Κ. Κατσάμπαλος
Καθηγητής ΤΑΤΜ-ΑΠΘ

Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς συντεταγμένων του HEPOS

Το έργο της Τεχνικής Βοήθειας για το HEPOS εντάσσεται στο μέτρο 5.3 του Ε.Π. «Κοινωνία της Πληροφορίας» και συγχρηματοδοτείται σε ποσοστό 80% από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και 20% από εθνικούς πόρους.

Παροχή ειδικών συμβουλευτικών υπηρεσιών για το έργο του HEPOS

Έργο Επιτροπής Ερευνών του ΑΠΘ (82216)
Δεκέμβριος 2006 – Νοέμβριος 2008

Κ. Κατσάμπαλος & Χρ. Κωτσάκης

Αντικείμενα :
Επεξεργασία παρατηρήσεων GPS HEPOS-Supply (πρώτη συνόρθωση) & HEPOS-Meas
Επιλογή συστήματος αναφοράς
Μελέτη μοντέλων μετασχηματισμού ΕΓΣΑ87 <> νέο ΣΑ
Υλοποίηση αμφίδρομου μετασχηματισμού

Σύγχρονα Παγκόσμια & Ευρωπαϊκά Συστήματα και Πλαίσια Αναφοράς

- ITRS [ITRF88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, (20)00 και (20)05]
- ETRS [ETRF89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, (20)00 και (20)05]
- ETRF89 (t=1989.0) ταυτίζεται με το ITRF89 (t=1989.0)
- Ορισμός :
  The IAG Subcommision for the European Reference Frame (EUREF) , following its Resolution 1 adopted in Firenze meeting in 1990, recommends that the terrestrial reference system to be adopted by EUREF will be coincident with ITRS at the epoch 1989.0 and fixed to the stable part of the Eurasian Plate. It will be named European Terrestrial Reference System 89 (ETRS89).
- Σε κάθε σημείο αποδίδεται Θέση, Ταχύτητα και ακρίβειες σε συγκεκριμένη εποχή (t) και πλαίσιο αναφοράς, π.χ. (AUT1)

ITRF2005 2000.0	4466283.4880 ± 0.0030	1896166.7750 ± 0.0020	4126096.7730 ± 0.0030		
	-0.0126 ± 0.0005	0.0213 ± 0.0002	0.0028 ± 0.0005	2.5 cm/year	
ETRF2005 2000.0	4466283.7370 ± 0.0030	1896166.6250 ± 0.0020	4126096.6180 ± 0.0030		
	0.0049 ± 0.0005	0.0033 ± 0.0002	-0.0079 ± 0.0005	1 cm/year	

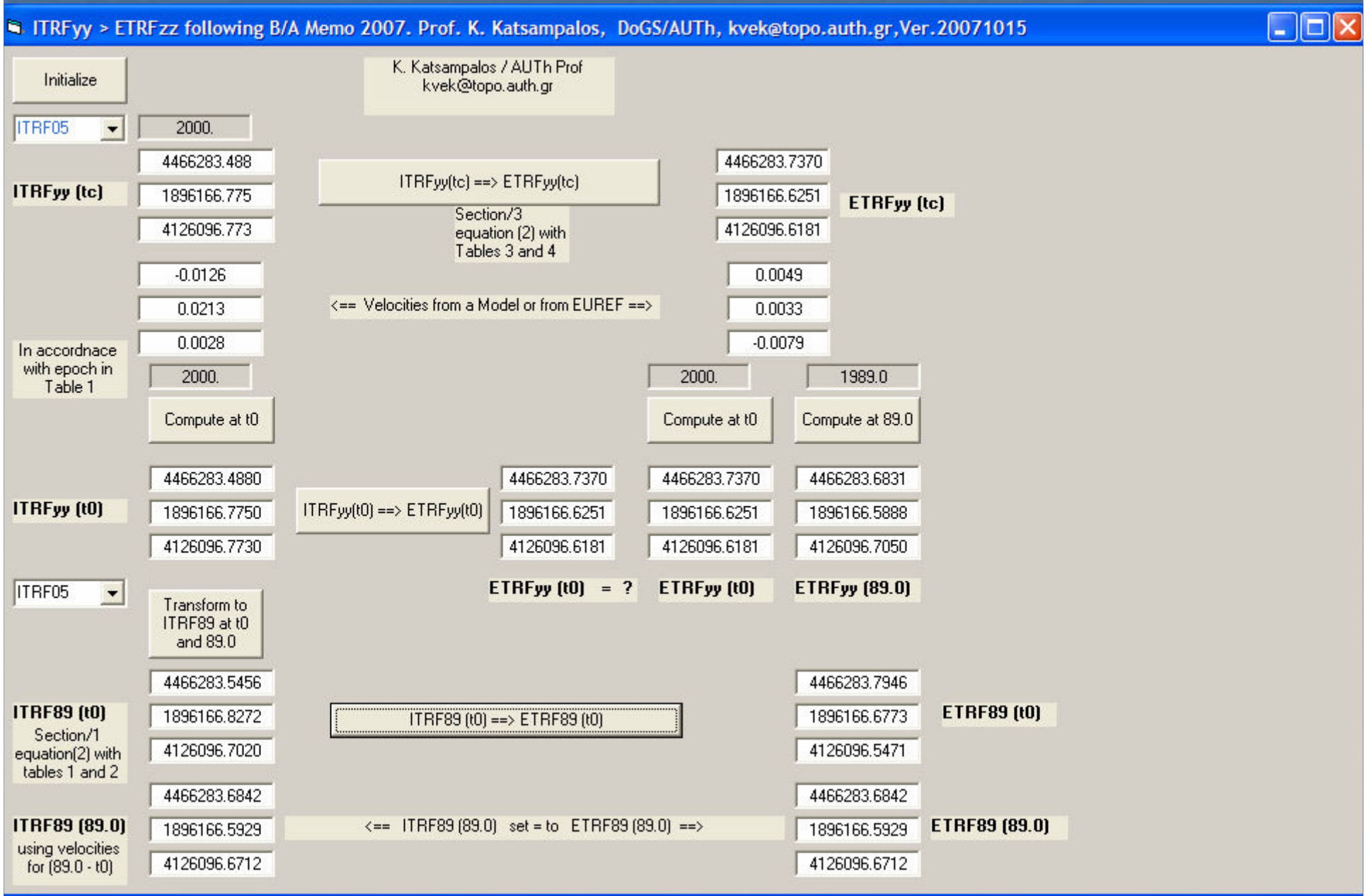
http://www.epncb.oma.be/

Μετασχηματισμός ITRFyy > ETRFyy

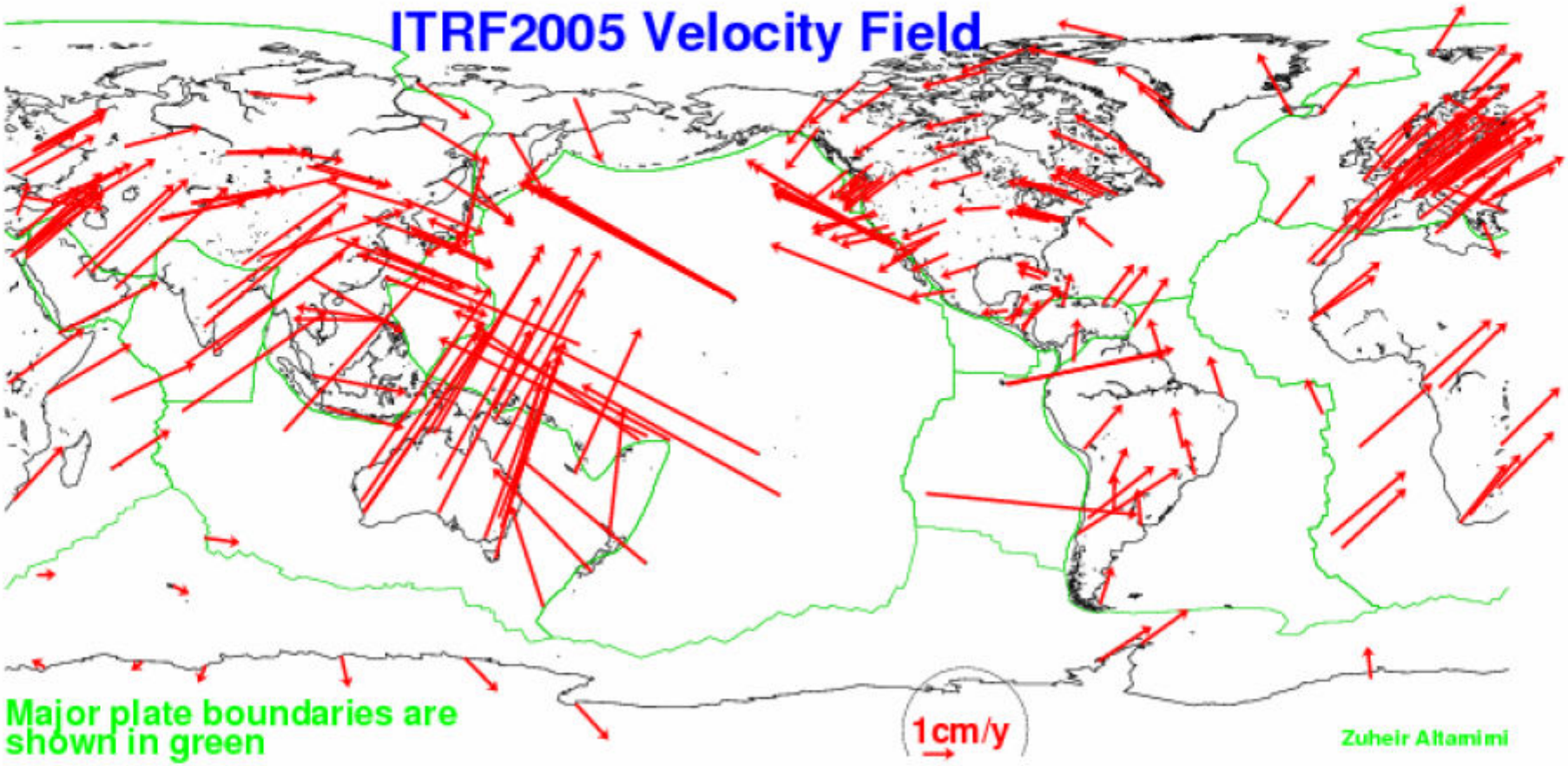
- Ακολουθείται (επιβάλλεται!) η διαδικασία του «Μνημονίου» των Boucher/Altamimi (έκδοση Φεβρ.2007)
- Οι έξι (6) παράμετροι στην εξίσωση εκδίδονται «επισήμως»

$$X_{YY}^{E}(t_c) = X_{YY}^{I}(t_c) + T_{YY} + \begin{pmatrix} 0 & -\dot{R}3_{YY} & \dot{R}2_{YY} \\ \dot{R}3_{YY} & 0 & -\dot{R}1_{YY} \\ -\dot{R}2_{YY} & \dot{R}1_{YY} & 0 \end{pmatrix} \times X_{YY}^{I}(t_c) \cdot (t_c - 1989.0)$$

Βοηθητικό Λογισμικό : ITRFyy <> ETRFxx (Boucher-Altamimi MEMO)



ITRF2005 and Plate motion:
Horizontal Site velocities with σ < 3mm/y

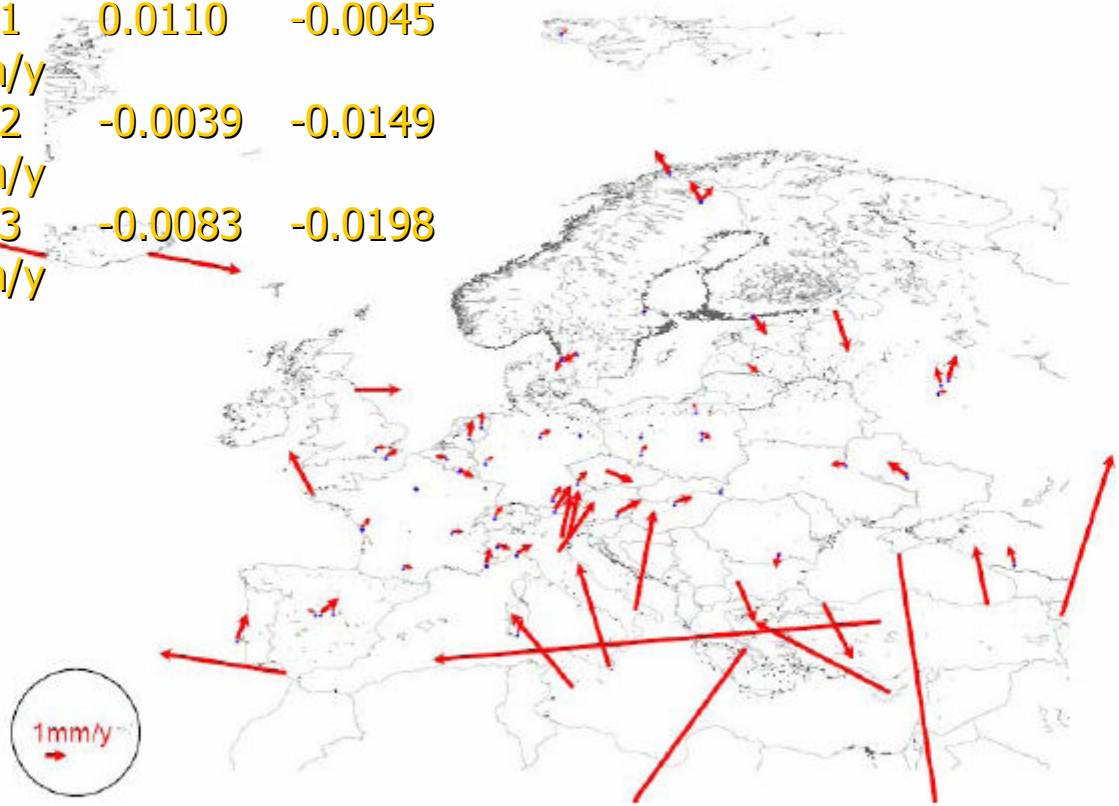


Z. Altamimi, EUREF Symposium, London, June 2007

ETRF2005 Horizontal Velocities

ETRF2005 / 2000.0 Τιμές 4/12/2007 !!!

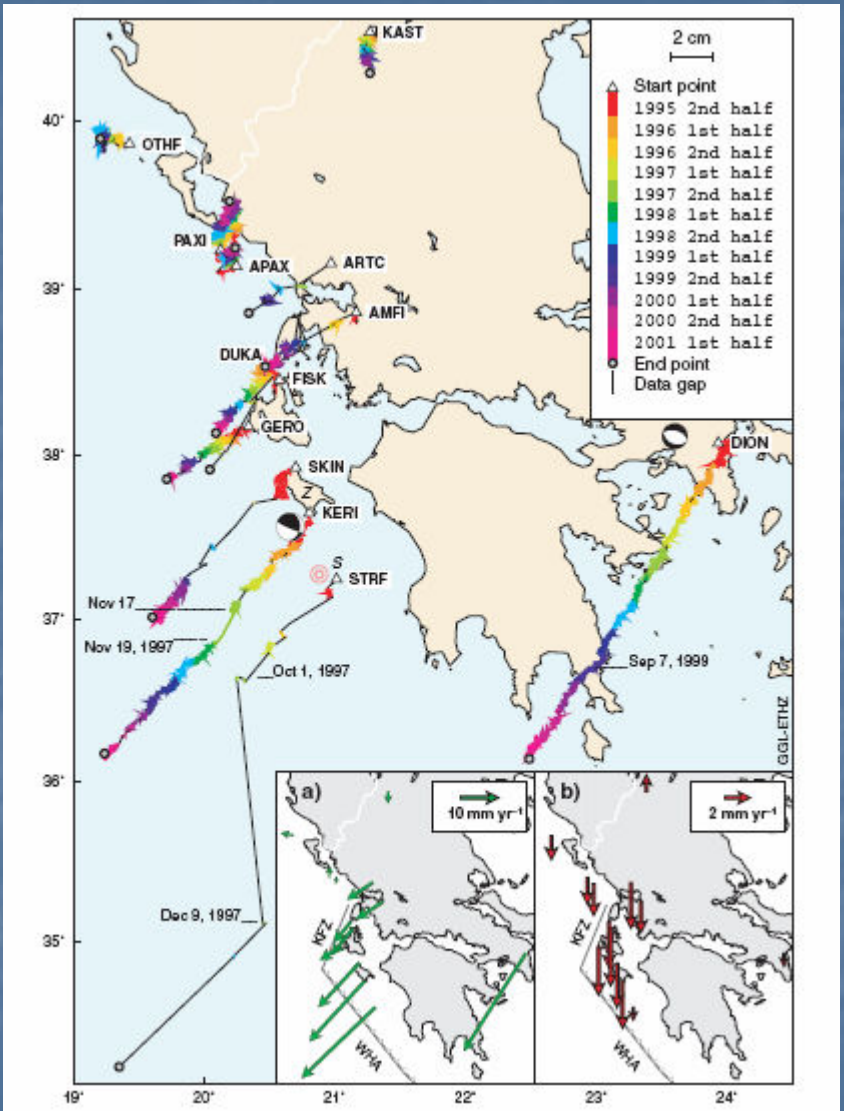
AUT1	0.0111	0.0110	-0.0045
	1.6cm/y		
NOA1	0.0222	-0.0039	-0.0149
	2.7cm/y		
TUC2	0.0213	-0.0083	-0.0198
	3.0cm/y		



Z. Altamimi, EUREF Symposium, Frankfurt, Nov/2006

Hollenstein-Geiger-Khale-Veis (GJI/2006)

Οριζόντιες «τροχιές» σταθμών GPS αναφορικά με την Ευρασιατική πλάκα



Επιλογή Datum

Coordinate Reference System = Datum + Coordinate System/Grid

Σύστημα Αναφοράς Συντεταγμένων = Datum + Προβολικό Σύστημα

Ως datum (με την ευρεία έννοια του όρου) επιλέγεται το ETRS89 (πλαίσιο ETRF2005) στη μέση εποχή των παρατηρήσεων για τη δημιουργία του HEPOS (epoch 2007.5). Η επιλογή αυτή :

- εισάγει την ελληνική γεωδαιτική πρακτική στις τρείς διαστάσεις, χωρίς τον δυισμό (2+1) του παρελθόντος,
- επιτρέπει, χάρις στα διαρκώς εξελισσόμενα και αναπτυσσόμενα συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS, GLONASS, Galileo), ακρίβειες στο επίπεδο του 0.01m, ενιαίες για όλη την Ελλάδα,
- είναι σε συμφωνία με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες (π.χ. INSPIRE) αλλά και με τις επιλογές άλλων ευρωπαϊκών χωρών,
- εξασφαλίζει συμβατότητα με τις υπό εκτέλεση μελέτες LSO-VLSO, για τις οποίες έχουν χορηγηθεί (από την ΤΕ.ΒΟ. ΕΜΠ) συντεταγμένες στο ETRF89,
- εξασφαλίζει τις μικρότερες δυνατές μεταβολές των συντεταγμένων στα σημεία της Ελληνικής επικράτειας,
- είναι υλοποιήσιμη σύμφωνα με την αυστηρή και διεθνώς αποδεκτή διαδικασία (Memo Boucher/Altamimi, έκδοση 27-3-2007), αγνοώντας (προς το παρόν) τις τεκτονικές ταχύτητες,
- είναι συμβατή με το λογισμικό που εγκαταστάθηκε (Οκτώβριος 2007) από τον Ανάδοχο (έργο HEPOS_SUPPLY) για τη λειτουργία του συστήματος.

AUT1 – TUC2 ITRF05/ETRF05

- AUT1
- ITRF2000 2007.236 4466283.4000 1896166.9250 4126096.7810
- ITRF2005 2007.5 4466283.3935 1896166.9348 4126096.7940
- ETRF2005 2007.5 4466283.7738 1896166.6498 4126096.5588

- TUC2
- ITRF2000 2007.236 4744543.7900 2119411.9230 3686258.8030
- ITRF2005 2007.5 4744543.7823 2119411.9228 3686258.816

  ΑΠΘ 4744543.783 2119411.923 3686258.813 3 mm
- ETRF2005 2007.5 4744544.1580 2119411.6200 3686258.5700

  ΑΠΘ (offset) 4744544.163 2119411.638 3686258.578 2 cm

  ΑΠΘ (B/A) 4744544.159 2119411.621 3686258.568 2 mm

(Δελτίο-11)

HEPOS ΣΑΣ : ETRF2005/2007.5 AUT1

ETRF89

1989.0	4466283.6842	1896166.5929	4126096.6712	15.5cm

ETRF2000

1997.0	4466283.7296	1896166.6207	4126096.6266	8.6cm

ETRF2005

1989.0	4466283.6831	1896166.5888	4126096.7050	18.2cm
2000.0	4466283.7370	1896166.6250	4126096.6180	7.4cm
2000.0	4466283.6920	1896166.5620	4126096.5900	Νέο!! 4/12
2007.5	4466283.7738	1896166.6498	4126096.5588	

Προβολικό Σύστημα

Coordinate Reference System = Datum + Coordinate System/Grid

Σύστημα Αναφοράς Συντεταγμένων = Datum + Προβολικό Σύστημα

Ως δυδιάστατο Σύστημα Συντεταγμένων (grid) ορίζεται η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή με τα παρακάτω στοιχεία:

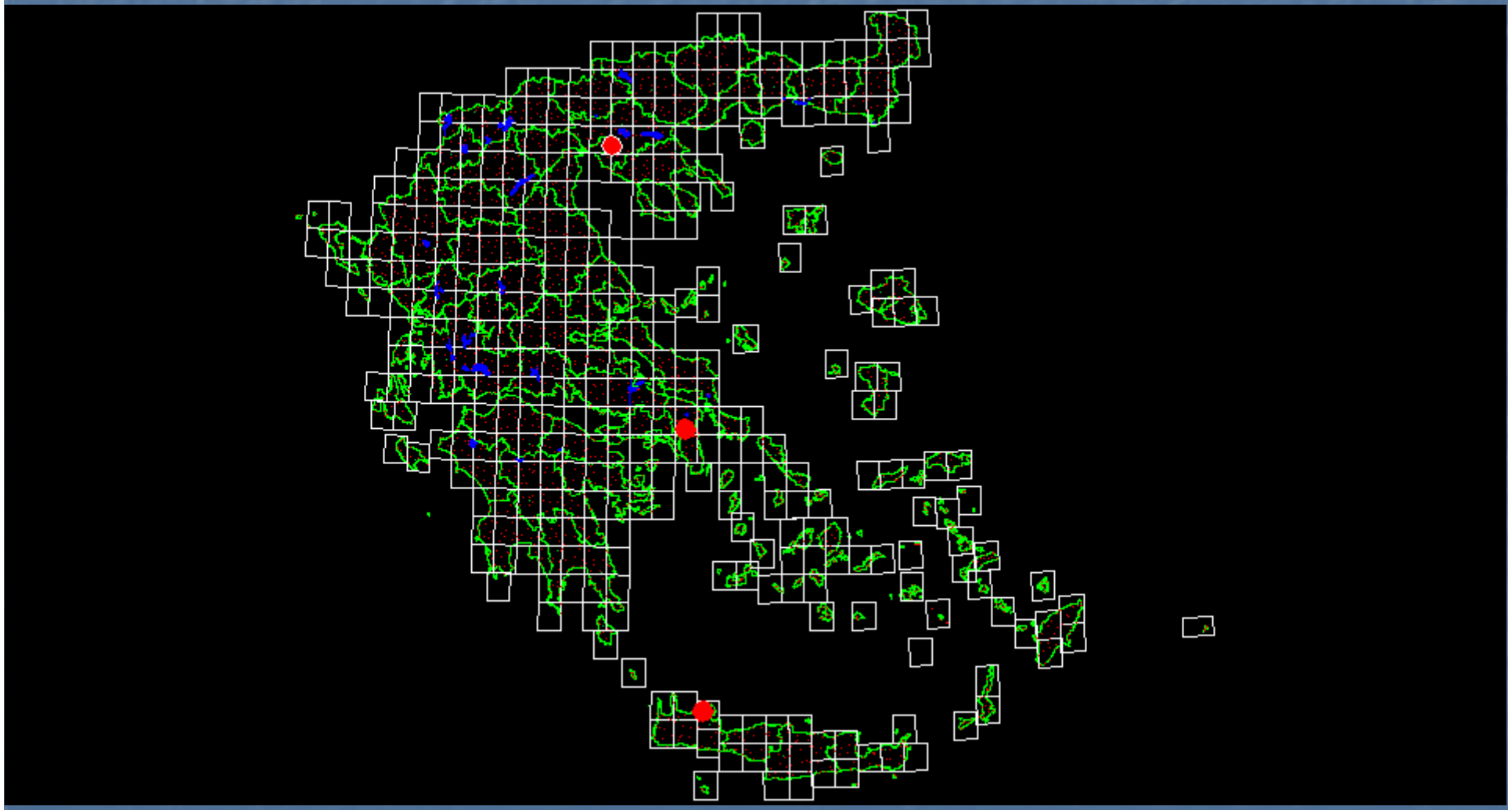
- - κεντρικός μεσημβρινός : λ0 = 24 A
- - συντελεστής κλίμακας σε λ=24oA : k0 = 0.9996
- - πλάτος αναφοράς : φ0= 000 00'00''.00
- - προσθετική σταθερά στο X : X0= 500 000.00 μέτρα
- - προσθετική σταθερά στο Y : Y0= -2 000 000.00 μέτρα
- Ειδικότερα για το Καστελόριζο χρησιμοποιείται η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή με τα παρακάτω στοιχεία:
- - κεντρικός μεσημβρινός : λ0 = 30 A
- - συντελεστής κλίμακας σε λ=30oA : k0 = 1.000000
- - πλάτος αναφοράς : φ0= 000 00'00''.00
- - προσθετική σταθερά στο X : X0= 500 000.00 μέτρα
- - προσθετική σταθερά στο Y : Y0= -2 000 000.00 μέτρα
- Ως ελλειψοειδές αναφοράς χρησιμοποιείται το GRS80, όπως και στο ΕΓΣΑ87. Η θέση του κέντρου του ελλειψοειδούς είναι πλέον πρακτικά στο γεώκεντρο, ταυτίζεται δηλαδή με το κέντρο του ETRS89.

ΣΣ HEPOS – μ/σχ ΕΓΣΑ87 – «επίσημα»

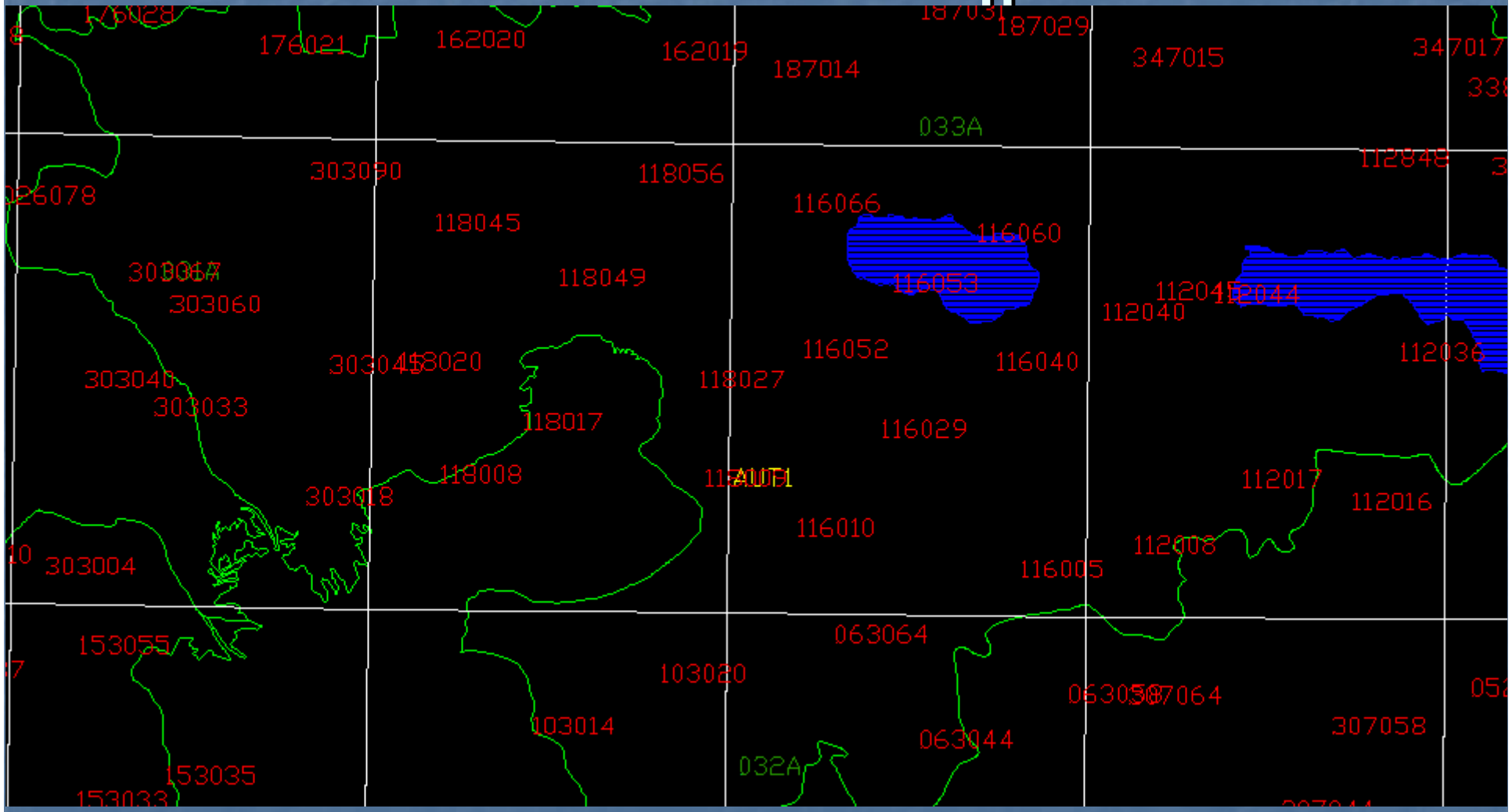
TE.BO.AUTh Profs Katsampalos/Kotsakis
HEPINT.f ver20071106 Transform ETRF2005 <> GGRS87
002006 ETRF2005 2007.5000 4516774.091 2301045.630 3858207.089
002006 ETRF2005 2007.5000 37 27 39.84089 26 59 46.74071 118.388
002006 ETRF2005 2007.5000 765013.823 2150238.899 1.000465
Grid Interp -.03845 .02719
Diff.Eq. -9.17723 -6.40903
002006 GGRS87 37 27 30.62520 26 59 40.35887
002006 GGRS87 764866.033 4149949.805 1.000464
Diff.Eq. -9.17764 -6.40896
Grid Interp -.03846 .02719
002006 BACK05 37 27 39.84129 26 59 46.74064 [διαφορά: 1cm, 0.2cm]

ΟΚΧΕ / ΓΥΣ («επίσημα» ΕΓΣΑ87) **764866.135 4149949.783** [διαφορά: 10cm, 2cm]

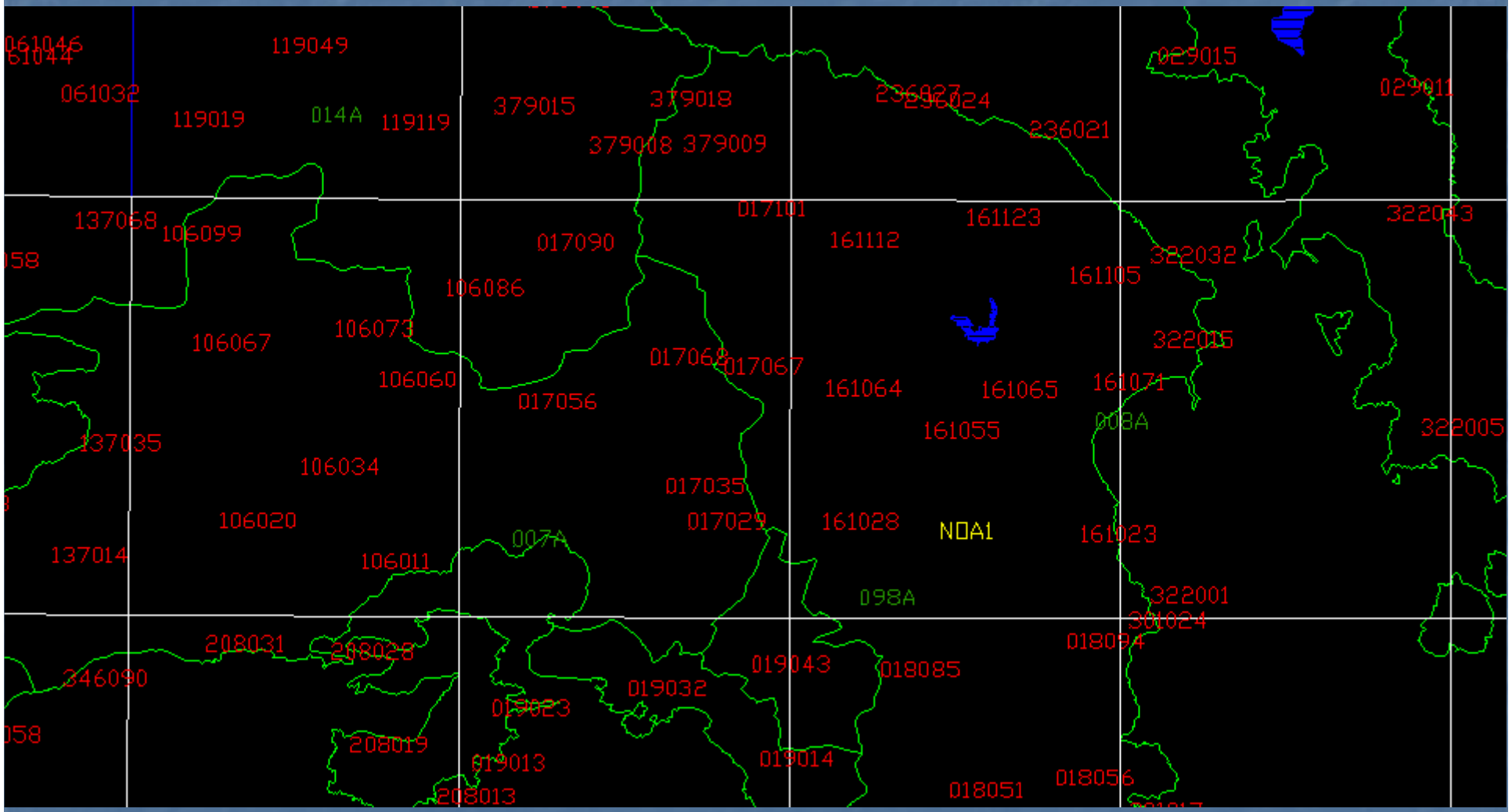
Ελληνικοί σταθμοί EUREF : AUT1 , NOA1 , TUC2



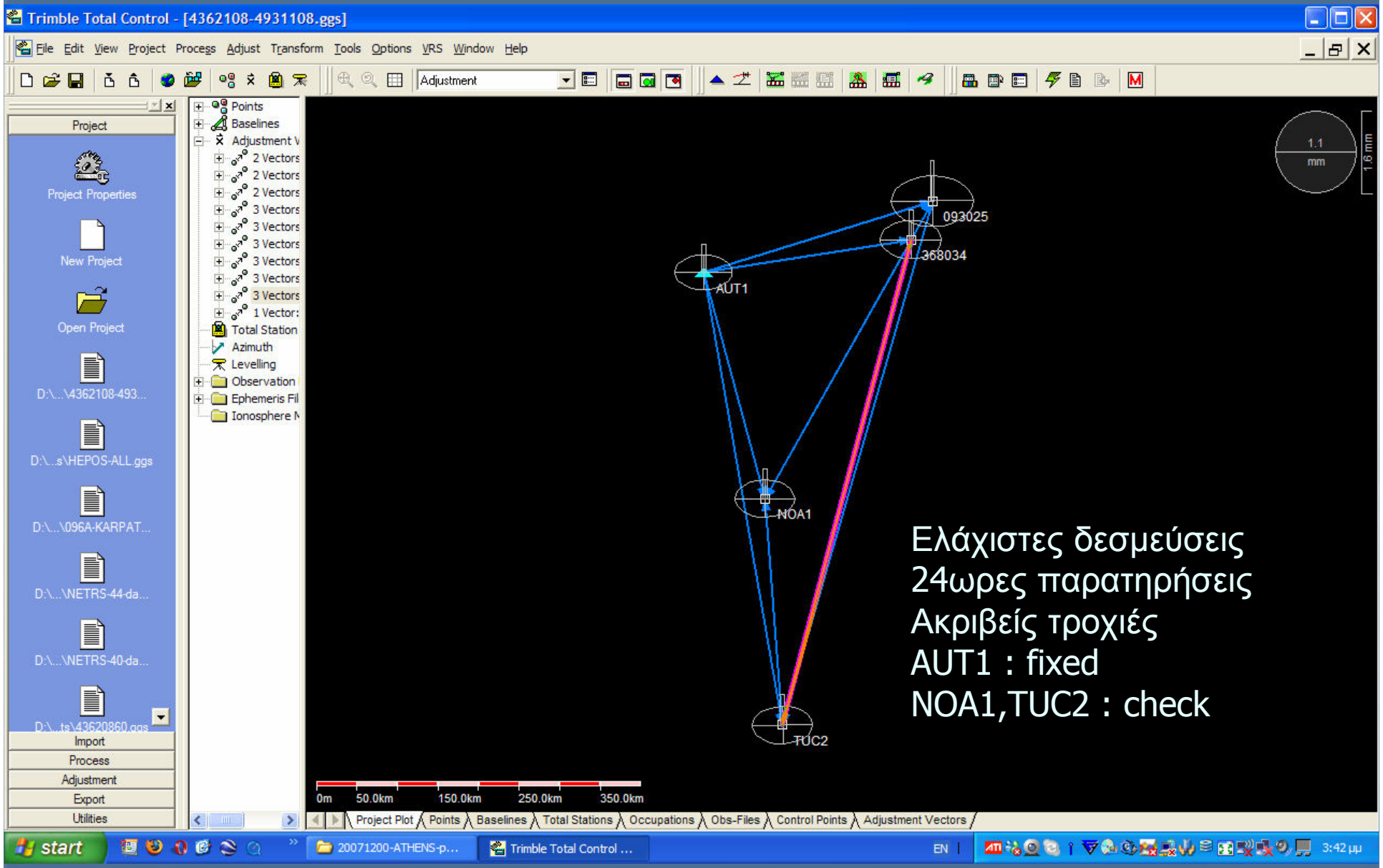
3+98+2470 σημεία



Αττική


061046
061044
119049
061032
119019
014A
119119
379015
379018
379008
379009
236027
236024
236021
029015
029011
137068
106099
017101
161123
322043
017090
161112
322032
161105
106086
106067
106073
322015
017068
017067
106060
161064
161065
161071
017056
161055
008A
322005
137035
106034
017035
106020
017029
161028
NOA1
161023
007A
137014
106011
098A
322001
301024
018094
208031
208028
346090
019043
018085
019032
019023
208019
019013
019014
018051
018056
208013

Τμηματική Συνόρθωση για τους Σταθμούς Αναφοράς



Ελάχιστες δεσμεύσεις
24ωρες παρατηρήσεις
Ακριβείς τροχιές
AUT1 : fixed
NOA1,TUC2 : check

AUT1 : fixed ... Έλεγχος στους NOA1 & TUC2

Ενδεικτική Επίλυση ΑΠΘ στο ETRF2005 (t=2007.500)

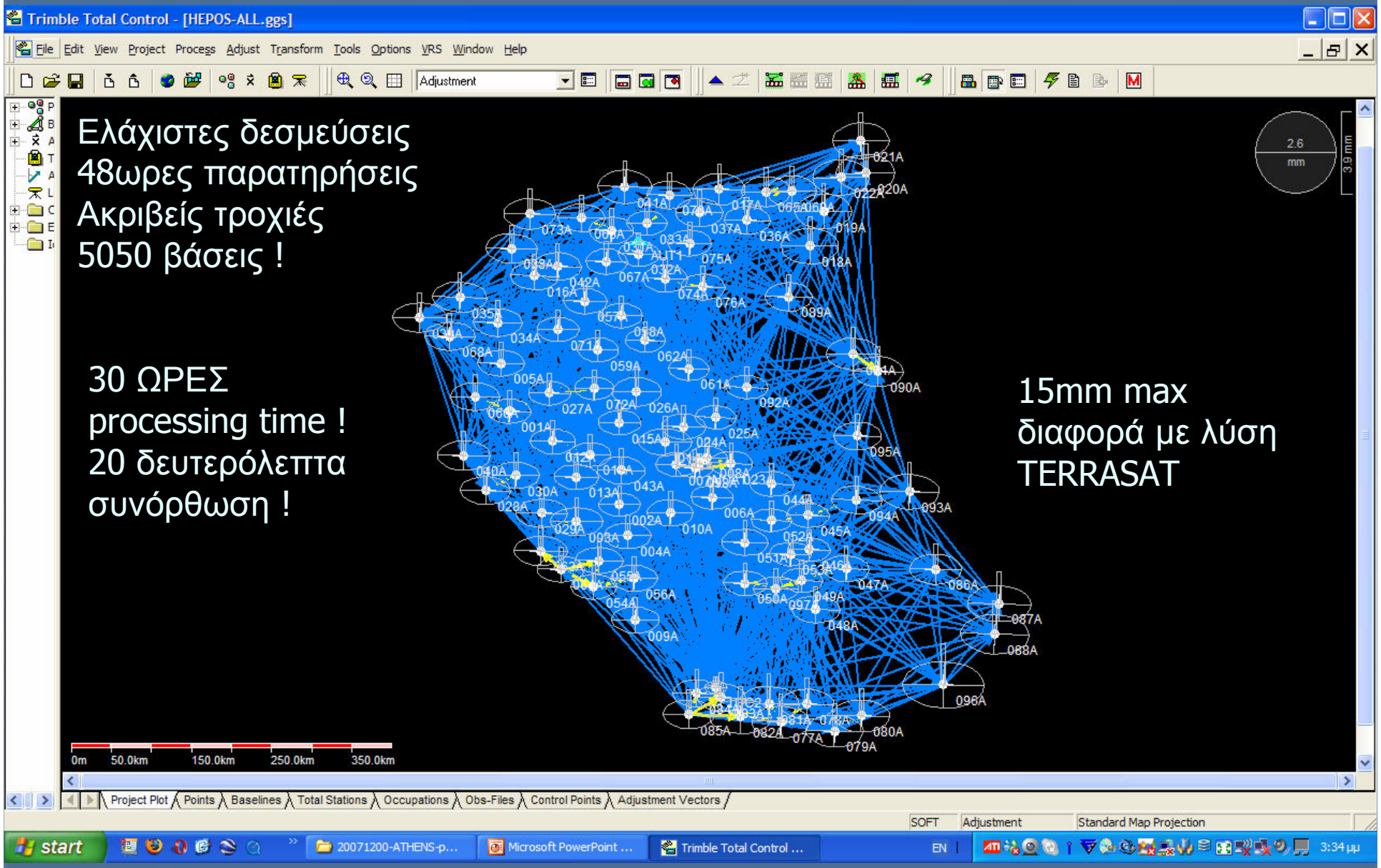
AUT1	4466283.774	1896166.650	4126096.559
NOA1	4599642.331	2034827.057	3909890.372
TUC2	4744544.165	2119411.628	3686258.567

«επίσημες» EUREF στο ETRF2005 (t=2007.500)

TUC2	4744544.158	2119411.620	3686258.570

Διαφορά θέσης στο επίπεδο του εκατοστού (σε όλες τις επιλύσεις)

Συνολική Συνόρθωση για τους 98 Σταθμούς HEPOS



Σύγκριση IGE - ΑΠΘ

ETRF2005 / 2007.5

IGE : Bernese, 14 ημέρες παρατηρήσεων, 11+3 EUREF σταθμοί (2007.79)
ΑΠΘ : TTC, 2 ημέρες παρατηρήσεων, 3 EUREF σταθμοί (2007.5)

AUT1	4466283.7738	1896166.6498	4126096.5588	0.000	0.000	0.000
NOA1	4599642.3270	2034827.0491	3909890.3763	-0.001	-0.002	0.001
TUC2	4744544.1660	2119411.6204	3686258.5688	0.007	-0.001	0.001
001A	4652928.9834	1800365.8708	3960522.9589	0.010	0.004	0.007
…						
046A	4603493.1247	2185789.5582	3822830.3172	0.003	-0.009	-0.005
…						
098A	4604061.5843	2030937.3314	3906256.4077	0.008	0.004	0.009

… απομένει …

- Ολοκλήρωση λογισμικού (Visual Basic) για το μετασχηματισμό ETRF2005 <> ΕΓΣΑ87
- Εισαγωγή Γεωειδούς (μοντέλο nmax 2190) …
- Μοντέλο ταχυτήτων στην Ελλάδα ….

- http://users.auth.gr/~kvek/auth-hepos
- http://hepos.blogspot.com/