



ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.

Δικτυακές Τεχνικές του HEPOS - Μετασχηματισμός μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ87

Μιχάλης Γιαννίου
Δρ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός

Τμήμα Γεωδαιτικής Υποδομής
Διεύθυνση Υπηρεσιών και Προϊόντων
ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.
mgianniu@ktimatologio.gr





Ενότητες παρουσίασης

Ενότητα Α
Δικτυακές Τεχνικές του ΗΕΡΟΣ

Ενότητα Β
Μετασχηματισμός μεταξύ ΗΤΡS07 και ΕΓΣΑ87



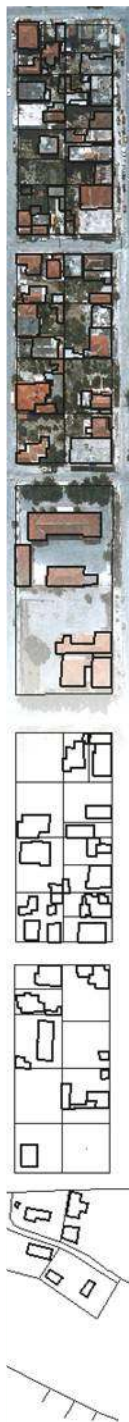
Περιεχόμενα Α' μέρους παρουσίασης

1. Στόχος 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



Στόχος Α' μέρους της παρουσίασης

Στόχος του Α' μέρους 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.





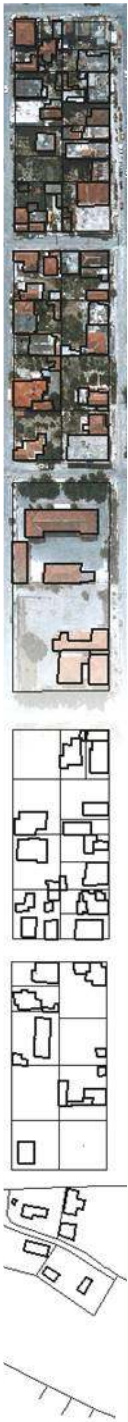
Δικτυακές τεχνικές: Ιστορικό εξέλιξης

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

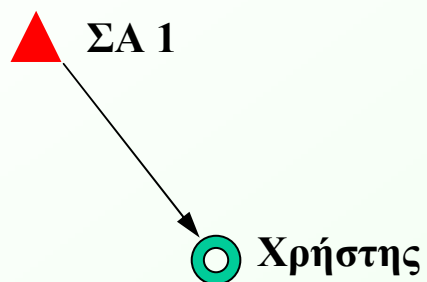
Κατά τη χρήση των δικτυακών τεχνικών GPS (και γενικότερα GNSS) ο χρήστης δε χρησιμοποιεί στοιχεία (μετρήσεις ή διορθώσεις) που προέρχονται από ένα μόνο σταθμό αναφοράς (SB: Single-Base) αλλά χρησιμοποιεί επιπλέον πληροφορία που προέρχεται από ενιαία επεξεργασία μετρήσεων από περισσότερους σταθμούς οι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



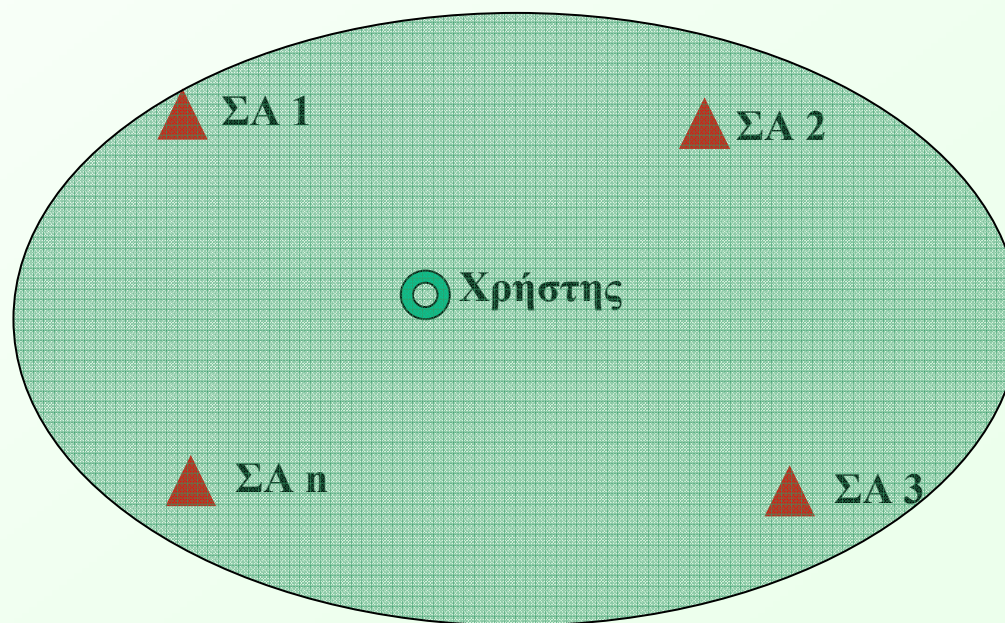
Δικτυακές τεχνικές: Τι είναι

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

Single Base (SB)



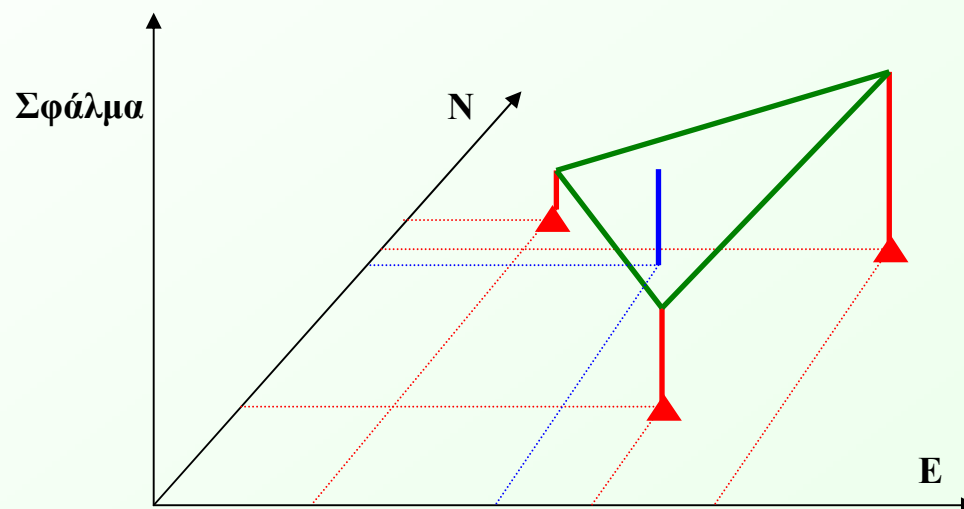
Network solution





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).

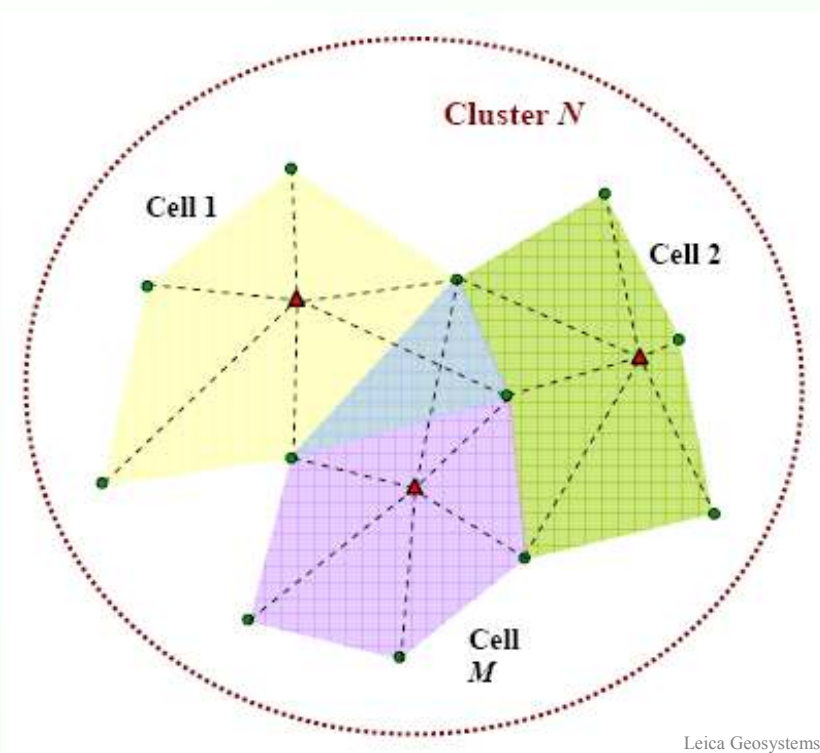
Σύμφωνα με τη θεωρία της τεχνικής MAC, ο χρήστης λαμβάνει όλη την πρωτογενή πληροφορία σχετικά με τα σφάλματα χωρίς να υπεισέρχεται κάποια μοντελοποίηση από το δίκτυο. Μπορεί έτσι να εφαρμόσει προηγμένους αλγόριθμους για να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των σφαλμάτων και να πετύχει τη βέλτιστη ακρίβεια.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

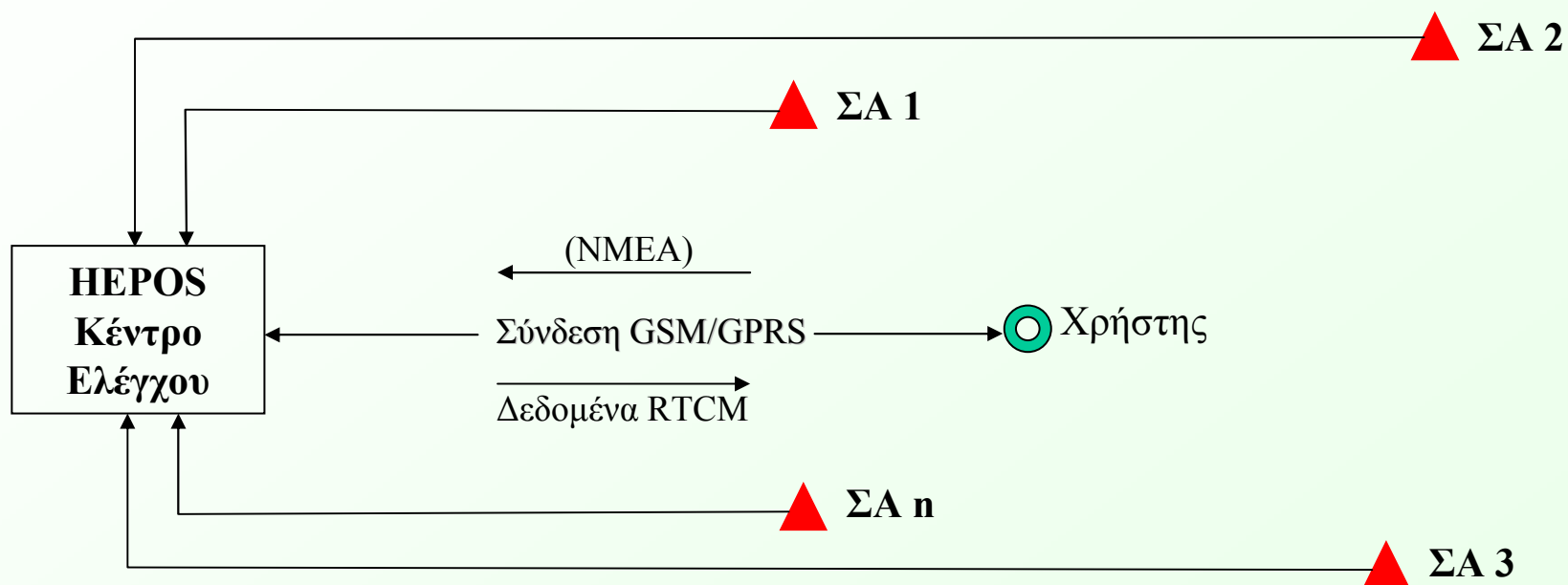


Σημείωση:

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.)



Περιεχόμενα Β' μέρους παρουσίασης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των δικτυακών τεχνικών είναι:

1. Επιτρέπουν την κάλυψη μιας 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



Περιεχόμενα Β' μέρους παρουσίασης

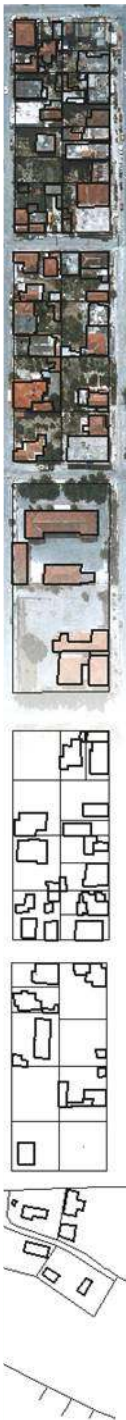
1. Στόχος της παρουσίασης
2. Μοντέλο μετασχηματισμού HTRS07 – ΕΓΣΑ87
 - Αναγκαιότητα
 - Απαιτήσεις
 - Πλαίσιο ανάπτυξης
 - Τρόποι υλοποίησης
3. Αριθμητικά παραδείγματα



Στόχος Β' μέρους της παρουσίασης

Στόχος του Β' μέρους της παρουσίασης είναι:

- ♦ να εξηγήσει τους λόγους που καθιστούν αναγκαία την ύπαρξη μοντέλου μετασχηματισμού HTRS07-ΕΓΣΑ87
- ♦ να περιγράψει τον τρόπο υλοποίησης του μοντέλου
- ♦ να επισημάνει κρίσιμα τεχνικά θέματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη και τη χρήση του μοντέλου



Σύστημα Αναφοράς του HEPOS και ΕΓΣΑ87

1. Οι εσωτερικοί υπολογισμοί στο λογισμικό του Κέντρου Ελέγχου του HEPOS γίνονται υποχρεωτικά στο ισχύον Πλαίσιο Αναφοράς του ITRS, (σήμερα ITRF2005).
2. Το ITRS είναι εξ' ορισμού ένα δυναμικό ΣΑ.
3. Για την αποφυγή του δυναμικού χαρακτήρα του ITRS οι χώρες της ΕΕ υιοθέτησαν το ETRS89.
4. Το ΣΑ του HEPOS ονομάζεται HTRS07 (Hellenic Terrestrial Reference System 2007) και είναι υλοποίηση του ETRS89 στην Ελλάδα.
5. Απαραίτητο ένα μοντέλο μετασχηματισμού μεταξύ HTRS07 και ΕΓΣΑ87.
6. Η ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. διαθέτει (ελεύθερα) το μοντέλο μετασχηματισμού, το οποίο υλοποιήθηκε για λογαριασμό της από το ΤΑΤΜ ΑΠΘ.



Αναλυτικότερα στοιχεία για το HTRS07

Το σύστημα αναφοράς του HEPOS είναι το HTRS07 (Hellenic Terrestrial Reference System 2007), το οποίο αποτελεί υλοποίηση του ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) στην Ελλάδα. Υπεραπλουστεύοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι το ETRS89, το ITRS (International Terrestrial Reference System) και το WGS84 ταυτίζονται σήμερα σε επίπεδο καλύτερο του 1m.

Οι συντεταγμένες των σταθμών αναφοράς του HEPOS αναφέρονται στο HTRS07. Οι συντεταγμένες αυτές είναι διαθέσιμες στον ιστοχώρο του HEPOS (www.hepos.gr - > downloads). Στην πράξη, ο χρήστης μπορεί συνήθως να εργαστεί χωρίς να χρειάζεται τον πίνακα συντεταγμένων των σταθμών καθώς:

- ♦ Για εφαρμογές μετεπεξεργασίας, οι ακριβείς συντεταγμένες εμπεριέχονται στα αρχεία RINEX και CRINEX, είτε πρόκειται για πραγματικό, είτε για εικονικό σταθμό αναφοράς (VRS) (βλ. και www.hepos.gr -> παρουσιάσεις -> Ημερίδα HEPOS, Αθήνα 24/02/2009 -> Χρήση των υπηρεσιών μετεπεξεργασίας του HEPOS).
- ♦ Για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, οι ακριβείς συντεταγμένες των πραγματικών ή εικονικών σταθμών εμπεριέχονται στις διορθώσεις που λαμβάνει ο χρήστης (συνήθως σε format RTCM).



Ακρίβεια Εντοπισμού

Στο HTRS07

Γενικά ισχύει ό,τι και για την ακρίβεια μεθόδων μετρήσεων GPS

- ♦ Από “sub-meter” (Single-Base DGPS) έως λίγα dm (δικτυακό DGPS)
- ♦ Από λίγα cm (RTK) έως λίγα mm (στατική μέθοδος)

Στο ΕΓΣΑ87

Η ακρίβεια εξαρτάται επιπλέον και από τον τρόπο που γίνεται ο μετασχηματισμός



Μετρηθέντα σημεία

Τα 2470
τριγωνομετρικά
σημεία που
μετρήθηκαν με
GPS (το 2007) για
τον υπολογισμό
παραμέτρων
αμφίδρομου
μετασχηματισμού
μεταξύ HTRS07 και
ΕΓΣΑ'87

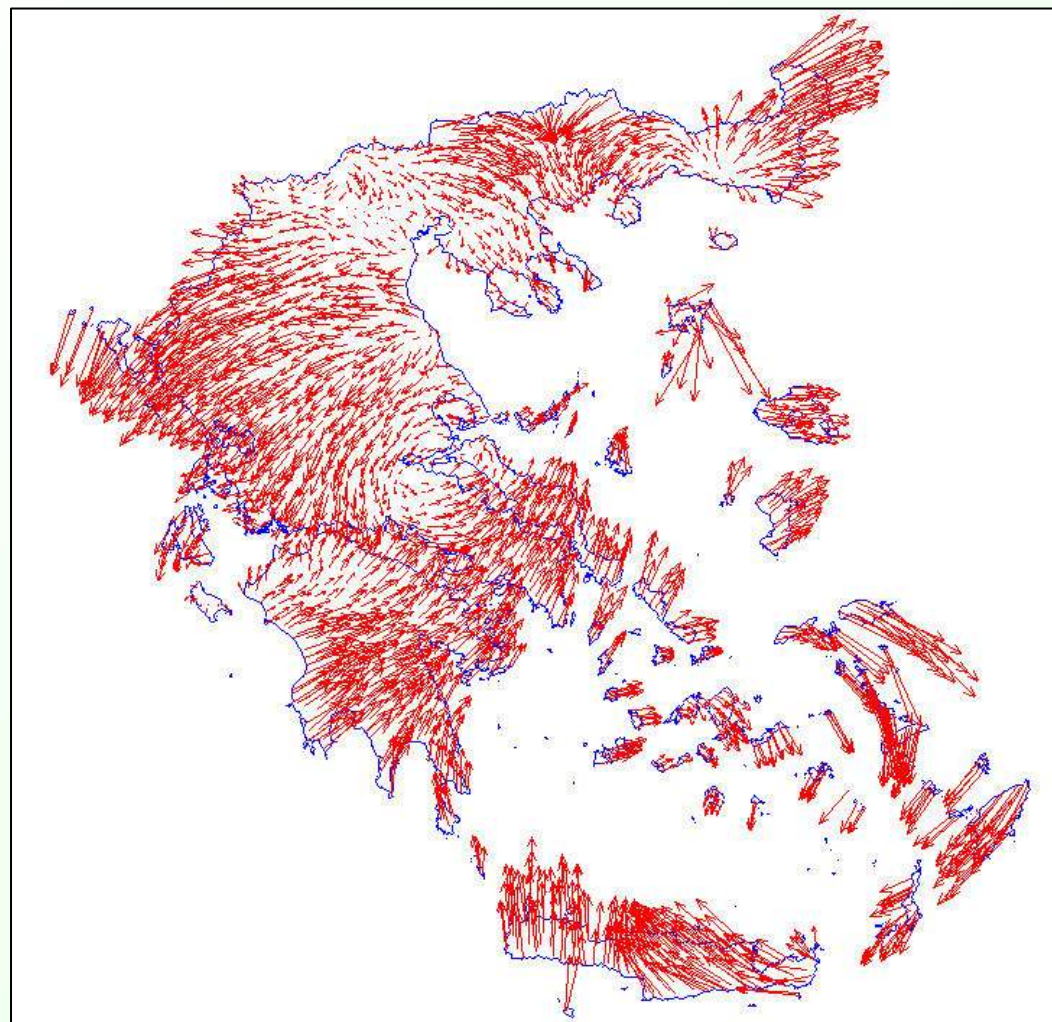




Μετασχηματισμός Συντεταγμένων

Υπόλοιπα (residuals)
ενός ενιαίου
7-παραμετρικού
μετασχηματισμού
ομοιότητας μεταξύ
HTRS07 και
ΕΓΣΑ'87 για όλη τη
χώρα (έως ~2.5m).

Σημείωση: Το Καστελόριζο
δεν συμπεριλαμβάνεται στο
μετασχηματισμό, επειδή δεν
αναφέρεται στο ίδιο datum με
το ΕΓΣΑ'87. Επίσης
χρησιμοποιεί άλλη ζώνη TM
($\lambda=27^\circ$).





Μετασχηματισμός Συντεταγμένων

Το επίσημο μοντέλο μετασχηματισμού υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μετρήσεις στα 2470 σημεία.

Από τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκαν οι κানাββοι διορθώσεων του μοντέλου μετασχηματισμού μέσω των οποίων λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές παραμορφώσεις του ΕΓΣΑ87 σε κάθε περιοχή της χώρας.

Εξασφαλίζεται έτσι η μέγιστη ακρίβεια.



Τρόποι υλοποίησης του μοντέλου μετασχηματισμού

Το μοντέλο μετασχηματισμού μπορεί να υλοποιείται στην πράξη με δύο τρόπους:

- ♦ μέσω του επίσημου λογισμικού που αναπτύχθηκε από το ΤΑΤΜ/ΑΠΘ
- ♦ μέσω λογισμικών γραφείου και των δεκτών GNSS των εταιριών, οι οποίες έχουν ενσωματώσει το μοντέλο στα συστήματα που διαθέτουν στην αγορά.

Τρόποι υλοποίησης του μοντέλου μετασχηματισμού

Υλοποίηση του μετασχηματισμού μέσω του επίσημου λογισμικού που αναπτύχθηκε από το ΤΑΤΜ/ΑΠΘ:

◆ Δυνατότητα εισαγωγής σημείων:

Με πληκτρολόγηση

Εκδοση βασισμένη σε 7-παραμετρικό μοντέλο μετασχηματισμού Helmert
Σημ.: Όχι για την περιοχή του Καστελλόριζου

ΑΡΧΙΚΟ ΒΗΜΑ: Εισαγωγή κανόνων και παραμέτρων >

Μετασχηματισμός από HTRS07 (HEPOS ETRF2005/2007.5) σε ETZA87 (φ.λ. και Ε.Ν.)

ΑΔΣΕ: X,Y,Z στο HTRS07 (HEPOS) ETRF2005/2007.5 [m,sec]

432064.771	2023782.319	4155326.131
------------	-------------	-------------

Μετατροπή και Μετασφ/σμός >

ΑΔΣΕ: X,Y,Z στο ETZA87 (φ.λ. και Ε.Ν.)

566296.541	4529332.314	6.501
------------	-------------	-------

ΕΤZA87 φ.λ. [m]

ΕΤZA87 φ.λ. [DMMSS.SSSSS], [N,m]

405444.68271	244714.08889	6.501
--------------	--------------	-------

Μετατροπή και Μετασφ/σμός >

ΑΔΣΕ: X,Y,Z στο HTRS07 (φ.λ. και Ε.Ν.)

40	54	53.90607
24	47	20.59229
51.610	566446.108	2529610.096
0.999654	566296.538	4529332.307

Μετασχηματισμός από ETZA87 (Ε.Ν.λ.) ή (φ.λ.λ.) σε HTRS07 (HEPOS Ε.Ν. και φ.λ.)

ΑΔΣΕ: X,Y,Z στο ETZA87 (Ε.Ν.λ.)

40	54	53.90631
24	47	20.59242
566446.111	2529610.103	

Μετατροπή και Μετασφ/σμός >

Μέσω αρχείων

Εκδοση βασισμένη σε 7-παραμετρικό μοντέλο μετασχηματισμού Helmert

ΑΡΧΙΚΟ ΒΗΜΑ: Εισαγωγή κανόνων και παραμέτρων >

Μετασχηματισμός από HTRS07 (HEPOS ETRF2005/2007.5) σε ETZA87

ETZA87 (φ.λ.λ.) < [X,Y,Z] > HTRS07 (Ε.Ν. scale) > ETZA87 (φ.λ.λ.) > HTRS07 (φ.λ.λ.) and (Ε.Ν.)

Εάν απαιτείται: Μετατροπή φ.λ.λ. σε X,Y,Z

Input file : HTRS07-SFLh.txt
Output file : HTRS07-SXYZ.txt

Μετατροπή X,Y,Z σε φ.λ.λ. και Μετ/σμός σε ETZA87 (φ.λ.λ.) και (Ε.Ν.)

Input file : HTRS07-SXYZ.txt
Output file : HTRS07-SFLh.txt
Output file : HTRS07-SENh.txt
Output file : GGRS07-SFLh.txt
Output file : GGRS07-SENh.txt

Μετασχηματισμός από ETZA87 σε HTRS07

ETZA87 (Ε.Ν.λ.) < ETZA87 (φ.λ.λ.) > HTRS07 (φ.λ.λ.) and (Ε.Ν.)

Εάν απαιτείται: Μετατροπή φ.λ.λ. σε Ε.Ν.λ.

Input file : GGRS07-SFLh.txt
Output file : GGRS07-SENh.txt

Μετατροπή (Ε.Ν.λ.) σε (φ.λ.λ.) και Μετ/σμός σε HTRS07 (φ.λ.λ.) και (Ε.Ν.)

Input file : GGRS07-SENh.txt
Output file : GGRS07-SFLh.txt
Output file : HTRS07-SFLh.txt
Output file : HTRS07-SENh.txt

◆ Το λογισμικό έχει υλοποιηθεί και διατίθεται ελεύθερα μέσω του ιστοχώρου www.hepos.gr, από το Μάιο του 2009).

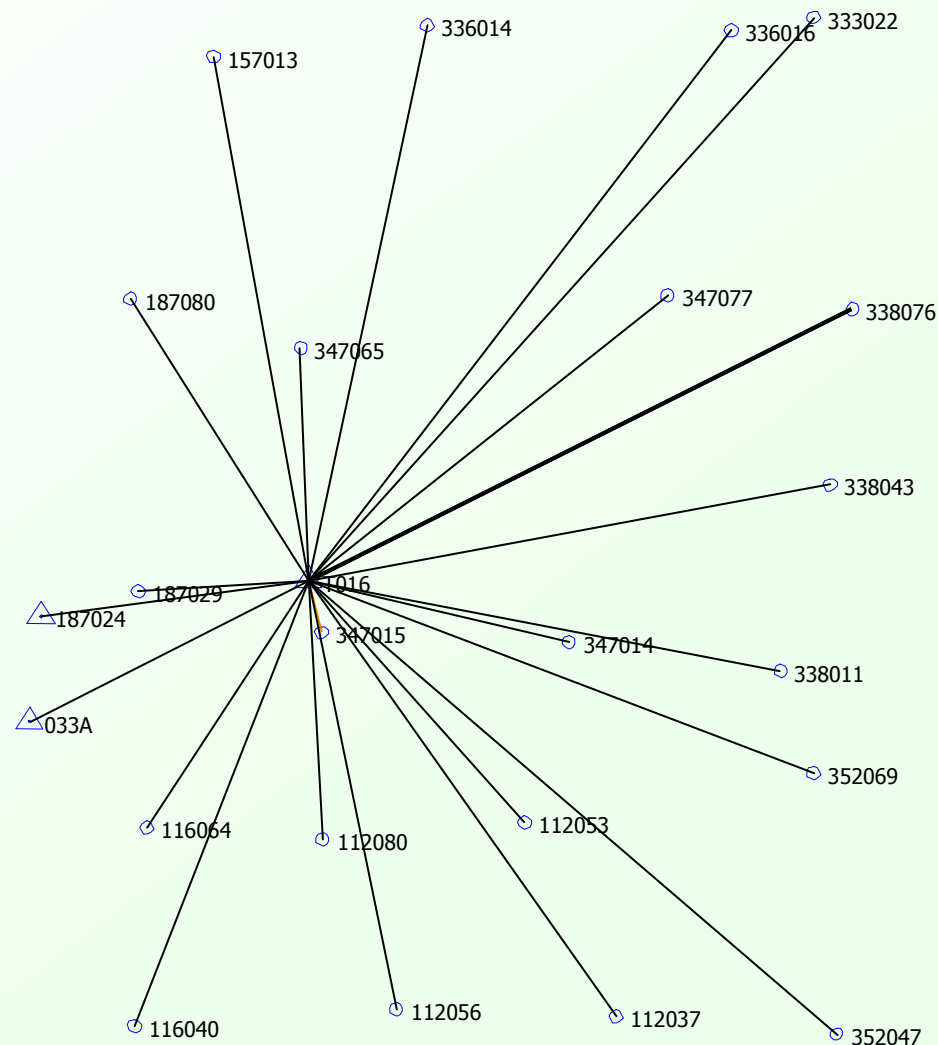


Αριθμητικά Παραδείγματα

Νομός Θεσσαλονίκης – Κιλκίς -
Σερρών

Μετρήσεις τριγωνομετρικών ΓΥΣ
Μήκη βάσεων 2.5- 34 Km.

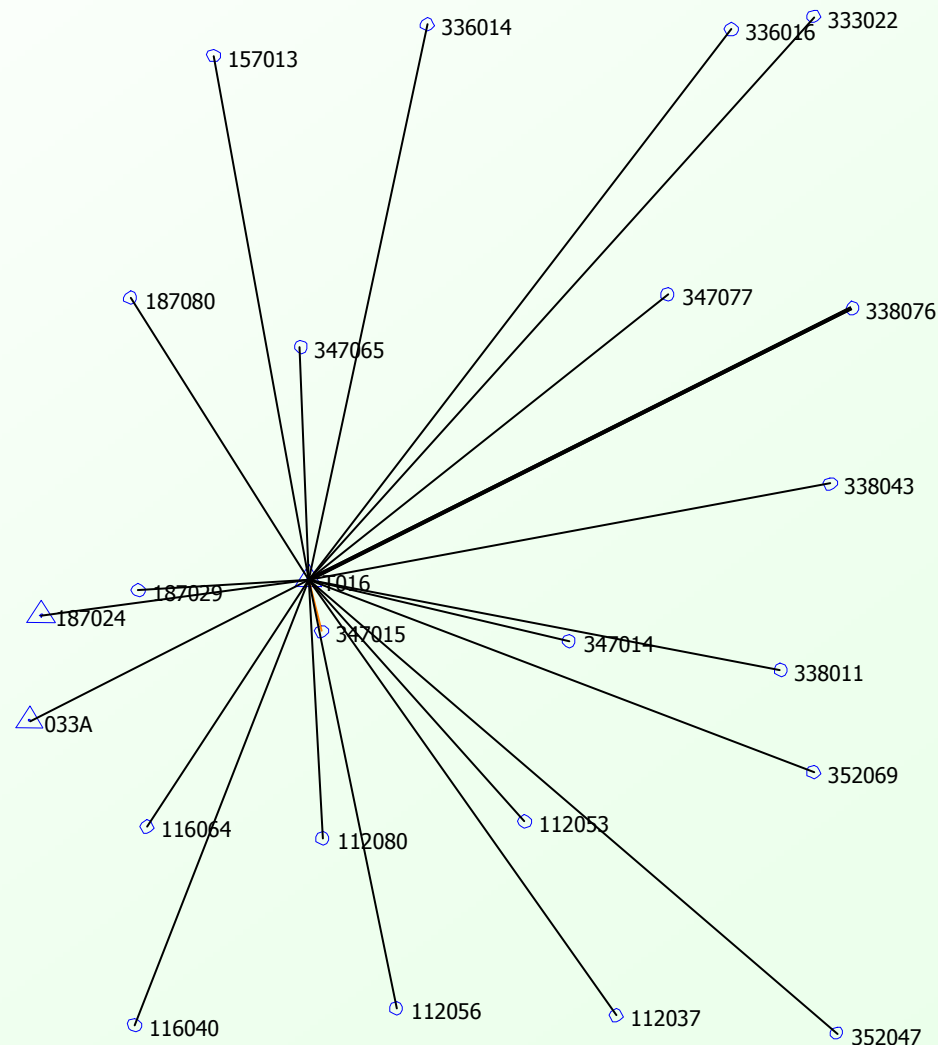
Σύγκριση υπολογισμού
συντεταγμένων ΕΓΣΑ87:
Α) μέσω του επίσημου μοντέλου
μετασχηματισμού και
Β) θέτοντας συν/νες ΕΓΣΑ87 στο
base station και λύνοντας χωρίς να
χρησιμοποιείται το επίσημο
μοντέλο μετασχηματισμού





Αριθμητικά Παραδείγματα

Σημείο	Επίλυση με χρήση του Επίσημου Μοντέλου Μετασχημ. (HEPOS-GGRS87)		Επίλυση χωρίς τη χρήση του Επίσημου Μοντέλου Μετασχημ.	
	ΔΕ [m]	ΔΝ [m]	ΔΕ [m]	ΔΝ [m]
112037	-0.01	0.04	0.15	0.03
112053	-0.03	0.01	0.10	-0.01
112056	0.01	-0.01	0.17	-0.05
112080	0.05	0.02	0.12	-0.04
116040	0.03	0.02	0.10	-0.09
116064	0.00	-0.04	0.02	-0.10
157013	0.03	0.02	-0.21	0.26
187024	0.00	0.00	0.76	0.47
187029	0.01	0.01	0.01	-0.03
187080	0.04	0.00	-0.10	0.13
333022	0.02	0.02	-0.06	0.20
336014	0.06	0.09	-0.22	0.33
338011	-0.01	0.02	0.16	0.07
338043	0.04	0.03	0.11	0.12
347014	-0.03	0.04	0.10	0.08
347015	0.03	0.02	0.01	0.01
347065	0.02	0.04	0.07	0.07
352047	0.00	0.03	0.16	0.15
352069	0.01	0.02	0.20	0.09





Αριθμητικά Παραδείγματα

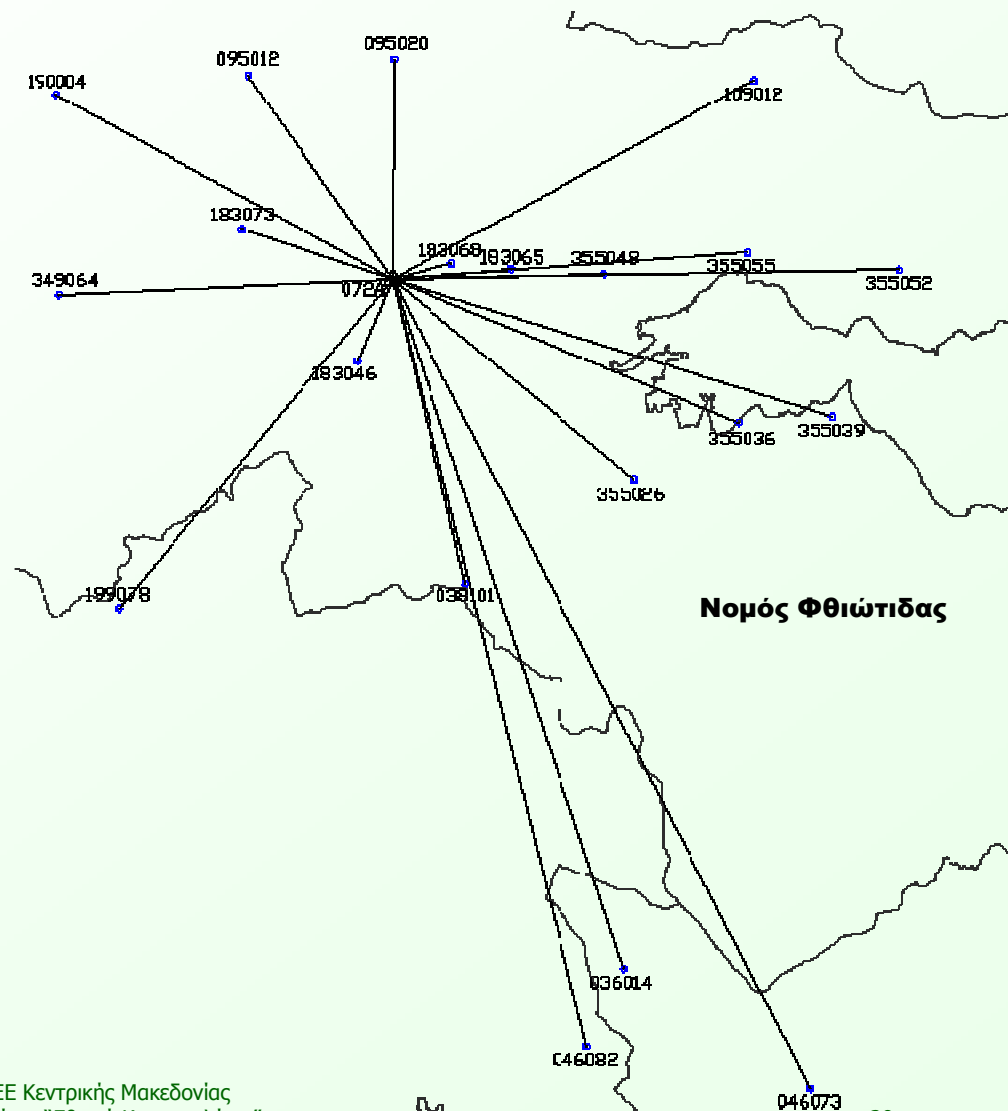
Νομός Φθιώτιδας

Μετρήσεις τριγωνομετρικών ΓΥΣ
Μήκη βάσεων 3.5- 56 Km.

Σύγκριση υπολογισμού
συντεταγμένων ΕΓΣΑ87:

A) μέσω του επίσημου μοντέλου
μετασχηματισμού και

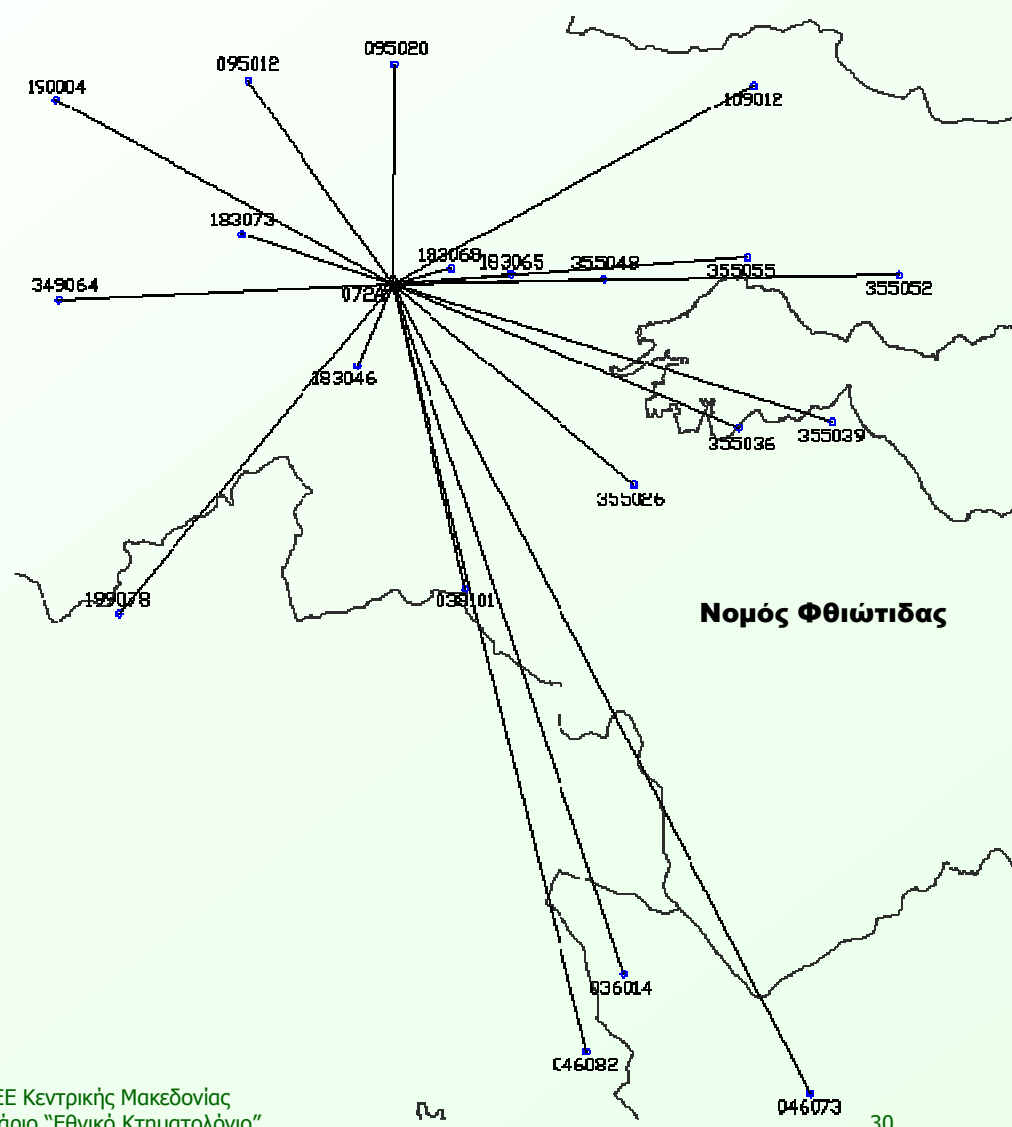
B) θέτοντας συν/νες ΕΓΣΑ87 στο
base station και λύνοντας χωρίς να
χρησιμοποιείται το επίσημο
μοντέλο μετασχηματισμού





Αριθμητικά Παραδείγματα

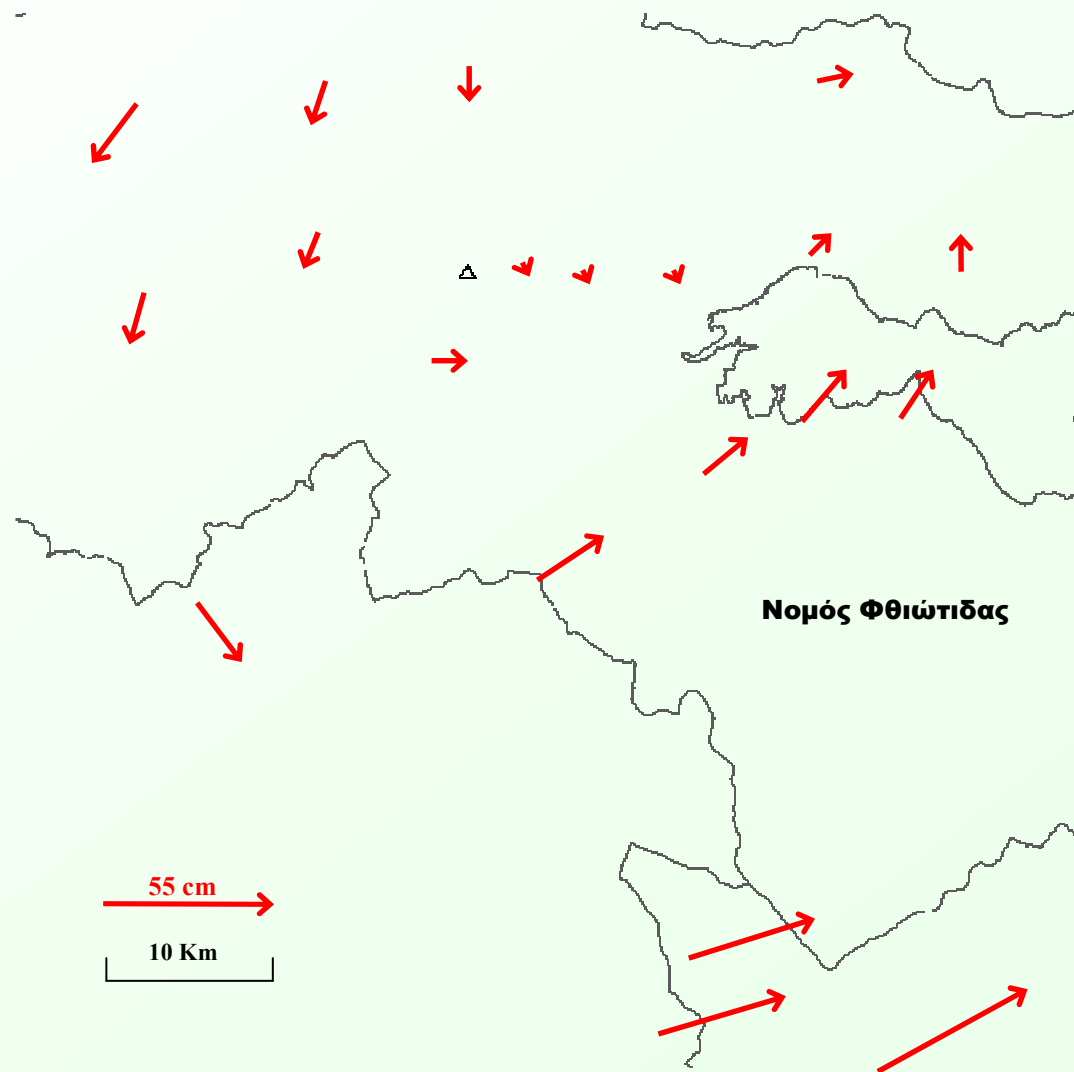
Σημείο	Επίλυση με χρήση του Επίσημου Μοντέλου Μετασχημ. (HEPOS- GGRS87)			Επίλυση χωρίς τη χρήση του Επίσημου Μοντέλου Μετασχημ.		
	ΔΕ [m]	ΔΝ [m]	Ds [m]	ΔΕ [m]	ΔΝ [m]	Ds [m]
183065	0.00	-0.02	0.02	0.01	-0.02	0.02
183068	0.02	-0.03	0.04	0.01	-0.02	0.02
355048	-0.04	0.01	0.04	0.01	-0.03	0.03
355055	-0.02	-0.01	0.02	0.05	0.04	0.07
109012	0.02	-0.04	0.05	0.10	0.03	0.11
183046	0.03	0.03	0.04	0.11	-0.01	0.11
095020	0.07	-0.02	0.07	0.02	-0.12	0.12
355052	-0.03	0.00	0.03	-0.01	0.13	0.13
183073	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.12	0.13
349064	-0.01	0.05	0.05	-0.04	-0.13	0.14
095012	0.05	-0.01	0.05	-0.05	-0.15	0.16
355039	0.00	-0.04	0.04	0.12	0.14	0.18
355026	-0.02	-0.01	0.02	0.14	0.12	0.19
355036	-0.02	-0.01	0.02	0.12	0.17	0.21
038101	0.01	0.08	0.08	0.19	0.14	0.23
199078	-0.02	-0.03	0.04	0.14	-0.21	0.25
190004	-0.03	-0.01	0.04	-0.16	-0.21	0.26
036014	-0.02	-0.01	0.02	0.37	0.12	0.39
046082	-0.02	-0.02	0.02	0.39	0.10	0.41
046073	-0.01	-0.01	0.02	0.48	0.26	0.55





Αριθμητικά Παραδείγματα

Επίλυση χωρίς τη χρήση του Επίσημου Μοντέλου Μετασχηματισμού		
Σημείο	Μήκος Βάσης [km]	Ds [m]
183065	7.3	0.02
183068	3.8	0.02
355048	13.0	0.03
355055	22.0	0.07
109012	25.5	0.11
183046	5.4	0.11
095020	13.7	0.12
355052	31.2	0.13
183073	9.9	0.13
349064	20.7	0.14
095012	15.6	0.16
355039	28.5	0.18
355026	19.2	0.19
355036	23.1	0.21
038101	19.2	0.23
199078	26.4	0.25
190004	23.8	0.26
036014	44.8	0.39
046082	48.8	0.41
046073	56.1	0.55





Συμπεράσματα

Πριν την ίδρυση του HEPOS, ο ορισμός του ΕΓΣΑ87 γινόταν κατά κανόνα με χρήση των τριών προσεγγιστικών παραμέτρων μετάθεσης μεταξύ WGS84 και ΕΓΣΑ87 ($\Delta X \approx -200$ m, $\Delta Y \approx +74$ m, $\Delta Z \approx +246$ m).

Όταν όμως χρησιμοποιείται το HEPOS (τόσο για εφαρμογές μετεπεξεργασίας όσο και για πραγματικού χρόνου), δεν πρέπει να χρησιμοποιείται αυτός ο προσεγγιστικός ορισμός του ΕΓΣΑ87, επειδή μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά σφάλματα, όπως φάνηκε και από τα προηγούμενα παραδείγματα.

Αντίθετα, το επίσημο μοντέλο μετασχηματισμού εξασφαλίζει μία πολύ ικανοποιητική προσέγγιση της υλοποίησης του ΕΓΣΑ87 μέσω των τριγωνομετρικών του Κρατικού δικτύου, στο επίπεδο των λίγων cm.



Συμπεράσματα

Η υλοποίηση του ΕΓΣΑ87 μέσω του HEPOS είναι μονοσήμαντα ορισμένη. Αυτό σημαίνει ότι η (σωστή) χρήση του HEPOS θα οδηγήσει πάντα στις ίδιες συντεταγμένες ΕΓΣΑ87.

Αντίθετα, όπως έχει αποδείξει η εμπειρία, κατά τη χρήση τριγωνομετρικών σημείων του Κρατικού Δικτύου προκύπτουν διαφορετικές συντεταγμένες ανάλογα με το ποιο τριγωνομετρικό σημείο χρησιμοποιείται και ανάλογα με την εσωτερική ακρίβεια που έχουν τα τριγωνομετρικά σημεία στη συγκεκριμένη περιοχή.