



Ημερίδα 6/12/2007: «HEPOS - Ένα ενιαίο σύστημα εντοπισμού για την
Ελλάδα - Υλοποίηση, Επιπτώσεις, Προοπτικές»

Σύγχρονα συστήματα εντοπισμού - Από που ερχόμαστε και που πάμε;

Δ. Δεληκαράογλου

Εκδηλώσεις Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών
για τον εορτασμό των 90 χρόνων λειτουργίας της
Εκδηλώσεις Σχολής Αγρονόμων
και Τοπογράφων Μηχανικών
για τον εορτασμό των 90 χρόνων λειτουργίας της



HEPOS

Hellenic
Positioning
System (Service)

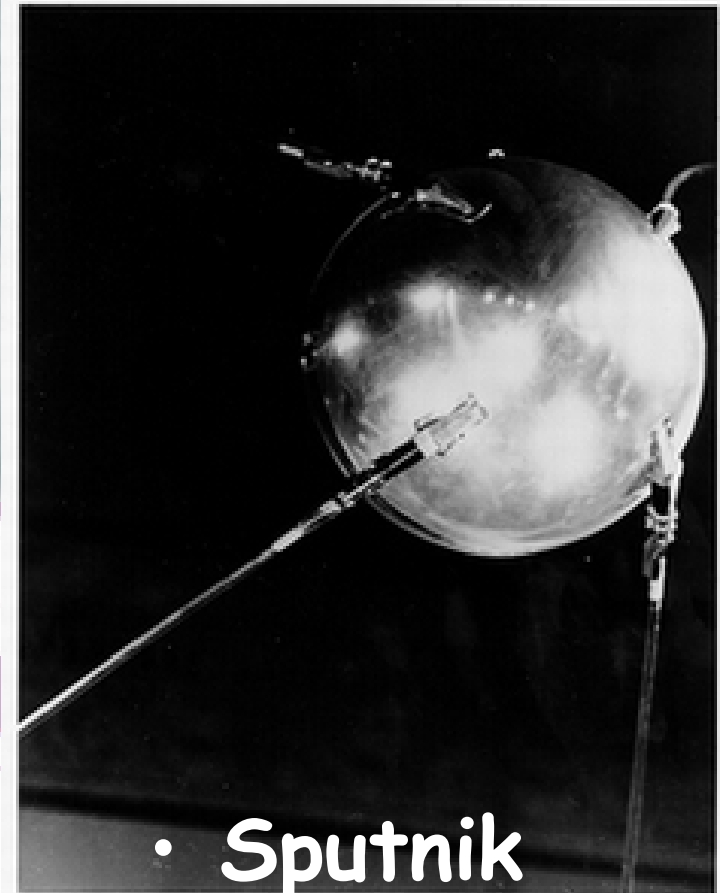
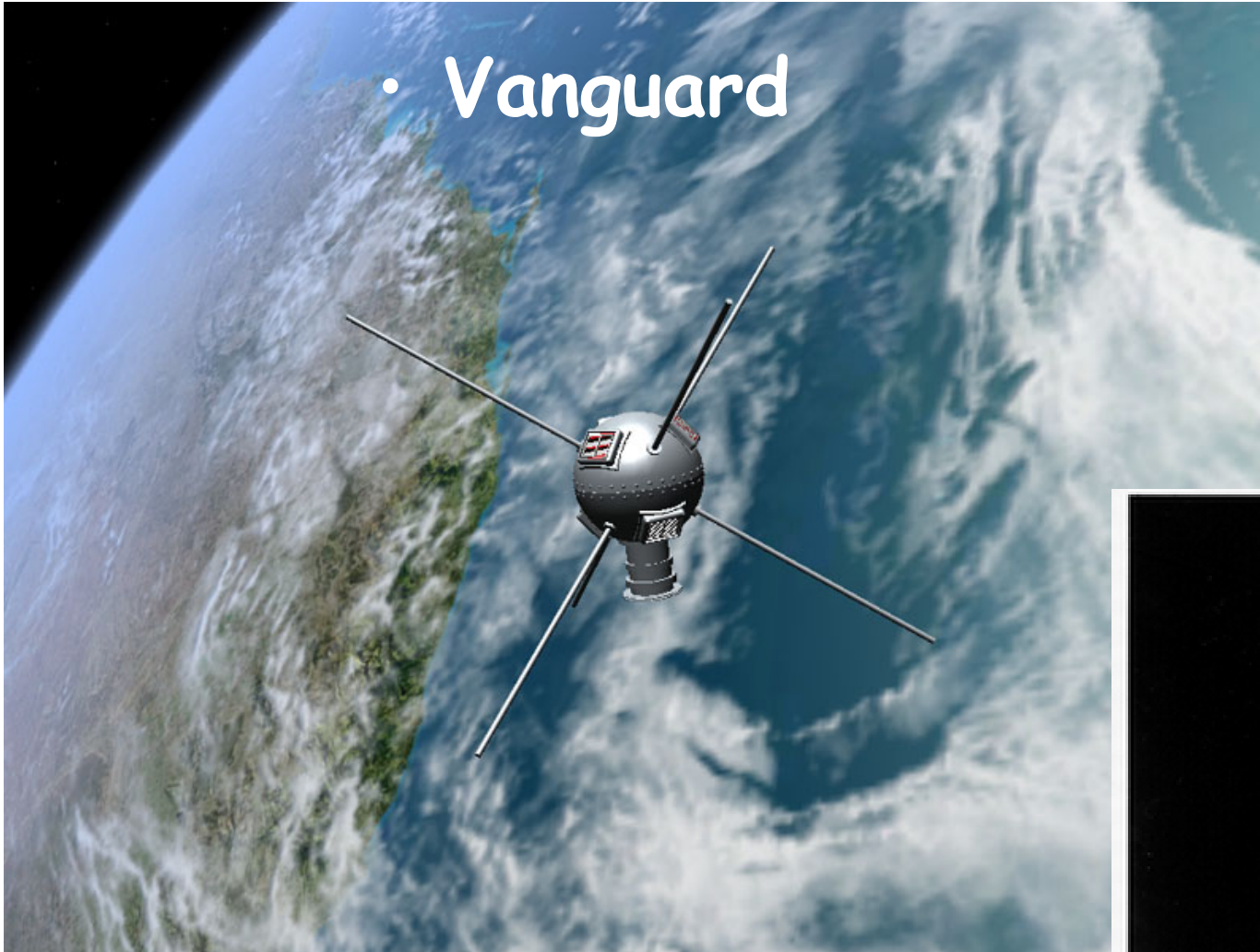
Ένα έργο υποδομής που αξιοποιεί *state of the art* δορυφορικές τεχνολογίες εντοπισμού & τηλεπικοινωνιών, και αφορά πρωτίστως

Συμβατικά "Παθητικά"

Σύγχρονα "Ενεργά"

Γεωδαιτικά δίκτυα

- Vanguard



- Sputnik



1951, ΣΑΤΜ/ΕΜΤΤ



1955, Paris, Sorbonne &
Ecole Nationale des
Sciences Geographiques



1957, Ohio State
University



- "Geodetic Applications of Observations of the Moon, Artificial Satellites and Rockets" (*George Veis, Ph.D., OSU, 1958*)

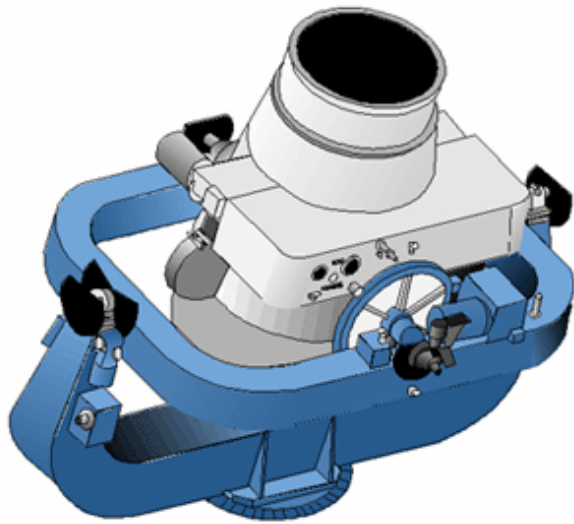




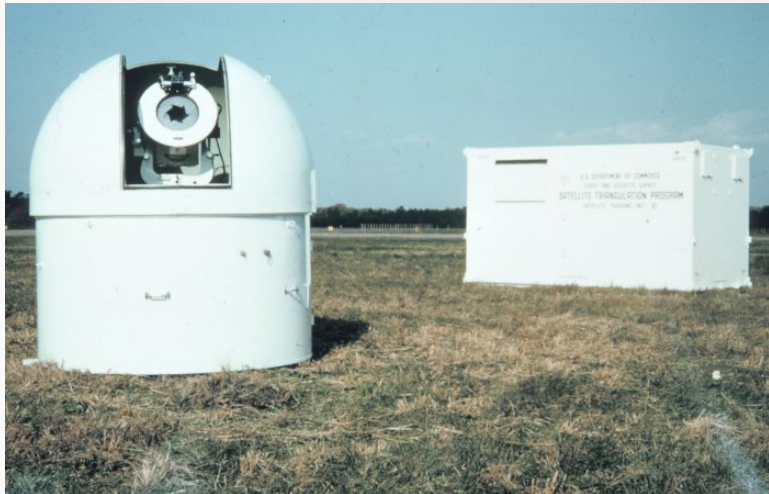
1959 ..., Smithsonian Astrophysical Observatory

- "Geodetic Uses of Artificial Satellites" (1960)
- "The determination of Absolute Directions in Space with artificial satellites" (1963)





Baker-Nunn Telescopic Camera



- **ECHO 1&2, 1960 & 1964**

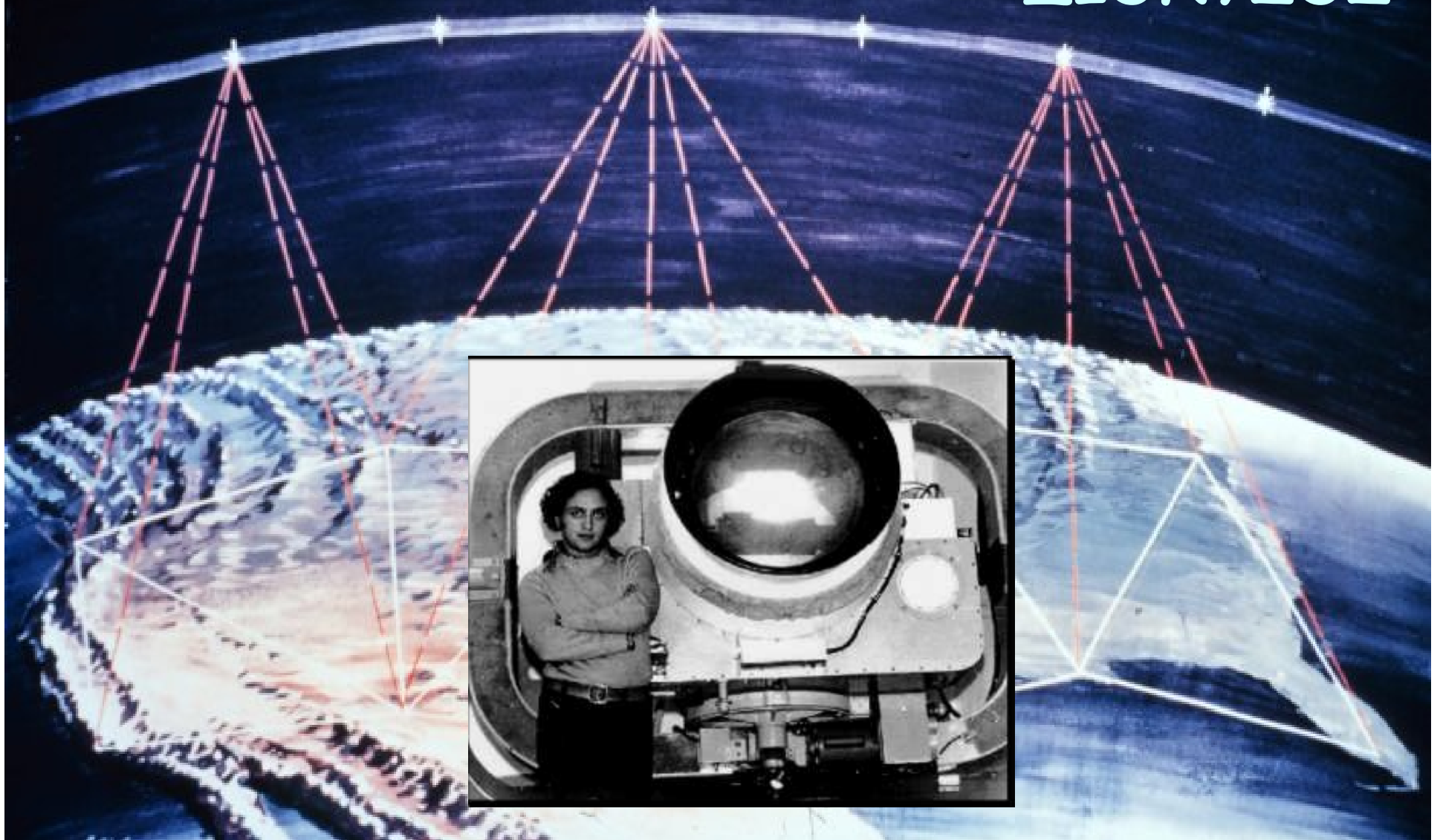


- **PAGEOS, 1966**





1^ο παγκόσμιο γεωδαιτικό δίκτυο 42 σταθμών,
με Baker-Nunn κάμερες, μεταξύ τους και ο
ΔΙΟΝΥΣΟΣ



• Συμπόσια στο Λαγονήσι

THE USE OF ARTIFICIAL SATELLITES FOR GEODESY

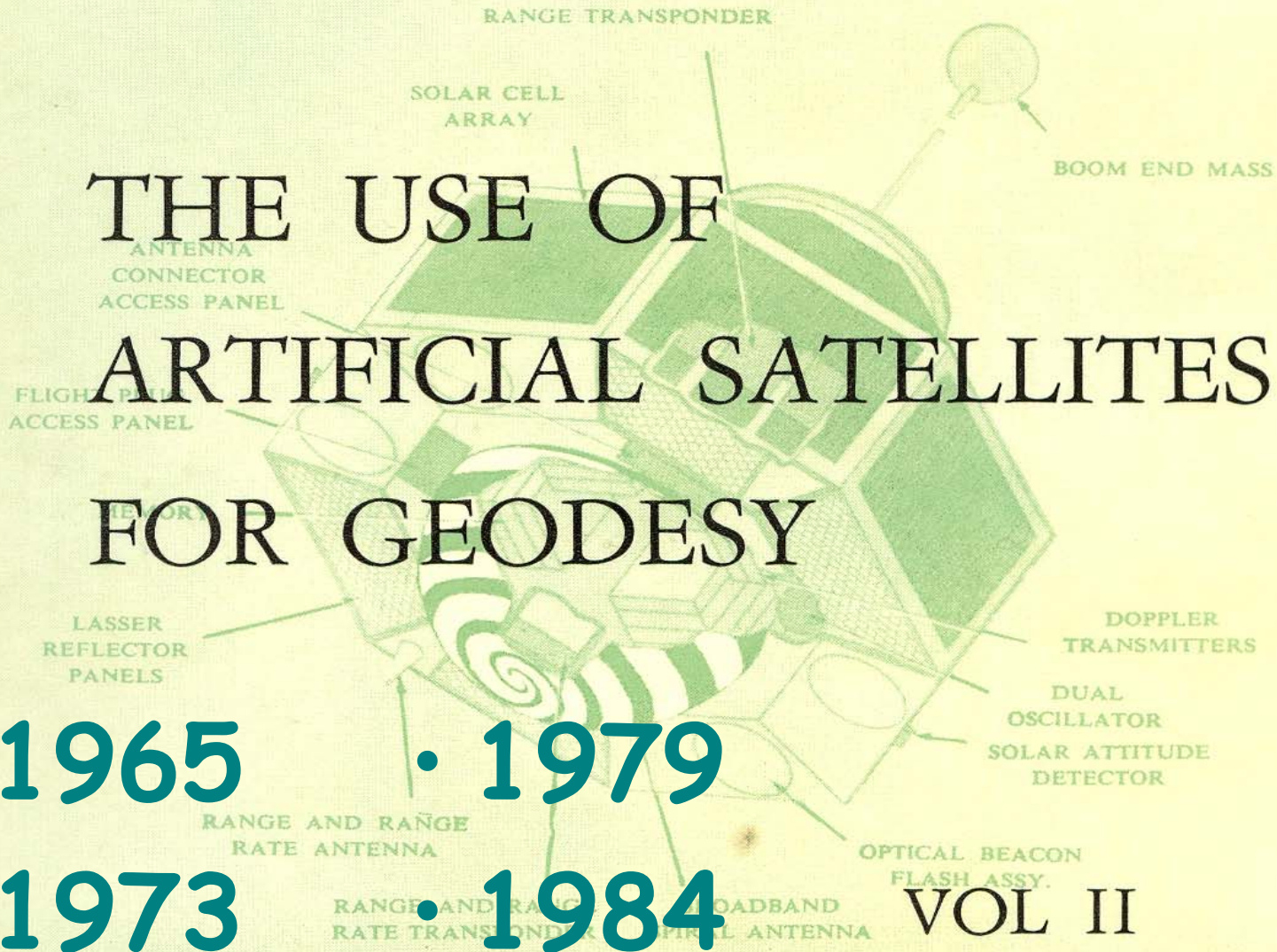
• 1965

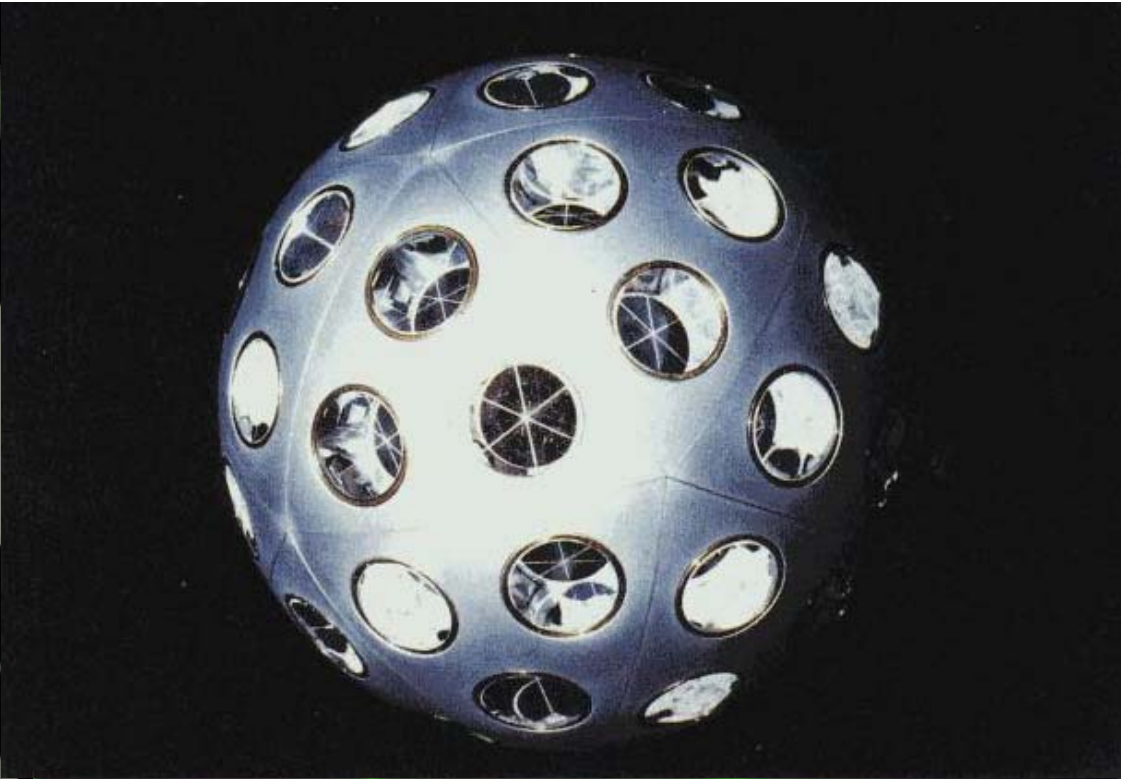
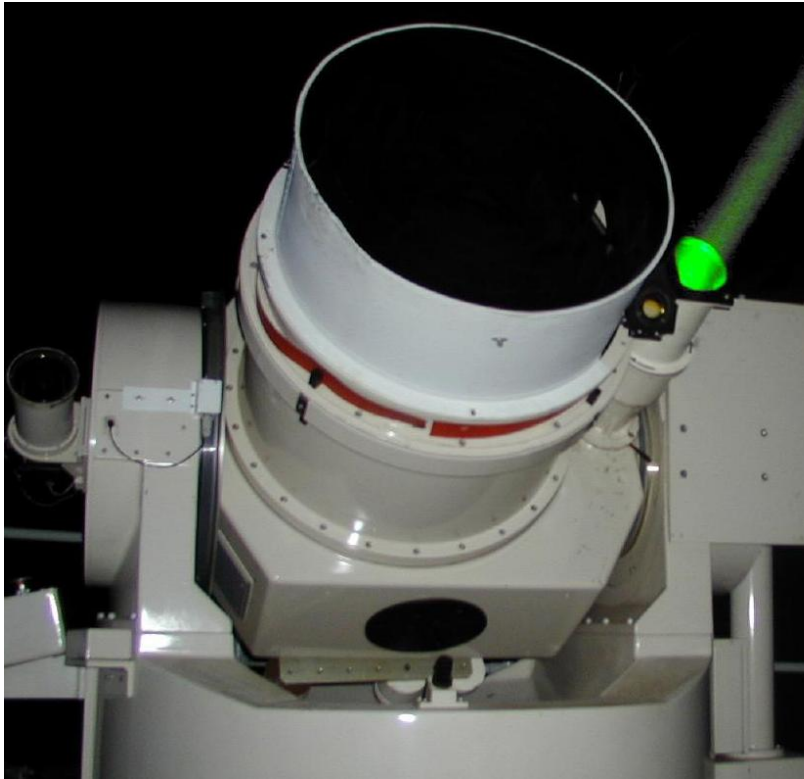
• 1979

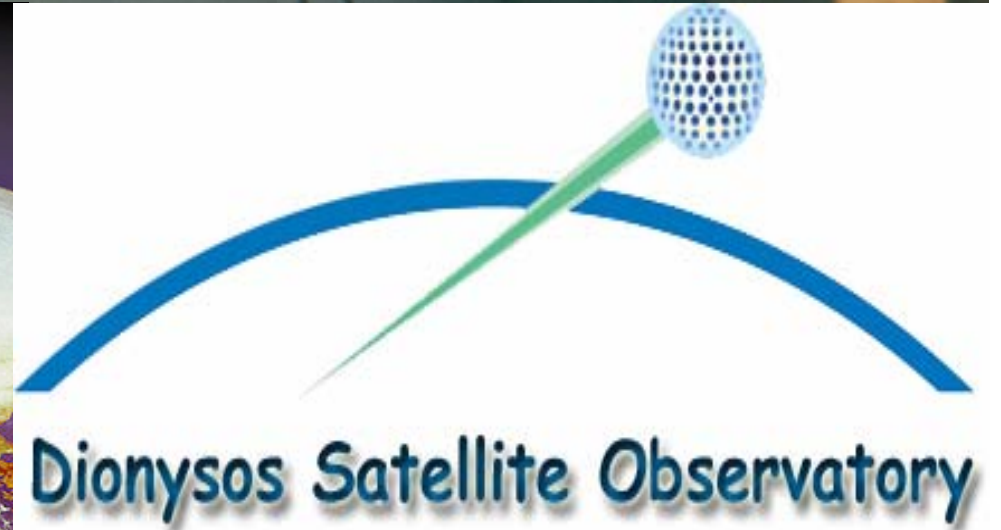
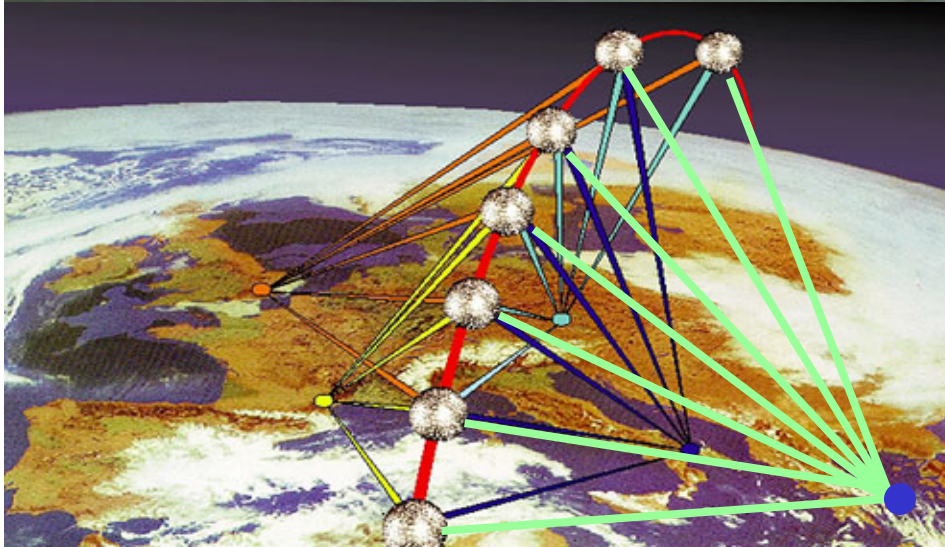
• 1973

• 1984

VOL II







MERIT MEDLAS WEGENER

Wettzell

Graz

Matera

Askites

Karitsa

*Dionysos
Satellite
Station*

Xrisokelaria

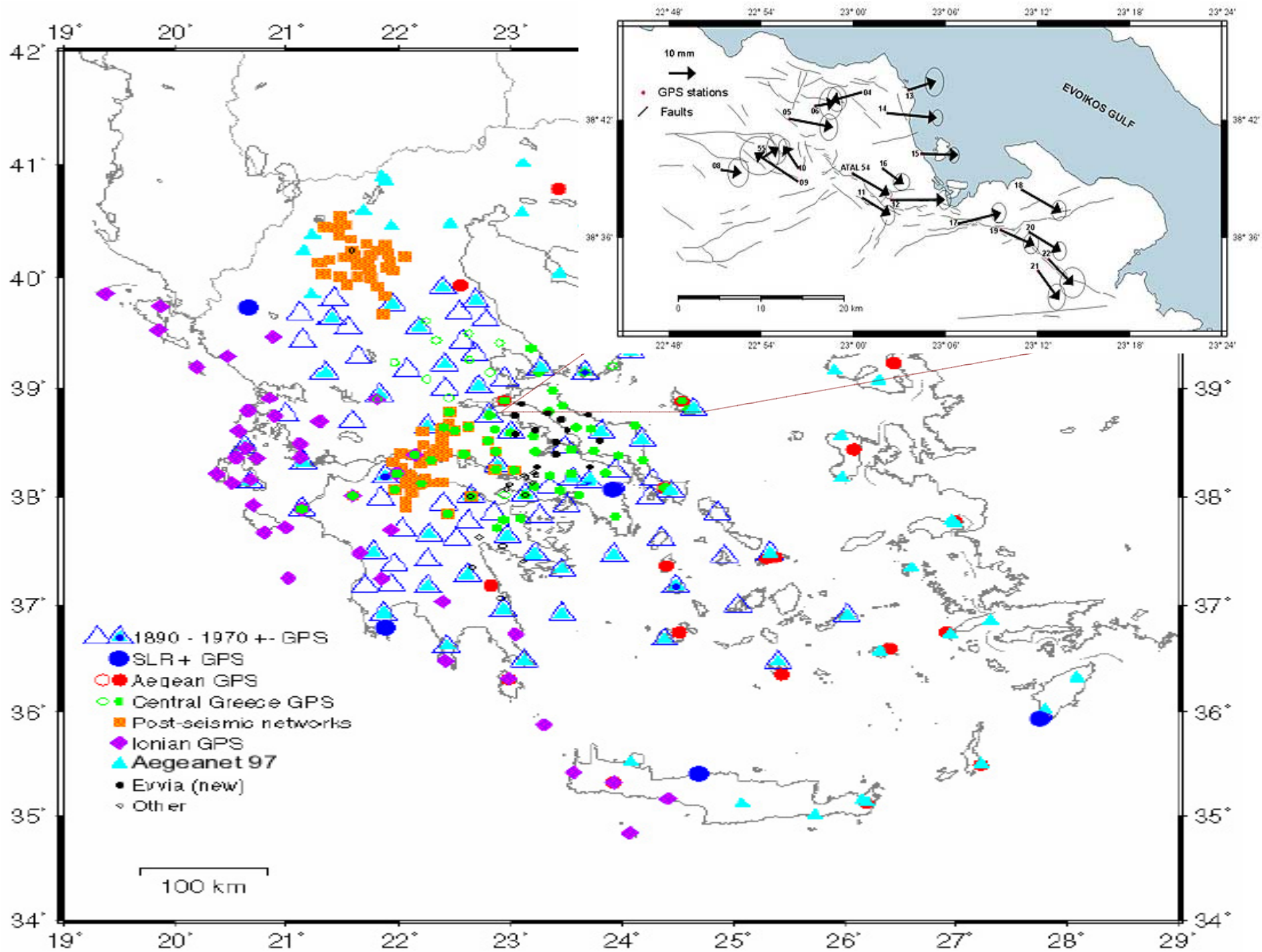
Katavia

Roumeli



TRANSIT
DORIS
GPS





OPERATIONAL GPS/VLBI TRACKING SYSTEMS IN CANADA

D. Delikaraoglou⁽¹⁾, J. Kouba⁽²⁾

F. Lahaye⁽¹⁾, S. Pagiatakis⁽²⁾, J. Popelar⁽²⁾

**⁽¹⁾ Energy, Mines and Resources Canada,
Geodetic Survey Division, Canada Centre for Surveying,
615 Booth Street, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0E9**

**⁽²⁾ Energy, Mines and Resources Canada,
Geophysics Division, Geological Survey of Canada,
1 Observatory Crescent, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0Y3**

**General Assembly of the International Association of Geodesy
Edinburgh, United Kingdom**

August 3-12, 1989



1989 • Active Control System

Cooperative Int'l GPS Network

1990 • CIGNet (US NGS)

Fiducial Laboratories for an Int'l Natural
science Network

• FLINN

IGN of Fiducial Stations •

Panel on a Global Network of
Fiducial Stations, US
National Research Council

IAG Exec Committee, Paris •

Μάρτιος 1990

Επιστημονική Ομάδα Εργασίας,
για να υποβάλει τις
προδιαγραφές για μια
μόνιμη Υπηρεσία GPS υπό
την αιγίδα της IAG

Working Group, Pasadena •

Απρίλιος 1990

Task Force, για την προετοιμασία Εντατικής Καμπάνιας
GPS (R. O'Connell, R. Neilan, G. Beutler, R.
Schutz, D. Delikaraoglou, T. Kato)

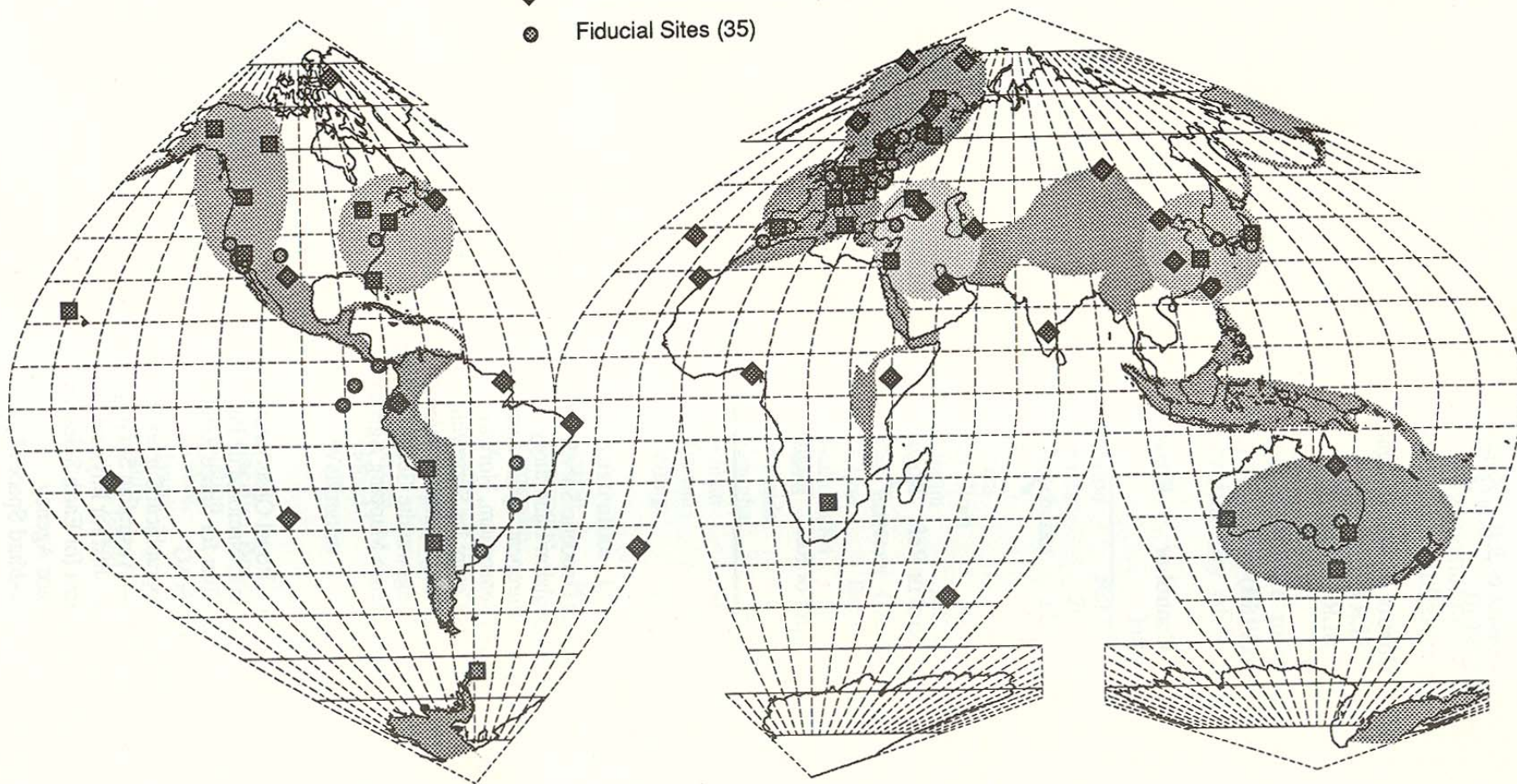
• IAG Planning Committee for the IGS

6 Ειδικές Ομάδες Εργασίας + Steering Committee (...,
D. Delikaraoglou, ..., E. Pavlis)

Προταση στην IAG για IGS Epoch '92 Campaign •

1991 General
Assembly IUGG,
Vienna,

- "Control" Core Sites (29)
- ◆ "Reference" Core Sites (28)
- ⊙ Fiducial Sites (35)



***Epoch '92 GPS Campaign (2 βδομάδες
πριν και μετά 1/8/1992) - Διεθνής
συμμετοχή: 92 Σταθμοί, σε 40 χώρες***



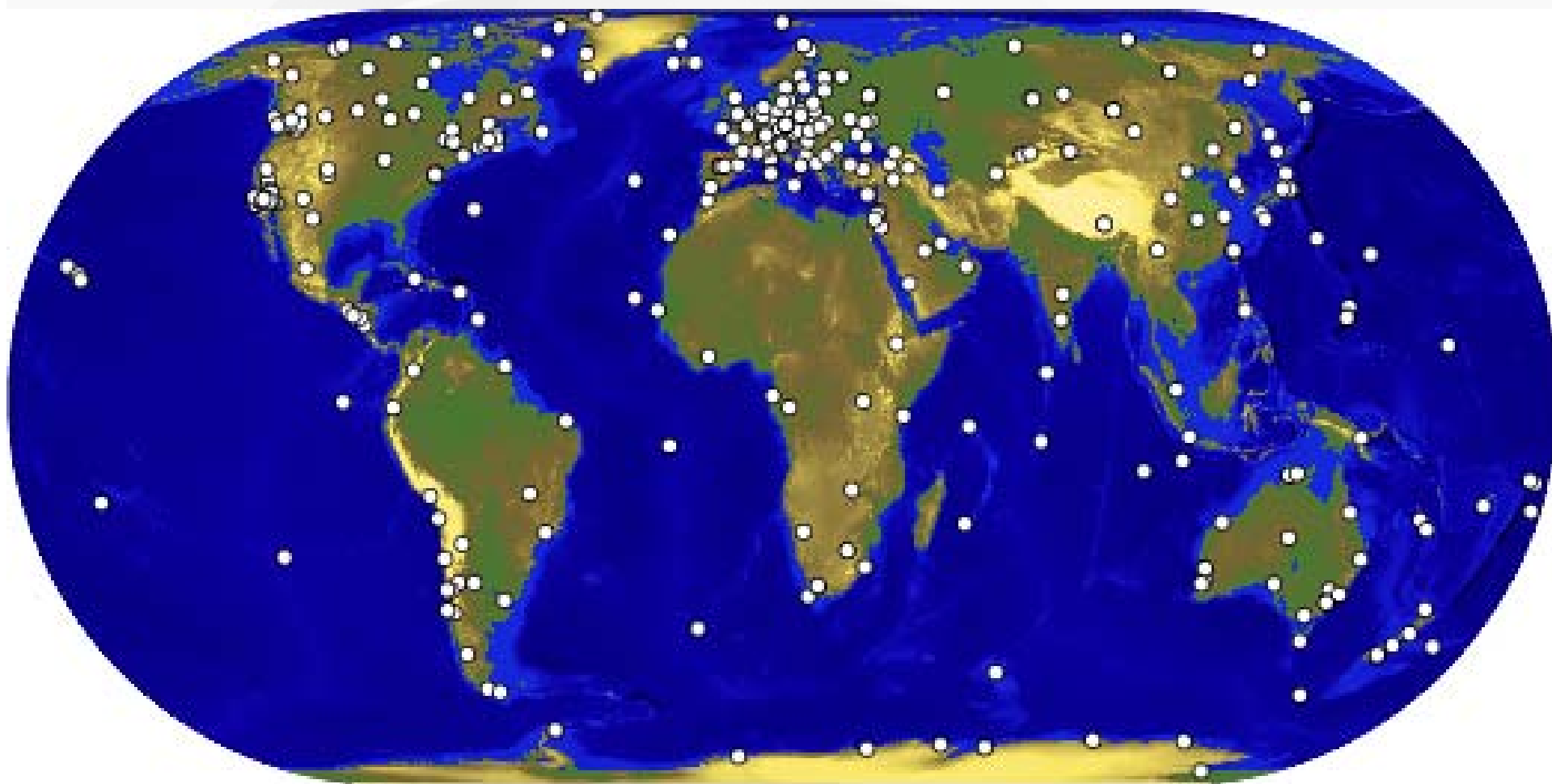
IGS Campaign Oversight Committee, September 1991

<i>Committee Member</i>	<i>Institution</i>	<i>Country</i>
Gerhard Beutler, Chair	Astron. Inst. Univ. Bern	Switzerland
Yehuda Bock	IGPP/Scripps Inst. Oceanography	USA
Loic Boloh	CNES	France
Claude Boucher	IGN	France
Milton Campos	Univ. Fed Parana	Brazil
J.Y. Chen	Nat'l Bureau of Survey & Mapp	China
Demitris Delikaraoglou	EMR, Geodetic Survey Div.	Canada
John M. Dow	European Space Agency, ESOC	Germany
Werner Gurtner	Astron. Inst. Univ. Bern	Switzerland
D. Michael Fubara	Rivers State Univ.	Nigeria
Joseph Engeln, Vice Chair	NASA, Solid Earth Science	USA
Bjorn Engen	Statens Kartverk	Norway
Patrick J. Fell	NSWC	USA
Clyde C. Goad	Ohio State Univ., Geodetic Sci.	USA
Teruyuki Kato	Tokyo Univ., ERI	Japan
Gerald M. Mader	NGS	USA
John Manning	AUSLIG	Australia
William G. Melbourne, IERS Rep	NASA/Jet Propulsion Lab	USA
J. Bernard Minster	IGPP/Scripps Inst. Oceanography	USA
Peter Morgan	Univ. of Canberra, Information Sci.	Australia
Ivan I. Mueller, IAG Rep	Ohio State Univ., Geodetic Sci.	USA
Ruth E. Neilan, Central Bureau	NASA/Jet Propulsion Lab	USA
Wolfgang Schlüter	IfAG	Germany
Bob E. Schutz	Univ. Texas at Austin, CSR	USA
Suriya Tatevian	Space Geodesy, Academy of Sci.	Russia
Hiromichi Tsuji	GSI	Japan
Vasilli Velikov	Inst. of Applied Astr.	Russia



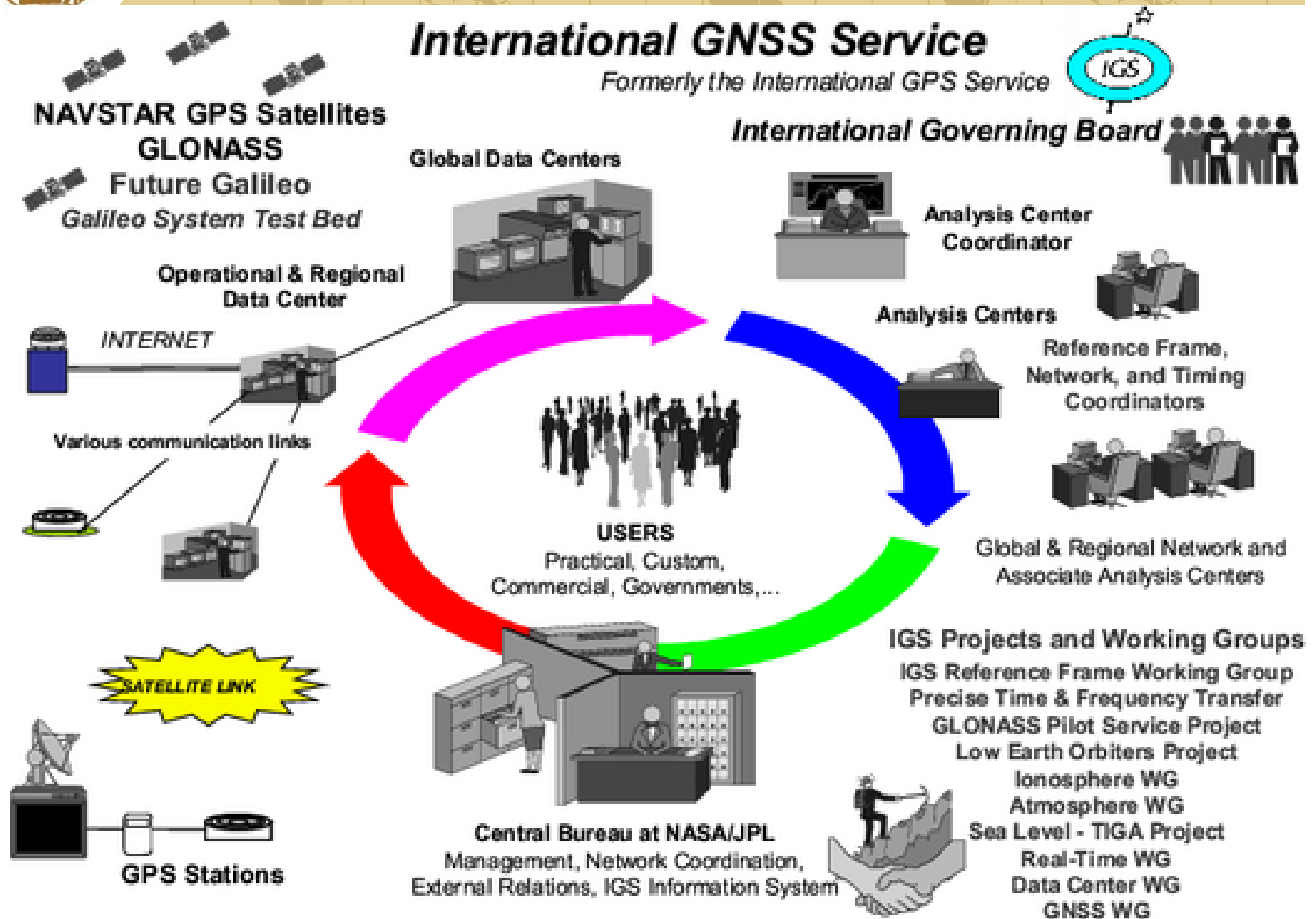
International GPS/GNSS Service

**343 ενεργοί σταθμοί συνεχούς λειτουργίας
29/11/2007**





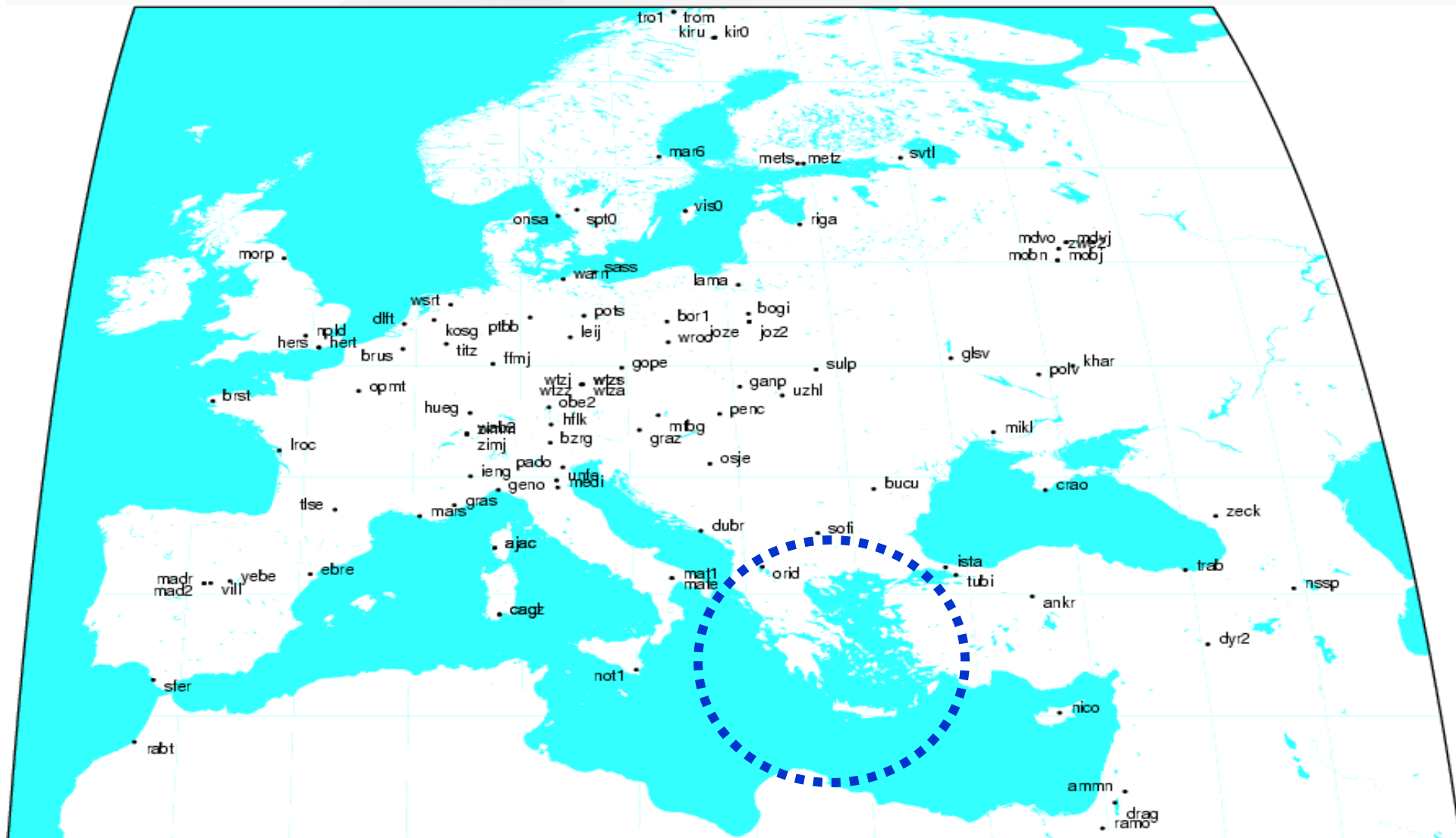
IGS → Δίκτυα RTK/VRS → HEPOS





International GPS/GNSS Service

Έλλειψη IGS σταθμών στην Ελλάδα





HEPOS - Hellenic Positioning Service

Το ελληνικό σύστημα υπηρεσιών εντοπισμού

- ⊕ ~100 GPS (GNSS) σταθμοί αναφοράς (ΣΑ) συνεχούς λειτουργίας
- ⊕ Ομοιόμορφη κατανομή σε όλη τη χώρα, σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις
- ⊕ VRS & FKP τεχνικές εντοπισμού → βέλτιστες δικτυακές λύσεις RTK

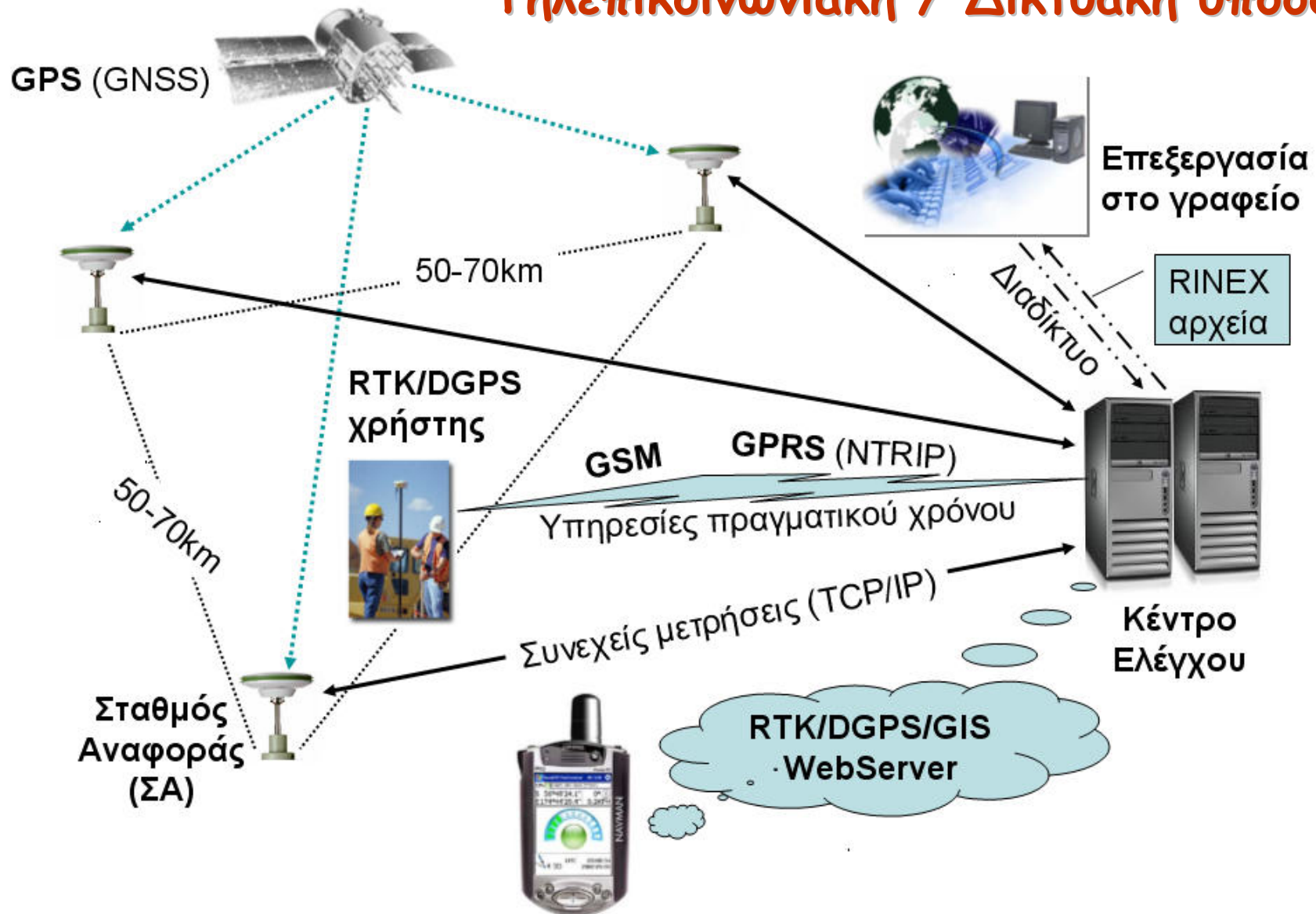


- ⊕ Εκτός σε 10 νησιωτικούς σταθμούς -> συμβατικές RTK τεχνικές



HEPOS - Hellenic Positioning Service

Τηλεπικοινωνιακή / Δικτυακή υποδομή





IGS → Δίκτυα RTK/VRS → HEPOS

- ❖ **Κύριος ρόλος δικτύων όπως τα ACS, CIGNET, ..., IGS:**
 - ❑ Να υποστηρίξουν τις γεωεπιστημονικές εφαρμογές, π.χ. ο γεωδαιτικός καθορισμός των πλαισίων αναφοράς και η συντήρησή τους, η διαστημική έρευνα, τις ατμοσφαιρικές μελέτες, ...
 - ❑ **Σταθμοί χαρακτηριστικά τοποθετημένοι εκατοντάδες, ή ακόμα και χιλιάδες, χιλιόμετρα μεταξύ τους**
 - ❑ Με τη βελτίωση της διαθεσιμότητας των δεδομένων και προϊόντων των σταθμών αναφοράς για τους χρήστες με απαιτήσεις υψηλής ακρίβειας, αξιοπιστίας και ακεραιότητας του προσδιορισμού θέσης (όχι απαραίτητα σε πραγματικό χρόνο) → **Γρήγορη αύξηση της ποικιλίας των εφαρμογών** → **Τεχνικές RTK, ... δίκτυα VRS, ... τύπου HEPOS**



RTK - Real-time Kinematic

Είναι μια ειδική μορφή Διαφορικού GPS (DGPS) με δύο κύριες διαφορές:

- ✦ Τα κοινά σφάλματα απαλείφονται από μετρήσεις φάσης του φέροντος κύματος
- ✦ Παρέχει μέχρι εκατό φορές μεγαλύτερη ακρίβεια από το DGPS, με τη χρήση κοντινών ΣΑ στην περιοχή των μετρήσεων





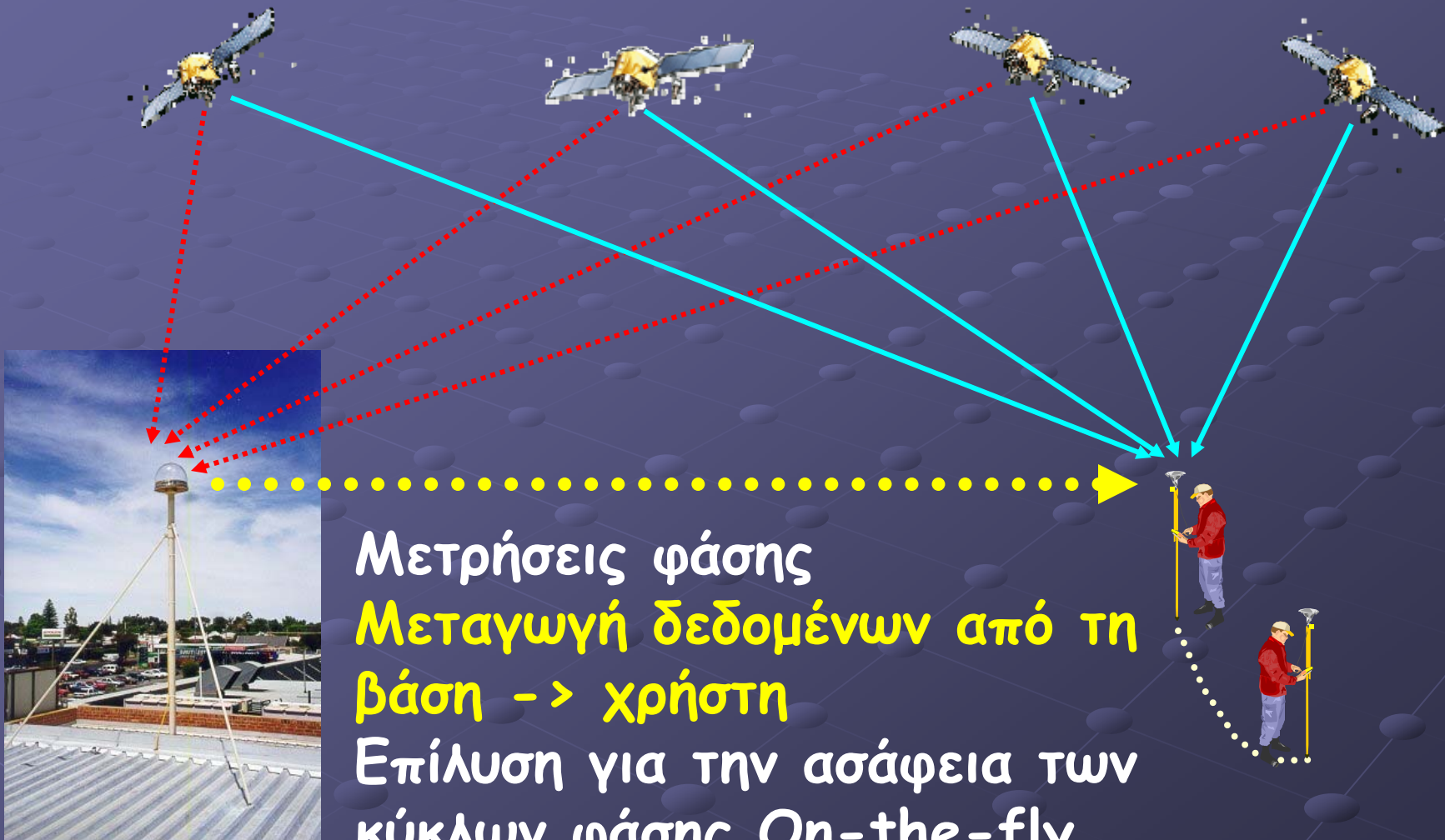
RTK - Real-time Kinematic

- ✦ Απαιτείται μικρότερος χρόνος έναρξης των μετρήσεων μετά την εκκίνηση του δέκτη. Κατ' αυτό το χρόνο, η ακρίβεια βελτιώνεται από $\pm 1\text{m} \rightarrow \pm 0.1\text{m} \rightarrow \pm 0.01\text{m}$ και, κάτω από καλές συνθήκες (περιβάλλον μετρήσεων) και με καλούς δέκτες, σε $< \pm 0.01\text{m}$.



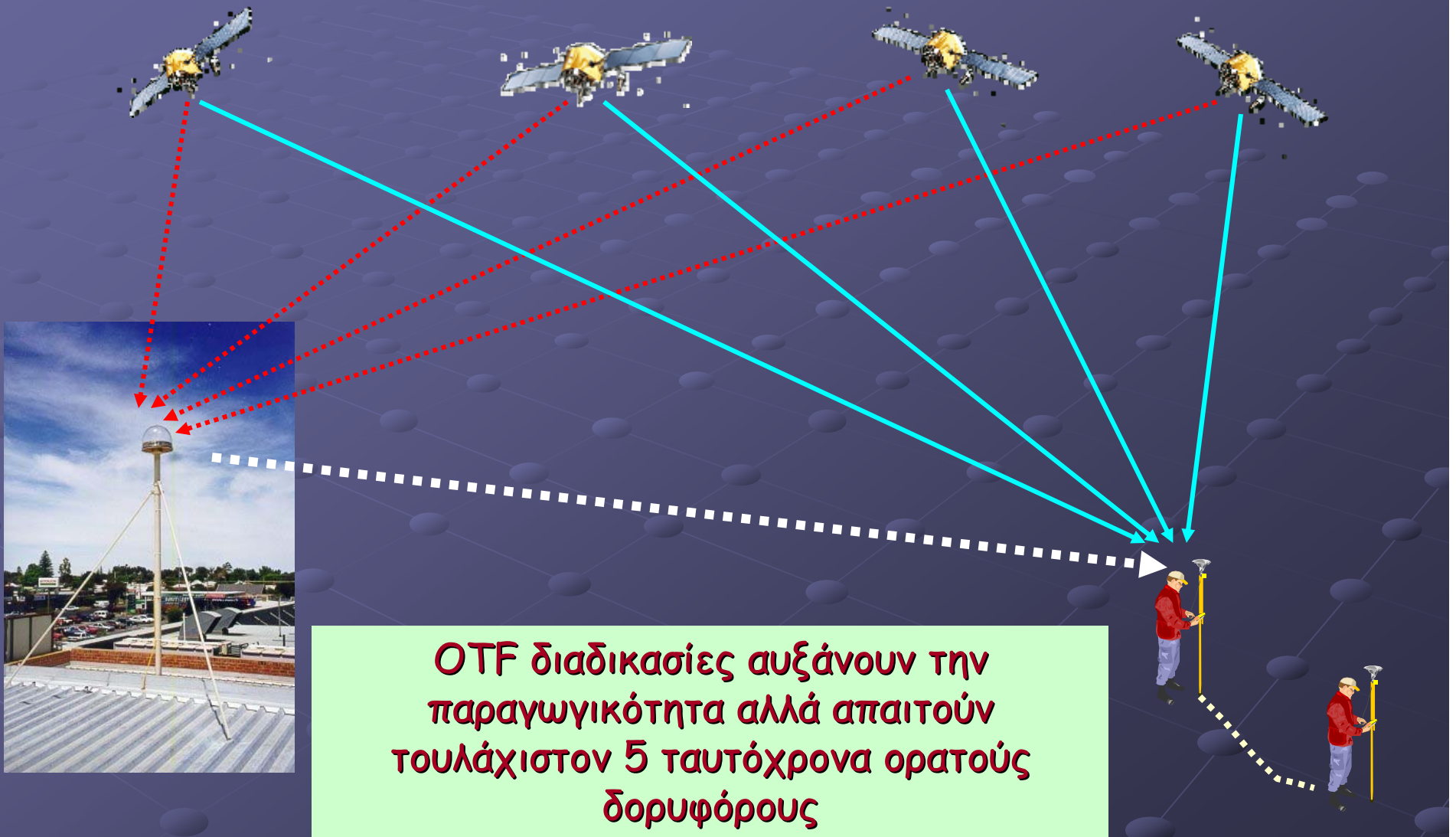
- ✦ *Η τελική ακρίβεια είναι συνάρτηση της απόστασης από το Σταθμό Αναφοράς -> Rover (συνήθως $< 10\text{ km}$, και μέχρι 30 km κάτω από ορισμένες συνθήκες)*

Real Time Kinematic (RTK) ΤΕΧΝΙΚΕΣ



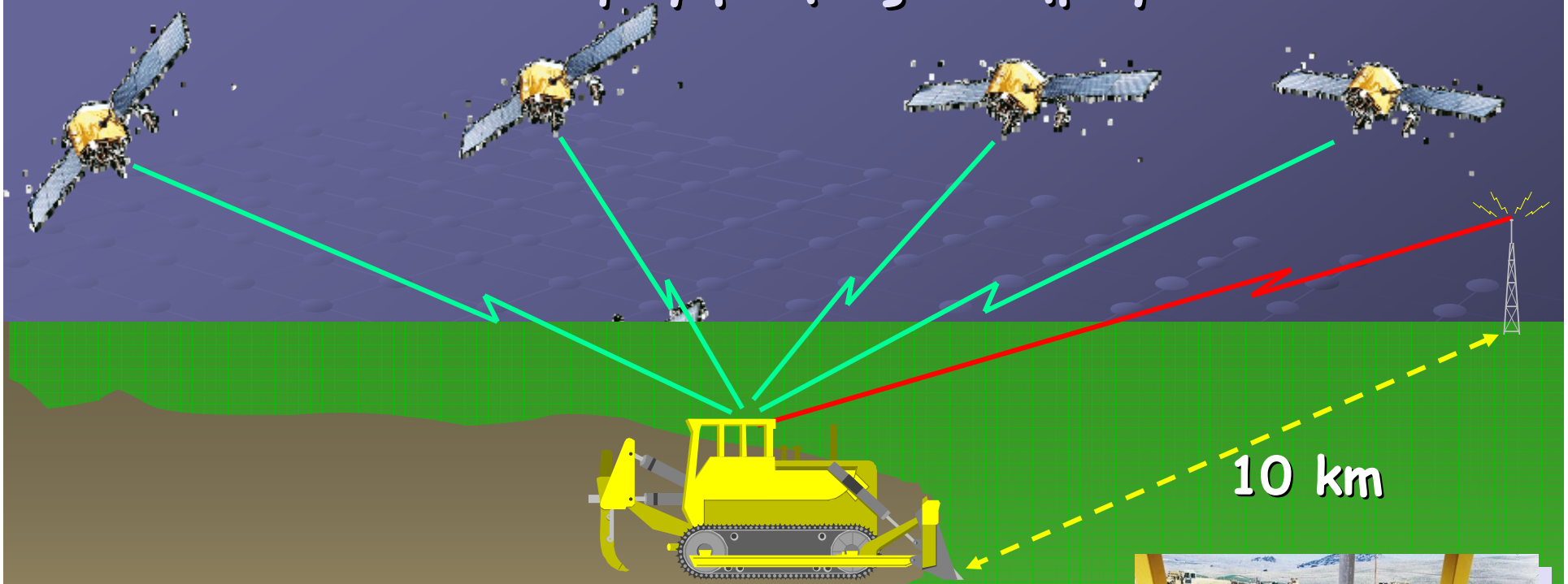
Μετρήσεις φάσης
Μεταγωγή δεδομένων από τη
βάση - > χρήστη
Επίλυση για την ασάφεια των
κύκλων φάσης On-the-fly

Real Time Kinematic (RTK) ΤΕΧΝΙΚΕΣ



ΟΤΕ διαδικασίες αυξάνουν την παραγωγικότητα αλλά απαιτούν τουλάχιστον 5 ταυτόχρονα ορατούς δορυφόρους

RTK εφαρμογές: Σήμερα

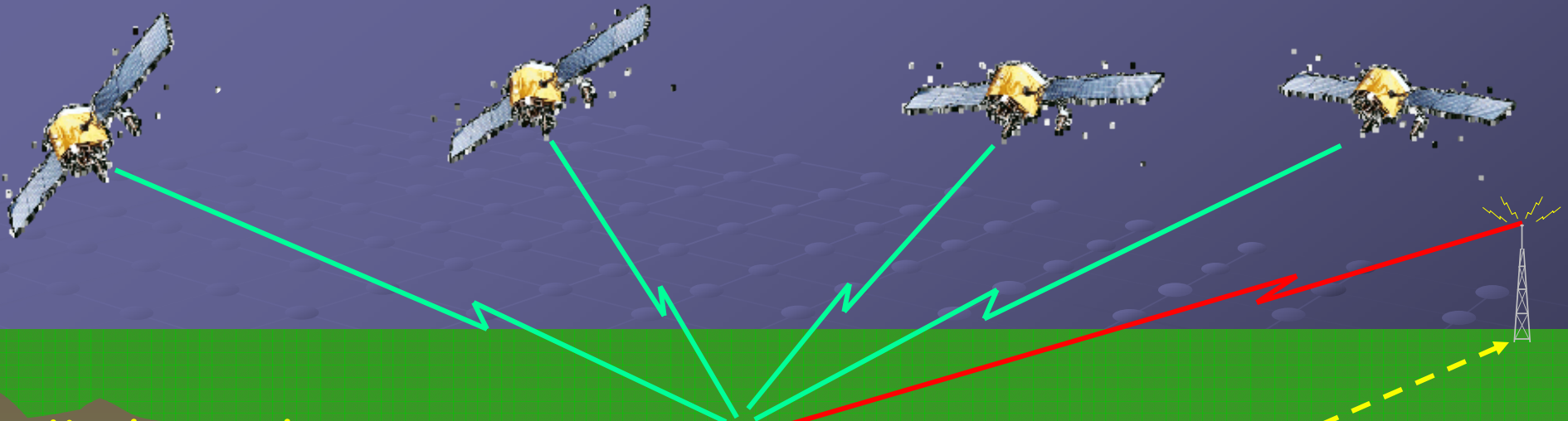


Ακρίβεια 2 cm

- L1 (C/A και φάση)
- L2 (φάση)
- Επικοινωνία δεδομένων



RTK -> Δίκτυα εικονικών σταθμών



Καλύτερη λήψη των σημάτων κάτω από δύσκολες συνθήκες μετρήσεων (π.χ. κάτω από γέφυρες)

Ακρίβεια 2 cm

70+ km



- L1 (C/A και φάση)
- L2 (C/A και φάση)
- L5 (C/A και φάση)
- Επικοινωνία δεδομένων από πολλαπλούς σταθμούς

RTK - VRS: Κρίσιμο συστατικό ...ΟΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ





Δίκτυα RTK

GPS Rovers



PDA
+ Wireless
Card



Radio
link

Σταθμός
αναφοράς



Δικτυακό RTK

- **GSM, GPRS, Wireless**

internet

- Μεγαλύτερη εμβέλεια
- Δίκτυα μόνιμων σταθμών
- Κοινότυπος εξοπλισμός
- Στιγμιαίος εντοπισμός
- Αυξημένη αξιοπιστία
- **Τεχνικές VRS & FKP**

Πολλοί χρήστες
ταυτόχρονα

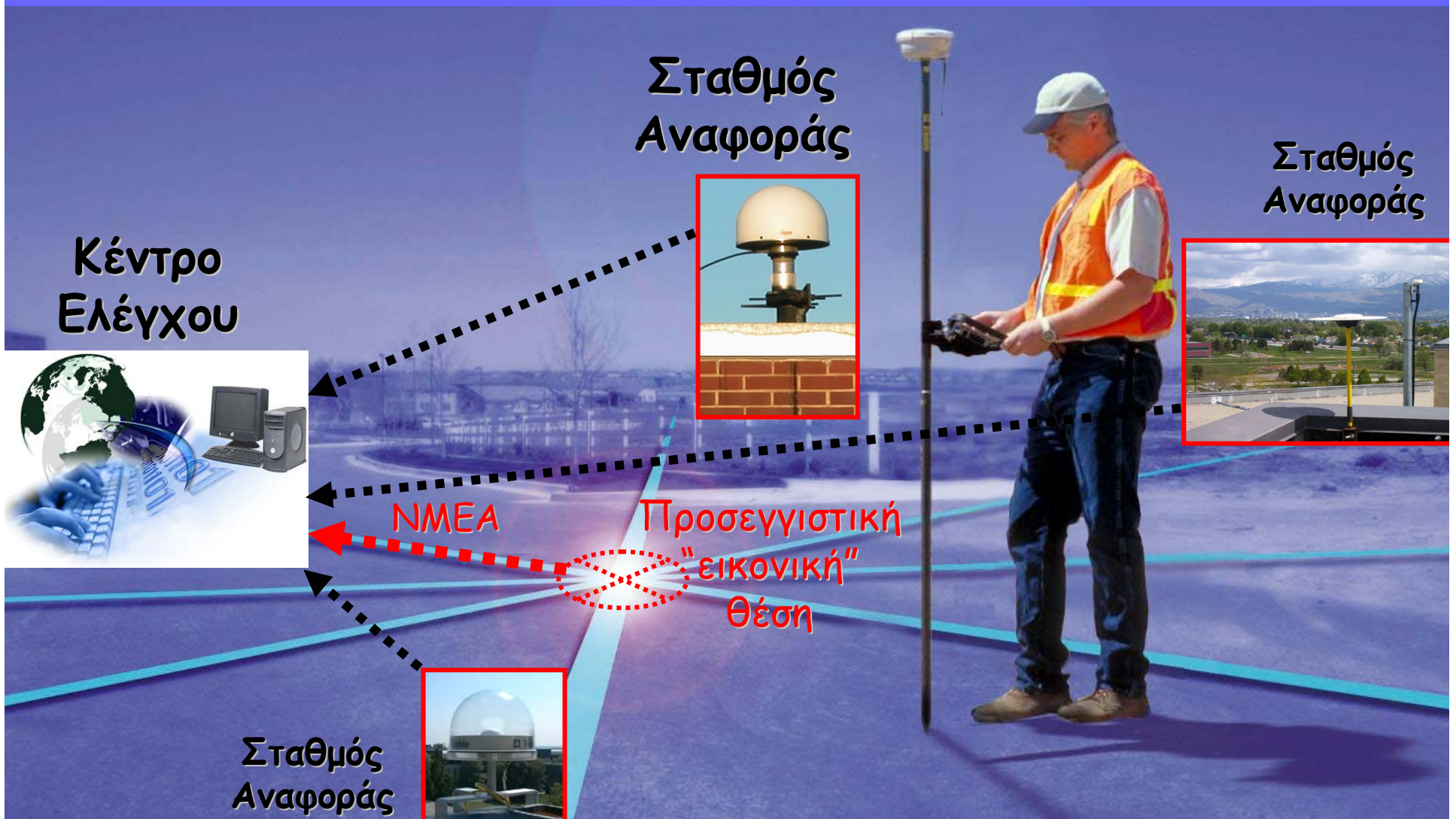
~40-70 km



**Δίκτυο σταθμών
αναφοράς**

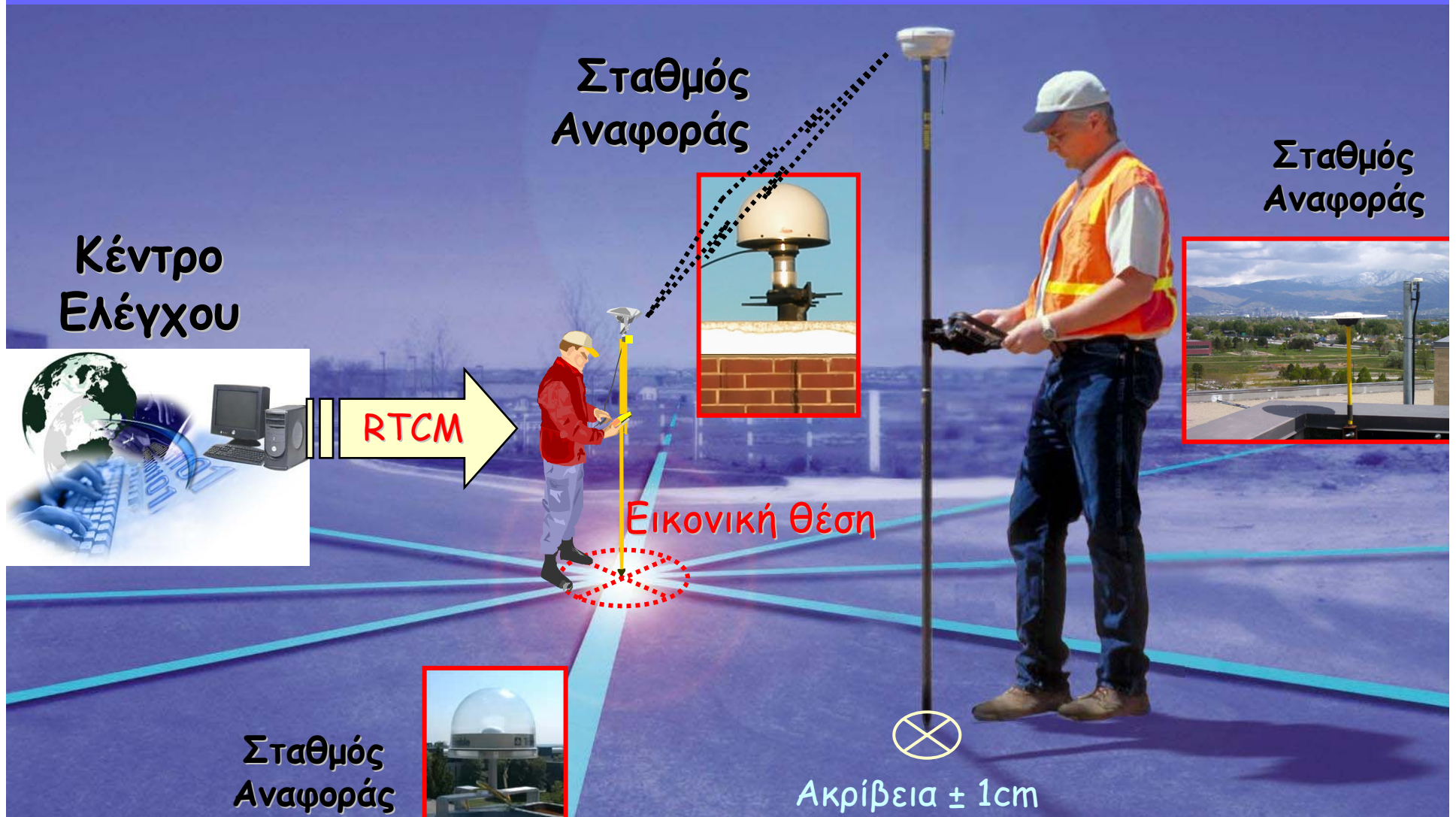


1. Τα δεδομένα (μετρήσεις) των ΣΑ μεταβιβάζονται στο ΚΕ
2. (α) Ο χρήστης υπολογίζει προσεγγιστικά τη θέση του & (β) στέλνει την πληροφορία (NMEA μήνυμα) στο ΚΕ, μέσω π.χ. GSM



3. Το ΚΕ υπολογίζει εικονικές παρατηρήσεις για την εικονική θέση του χρήστη -> τις μεταδίδει στον χρήστη

4. Ο χρήστης εκτελεί τη συνήθη διαδικασία RTK χρησιμοποιώντας τις εικονικές μετρήσεις





Αναμενόμενα οφέλη

- ❖ Η δημιουργία του ΗΕΡΟΣ είναι μια μοναδική υποδομή για την Ελλάδα
- ❖ Οι επιδράσεις του θα γίνουν αισθητές σύντομα από όλους τους χρήστες και τους παρόχους γεωπληροφοριών, δεδομένου ότι θα βελτιώσει πρωτίστως την ποιότητα του εθνικού κτηματολόγιου, το μόνο εργαλείο που μπορεί να ικανοποιήσει τις αναπτυξιακές ανάγκες της χώρας.
- ❖ Θα παρέχει ένα μόνιμο ακριβές πλαίσιο αναφοράς για όλες τις μορφές μελλοντικών γεωδαιτικών εφαρμογών, και
- ❖ Θα επιταχύνει τη συλλογή των απαραίτητων γεωγραφικών δεδομένων για την ανάπτυξη μιας σύγχρονης Εθνικής Υποδομής Χωρικών Πληροφοριών (Spatial Data Infrastructure, SDI)



Κρίσιμα θέματα άξια προσοχής

Η χρήση του HEPOS, βραχυπρόθεσμα μπορεί επίσης να προκαλέσει κάποια προβλήματα

- ❖ Ανάμιξη διαδικασιών εντοπισμού με τη χρήση του παραδοσιακών γεωδαιτικών δικτύων και με τις τεχνικές RTK/VRS του HEPOS -> μίγμα διαφόρων επιπέδων απόλυτης και σχετικής ακρίβειας
- ❖ Ανάπτυξη μιας κατάλληλης στρατηγικής για την ήπια προσαρμογή σε ένα νέο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς βασισμένο στο ITRF, σύμφωνα και με τις ανάλογες αλλαγές στις χώρες της ΕΕ
- ❖ Εκπαίδευση ΤΩΡΑ των εν δυνάμει χρηστών του HEPOS, στην σωστή χρήση του, τεχνικές και τις ποικίλες δυνατότητες του
 - Πρότυπα, Προδιαγραφές και Οδηγίες σε συνεργασία και με το ΤΕΕ