



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

GIS - Θεωρία

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

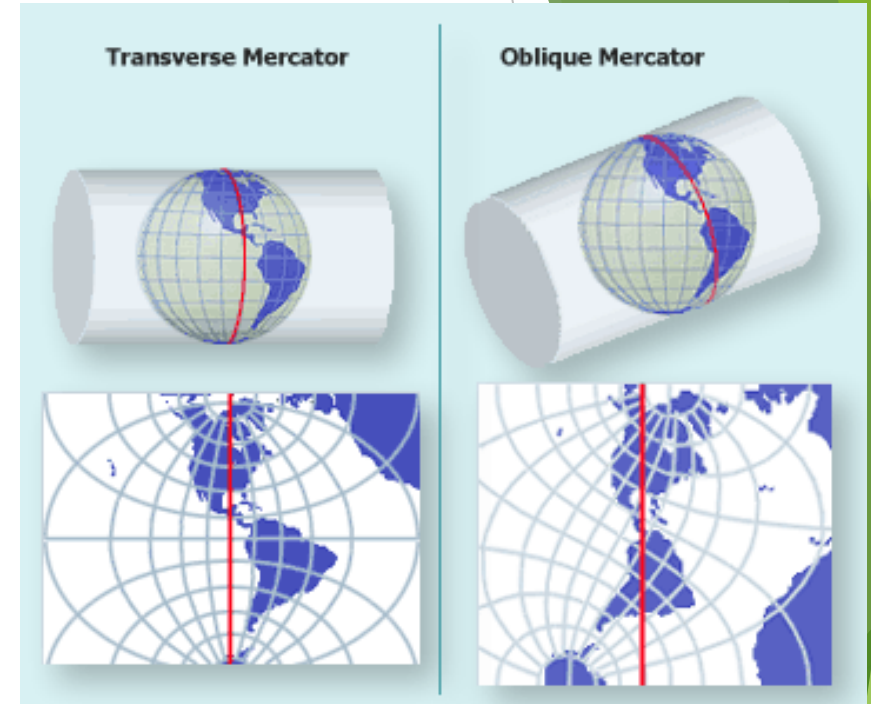
## ► Περίγραμμα διάλεξης

► Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς

► Προβολές χάρτη

► Μέτρηση υψομέτρου

► Κοινά Χρησιμοποιούμενα προβολικά συστήματα



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Κάθε δεδομένο ΓΣΠ περιλαμβάνει ένα σύστημα χωρικής αναφοράς.
- ▶ Μπορεί να αποτελείται από ένα απλό αυθαίρετο σύστημα αναφοράς, όπως ένα πλέγμα δειγματοληψίας 10 m x 10 m σε μια δασική έκταση ή, μπορεί να αποτελείται από ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς, δηλαδή ένα σύστημα όπου τα χωρικά χαρακτηριστικά απεικονίζονται σε ένα γήινο σύστημα αναφοράς.
- ▶ Το παρόν θέμα επικεντρώνεται στα γήινα συστήματα αναφοράς τα οποία μπορεί να βασίζονται σε ένα γεωγραφικό σύστημα συντεταγμένων (Geographical CS) ή σε ένα προβολικό σύστημα συντεταγμένων (Projected CS).

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Geographic Coordinate Systems
- ▶ Ένα γεωγραφικό σύστημα συντεταγμένων είναι ένα σύστημα αναφοράς για τον προσδιορισμό θέσεων στην καμπύλη επιφάνεια της γης.

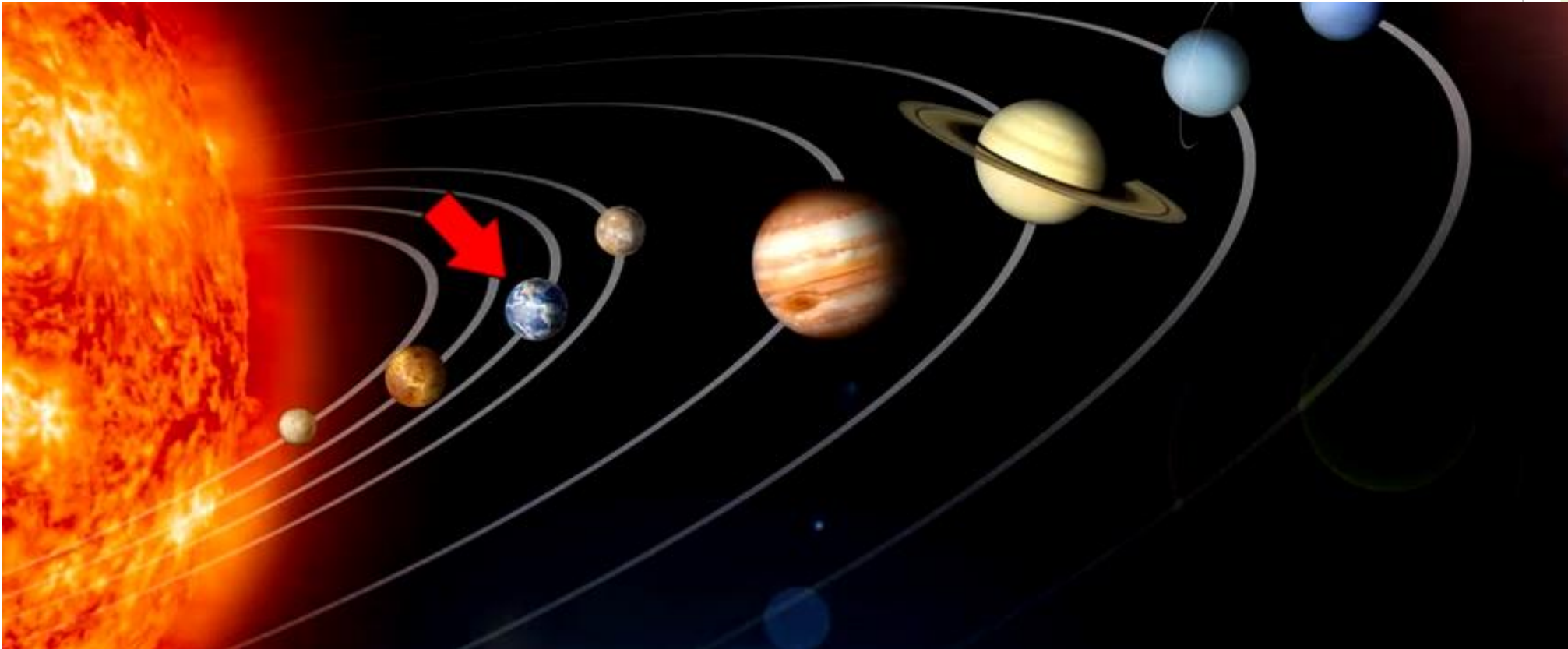


© Encyclopædia Britannica, Inc.



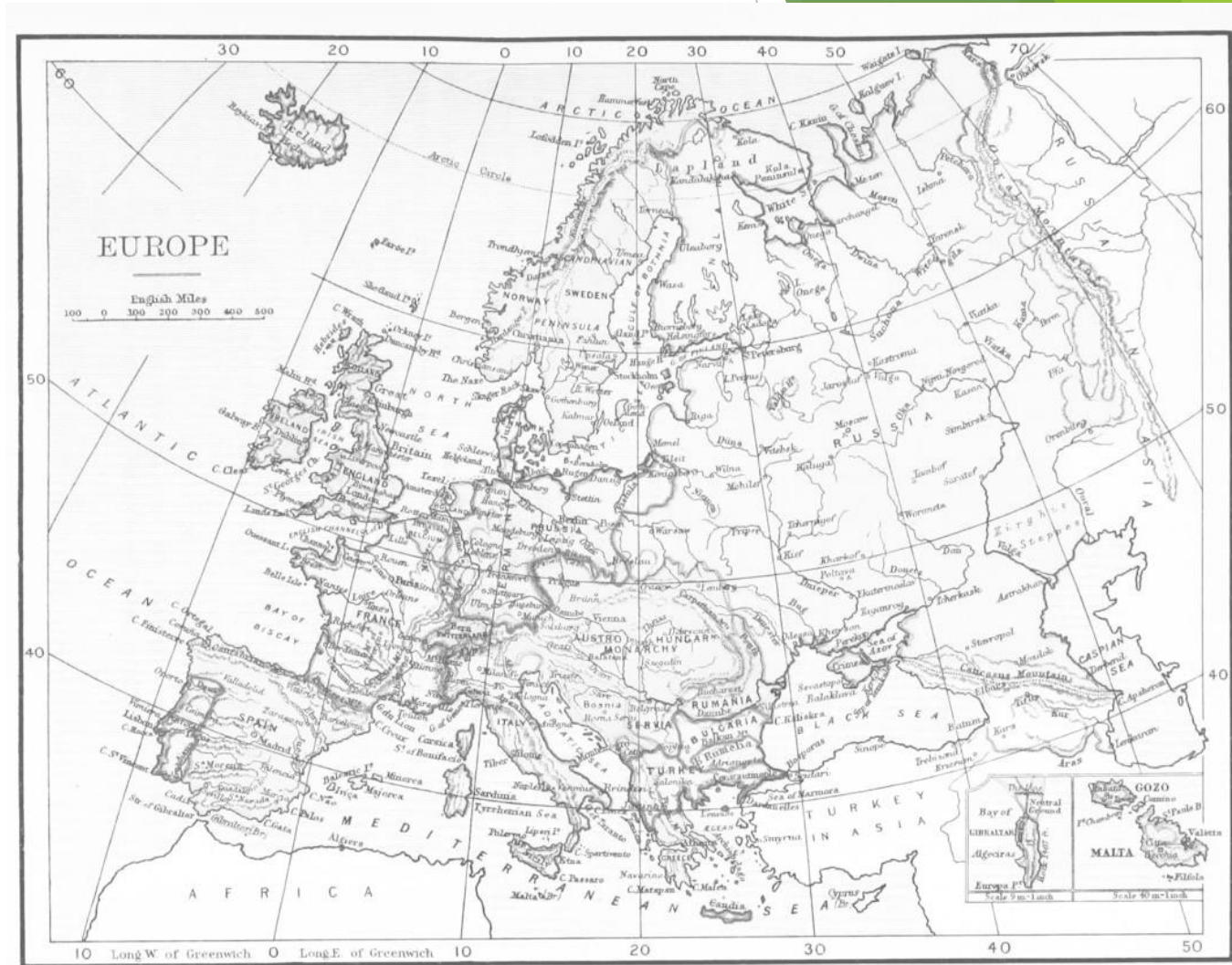
# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ *Geographical Coordinate System*
- ▶ Το γεωγραφικό σύστημα συντεταγμένων (ΓΣΣ) είναι ένα σύστημα αναφοράς που επιτρέπει την περιγραφή της θέσης σημείων στη γη.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ *Geographical Coordinate System*
- ▶ Αυτή η θεμελιώδης έννοια χρησιμοποιείται σε μια πληθώρα εφαρμογών,
  - ▶ όπως η χαρτογράφηση και η γεωγραφική πληροφορία.
- ▶ Η κατανόηση του ΓΣΣ είναι κρίσιμη για την ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων και την εκτέλεση γεωχωρικών αναλύσεων.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Η γη είναι σχεδόν σφαιρική

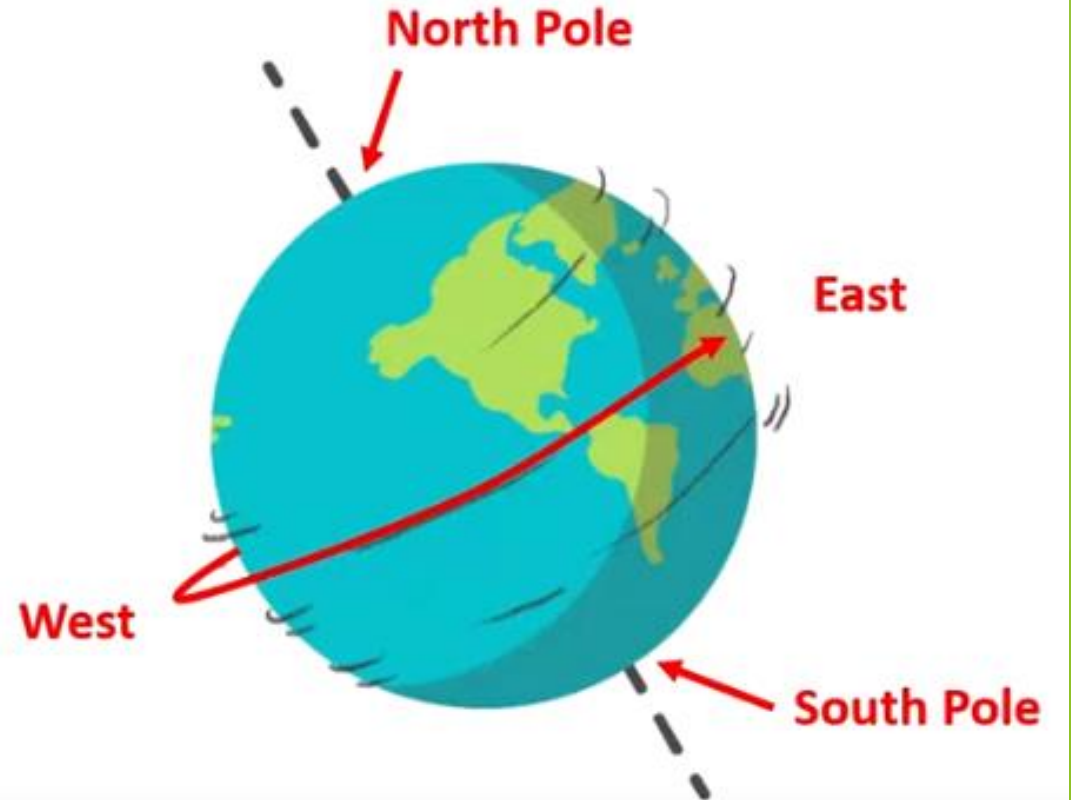




# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

The earth's axis of rotation passes through the "North" and "South" poles.

The side towards which the earth rotates is known as "East" and the opposite side is known as "West".



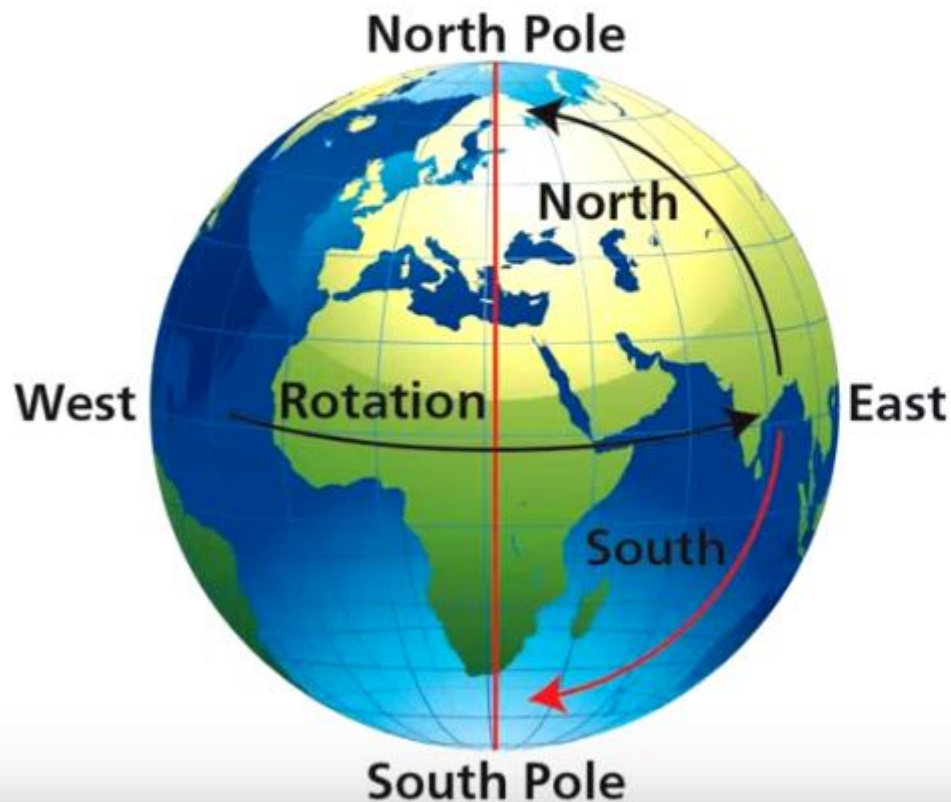
# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## CARDINAL POINTS



North, South, East and West

They are used for orientation and to express directions.



**East:** Direction in which the earth rotates.

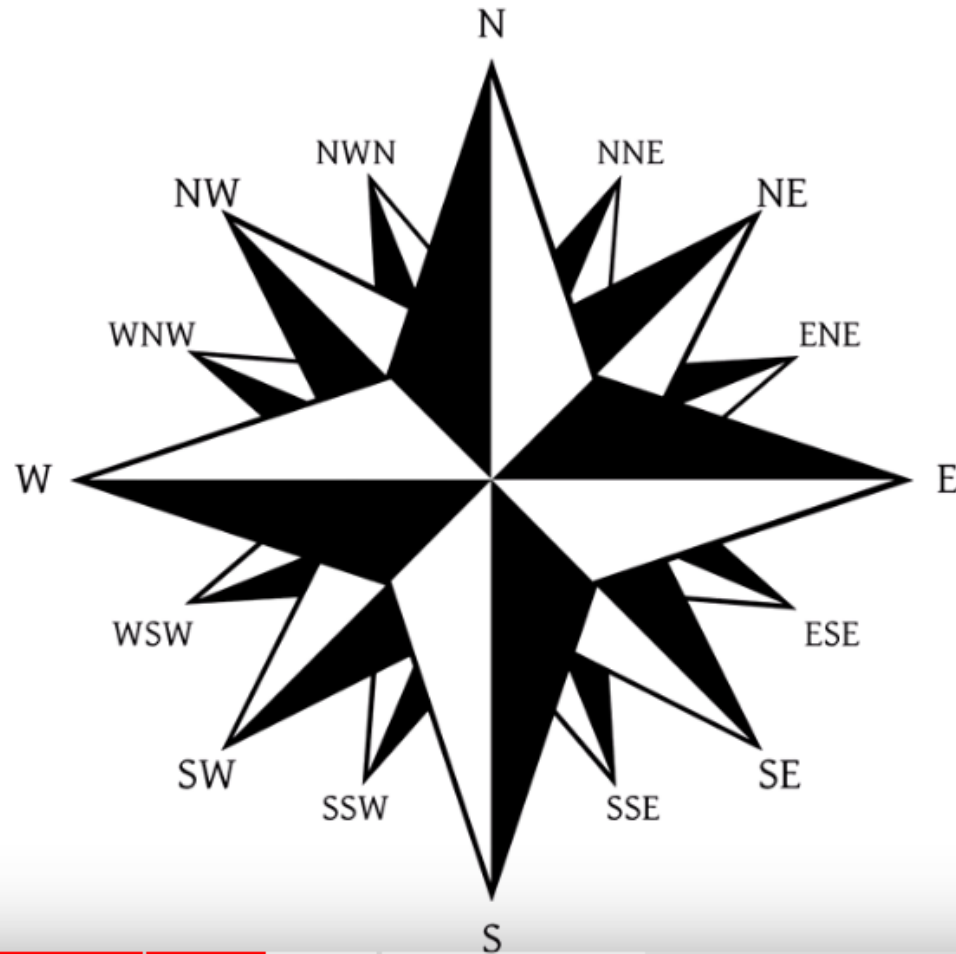
**West:** Opposite direction to the earth's rotation.

**North:** When facing East, the pole on the left is called the North Pole .

**South:** The pole diametrically opposite to the North Pole is called the South Pole.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM



These quadrantal directions can be divided even further.

**NNE - North-Northeast**

**ENE - East-Northeast**

**ESE - East-Southeast**

**SSE - South-Southeast**

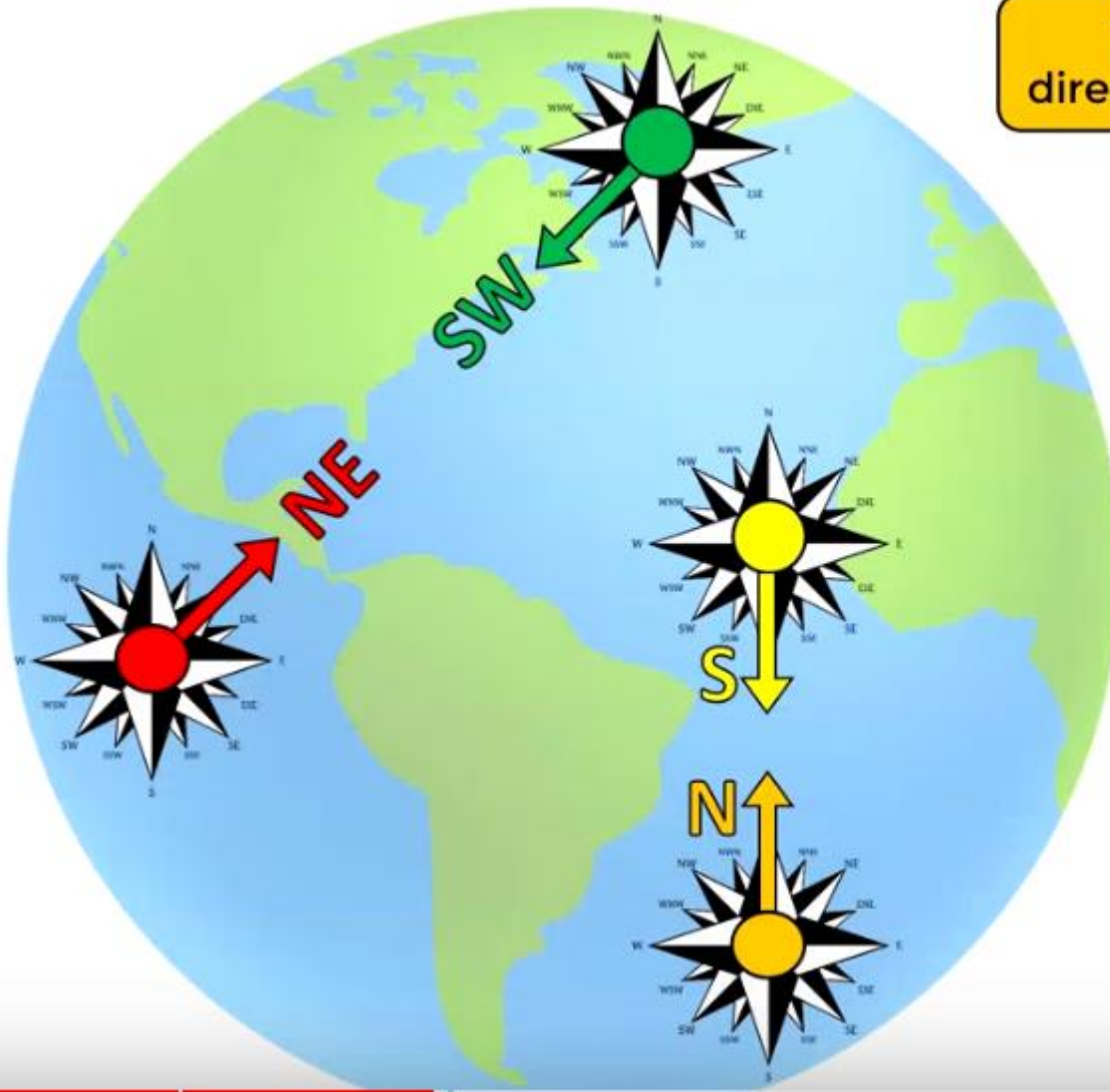
**SSW - South-Southwest**

**WSW - West-Southwest**

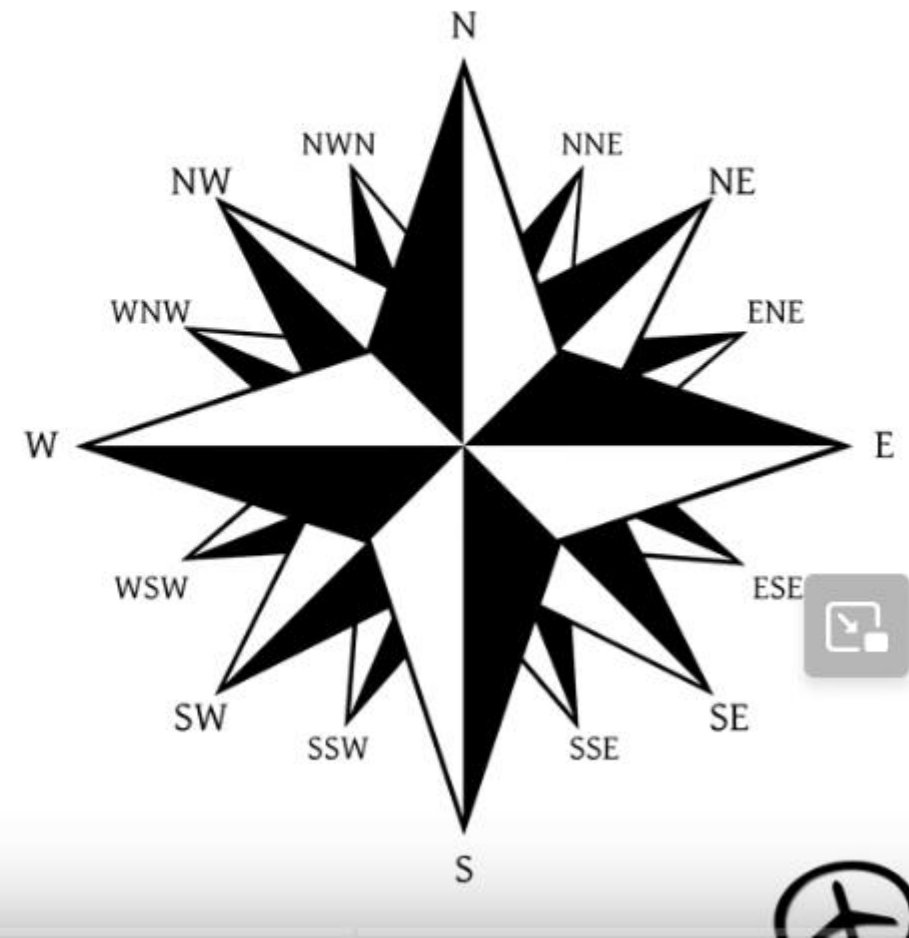
**WNW - West-Northwest**

**NNW - North-Northwest**

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM



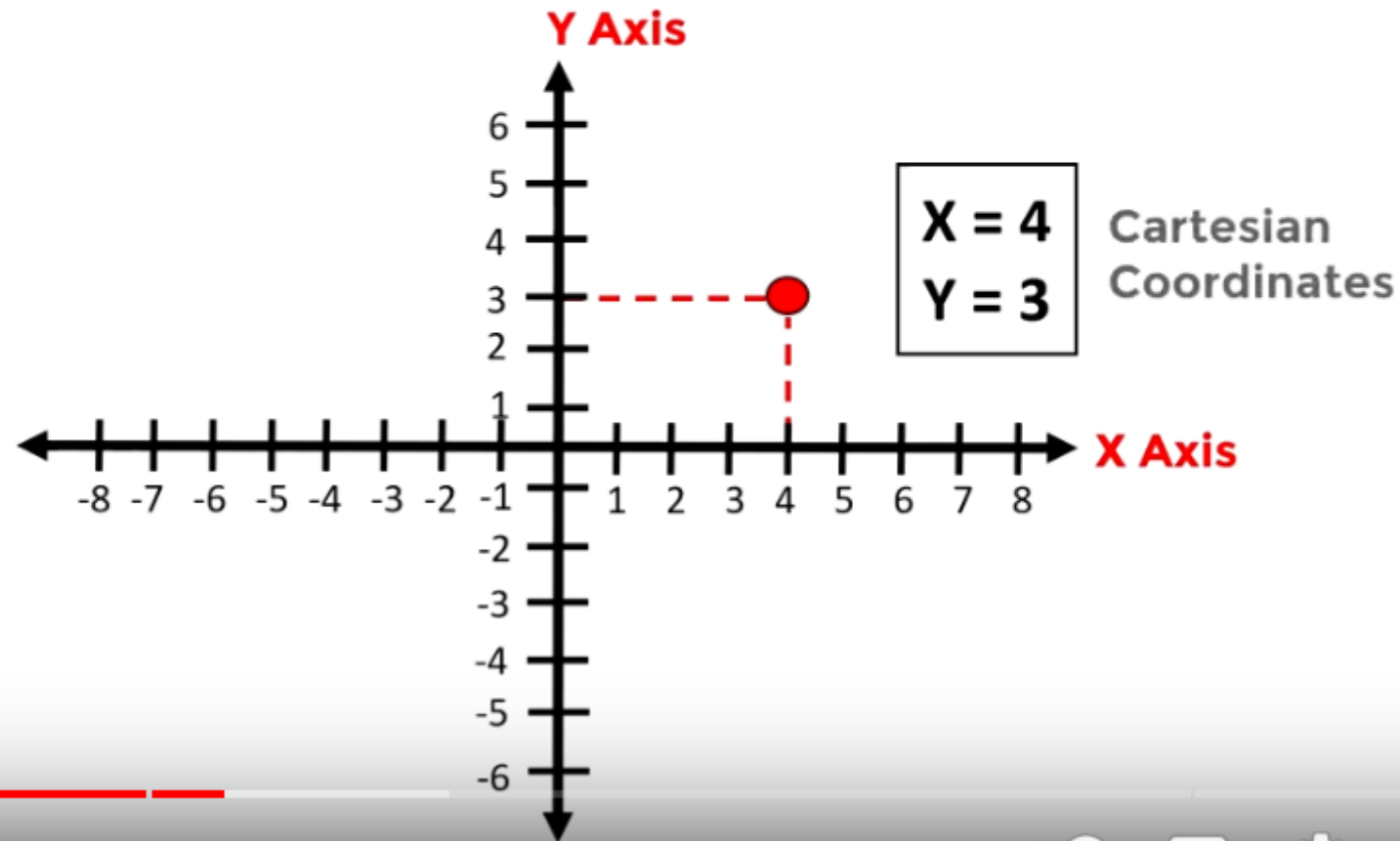
This system can be used to express the direction to a point in relation to another point.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

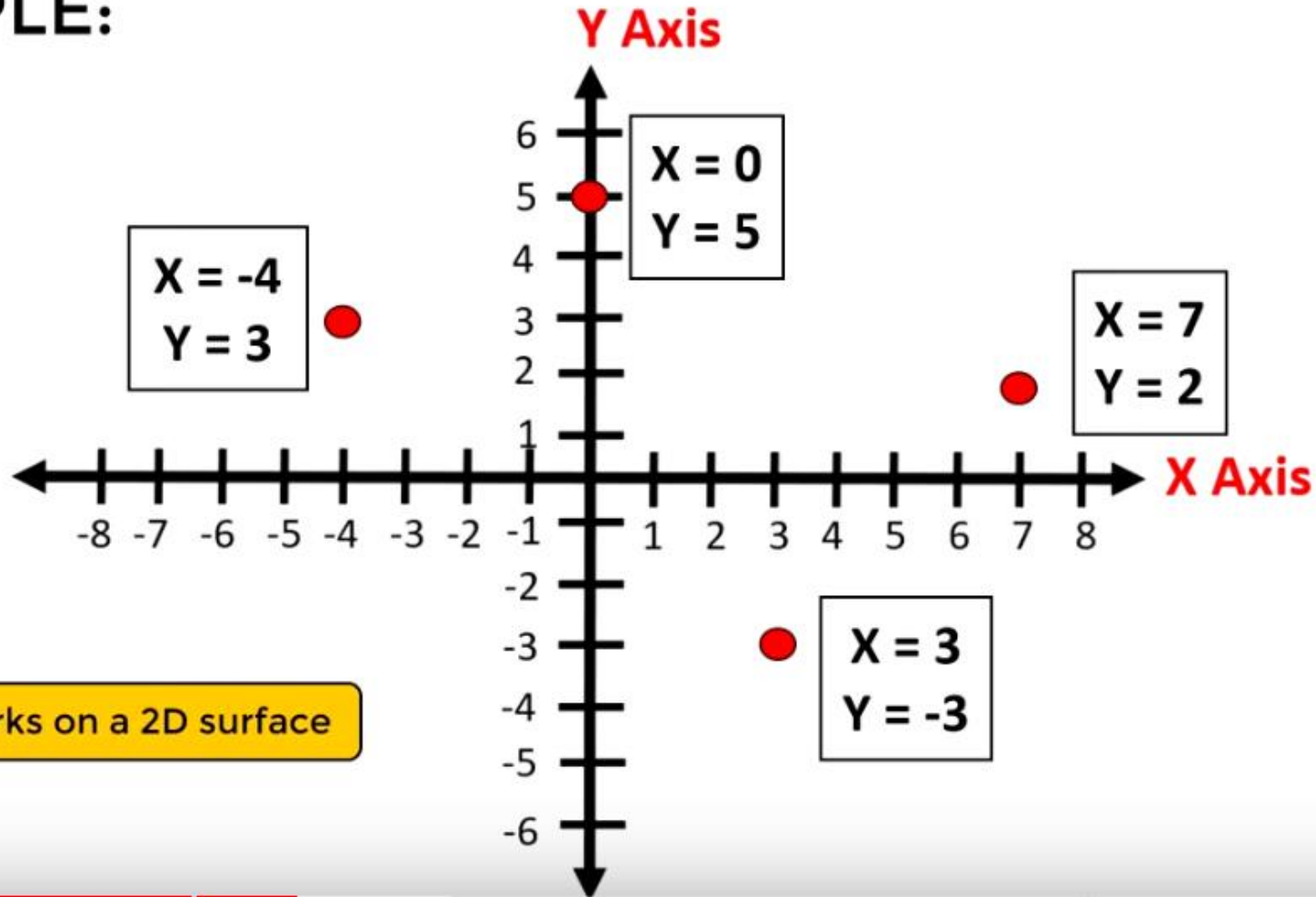
## POSITION REFERENCE SYSTEM

- System which defines positions accurately and unambiguously on the Earth's surface.
- An example of a position reference system is the Cartesian system.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## EXAMPLE:

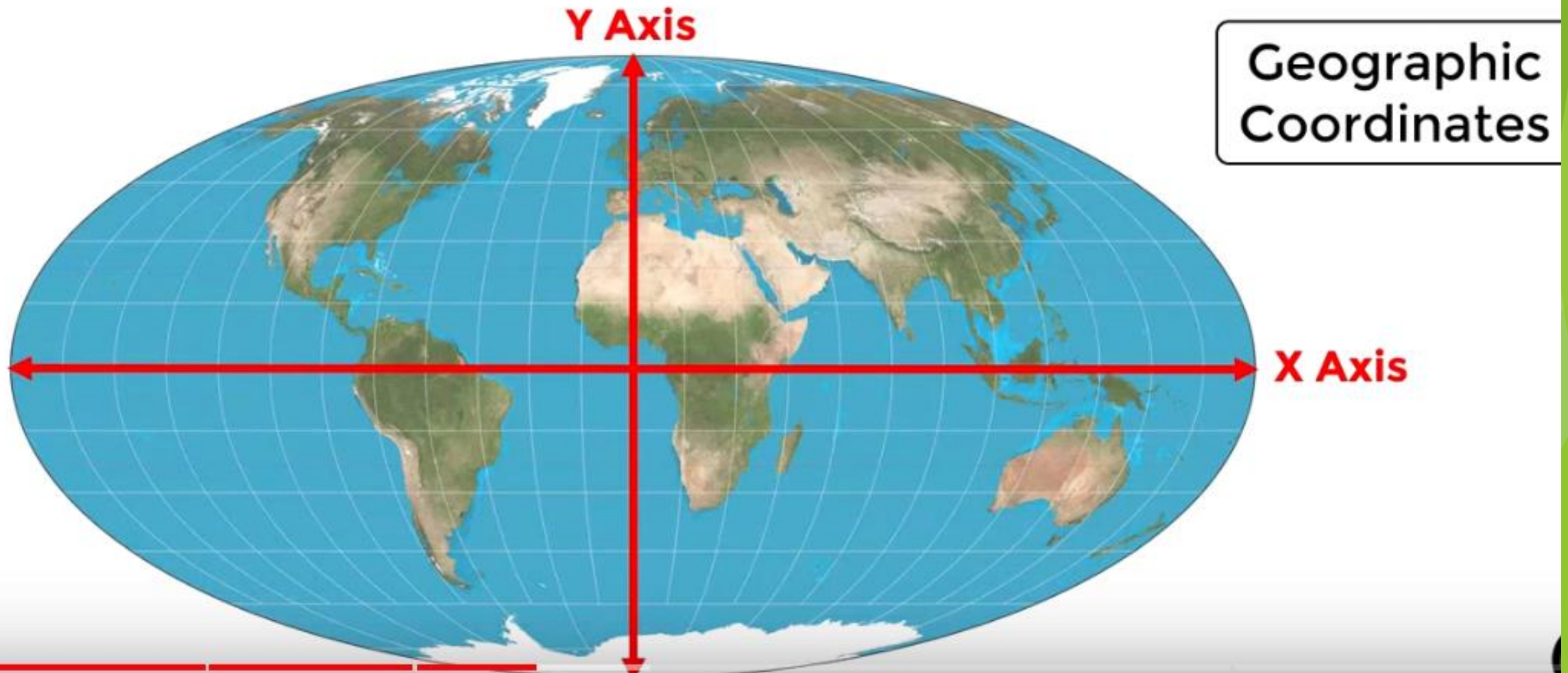


It only works on a 2D surface



# POSITION ON EARTH

The position on the earth can be expressed by means of a similar reference system.

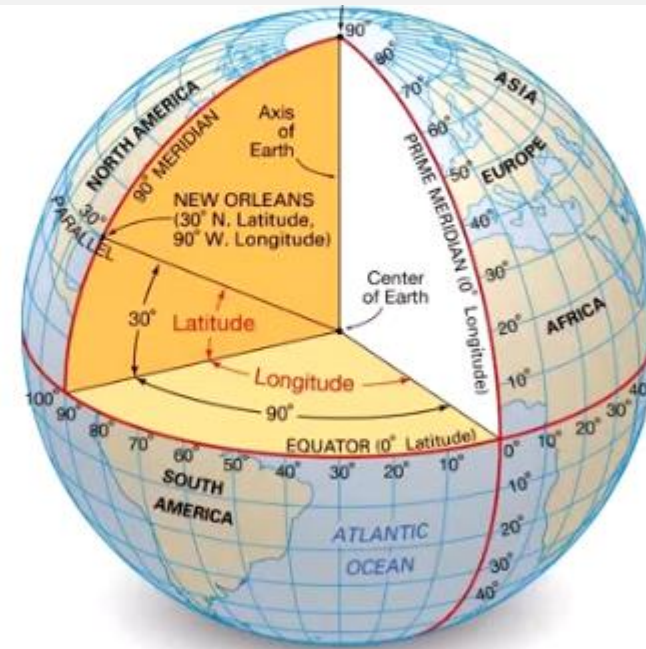
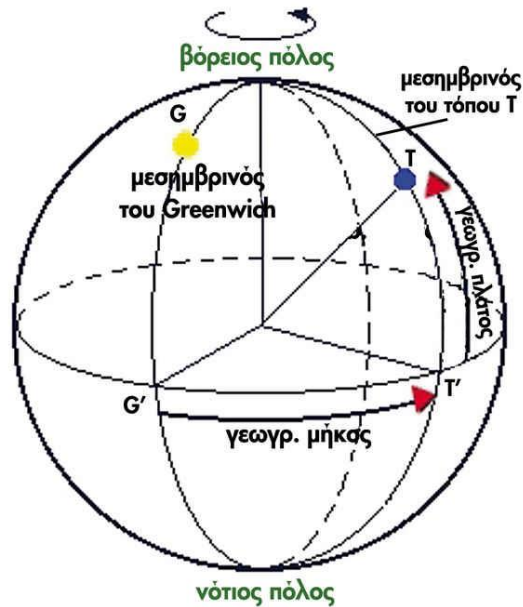




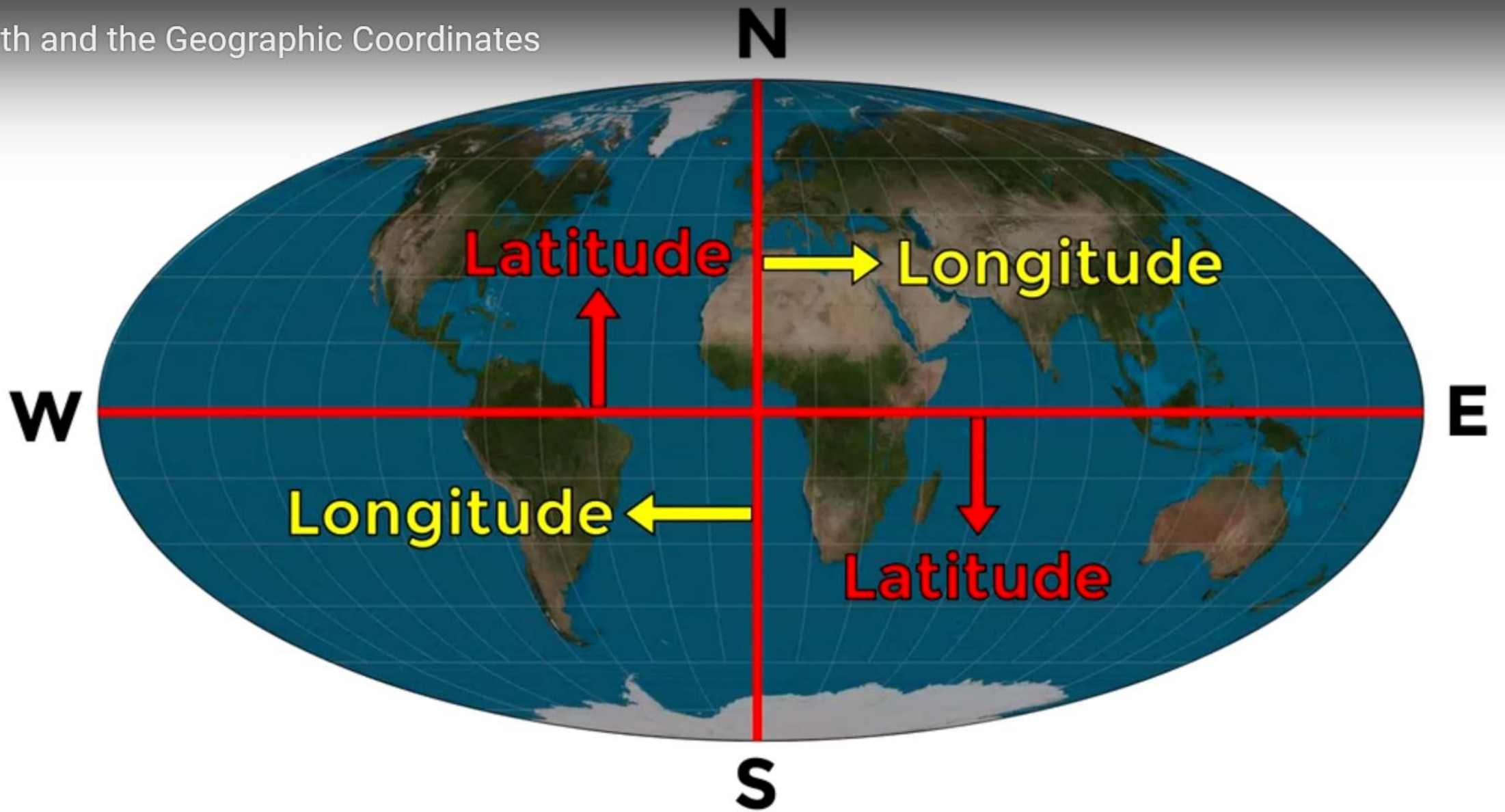
# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## GEOGRAPHIC COORDINATES

- Η θέση ενός σημείου μπορεί να προσδιορισθεί με τις **ελλειψοειδείς** ή **γεωδαιτικές** συντεταγμένες του που είναι το **πλάτος  $\phi$**  και το **μήκος  $\lambda$** .



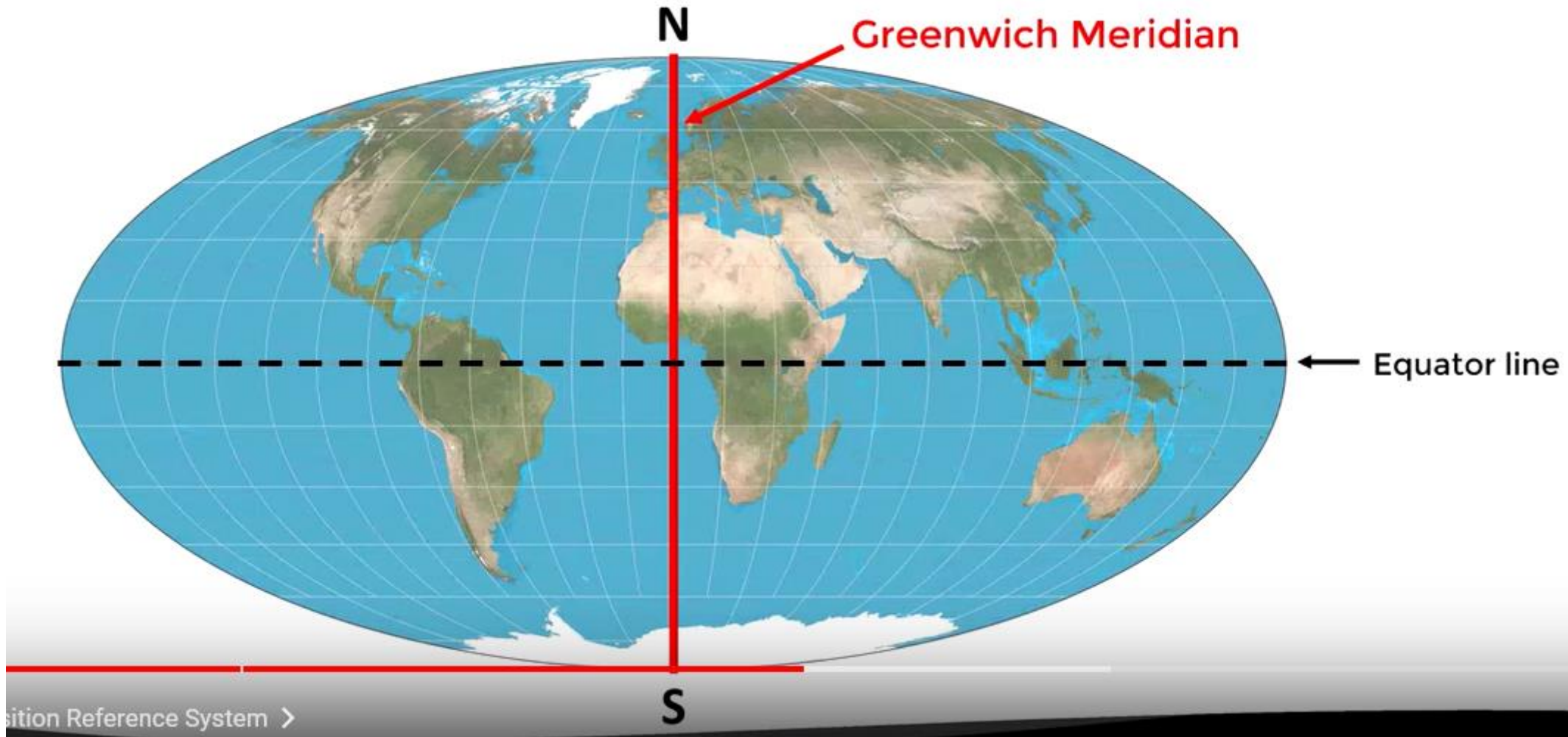
Since the earth is spherical, instead of using linear units as in the Cartesian system, angular units are used.



- Latitude is used to express how far north or south a point is.
- Longitude is used to express how far east or west a point is.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM



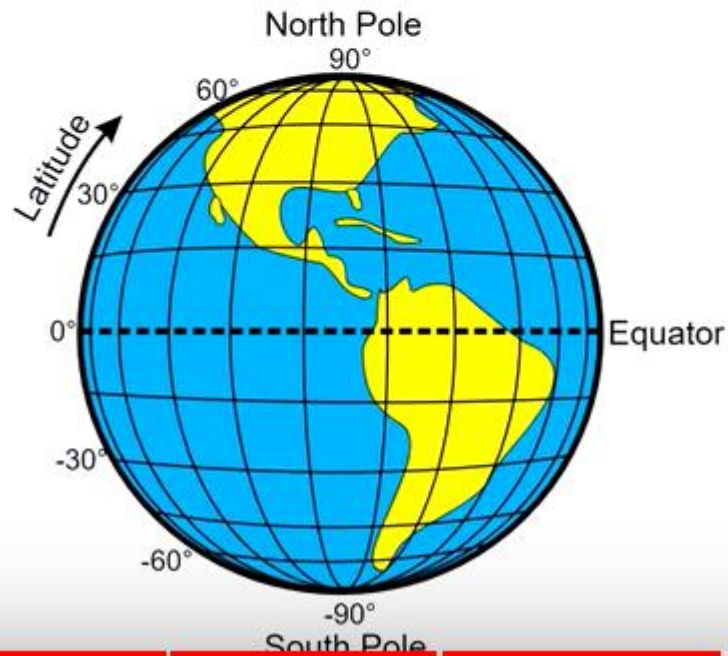
Πηγή <https://www.youtube.com/watch?v=5jni8uZcyLg>

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

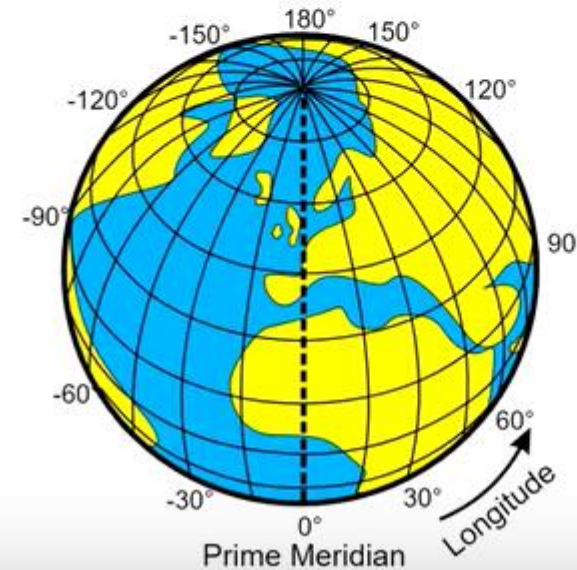
## REFERENCE AXES

As in the Cartesian system, 2 reference axes are used from which latitude and longitude are measured.

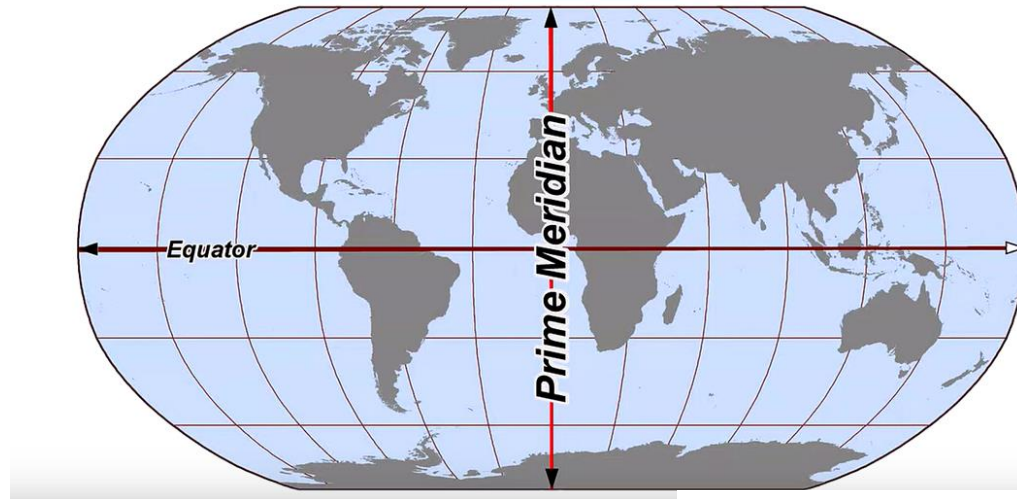
### EQUATOR LINE



### GREENWICH MERIDIAN







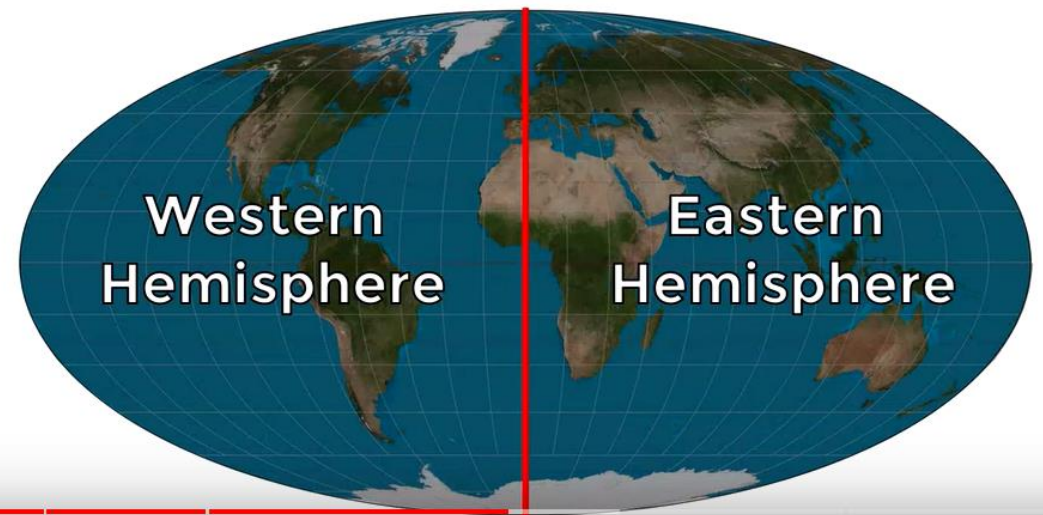
## EARTH HEMISPHERES

The Equator line and the Prime meridian divide the earth into 4 hemispheres.

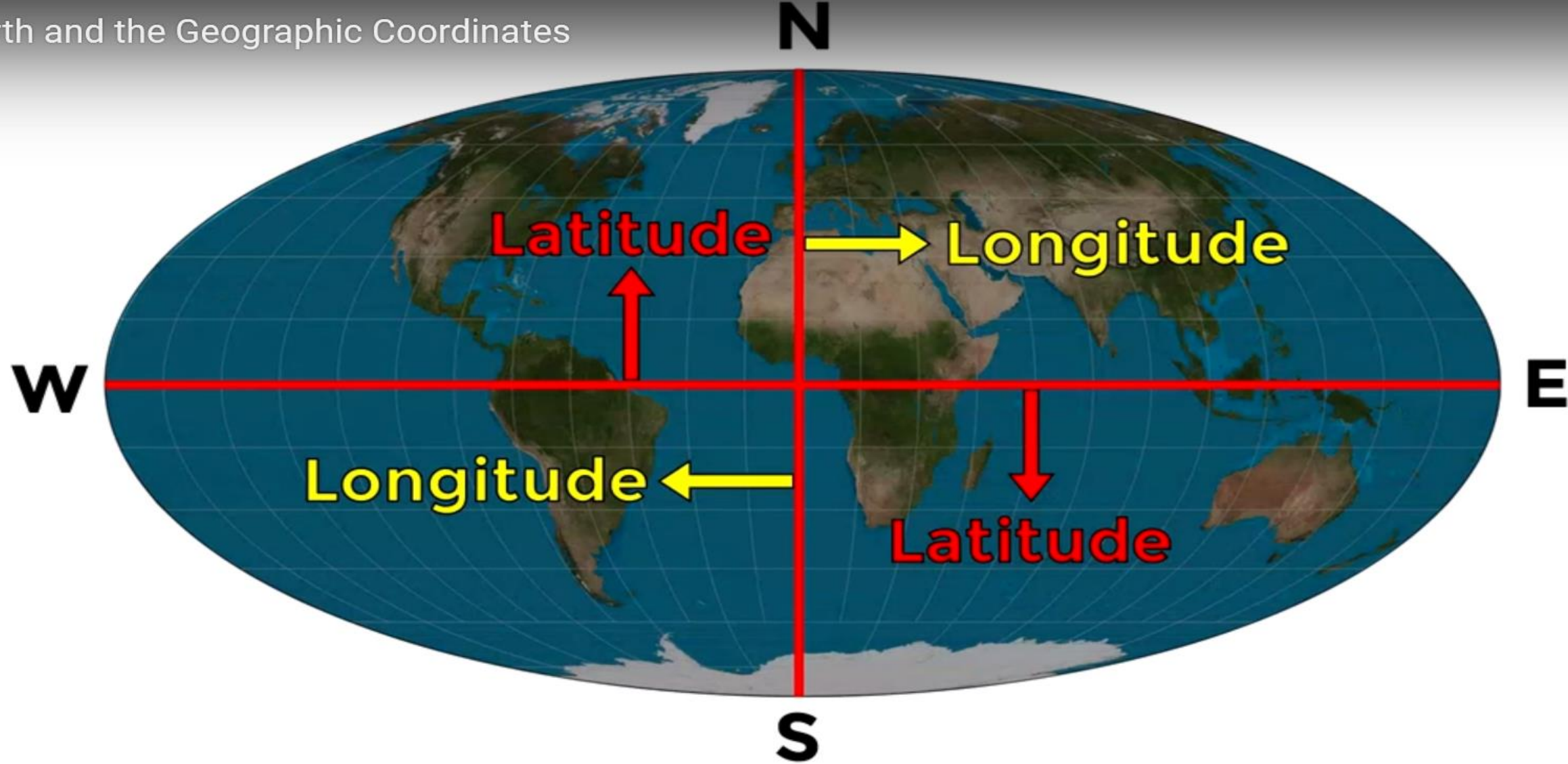


## EARTH HEMISPHERES

The Equator line and the Prime meridian divide the earth into 4 hemispheres.





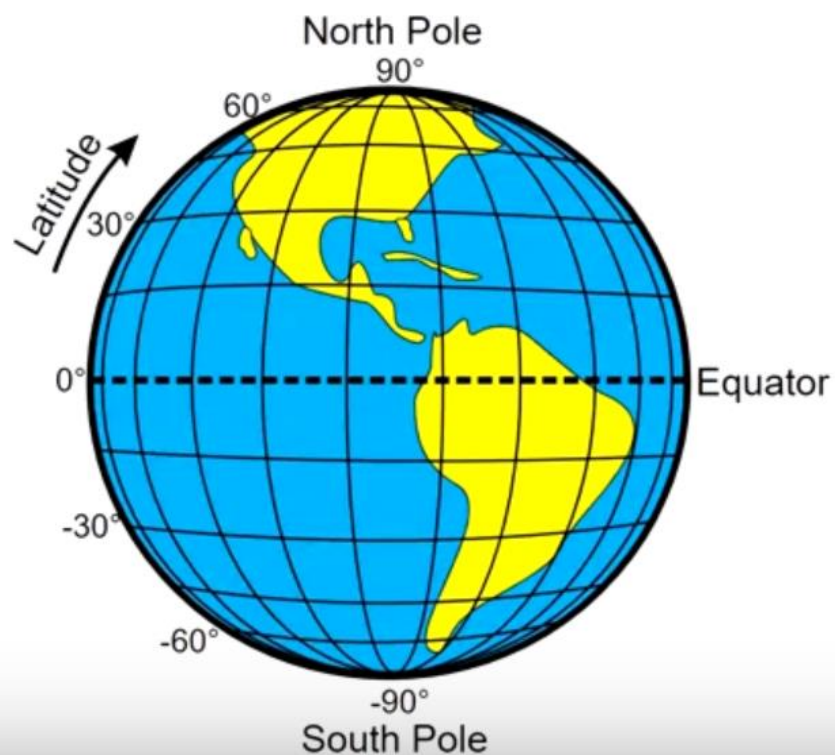


- Latitude is used to express how far north or south a point is.
- Longitude is used to express how far east or west a point is.

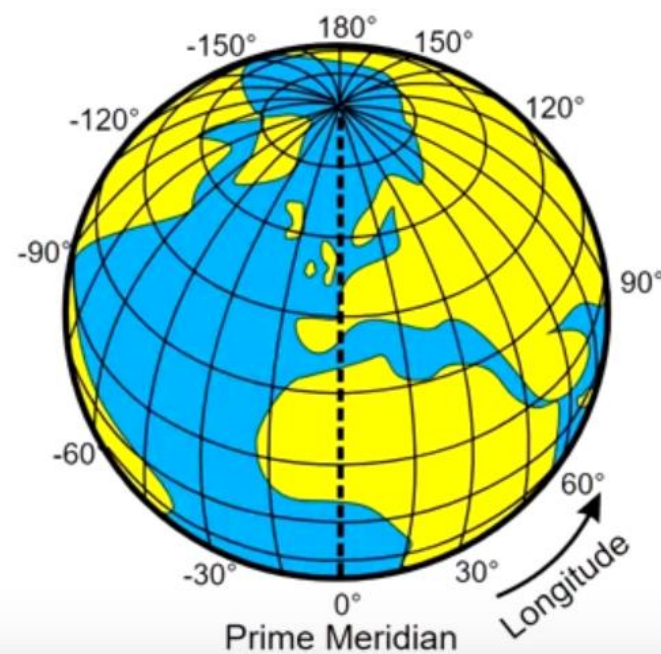
# REFERENCE AXES

As in the Cartesian system, 2 reference axes are used from which latitude and longitude are measured.

## EQUATOR LINE



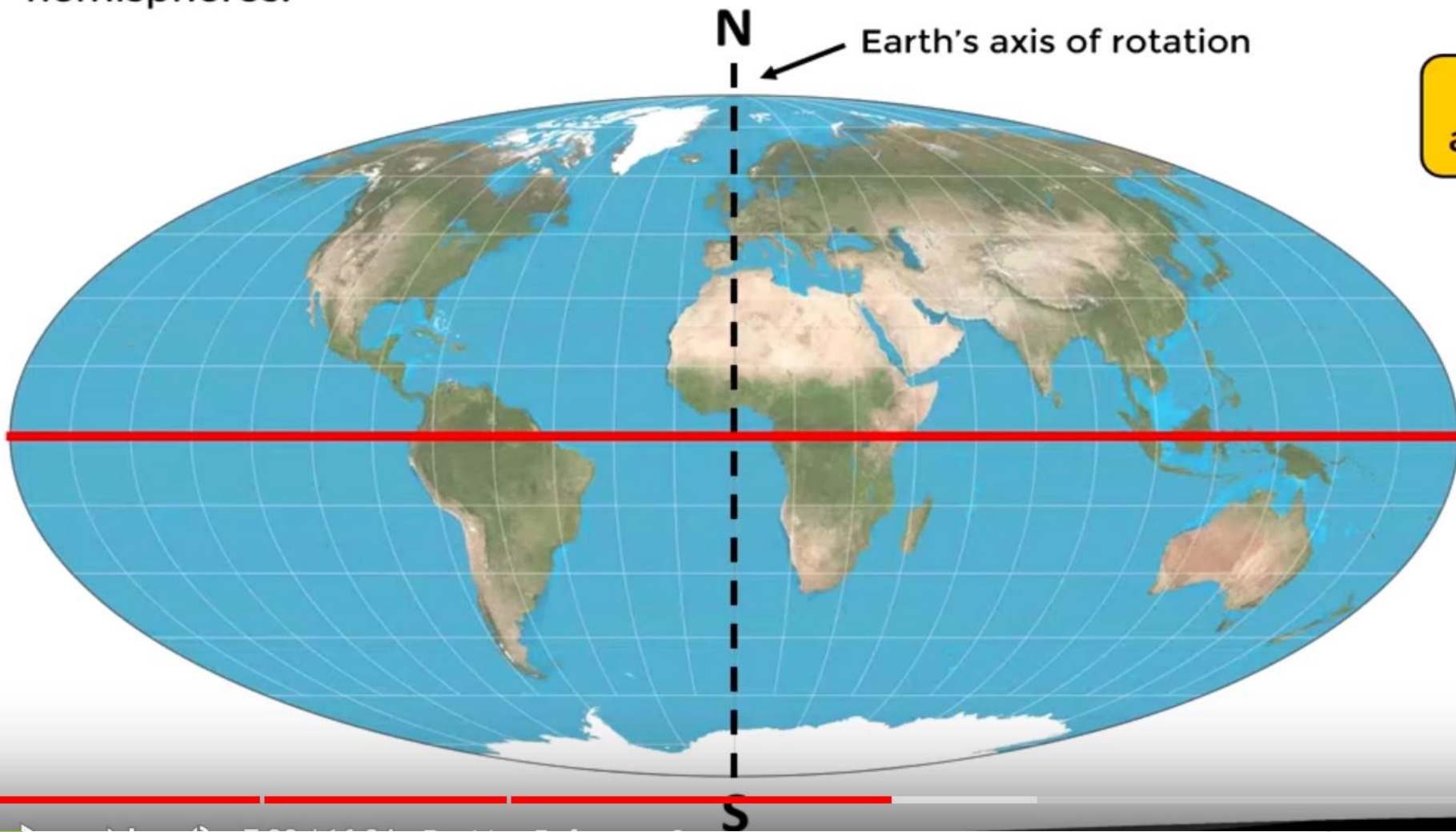
## GREENWICH MERIDIAN





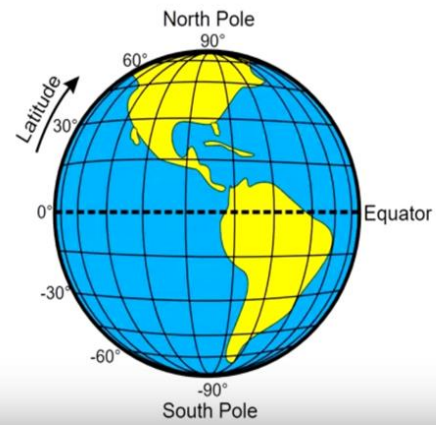
# EQUATOR LINE

A great circle perpendicular to the earth's axis of rotation, which divides the earth into two equal hemispheres.



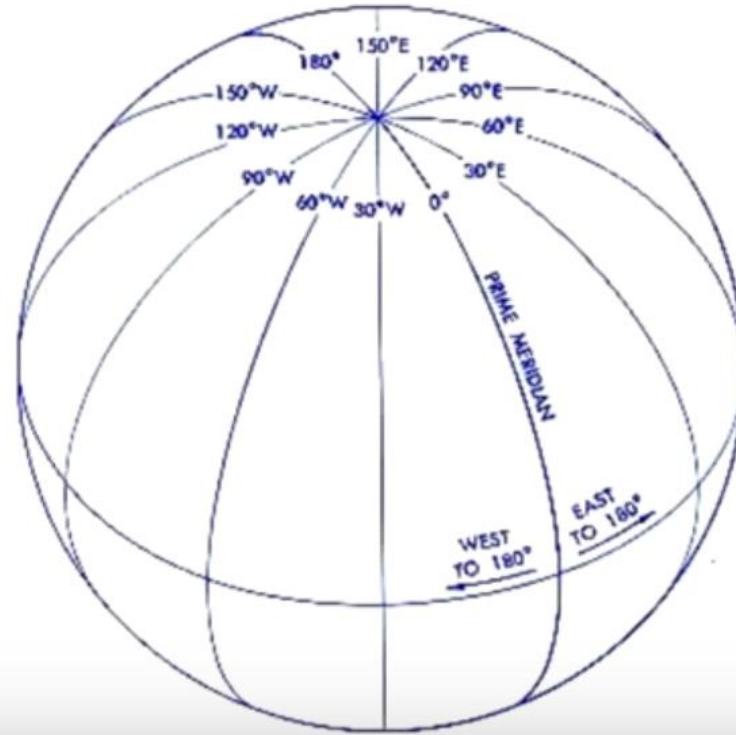
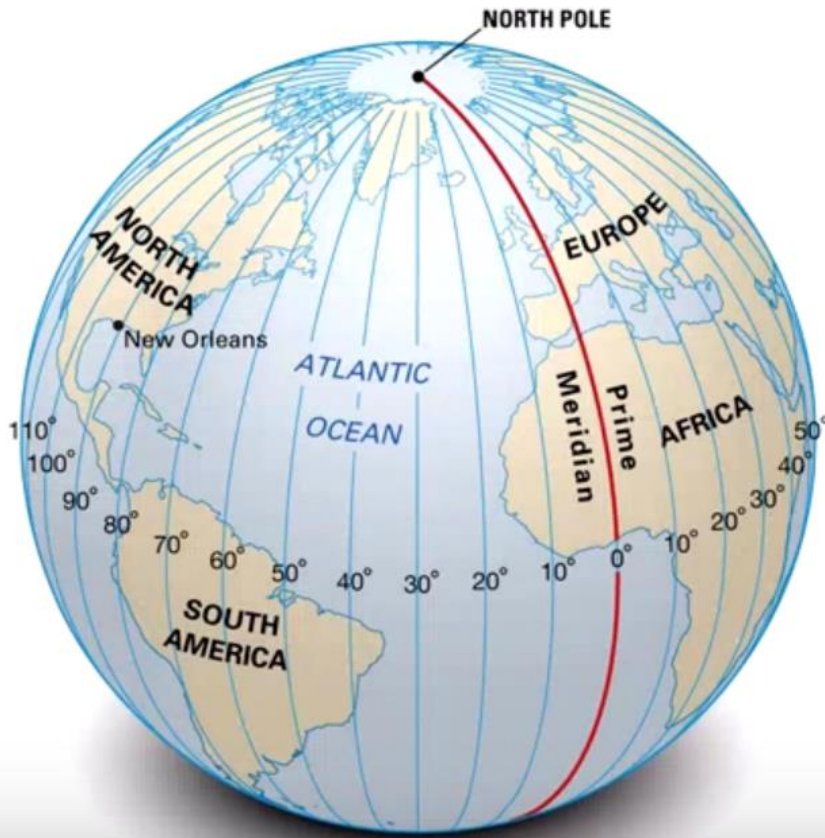
Is the equivalent to the X axis in a Cartesian system.

Equator Line



# MERIDIANS

- Semi-Great circles that join the North and South poles.
- They are measured in degrees in relation to the Prime meridian (Greenwich meridian).



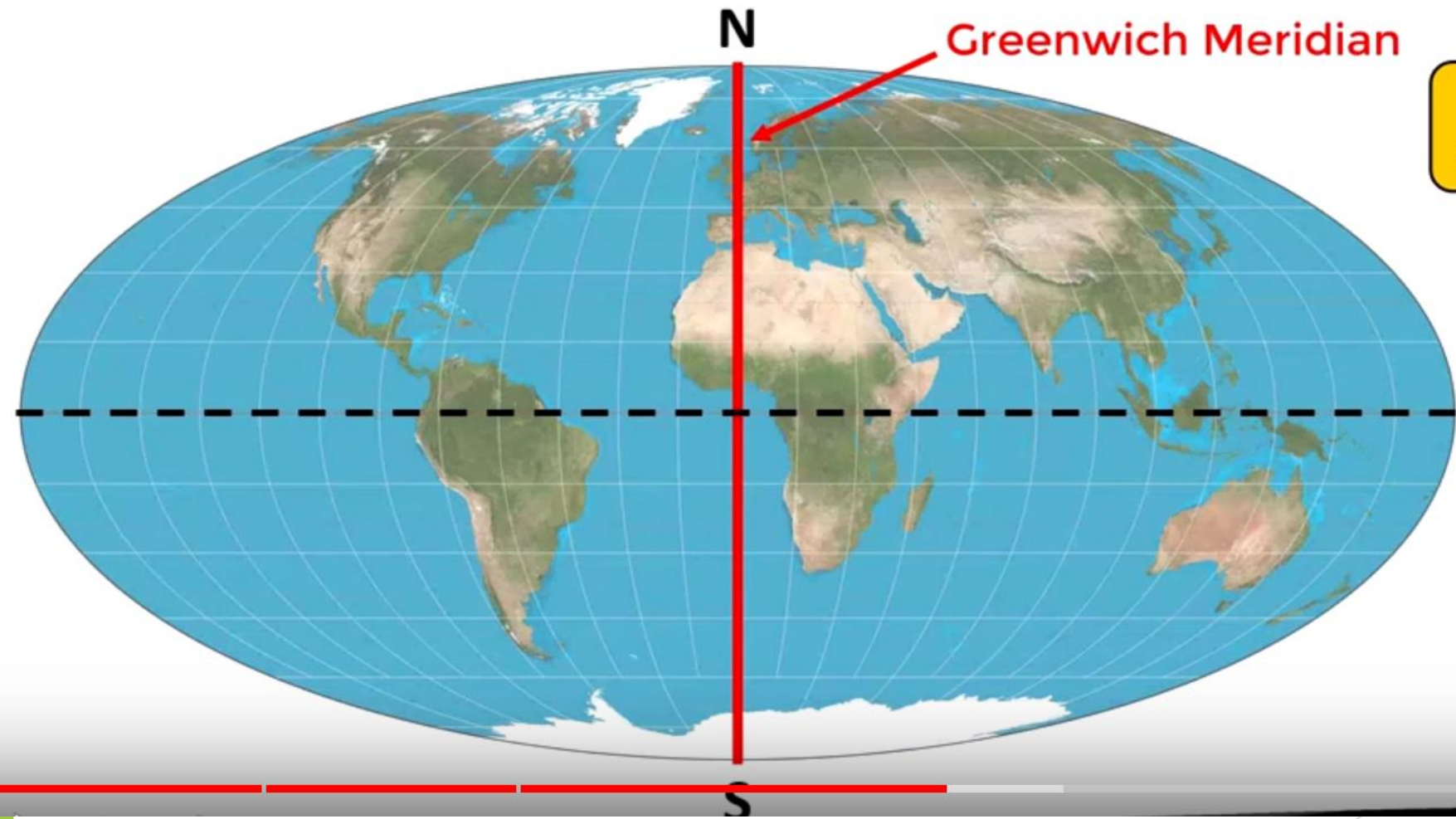
They are used as a reference to determine the longitude.





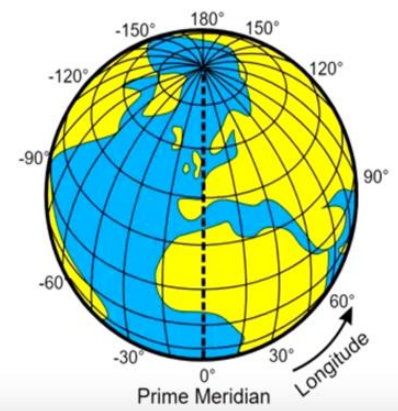
# GREENWICH MERIDIAN → Prime Meridian

Semi-great circle that joins the North and South poles, and passes through Greenwich, England.



Is the equivalent to the Y axis in a Cartesian system.

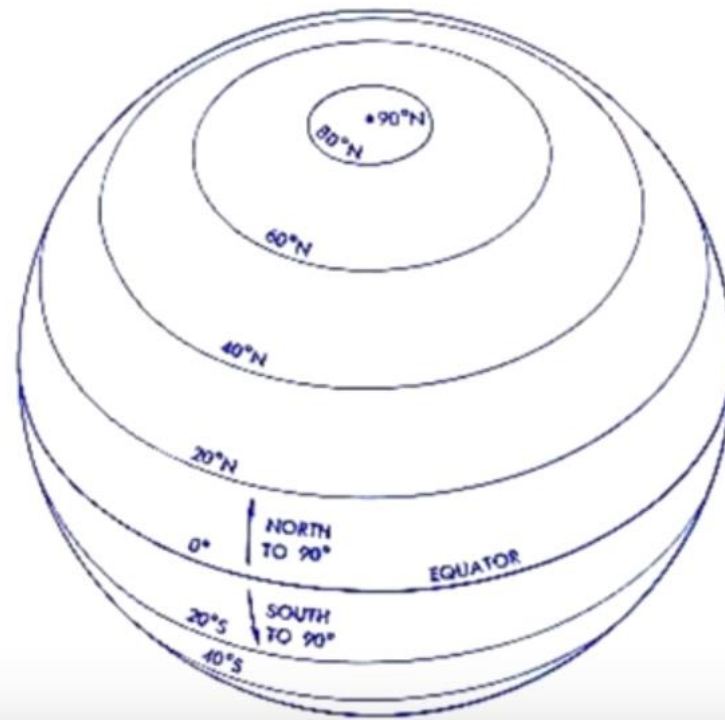
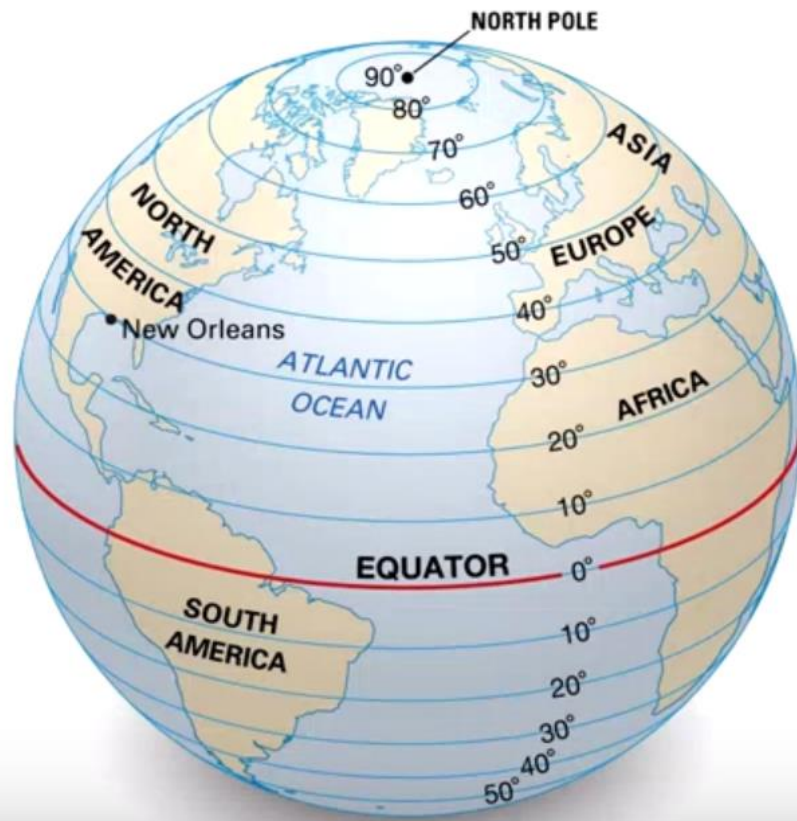
← Equator line





# PARALLELS

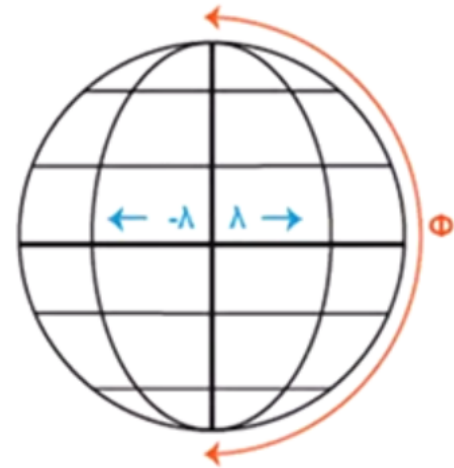
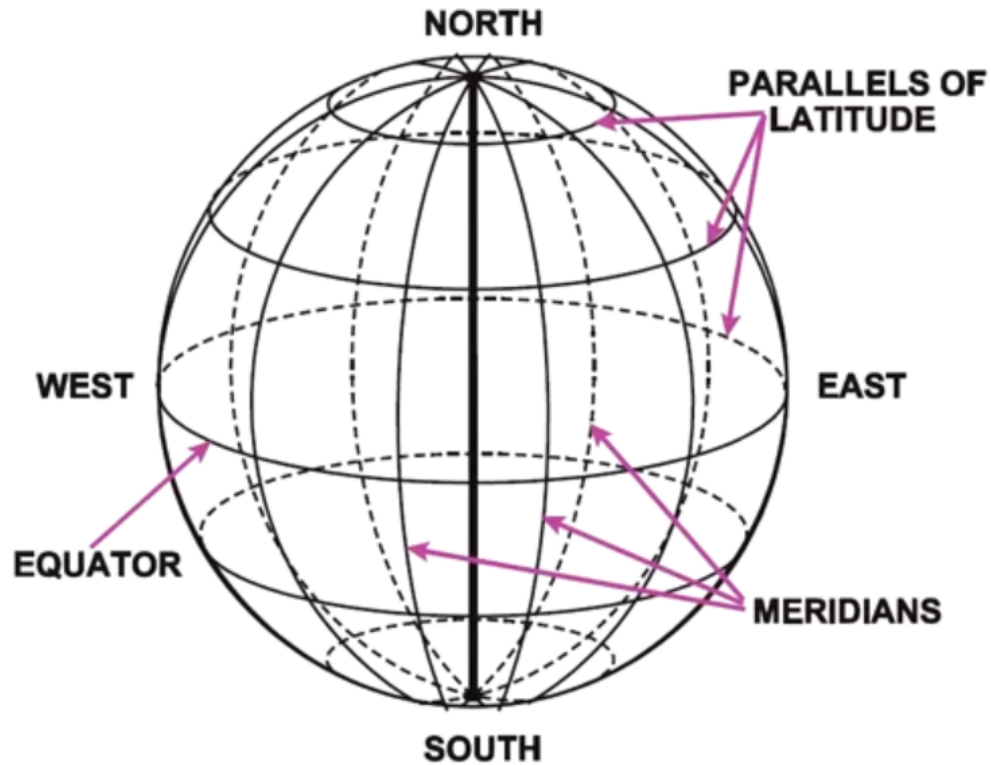
- Small circles parallel to the equator line.
- They are measured in degrees in relation to the equator line.



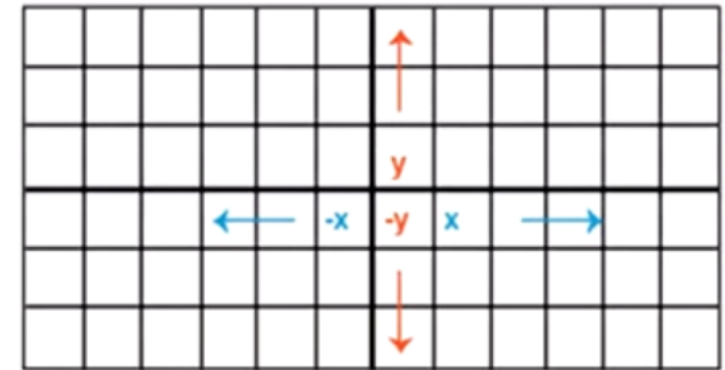
They are used as a reference to determine the latitude.



# GEOGRAPHIC GRATICULE/GRID



Graticule on sphere

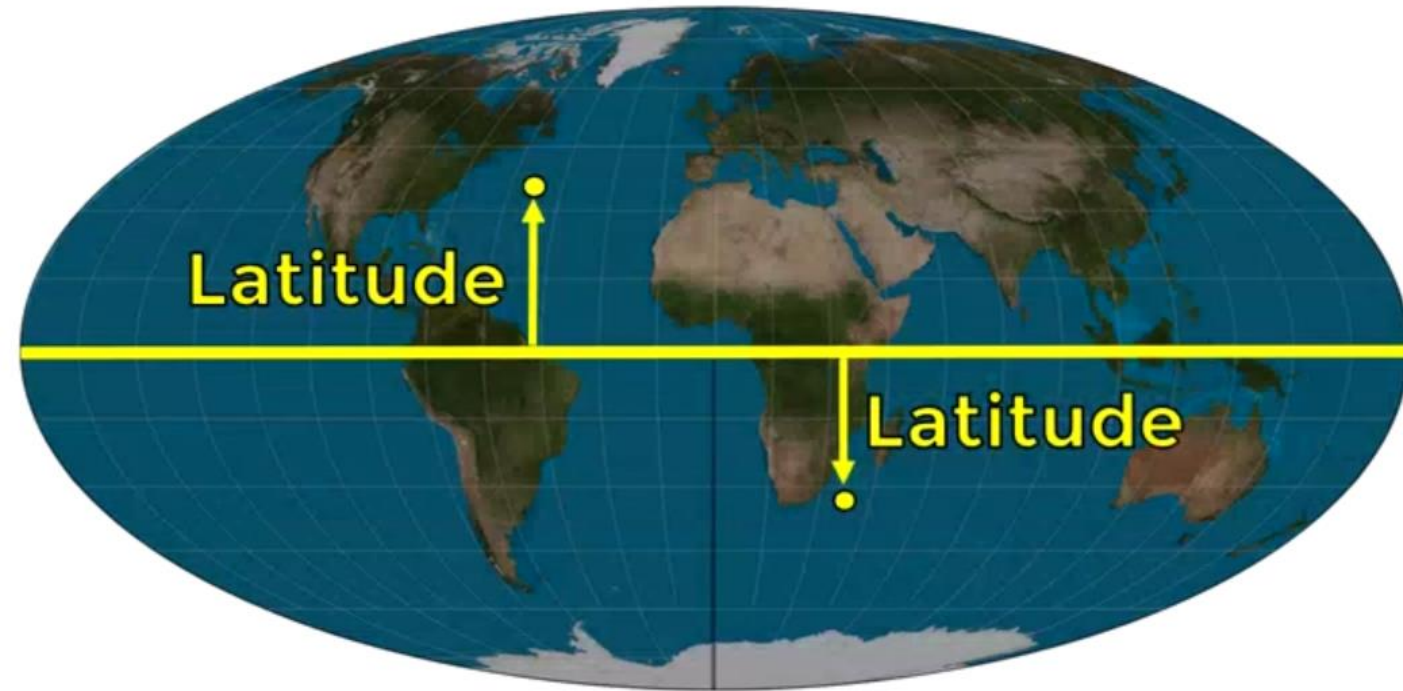
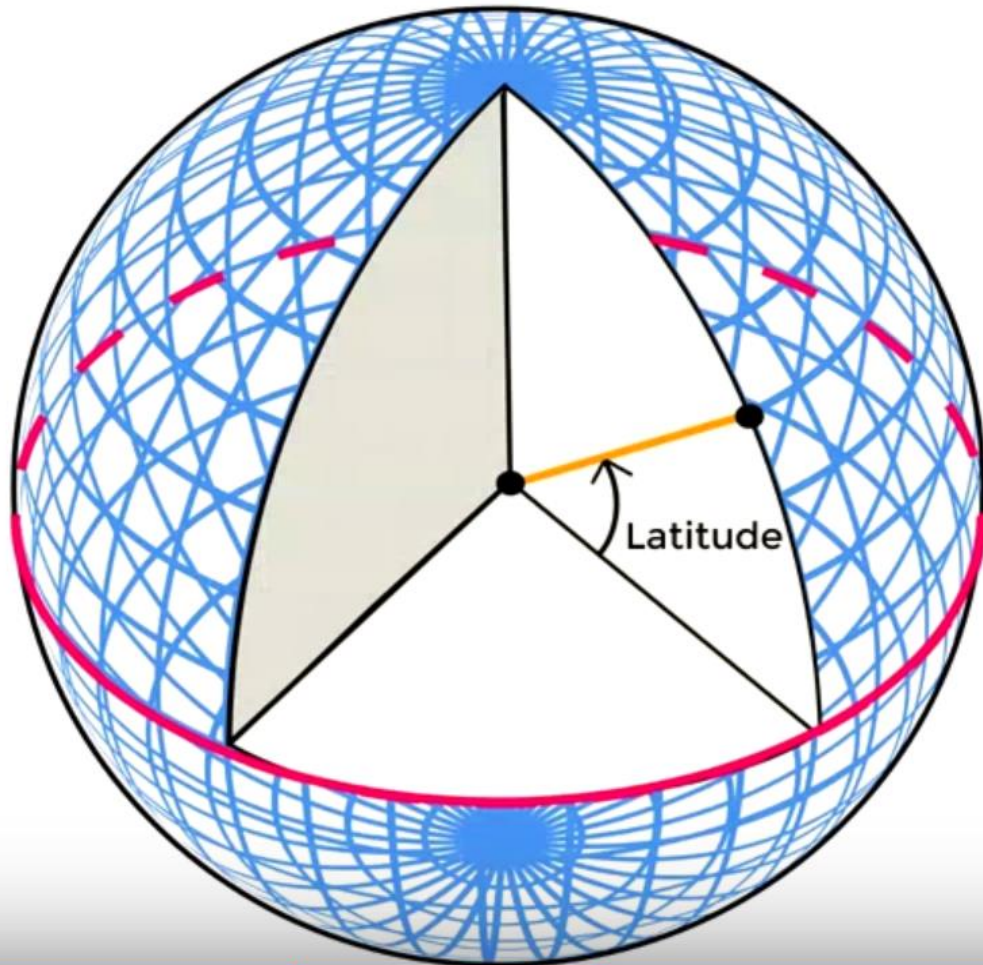


Projected Graticule

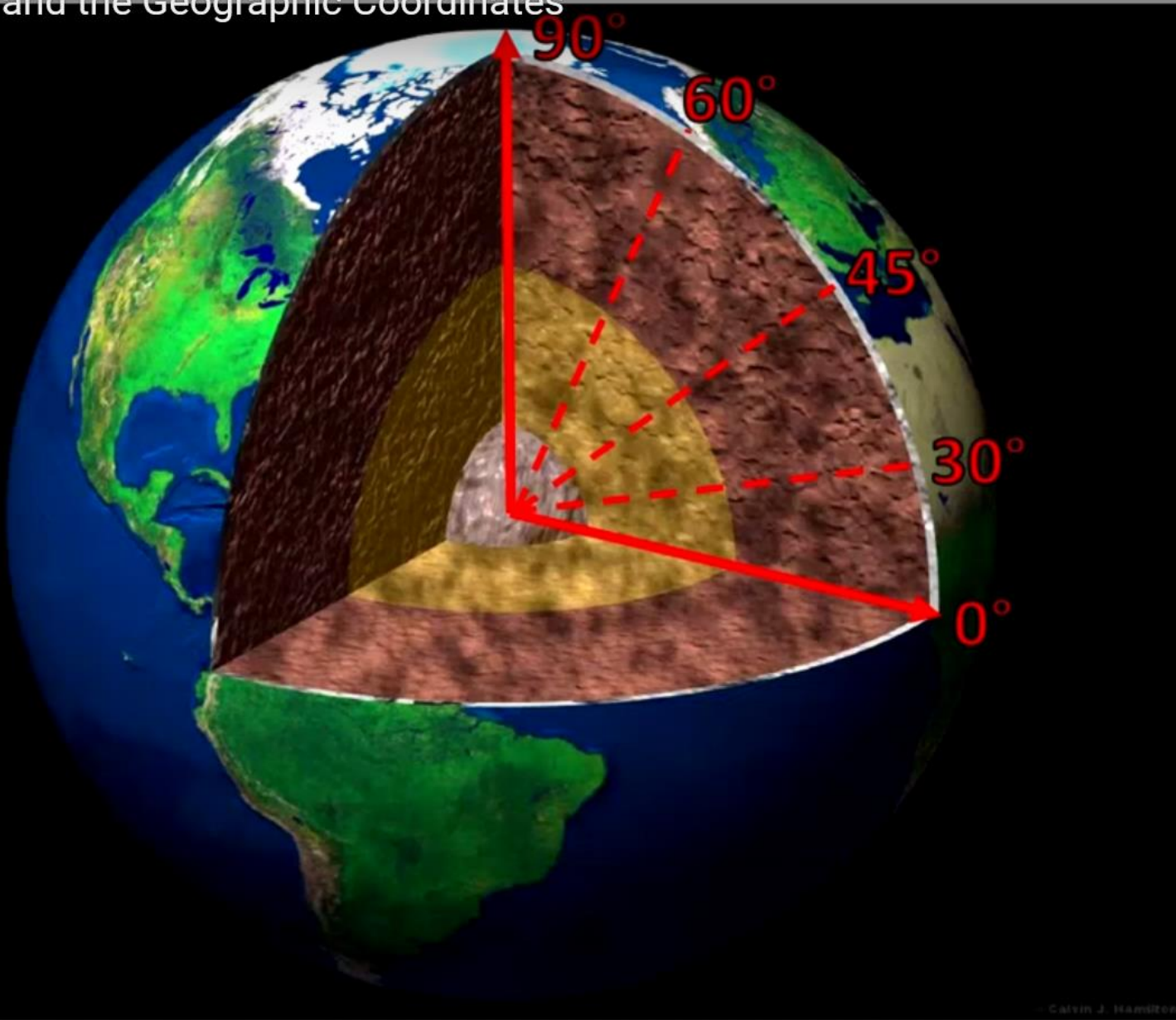


# LATITUDE

Is the angular distance between the equator and a point on the Earth's surface measured in degrees, minutes and seconds of arc.







Latitude equals 0° at the equator line.

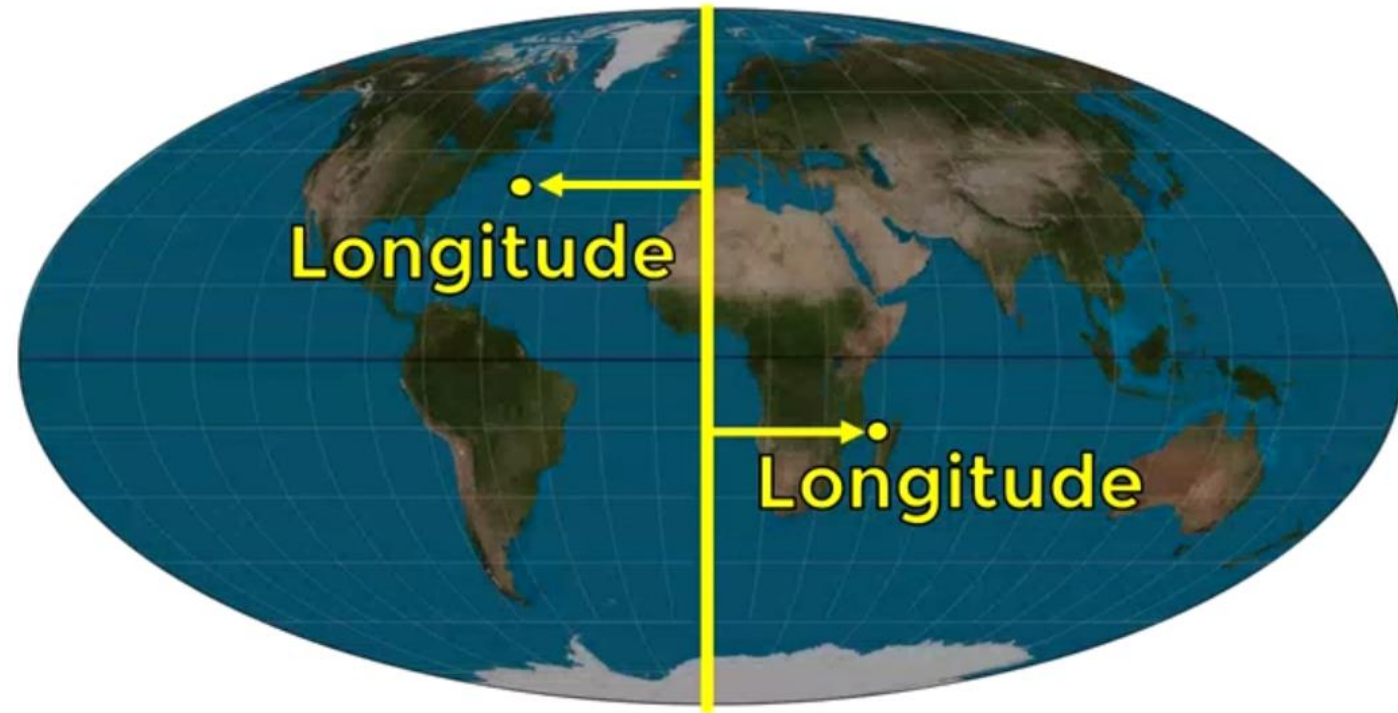
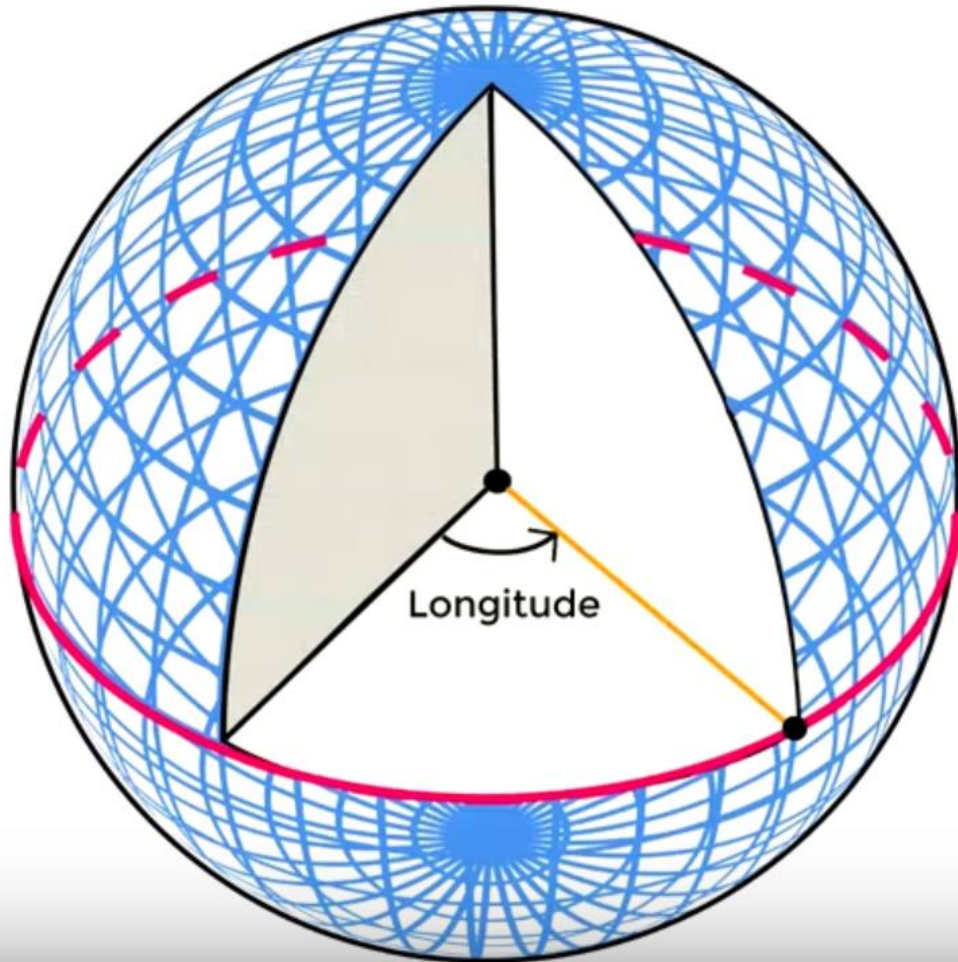
Latitude is equal to 90° at the poles.

**Latitude: 0°-90°**

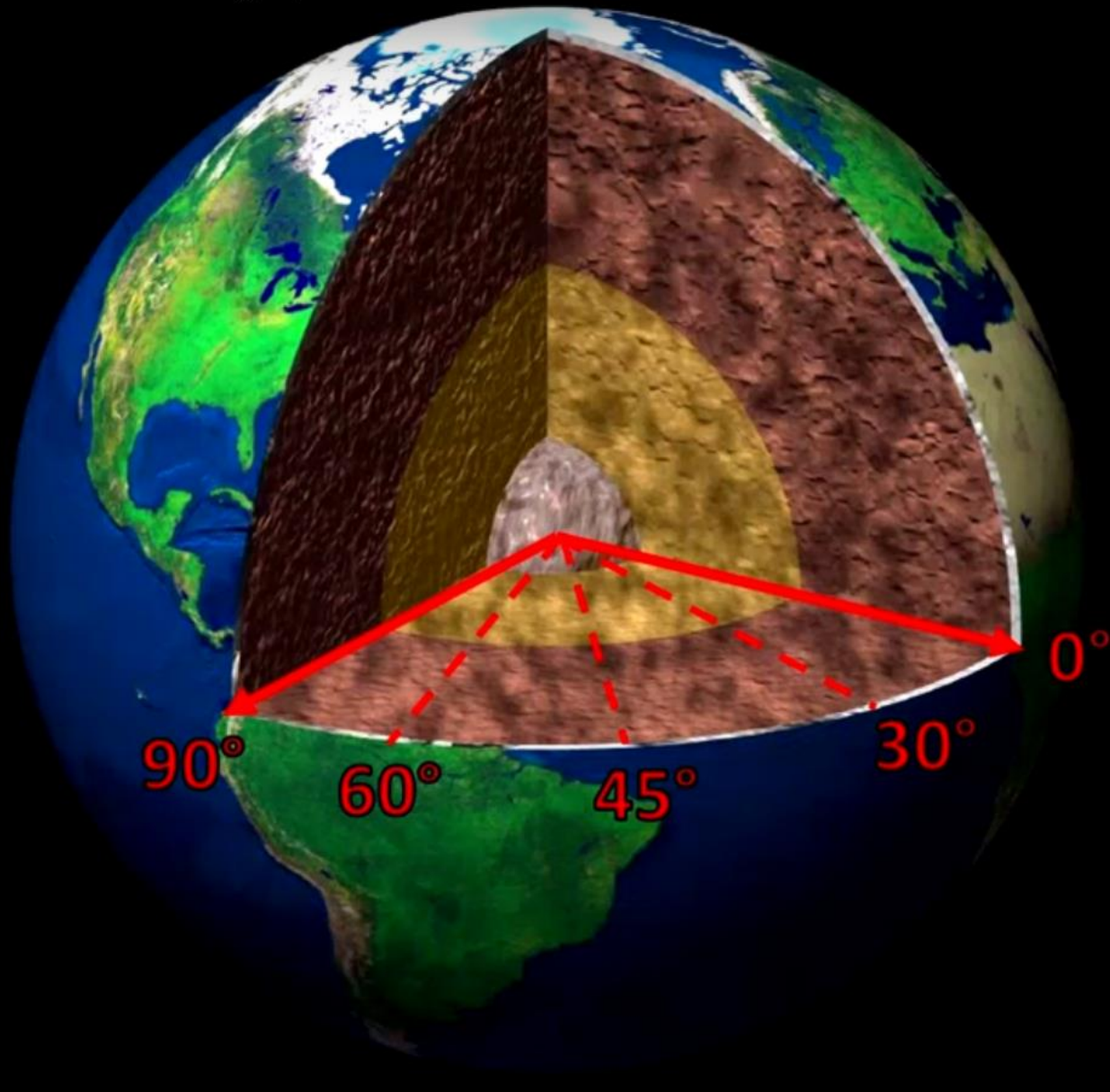


# LONGITUDE

Is the angular distance between the prime meridian and a point on the Earth's surface, measured in degrees, minutes and seconds of arc.







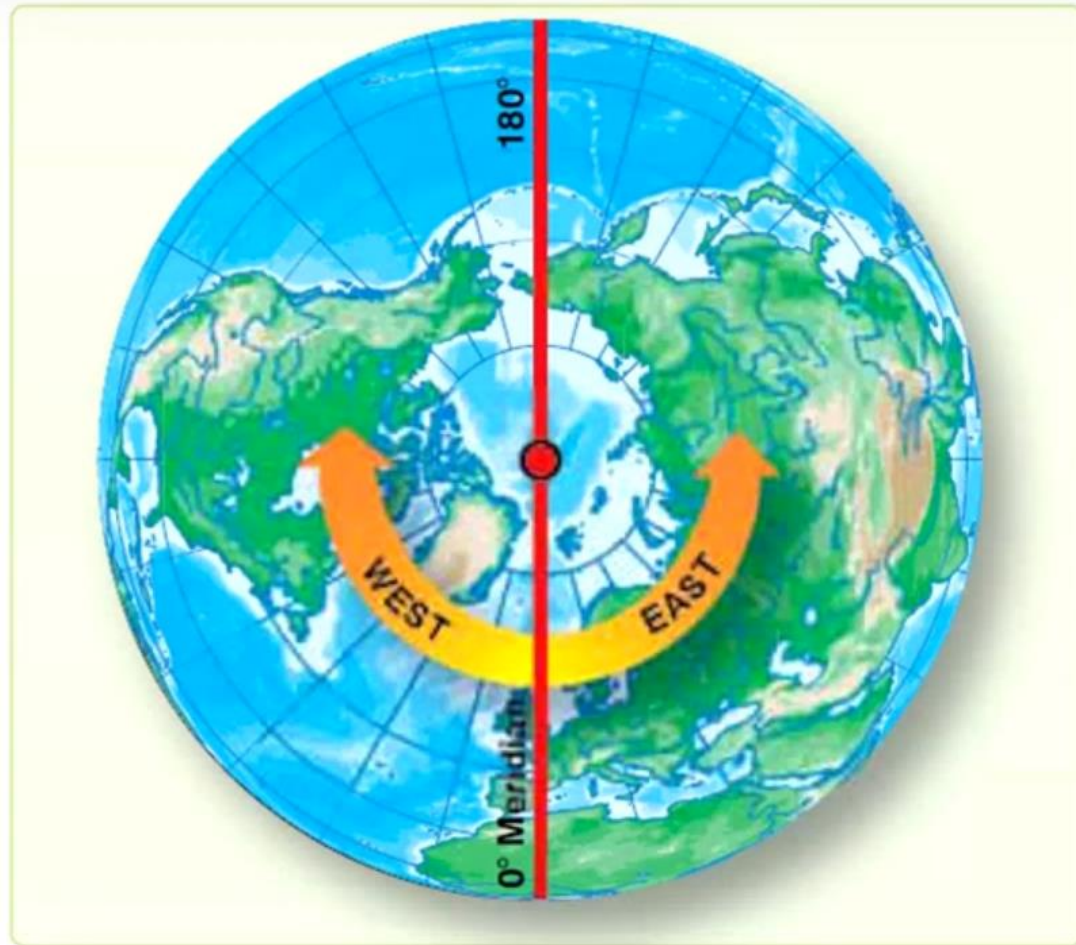
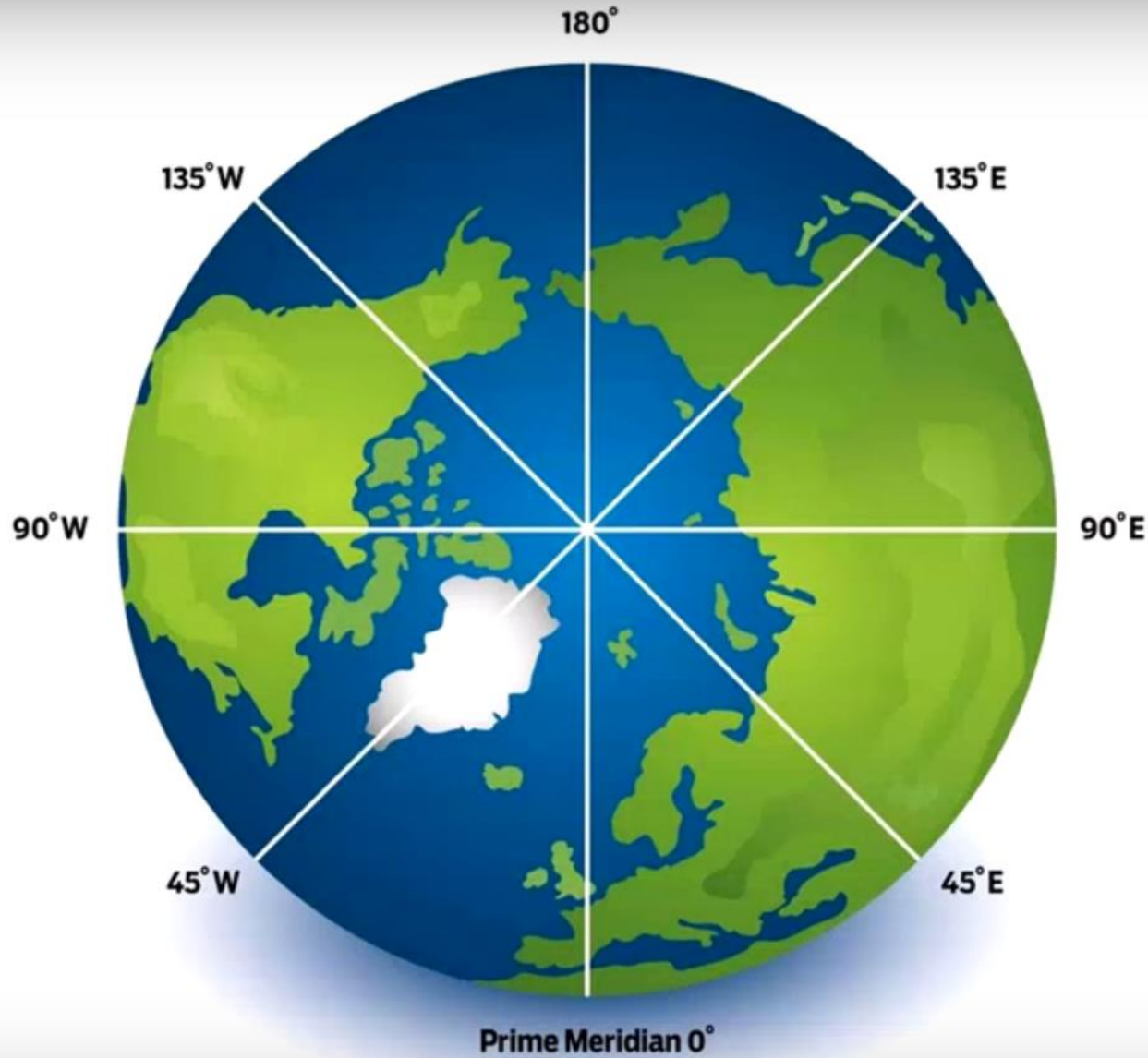
Longitude equals  $0^\circ$  on the Greenwich Meridian.

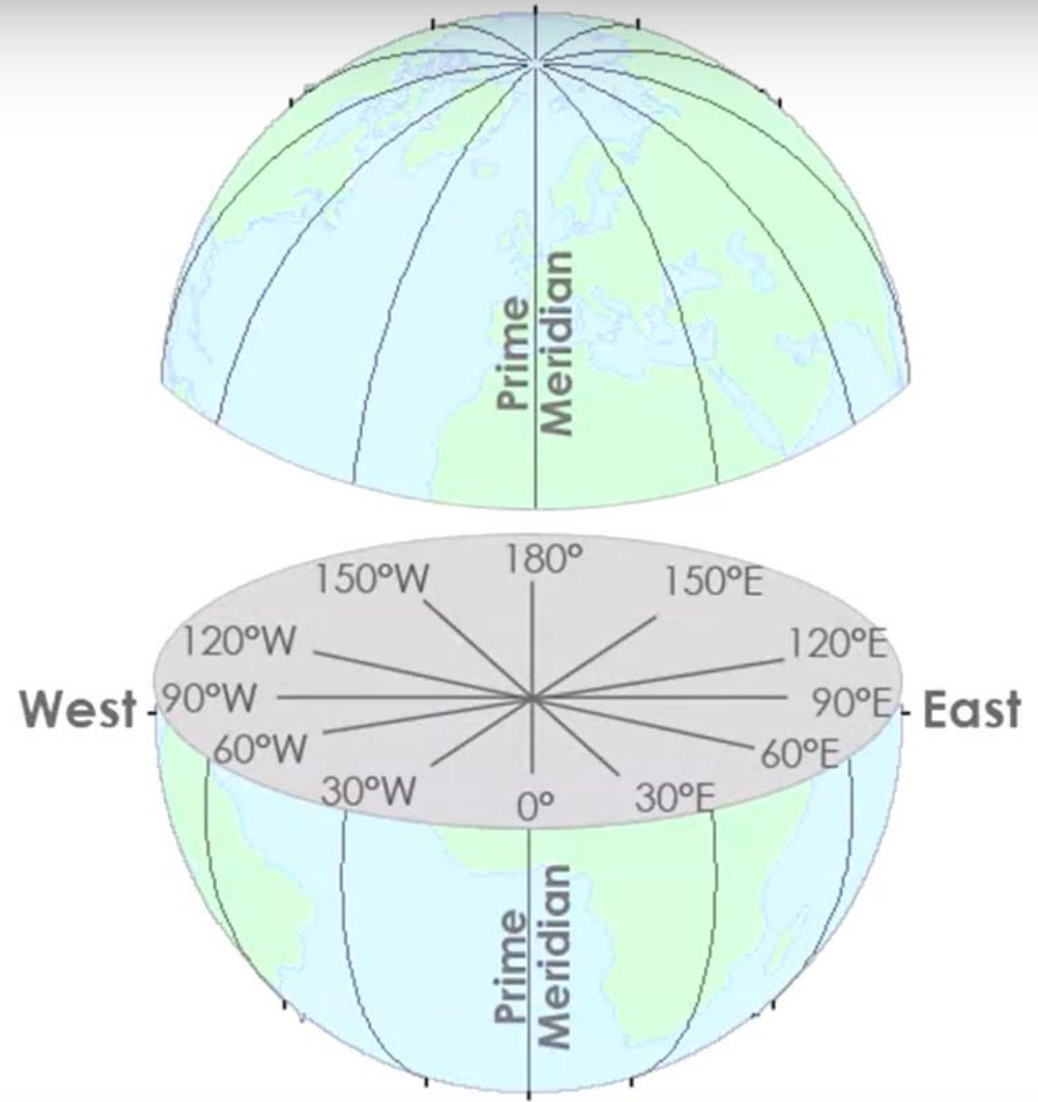
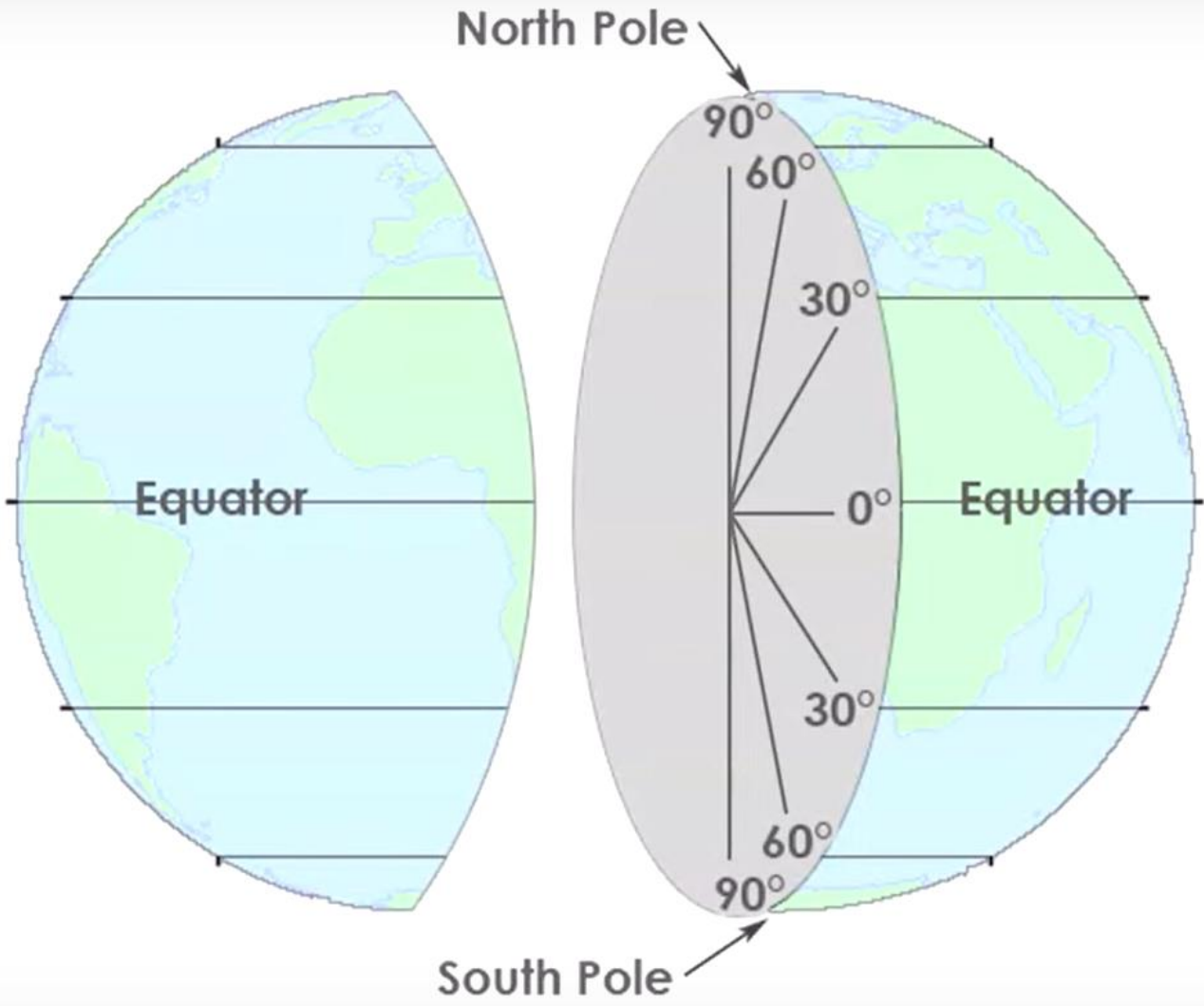
Longitude equals  $180^\circ$  on the opposite side.

Longitude:  $0^\circ$ - $180^\circ$



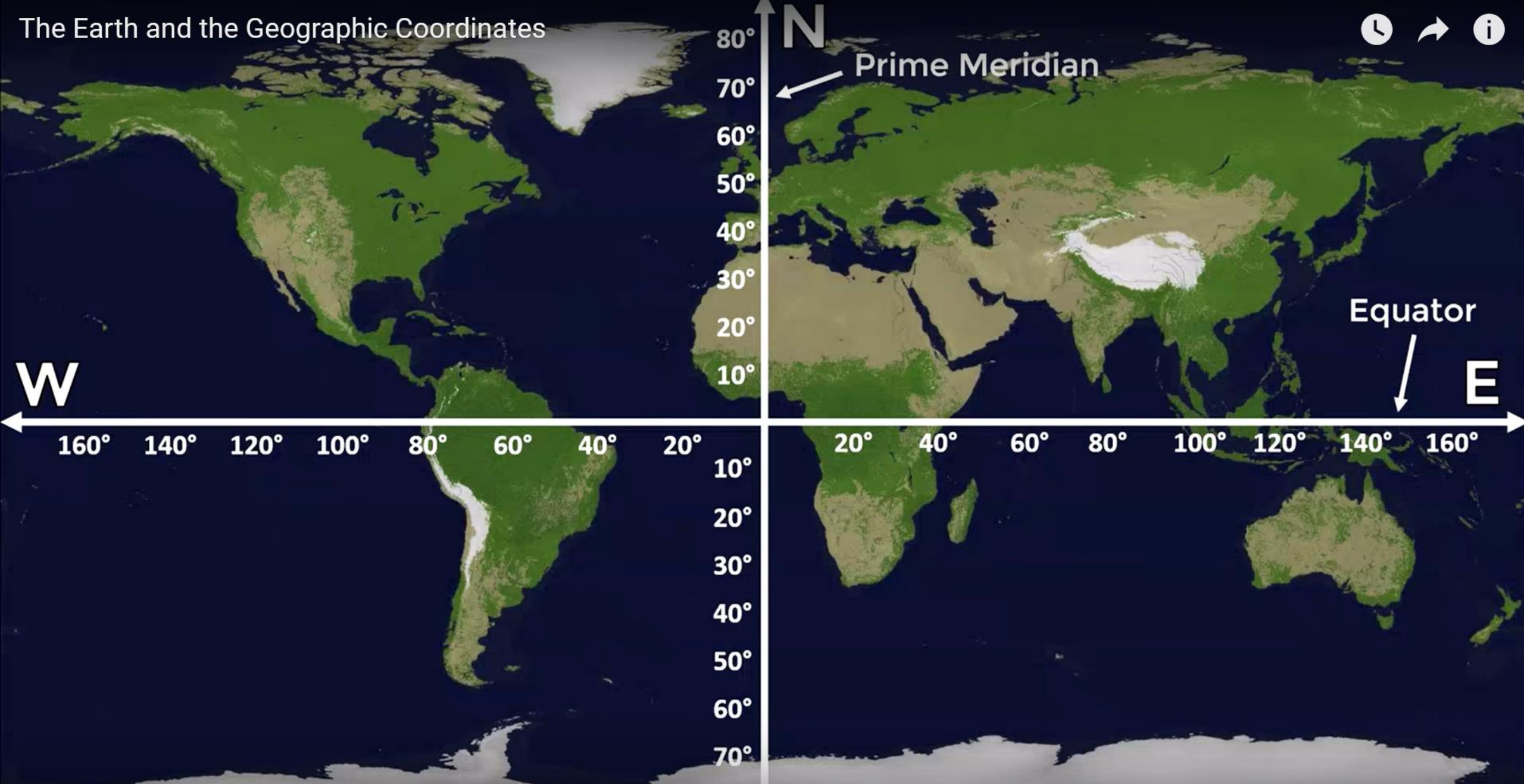




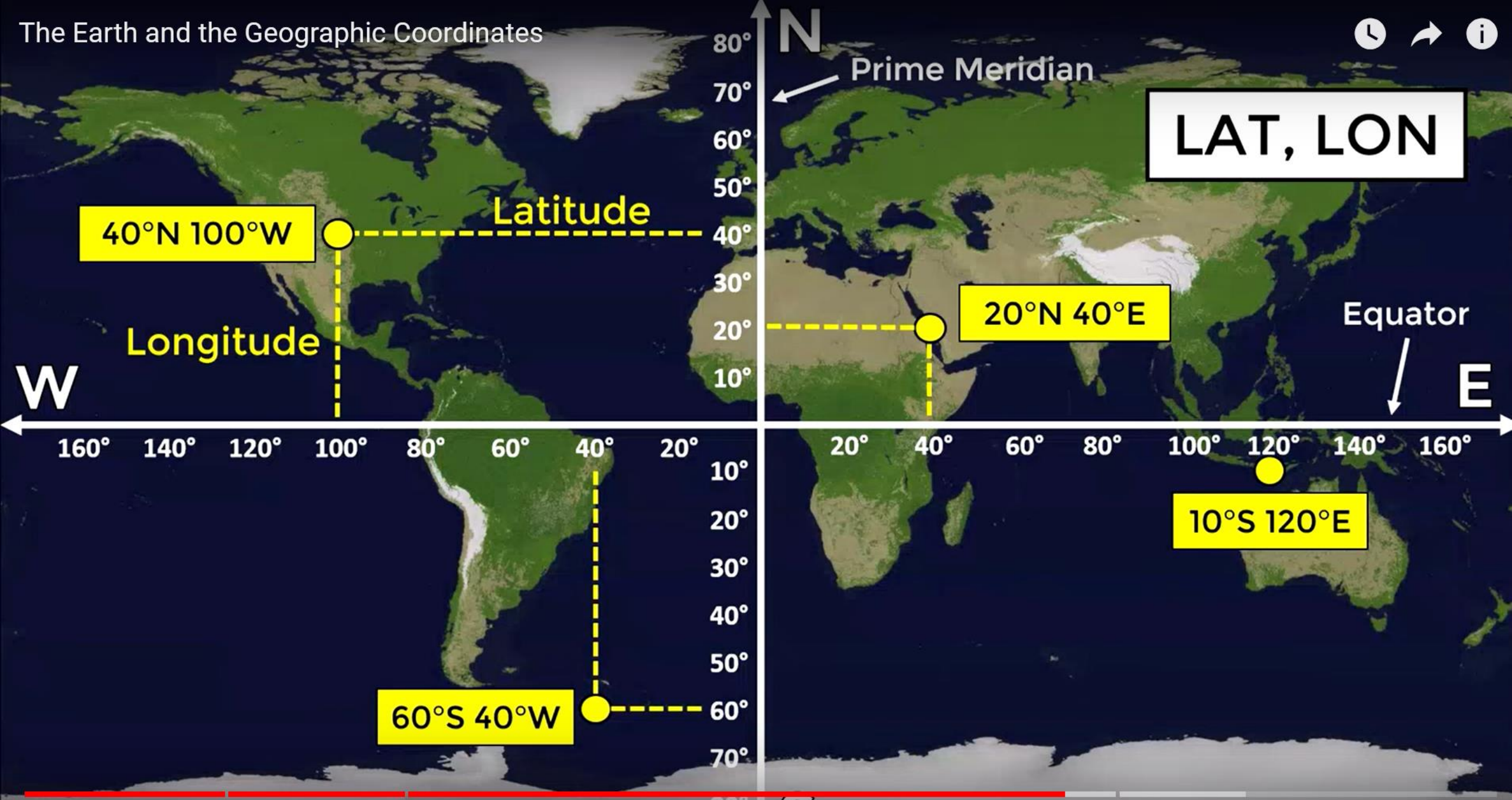




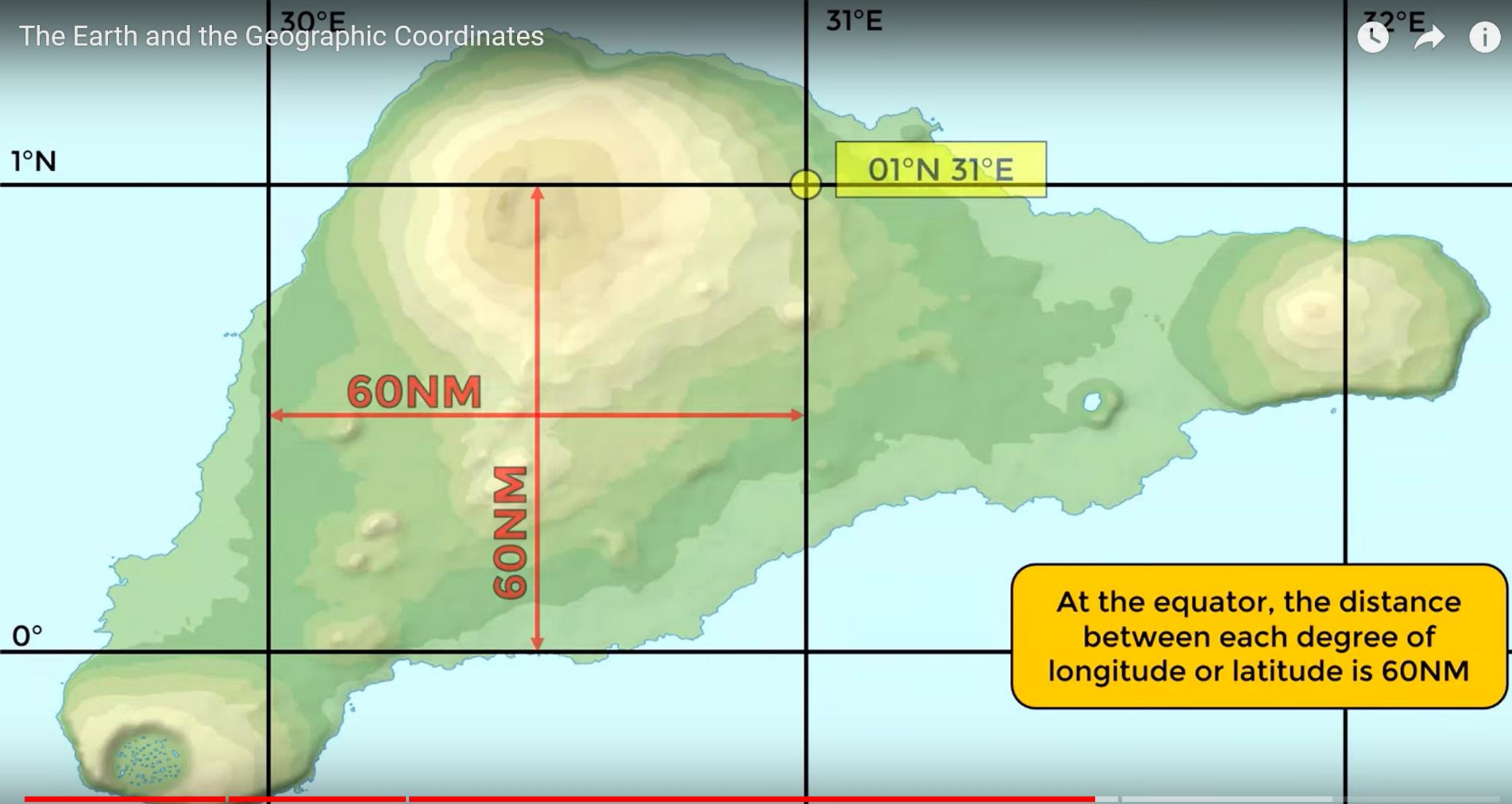
# The Earth and the Geographic Coordinates







# The Earth and the Geographic Coordinates





🔒 Το **youtube.com** εκτελείται σε πλήρη οθόνη Έξοδος από πλήρη οθόνη (Esc)

1°N

01°N 30°E

01°N 31°E

???

0°

0° 30°E

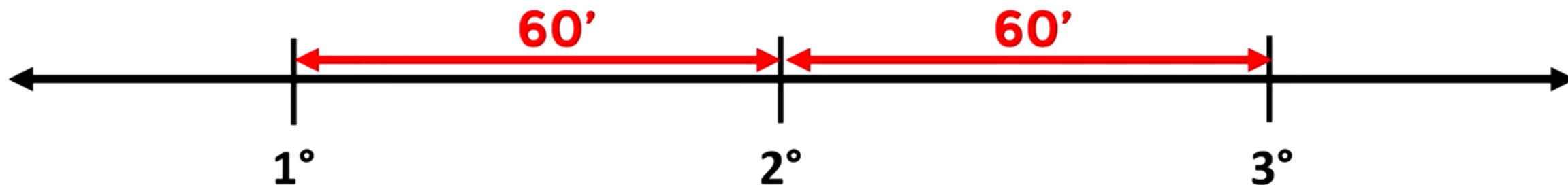
0° 31°E

At the equator, the distance between each degree of longitude or latitude is 60NM



# SEXAGESIMAL SYSTEM

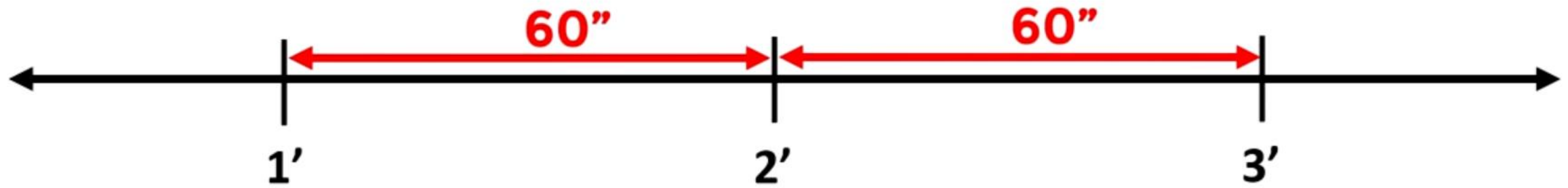
Use of degrees, minutes and seconds of arc in the geographic coordinates.



Each degree of arc can be divided into 60 minutes of arc.

$$1^\circ = 60'$$

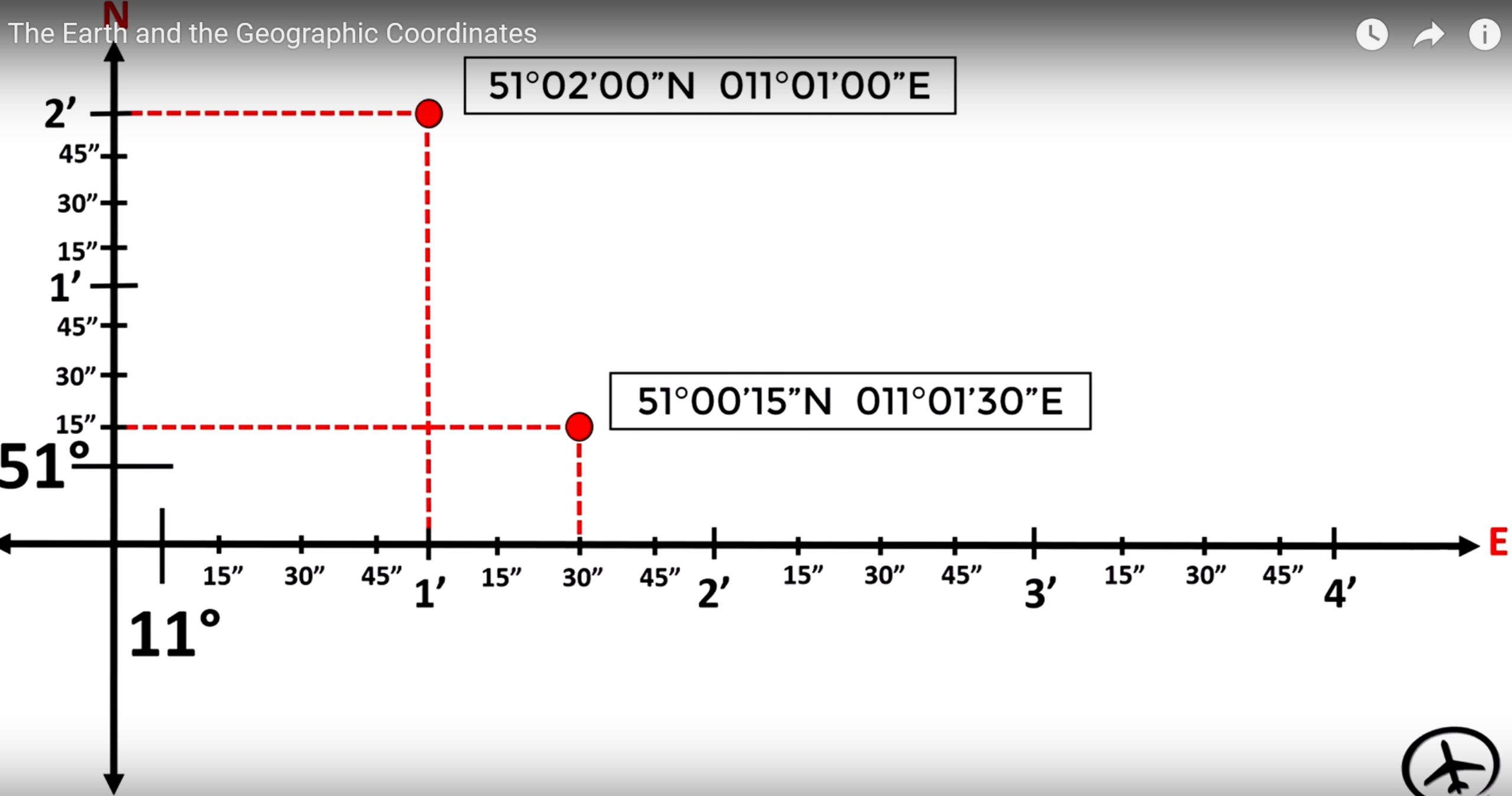




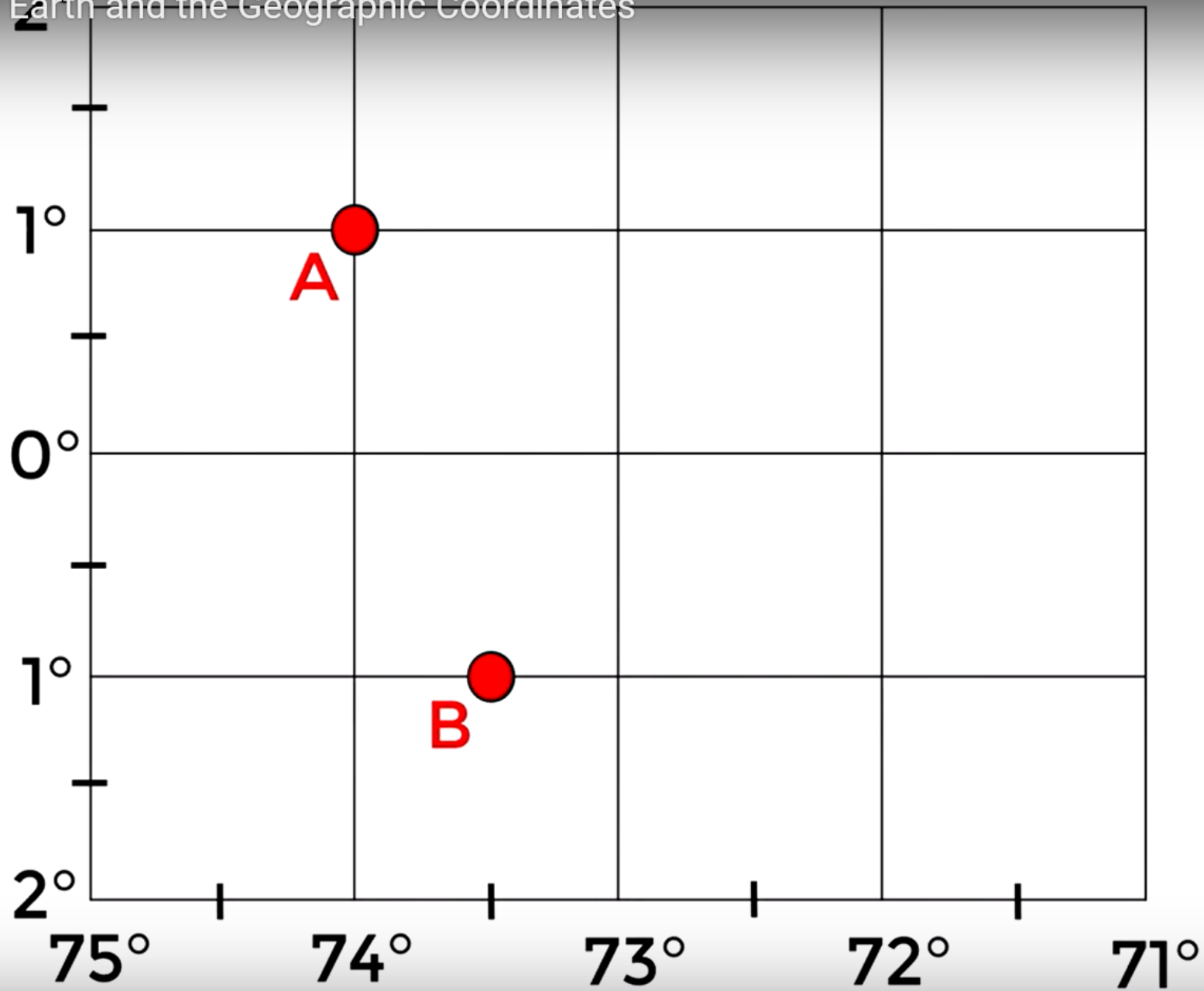
Each minute of arc can be divided into 60 seconds of arc.

$$1' = 60''$$





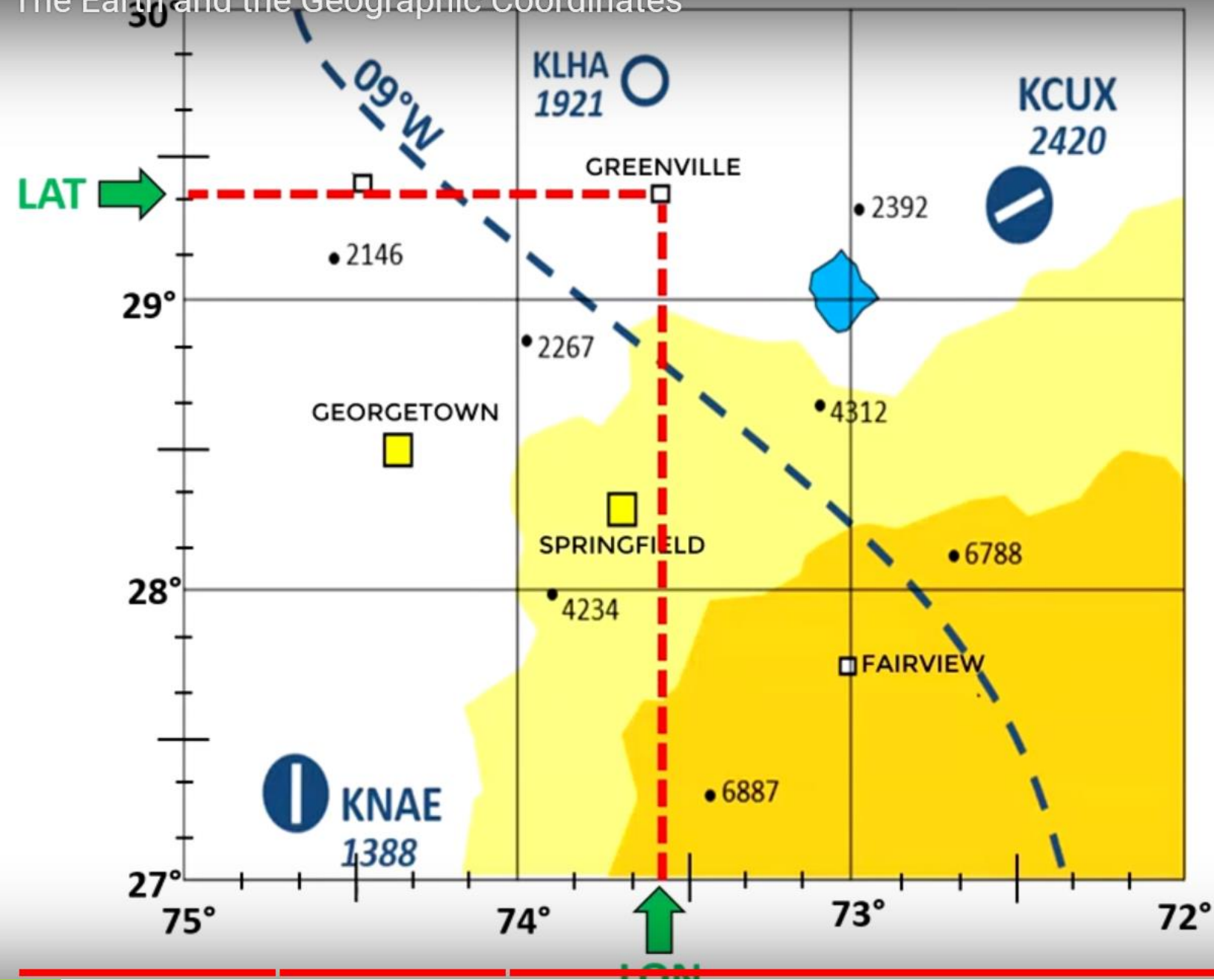




**A =** 1°N 74°W

**B =** 1°S 73°30'W





**GEORGETOWN**

**28°30'N 74°22'W**

**FAIRVIEW**

**27°45'N 73°01'W**

**GREENVILLE**

**29°21'N 73°35'W**



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

► Ένα ΓΣΑ ορίζεται από

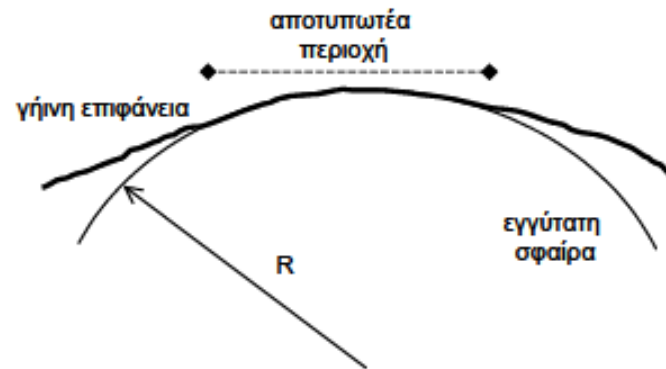
1. ένα ελλειψοειδές,
2. ένα γεωειδές και
3. ένα σύστημα αναφοράς (datum).



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Σφαίρα και ελλειψοειδές

- Η παραδοχή ότι η γη είναι μια τέλεια σφαίρα απλοποιεί σημαντικά τους μαθηματικούς υπολογισμούς και λειτουργεί καλά για χάρτες μικρής κλίμακας (χάρτες που δείχνουν μια μεγάλη περιοχή της γης).



Σχήμα 9. Προσέγγιση της γης με μια σφαίρα.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

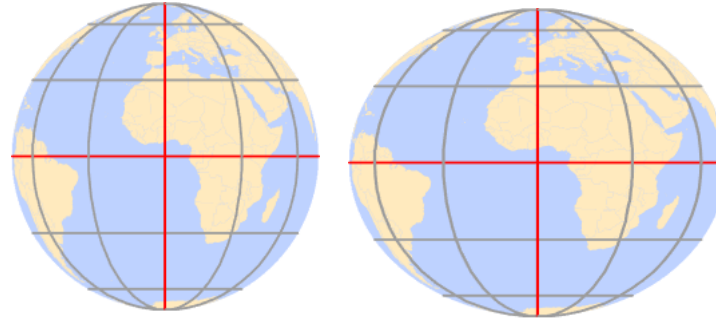
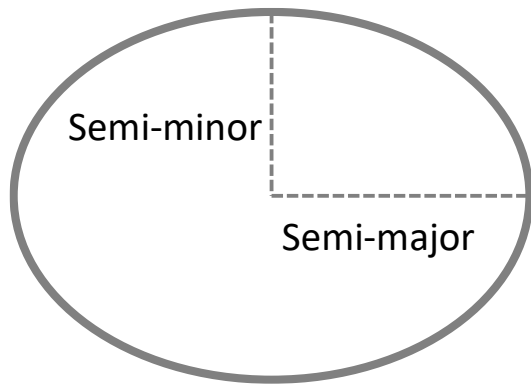
## ▶ Σφαίρα και ελλειψοειδές

- ▶ Ωστόσο, σε μεγαλύτερες κλίμακες, μια ελλειψοειδής αναπαράσταση της γης μπορεί να είναι επιθυμητή εάν απαιτούνται ακριβείς μετρήσεις.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Σφαίρα και ελλειψοειδές

- Ένα ελλειψοειδές ορίζεται από δύο ακτίνες: τον ημιάξονα (την ισημερινή ακτίνα) και τον ημιάξονα (την πολική ακτίνα).

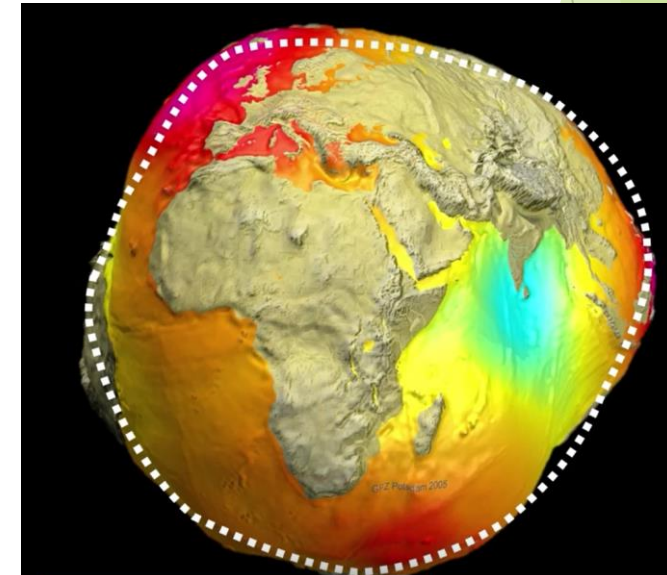
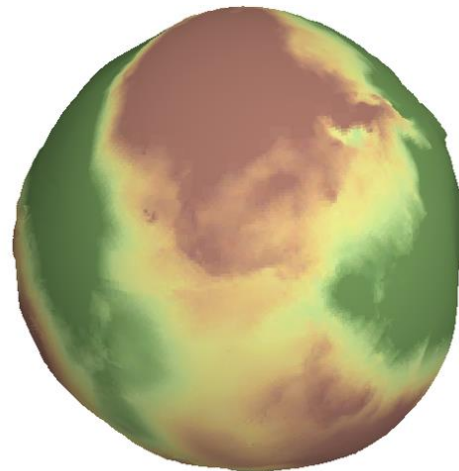
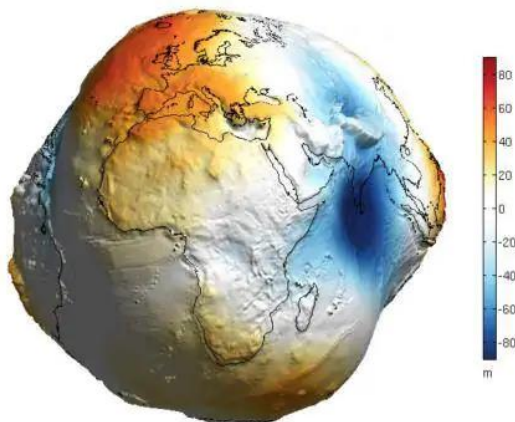




# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Γεωειδές

- Η αναπαράσταση του πραγματικού σχήματος της γης, του γεωειδούς, ως μαθηματικό μοντέλο είναι ζωτικής σημασίας για ένα περιβάλλον GIS. Ωστόσο, το σχήμα της γης δεν είναι μια απόλυτα ομαλή επιφάνεια.
- Έχει κυματισμούς που προκύπτουν από τις μεταβολές της βαρυτικής έλξης στην επιφάνειά της.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

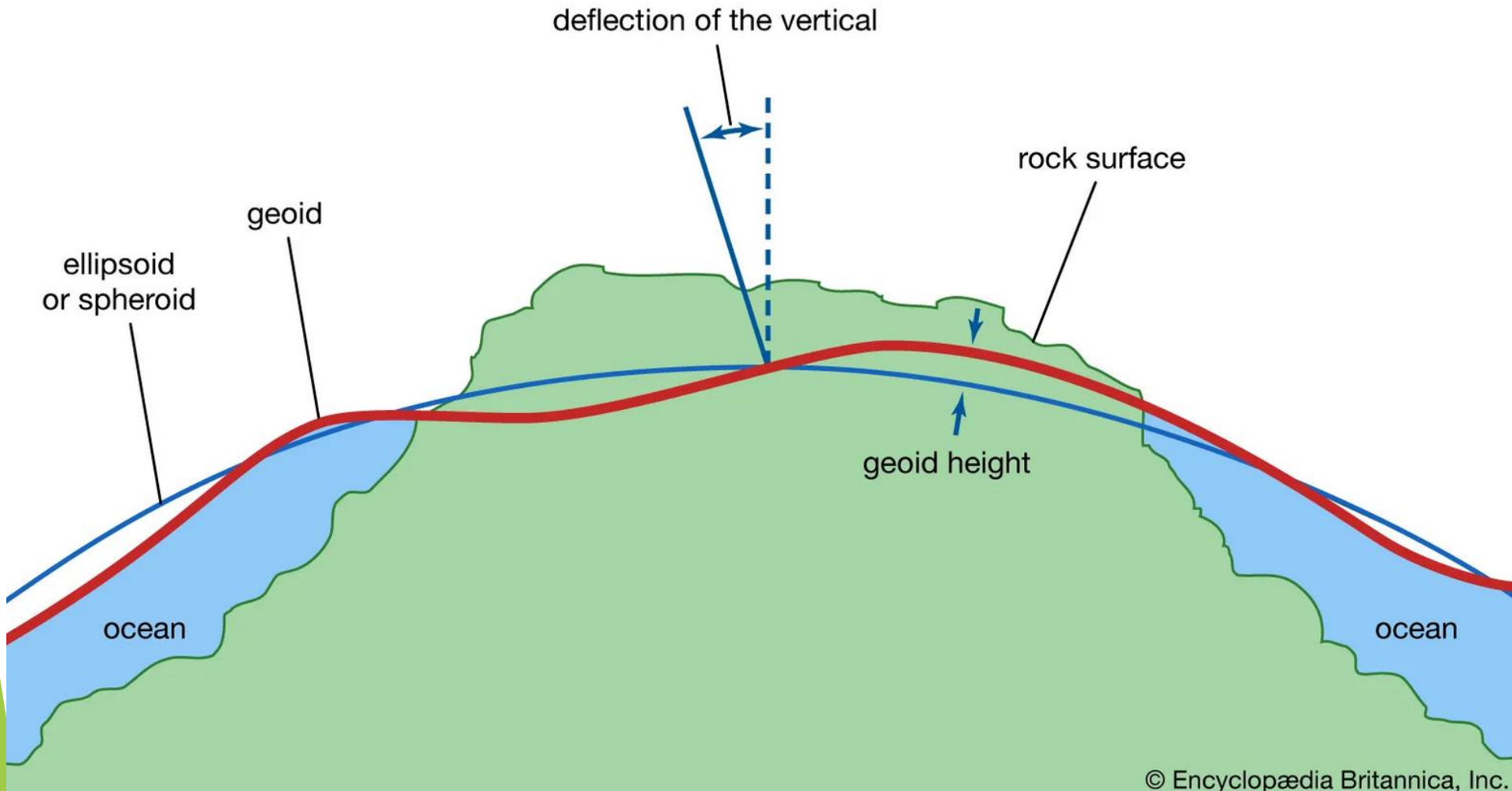
## ► Γεωειδές

- Αυτοί οι κυματισμοί μπορεί να μην είναι ορατοί με γυμνό μάτι, αλλά είναι μετρήσιμοι και μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις θέσης.

*Δεν συμπεριλαμβάνονται τα βουνά και οι πυθμένες των ωκεανών αλλά αποκλειστικά στο βαρυτικό δυναμικό της γης,*

το οποίο μπορεί να απεικονιστεί καλύτερα αν φανταστούμε την επιφάνεια της γης πλήρως βυθισμένη στο νερό και μετρήσουμε την απόσταση από το κέντρο της γης έως την επιφάνεια του νερού σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης

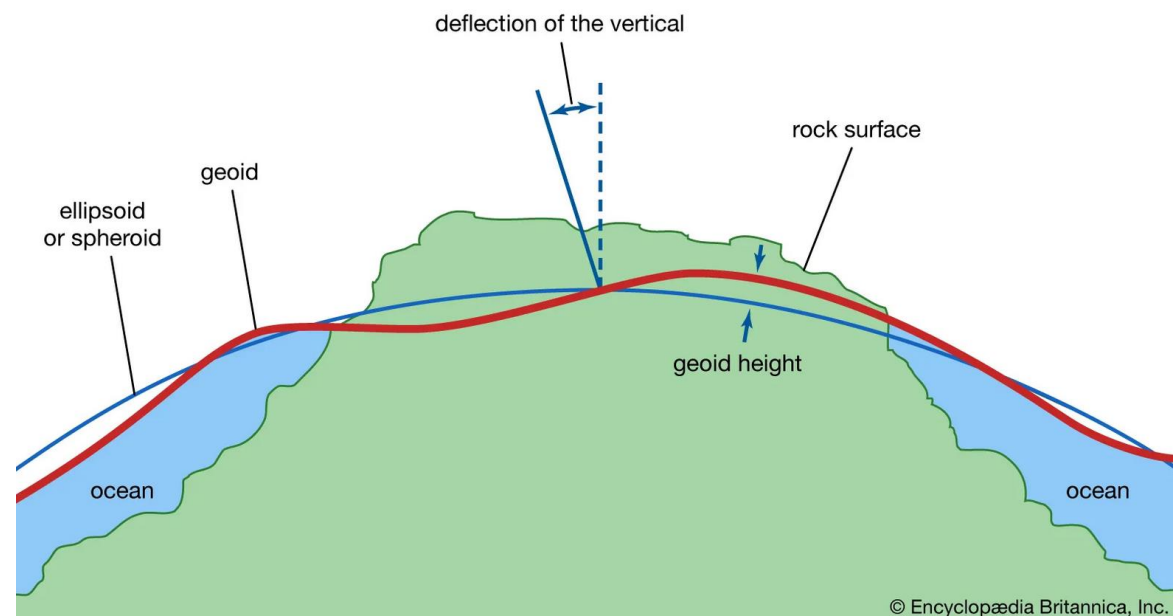
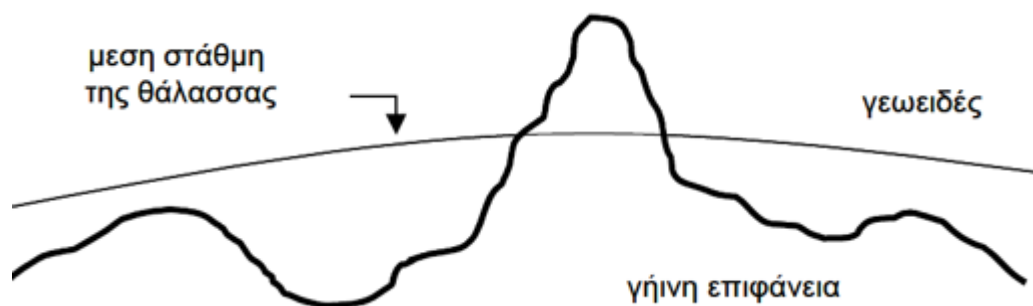
# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM





# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Το γεωειδές, είναι ένα μοντέλο του σχήματος της Γης
- ▶ δηλαδή του μεγέθους και του σχήματος του πλανήτη- που συμπίπτει με τη μέση στάθμη της θάλασσας στους ωκεανούς και συνεχίζεται στις ηπειρωτικές περιοχές ως μια νοητή επιφάνεια στάθμης θάλασσας που ορίζεται νοερά.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Χρησιμεύει ως επιφάνεια αναφοράς που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ακριβών υψομέτρων των επιφανειακών χαρακτηριστικών της Γης.
- ▶ *Ο επιστημονικός κλάδος που ασχολείται με το ακριβές σχήμα της Γης και τον προσδιορισμό και τη σημασία του είναι γνωστός ως γεωδαισία.*

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές

- ▶ Το γεωειδές είναι παντού κάθετο στην έλξη της βαρύτητας και προσεγγίζει το σχήμα ενός κανονικού πλατύ σφαιροειδούς (δηλαδή μιας πεπλατυσμένης σφαίρας).
- ▶ Είναι ακανόνιστο, ωστόσο, λόγω των τοπικών συγκεντρώσεων μάζας και λόγω των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των ηπείρων και των θαλάσσιων πυθμένων.
- ▶ Μαθηματικά μιλώντας, το γεωειδές είναι μια ισοδυναμική επιφάνεια, δηλαδή χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι σε ολόκληρη την έκτασή του η συνάρτηση δυναμικού είναι σταθερή.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές

- ▶ Το γεωειδές είναι παντού κάθετο στην έλξη της βαρύτητας και προσεγγίζει το σχήμα ενός κανονικού πλατύ σφαιροειδούς (δηλαδή μιας πεπλατυσμένης σφαίρας). Είναι ακανόνιστο, ωστόσο, λόγω των τοπικών συγκεντρώσεων μάζας και λόγω των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των ηπείρων και των θαλάσσιων πυθμένων.
- ▶ Μαθηματικά μιλώντας, το γεωειδές είναι μια ισοδυναμική επιφάνεια, δηλαδή χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι σε ολόκληρη την έκτασή του η συνάρτηση δυναμικού είναι σταθερή (*συνδυασμένα αποτελέσματα της βαρυτικής έλξης της μάζας της Γης και της φυγόκεντρης απώθησης που προκαλείται από την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της*).

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές

- ▶ Το γεωειδές είναι παντού κάθετο στην έλξη της βαρύτητας και προσεγγίζει το σχήμα ενός κανονικού πλατύ σφαιροειδούς (δηλαδή μιας πεπλατυσμένης σφαίρας). Είναι ακανόνιστο, ωστόσο, λόγω των τοπικών συγκεντρώσεων μάζας και λόγω των υψομετρικών διαφορών μεταξύ των ηπείρων και των θαλάσσιων πυθμένων.
- ▶ Μαθηματικά μιλώντας, το γεωειδές είναι μια ισοδυναμική επιφάνεια, δηλαδή χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι σε ολόκληρη την έκτασή του η συνάρτηση δυναμικού είναι σταθερή (*συνδυασμένα αποτελέσματα της βαρυτικής έλξης της μάζας της Γης και της φυγόκεντρης απώθησης που προκαλείται από την περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονά της*).

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Γεωειδές και ελλειψοειδές

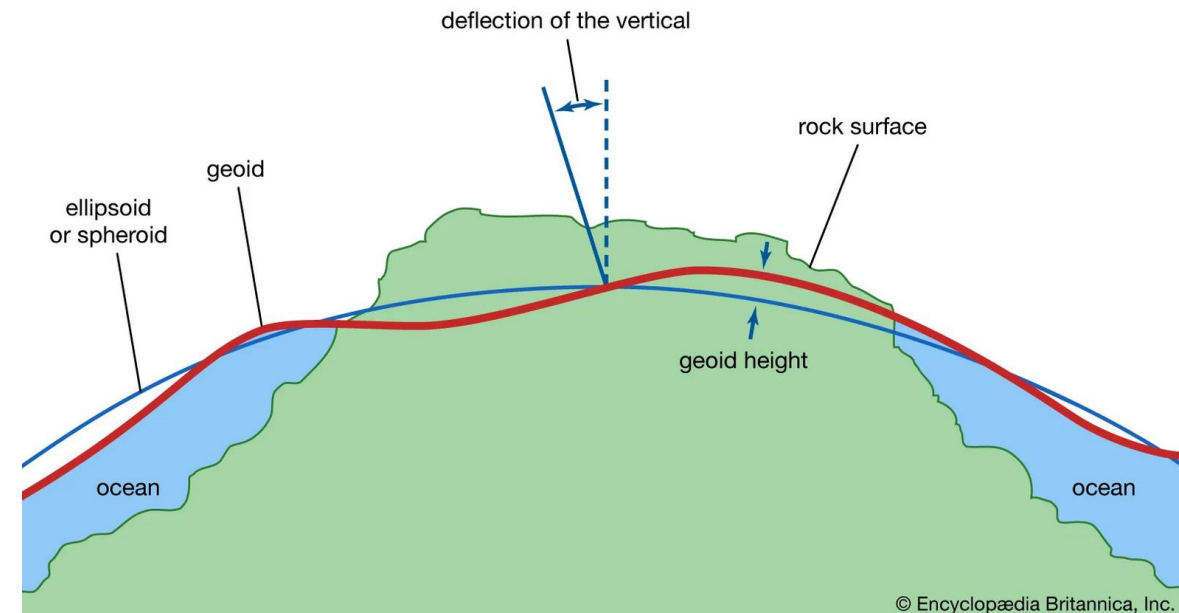
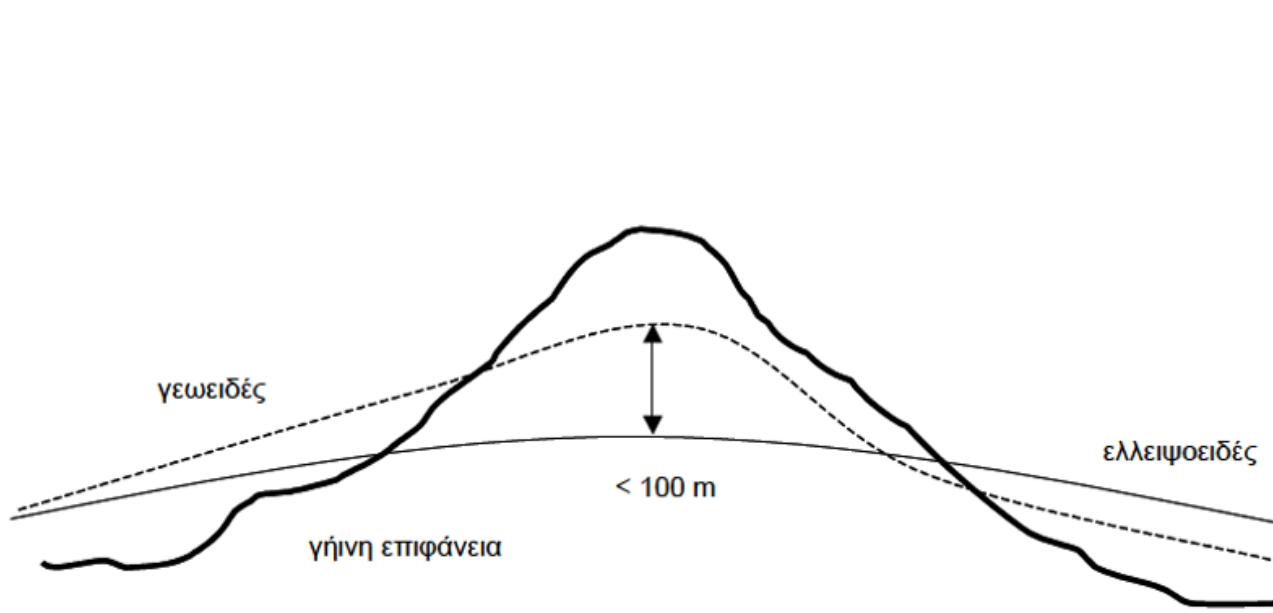
- Λόγω των ακανόνιστων κατανομών μάζας στη Γη και των επακόλουθων βαρυτικών ανωμαλιών, το γεωειδές δεν είναι μια απλή μαθηματική επιφάνεια. Κατά συνέπεια, δεν αποτελεί κατάλληλη επιφάνεια αναφοράς για ένα γεωμετρικό σχήμα της Γης.
- Ως σχήματα αναφοράς της Γης, αλλά όχι για την τοπογραφία της, χρησιμοποιούνται απλές γεωμετρικές μορφές που προσεγγίζουν το γεωειδές. Για πολλούς σκοπούς, μια επαρκής γεωμετρική αναπαράσταση της Γης είναι μια σφαίρα, για την οποία πρέπει να αναφέρεται μόνο η ακτίνα της σφαίρας.
- Όταν απαιτείται ένα πιο ακριβές σχήμα αναφοράς, χρησιμοποιείται ένα ελλειψοειδές περιστροφής ως αναπαράσταση του σχήματος και του μεγέθους της Γης. Πρόκειται για μια επιφάνεια που δημιουργείται με την περιστροφή ενός ελλειψοειδούς κατά  $360^\circ$  γύρω από τον δευτερεύοντα άξονά του.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

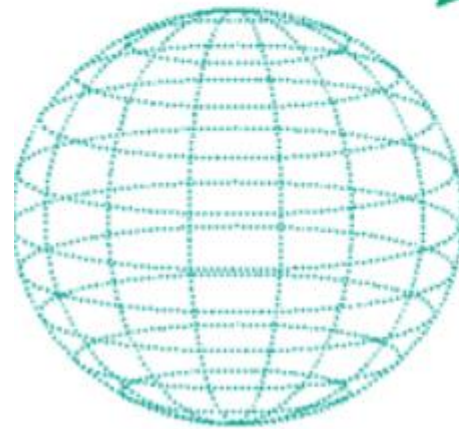
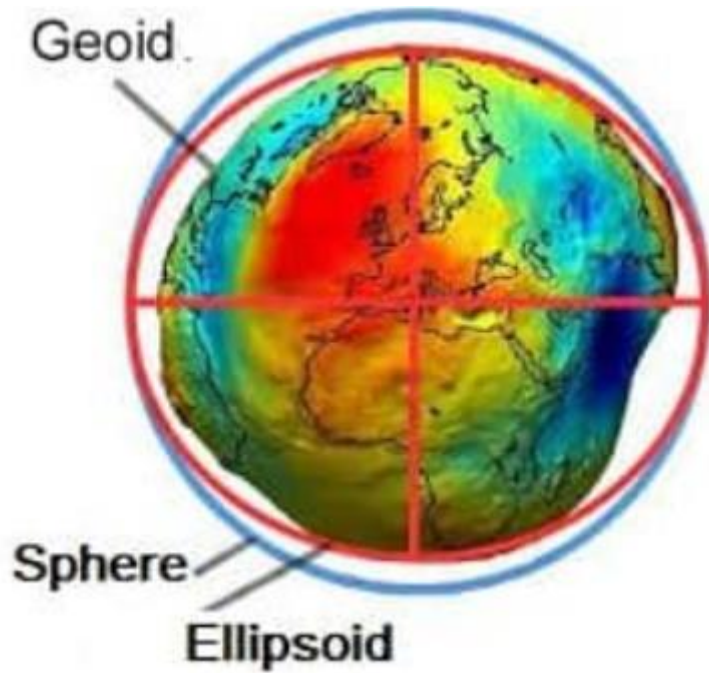
## ► Γεωειδές και ελλειψοειδές

- Αυτό το ελλειψοειδές περιστροφής είναι το σχήμα που χρησιμοποιείται συχνότερα για την αναπαράσταση μιας απλής γεωμετρικής επιφάνειας αναφοράς.

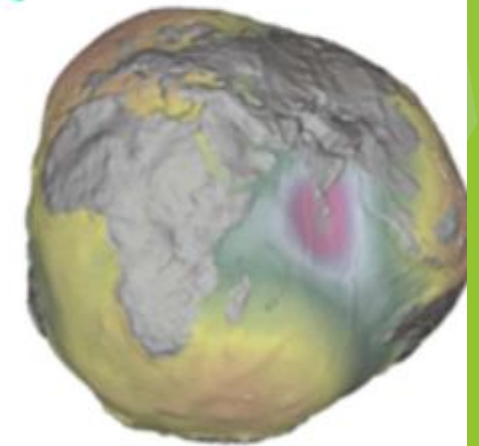


# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

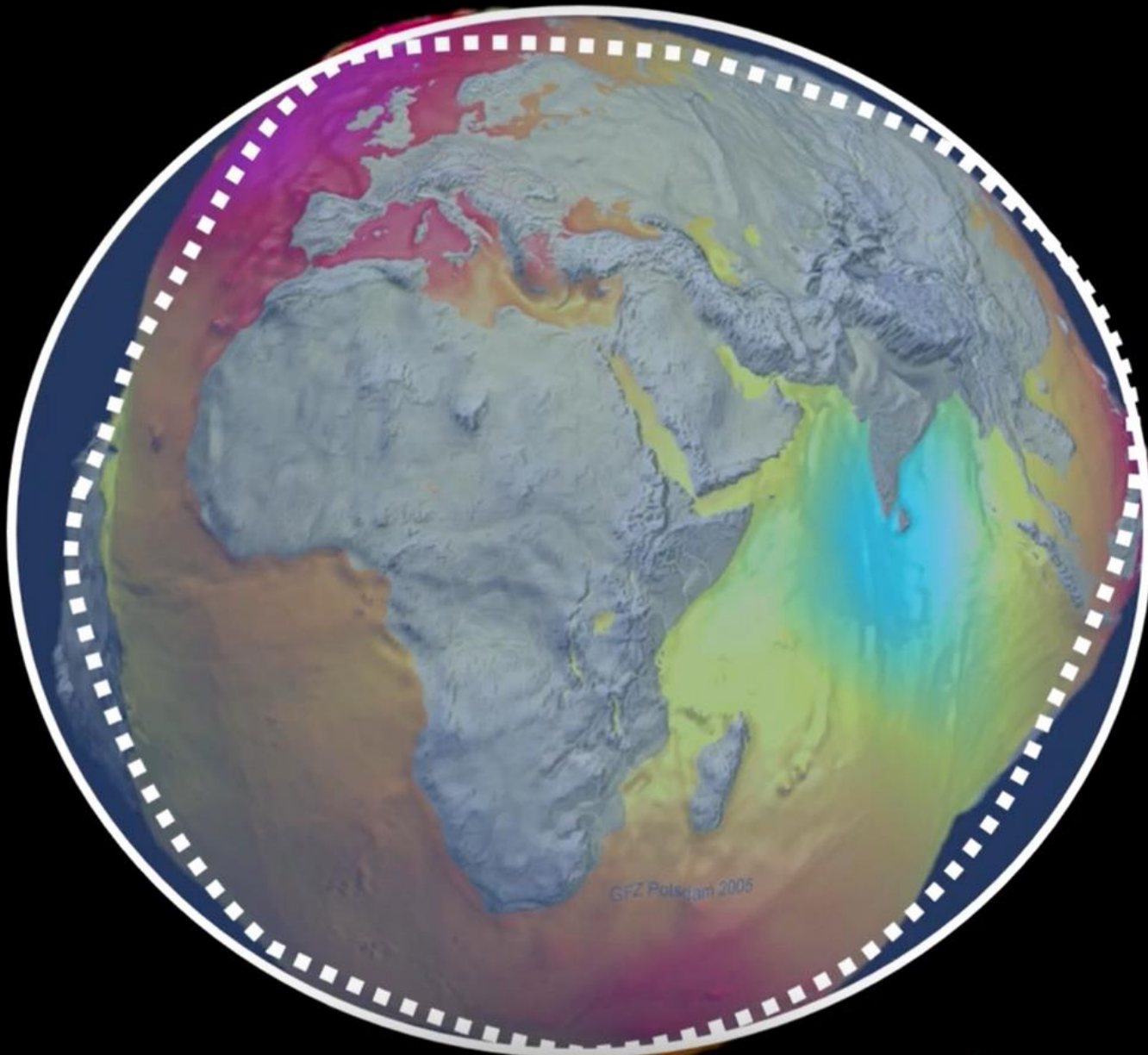
## ► Γεωειδές και ελλειψοειδές



Independent handling of horizontal and vertical



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM



The geoid's deviation from an ellipsoid ranges from +85 m in Iceland to -106 m in southern part of India

Geoid matches more or less very closely with Mean Sea Level





# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Datum

- Πώς θα συμβιβάσουμε λοιπόν την ανάγκη μας να εργαστούμε με ένα (απλό) μαθηματικό μοντέλο του σχήματος της γης με την ογκώδη φύση της επιφάνειας της γης (δηλαδή το γεωειδές της);
- Η λύση είναι να ευθυγραμμίσουμε το γεωειδές με την ελλειψοειδή (ή σφαιρική) αναπαράσταση της γης και να χαρτογραφήσουμε τα χαρακτηριστικά της γήινης επιφάνειας σε αυτό το ελλειψοειδές/σφαίρα.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Datum

- Η ευθυγράμμιση μπορεί να είναι τοπική, όπου η ελλειψοειδής επιφάνεια προσαρμόζεται στενά στο γεωειδές σε μια συγκεκριμένη θέση στην επιφάνεια της γης (local Datum)
- ή γεωκεντρική, όπου το ελλειψοειδές ευθυγραμμίζεται με το κέντρο της γης (geocentric Datum)
- Ο τρόπος με τον οποίο επιλέγεται η ευθυγράμμιση του ελλειψοειδούς με το γεωειδές καθορίζει το Datum.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

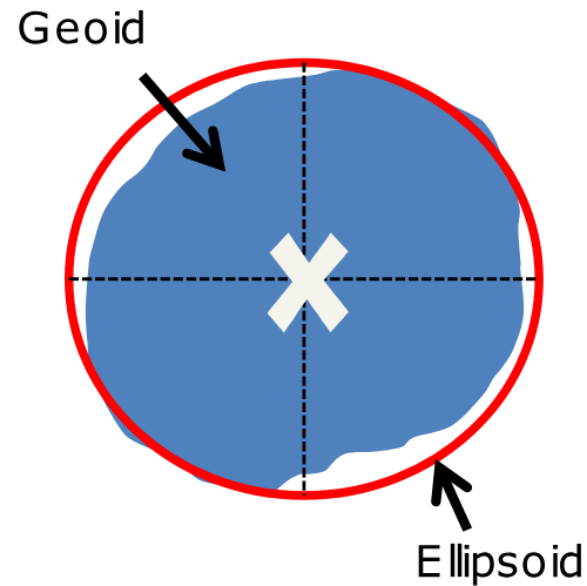
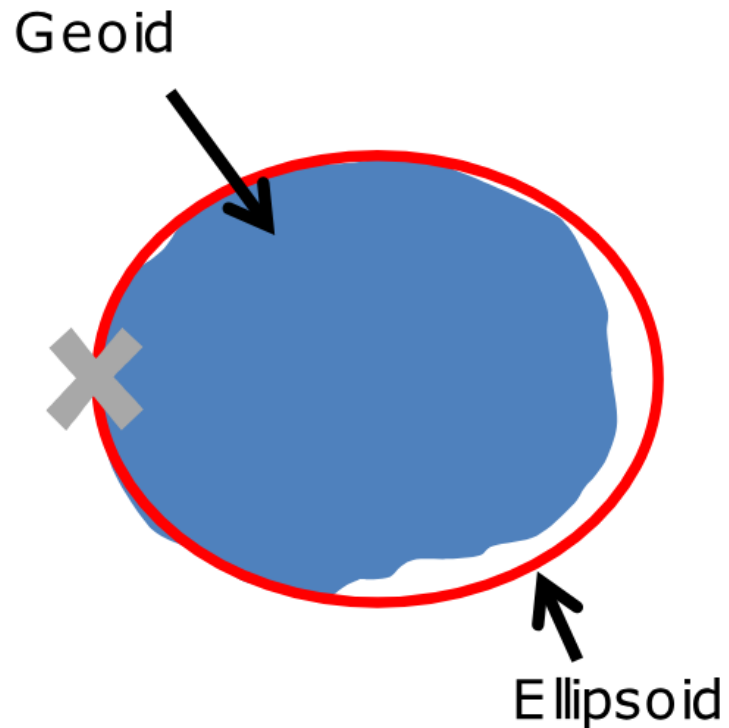
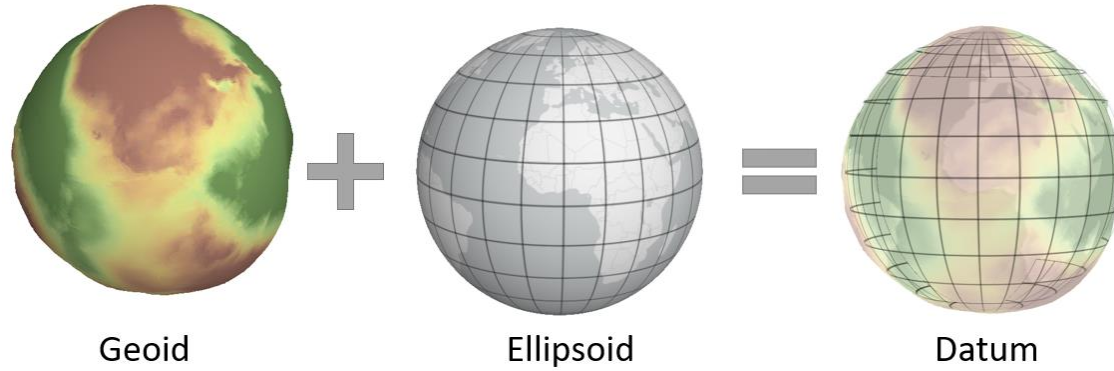
## ▶ Datum

### ▶ Τι είναι τελικά το Datum;

- ▶ Το Datum είναι ένα μοντέλο της γης που χρησιμοποιείται στη χαρτογράφηση και αποτελείται από μια σειρά αριθμών που καθορίζουν το σχήμα και το μέγεθος του ελλειψοειδούς και τον προσανατολισμό του στο χώρο.
- ▶ Ένα datum επιλέγεται έτσι ώστε να δίνει την καλύτερη δυνατή προσαρμογή στο πραγματικό σχήμα της Γης.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

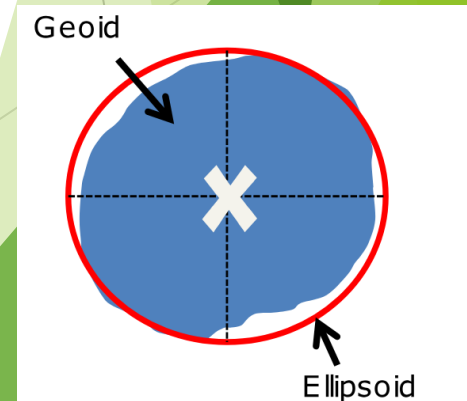
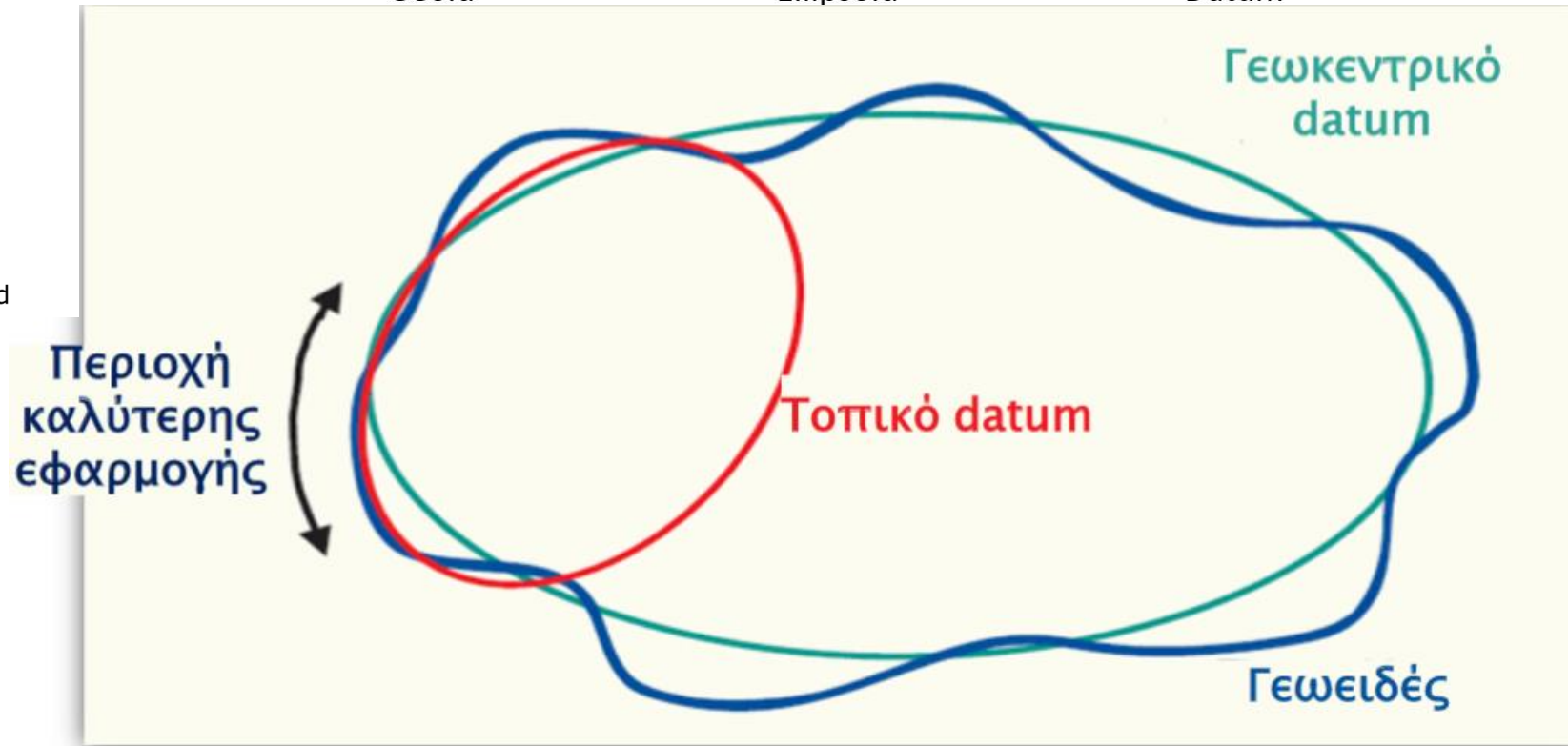
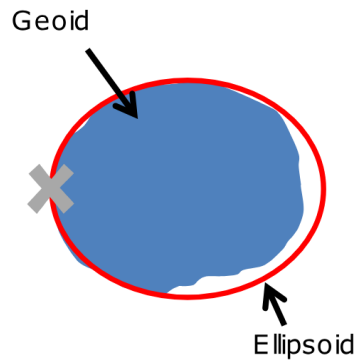
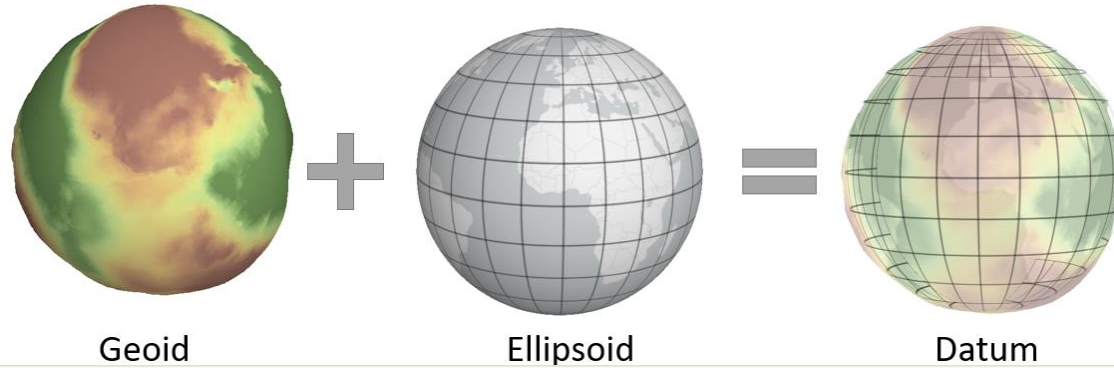
## ► Datum





# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Datum



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

What Is Orthometric Height?



ELL. Or Ellipsoidal Height (+ Above Ell, - Below Ell )

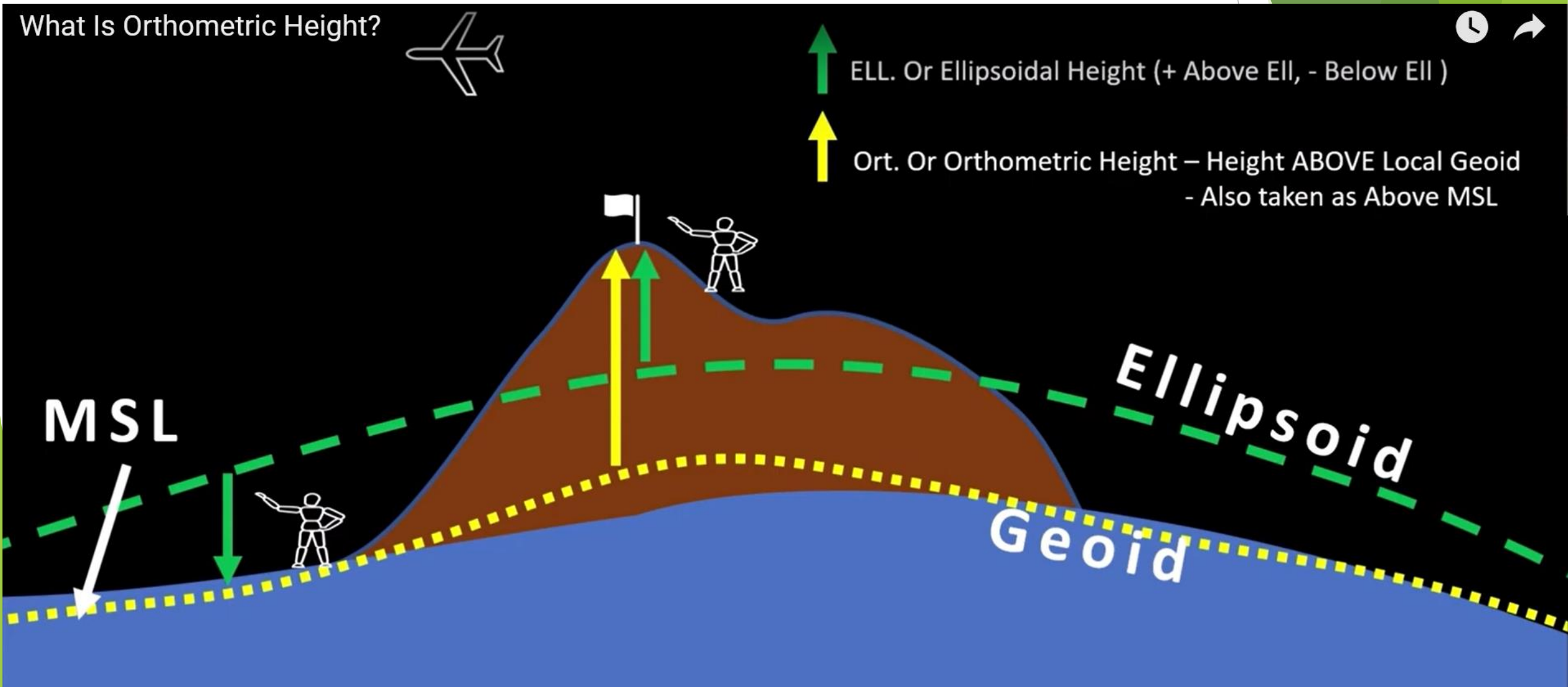
Ort. Or Orthometric Height – Height ABOVE Local Geoid  
- Also taken as Above MSL

MSL

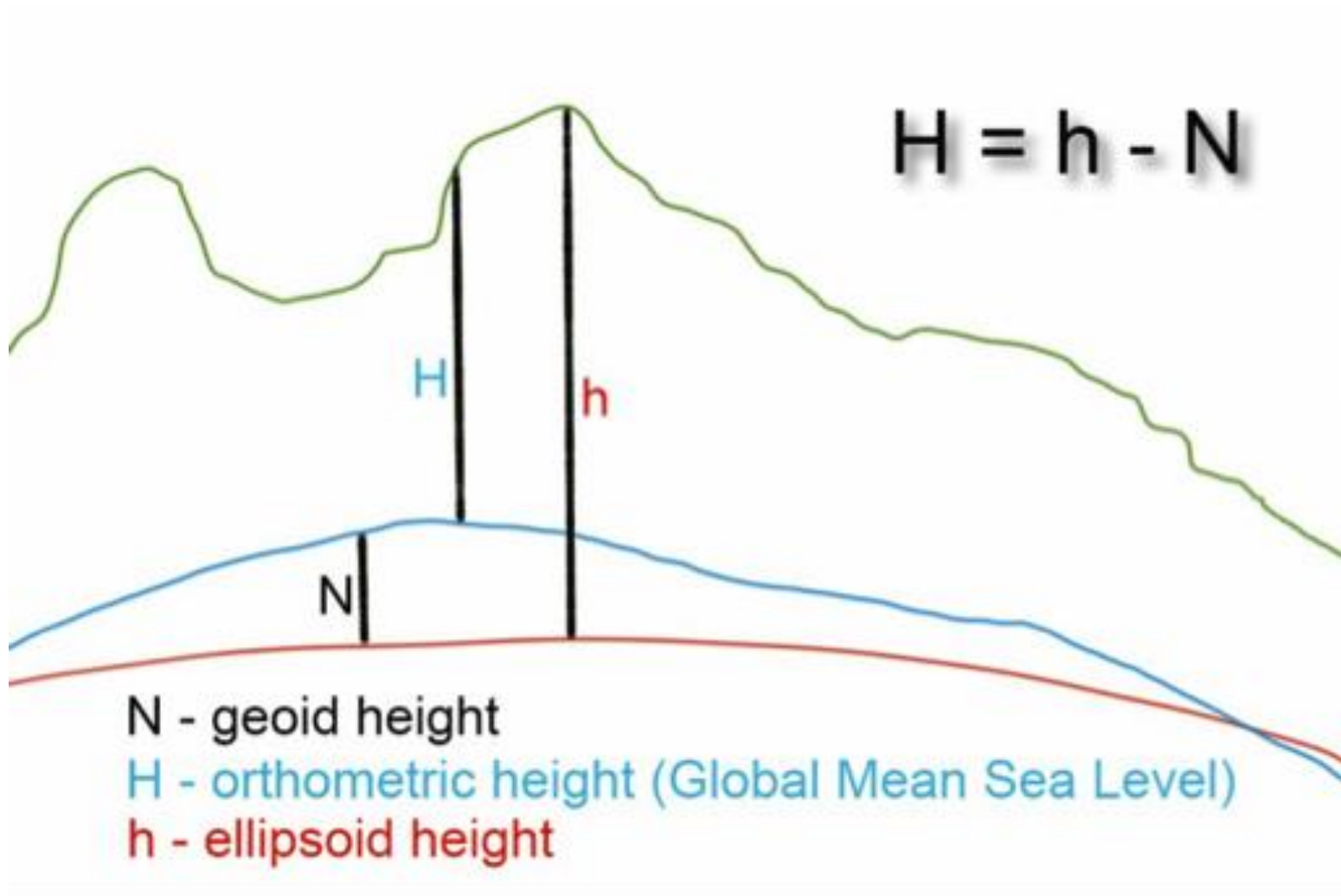


Geoid

Ellipsoid



# Το γεωειδές



Elevation = 1602 meters (ellipsoidal height)

Geoid Height = -15.9 meters

Topographic Height = 1617.9 meters

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

### ▶ 1. Ελλειψοειδές ύψος (Ellipsoidal height)

▶ Το ελλειψοειδές ύψος αναφέρεται στο ύψος ενός σημείου πάνω από μια ιδανική μαθηματική επιφάνεια που ονομάζεται **ελλειψοειδές αναφοράς** (λειασμένη, μαθηματική προσέγγιση του σχήματος της Γης, που μοιάζει με σφαιροειδές, αλλά είναι πεπλατυσμένο στους πόλους και φαρδύτερο στον ισημερινό).

- Το ύψος μετρείται κάθετα από την επιφάνεια του ελλειψοειδούς προς τα πάνω ή προς τα κάτω.
- Το ελλειψοειδές είναι μια απλοποιημένη προσέγγιση του πραγματικού σχήματος της Γης και χρησιμοποιείται κυρίως για γεωδαιτικές και GPS μετρήσεις.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

### ▶ 1. Ελλειψοειδές ύψος (Ellipsoidal height)

- Το ύψος μετριέται κάθετα από την επιφάνεια του ελλειψοειδούς προς τα πάνω ή προς τα κάτω.
- Το ελλειψοειδές είναι μια απλοποιημένη προσέγγιση του πραγματικού σχήματος της Γης και χρησιμοποιείται κυρίως για γεωδαιτικές και GPS μετρήσεις.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

### ▶ 2. Γεωειδές ύψος (Geoid height)

- ▶ Το γεωειδές είναι μια πιο ακριβής αναπαράσταση της Γης, βασισμένη στην πραγματική βαρυτική δύναμη του πλανήτη. Πρόκειται για μια ιδεατή επιφάνεια που αντιστοιχεί στη μέση στάθμη της θάλασσας (*MSL - Mean Sea Level*) και επεκτείνεται κάτω από τις ηπείρους. Το γεωειδές ύψος (ή ορθομετρικό ύψος, *orthometric height*) είναι το ύψος ενός σημείου πάνω από το γεωειδές.
- ▶ Το γεωειδές ύψος εκφράζει την απόσταση από το γεωειδές μέχρι το σημείο της τοπογραφίας.
- ▶ Είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα για καθημερινή χρήση (π.χ. μετρήσεις υψόμετρου σε τοπογραφικές εργασίες)

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

### ▶ 3. Τοπογραφικό ύψος (Topographic height)

- ▶ Το τοπογραφικό ύψος ή ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης είναι το φυσικό ύψος ενός σημείου πάνω από την επιφάνεια της ξηράς ή της θάλασσας. Αυτό το ύψος μετριέται σε σχέση με τη μέση στάθμη της θάλασσας ή το τοπικό γεωειδές.
- ▶ Το ύψος αυτό είναι αυτό που βλέπουμε σε χάρτες ή τοπογραφικές μετρήσεις και αναφέρεται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες όπως βουνά, πεδιάδες, κ.λπ

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα
  - ▶ Σχέση μεταξύ των τριών
    - ▶ Υπάρχει μια μαθηματική σχέση που συνδέει τα τρία αυτά ύψη:

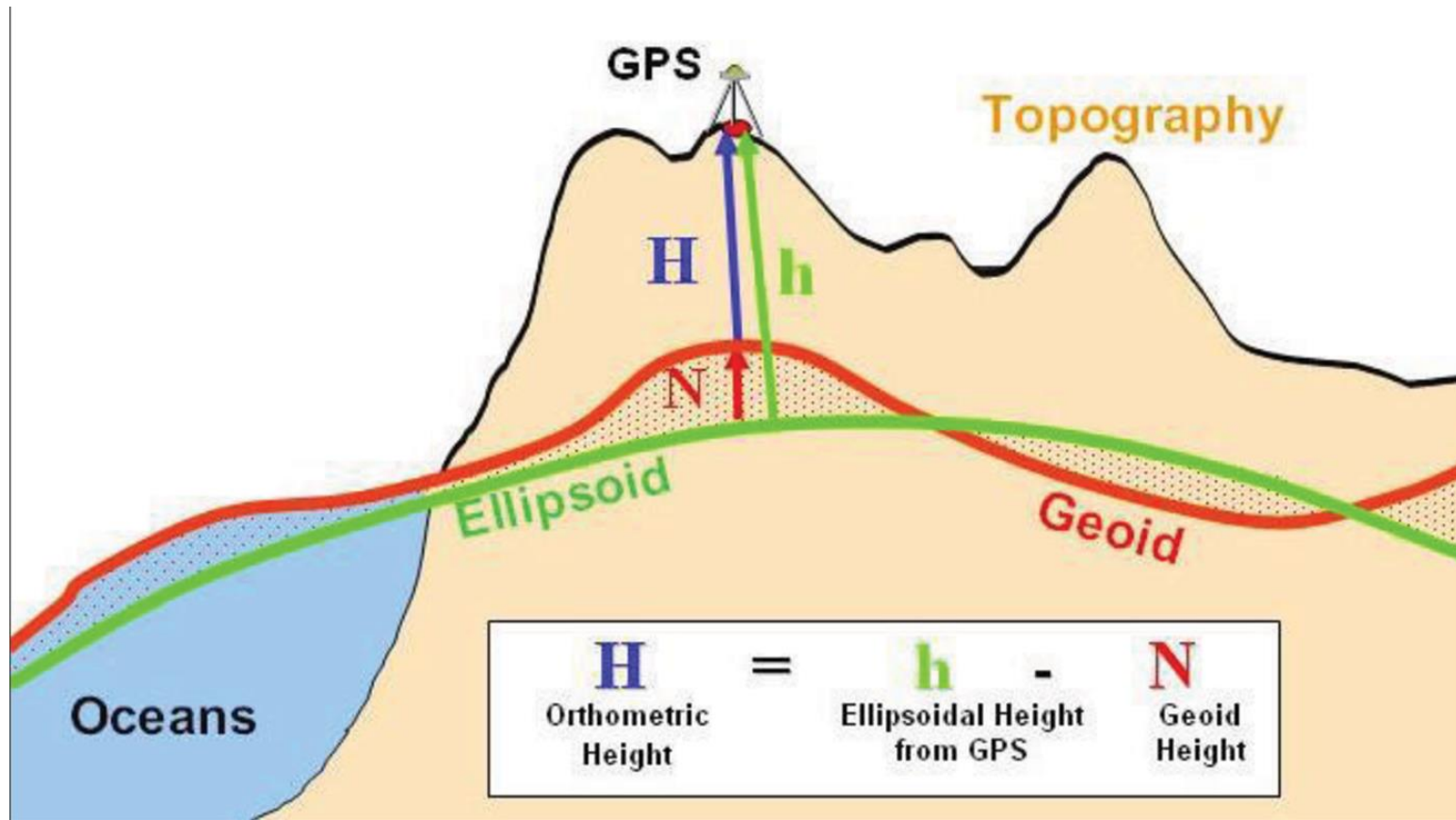
- $H = h - N$

- *H είναι το γεωειδές ύψος ή ορθομετρικό ύψος (orthometric height),*
- *h είναι το ελλειψοειδές ύψος (ellipsoidal height),*
- *N είναι η απόσταση από το γεωειδές μέχρι το ελλειψοειδές (γνωστή ως γεωειδική ανωμαλία ή γεωειδικός διαχωρισμός).*



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα
  - ▶ Σχέση μεταξύ των τριών



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

$$H = h - N$$

### ▶ Γεωειδική ανωμαλία ή γεωειδικός διαχωρισμός)

- ▶ Η γεωειδική ανωμαλία) είναι απλώς η απόκλιση μεταξύ της πραγματικής, φυσικής επιφάνειας της Γης (γεωειδές) και της ιδανικής, μαθηματικής επιφάνειας (ελλειψοειδές).
- ▶ Αυτή η διαφορά χρησιμοποιείται για να μετατρέψουμε το ελικοειδές ύψος σε ορθομετρικό ύψος, που είναι το ύψος που κατανοούμε στην καθημερινή τοπογραφία.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα

- Το ελικοειδές ύψος που καταγράφει το GPS είναι 200 μέτρα (h).
- Η γεωειδική ανωμαλία (N) είναι 30 μέτρα.
  - Αυτό σημαίνει ότι το γεωειδές βρίσκεται 30 μέτρα κάτω από το ελλειψοειδές σε εκείνο το σημείο.
- Επομένως, το πραγματικό ύψος πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας (ορθόμετρο ύψος) είναι:

$$H=h-N=200-30=170 \text{ μέτρα}$$

- Αντίθετα, εάν η γεωειδική ανωμαλία ήταν -30 μέτρα, αυτό θα σήμαινε ότι το γεωειδές βρίσκεται 30 μέτρα πάνω από το ελλειψοειδές, και τότε:

$$H=h-N=200-(-30)=230 \text{ μέτρα}$$

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα
- ▶ Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (DTM)
  - ▶ Τα DTM καταγράφουν το υψόμετρο της φυσικής επιφάνειας του εδάφους, αφαιρώντας κτίρια, βλάστηση και άλλες επιφάνειες που μπορεί να παρεμβάλλονται. Συνήθως τα ύψη σε ένα DTM εκφράζονται ως ορθομετρικό ύψος, δηλαδή το υψόμετρο σε σχέση με το γεωειδές.
  - ▶ Αυτό είναι το πιο συνηθισμένο μοντέλο που χρησιμοποιείται για τοπογραφία, υδρογραφία και περιβαλλοντικές μελέτες.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα
- ▶ Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (DTM)
  - ▶ Τα DTM καταγράφουν το υψόμετρο της φυσικής επιφάνειας του εδάφους, αφαιρώντας κτίρια, βλάστηση και άλλες επιφάνειες που μπορεί να παρεμβάλλονται. Συνήθως τα ύψη σε ένα DTM εκφράζονται ως ορθομετρικό ύψος, δηλαδή το υψόμετρο σε σχέση με το γεωειδές.
  - ▶ Αυτό είναι το πιο συνηθισμένο μοντέλο που χρησιμοποιείται για τοπογραφία, υδρογραφία και περιβαλλοντικές μελέτες.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

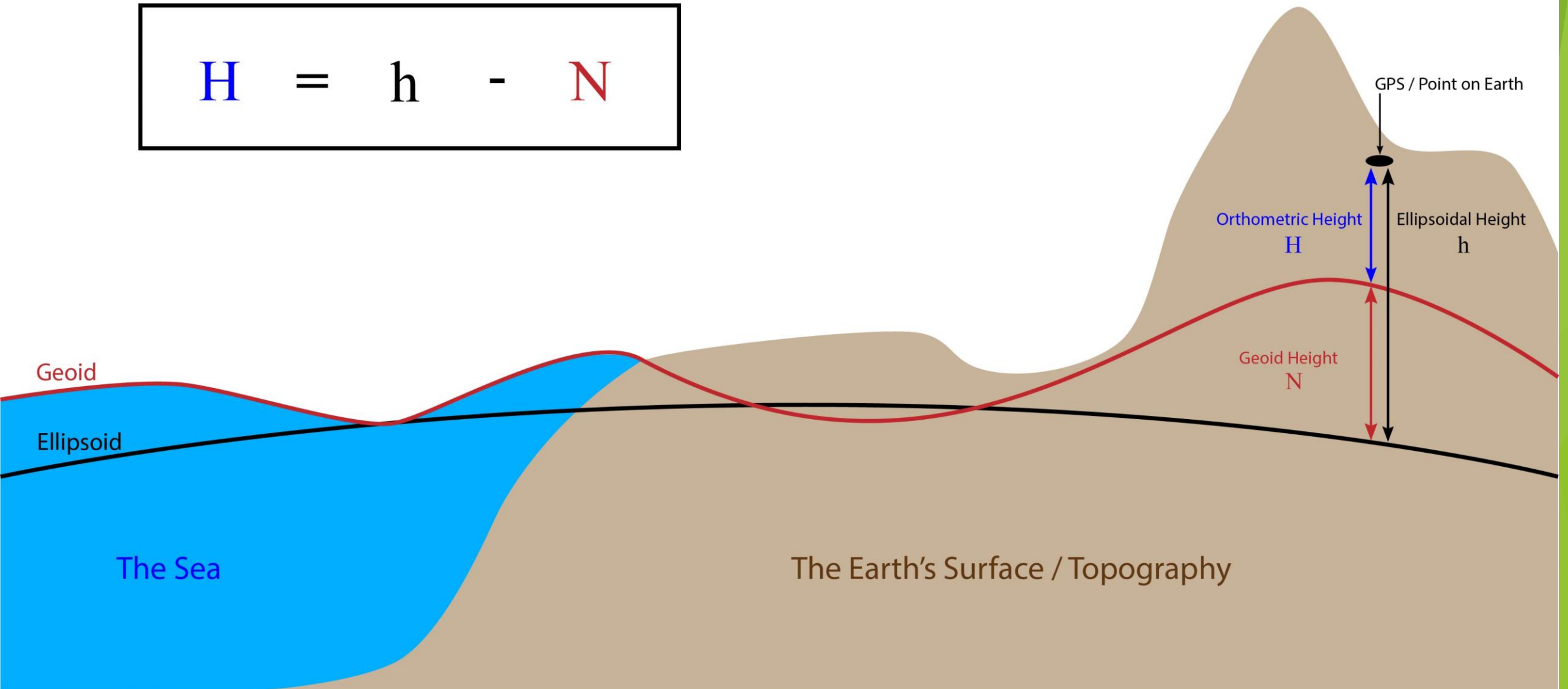
- ▶ **Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα**
- ▶ Το GPS μετρά σε σχέση με μια ιδανική, μαθηματική επιφάνεια (το ελλειψοειδές), που δεν λαμβάνει υπόψη τις ανωμαλίες της βαρύτητας ή την τοπογραφία της Γης.
- ▶ Τα DEM χρησιμοποιούν το γεωειδές, το οποίο είναι μια επιφάνεια που ακολουθεί το πραγματικό βαρυτικό πεδίο της Γης, και επομένως δίνει ύψη πιο κοντά στην πραγματικότητα, ειδικά για τοπογραφικές και χαρτογραφικές εφαρμογές.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα
- ▶ Μια μέτρηση σε ένα σημείο θα έχει διαφορετικό υψόμετρο ανάλογα με την πηγή (GPS ή DEM).
- ▶ Το GPS δίνει το ελικοειδές ύψος, ενώ το DEM δίνει το ορθομετρικό ύψος. Για να μετατραπεί το ένα στο άλλο, πρέπει να λάβουμε υπόψη τη γεωειδική ανωμαλία.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

$$H = h - N$$





# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ **Γεωειδές και ελλειψοειδές και υψόμετρα**
- ▶ Όταν οι εικόνες συλλέγονται μέσω ενός δορυφορικού ή εναέριου αισθητήρα, οι πληροφορίες θέσης (όπως το ύψος) συνήθως μετρώνται πάνω από ένα ελλειψοειδές μοντέλο της γης, ενώ πολλά διαθέσιμα ψηφιακά μοντέλα υψομέτρων (DEM) μοντελοποιούνται χρησιμοποιώντας ένα ορθομετρικό μοντέλο.
- ▶ Ουσιαστικά, αυτό έχει ως αποτέλεσμα δύο διαφορετικές τιμές υψομέτρου για την ίδια τοποθεσία, επειδή δεν έχουν μετρηθεί από την ίδια θέση βάσης. Χρησιμοποιώντας μια διόρθωση γεωειδούς, μπορείτε να μετατρέψετε από το ένα στο άλλο.

## Επιστροφή

► Ένα ΓΣΑ ορίζεται από

1. ένα ελλειψοειδές,
2. ένα γεωειδές και
3. ένα σύστημα αναφοράς (datum).

# WGS 84

World Geodetic System of 1984

Geographic coordinate model currently used worldwide in cartography, geology, navigation...etc.



The Earth is not a perfect sphere

The geoid used as a reference in the coordinate system must be adapted as closely as possible to the actual shape of the earth.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ **World Geodetic System (WGS)**
- ▶ *Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα (WGS)*
- ▶ Το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα (WGS) είναι ένα πρότυπο που χρησιμοποιείται στη χαρτογραφία, τη γεωδαισία και τη δορυφορική πλοήγηση.
- ▶ Είναι το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιείται από το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS)

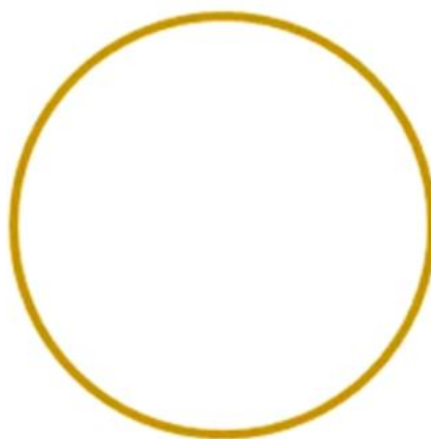


# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

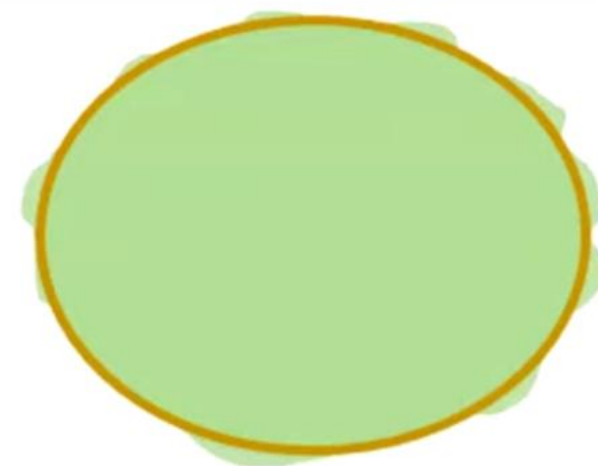
- ▶ **World Geodetic System (WGS)**
- ▶ *Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα (WGS)*
- ▶ Το ελλειψοειδές αναφοράς WGS 84 βασίστηκε στο GRS 80, αλλά περιέχει μια πολύ μικρή διαφοροποίηση στην αντίστροφη επιπεδοποίηση, καθώς προέκυψε ανεξάρτητα και το αποτέλεσμα στρογγυλοποιήθηκε σε διαφορετικό αριθμό σημαντικών ψηφίων.
- ▶ Οι επικαιροποιήσεις του αρχικού γεωειδούς για το WGS 84 δημοσιεύονται τώρα ως ξεχωριστό μοντέλο βαρύτητας της Γης (EGM), με βελτιωμένη ανάλυση και ακρίβεια. Η τρέχουσα έκδοση του WGS 84 χρησιμοποιεί το EGM2008.



+



=



Actual shape of The Earth

Perfect Sphere

Geodetic model

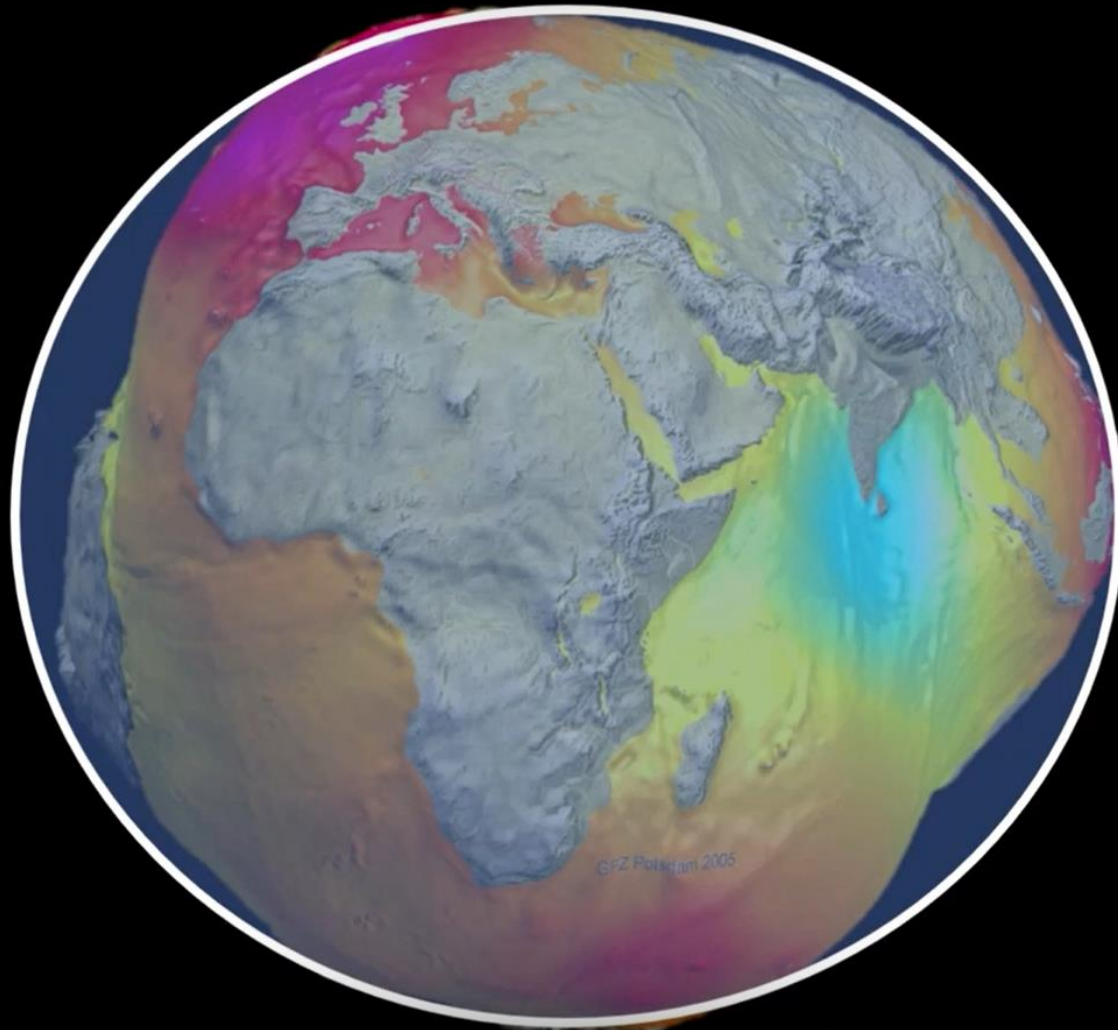


WGS84 has an error of less than 2 cm and is used by current GNSS systems such as GPS.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

What Is Orthometric Height?



WGS84 Ellipsoidal Model

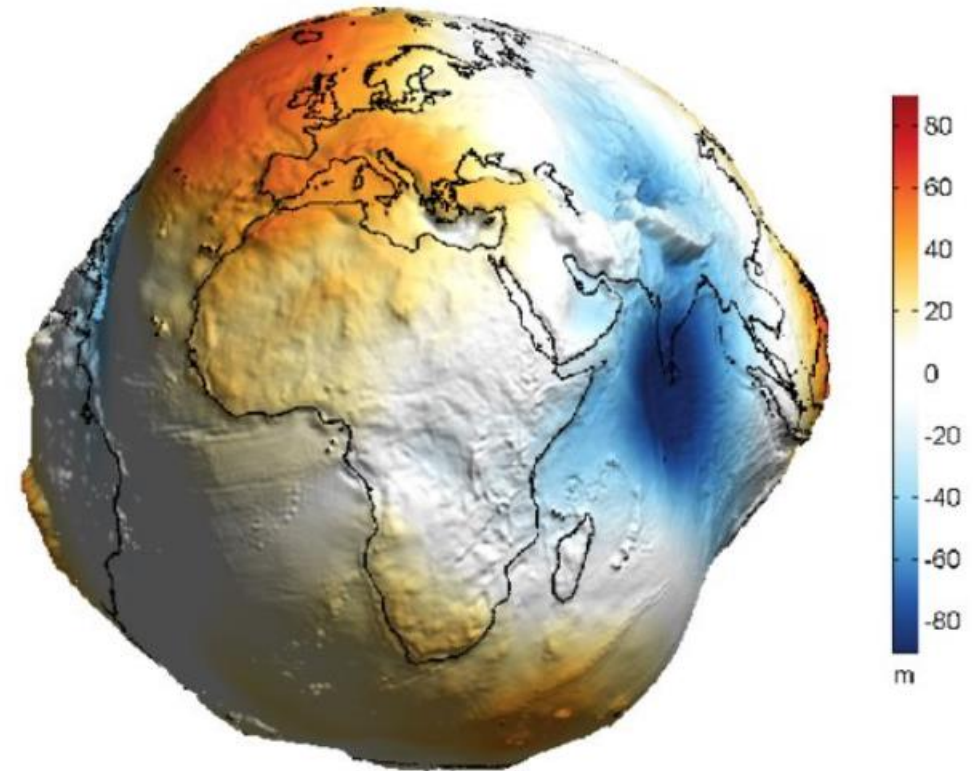
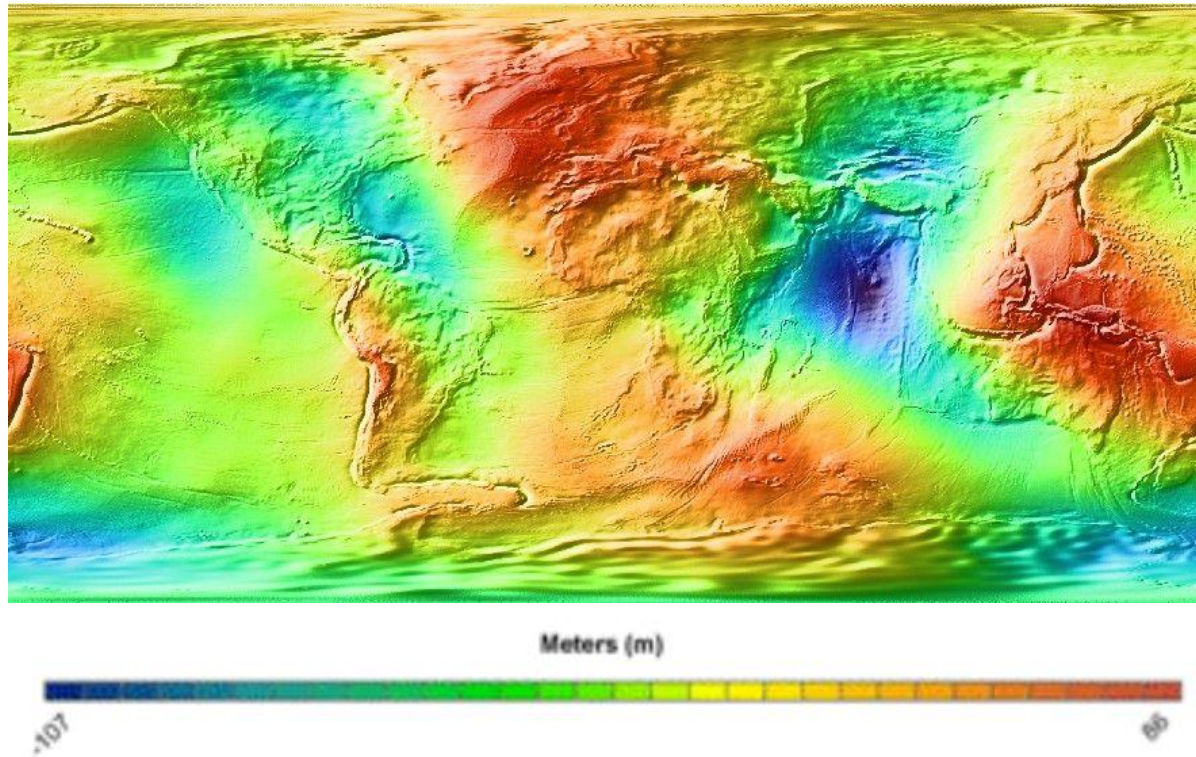
This is smooth regular mathematical surface encompasses the entire Earth

This Ellipsoidal model does not always coincide with actual topography, but this is best fit mathematical model.





# World Geodetic System (WGS) - EGM2008



Geoid height (EGM2008, nmax=500)



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ▶ ΠΡΟΒΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

▶ Γιατί χρειάζονται;

▶ Τα προβολικά συστήματα χρειάζονται για να φτιάχνουμε ακριβείς χάρτες, οι οποίοι είναι σε δύο διαστάσεις

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

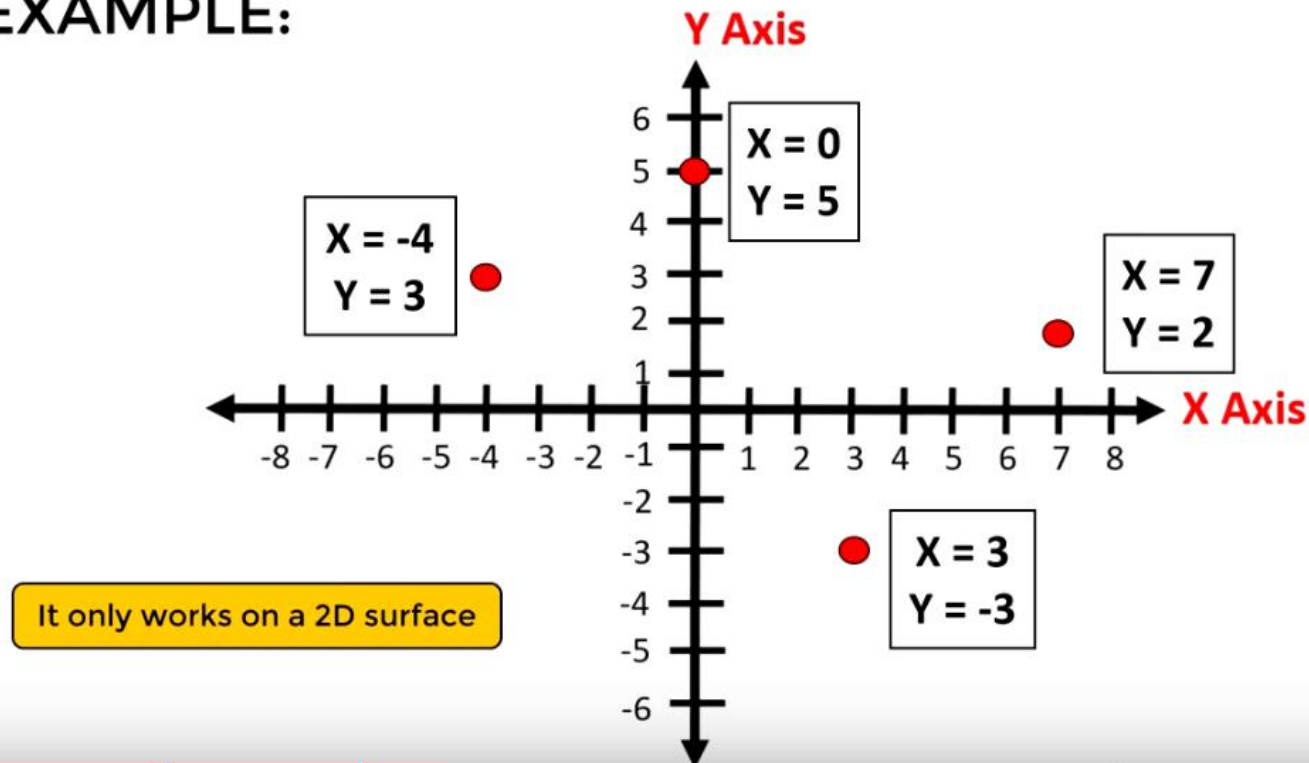
- ▶ Με τα γεωγραφικά συστήματα συντεταγμένων λύνεται το πρόβλημα του εντοπισμού αλλά δημιουργούνται άλλα δύο προβλήματα :
  - ▶ της αποτύπωσης της επιφάνειας της γης σε ένα επίπεδο χάρτη, της μέτρησης αποστάσεων και εμβαδών πάνω στο χάρτη.
- ▶ Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών δημιουργήθηκαν τα Προβολικά Συστήματα Συντεταγμένων

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► ΠΡΟΒΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Τα είχαμε δει και στην αρχή.
- Τα προβολικά συστήματα αποτυπώνουν τη γη σε 2 διαστάσεις (2D)

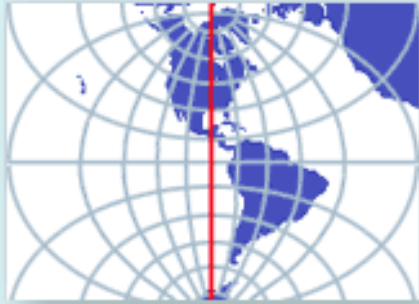
### EXAMPLE:



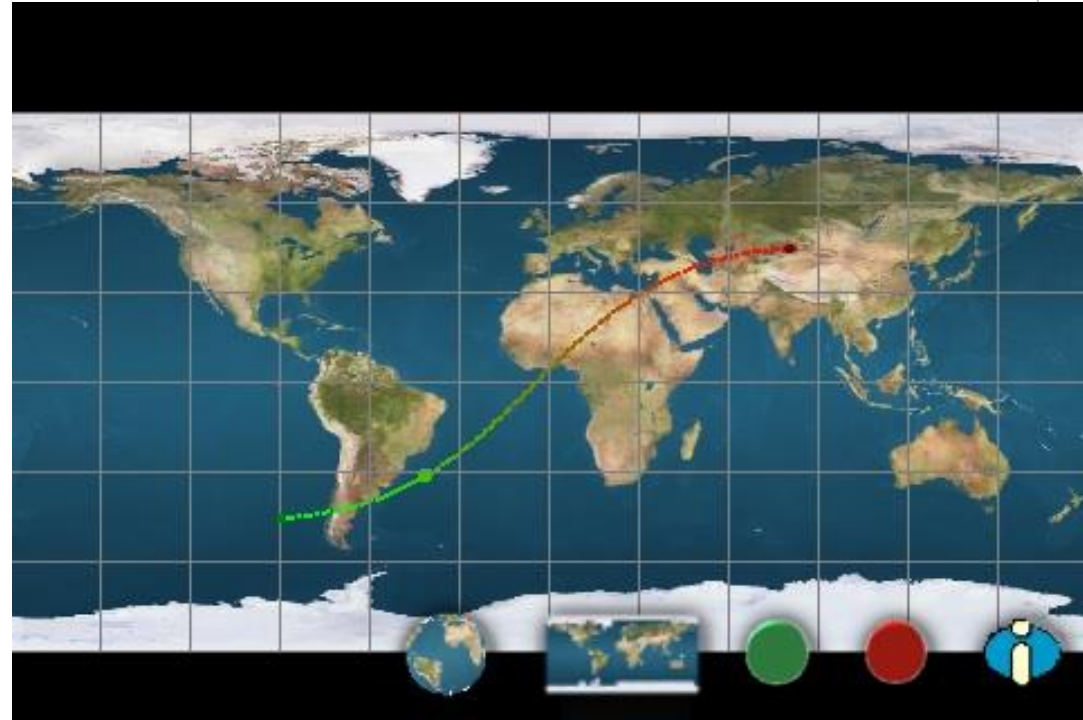
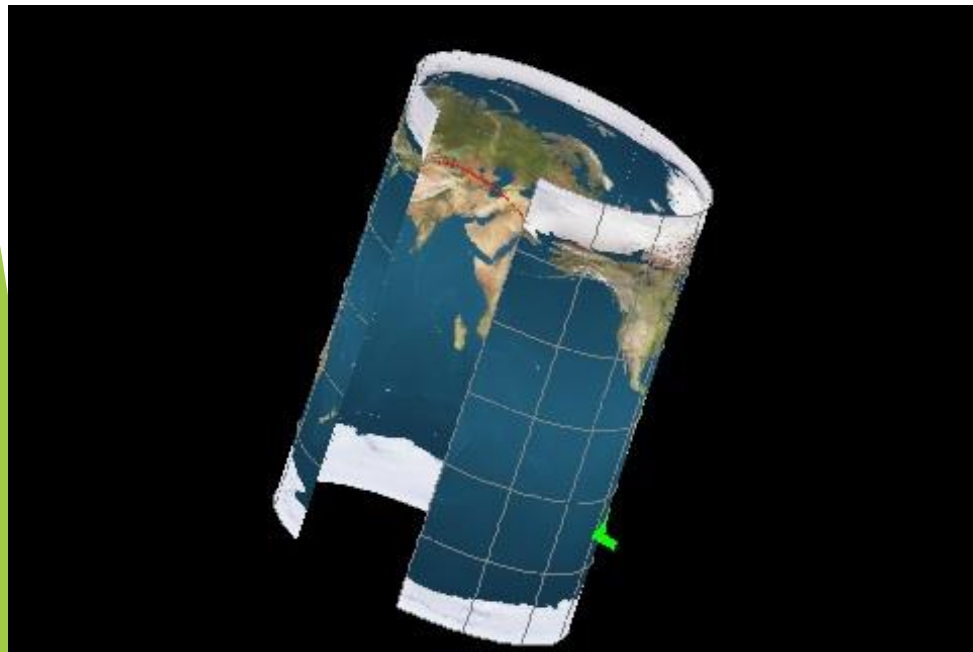
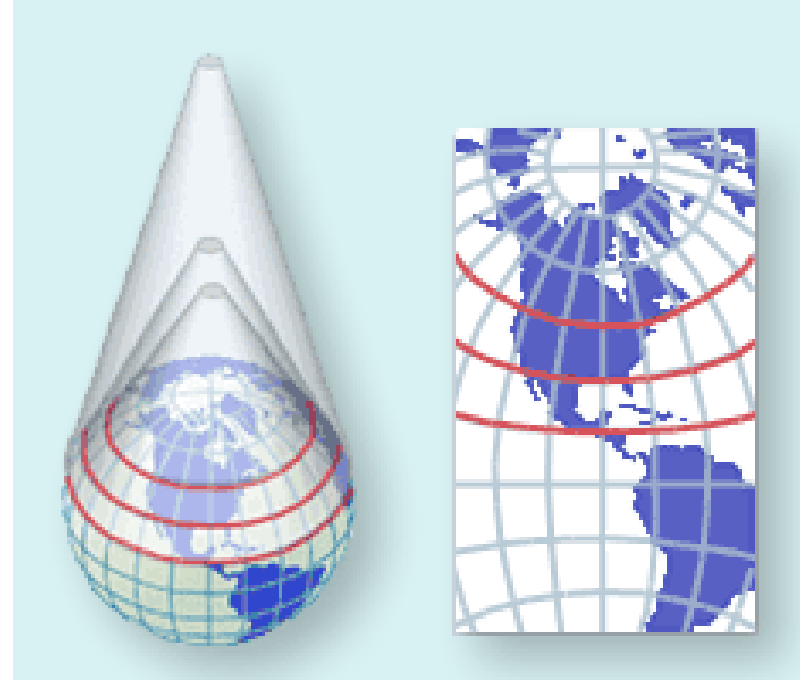
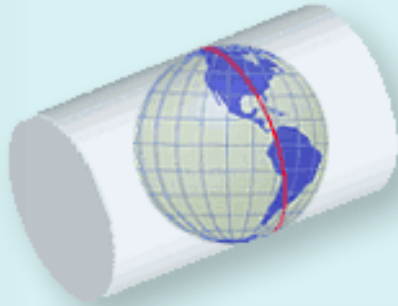




Transverse Mercator

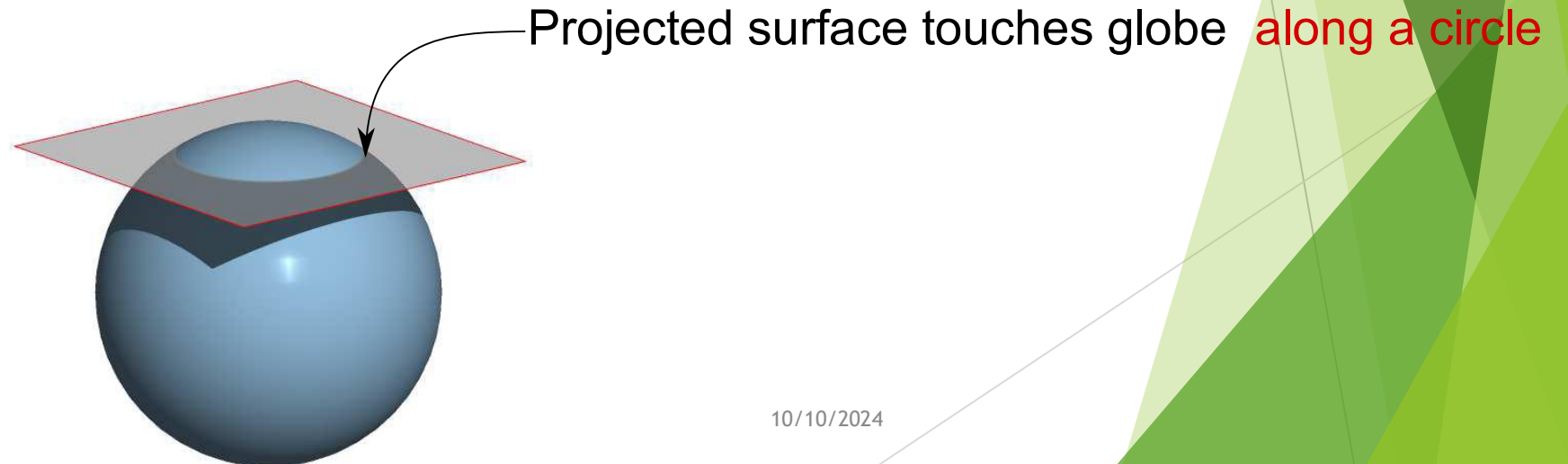
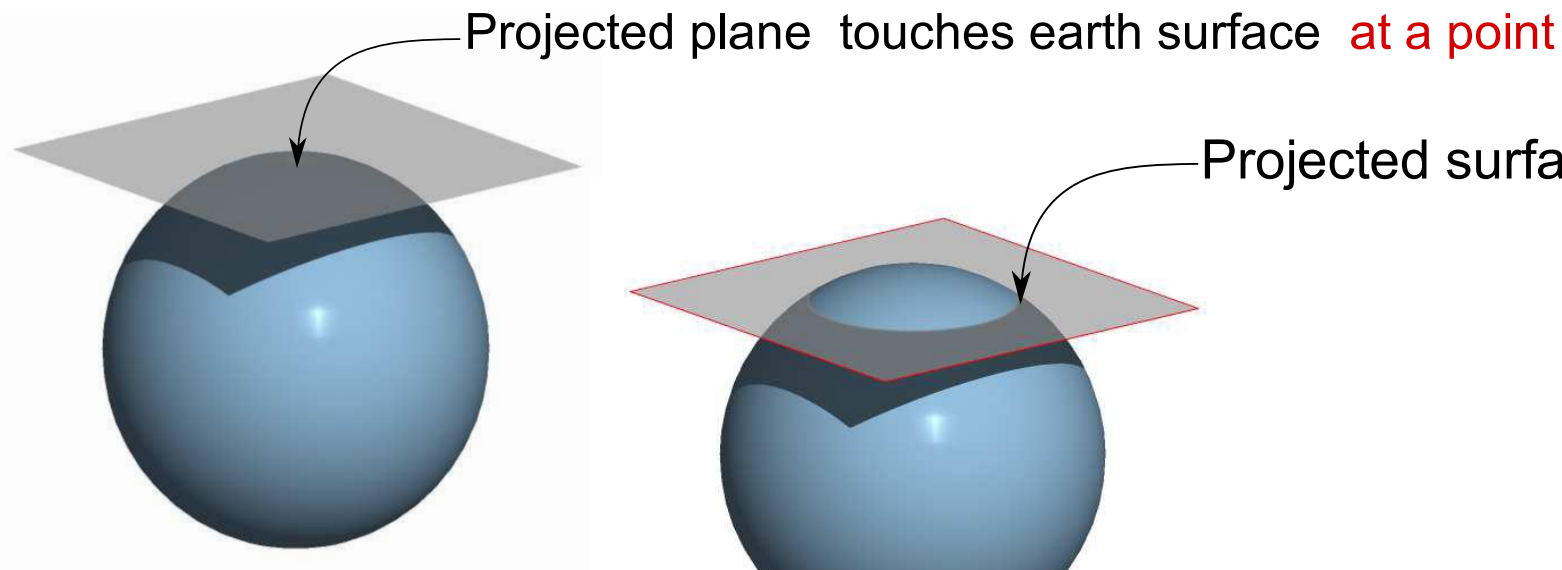


Oblique Mercator



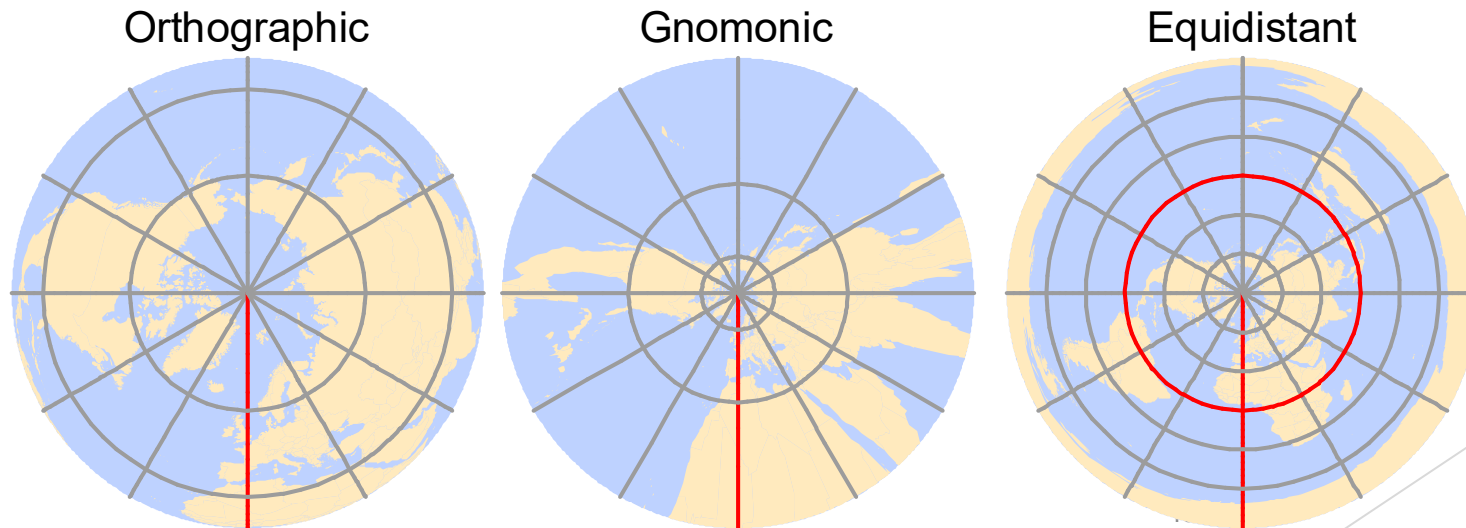
# Προβολικά συστήματα – Planar Projection

- Μια επίπεδη προβολή (ή αλλιώς αζιμουθιακή προβολή) απεικονίζει τα χαρακτηριστικά της γήινης επιφάνειας σε μια επίπεδη επιφάνεια που αγγίζει την επιφάνεια της γης σε ένα σημείο (περίπτωση εφαπτομένης) ή κατά μήκος μιας γραμμής εφαπτομένης (δευτερεύουσα περίπτωση).



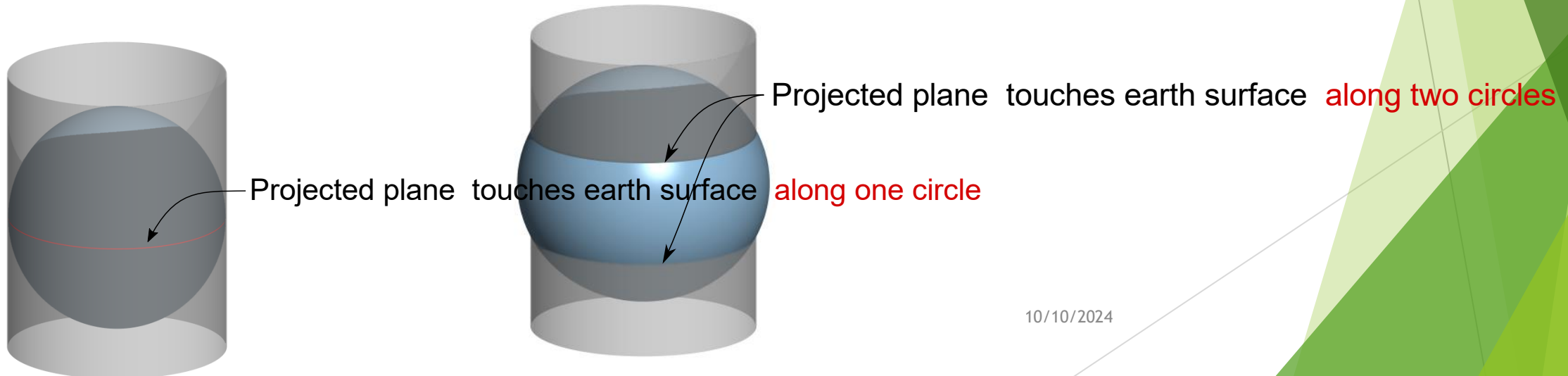
# Προβολικά συστήματα – Planar Projection

- ▶ Αυτή η προβολή χρησιμοποιείται συχνά για τη χαρτογράφηση πολικών περιοχών, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε θέση στην επιφάνεια της γης (στην περίπτωση αυτή ονομάζονται πλάγιες επίπεδες προβολές).



# Προβολικά συστήματα – Cylindrical Projection

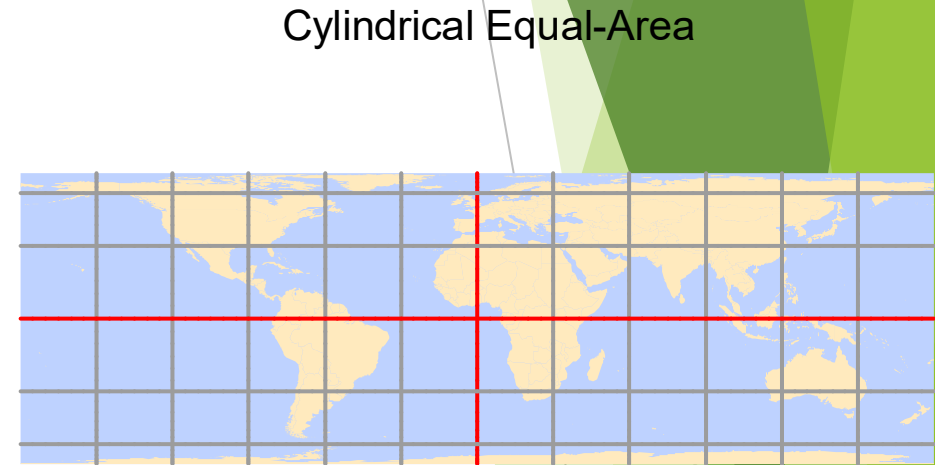
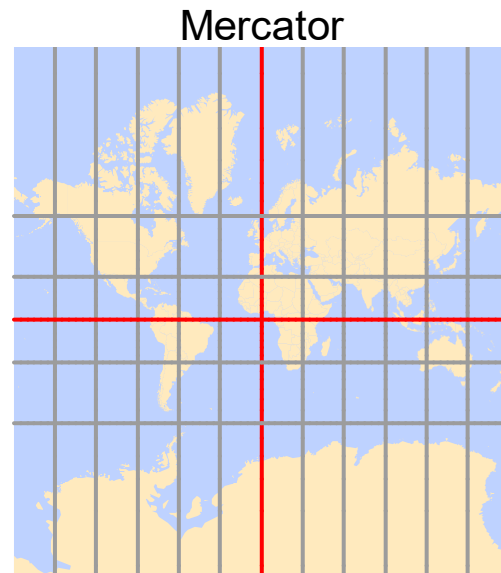
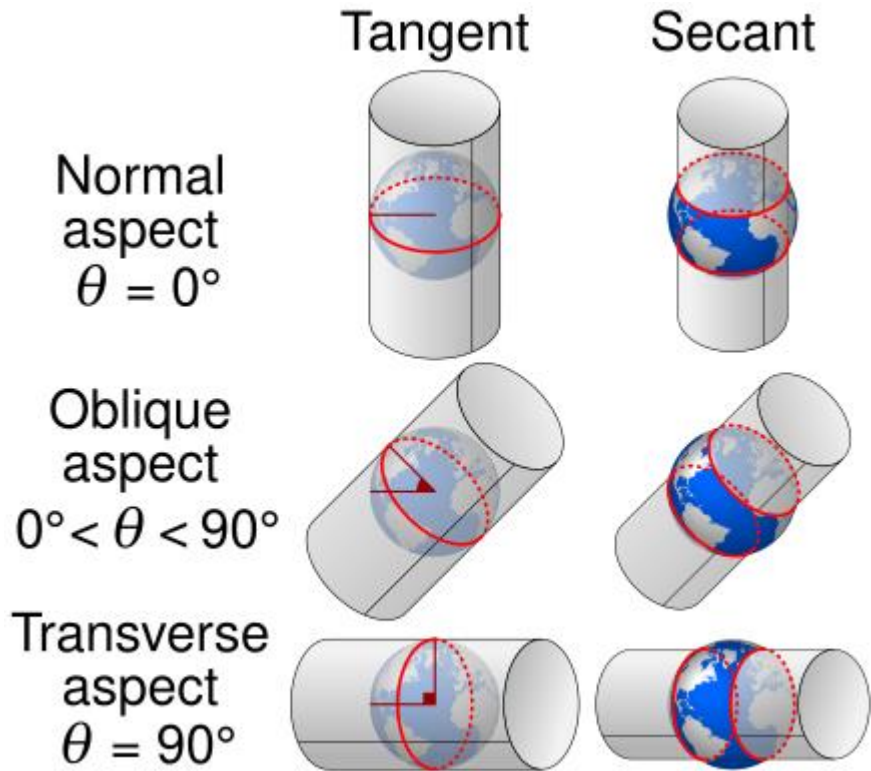
- ▶ Μια κυλινδρική προβολή χάρτη απεικονίζει την επιφάνεια της γης σε έναν χάρτη τυλιγμένο σε κύλινδρο (ο οποίος μπορεί στη συνέχεια να ισοπεδωθεί σε επίπεδο). Ο κύλινδρος μπορεί να αγγίξει την επιφάνεια της γης κατά μήκος μιας μόνο γραμμής εφαπτομένης (εφαπτομενική περίπτωση), ή κατά μήκος δύο γραμμών εφαπτομένης (δευτερεύουσα περίπτωση).





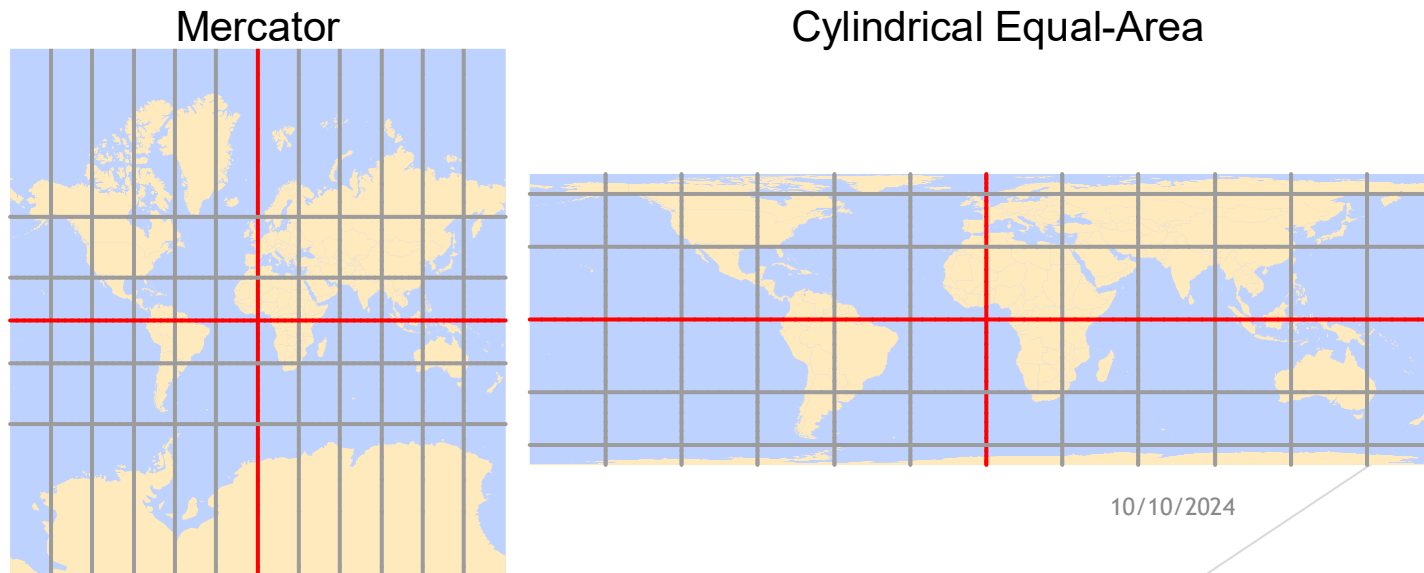
# Προβολικά συστήματα – *Cylindrical Projection*

- ▶ Ο κύλινδρος μπορεί να εφάπτεται στον ισημερινό ή να είναι πλάγιος.



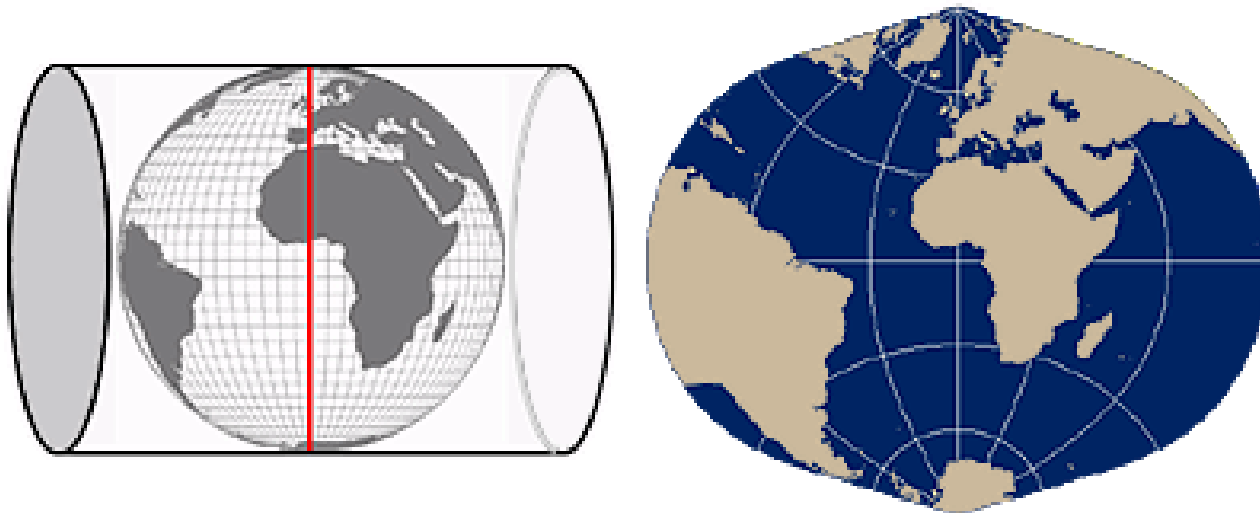
# Προβολικά συστήματα – *Cylindrical Projection*

- ▶ Ο κύλινδρος μπορεί να εφάπτεται στον ισημερινό ή να είναι πλάγιος.
- ▶ Μια ειδική περίπτωση είναι η εγκάρσια όψη που εφάπτεται στις γραμμές γεωγραφικού μήκους. Αυτή είναι μια δημοφιλής προβολή που χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό του Παγκόσμιου Εγκάρσιου Μερκατορίου (UTM).



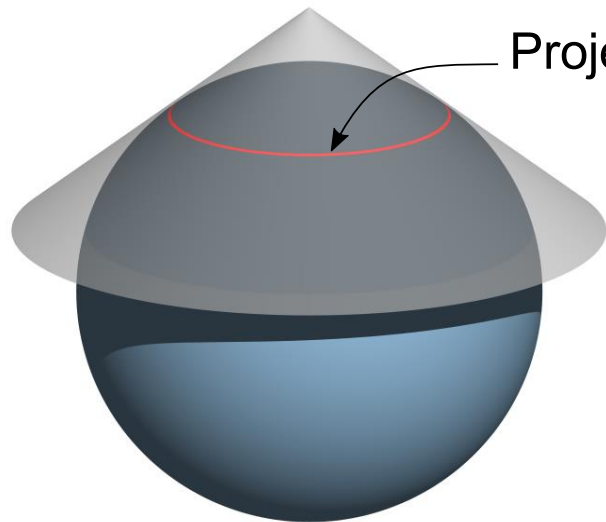
# Προβολικά συστήματα – *Traverse Mercator*

- ▶ Η εγκάρσια εκδοχή χρησιμοποιείται ευρέως σε εθνικά και διεθνή συστήματα χαρτογράφησης σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένου του Παγκόσμιου Εγκάρσιου Μερκάτορα.

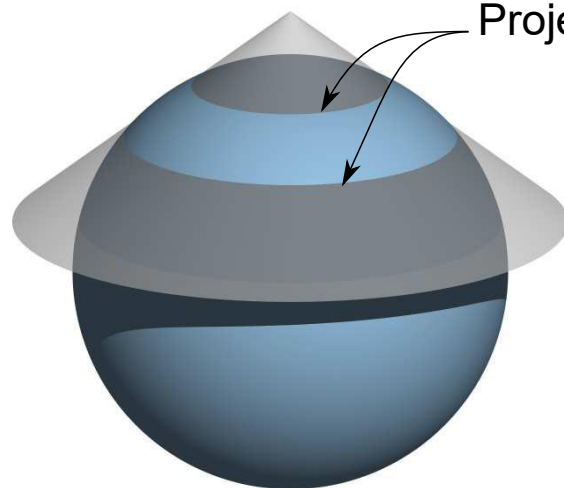


# Προβολικά συστήματα – Conical Projection

- ▶ Μια κωνική προβολή χάρτη απεικονίζει την επιφάνεια της γης σε ένα χάρτη που έχει τυλιχθεί σε κώνο. Όπως και η κυλινδρική προβολή, ο κώνος μπορεί να αγγίξει την επιφάνεια της γης κατά μήκος μιας μόνο γραμμής εφαπτομένης (εφαπτομενική περίπτωση), ή κατά μήκος δύο γραμμών εφαπτομένης (δευτερεύουσα περίπτωση)



Projected plane touches earth surface **along one circle**



Projected plane touches earth surface **along two circles**



# Προβολικά συστήματα – *Conical Projection*

- ▶ Η παραμόρφωση ελαχιστοποιείται κατά μήκος των εφαπτόμενων ή δευτερευουσών γραμμών και αυξάνεται όσο αυξάνεται η απόσταση από αυτές τις γραμμές. Οι κωνικές προβολές είναι επίσης δημοφιλείς PCS' στους ευρωπαϊκούς χάρτες, όπως η Europe Albers Equal Area Conic και η Europe Lambert Conformal Conic.

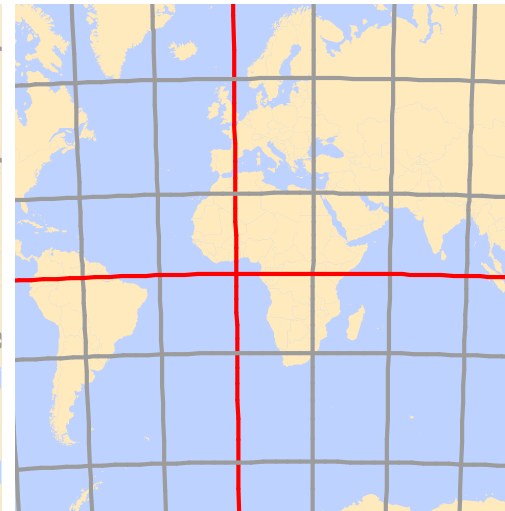
Albers Equal Area Conic



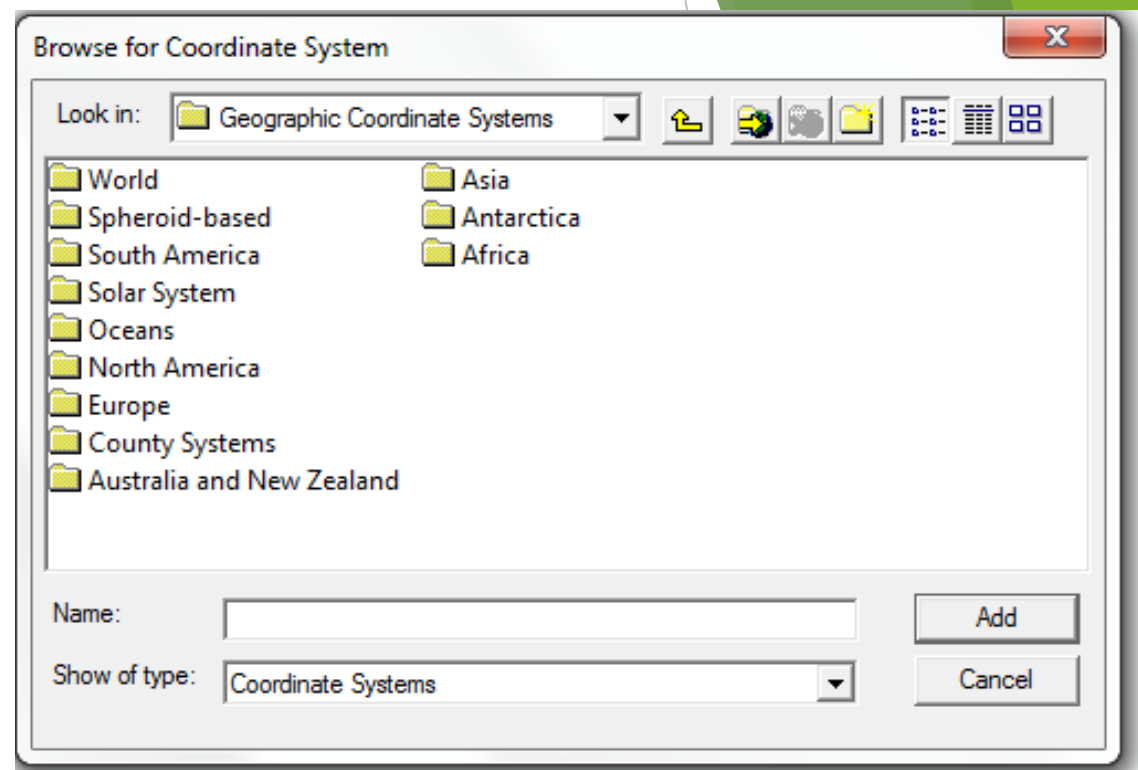
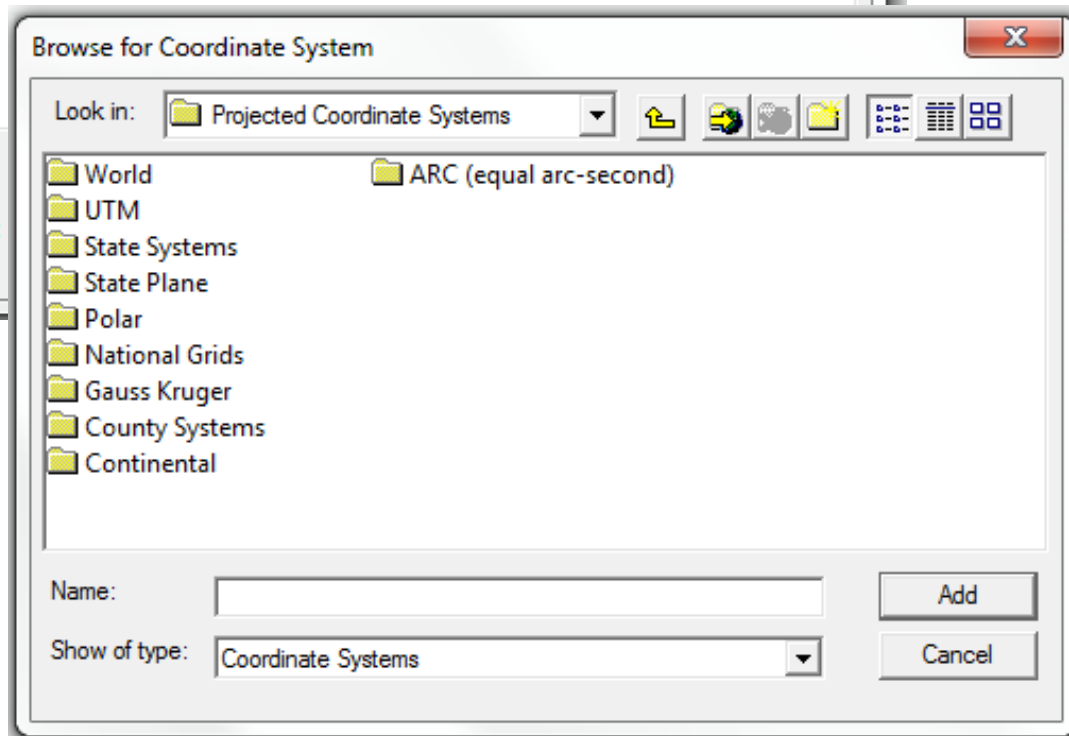
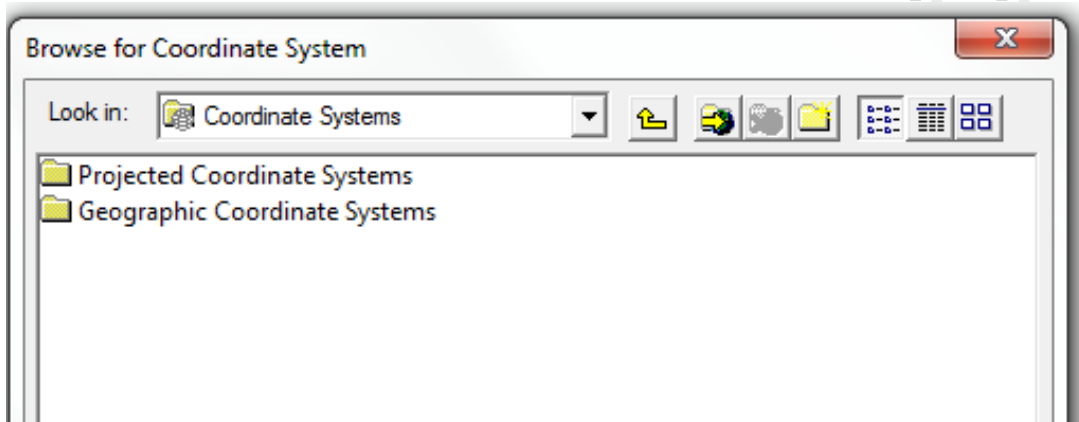
Equidistant Conic



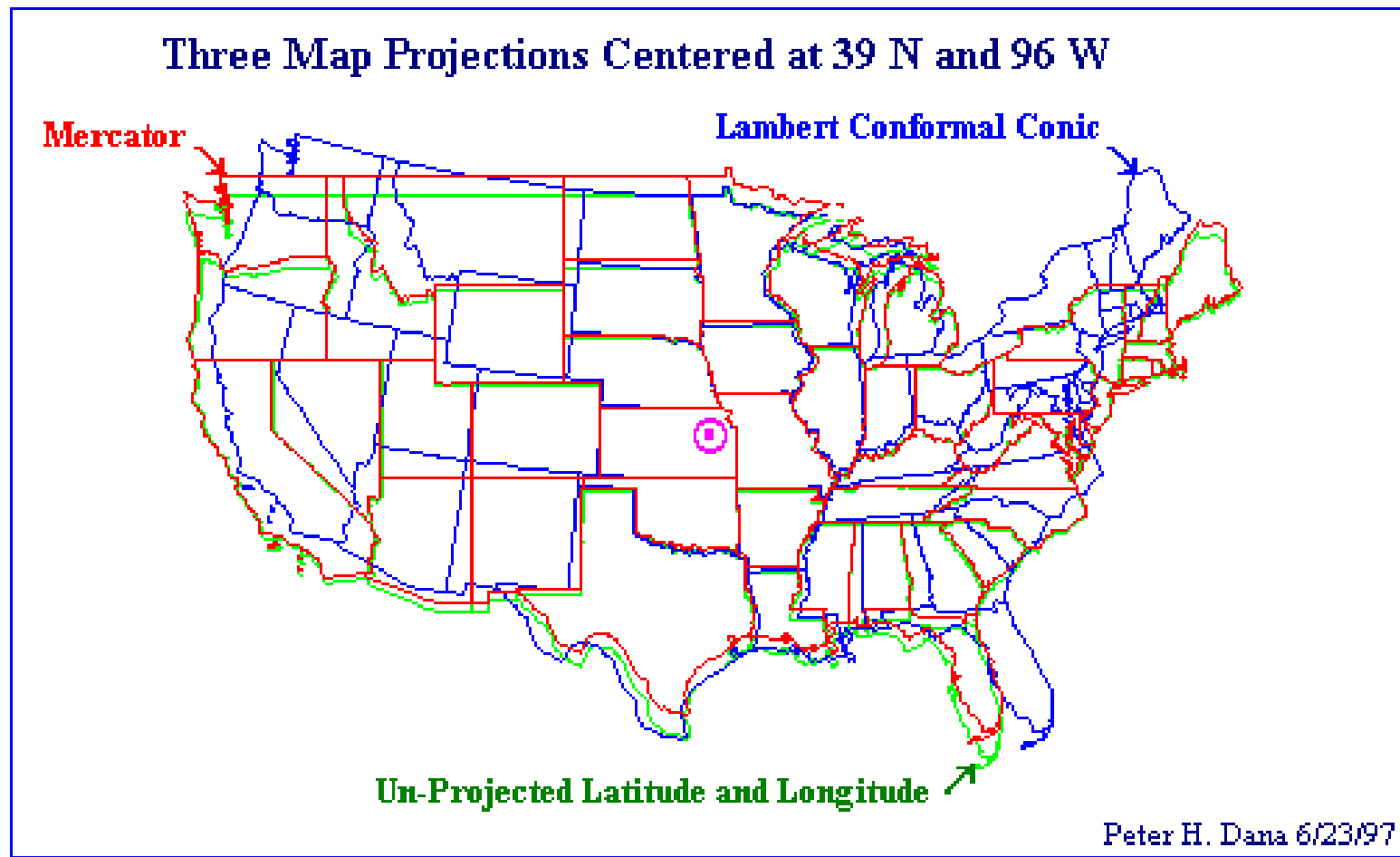
Lambert Conformal



# Προβολικά συστήματα



# Προβολικά συστήματα



- Η χρήση διαφορετικών προβολικών συστημάτων μπορεί να προκαλέσει παραμορφώσεις στο χάρτη

# Σχεδίαση χαρτών σε ενιαίο χαρτογραφικό σύστημα

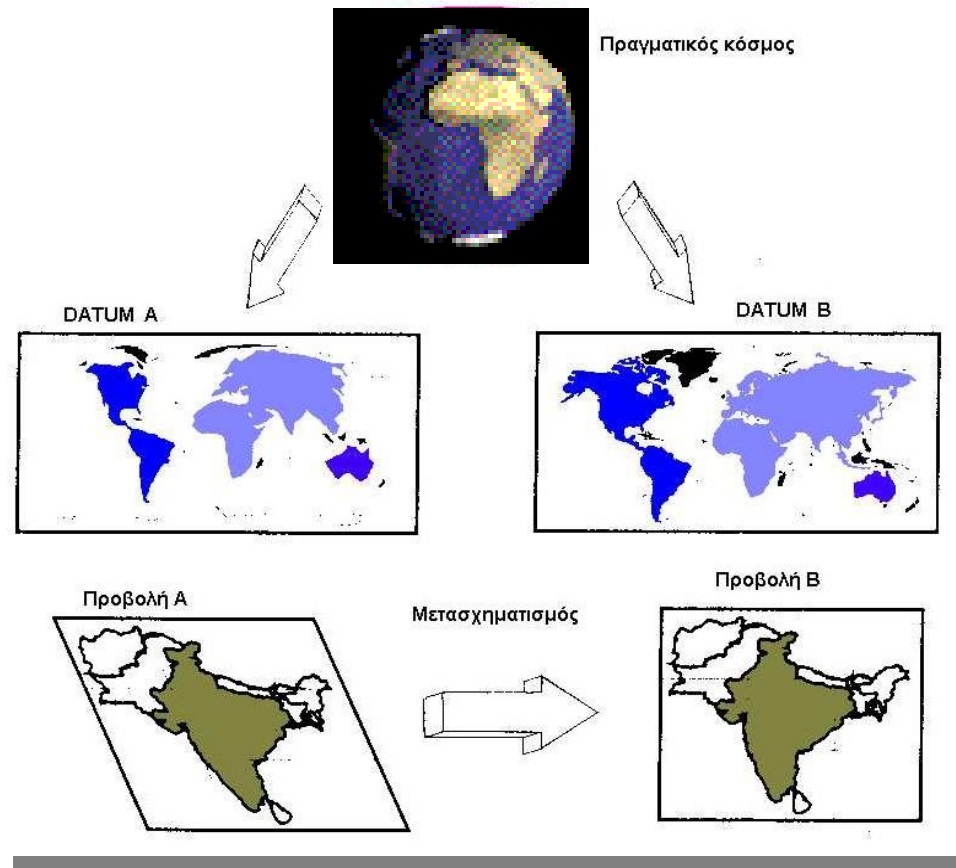
Σε περίπτωση που το πρωτότυπο διαθέσιμο χαρτογραφικό υλικό αποτελείται από χάρτες διαφορετικών γεωδαιτικών ή/και προβολικών συστημάτων, τότε είναι απαραίτητο, αφού επιλεγεί το σύστημα αναφοράς του ΓΣΠ, να γίνουν μετασχηματισμοί όλων των χαρτογραφικών δεδομένων που δεν αναφέρονται σε αυτό έτσι, ώστε το τελικό ψηφιακό υπόβαθρο του ΓΣΠ να είναι ενιαίο.

Κάθε μετασχηματισμός συντεταγμένων, ανάλογα και με τον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται, εισάγει ένα σφάλμα στο τελικό αποτέλεσμα, το οποίο θα πρέπει να συνεκτιμηθεί κατά τα επόμενα στάδια της εργασίας



# Μετασχηματισμοί των χαρτογραφικών δεδομένων

## DATUM και Συστήματα Χαρτογραφικών Προβολών



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Universal Transverse Mercator coordinate system (UTM)
- ▶ Παγκόσμιο εγκάρσιο σύστημα συντεταγμένων Mercator (UTM)

**Είναι προβολικό και παγκόσμιας κάλυψης**

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ Το **Universal Transverse Mercator (UTM)** είναι ένα σύστημα προβολής χαρτών για την απόδοση συντεταγμένων σε θέσεις στην επιφάνεια της Γης.
  - ▶ Όπως και η παραδοσιακή μέθοδος του γεωγραφικού πλάτους και μήκους, είναι μια οριζόντια αναπαράσταση θέσης, που σημαίνει ότι αγνοεί το υψόμετρο και αντιμετωπίζει την επιφάνεια της γης ως ένα τέλειο ελλειψοειδές
- ▶ Ωστόσο, διαφέρει από το παγκόσμιο γεωγραφικό πλάτος/μήκος στο ότι διαιρεί τη γη σε 60 ζώνες και προβάλλει κάθε μία στο επίπεδο ως βάση για τις συντεταγμένες της.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

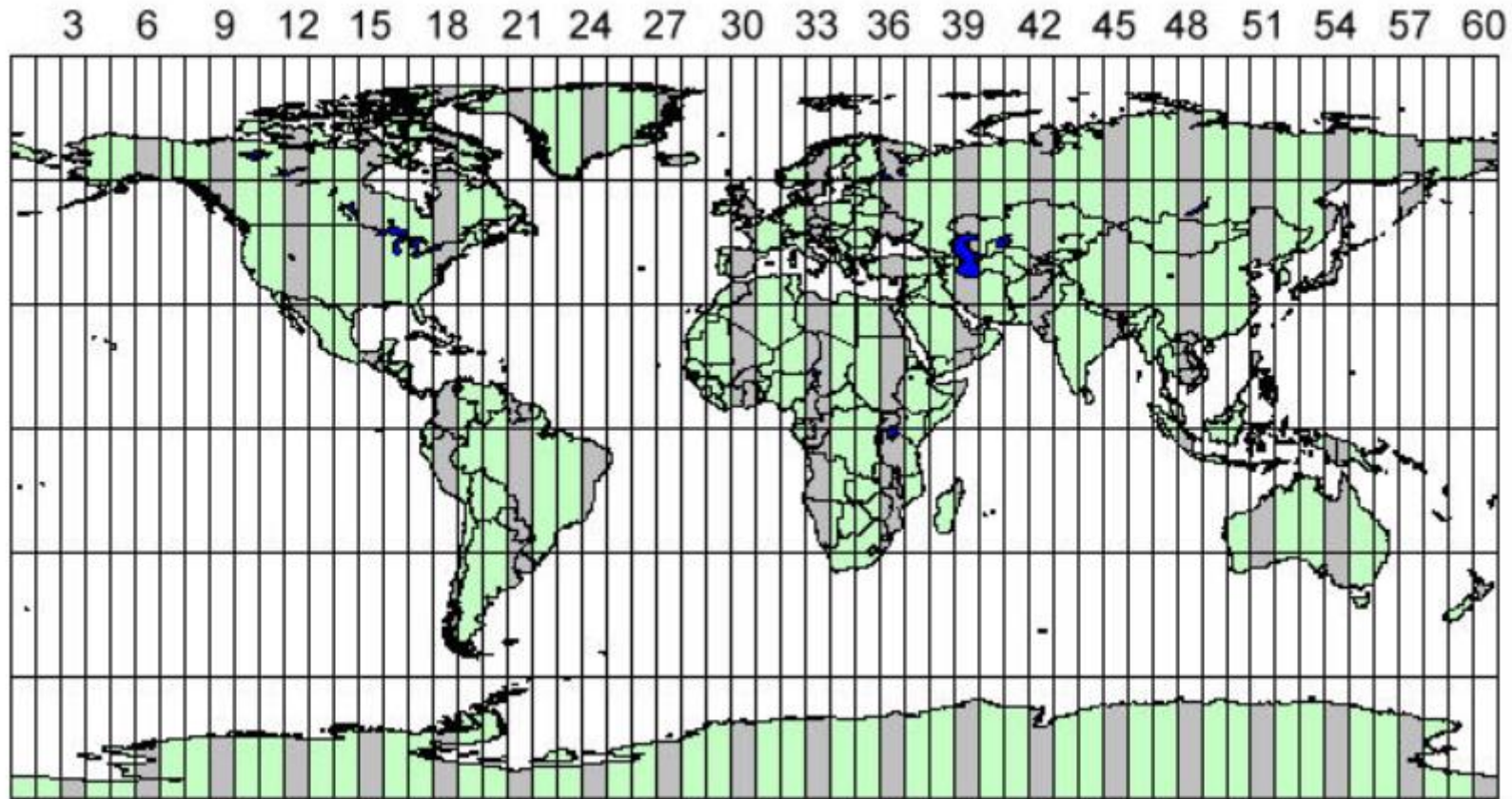
- ▶ Ο προσδιορισμός μιας θέσης σημαίνει τον προσδιορισμό της ζώνης και των συντεταγμένων  $x, y$  σε αυτό το επίπεδο.
- ▶ Η προβολή από σφαιροειδές σε ζώνη UTM είναι κάποια παραμετροποίηση της εγκάρσιας προβολής Mercator. Οι παράμετροι διαφέρουν ανάλογα με το κράτος ή την περιοχή ή το σύστημα χαρτογράφησης.
- ▶ Κάθε μία από τις 60 ζώνες χρησιμοποιεί μια εγκάρσια προβολή Mercator που μπορεί να χαρτογραφήσει μια περιοχή μεγάλης έκτασης από βορρά προς νότο με χαμηλή παραμόρφωση.



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- Universal Transverse Mercator coordinate system

## World UTM Zones



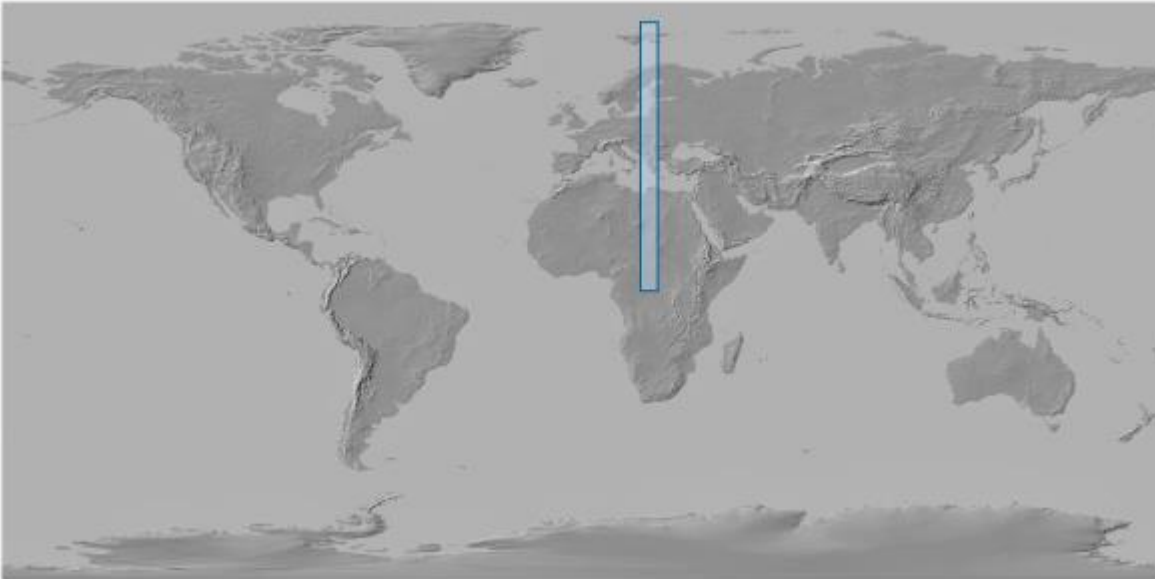
# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- Universal Transverse Mercator coordinate system (UTM)

## Coordinate System Details

Projected Coordinate System

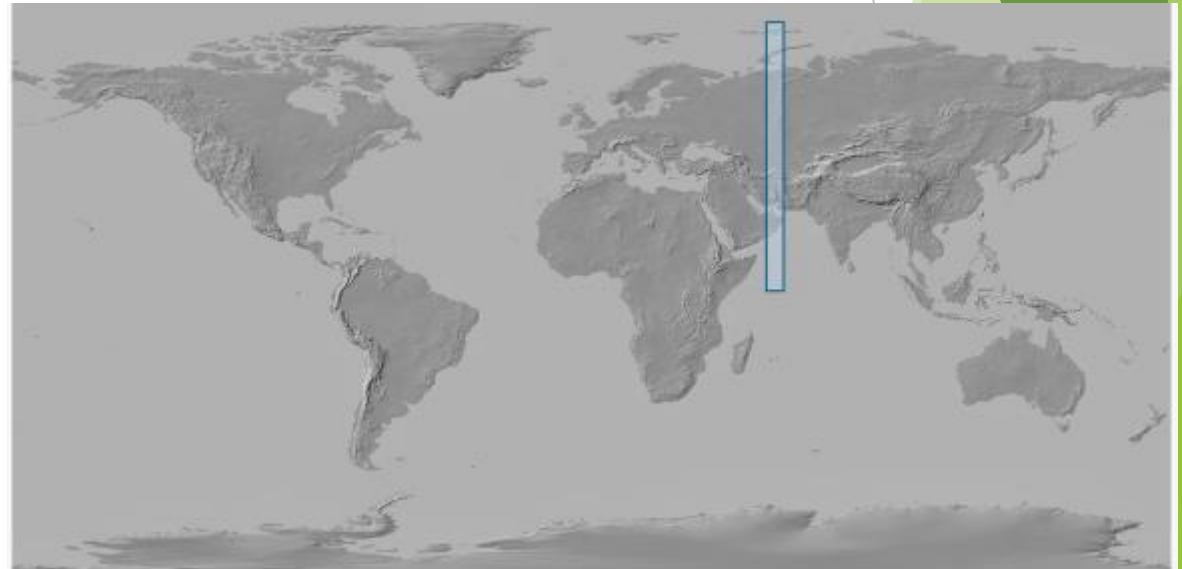
WGS 1984 UTM Zone 34N



## Coordinate System Details

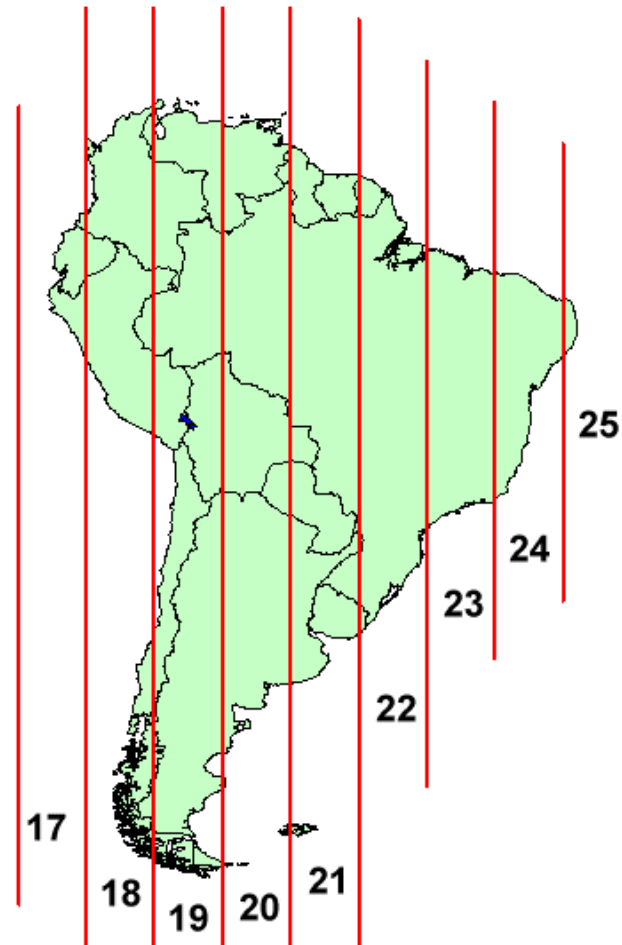
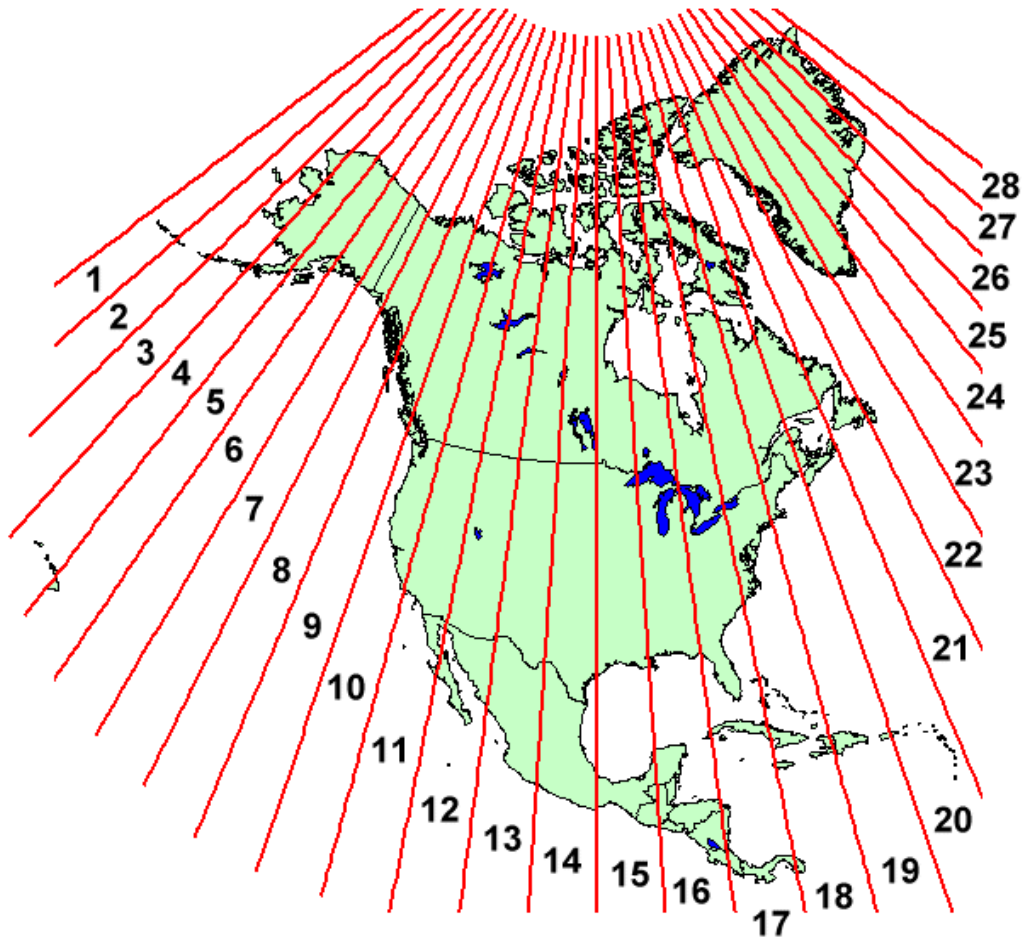
Projected Coordinate System

WGS 1984 UTM Zone 40N



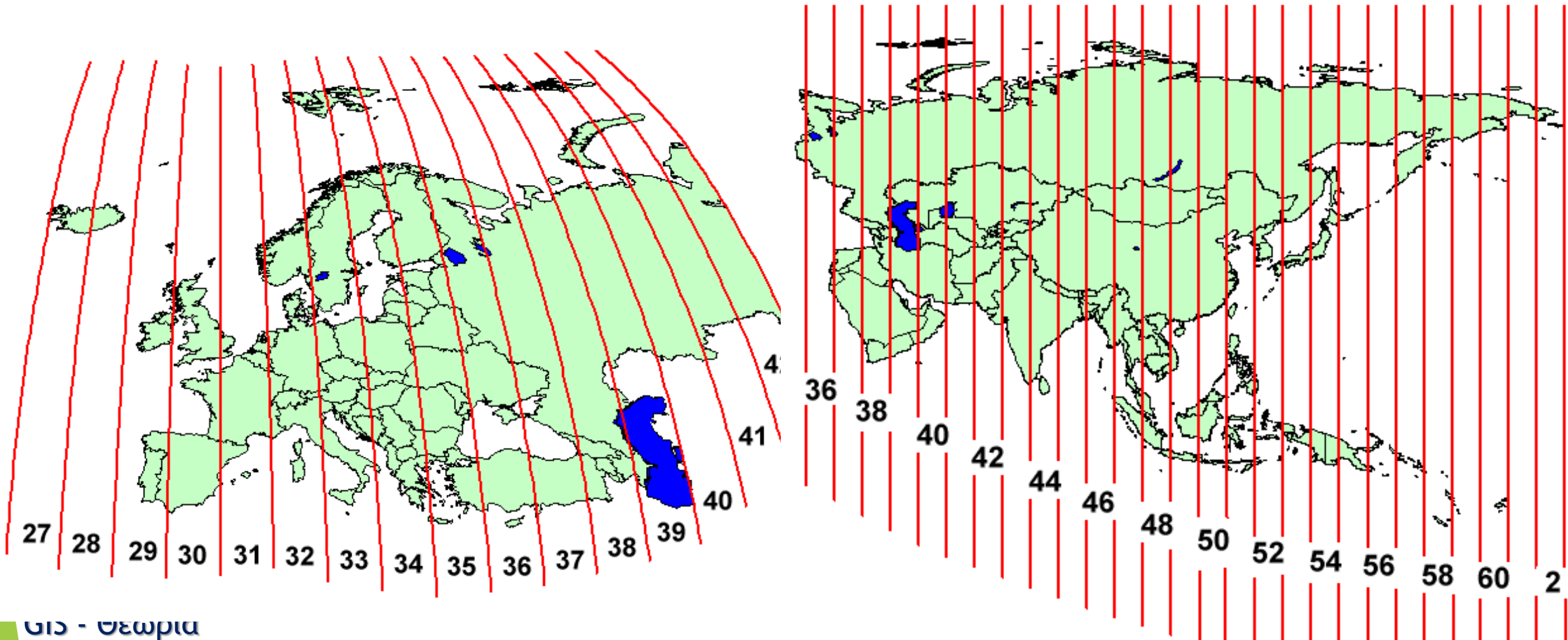
# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- Universal Transverse Mercator coordinate system (UTM)



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

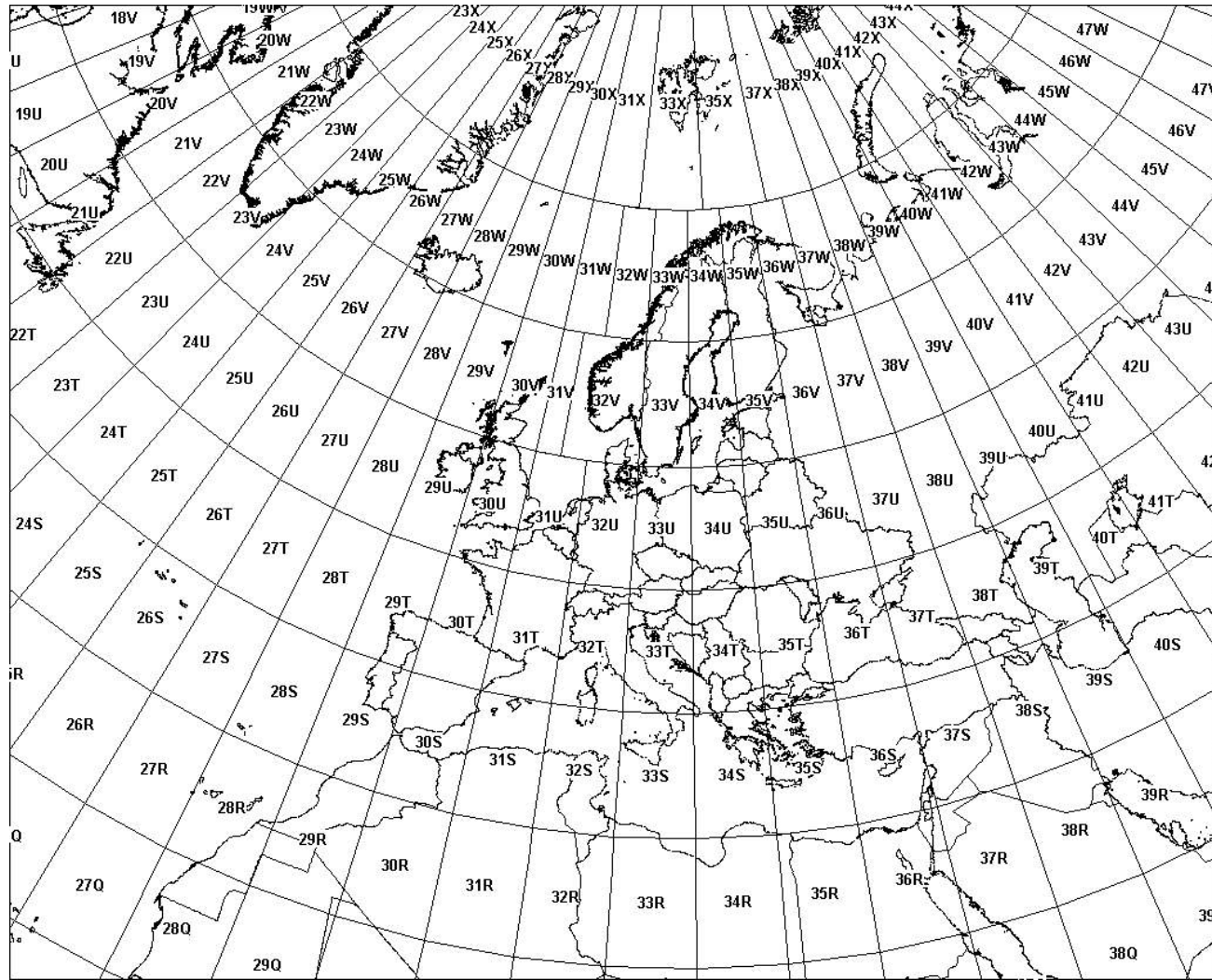
- Universal Transverse Mercator coordinate system (UTM)





# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- Universal Transverse Mercator coordinate system (UTM)



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

- ▶ European Terrestrial Reference System 1989
- ▶ Ευρωπαϊκό Επίγειο Σύστημα Αναφοράς 1989

Το Ευρωπαϊκό Γεωγραφικό Σύστημα Αναφοράς 1989 (ETRS89) είναι ένα καρτεσιανό σύστημα αναφοράς στο οποίο η Ευρασιατική πλάκα στο σύνολό της είναι στατική.

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► European Terrestrial Reference System 1989

- Το ETRS89 είναι το συνιστώμενο από την ΕΕ πλαίσιο αναφοράς για τα γεωδεδομένα στην Ευρώπη. Είναι το μόνο γεωδαιτικό δεδομένο που χρησιμοποιείται για σκοπούς χαρτογράφησης και τοπογραφίας στην Ευρώπη.
- Παίζει τον ίδιο ρόλο για την Ευρώπη με το NAD-83 για τη Βόρεια Αμερική.
  - *(Το NAD-83 είναι ένα δεδομένο στο οποίο η βορειοαμερικανική πλάκα στο σύνολό της είναι στατική και το οποίο χρησιμοποιείται για χαρτογράφηση και τοπογραφικές εργασίες στις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Μεξικό).*

# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► European Terrestrial Reference System 1989

Το ETRS89 και το NAD-83 βασίζονται στο ελλειψοειδές GRS80.

*Το WGS84 χρησιμοποίησε αρχικά το ελλειψοειδές αναφοράς GRS80, αλλά έχει υποστεί κάποιες μικρές βελτιώσεις σε μεταγενέστερες εκδόσεις από την αρχική του δημοσίευση.*



# Γεωγραφικά Συστήματα Αναφοράς - DATUM

## ► European Terrestrial Reference System 1989

### Coordinate System Details

Projected Coordinate System	ETRS 1989 LAEA
Projection	Lambert Azimuthal Equal Area

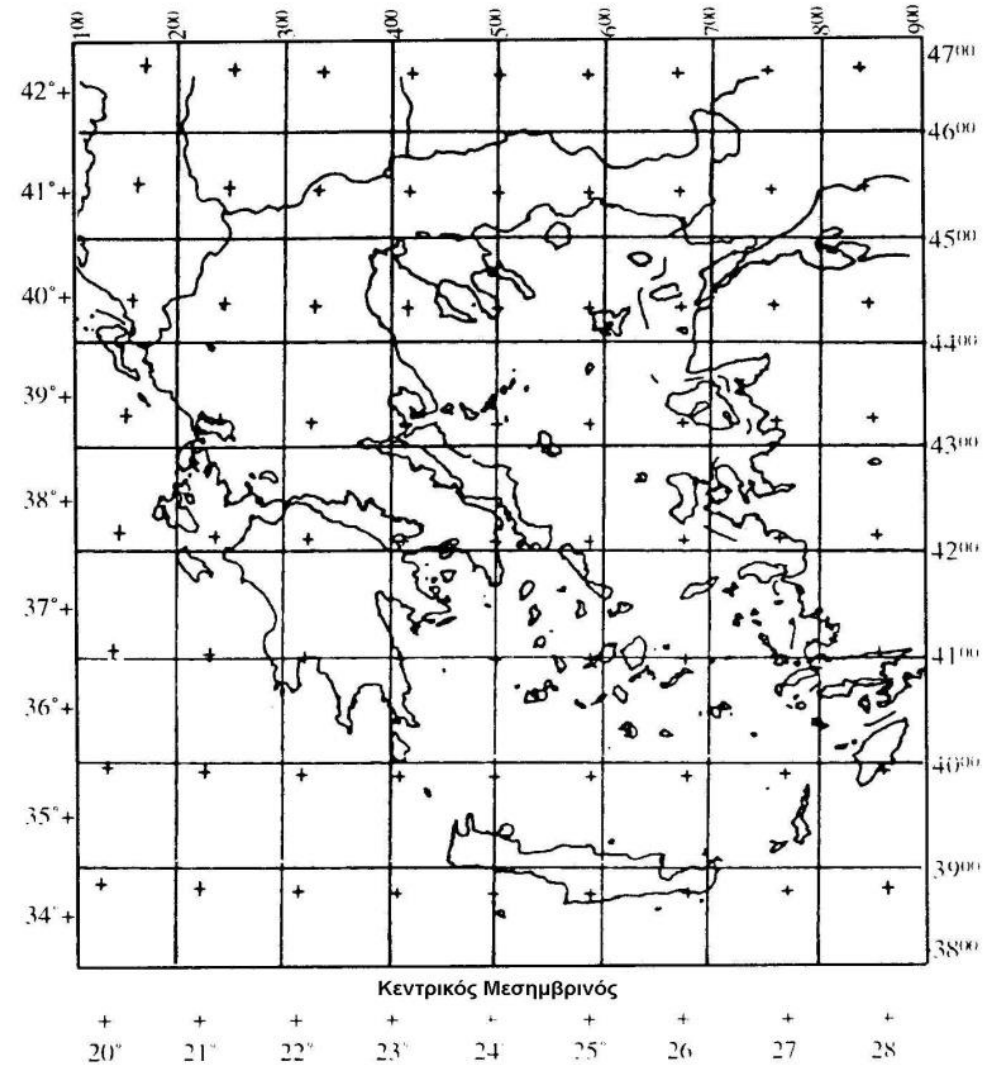


Geographic Coordinate System	ETRS 1989
WKID	4258
Authority	EPSG
Angular Unit	Degree (0,0174532925199433)
Prime Meridian	Greenwich (0,0)
Datum	D ETRS 1989
Spheroid	GRS 1980
Semimajor Axis	6378137,0
Semiminor Axis	6356752,314140356
Inverse Flattening	298,257222101
Area of Use	Europe - ETRF by country
Top	84,73°
Left	-16,1°

# Το Νέο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ 87)

Το Νέο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ 87) χρησιμοποιεί το ελλειψοειδές **GRS 80** και τοποθετήθηκε με παράλληλη μετάθεση ως προς το Παγκόσμιο Σύστημα **WGS 87** έτσι, ώστε να προσαρμόζεται καλύτερα στο γεωειδές που καλύπτει τον ηπειρωτικό χώρο της Ελλάδος.

Ως προβολικό σύστημα εδώ χρησιμοποιείται η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή σε μια ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό  $\lambda = 24^\circ$  (σχ. 5.9), συντελεστή κλίμακας κατά μήκος του κεντρικού μεσημβρινού ίσο με 0.9996 και προσθετική σταθερά 500.000 m στις τετμημένες.



# Το Νέο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ 87)

**EPSG:2100**

GGRS87 / Greek Grid



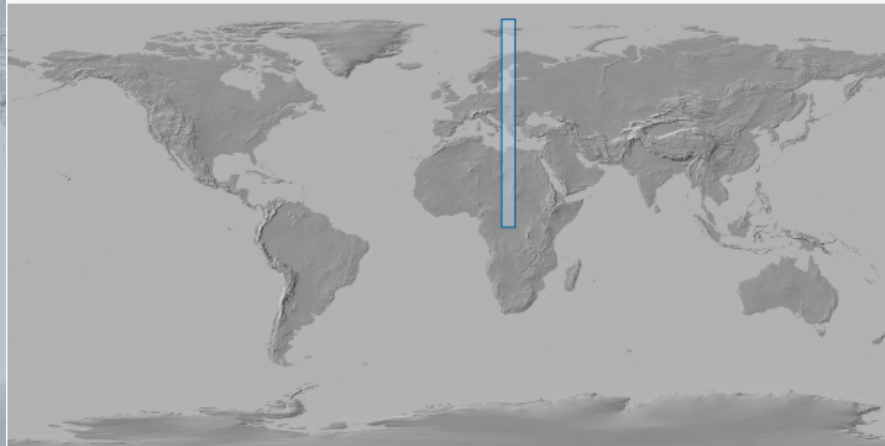
### Coordinate System Details

Geographic Coordinate System	WGS 1984
WKID	4326
Authority	EPSG
Angular Unit	Degree (0,0174532925199433)
Prime Meridian	Greenwich (0,0)
Datum	D WGS 1984
Spheroid	WGS 1984
Semimajor Axis	6378137,0
Semiminor Axis	6356752,314245179
Inverse Flattening	298,257223563
Area of Use	World
Top	90,0°
Left	-180,0°
Right	180,0°
Bottom	-90,0°



### Coordinate System Details

Projected Coordinate System	WGS 1984 UTM Zone 34N
Projection	Transverse Mercator
WKID	32634
Authority	EPSG
Linear Unit	Meters (1,0)
False Easting	500000,0
False Northing	0,0
Central Meridian	21,0
Scale Factor	0,9996
Latitude Of Origin	0,0
Area of Use	World - N hemisphere - 18~E to 24~E - by country
Top	84,0°
Left	18,0°
Right	24,0°
Bottom	0,0°
Geographic Coordinate System	WGS 1984
WKID	4326
Authority	EPSG
Angular Unit	Degree (0,0174532925199433)
Prime Meridian	Greenwich (0,0)
Datum	D WGS 1984
Spheroid	WGS 1984
Semimajor Axis	6378137,0
Semiminor Axis	6356752,314245179
Inverse Flattening	298,257223563
Area of Use	World
Top	90,0°



### Coordinate System Details

Projected Coordinate System	Greek Grid
Projection	Transverse Mercator
WKID	2100
Authority	EPSG
Linear Unit	Meters (1,0)
False Easting	500000,0
False Northing	0,0
Central Meridian	24,0
Scale Factor	0,9996
Latitude Of Origin	0,0
Area of Use	Greece - onshore
Top	41,75°
Left	19,57°
Right	28,3°
Bottom	34,88°
Geographic Coordinate System	GGRS 1987
WKID	4121
Authority	EPSG
Angular Unit	Degree (0,0174532925199433)
Prime Meridian	Greenwich (0,0)
Datum	D GGRS 1987
Spheroid	GRS 1980
Semimajor Axis	6378137,0
Semiminor Axis	6356752,314140356
Inverse Flattening	298,257222101
Area of Use	Greece - onshore
Top	41,75°

