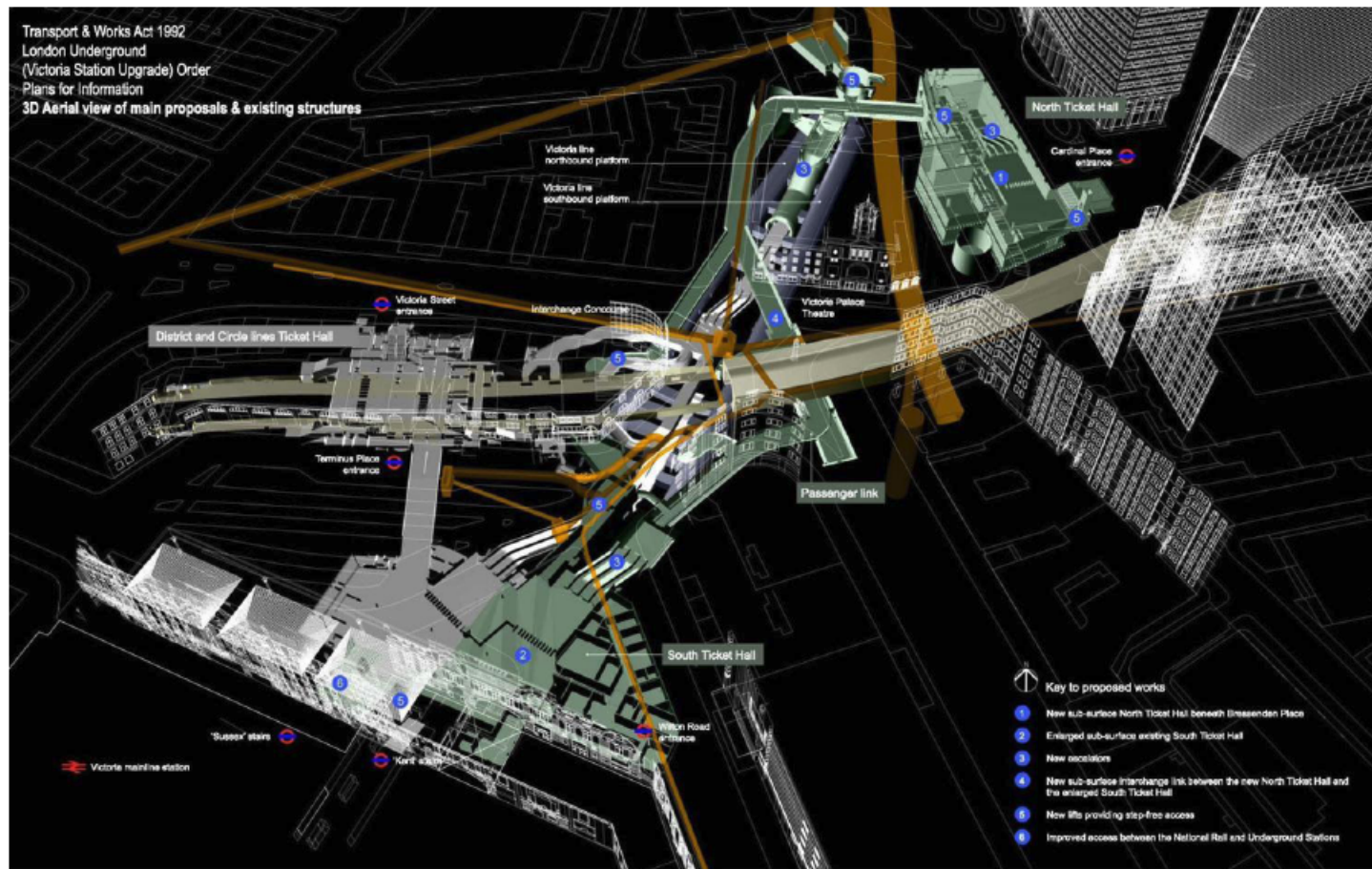
# The Acronym

---

Building Information  
Modelling or Management  
Maybe AIM



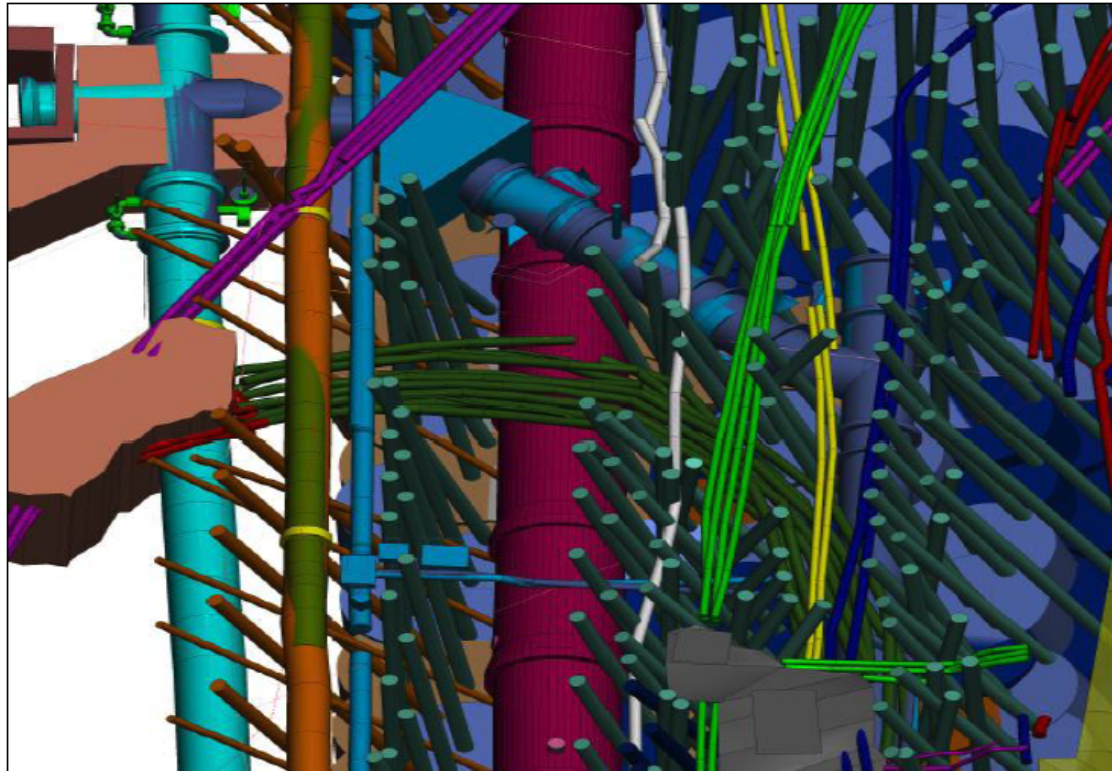
# Victoria Station Upgrade Jet Grouting





## Victoria Station Upgrade – BIM/Microstation

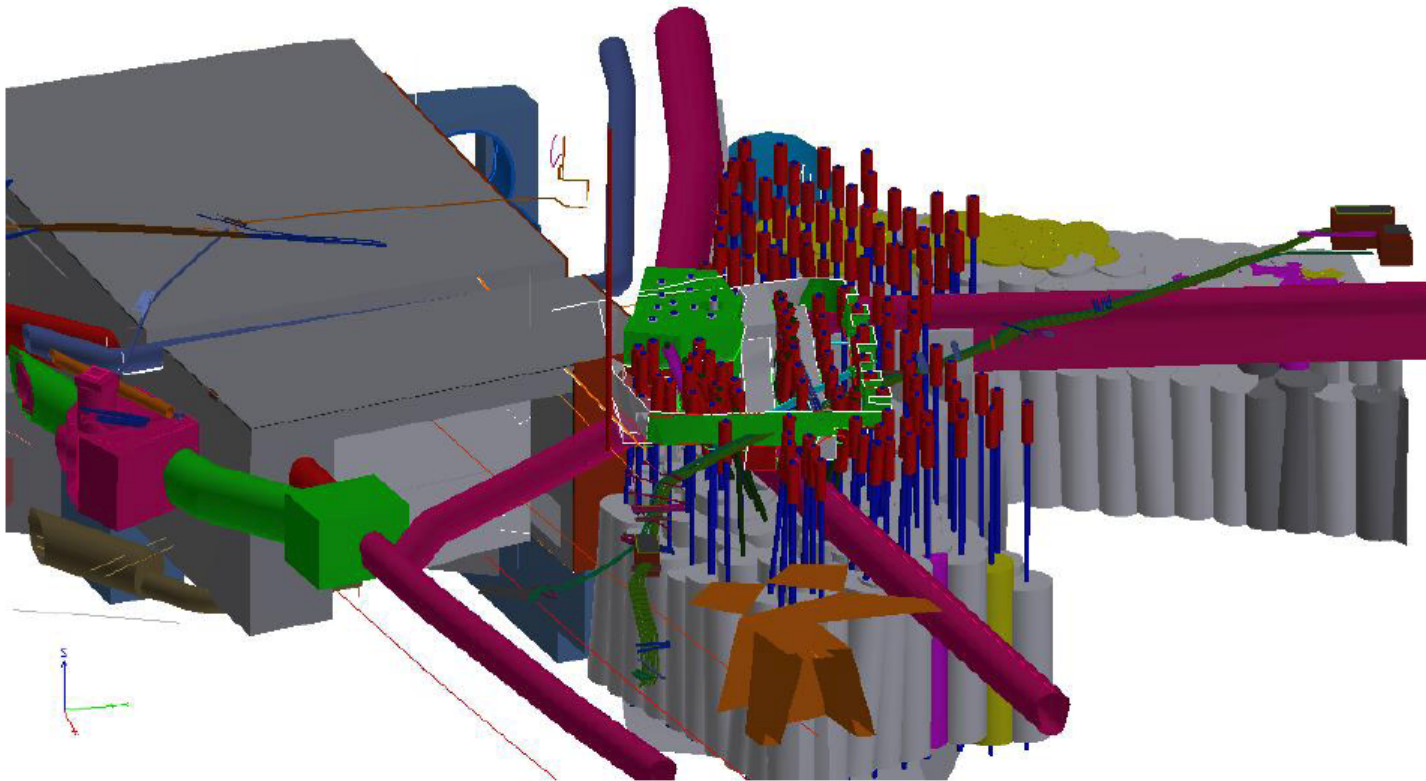
---





## VSU – Design becomes “As Built”

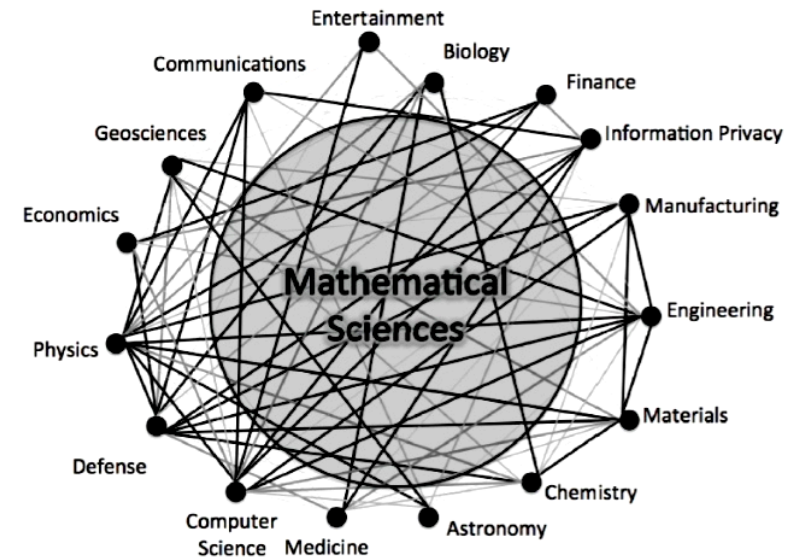
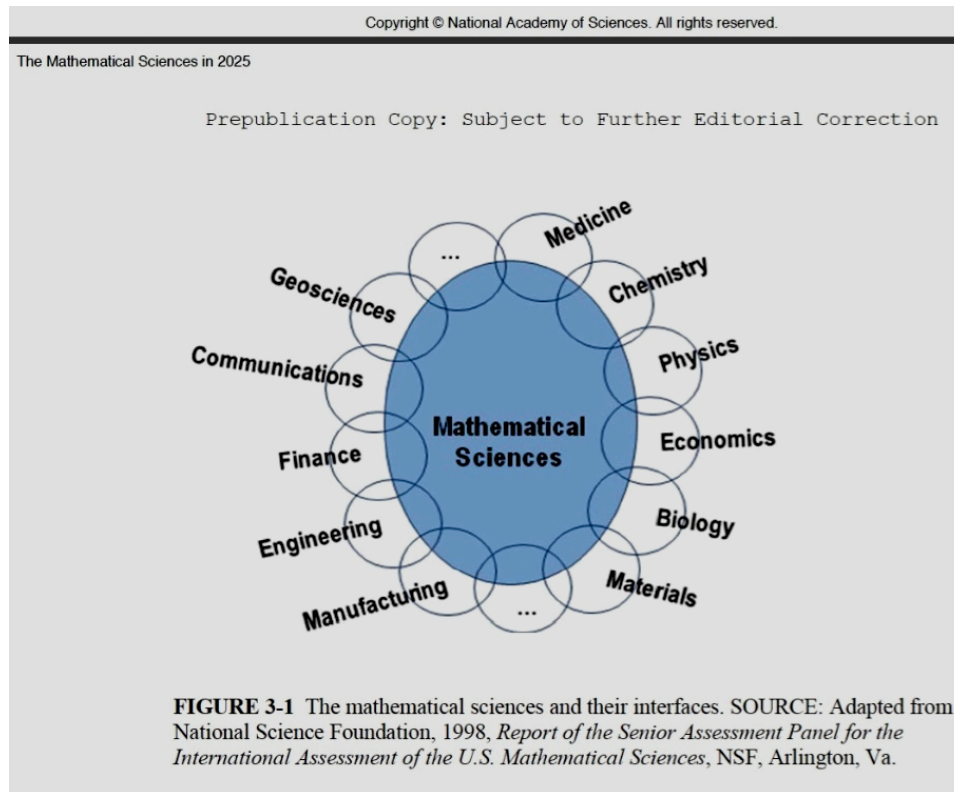
---



# Διεπιστημονική προσέγγιση

- **Σχεδιασμός & Διαχείριση Εργων Υποδομής**, που προκύπτουν ως αναγκαία από τις “θεωρήσεις” του Σχεδιασμού (Planning), σε αλληλεπίδραση με το Περιβάλλον. Κύριο ζητούμενο ο σχεδιασμός – διαστασιολόγηση (Design) έργων υποδομής και η διαχείρισή τους (Building Information Modelling (BIM), monitoring, structure health monitoring, GIS, InSar, GPS).

# Υπόδειγμα από τα μαθηματικά



# Διεπιστημονική προσέγγιση συστημάτων

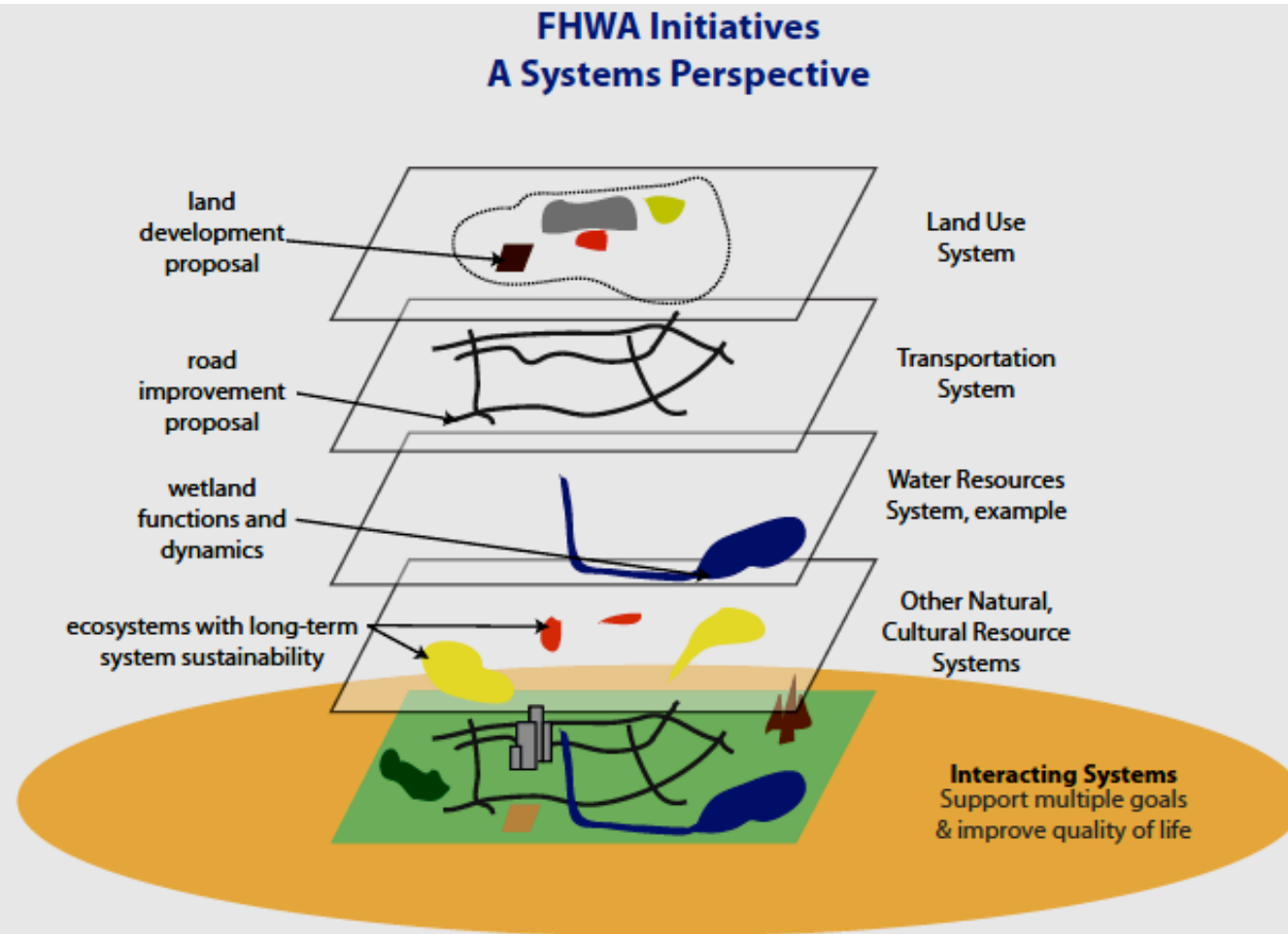


FIGURE 2.1 A systems perspective toward a foundation of interacting systems (shown at bottom/base of this graphic) that includes land use, intermodal transportation, natural, cultural, and socio-economic systems deliver quality of life and multiple benefits for the long-term. SOURCE: FHWA, 2008.



# CASoS: Complex Adaptive Systems of Systems

- Με πρωτοβουλία του Sandia National Laboratory αναπτύχθηκε ένα τεχνολογικό (engineering) πλαίσιο για την επίλυση μεγάλων και πολύπλοκων συστημάτων που περιλαμβάνουν φυσικά, κοινωνικά και τεχνικά συστήματα. Ονομάστηκαν:

***Πολύπλοκα Προσαρμοστικά Συστήματα Συστημάτων***

<http://www.sandia.gov/CasosEngineering/>

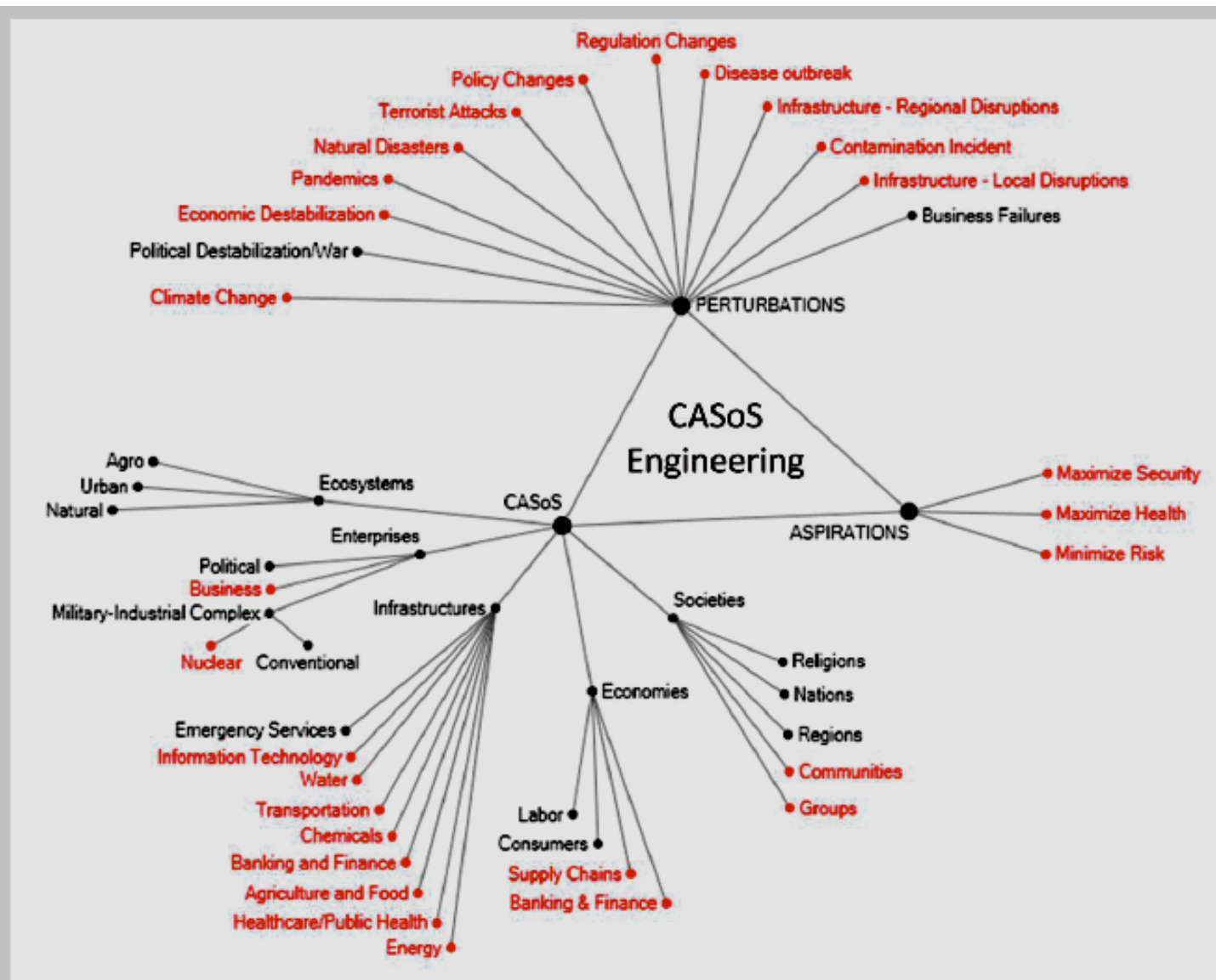


Figure Simplified diagram developed at Sandia National Laboratories of CASoS engineering application space as a simplified network. The diagram illustrates how CASoS engineering considers the relationships of the CASoS, the goals of engineering (termed aspirations), and elements that can influence the system (perturbations). Items in black represent existing applications for a specific CASoS and those in red represent those in development. SOURCE: Glass et al., 2011.

# Grand Challenges for Engineering

The national Academies Press

<http://www.nap.edu/23440>

2016

# Grand Challenges for Engineering

- Make solar energy economical
- Provide energy from fusion
- Develop carbon sequestration
- Manage the nitrogen cycle
- **Provide access to clean water**
- **Improve urban infrastructure**
- Advance health informatics

Αντικείμενα ΑΤΜ & ΠΜ

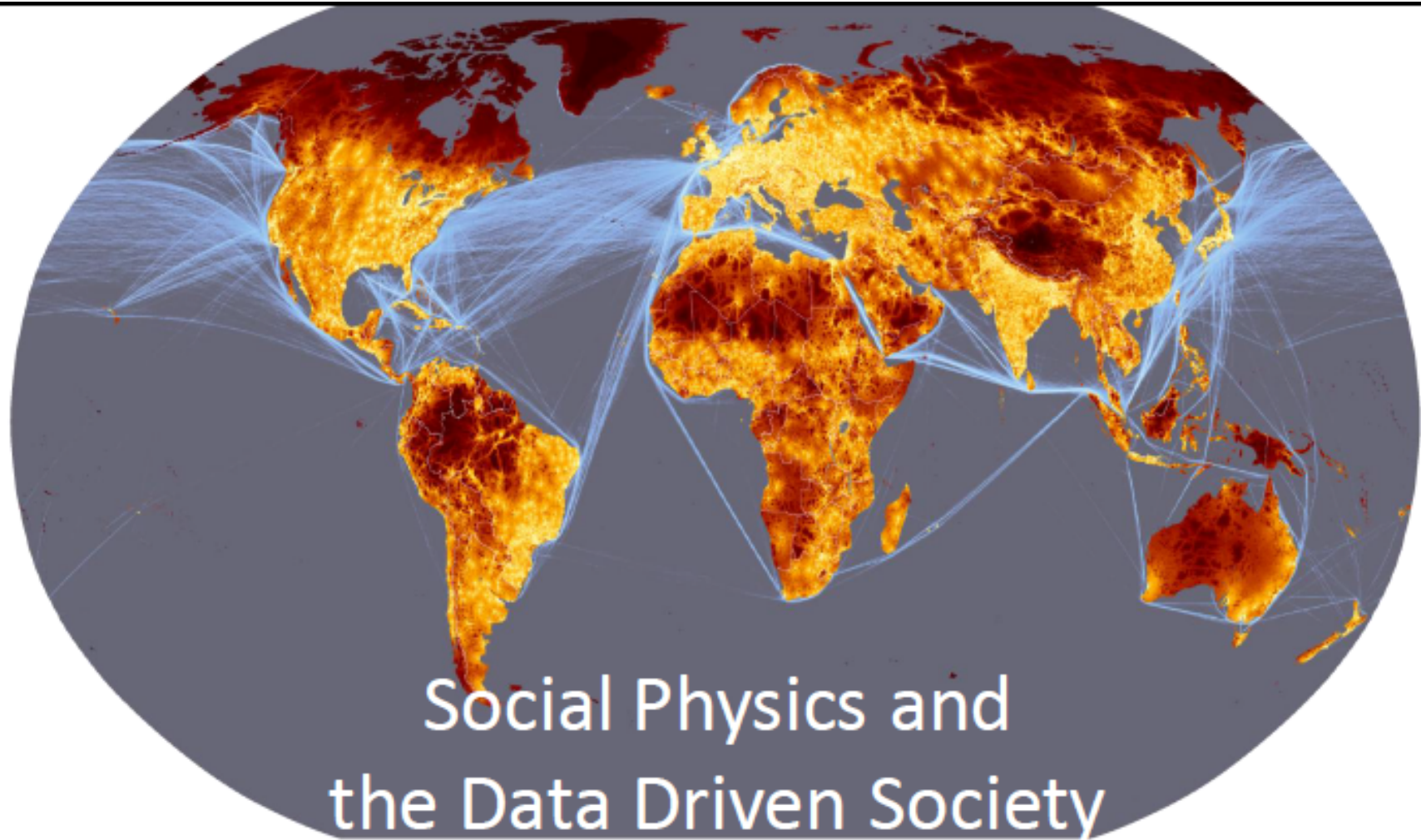


# Grand challenges for engineering

- Engineer better medicines
- Reverse-engineer the brain
- Prevent nuclear terror
- Secure cyberspace
- Enhance virtual reality
- Advance personalized learning
- Engineer the tools of scientific discovery

# Η εποχή των δικτύων

- Social physics (Alex Pentland, media Lab MIT)
- Connectography Mapping the Global Network Revolution (Parag Khanna)
- “An axiom of the twenty-first century is that the world is becoming increasingly connected” (*A global map of travel time to cities to assess inequalities in accessibility in 2015*, D.J. Weiss et al., ***Nature***, Vol. 553, No. 7688, pp. 333-336 (2018))



# Social Physics and the Data Driven Society

Prof. Alex Pentland, MIT

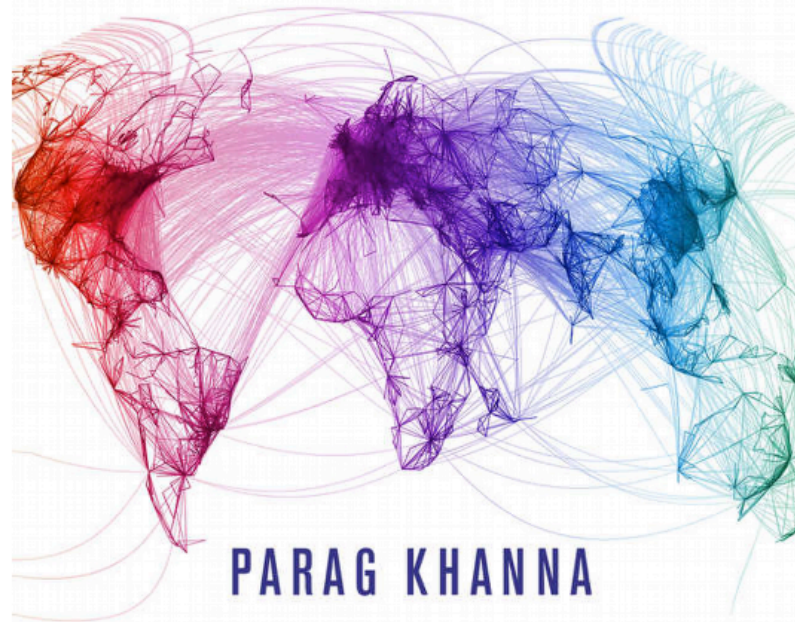
Connection Science and Engineering  
WEF Big Data, Hyperconnected World

'Parag Khanna has vision'

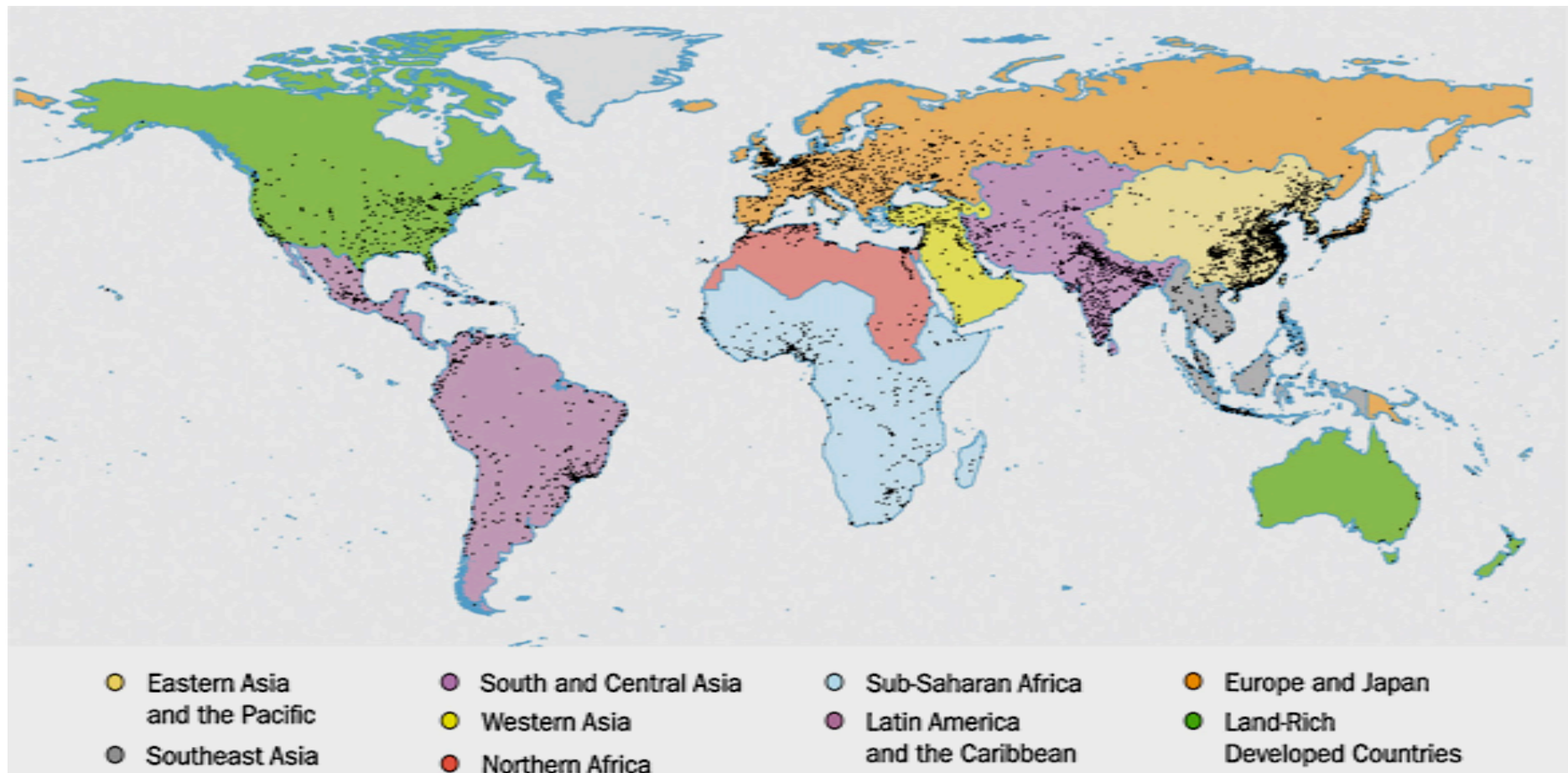
NASSIM NICHOLAS TALEB

# CONNECTOGRAPHY

Mapping the Global  
Network Revolution



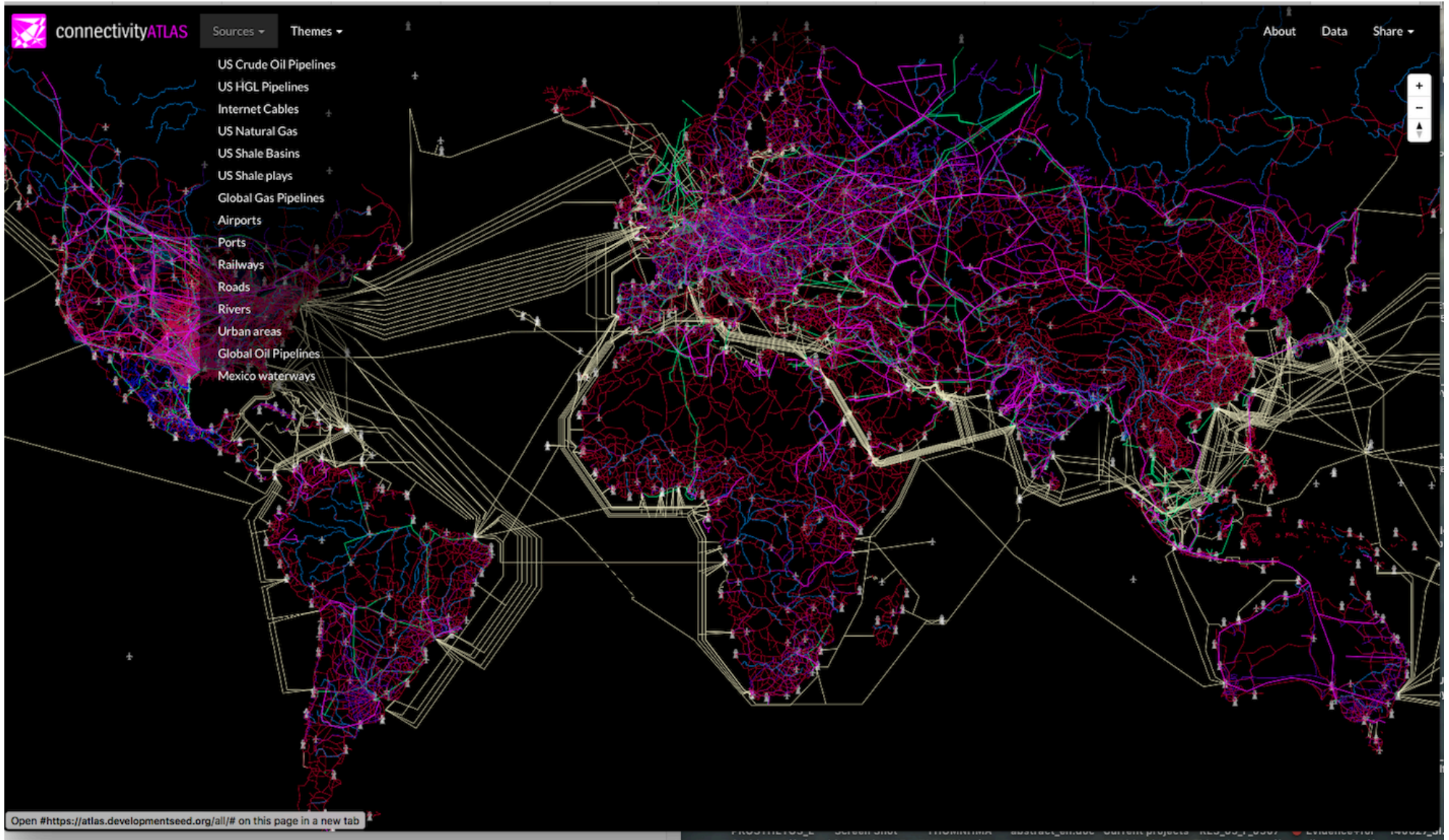
PARAG KHANNA



The location of 3646 large cities in the nine world regions, 2000



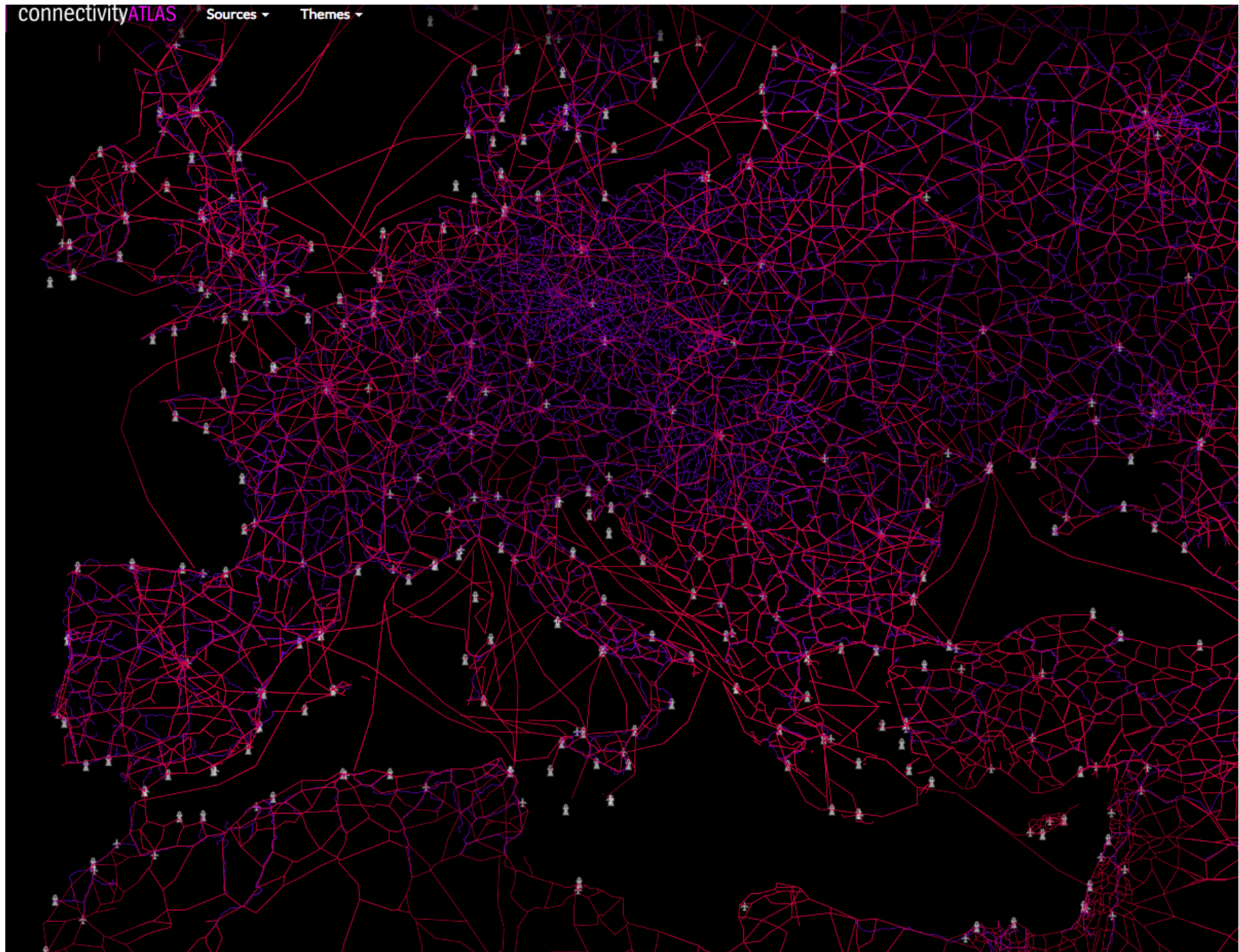
<https://atlas.developmentseed.org/all/>



[https://atlas.developmentseed.org/  
transportation/](https://atlas.developmentseed.org/transportation/)

- Στην προηγούμενη διαφάνεια φαίνονται τα δίκτυα ενέργειας, συγκοινωνιών και επικοινωνιών σε παγκόσμια κλίμακα.
- Στην επόμενη διαφάνεια φαίνονται μόνον τα συγκοινωνιακά δίκτυα της Ευρώπης. Παρατηρείστε ότι η Ελλάδα αποτελεί αρνητική εξαίρεση καθώς τα δίκτυα δεν διαγράφουν το περίγραμμά της.





# Η Σχολή ATM

- Το αντικείμενο της Σχολής ATM επεκτάθηκε στο διάστημα και μεταμορφώθηκε από την πληροφορική.
- Στα εκατό της αντιμετωπίζει τις μεγάλες προκλήσεις με τις εκθετικά εξελισσόμενες τεχνολογίες και τα διευρυνόμενα παγκόσμια προβλήματα.
- Ελπίζω ότι θα ανταποκριθεί ξανασχεδιάζοντας μορφή και περιεχόμενο.