

## Καλώς ήλθατε &amp; Καλό Εξάμηνο

Σχολή Αγρονόμων &amp; Τοπογράφων Μηχανικών

## Ανάλυτικές Μέθοδοι στη Γεωπληροφορική

Διδάσκων: Δημήτρης Δεληκαραόγλου  
σ. Καθ. ΣΑΤΜ/ΕΜΠ

## Καλώς ήλθατε &amp; Καλό Εξάμηνο

Σχολή Αγρονόμων &amp; Τοπογράφων Μηχανικών

## Ανάλυτικές Μέθοδοι στη Γεωπληροφορική

Περιεχόμενο και περίγραμμα  
διεξαγωγής του μαθήματος  
– modus operandi –Συστάσεις I  
για να γνωριστούμε

Για μια πρώτη γνωριμία, επισκεφτείτε τις ιστοσελίδες

- [http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/hgeod/ddeli/double\\_d/](http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/hgeod/ddeli/double_d/)
- <http://users.ntua.gr/ddeli/>
- <http://publicationslist.org/demitris-delikaraoglou>

Μεταξύ μας επικοινωνία:

- Στο Γραφείο 118, 1<sup>ος</sup> όροφος  
Εργαστήριο Ανώτερης Γεωδαισίας,  
κτ. Λαμπαδαρίου
- e-mail: [ddeli@mail.ntua.gr](mailto:ddeli@mail.ntua.gr)



## Διδακτικό υλικό



- **Διαφάνειες διαλέξεων:** Σε αυτές θα παρουσιάζονται συνοπτικά οι επιμέρους διδακτικές ενότητες του μαθήματος
  - Στα ελληνικά ή/και στα **αγγλικά** (για την εξοικείωση σας και με την ξενόγλωσση τεχνική ορολογία)
- **Συνοδευτικές σημειώσεις** και άλλης μορφής διδακτικό υλικό:
  - ως ενδεικτικό κομμάτι της διδακτέας ύλης,
  - ως βοήθημα για τις εργασίες σας και την εκπόνηση του ατομικού θέματος εξαμήνου

## Θεματικές ασκήσεις &amp; Ατομικό θέμα

- **5-7 ασκήσεις μέσα στο εξάμηνο (~ 2 βδομάδες)**
  - Θα εφαρμόζονται οι θεωρητικές έννοιες των διαλέξεων μέσω παραδειγμάτων και υποδειγματικών υπολογιστικών εφαρμογών
- **Το ατομικό θέμα εξαμήνου με ερευνητικό χαρακτήρα**
  - Στόχος να αποτελέσει το πληρέστερο δείγμα της προσωπικής σας συμμετοχής στο μάθημα
  - Τελική παρουσίαση και εξέταση στη μορφή παρουσίαση διάρκειας 20-30 λεπτών & συζήτηση.

## Υποχρεώσεις εκπόνησης εργασιών

- Η **εκπόνηση** και **έγκαιρη παράδοση** των εργασιών είναι **υποχρεωτική**
- Η τελική αξιολόγηση σας στο μάθημα θα προκύψει με την ολοκλήρωση
  - των ασκήσεων,
  - του ατομικού θέματος, και
  - της γραπτής τελικής εξέτασης
 από το σύνολο των εργασιών στο ατομικό σας **'ντοσιέ'** και όλες τις επιμέρους επιδόσεις σας σε αυτές (σαφής ανάλυση, τεκμηρίωση, χρήση των μεθοδολογικών εργαλείων, οργάνωση, παρουσίαση, ...)



## Αξιολόγηση και διαμόρφωση βαθμολογίας

- **Ασκήσεις – 50%**
- **Θέμα εξαμήνου – 30%**
- **Τελική εξέταση – 20%**



## Υπό συνθήκες ...

- Για να εξασφαλίσετε προβιβάσιμο βαθμό στο μάθημα θα πρέπει **η επίδοσή σας** στις ασκήσεις και στην τελική εξέταση **να είναι τουλάχιστον στα ελάχιστα επίπεδα (50%), και μόνο τότε θα ενεργοποιείται ο βαθμός του θέματος για την τελική βαθμολογία**



- Η διακίνηση του διδακτικού υλικού
    - με ανακοινώσεις, ασκήσεις και θέματα, διαφάνειες από τις διαλέξεις, υλικό για διάβασμα και εμβάθυνση, βιβλιογραφία, βοηθήματα ...
 θα γίνεται **αποκλειστικά από τον ιστότοπο του μαθήματος:**
- <http://portal.survey.ntua.gr/main/labs/hgeod/ddeli/analmgco/>  
– ή (εν συντομία) από: <https://tinyurl.com/analmgco>

## Συστάσεις II

- **Προαπαιτούμενα μαθήματος:**
  - Με την αυστηρή έννοια δεν τίθενται, αλλά καλό θα είναι να έχετε άνεση και εξοικείωση με βασικές γνώσεις από ...
- **Αριθμητική ανάλυση:** πίνακες, διανύσματα, ...
- **Πιθανότητες** και άλλες βασικές έννοιες στατιστικής ανάλυσης δεδομένων
- **Χρήση βασικών εργαλείων Η/Υ** για εκτεταμένους υπολογισμούς, δημιουργία γραφημάτων, ...
- **Προγραμματιστικές Τεχνικές:** γρήγορο prototyping (σε οποιαδήποτε γλώσσα), αξιοποίηση έτοιμων ρουτινών που διαθέτουμε να δοκιμάσετε μόνοι σας λογισμικό που θα σας υποδείχθει
- **Χρήση ξενόγλωσσων ψηφιακών πόρων**

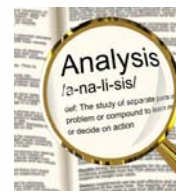
## Γενικό πλαίσιο του μαθήματος

### 1. Αναλυτικές μέθοδοι

- Τι ακριβώς εννοούμε;
2. Το θεωρητικό και πρακτικό πλαίσιο της Γεωπληροφορικής
  3. Σύντομη αναφορά στις ανάγκες για την μετρολογικά και στατιστικά έγκυρη εκτίμηση της αβεβαιότητας στις γεωχωρικές πληροφορίες
  4. Οι αναλυτικές μέθοδοι ως βασικά απαιτούμενα στις διάφορες εφαρμογές της Γεωπληροφορικής
    - Εργαλεία ανάλυσης

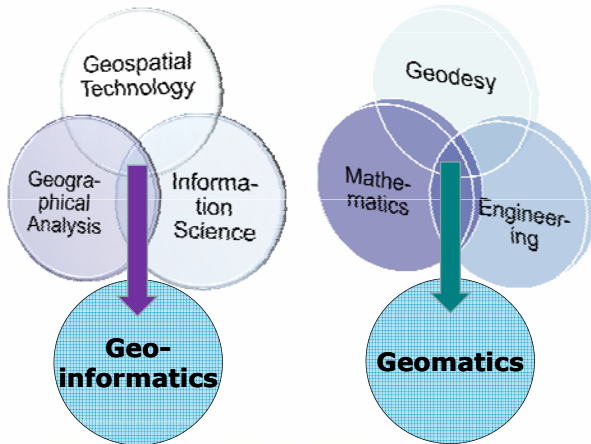
## Η έννοια της ανάλυσης;

- **Ανάλυση:** η διάσπαση ενός σύνθετου προβλήματος (π.χ. συμπεριφορά ενός μηχανικού ή φυσικού συστήματος) σε μικρότερα ευκολότερα για την επίλυση ζητήματα, ή για να κατανοηθεί καλύτερα
- **Αναλυτικές μέθοδοι:** Τεχνικές και μεθοδολογίες που επικεντρώνονται στη συνθετική ανάλυση επιμέρους διεργασιών, προβλημάτων, καταστάσεων ή στοιχείων που παρουσιάζουν συγκεκριμένο ενδιαφέρον



Ο κλάδος της Μηχανικής που στα ελληνικά αναφερόμαστε ως **Γεωπληροφορική**, διεθνώς εμφανίζεται με διαφορετικούς συναφείς όρους

Geomatics  
Geoinformatics  
Technology  
Geospatial Engineering



... 'Geomatics' περιγράφεται ως  
*"An engineering discipline that focuses on gathering, storing, processing, and delivering spatially referenced information (i.e. information that is based on location, the primary means used to integrate a very wide range of data for spatial analysis and visualization"*

Art presentation  
geoinformation  
Technology  
Science  
data processing dissemination  
production acquisition storage  
spatial

... Geomatics ή **Γεωματική** με άλλα λόγια είναι όλες εκείνες οι δραστηριότητες που ...

- 'σχετίζονται με την απόκτηση και διαχείριση χωρικών δεδομένων από την **άποψη της Μηχανικής**'.
- Τα δύο συστατικά του όρου αναφέρονται στη **Γεωδαισία** και τα **Μαθηματικά** που αποτελούν τον πυρήνα στη μελέτη της **Γη ως σύστημα** (περιλαμβάνοντας τον τρόπο που αλληλεπιδρούν η ατμόσφαιρα, οι ωκεανοί και η βιόσφαιρα), την εξέλιξη, το περιβάλλον και τους πόρους της.



... According to the Encyclopedia of Information Science and Technology

### "Geoinformatics"

- is referred to as the discipline of **working with geo-data**, or
- may also be defined, in a relatively broad term, as a number of different technologies, approaches, processes, and methods

for better understanding and interpretation of human interaction with the earth's surface, and for collaborative decision making."



Με άλλα λόγια **"Geoinformatics"** σε σχετικά ευρεία έννοια είναι όλες εκείνες οι δραστηριότητες που ...

"σχετίζονται με τη χρήση **τεχνολογιών, προσεγγίσεων, διεργασιών, μεθόδων και γεωδεδομένων** για την καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των αλληλεπιδράσεων στην επιφάνεια της Γης και το περιβάλλον της, με στόχο την λήψη βέλτιστων αποφάσεων".

- Τα δύο συστατικά του όρου αναφέρονται στη **γεωχωρική δίασπαση των πληροφοριών και την 'Επιστήμη της Πληροφορίας'**



## Το θεωρητικό και πρακτικό πλαίσιο της Γεωπληροφορικής

Ο κλάδος αλλάζει για δύο κυρίως λόγους ...

- Ανάγκες αντιμετώπισης σύνθετων (γεω)επιστημονικών προβλημάτων στην εποχή
  - της κλιματικής αλλαγής
  - των αναγκών μελέτης της Γης ως 'σύστημα'
  - της αξιοποίησης 'μεγάλων δεδομένων' γεωχωρικών πληροφοριών - Big (geo)Data
- Καθοριστικοί και περιοριστικοί παράγοντες που επικρατούν σήμερα στη συλλογή και τη διαθεσιμότητα χώρο-χρονικών δεδομένων σε άνευ προηγουμένου κλίμακα

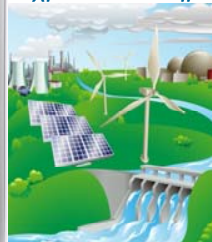
## Εξ ορισμού η Γεωπληροφορική ...

- Αναπτύσσει και αξιοποιεί τα επιτεύγματα της πληροφορικής για να επιλύσει προβλήματα που άπτονται των επιστημών του χώρου και του διαστήματος, του γήινου περιβάλλοντος και άλλων συναφών κλάδων του ενδιαφέροντος των Μηχανικών



## Ως επιστημονικό πεδίο η Γεωπληροφορική ...

- επικεντρώνεται κυρίως στη συλλογή, γεωαναφορά, περιγραφή, ερμηνεία / ανάλυση και παρουσίαση χώρο-χρονικών πληροφοριών ... μέσω των



οποίων μπορούν να περιγραφούν με ακρίβεια και αξιοπιστία και να μελετηθούν, τόσο το φυσικό όσο και το δομημένο γήινο περιβάλλον ... και κατ' επέκταση όλες οι κοινωνικό-οικονομικές επιπτώσεις σε αυτό, από ανθρωπογενείς αιτίες ή φυσικά φαινόμενα

## Η Γεωπληροφορική ... ως διεπιστημονικός κλάδος

- παρέχει πληροφορίες για το ζωτικό γήινο χώρο (από το υπέδαφος, την επιφάνεια της Γης μέχρι και τα όρια του διαστήματος), ...



earth systems informatics

## Εκ του ρόλου της, η Γεωπληροφορική ...

- συνεισφέρει, αλλά και στηρίζεται, σε άλλα γεωεπιστημονικά πεδία που όλα μαζί έχουν ως στόχο τη μελέτη και την κατανόηση της λειτουργίας Γης ως ένα 'δυναμικό υπερσύστημα'

**The Earth System**



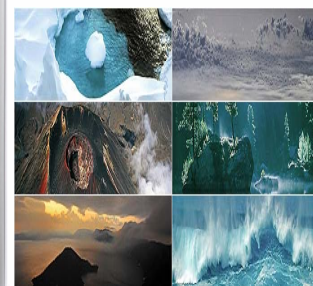
## Η Γη λειτουργεί ως ...

... ένα **δυναμικό υπερσύστημα** από επιμέρους ανεξάρτητα, αλλά **αλληλοεπηρεαζόμενα**

**τμήματα** (τις **γήινες σφαίρες**) που λειτουργούν ως ενιαίο αδιάρρηκτο σύνολο ώστε το σύστημα να λειτουργεί ασταμάτητα και να εξελίσσεται με το χρόνο ...

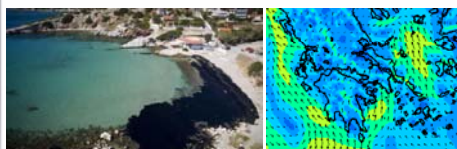


- Η μελέτη των αλληλοεπιδράσεων στις σφαίρες του γήινου συστήματος είναι απαραίτητη προκειμένου να μπορούν να προβλεφθούν οι επιπτώσεις από κάθε φυσική αλλαγή ή δραστηριότητα βιώσιμης ανάπτυξης



Σήμερα, σε αυτό το πλαίσιο αναγκών ... η τάση στις προσεγγίσεις επίλυσης των διαφόρων γεωεπιστημονικών προβλημάτων δεν έχει πλέον να κάνει με την απόκτηση ή τη συλλογή γεωδεδομένων ...

... αλλά με νέες ανάγκες για την αποτελεσματική και έγκαιρη επεξεργασία των διαθέσιμων μετρήσεων, την ερμηνεία, ανάλυση και παρουσίαση τους



**Νέες κοινωνικό-οικονομικές απαιτήσεις ...**

Οι περίπλοκες επιπτώσεις που προκαλούνται στο περιβάλλον έχουν επεκτείνει τα όρια της ζήτησης γεωδεδομένων → επιβάλλεται η δημιουργία νέας γνώσης και πολύ διαφορετικού περιεχομένου γεωπληροφοριών

- Τα **αναγκαία δεδομένα** που βρίσκονται στον πυρήνα της Γεωπληροφορικής περιλαμβάνουν από ψηφιακά χωρικά δεδομένα που προέρχονται από έξυπνους αισθητήρες, τα κοινωνικά δίκτυα, και πολυποίκιλα γεωδεδομένα ανοικτής πρόσβασης, μέχρι εφαρμογές και εργαλεία υπολογιστικού νέφους, και σύνθετες υποδομές διανομής και απεικόνισης



- Τα γεωδεδομένα που συλλέγονται δεν είναι απλά μεγέθη, αλλά σύνθετα στοιχεία που περιέχουν γεωπληροφορίες, οι οποίες απαιτούν **αξιόπιστη ερμηνεία σε συγκεκριμένα πλαίσια και καταστάσεις εφαρμογής τους**



• Τα θεωρητικά μοντέλα που προκύπτουν επαληθεύονται με σύγκριση των προβλέψεων τους με μετρήσεις και, βελτιώνονται περαιτέρω με νέες και ακριβέστερες μετρήσεις

Γιατί τα γεωδεδομένα διαφέρουν τόσο πολύ από τα δεδομένα άλλων επιστημών;



... ώστε να απαιτούν ιδιαίτερες στρατηγικές ανάλυσης τους;



Σε σχέση με άλλους τύπους πληροφοριακών δεδομένων, τα γεωδεδομένα ...

- Προέρχονται από εξαιρετικά ετερογενείς πηγές:

Επίγεια όργανα και μετρητικές διατάξεις – Δορυφορικές μετρήσεις, εικόνες και δεδομένα αισθητήρων – Από μετρητικές διατάξεις σε εναέριες πλατφόρμες και πλοία → **Μεγάλη ποικιλομορφία δεδομένων**



- Περικλείουν χωροχρονικά καταμεμημένες ποσοτικές / ποιοτικές πληροφορίες για μια συγκεκριμένη κατάσταση, ένα σύστημα, ή ένα φυσικό φαινόμενο
- Απαιτείται ο συνδυασμός τους και η ερμηνεία τους στο εκάστοτε συγκεκριμένο πλαίσιο εφαρμογής τους



Συχνά παρουσιάζουν **κατευθυντικότητα**, όπως

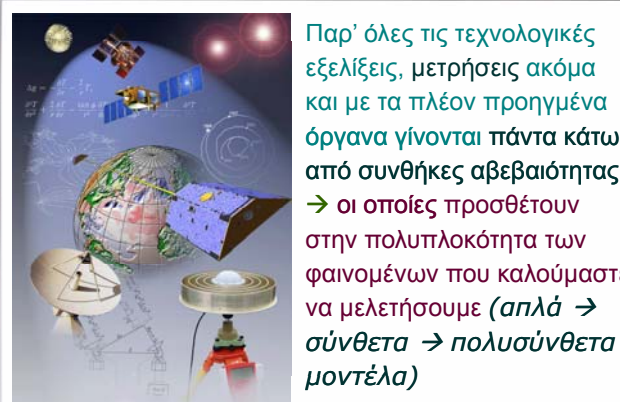
- Οι κλίσεις, η διάταξη και ο προσανατολισμός γεωλογικών δομών
- Οι ταχύτητες και η διεύθυνση των θαλάσσιων ρευμάτων και κυμάτων, ανέμων, ...

→ Δυσκολίες στην εφαρμογή συνηθισμένων στατιστικών μεθόδων



- Συλλέγονται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και την πολυπλοκότητα τους, και σε **εξαιρετικά μεγάλους όγκους** και **συχνότητα**

–imagery, radar, lidar, sonar, GNSS, ...



Παρ' όλες τις τεχνολογικές εξελίξεις, μετρήσεις ακόμα και με τα πλέον προηγμένα όργανα γίνονται πάντα κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας → οι οποίες προσθέτουν στην πολυπλοκότητα των φαινομένων που καλούμαστε να μελετήσουμε (απλά → σύνθετα → πολυσύνθετα μοντέλα)

**Αβεβαιότητα & πιθανολογική εκτίμησής της**

## Η έννοια της αβεβαιότητας ...

- Γενικά ο όρος αναφέρεται στην έκβαση ενός φαινομένου ή διαδικασίας υπό εξέλιξη.

–π.χ., εάν αυτό μπορεί να οδηγήσει σε **δύο ή περισσότερα πιθανά αποτελέσματα**,

- οπότε και η προ-εκδίκαση του αποτελέσματος μιας συγκεκριμένης εξέλιξης δεν είναι δυνατή, **το φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως στοχαστικό** και **το αποτέλεσμά του λέγεται ότι είναι αβέβαιο**

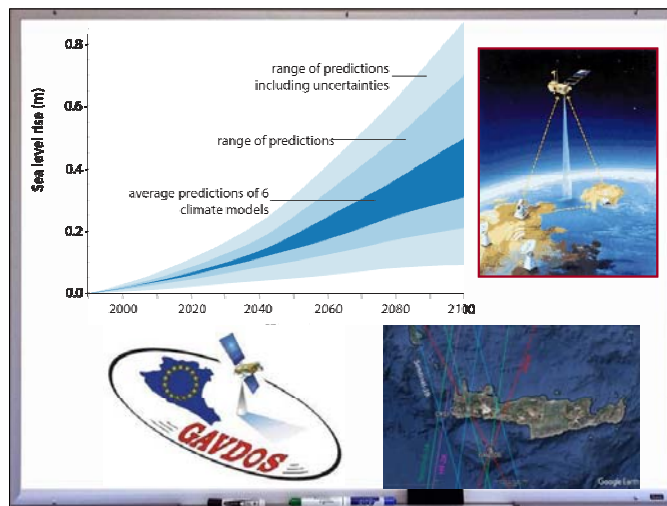
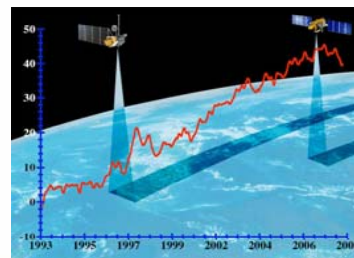
- Αβεβαιότητα προκαλείται επειδή ...

–Οι εκάστοτε συνθήκες ή αδυναμίες κάτω από τις οποίες πραγματοποιούνται τα υπό παρατήρηση φαινόμενα καθορίζουν και την έκβαση τους

## Ενδεικτικό παράδειγμα

Κρίσιμο ερώτημα: Πόσο αξιόπιστα μπορούν να κριθούν τα εκάστοτε διαθέσιμα γεωδεδομένα και τα αποτελέσματα της ανάλυσης τους, ώστε να μπορούν να απορρίψουν ή να ενισχύσουν μια θεώρηση;

–π.χ., την άνοδο της μέσης στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματικών αλλαγών ...



## Αβεβαιότητα και σφάλματα: Τα εργαλεία για την εκτίμησή τους

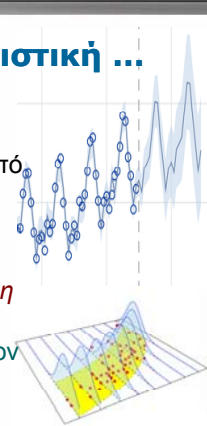
- Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας των μετρήσεων και των σφαλμάτων τους απαιτούνται δύο βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις:

- Η **Θεωρία Πιθανοτήτων** μελετάει τους νόμους που διέπουν τα ενδεχόμενα επαναλαμβανόμενων μετρήσεων, παρατηρήσεων ή δοκιμών
- Η **Στατιστική** αφορά την εφαρμογή κατάλληλων εργαλείων, μεθόδων και κανόνων της θεωρίας των πιθανοτήτων προκειμένου να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα ή να εκμαιευθούν συμπεράσματα από τα αβέβαια δεδομένα μετρήσεων ή παρατηρήσεων

## Πιθανότητες και Στατιστική ...

- Κύριος στόχος από το συνδυασμό τους είναι ο προσδιορισμός παραμέτρων που θα προέκυπταν από *πολύ μεγάλο αριθμό επαναλήψεων μιας διαδικασίας (κάτω από τις ίδιες συνθήκες)*

→ *ώστε, να είναι δυνατή η πρόβλεψη της συχνότητας εμφάνισης ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος ή τον προσδιορισμό των επιπέδων εμπιστοσύνης που μπορούμε να εναποθέσουμε στις εκτιμήσεις αυτές*



## Πιθανότητες και Στατιστική ... και η Μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων

... και οι δύο συμβάλλουν στις κατά το δυνατόν βέλτιστες εκτιμήσεις που οδηγούν σε σωστές αποφάσεις

- Κωδικοποιώντας σωστά τις ποιοτικές και ποσοτικές μεταβλητές μιας έρευνας
- Διεξάγοντας ελέγχους υποθέσεων



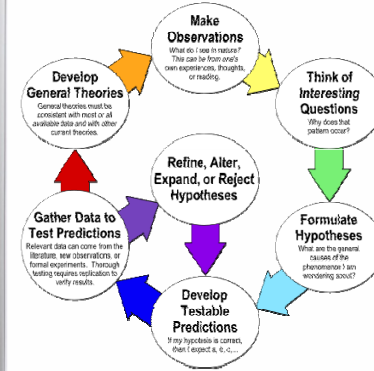
## Πιθανότητες και Στατιστική ... και η Μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων

- Η Μ.Ε.Τ. συνδυάζει στοιχεία και από τα δύο γνωστικά πεδία και τις μεταξύ τους σχέσεις
- Αποτελεί το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο εργαλείο



**βέλτιστης εκτίμησης και συνόρθωσης παρατηρήσεων** για να περιγραφεί ένα φυσικό σύστημα ή φαινόμενο –όταν γνωρίζουμε **ΜΟΝΟΝ** μια σειρά από τιμές των μεγεθών που το χαρακτηρίζουν και **ΟΧΙ** την ακριβή (καθοριστική, ντετερμινιστική) μεταξύ τους σχέση

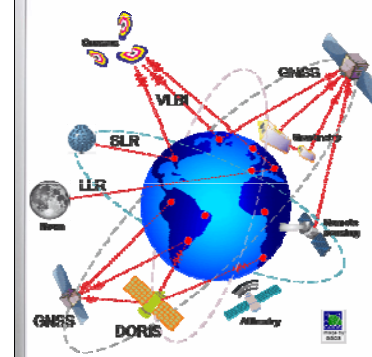
## Οι αναλυτικές μέθοδοι



- Είναι γενικές διαδικασίες που συνδυάζουν τη δύναμη των επιστημονικών μεθόδων με τη χρήση στατιστικών διαδικασιών για την επίλυση προβλημάτων.

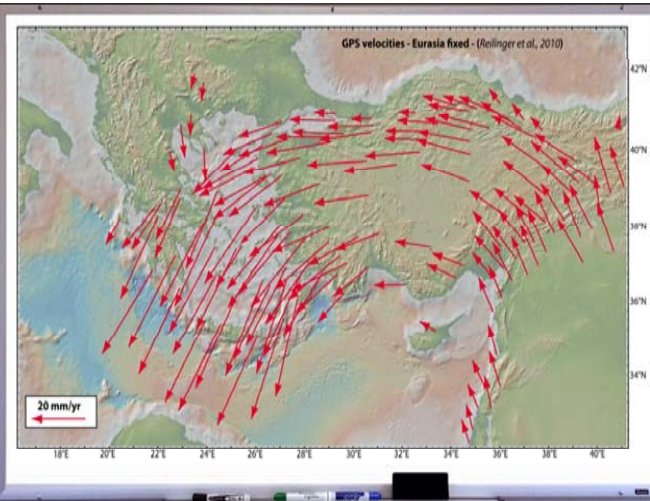
## Παραδείγματα ενδεικτικών εφαρμογών

που συνδυάζουν ή απαιτούν προηγμένες αναλυτικές μεθόδους και μοντέλα επεξεργασίας γεωδομένων που συλλέγονται από διάφορα όργανα και αισθητήρες, και προηγμένες επίγειες και διαστημικές τεχνικές

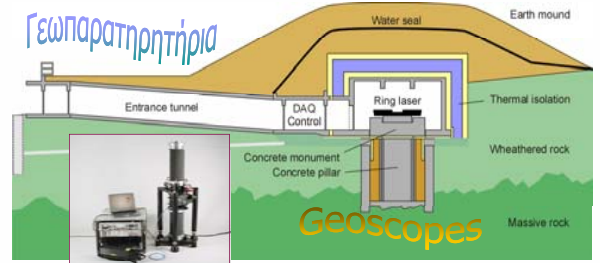


## Σύγχρονες γεωδαιτικές υποδομές

- Δίκτυα μόνιμων σταθμών GNSS (προϊόντα προστιθέμενης αξίας, προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας για πολύ υψηλής ακρίβειας εντοπισμούς, κ.ά.)



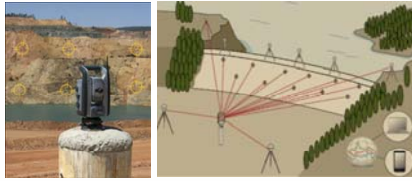
## Επίγειες γεωδαιτικές υποδομές



- Δίκτυα γεωδαιτικών αισθητήρων (γεωπαρατηρητήρια, geoscopes) και εφαρμογές τους (κλιματικές αλλαγές, Global Geodetic Observing System (GGOS) Programme, ...)

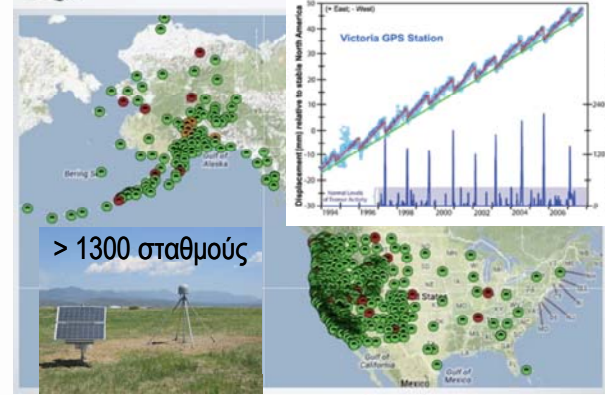
## Επίγειες γεωδαιτικές υποδομές

- Optimal design of local extent GNSS deformation monitoring networks



- Η ανάπτυξη και ο εκσυγχρονισμός των γεωδαιτικών μεθόδων και οργάνων τα τελευταία χρόνια, επιτρέπει σήμερα
  - τη διαχρονική παρακολούθηση και έλεγχο της κινηματικής συμπεριφοράς εδαφικών δομών, μεγάλων τεχνητών και βιομηχανικών έργων, κατασκευών κ.ά.

## EarthScale PBO GPS Network



## ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ GNSS

- Σύνθεση τεχνολογιών GNSS, επικοινωνίας και πληροφορικής (Location based Services, Online GNSS data processing, ...)

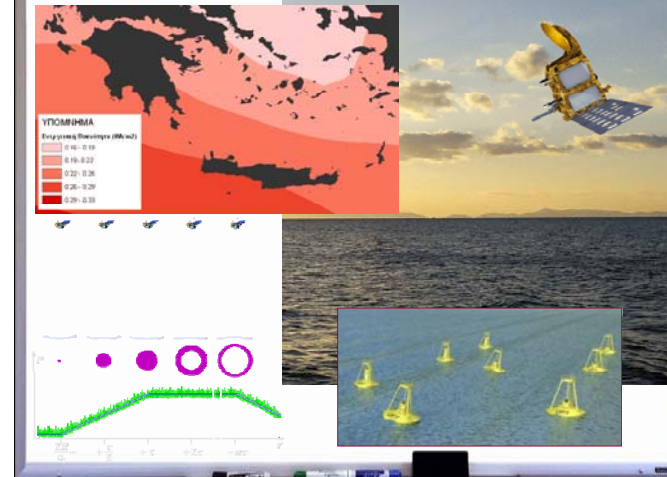


## Sensor data fusion

- Light
- Proximity
- 2 cameras
- 3 microphones (ultrasound)
- Touch
- Position
  - GPS
  - WiFi (fingerprint)
  - Cellular (tri-lateration)
  - NFC, Bluetooth (beacons)
- Accelerometer
- Magnetometer
- Gyroscope
- Pressure
- Temperature
- Humidity

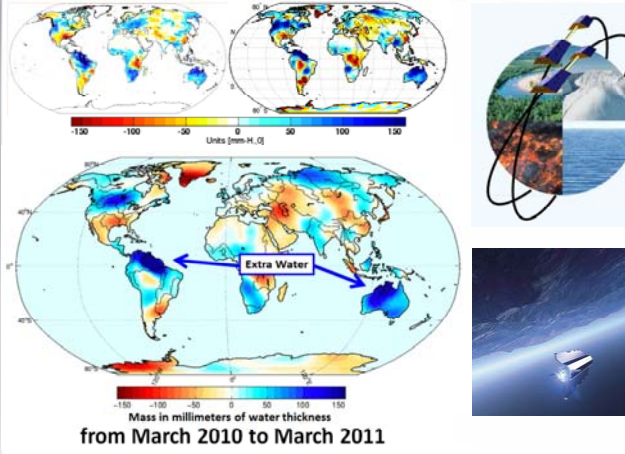
## Εφαρμογές δορυφορικής αλιμετρίας

- Προσδιορισμός θαλάσσιου γεωειδούς
- Μελέτες δυναμικής συμπεριφοράς των ελληνικών θαλασσών, της Μεσογείου, ...
- Συνεισφορά στην μελέτη κλιματικών αλλαγών
- Εντοπισμός περιοχών αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας, ...
- Future satellite missions: multi-satellite concepts (orbit mechanics), formation flight stability, ...



## Προηγμένες τεχνικές και εφαρμογές προσδιορισμού του γήινου πεδίου βαρύτητας

- Ειδικές βαρυμετρικές δορυφορικές αποστολές, μοντέλα σφαιρικών αρμονικών του γήινου πεδίου βαρύτητας, ...
- Γεωδαιτικά συννοριακά προβλήματα
- Τοπικά μοντέλα γεωειδούς από ετερογενή βαρυμετρικά δεδομένα



## Επιλογή ατομικού θέματος εξαμήνου - Γενικές οδηγίες και επεξηγήσεις -

Χωροχρονικά δεδομένα

```

dens <- density(data, n = npts)
dx <- dens$x
dy <- dens$y
if(add == TRUE)
  plot(0., 0., main = "Density", xlab = "x", ylab = "y")
if(orientati == "y")
  dx2 <- (dx - min(dx)) / (max(dx) - min(dx))
  x[1.] <- dx2
  dy2 <- (dy - min(dy)) / (max(dy) - min(dy))
  y[1.] <- dy2
seqbelow <- rep(y[1.], length(dx))
if(Fill == T)
  confshade(dx2, seqbelow, dy2)
    
```

Γεωστατιστικές αναλύσεις

Big(geo)data

## Μερικές σημαντικές διαπιστώσεις

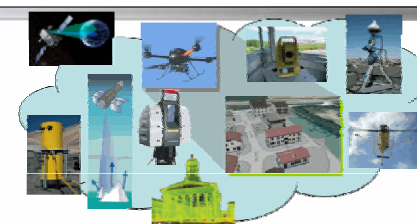


## Πολυμορφία αισθητήρων



GNSS, Tachymetry, Leveling, Inclinometers, Cameras, Laser Scanners, UAVs, tide gauges, ...

- καταγράφουν και αναφέρουν τη θέση/μετακίνηση ατόμων, οχημάτων, αντικειμένων (περιστασιακά ή συνεχώς), εδαφών/θαλασσών, κατασκευών, ...
- συνδέονται μέσω του Διαδικτύου
- παρέχουν πλήρη και αξιόπιστα μεταδεδομένα
- ελέγχονται 'on-the-fly' και τα δεδομένα τους αποθηκεύονται και μεταδίδονται από μακριά



## Sensor Web

- Πορείες και τροχιές κινούμενων αντικειμένων που καταγράφονται από συσκευές GPS/GNSS
- Διάθεση δεδομένων σε (κοινωνικά και άλλα) δίκτυα με επικτές θέσης και χρονικές σφραγίδες
- Παρακολούθηση του περιβάλλοντος (web-cameras, online εικόνες για την πρόβλεψη του καιρού) είναι μερικά τυπικά χωρο-χρονικά δεδομένα που συναντάμε ή χρησιμοποιούμε καθημερινά

## Νέες απαιτήσεις

- Για να αντιμετωπίσουμε τη **χωρική ετερογένεια** και τις **χωρικές σχέσεις** (όπως τοπολογικές σχέσεις, σχέσεις κατεύθυνσης, κ.λπ.), τα οποία είναι μοναδικά χαρακτηριστικά σε **χωροχρονικά δεδομένα**, απαιτούνται **νέες/προηγμένες στατιστικές μέθοδοι και τεχνικές μοντελοποίησης**



– **R** : προηγμένες δυνατότητες ανάλυσης, μοντελοποίησης και οπτικοποίησης

## Το γενικό ενδιαφέρον ;

- Το **R** παρέχει απaráμιλλες ευκαιρίες για να αποθηκεύονται, να ανακτώνται, να απεικονίζονται, να αναλύονται, να αξιολογούνται κλπ., κάθε μορφής χωροχρονικά δεδομένα ... Και όλα αυτά **μπορούν να γίνουν σε ένα ενιαίο υπολογιστικό περιβάλλον**

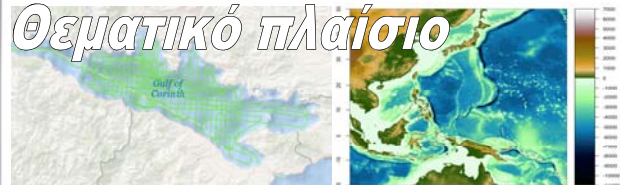


## Το γενικό ενδιαφέρον



- Η γλώσσα **R** είναι μια απλή, αποτελεσματική και ταχύτατα αναπτυσσόμενη γλώσσα στατιστικών υπολογισμών, η οποία
- σήμερα θεωρείται ως μια από τις κυριότερες **de facto** γλώσσες προγραμματισμού (και ένα υπολογιστικό περιβάλλον με υψηλές δυνατότητες επέκτασης) που έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την ανάπτυξη νέων υπολογιστικών εργαλείων γύρω από **στατιστικές εφαρμογές**, συμπεριλαμβανομένων εκείνων της ανάλυσης και απεικόνισης χωρο-χρονικών γεωδεδομένων

## Θεματικό πλαίσιο



## του ατομικού θέματος

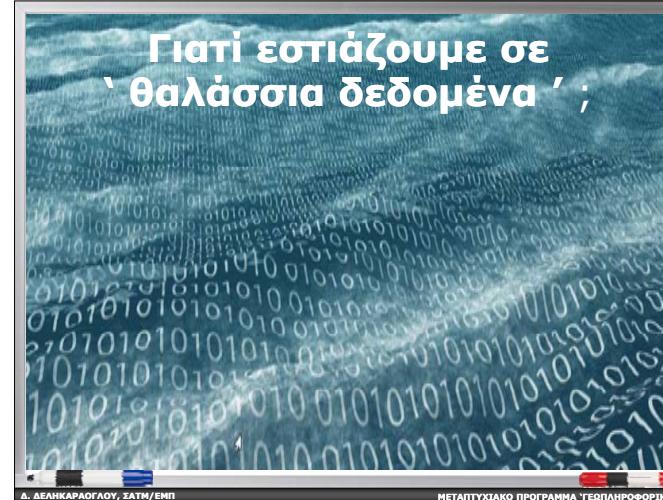
- Για το **Ακαδ. Έτος 2022-23** θα εστιάσουμε στη χρήση του **R** ως εργαλείο ανάλυσης **ατομικά επιλεγμένων χωρικών ή χρονικών ή χωροχρονικών δεδομένων για το θαλάσσιο χώρο**

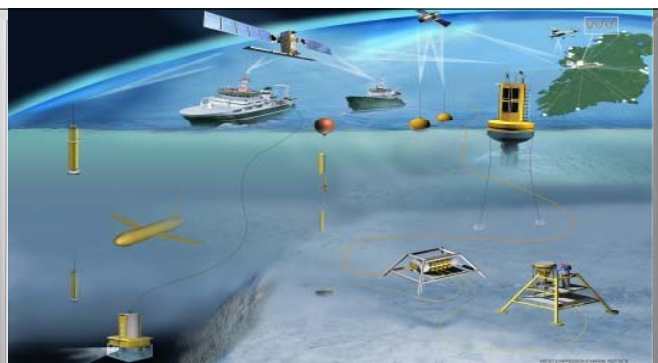
## Κύριος στόχος του ατομικού θέματος



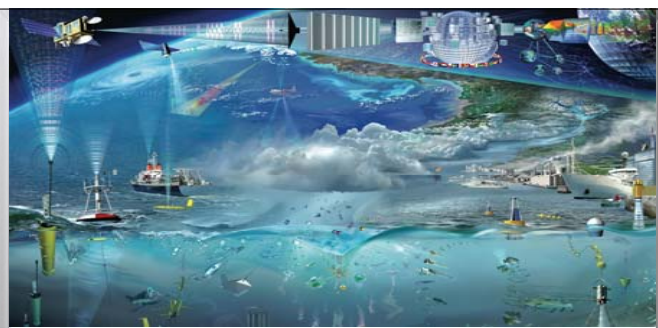
- Εκπόνηση μιας μικρής κλίμακας έρευνας καταλληλότητας ή σύγκρισης μιας μεθοδολογίας προκειμένου να αναδείξετε (και κυρίως να εξοικειωθείτε με) τις **δυνατότητες λειτουργίας και συγκεκριμένων πακέτων του λογισμικού R** που διευκολύνουν την ανάλυση και οπτικοποίηση **πραγματικών χωροχρονικών θαλάσσιων γεωδεδομένων** δικής σας επιλογής

## Γιατί εστιάζουμε σε 'θαλάσσια δεδομένα' ;

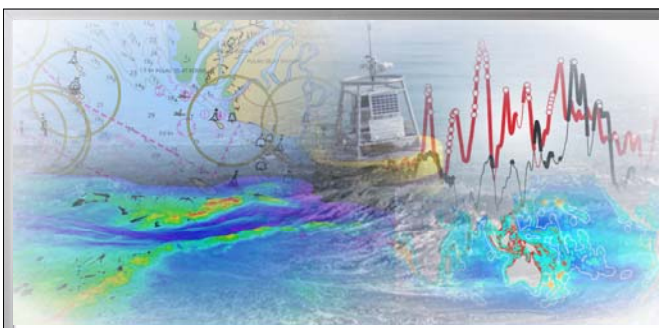




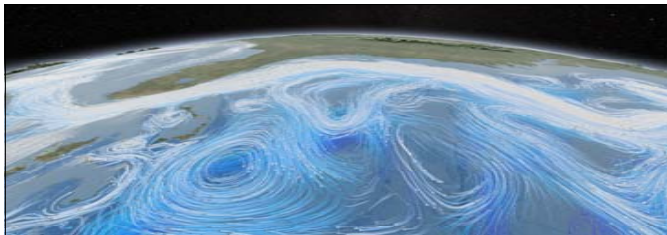
– Αντιπροσωπεύουν μια ευρεία κατηγορία δεδομένων που συλλέγονται τόσο με **επί τόπου μεθόδους** (in-situ) όσο και με **μεθόδους τηλεμετρίας**



– Οι τυπικές παράμετροι που μετρώνται σχετίζονται με **ποικίλες συνθήκες και χαρακτηριστικά κοντά, επάνω και κάτω από τη θαλάσσια επιφάνεια** (θερμοκρασία αέρα, ..., αλατότητα, ύψος κύματος και κατεύθυνση κύματος, ρεύματα ωκεανού, βάθος και μορφολογία βυθού, κ.ά.)



– Περιλαμβάνουν **χωρικά και χρονικά εξαρτώμενα είδη δεδομένων, ταξινομικές πληροφορίες, θεματικά χαρακτηριστικά, ψηφιακά δεδομένα αισθητήρων, ...**  
→ **Κατανόηση μοτίβων**, για το τι πραγματικά λένε τα δεδομένα για τη δυναμική του θαλάσσιου συστήματος



• Για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες συστηματικής μελέτης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, οι επιστημονικές έρευνες στηρίζονται σε πιθανοθεωρητικά συμπεράσματα συνθέτοντας (μολονότι με ελλιπή δεδομένα) μοντέλα συνεχών αυξανόμενων διαστάσεων και πολυπλοκότητας: **διάδοση σφαλμάτων, παλινδρόμηση ελαχίστων τετραγώνων, ανάλυση χρονοσειρών, ...**

## Γιατί de facto επιλογή του R;

- Η γλώσσα στατιστικού προγραμματισμού R
- σε συνδυασμό με την πληθώρα διαθέσιμων βιβλιοθηκών και λειτουργικών εργαλείων, και
- το καινοτόμο περιβάλλον εργασίας που προσφέρουν ελεύθερα διαθέσιμες πλατφόρμες ανάλυσης (π.χ. *R Studio*),  
παρέχουν ένα μοναδικό όχημα επιλογής → μια αυτόνομη πλατφόρμα για την εφαρμογή των μεθόδων στατιστικής και χώρο-χρονικής ανάλυσης με πραγματικά δεδομένα όσο και τη 'σχετικά εύκολη' ανάπτυξη νέων εφαρμογών στον τομέα αυτόν

## Δυνατότητες ανάλυσης ποικιλίας δεδομένων στο R

- Οι εκτεταμένες δυνατότητες ανάλυσης με το R αξιοποιούνται μέσω πακέτων (*modules, packages*) τα οποία επεκτείνουν το βασικό περιβάλλον του R και παρέχουν πρόσβαση τόσο σε παραδοσιακά εργαλεία όσο και σε ειδικές συναρτήσεις, πρόσθετες τεχνικές και αλγόριθμους αιχμής, για την ανάλυση χωρικών δεδομένων, τα οποία συνήθως προηγούνται ακόμα και αυτών των άλλων ανοιχτών ή εμπορικών πακέτων στατιστικής ανάλυσης ή/και GIS

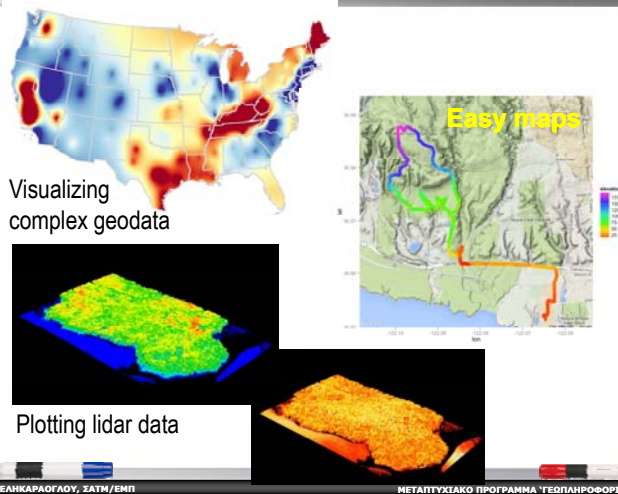
## Πακέτα χωρικής ανάλυσης στο R

- Περιλαμβάνουν πολλές συναρτήσεις και από κοινού λειτουργίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση (read, convert, transform,...), την οπτικοποίηση και ανάλυση χωρικών δεδομένων
  - *Shared classes and plotting functions*
  - *Handling spatial data*
  - *Read/Write, Import/Export spatial data*
  - *Point patterns*
  - *Geostatistics*
  - *Random fields*

- *Cluster detection, areal data analysis, population dynamics*
- *Spatial regression and association, surface modeling*
- *Generalized least squares and linear and non-linear mixed effects models*
- *Basic and advanced plotting*
- *Setting and transforming Coordinate Reference Systems*
- *Making maps (static and interactive)*
- *Interface R statistics to Google's Chart Tools*

- *sp, maptools*
  - *Tools for loading and using spatial data including shapefiles (vectors).*
- *raster*
  - *Reading, writing, manipulating, analyzing and modeling of gridded spatial data. Implements basic and high-level functions. Processing of very large files is supported.*
- *rgdal*
  - *Methods for working with importing and exporting different raster and vector geospatial data formats` Coordinate Reference Systems, projections,...*

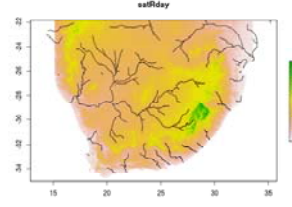




## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ - Visualise Raster/Vector GIS Data in R

```

• library(raster); library(rgdal)
# Read and plot Raster grid maps for South Africa
# GeoTiff: Digital elevation model in this case...
• sa = readGDAL("southafrica.tif")
• rsa = raster(sa,layer=1)
# Read and plot Vector
# shapefile. Rivers
• rivers = readOGR(
  "rivers_subset.shp",
  layer="rivers_subset")
• plot(rsa,main="satRday"); plot(rivers,add=T)
  
```



## Πακέτα χωρικής ανάλυσης στο R

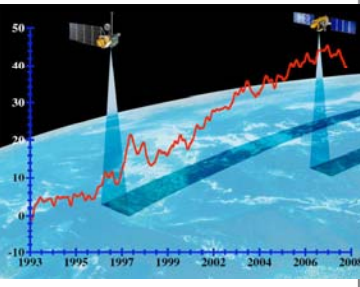


## Από που μπορείτε να ξεκινήσετε την ενημέρωσή σας και αναζήτηση πακέτων χωρικής ανάλυσης στο R

- CRAN Task View: Analysis of Spatial Data <https://cran.r-project.org/web/views/Spatial.html>
- Introduction to visualizing spatial data in R <https://github.com/Robinlovelace/Creating-maps-in-R/raw/master/intro-spatial-rl.pdf>
- Applied Spatial Data Analysis with R (με σύνδεση από το δίκτυο H/Y του ΕΜΠ) <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4614-7618-4>

## Ανάλυση χρονικών δεδομένων

- Τυπικά σε αυτά αναζητούνται εσωτερικές δομές (αυτοσυσχέτιση, τάσεις και μοτίβα, ασυνέχειες, ...) και ποιοτικά χαρακτηριστικά (στασιμότητα, εποχιακότητα, κυκλικότητα, σήματα και θόρυβος ...)



## Το ενδιαφέρον σε χρονικά δεδομένα εστιάζεται κυρίως στην ανάλυση χρονοσειρών με στόχο την εξυπηρέτηση αναγκών πρόβλεψης προκειμένου να μπορούν να υποδειχτούν επερχόμενες αλλαγές για φαινόμενα ή διεργασίες ενδιαφέροντος

- Αξιοποίηση όλης της διαχρονικά διαθέσιμης πληροφορίας (π.χ., υδατικοί πόροι, κατάσταση των θαλασσών, διακίνηση τουριστών, ...)
- Πώς η ακολουθία μιας σειράς παρατηρήσεων θα συνεχιστεί στο μέλλον (π.χ. κλιματικές αλλαγές, τουριστική κίνηση, ...)

## Τα χρονολογικά (ιστορικά) δεδομένα αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερο τρόπο

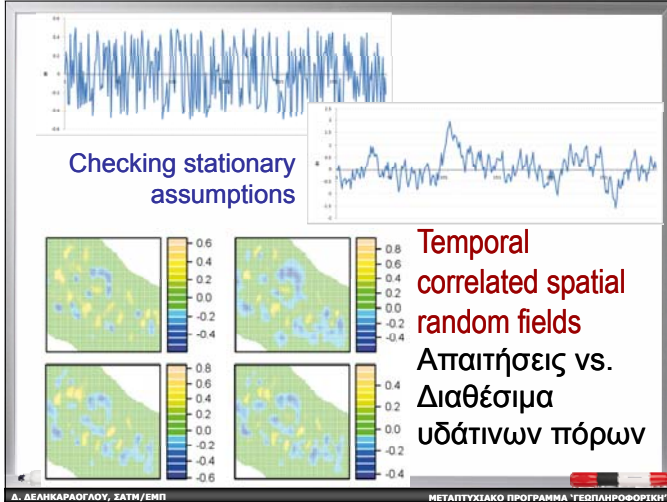
- Οι χρονολογικές σειρές ενδιαφέροντος, μπορούν να έχουν διάφορους χρονολογικούς δείκτες (κλίμακα μετρήσεων), π.χ. ετήσιες, μηνιαίες, ημερήσιες, ... καταγραφές
- Ως προς τις συνθήκες μέτρησης μπορούν να εμφανίζουν ομοιογένεια ή ανομοιογένεια (π.χ. από τις επιδράσεις αλλαγών στο περιβάλλον ενός σταθμού), ενώ
- ως προς το γενικότερο μαθηματικό περιεχόμενό τους μπορούν να είναι συνεπείς ή ασυνεπείς, συσχετισμένες, κλπ.

## Ρεύματα δεδομένων (data streams) που συνήθως προκύπτουν δυναμικά από καταγραφές στοιχείων σε σταθμούς και δίκτυα αισθητήρων

- συνεχή, αλλά με χρονικά κυμαινόμενο όγκο
- ταχύτητα, εφήμερα και πιθανόν ανεξάντλητα
- Κινούμενα αντικείμενα
  - καταγραφή θέσης (location) → παρόν
  - τήρηση τροχιάς (trajectory) → παρελθόν
  - πρόβλεψη πορείας (movement projection) → μέλλον

## Τα δεδομένα χρονοσειρών δεν είναι πάντα ακριβή και αξιόπιστα

- επίδραση στον ορίζοντα πρόβλεψης
- Η αντίληψη για το παρελθόν δεν είναι πάντα ο σωστός οδηγός για τη συμπεριφορά του φαινομένου ενδιαφέροντος στο μέλλον.
  - πολύ παλιά ή διαφορετικής ποιότητας δεδομένα
- Επίδραση απρόβλεπτων εξωτερικών παραγόντων π.χ. φυσικές καταστροφές, ειδικές συνθήκες και συμβάντα, κοινωνικοοικονομικές αντιθέσεις, ...
  - στοχαστικά μοντέλα που εμπεριέχουν τον τυχαίο παράγοντα



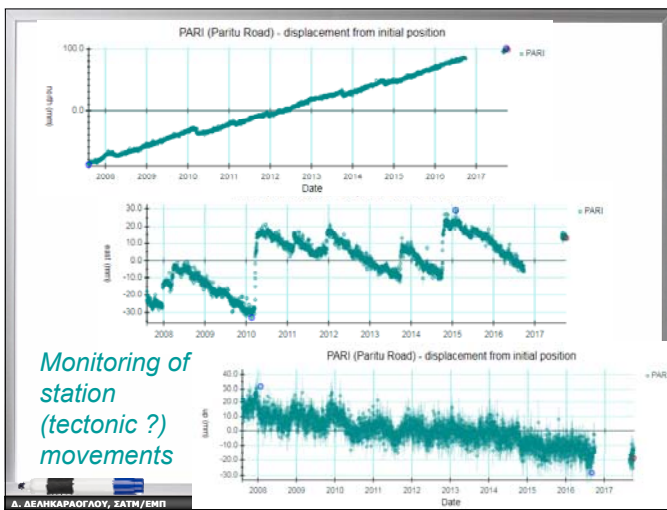
- Από που μπορείτε να ξεκινήσετε την ενημέρωσή σας και αναζήτηση πακέτων χρονικής ανάλυσης στο R
    - CRAN Task View: Time Series Analysis  
<https://cran.r-project.org/web/views/TimeSeries.html>
    - Time Series Analysis with R  
[http://www.staetok.wiso.uni-goettingen.de/veranstaltungen/zeitreihen/sommer03/ts\\_r\\_intro.pdf](http://www.staetok.wiso.uni-goettingen.de/veranstaltungen/zeitreihen/sommer03/ts_r_intro.pdf)
    - Time Series and Forecasting  
<http://www.statmethods.net/advstats/timeseries.html>
    - ...
- Α. ΔΕΑΝΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

- ### Ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων
- Με μια πρώτη ματιά, τα χωροχρονικά δεδομένα αποτελούν επέκταση των χωρικών δεδομένων που εμπεριέχουν χωρικές, χρονικές και χωροχρονικές πληροφορίες που αφορούν:
    - Προσδιορισμό γεωμετρικών μεγεθών που αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου (π.χ. ιστορικές καταγραφές τεκτονικών μετακινήσεων)
    - Τη θέση αντικειμένων κινούμενων σε ένα γεωμετρικά αναλλοίωτο χώρο (π.χ. Συστήματα εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο)
- Α. ΔΕΑΝΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

- Τυπικά παραδείγματα χωροχρονικών δεδομένων:
    - Παρακολούθηση αντικειμένων, τα οποία μπορούν να καταλάβουν μια συγκεκριμένη θέση σε μια δεδομένη στιγμή
      - π.χ., δορυφόροι στην τροχιά τους
    - Ροές δεδομένων π.χ., από δίκτυα αισθητήρων, επικοινωνίας, κοινωνικά δίκτυα κ.ά. που μπορούν να υφίστανται για κάποιο χρονικό διάστημα σε μια γεωγραφική περιοχή
    - Χωροχρονικά μοτίβα κοινωνικών τάσεων (patterns of social trends)
- Α. ΔΕΑΝΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

- Συνήθως, η στατιστική μοντελοποίηση/ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων επιτελείται διαχωρίζοντας τη μεταβλητότητα
    - σε μια κατανοητή, και
    - σε μια τυχαία συνιστώσα πιθανά με την έννοια:  
 $\text{παρατήρηση} = \text{τάση} + \text{υπόλοιπο}$  ή  $\text{διαταραχή} = \text{trend} + \text{residual}$

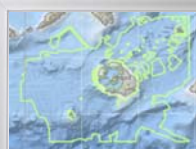
όπου συχνά η τυχαία εναπομένουσα συνιστώσα οφείλεται σε συσχετίσεις των παρατηρήσεων στο χώρο και το χρόνο.
- Α. ΔΕΑΝΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'



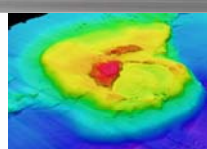
- Από που μπορείτε να ξεκινήσετε την ενημέρωσή σας και αναζήτηση πακέτων χώρο-χρονικής ανάλυσης στο R
    - Handling and Analyzing Spatio-Temporal Data  
<https://cran.r-project.org/web/views/SpatioTemporal.html>
    - Spacetime: Spatio-Temporal Data in R  
<https://cran.r-project.org/web/packages/spacetime/vignettes/jss816.pdf>
    - Modelling spatio-temporal data with R  
[http://ifgi.uni-muenster.de/~epebe\\_01/inpe.pdf](http://ifgi.uni-muenster.de/~epebe_01/inpe.pdf)
    - Spatio-temporal geostatistics using gstat  
<https://cran.r-project.org/web/packages/gstat/vignettes/st.pdf>
- Α. ΔΕΑΝΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

## Επιλέξτε από την ομάδα των προτεινόμενων θεμάτων

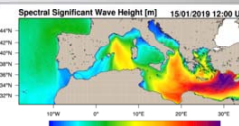
- Αυτά έχουν ένα συγκεκριμένο στόχο που επικεντρώνεται στη χρήση θαλάσσιων δεδομένων και μοντελοποίηση
  - Ωστόσο είναι ευέλικτα και μπορούν να προσαρμοστούν στα δικά σας ενδιαφέροντα
- Αποσκοπούν στο να αναδειχθούν οι δυνατότητες του R να απλοποιεί σε μεγάλο βαθμό τον χειρισμό θαλάσσιων δεδομένων, την ανάλυση και την οπτικοποίησή τους



## Χρήση βαθυμετρικών δεδομένων



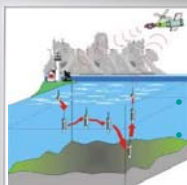
- <https://www.benjaminbell.co.uk/2019/08/bathymetric-maps-in-r-getting-and.html>
- <https://hansenjohnson.org/post/bathymetric-maps-in-r/>
- <https://portal.emodnet-bathymetry.eu/?menu=19>
- Χρησιμοποιήστε δεδομένα βαθυμετρίας από ανοικτές πηγές (ETOPO1, GEBSO, ...) για τη δημιουργία βαθυμετρικών χαρτών για ενδεικτικές εφαρμογές: πλοήγηση, προφίλ θαλάσσιου πυθμένα, διάβρωση παραλιών, άνοδο της στάθμης της θάλασσας κ.λπ.



## Εκτίμηση κυματικού ενεργειακού δυναμικού

- <https://resources.marine.copernicus.eu/products>
- <https://app.box.com/s/v17sd42o1alq3ycho4q>
- <https://app.box.com/s/9wu0aag9pbanclkarncvctrd0bipd4hzh>
- Χρήση του R με **δεδομένα σημαντικού ύψους κυμάτων** (SWH, Significant Wave Height) από την υπηρεσία **Copernicus Marine Service** για τη διερεύνηση κυματικών συνθηκών στον ελλαδικό θαλάσσιο χώρο και *εντοπισμό κατάλληλων περιοχών για την αξιοποίηση κυματικής ενέργειας*

## ArgoFloats



- <https://github.com/ArgoCanada/argoFloats>
- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.635922/full>
- <https://dankelley.github.io/oce/>
- Εξοικείωση με το πακέτο **argoFloats** (ή το πακέτο **oce**) του R, για τη λήψη, και την ανάλυση θαλάσσιων δεδομένων που συλλέγονται από το σύστημα πλωτήρων **Argo**.
- π.χ., δημιουργήστε χάρτες και διαγράμματα προφίλ θερμοκρασίας - αλατότητας από πλωτήρες Argo στο ελλαδικό θαλάσσιο χώρο, την ανατολική Μεσόγειο, ...

## Εναλλακτικά επιλέξτε ένα θέμα δικού σας ενδιαφέροντος, π.χ. σχετικό με ...

- Την ποιότητα/κάλυψη θαλάσσιων γεωδεδομένων vis-à-vis τρέχοντα ζητήματα Big (Geo) Marine Data
- Θαλάσσια δεδομένα από mobile πλατφόρμες και αισθητήρες: Sonar, Lidar, Gravity, GNSS, ...
- Θαλάσσια δεδομένα για κρίσιμα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής
  - Πρόσβαση και ανάλυση χρονοσειρών για το κλίμα χρησιμοποιώντας απλά σενάρια R

## Σχεδιάστε ... πριν επιλέξετε

- Αποφασίστε το είδος γεωδεδομένων που σας ενδιαφέρουν να επεξεργαστείτε στη θεματική σας εργασία.
  - Ενδεχομένως να έχετε ήδη μια καλή γνωριμία με γεωδεδομένα που έχετε ασχοληθεί προηγουμένως → μπορείτε να επιλέξετε αντίστοιχα δεδομένα για την ανάλυσή τους, με το R, σε μεγαλύτερο βάθος και εύρος σκοπιμότητας
- Αναζητήστε (/χρησιμοποιήστε) κατάλληλα ανοικτά δεδομένα στο/(από το) διαδίκτυο
  - πέρα από εκείνα που θα σας υποδειχθούν

## Προτάσεις για τις επιλογές σας

- Οπτικοποίηση δεδομένων παραλλαγών της αλατότητας των θαλασσών όπως συνάγεται από την κίνηση πλωτών σημαντήρων (*drifters, buoys, profilers*), ... και μελέτη/πρόβλεψη της δυναμικής συμπεριφοράς, κινητικότητας, ...
  - Χρονική και χωρική κατανομή χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, π.χ. ταχύτητα μετατόπισης, ...
  - Ανίχνευση μοτίβων, ενσωματώνοντας πρόσθετους παράγοντες (όπως θερμοκρασία θαλάσσιου νερού)
  - Αποτελεσματική χρήση αποσπασμάτων τροχιών και σποραδικών καταγραφών

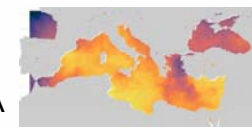
## Προτάσεις για τις επιλογές σας ...

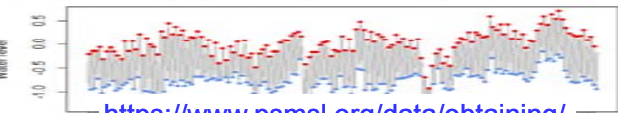
- Ανάλυση θαλάσσιων δεδομένων (ταχύτητα μεταδόσεως κυματισμού, επιφανειακή αλατότητα και θερμοκρασία, ρεύματα, ...), από Γαλλικές ωκεανογραφικές κρουαζιέρες στον ελλαδικό θαλάσσιο χώρο
  - <https://campagnes.flotteoceanographie.ue.fr/campaign>



## Προτάσεις για τις επιλογές σας ...

- Διερεύνηση χρονοσειρών δορυφορικών δεδομένων από φασματοραδιόμετρα (Aqua και Terra, WindSat, AVHRR, ...), και in situ παρατηρήσεις SST, π.χ. για τη Μεσόγειο
- <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap>
- <https://podaac.jpl.nasa.gov/MEaSURES-MUR?tab=background&sections=about%2Bdata>
- Πακέτο **rerddap** για εύκολη λήψη δεδομένων από το αποθετήριο ERDDAP/NOAA





<https://www.psmsl.org/data/obtaining/>

- **Ανάλυση παλίρροιών στο R**
  - Αναγνώριση της υψηλής και της χαμηλής παλίρροιας,
  - Χαρακτηρισμό αλλαγών στη στάθμη της θάλασσας που μπορεί να προκαλέσουν συμβάντα πλημμύρας (ανάλογα με τη συχνότητα και τη διάρκεια τους)
- <https://lukemiller.org/index.php/2011/02/accessing-noaa-tide-data-with-r/>

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ      ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

Προτάσεις για τις επιλογές σας ...

**Χειρισμός δεδομένων ανάγλυφου βυθού**

- *General Bathymetric Chart of the Oceans* GEBCO 08 Global Relief Grid
- Creating Bathymetric Contours from Grids: Shelf Estimations (σε ρηχά νερά)
- Merging/Viewing Tiled High-Resolution Relief Grids (2-D and 3-D): GEBCO 08 & CGIAR 3-sec SRTM
- Απεικόνιση δεδομένων ανάγλυφου 3-D και διανυσματικών δεδομένων (π.χ. .shp files)



Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ      ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

Προτάσεις για τις επιλογές σας ...

**Χειρισμός δεδομένων ανάγλυφου του βυθού**



- Σήμερα, υπάρχει έντονη ανάγκη για προϊόντα απεικόνισης του βυθού με υψηλή ανάλυση
- Εναλλακτικοί τρόποι πιο δημιουργικής ή ολοκληρωμένης οπτικοποίησης βαθυμετρικών δεδομένων, π.χ., από την άποψη καλύτερης αισθητικής, ..., συνεργασία με *Googlemaps*


Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ      ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

Προτάσεις για τις επιλογές σας ...

- Διερεύνηση των τάσεων ανάπτυξης υδατοκαλλιέργειών, συστήματα και περιβάλλοντα υδατοκαλλιέργειας, αλληλεπιδράσεις πόρων και ανάπτυξης, ... **στον ελλαδικό χώρο**
  - Η ΕΛ.ΣΤΑΤ. διατηρεί online αναλυτικά δεδομένα από το 2002
  - <https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>
  - <https://sfg-ucsb.github.io/fishery-manageR/plotting-fisheries-data.html>
  - Το R διαθέτει πλήθος πακέτων που εστιάζουν σε αναλύσεις δεδομένων για ζητήματα αλιείας
  - <https://derekogle.com/fishR/packages>

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ      ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'

**Στο επόμενο μάθημα ...**



**Περισσότερες λεπτομέρειες για το πλαίσιο εκπόνησης του ατομικού θέματος στις ιστοσελίδες του μαθήματος**

**Πρώτη γνωριμία με το λογισμικό R**  
(Το βασικό εργαλείο σας για το μάθημα, ... ελπίζοντας και όχι μόνο)

Δ. ΔΕΛΗΚΑΡΑΓΛΟΥ, ΣΑΤΜ/ΕΜΠ      ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 'ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ'