

# Ανάπτυξη μοντέλου επικινδυνότητας κατολισθήσεων με χρήση μεθόδων Τηλεπισκόπησης και Συμβολομετρίας

Παρακολούθηση των μικρομετακινήσεων με δορυφορικούς  
γεωδαιτικούς σταθμούς ( GPS) των κατολισθήσεων στην  
περιοχή Παναγοπούλα και Πλάτανος στην Πελοπόννησο.

Δημήτρης Αναστασίου, Αγγελική Μαρίνου

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Κέντρο Δορυφόρων Διονύσου  
<http://dionysos.survey.ntua.gr>

**ΘΑΛΗΣ 2012-2015**  
Πάτρα, 26 Νοεμβρίου 2015

# Δομή Παρουσίασης

Εισαγωγή

Δίκτυο Παρακολούθησης

Εργασίες Υπαίθρου

Επεξεργασία Δεδομένων

Αποτελέσματα



# Εισαγωγή

- εγκατάσταση δύο δικτύων μη μόνιμων σταθμών GPS
- περιοχές μελέτης: Παναγοπούλα (v. Αχαΐας), Πλάτανος (v. Κορινθίας)
- στόχος η εκτίμηση μικρομετακινήσεων σε ενεργές κατολισθήσεις, συνδιασμός με άλλες τεχνικές
- Δύο περίοδοι μετρήσεων: Φεβρουάριος 2014 - Απρίλιος 2015
- Επίλυση των δεδομένων

# Υλοποίηση Δικτύου

- Ίδρυση σημείων σε υπάρχουσες γεωτρήσεις και τεχνικά έργα.
- Δυσκολίες στην ίδρυση λόγω της κλίσης και της πυκνής βλάστισης
- Παναγοπούλα:
  - ίδρυση 6 σημείων
  - χρήση του N000 - υπάρχον σημείο που ανοίκει στο δίκτυο παρακολούθησης του Κορινθιακού Κόλπου
- Πλάτανος:
  - ίδρυση 7 σημείων
  - PT07 - σημείο εκτός περιοχή κατολίσθησης

## Υλοποίηση Δικτύου

εδώ φωτο από την υλοποίηση των σημείων



# Περιοχή Παναγοπούλας

- 7 σημεία
- Ν000 -  
υπάρχον από  
άλλες  
εργασίες



**Σχήμα 1:** Δίκτυο παρακολούθησης στην περιοχή της Παναγοπούλας

# Περιοχή Πλατάνου

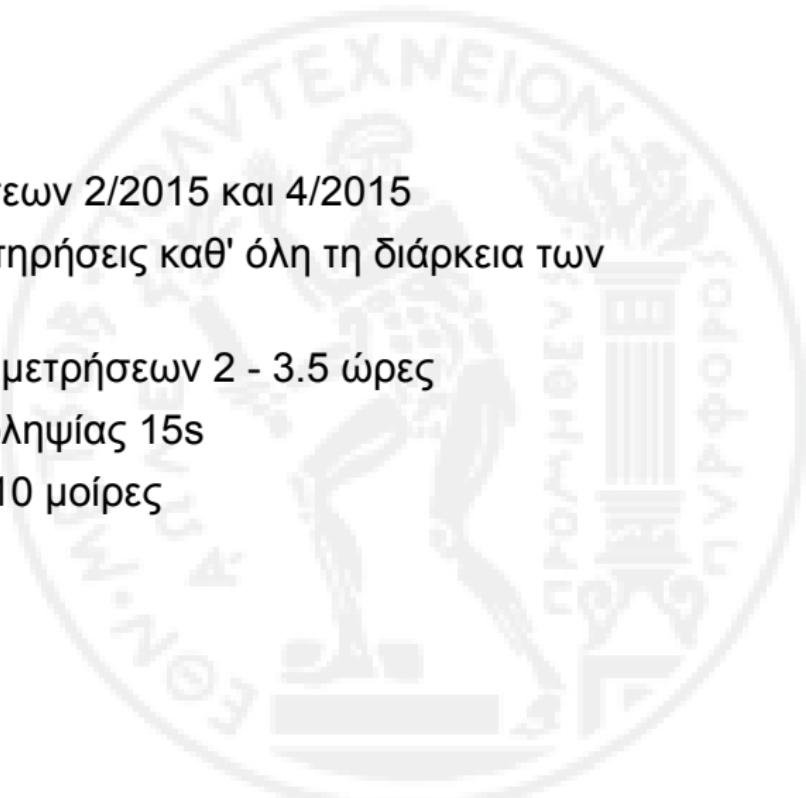
- 8 σημεία
- PT07 - εκτός περιοχής κατολίσθησης



**Σχήμα 2:** Δίκτυο παρακολούθησης στην περιοχή του Πλατάνου

# Πρότυπο Μετρήσεων Υπαίθρου

- 2 περίοδοι μετρήσεων 2/2015 και 4/2015
- 1 σημείο με παρατηρήσεις καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων
- χρονικό διάστημα μετρήσεων 2 - 3.5 ώρες
- διάστημα δηγματοληψίας 15s
- γωνία αποκοπής 10 μοίρες



# Εργασίες Υπαίθρου στην Παναγοπούλα

Πίνακας 1: 1η Περίοδος μετρήσεων 15/2/2014

Κωδικός	Κεραία	Δέκτης	Όνομα Αρχείου	Υψος κεραίας (obs) (m)
N000	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	N0000460.14o	1.6317
PL01	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PL010460.14o	1.3340
PL02	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PL020460.14o	1.4730
PL03	TRM41249.00 NONE	TRM4000SSI	PL030460.14o	1.5263
PL04	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PL040460.14o	1.3997
PL05	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PL050460.14o	1.3240
PL06	TRM41249.00 NONE	TRM4000SSI	PL060460.14o	1.2903

Πίνακας 2: 2η Περίοδος μετρήσεων 28/4/2015

Κωδικός	Κεραία	Δέκτης	Όνομα Αρχείου	Υψος κεραίας (obs) (m)
N000	TRM41249.00 NONE	TRM4000SSI	N0001180.15o	1.3750
PL01	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PL011180.15o	1.3620
PL02	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PL021180.15o	1.3010
PL03	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PL031180.15o	1.3250
PL04	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PL041180.15o	1.4060
PL05	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PL051180.15o	1.2408
PL06	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PL061180.15o	1.0830

# Εργασίες Υπαίθρου στον Πλάτανο

Πίνακας 3: 1η Περίοδος μετρήσεων 16/2/2014

Κωδικός	Κεραία	Δέκτης	Όνομα Αρχείου	Υψος κεραίας (obs) (m)
PT01	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT010470.14o	1.3883
PT02	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT020470.14o	1.4487
PT03	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PT030470.14o	1.5357
PT04	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT040470.14o	1.3743
PT05	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PT050470.14o	1.5543
PT06	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT060470.14o	1.1453
PT07	TRM41249.00 NONE	TRM4000SSI	PT070470.14o	1.1653
PT08	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PT080470.14o	1.5343

Πίνακας 4: 2η Περίοδος μετρήσεων 29/4/2015

Κωδικός	Κεραία	Δέκτης	Όνομα Αρχείου	Υψος κεραίας (obs) (m)
PT01	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT011190.15o	1.3783
PT02	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT021190.15o	1.3690
PT03	TRM22020.00+GP NONE	TRM4000SSI	PT031190.15o	1.3260
PT04	TRM33429.00+GP NONE	TRM4000SSI	PT041190.15o	1.2033
PT05	TRM33429.00+GP NONE	TRM4700	PT051190.15o	1.2307
PT06	TRM22020.00+GP NONE	TRM4700	PT061190.15o	1.1537
PT07	TRM41249.00 NONE	TRM4000SSI	PT071190.15o	1.3980
PT08	TRM33429.00+GP NONE	TRM4000SSI	PT081190.15o	1.3570

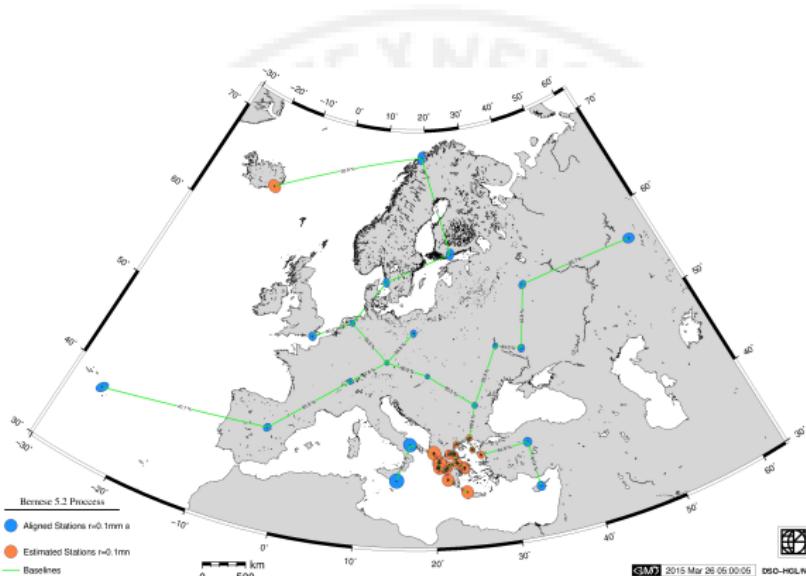
# Επεξεργασία Δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το λογισμικό Bernese GNSS Software v5.2 ακολουθώντας τα παρακάτω πρότυπα:

- Σύστημα αναφορά IGb2008,
- Συμβάσεις IERS 2010,
- Τελικά προϊόντα IGS,
- Διορθώσεις ωκεάνιων παλλιροιων (FES2004),
- Επίλυση ασαφειών φάσης:
  - <= 10km SIGMA algorithm (L1/L2),
  - > 10km Quasi–Ionosphere–Free (QIF) Algorithm

# Υλοποίηση Συστήματος Αναφοράς IGb08

- 21 σταθμοί IGS
- 6 σταθμοί EUREF στην Ελλάδα



**Σχήμα 3:** Χάρτης με τις σχηματισμένες βάσεις για την υλοποίηση του συστήματος αναφοράς

# Τελικές συντεταγμένες σημείων Παναγοπούλας

Πίνακας 5: Τελικές συντεταγμένες - 1η Περίοδος μετρήσεων 15/2/2014

Κωδικός	X (m)	$\sigma X(m)$	Y(m)	$\sigma Y(m)$	Z(m)	$\sigma z(m)$
N000	4647168.058	0.00199	1871835.499	0.00091	3934052.529	0.00162
PL01	4647391.899	0.00045	1871420.637	0.00022	3933993.484	0.00039
PL02	4647365.954	0.00036	1871498.689	0.00021	3933985.844	0.00033
PL03	4647480.571	0.00036	1871635.917	0.00020	3933922.995	0.00030
PL04	4647309.908	0.00049	1871777.071	0.00028	3933949.500	0.00041
PL05	4647325.668	0.00048	1871697.297	0.00028	3933962.207	0.00040
PL06	4647315.748	0.00051	1871588.118	0.00028	3933998.231	0.00055

Πίνακας 6: Τελικές Συντεταγμένες - 2η Περίοδος μετρήσεων 28/4/2015

Κωδικός	X (m)	$\sigma X(m)$	Y(m)	$\sigma Y(m)$	Z(m)	$\sigma z(m)$
N000	4647168.038	0.00248	1871835.506	0.00095	3934052.507	0.00192
PL01	4647391.885	0.00056	1871420.640	0.00030	3933993.485	0.00065
PL02	4647365.930	0.00062	1871498.695	0.00033	3933985.828	0.00072
PL03	4647480.548	0.00049	1871635.924	0.00030	3933922.974	0.00045
PL04	4647309.883	0.00054	1871777.076	0.00033	3933949.482	0.00058
PL05	4647325.637	0.00141	1871697.308	0.00077	3933962.196	0.00122
PL06	4647315.760	0.00134	1871588.108	0.00083	3933998.236	0.00087

# Τελικές συντεταγμένες σημείων Πλατάνου

**Πίνακας 7:** Τελικές συντεταγμένες - 1η Περίοδος μετρήσεων 16/2/2014

Κωδικός	X (m)	$\sigma X(m)$	Y(m)	$\sigma Y(m)$	Z(m)	$\sigma z(m)$
PT01	4646574.450	0.00065	1902146.348	0.00041	3920386.261	0.00054
PT02	4646625.032	0.00061	1902172.847	0.00041	3920341.291	0.00053
PT03	4646576.114	0.00058	1902256.857	0.00044	3920351.762	0.00043
PT04	4646505.053	0.00049	1902307.027	0.00031	3920373.754	0.00041
PT05	4646514.457	0.00072	1902167.038	0.00035	3920424.469	0.00050
PT06	4646518.166	0.00148	1902132.136	0.00061	3920439.943	0.00091
PT07	4646123.606	0.00261	1902899.415	0.00118	3920455.035	0.00205
PT08	4646450.016	0.00052	1902181.042	0.00035	3920470.901	0.00049

**Πίνακας 8:** Τελικές Συντεταγμένες - 2η Περίοδος μετρήσεων 29/4/2015

Κωδικός	X (m)	$\sigma X(m)$	Y(m)	$\sigma Y(m)$	Z(m)	$\sigma z(m)$
PT01	4646574.458	0.00073	1902146.358	0.00048	3920386.270	0.00078
PT02	4646625.032	0.00061	1902172.857	0.00043	3920341.301	0.00067
PT03	4646576.101	0.00105	1902256.845	0.00070	3920351.767	0.00089
PT04	4646505.076	0.00085	1902307.035	0.00048	3920373.761	0.00071
PT05	4646514.465	0.00071	1902167.056	0.00048	3920424.478	0.00083
PT06	4646518.165	0.00094	1902132.147	0.00057	3920439.945	0.00104
PT07	4646123.615	0.00131	1902899.434	0.00056	3920455.046	0.00112
PT08	4646450.043	0.00108	1902181.055	0.00057	3920470.903	0.00047

# Μετατοπίσεις στην περιοχή της Παναγοπούλας

**Πίνακας 9: Διαφορές συντεταγμένων - Παναγοπούλα**

Κωδικός	dN (m)	dE (m)	dU (m)
N000	-0.007	0.014	-0.026
PL01	0.009	0.008	-0.009
PL02	0.000	0.015	-0.025
PL03	-0.004	0.015	-0.028
PL04	-0.001	0.014	-0.027
PL05	0.007	0.021	-0.026
PL06	0.000	-0.014	0.009



**Σχήμα 4: Διαφορές συντεταγμένων στην περιοχή της Παναγοπούλας**

# Μετατοπίσεις στην περιοχή του Πλατάνου

**Πίνακας 10: Διαφορές συντεταγμένων - Πλάτανος**

Κωδικός	dN (m)	dE (m)	dU (m)
PT01	-0.001	0.007	0.014
PT02	0.005	0.009	0.009
PT03	0.016	-0.006	-0.008
PT04	-0.010	-0.001	0.023
PT05	-0.002	0.013	0.017
PT06	-0.001	0.010	0.004
PT07	-0.001	0.014	0.019
PT08	-0.017	0.002	0.025



**Σχήμα 5: Διαφορές συντεταγμένων στην περιοχή του Πλατάνου**

να γράψουμε κανα ψονψλθσιον?



Ευχαριστώ για την προσοχή σας !



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
εκπίνεται στην ικανότητα της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013

Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

## References |

-  Dach R., Hugentobler U., Fridez P., Meindl M.  
Bernese GPS Software Version 5.0  
*Astronomical Institute, University of Bern, 2007.*
-  P. Rebischung  
IGb08: an update on IGS08  
*IGSMAIL [6663] <http://igscb.jpl.nasa.gov/pipermail/igsmail/2012/007853.html>, 2012*
-  Boehm J., B. Werl, and H. Schuh (2006)  
Troposphere mapping functions for GPS and very long  
baseline interferometry from European Centre for  
Medium-Range Weather Forecasts operational analysis  
data  
*Journal of Geophysical Research, vol. 111, B02406, 2006*