



# HEPOS και σύγχρονες δικτυακές τεχνικές GPS

Δρ. Μιχ. Γιαννίου

Τμήμα Γεωδαιτικής Υποδομής - Τεχνικός Σύμβουλος

**ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.**

Μεσογείων 288, 155 62 Χολαργός - Αθήνα

Τηλ. (210) 6505-832

E-mail: [mgianniu@ktimatologio.gr](mailto:mgianniu@ktimatologio.gr)



*Τα έργα του HEPOS συγχρηματοδοτούνται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης στο πλαίσιο του Ε.Π. «Κοινωνία της Πληροφορίας».*

Εκδήλωση «HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές», ΑΠΘ 25-26 Σεπτεμβρίου 2008



# Περιεχόμενα της παρουσίασης

1. Σκοπός της παρουσίασης
2. Δικτυακές τεχνικές:  
Ιστορικό εξέλιξης - Τι είναι - Αρχή λειτουργίας
3. Τεχνική VRS (Εικονικός Σταθμός Αναφοράς)
4. Τεχνική FKP
5. Τεχνική MAC
6. Δικτυακές τεχνικές και HEPOS
7. Επιλογή δικτυακής τεχνικής
8. Πλεονεκτήματα των δικτυακών τεχνικών



## Σκοπός της παρουσίασης

Σκοπός της παρουσίασης είναι να περιγράψει και να εξηγήσει σύντομα τις δικτυακές τεχνικές που προσφέρει το HEPOS, ώστε να τις κατανοήσουν οι χρήστες και να μπορούν να τις χρησιμοποιούν αποδοτικά, επωφελούμενοι από τις πολλαπλές δυνατότητες που προσφέρουν.



## Δικτυακές τεχνικές: Ιστορικό εξέλιξης

Τη δεκαετία του 1990 εγκαταστάθηκαν σε παγκόσμιο επίπεδο πολλοί μόνιμοι σταθμοί αναφοράς. Ερευνητές ξεκίνησαν να αξιοποιούν τις παρατηρήσεις αυτών των σταθμών με στόχο τη μοντελοποίηση παραμέτρων που επηρεάζουν τον προσδιορισμό θέσης με GNSS (τροχιακά σφάλματα, τροποσφαιρικές και κυρίως ιονοσφαιρικές επιδράσεις). Στη συνέχεια έδειξαν ότι η χρήση αυτών των μοντέλων μπορεί να βελτιώσει σημαντικά το γεωδαιτικό δορυφορικό εντοπισμό. Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1990 αρχίζουν να αναπτύσσονται στη Γερμανία οι πρώτες δικτυακές τεχνικές.



## Δικτυακές τεχνικές: Τι είναι

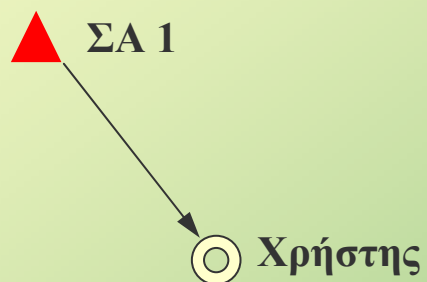
Κατά τη χρήση των δικτυακών τεχνικών GPS (και γενικότερα GNSS) ο χρήστης δε χρησιμοποιεί στοιχεία (μετρήσεις ή διορθώσεις) που προέρχονται από ένα μόνο σταθμό αναφοράς (SB: Single-Base) αλλά χρησιμοποιεί επιπλέον πληροφορία που προέρχεται από ενιαία επεξεργασία μετρήσεων από περισσότερους σταθμούς οι οποίοι ανήκουν σε ένα δίκτυο.



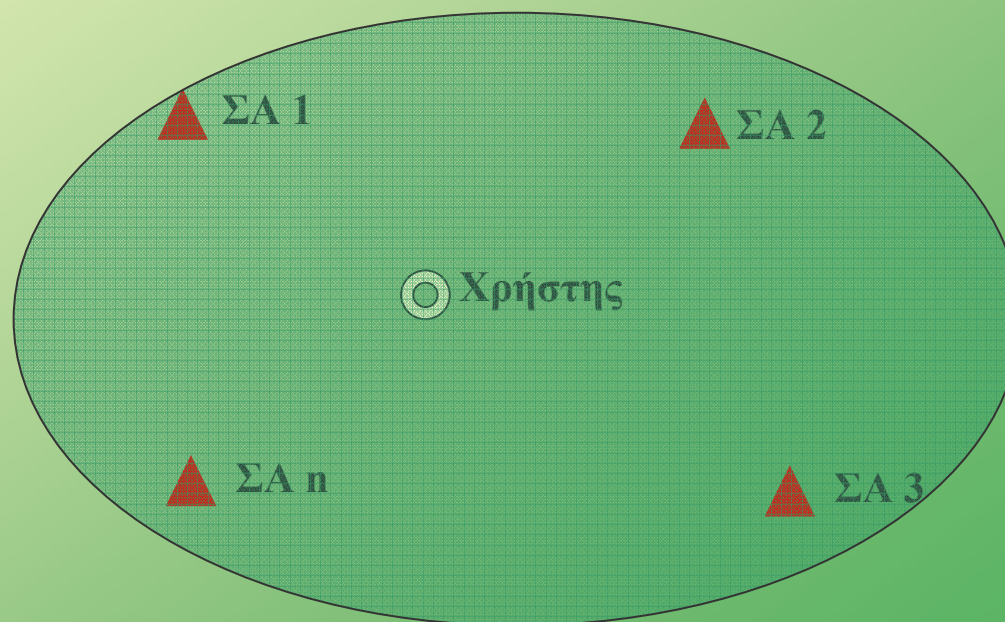
## Δικτυακές τεχνικές: Τι είναι

Σχηματική αναπαράσταση της διαφοράς των δικτυακών τεχνικών σε σχέση με τη χρήση ενός μόνο σταθμού.

### Single Base (SB)



### Network solution

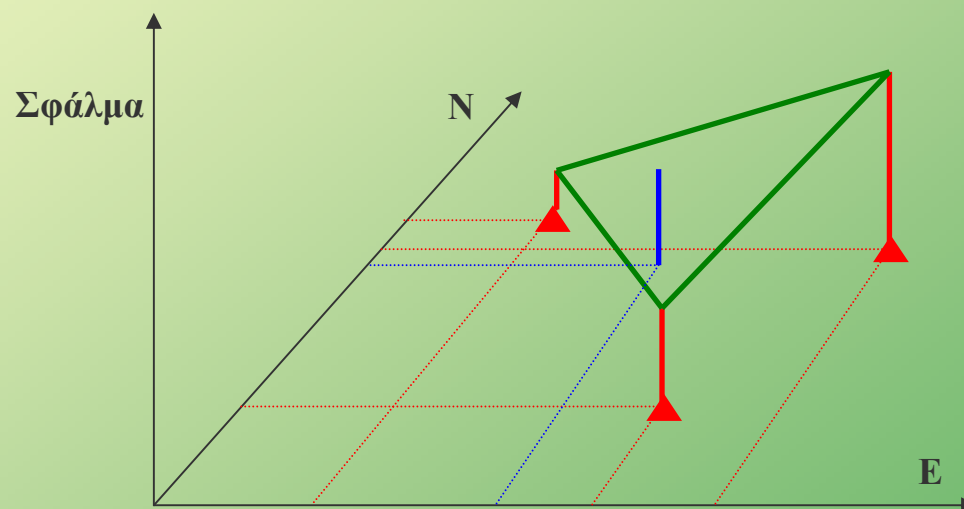






## Δικτυακές τεχνικές: Αρχή λειτουργίας

Από τις παρατηρήσεις μόνιμων σταθμών αναφοράς υπολογίζονται τα σφάλματα σε καθέναν από αυτούς και στη συνέχεια επιφάνειες που περιγράφουν τα σφάλματα εντός της περιοχής του δικτύου. Η πληροφορία αυτή διατίθεται στο χρήστη, σε μορφή που εξαρτάται από τη δικτυακή τεχνική που χρησιμοποιείται.





## Τεχνική VRS: **V**irtual **R**eference **S**tation

Στην περίπτωση του Εικονικού Σταθμού Αναφοράς (VRS: Virtual Reference Station) τα δεδομένα των (πραγματικών) σταθμών αναφοράς και τα υπολογισμένα μοντέλα των σφαλμάτων χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν εξ υπολογισμού παρατηρήσεις σε οποιοδήποτε σημείο εντός της περιοχής του δικτύου.

Σύμφωνα με τη θεωρία του VRS, οι παρατηρήσεις αυτές είναι ίδιες με αυτές που θα κατέγραφε ένας δέκτης εάν βρισκόταν σε λειτουργία στο σημείο αυτό κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Το σημείο για το οποίο μπορεί να ζητηθεί δημιουργία VRS, μπορεί στη φυσική πραγματικότητα να είναι εντελώς ακατάλληλο για μετρήσεις: μέσα σε δάσος, σε κτίσμα, ή ακόμα και κάτω από το έδαφος! Οι μετρήσεις θα αντιστοιχούν στις μετρήσεις που θα είχε καταγράψει ένας δέκτης τοποθετημένος στο σημείο αυτό, εάν δεν υπήρχε κανένα εμπόδιο.





## Τεχνική VRS: Virtual Reference Station

Οι εξ υπολογισμού παρατηρήσεις ενός VRS μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- ◆ για εφαρμογές μετεπεξεργασίας: με τη μορφή αρχείου Rinex
- ◆ για εφαρμογές RTK ή DGPS: με τη μορφή διορθώσεων RTCM

Στην περίπτωση εφαρμογών μετεπεξεργασίας:

ο χρήστης ορίζει ένα σημείο στη βέλτιστη θέση που εξυπηρετεί τις μετρήσεις του και ζητά τη δημιουργία αρχείων VRS παρατηρήσεων που να αναφέρονται στο συγκεκριμένο αυτό σημείο.

Στην περίπτωση εφαρμογών πραγματικού χρόνου:

το δίκτυο επιλέγει αυτόματα τη θέση του VRS, ώστε να είναι κοντά στο χρήστη.



## Τεχνική FKP: Flächen Korrekturparameter Area Correction Parameters

Στην περίπτωση της τεχνικής FKP το δίκτυο στέλνει στο χρήστη τις παραμέτρους μαθηματικών επιφανειών που περιγράφουν τα εκάστοτε σφάλματα που υπεισέρχονται στις μετρήσεις. Ο χρήστης χρησιμοποιεί αυτές τις επιφάνειες για να υπολογίσει τις τιμές των σφαλμάτων στο σημείο στο οποίο βρίσκεται και να κάνει τις ανάλογες διορθώσεις στις παρατηρήσεις.

Σύμφωνα με τη θεωρία της τεχνικής FKP, το δίκτυο δε χρειάζεται να γνωρίζει τη θέση του χρήστη. Οι επιφάνειες διορθώσεων που στέλνει είναι κοινές για όλους τους χρήστες που βρίσκονται σε μία ευρύτερη περιοχή και ο κάθε χρήστης υπολογίζει τις διορθώσεις που αντιστοιχούν στη θέση του.

Η τεχνική FKP χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.



## Τεχνική MAC: **M**aster-**A**uxiliary **C**oncept

Στην περίπτωση της τεχνικής MAC το δίκτυο στέλνει στο χρήστη τις Διορθώσεις (Corrections) ενός κύριου σταθμού αναφοράς (Master station) καθώς και Διαφορές Διορθώσεων (Correction differences) γειτονικών βοηθητικών σταθμών αναφοράς (Auxiliary stations).

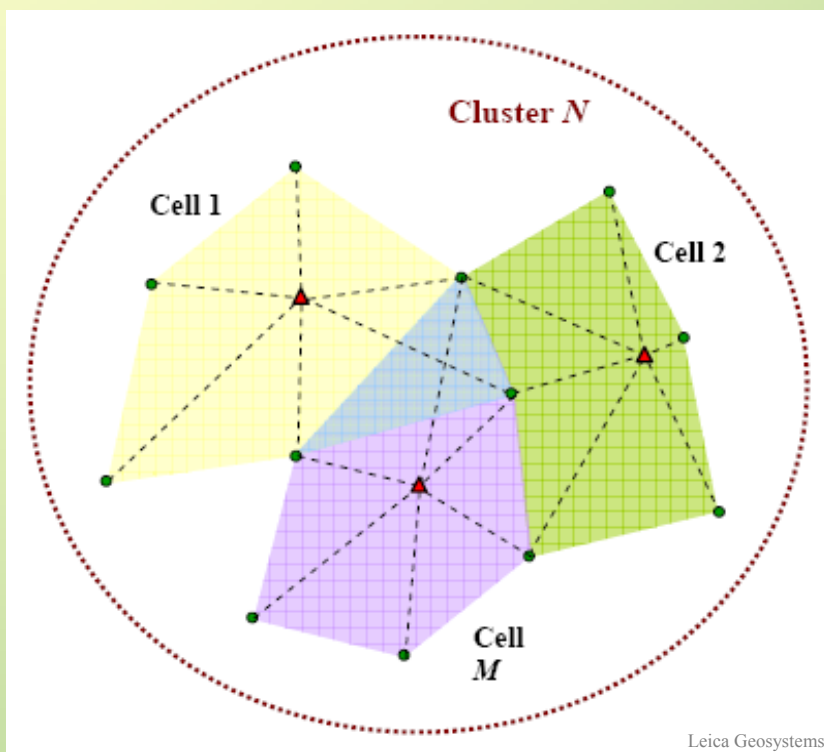
Σύμφωνα με τη θεωρία της τεχνικής MAC, ο χρήστης λαμβάνει όλη την πρωτογενή πληροφορία σχετικά με τα σφάλματα χωρίς να υπεισέρχεται κάποια μοντελοποίηση από το δίκτυο. Μπορεί έτσι να εφαρμόσει προηγμένους αλγόριθμους για να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των σφαλμάτων και να πετύχει τη βέλτιστη ακρίβεια. Το δίκτυο δε χρειάζεται να γνωρίζει τη θέση του χρήστη.

Η τεχνική MAC χρησιμοποιείται μόνο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.



## Τεχνική MAC: Master-Auxiliary Concept

Σχηματική αναπαράσταση της τεχνικής MAC. Σε μεγαλύτερα δίκτυα δημιουργούνται cells και clusters, καθώς είναι ασύμφορο και ανώφελο να χρησιμοποιούνται κάθε φορά όλοι οι σταθμοί του δικτύου ως Auxiliary Stations.



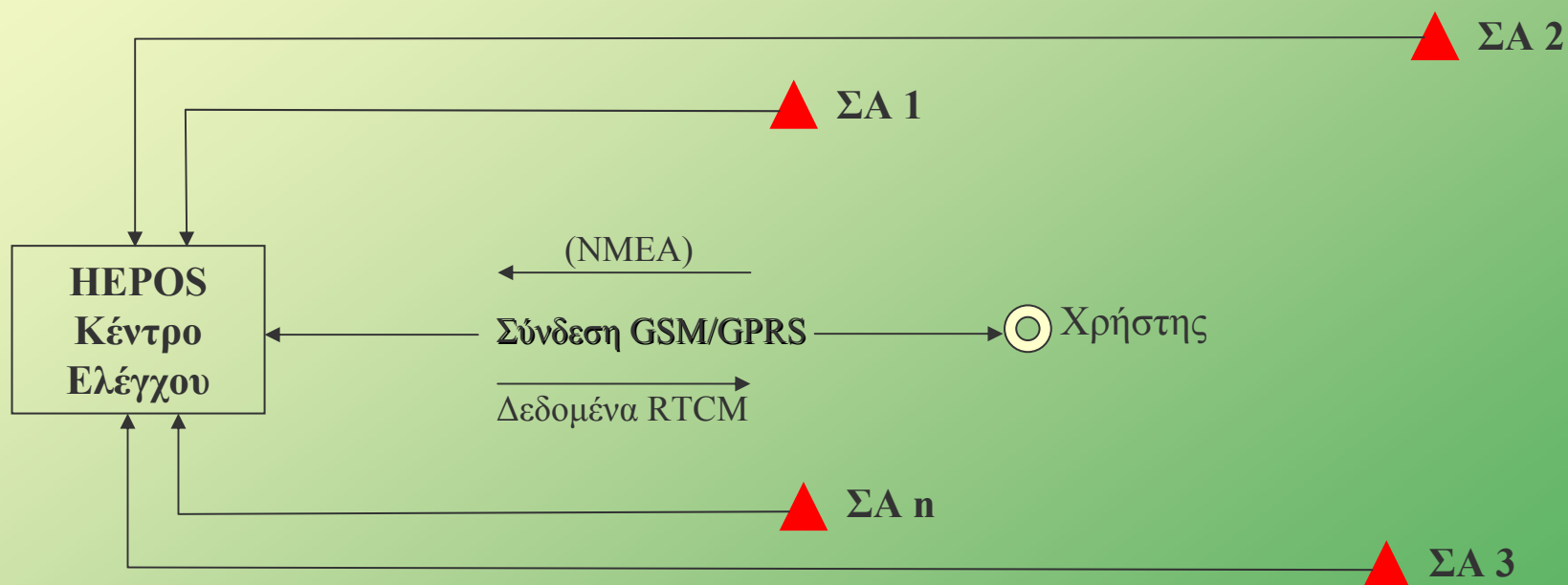
### Σημείωση:

Αν και για την υλοποίηση του αλγορίθμου MAC το δίκτυο δε χρειάζεται τη θέση του χρήστη, εντούτοις η πληροφορία αυτή είναι χρήσιμη για την ένταξη του χρήστη σε cell ή cluster. Κάτι αντίστοιχο ισχύει σε πολλά δίκτυα και για την τεχνική FKP.



# Δικτυακές Τεχνικές και HEPOS

Σχηματική αναπαράσταση της υλοποίησης των δικτυακών τεχνικών VRS, FKP, και MAC μέσω του HEPOS για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.





## Επιλογή δικτυακής τεχνικής

**Σχετικά με τα κριτήρια επιλογής της δικτυακής τεχνικής που θα χρησιμοποιήσει ο χρήστης:**

1. Εξαρτάται καταρχήν από τι υποστηρίζει ο εξοπλισμός του χρήστη.
2. Για τη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών RTK οι τεχνικές είναι σε γενικές γραμμές ισοδύναμες από πλευράς ακρίβειας, αξιοπιστίας και αποδοτικότητας.
3. Οι χρήστες που συνδέονται μέσω GPRS, μπορούν να επιλέγουν με βάση το απαιτούμενο bandwidth κάθε τεχνικής (για ενδεικτικές τιμές bandwidth βλ. 'Χρήση του HEPOS στην καθημερινή πρακτική, Γιαννίου, 12/2007' στον ιστοχώρο του HEPOS.)





## Πλεονεκτήματα των δικτυακών τεχνικών

**Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των δικτυακών τεχνικών είναι:**

1. Επιτρέπουν την κάλυψη μίας περιοχής με λιγότερους ΣΑ (αποστάσεις 50-70 Km)
2. Ελαττώνουν τους περιορισμούς που προκύπτουν καθώς αυξάνει το μήκος της βάσης (απόσταση base-rover). Οι περιορισμοί αυτοί είναι:
  - ◆ Η μείωση της ακρίβειας
  - ◆ Η ανάγκη αύξησης του χρόνου μέτρησης
  - ◆ Αδυναμία χρήσης δεκτών μίας συχνότητας
3. Αυξάνουν την ακρίβεια, την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα του RTK