

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Πτυχιακή εργασία

ΙΔΡΥΣΗ, ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΥΣΗ
ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΟΝ Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ ΤΗΣ ΑΗΚ, ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΚΤΩΝ
GNSS (2 ΦΑΣΕΙΣ)
ΨΗΦΙΑΚΗ ΒΑΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

Κωνσταντίνος Κωνσταντινίδης

Λεμεσός 2013

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πτυχιακή εργασία

ΙΔΡΥΣΗ, ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΥΣΗ
ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΤΟΝ Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ ΤΗΣ ΑΗΚ, ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΚΤΩΝ
GNSS (2 ΦΑΣΕΙΣ)
ΨΗΦΙΑΚΗ ΒΑΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS

Κωνσταντίνος Κωνσταντινίδης

Σύμβουλος καθηγητής
Δρ. Δημήτρης Σκαρλάτος

Λεμεσός 2013

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Κωνσταντίνος Κωνσταντινίδης, 2013

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Γεώργιο Πανταζή, Επίκουρο Καθηγητή ΕΜΠ και την Δρ. Ευαγγελία Λάμπρου, Επίκουρο Καθηγήτρια ΕΜΠ, τον Δρ. Δημήτρη Σκαρλάτο Λέκτορα ΤΕΠΑΚ, για την πολύτιμη βοήθεια τους στην διεκπεραίωση της εργασίας αυτής καθώς επίσης και τον φίλο και συμφοιτητή Γιώργο Σταύρου για τη βοήθεια στην υλοποίηση των μετρήσεων στο πεδίο και όχι μόνον.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται πέντε κύρια θέματα που αφορούν στην ίδρυση, μέτρηση και επίλυση τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου ακριβείας, την σύγκριση των αποτελεσμάτων και την διαχείριση των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων.

Το δίκτυο ιδρύθηκε στον Η/Σ Βασιλικό της ΑΗΚ ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες των εργασιών εντός του Η/Σ. Η ενέργεια αυτή έγινε στα πλαίσια συνεργασίας του ΤΕΠΑΚ με τη βιομηχανία. Μέσα από την διαδικασία ίδρυσης του δικτύου έγινε καταγραφή όλων των τεχνικών διαδικασιών που απαιτήθηκαν για την φυσική υλοποίηση του δικτύου παρέχοντας όλα τα τεχνικά και κατασκευαστικά σχέδια. Επιπλέον στην εργασία αυτή συμπεριλαμβάνονται τα κόστη και ο χρόνος που απαιτήθηκε για τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση και μέτρηση του δικτύου. Με τον τρόπο αυτό τεκμηριώνεται η όλη τεχνική διαδικασία για την υλοποίηση προσφέροντας και μια αντικειμενική τιμή για το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης για την υλοποίηση αντίστοιχου δικτύου. Παράλληλα εξετάστηκαν οι πιθανές αστοχίες τόσο σε διαδικασίες όσο και στις κατασκευές των βάθρων στις κορυφές, καταλήγοντας σε εισηγήσεις για πιθανές εναλλακτικές λύσεις.

Για τη διεκπεραίωση των μετρήσεων αξιοποιήθηκαν τεχνικές δορυφορικής γεωδαισίας και συγκεκριμένα η χρήση δορυφορικών δεκτών GNSS. Πραγματοποιήθηκαν δύο σειρές μετρήσεων σε διαφορετικές χρονικές περιόδους και με διαφορετικές μεθοδολογίες. Ακολούθως έγινε η επίλυση με λογισμικά που είναι διαθέσιμα στην ΑΗΚ και τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων συγκρίθηκαν μεταξύ τους ώστε να διαφανεί η αξιοπιστία των μεθόδων παρατήρησης.

Τα αποτελέσματα της επίλυσης από την παρούσα εργασία αξιοποιήθηκαν περαιτέρω, στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας του συνάδελφου και συμφοιτητή Γιώργου Σταύρου, για σύγκριση με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με μεθόδους επίγειας γεωδαισίας με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό.

Επιπρόσθετα, για τη διαχείριση των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων της επίλυσης υλοποιήθηκε εφαρμογή με δύο αρχιτεκτονικές, desktop και διαδικτυακή, σε περιβάλλον GIS.

Μέσα από όλες τις πιο πάνω ενέργειες έγινε παράλληλα προσπάθεια να εντοπιστούν τα ευαίσθητα σημεία της δορυφορικής γεωδαισίας ενώ επιχειρήθηκε να διαπιστωθούν τα όρια της σε εργασίες τέτοιας φύσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	xii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xv
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ.....	xvi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1 Ίδρυση Δικτύου.....	2
1.1 Περιγραφή του χώρου	2
1.2 Σκοπός	4
1.3 Επιλογή θέσεων δικτύου	4
1.3.1 Γεωμετρία.....	6
1.3.2 Εξυπηρέτηση έργων στο χώρο του Η/Σ	6
1.3.3 Έλεγχος κινηματικής συμπεριφοράς.....	7
1.3.4 Επιλογή του σταθερού σημείου.....	7
1.4 Θέσεις, τελική Επιλογή – Περιγραφή κορυφών.....	8
1.5 Τρόπος σήμανσης – Κατασκευή	10
1.6 Προδιαγραφές κατασκευής βάθρων.....	10
1.6.1 Βάθρα από οπλισμένο σκυρόδεμα	10
1.6.2 Βάθρο για σταθερό σημείο, “1-SUBMARINE”	14
1.6.3 Υποδομή στη θέση του σταθερού σημείου	15
1.6.4 Βάσεις στερέωσης των τρικόχλιων	15
1.6.5 Σήμανση υψομετρικών αφετηριών - Reper.....	17
1.6.6 Βάσεις στερέωσης των τρικόχλιων για καμινάδα	17

1.6.7	Βάσεις στερέωσης σκιάστρων.....	18
1.7	Κόστος Κατασκευής.....	19
2	Μετρήσεις	20
2.1	Θεωρητικό υπόβαθρο	20
2.2	Σφάλματα στις μετρήσεις με συστήματα GNSS	25
2.3	Εξοπλισμός.....	26
2.4	Διαδικασία μετρήσεων	28
2.4.1	Μεθοδολογία προσδιορισμού ύψους κεραίας	30
2.4.2	Προετοιμασία μετρήσεων.....	31
2.4.3	Μετρήσεις, Φάση 1η	32
2.4.4	Μετρήσεις, Φάση 2η	32
2.4.5	Ανεξάρτητες παρατηρήσεις.....	34
2.4.6	Διαφορές στις συνθήκες μετρήσεων	35
2.5	Επίλυση Βάσεων (Baselines)	35
3	Επίλυση Δικτύου.....	36
3.1.1	Επιλογή λογισμικού.....	36
3.2	Θεωρητικό Υπόβαθρο	36
3.3	Διαδικασία συνόρθωσης δικτύου	39
3.3.1	Αποτελέσματα υπολογισμού συντεταγμένων κορυφών Φάσης 1.....	39
3.3.2	Αποτελέσματα υπολογισμού συντεταγμένων κορυφών Φάσης 2.....	43
3.3.3	Τελικές Συντεταγμένες.....	44
3.3.4	Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των 2 φάσεων	46
3.4	Ποιοτική ανάλυση καταγραφών GNSS.....	56
4	Δημιουργία Ψηφιακής Βάσης σε περιβάλλον GIS	58
4.1	Σκοπός	58
4.2	Κριτήρια επιλογής του Λογισμικού	58

4.3	Λειτουργικές απαιτήσεις από την εφαρμογή.....	60
	Γενικά δεδομένα για το Δίκτυο	60
	Για κάθε κορυφή του δικτύου προβλέπεται να υπάρχουν πληροφορίες σχετικές με:	60
	Η εφαρμογή πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη ώστε να εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:	60
	Γενικές απαιτήσεις	61
4.4	Σχήμα ΓεωΒάσης	62
4.5	Επιλογή του Τύπου και μορφής αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων	62
4.6	Υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής θέασης	63
4.7	Επιλογή περιβάλλοντος ανάπτυξης.....	64
4.8	Υλοποίηση.....	64
4.8.1	Λειτουργίες της εφαρμογής περιληπτικά	64
4.8.2	Το περιγραφικό δελτίο (που ετοιμάζεται αυτόματα)	67
4.8.3	Διαδικασία αυτοματοποιημένης καταχώρησης δεδομένων στη γεωβάση.....	68
4.8.4	Σχήμα Γεωβάσης	71
4.8.5	Εφαρμογή desktop.....	72
4.8.6	Διαδικτυακή εφαρμογή.....	72
4.8.7	Υποστηρικτικά Αρχεία – Δομή Συστήματος Αρχαιοθέτησης.....	75
4.8.8	Περιγραφή φακέλων πρώτου επιπέδου και υποφακέλων	77
4.8.9	Γενικές παρατηρήσεις για την εφαρμογή	78
4.8.10	Error Trapping	78
4.8.11	Ασφάλεια Πρόσβασης στη Εφαρμογή	79
4.8.12	Δημιουργία νέων καταχωρήσεων, καταχώρηση νέας κορυφής του δικτύου	80
4.8.13	Εγχειρίδιο χρήσης.....	80
5	Συμπεράσματα, εισηγήσεις, προτάσεις.....	80
5.1	Υλοποίηση δικτύου	80

5.2	Τρόπος μέτρησης.....	81
5.3	Έλεγχος αξιοπιστίας.....	82
5.4	Τελικές συντεταγμένες κορυφών	82
5.5	Εφαρμογή διαχείρισης αποτελεσμάτων και γεωβάση.....	84
5.6	Προβλήματα	84
5.7	Προτάσεις.....	85
6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	87
7	Παράρτημα Α.....	88
7.1	Περιγραφικά δελτία για όλες τις κορυφές.....	88
8	Παράρτημα Β.....	98
8.1	Έντυπα καταγραφής παρατηρήσεων κατά τη διαδικασία μετρήσεων	99
8.2	Αποτελέσματα Επίλυσης από LGO για μετρήσεις από Φάση 1 & 2	104
8.3	Τελικές Συντεταγμένες Κορυφών	106
9	Παράρτημα Γ	109
9.1	Στοιχεία Αξιολόγησης, Φάση 1	110
9.2	Στοιχεία Αξιολόγησης, Φάση 2.....	113
9.3	Σκαριφήματα από Αξιολόγηση	116
9.4	Αξιολόγηση δορυφορικού σήματος - Γραφήματα	117
10	Παράρτημα Δ.....	124
10.1	Κατασκευαστικά Σχέδια.....	124
11	Παράρτημα Ε.....	140
11.1	Τεκμηρίωση Εφαρμογής Διαχείρισης Δεδομένων Δικτύου.....	140
11.2	Σχήμα Γεωβάσης	156
11.3	Εγχειρίδιο Χρήσης Εφαρμογής Διαχείρισης Δεδομένων Δικτύου	158

11.4 Μοντέλα Εργασίας για Μετάφραση Δεδομένων προς τη Γεωβάση με το Safe Feature Manipulation Engine.....	178
---	-----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Κατάλογος σημείων δικτύου - Κριτήρια επιλογής θέσεων	9
Πίνακας 2 Κατάλογος με μεταλλικά στοιχεία και το κόστος κατασκευής τους.....	19
Πίνακας 3 Κατάλογος επισκέψεων και κόστος, περιλαμβάνονται επισκέψεις για μετρήσεις	20
Πίνακας 4 Κατάλογος με όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις	26
Πίνακας 5 Κατάλογος εξοπλισμού και τεχνικά χαρακτηριστικά.....	27
Πίνακας 6 Κατάλογος με τους χρόνους μέτρησης κατά την 1η Φάση	32
Πίνακας 7 Κατάλογος με τους χρόνους μέτρησης κατά την 2η Φάση	33
Πίνακας 8 Μετεωρολογικά στοιχεία για ημερομηνίες μετρήσεων.....	35
Πίνακας 9 Συντεταγμένες x, y, H κορυφών μετά τη συνόρθωση του δικτύου – 1 ^η Φάση	40
Πίνακας 10 Σφάλματα κλεισίματος μοναδιαίων τριγώνων - Φάση 1	42
Πίνακας 11 Μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού	42
Πίνακας 12 Αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού για Φάση 1	42
Πίνακας 13 Συντεταγμένες x, y, H κορυφών μετά τη συνόρθωση του δικτύου – Φάση 2.....	43
Πίνακας 14 Σφάλματα κλεισίματος μοναδιαίων τριγώνων - Φάση 2.....	44
Πίνακας 15 Μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού	44
Πίνακας 16 Αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού για Φάση 2	44
Πίνακας 17 Τελικές συντεταγμένες των κορυφών του δικτύου.....	46
Πίνακας 18 Σύγκριση Αντικειμενικών τιμών αβεβαιότητας εντοπισμού μεταξύ Φάσης 1 & 2	47
Πίνακας 19 Διαφορές συντεταγμένων κορυφών δικτύου μεταξύ φάσεων	49
Πίνακας 20 Οι διαφορές συντεταγμένων σε απόλυτες τιμές σε σχέση με την απόσταση από το σταθερό σημείο	50
Πίνακας 21 Τυπικές αποκλίσεις για Φάση 1 & 2.....	51
Πίνακας 22 Φάση 2η, 6/11/2012, Γραφήματα από GNSS Solutions.....	57

Πίνακας 23 Τελικές συντεταγμένες των κορυφών του δικτύου.....	82
Πίνακας 25 Τελικές συντεταγμένες κορυφών τριδιάστατου δικτύου ακριβείας από παρατηρήσεις GNSS	107
Πίνακας 26 Πρωτογενή Στοιχεία Μετρήσεων - Φάση 1.....	110
Πίνακας 27 Μοναδιαία Τρίγωνα, Κλείσιμο - Φάση 1.....	111
Πίνακας 28 Αξιολόγηση Μοναδιαίων Τριγώνων, Φάση 1	112
Πίνακας 29 Πρωτογενή Στοιχεία Μετρήσεων - Φάση 2.....	113
Πίνακας 30 Μοναδιαία Τρίγωνα, Κλείσιμο - Φάση 2.....	114
Πίνακας 31 Αξιολόγηση Μοναδιαίων Τριγώνων, Φάση 2	115

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1 Θέση του Η/Σ Βασιλικός, Περιοχή μελέτης.....	1
Εικόνα 2 Φωτογραφία του Η/Σ Βασιλικό μετά την κατασκευή της πρώτης φάσης.....	3
Εικόνα 3 Η/Σ Βασιλικό - Διαρρύθμιση Εγκαταστάσεων.....	3
Εικόνα 4 Μόνιμα σημεία τρισδιάστατου δικτύου.....	6
Εικόνα 5 Αυτοψία με τον Διευθυντή Έργων του Η/Σ.....	7
Εικόνα 6 Οι κορυφές του δικτύου.....	9
Εικόνα 7 Αριστερά –Εκσκαφή πλάτους 1.5 x 1.5 m για βάθρο που βρίσκεται σε σταθερό έδαφος,. Δεξιά - Το σκυρόδεμα εξωμάλυνσης ρείθρου.....	11
Εικόνα 8 Τα βάθρα στην φάση κατασκευής.....	12
Εικόνα 10 Το βάθρο στο σημείο “3-THALASSA” πριν και μετά το πέρας της υλοποίησης ..	13
Εικόνα 9 Τοποθέτηση ενός από τα βάθρα στη θέση του.....	13
Εικόνα 12 Κατάλληλο κιβώτιο για μόνιμη τοποθέτηση δέκτη GNSS.....	15
Εικόνα 11 Το βάθρο για το σταθερό σημείο με κωδική ονομασία “1-SUBMARINE”.....	15
Εικόνα 13 Βάση στερέωσης τριχογλίων από ορείχαλκο που χρησιμοποιήθηκε στο φράγμα του Κούρη.....	16
Εικόνα 14 Μπουλόνι (reper) από ανοξείδωτο χάλυβα.....	17
Εικόνα 15 Σχηματική παράσταση μεθόδου Σχετικού Στατικού Εντοπισμού.....	28
Εικόνα 16 Φύλλο εργασίας Excel για την καταγραφή στοιχείων της μέτρησης.....	29
Εικόνα 17 Φύλλο εργασίας Excel για την καταγραφή και υπολογισμό του ύψους οργάνου .	29
Εικόνα 18 Μέτρηση ύψους Οργάνου στο βάθρο.....	30
Εικόνα 19 Οι μετρήσεις της 1 ^{ης} Φάσης στο λογισμικό Leica Geo Office.....	34
Εικόνα 20 Οι μετρήσεις της 1 ^{ης} Φάσης στο λογισμικό Leica Geo Office.....	34
Εικόνα 21 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Signal to Noise Ratio.....	57
Εικόνα 22 Σημείο 1-Submarine, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Signal to Noise Ratio.....	57

Εικόνα 23 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Signal to Noise Ratio – Λεπτομέρεια	57
Εικόνα 24 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Satellite Elevation.....	57
Εικόνα 25 Σημείο1-Submarine, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Satellite Elevation.....	57
Εικόνα 26 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Carrier Phase	57
Εικόνα 27 Σημείο1-Submarine, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Carrier Phase.....	57
Εικόνα 28 Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής	66
Εικόνα 29 Εργαλειοθήκη CUT.....	66
Εικόνα 30 Τα Διαθέσιμα επίπεδα (Layers) μέσα από την εφαρμογή.....	66
Εικόνα 31 Διάνυσμα μετακίνησης κορυφής	66
Εικόνα 32 Ελλείψεις σφάλματος.....	66
Εικόνα 33 Τα μοναδιαία τρίγωνα.....	66
Εικόνα 34 Περιγραφικό Δελτίο Κορυφής	67
Εικόνα 35 Το γραφικό περιβάλλον της διαδικτυακής εφαρμογής.....	73
Εικόνα 36 Αναζήτηση κορυφής του Δικτύου	74
Εικόνα 37 Το αποτέλεσμα της αναζήτησης	74
Εικόνα 38 Το Περιγραφικό Δελτίο για την συγκεκριμένη κορυφή	75
Εικόνα 39 Δομή των υποστηρικτικών αρχείων.....	76
Εικόνα 40 Δομή υποφακέλων για ένα Σημείο.....	77
Εικόνα 41 Η φόρμα πρόσβασης στο υφιστάμενο περιβάλλον για προσωπική χρήση.....	79
Εικόνα 42 Η φόρμα πρόσβασης στο εταιρικό σύστημα.....	79
Σχήμα 1 Σχέδιο μέρος της τεχνικής οδηγίας SI012 για κατασκευή των βάθρων	11
Σχήμα 2 Σχέδιο μεταλλικής κατασκευής για βάθρο σταθερού σημείου.....	14
Σχήμα 3 Σχέδιο και φωτογραφία βάσεως για στερέωση τριχοχλίου	16
Σχήμα 4 Σχέδιο για την ειδική βάση στερέωσης τριχοχλίου για καμινάδα, σημείο 9.....	17

Σχήμα 5 Σχέδιο για μεταλλική βάση για σκίαστρο	18
Σχήμα 6 Ακριβής προσδιορισμός του ύψους οργάνου - στόχου.....	31
Σχήμα 7 Τα μοναδιαία τρίγωνα που υπολογίστηκαν για τις δύο φάσεις. Αριστερά για τη Φάση 1 και δεξιά για τη Φάση 2	48
Σχήμα 8 Οι βάσεις που υπολογίστηκαν κατά την επίλυση του δικτύου	49
Σχήμα 9 Ελλείψεις σφάλματος στο σημείο 2 για τις δύο Φάσεις (με κόκκινο η Φάση 1, με μπλέ η Φάση2).....	52
Σχήμα 10 Οι Ελλείψεις Σφάλματος σε όλα τα σημεία και για τις δύο φάσεις.....	53
Σχήμα 11 Ελλείψεις σφάλματος και για τις δύο φάσεις.....	54
Σχήμα 12 Ροή εργασίας - από τα πρωτογενή δεδομένα στη γεωβάση.....	68
Σχήμα 13 Το workspace δημιουργίας τη σημειακής κλάσης για τις κορυφές του δικτύου και της μη χωρικής κλάσης με τις πρωτογενείς μετρήσεις.....	69
Σχήμα 14 Το workspace μετάφρασης των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών σε σημειακή κλάση.....	70
Σχήμα 15 Το workspace μετάφρασης των αποτελεσμάτων από το LGO σε βάσεις του δικτύου (γραμμική χωρική κλάση) και σε μοναδιαία τρίγωνα (πολυγωνική χωρική κλάση) και δημιουργίας των ελλείψεων σφάλματος	70
Σχήμα 16 Το workspace για τον υπολογισμό και δημιουργία της μετακίνησης των κορυφών σε γραμμική χωρική κλάση	71
Σχήμα 17 Οι κορυφές με τις τελικές συντεταγμένες και τις αβεβαιότητες τους.....	83

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΗΚ:	Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
ΒΤΠ:	Βιβλιοθήκη Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου
Η/Σ:	Ηλεκτροπαραγωγός Σταθμός
ΗΥ:	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
ΜΕΤ:	Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων
ΟΓΣ:	Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός
ΠΟΜΗΓΕ:	Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής
ΤΕΠΑΚ:	Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΦΓΕ:	Φυσική Γήινη Επιφάνεια
ΦΠΑ:	Φόρος Προστιθέμενης Αξίας
FC:	Feature Class
GDB:	GeoDataBase
GIS	Geographic Information System
GLONASS:	GLObal NAvigation Satellite System
GNSS:	Global Navigation Satellite System
GPS:	Global Positioning System
RC:	Relationship Class

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Data	Δεδομένα
Feature Class	Χωρική Κλάση
Geodatabase	Γεωβάση
Metadata	Μεταδεδομένα
Relationship Class	Κλάση Συσχέτισης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου (ΑΗΚ) είναι ο κυριότερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας στην Κύπρο και ο μοναδικός παραγωγός με συμβατικά καύσιμα. Μέχρι πριν από πέντε έτη περίπου ήταν ο μοναδικός παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας στο νησί. Για το λόγο αυτό διαθέτει τις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις μηχανολογικής φύσεως στο νησί τόσο σε έκταση όσο και σε πολυπλοκότητα με ιδιαίτερα ψηλές απαιτήσεις όσον αφορά το επίπεδο της κατασκευής και συντήρησης αλλά και ετοιμότητας των μονάδων ώστε να ανταποκρίνονται σε οποιοδήποτε φορτίο ηλεκτρικής ενέργειας απαιτηθεί.

Για το σκοπό παραγωγής η ΑΗΚ έχει σε λειτουργία σήμερα τρεις Ηλεκτροπαραγωγούς Σταθμούς (Η/Σ) σε όλο το νησί οι οποίοι βρίσκονται όλοι στα νότια παράλια της νήσου. Ο νεότερος και πιο σύγχρονος είναι ο Η/Σ Βασιλικό ο οποίος και αποτελεί το μεγαλύτερο έργο υποδομής που έγινε ποτέ στην Κύπρο.



Εικόνα 1 Θέση του Η/Σ Βασιλικός, Περιοχή μελέτης

Για τις απαιτήσεις του Η/Σ τόσο σε συντήρηση όσο και σε προγραμματισμένες επεκτάσεις προϋπήρχε ένα υψομετρικό δίκτυο το οποίο ιδρύθηκε με την κατασκευή του Η/Σ την δεκαετία του 1990. Με την πάροδο του χρόνου κάποια από τα βάθρα των σημείων έχουν φθαρεί, επιπρόσθετα το πρόσφατο ατύχημα στην παρακείμενη στρατιωτική βάση έχει καταστρέψει αρκετά από αυτά. Παράλληλα έχει δημιουργήσει επιπρόσθετες ανάγκες για

εργασίες μεγαλύτερης ακρίβειας σε όλο το χώρο του Η/Σ για την αποκατάσταση των εγκαταστάσεων.

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η ίδρυση, μέτρηση και επίλυση ενός δικτύου τριδιάστατου ελέγχου που να ικανοποιεί τόσο τις σημερινές ανάγκες όσο και τις μελλοντικές ανάγκες του Η/Σ.

1 Ίδρυση Δικτύου

Ως **δίκτυο** ορίζεται ένα σύνολο μόνιμων σημείων εγκατεστημένων σε μια περιοχή. Τα σημεία αυτά, που ονομάζονται και κορυφές του δικτύου, συνδέονται μεταξύ τους με μετρήσεις και είναι γνωστή η θέση τους σε μια, δύο, τρεις ή τέσσερις διαστάσεις (Λάμπρου και Πανταζής 2010)

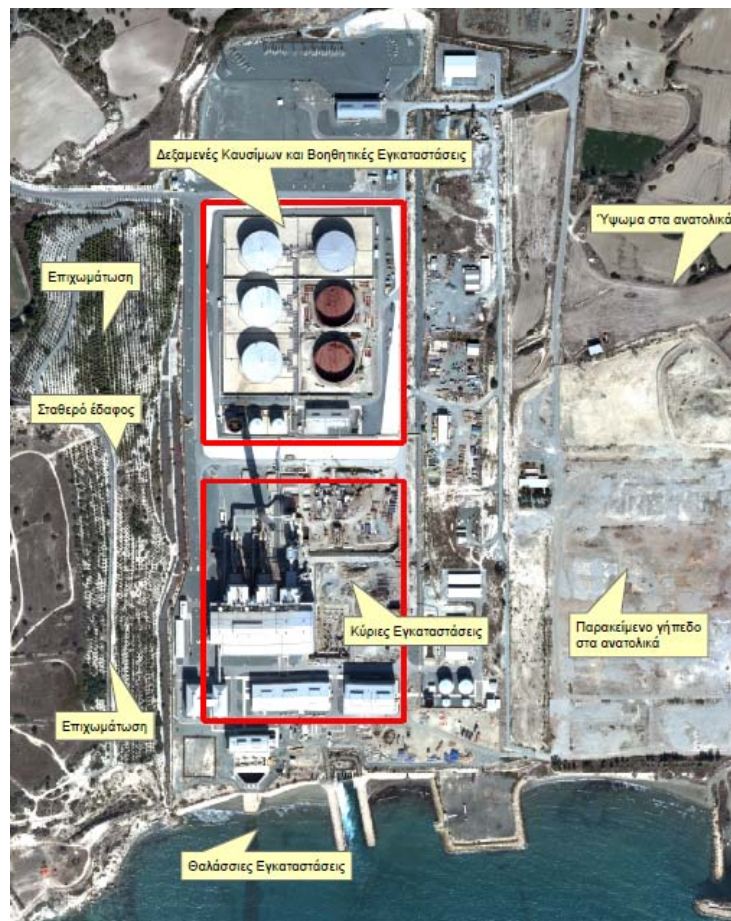
1.1 Περιγραφή του χώρου

Ο χώρος του Η/Σ έχει διαστάσεις 560m στην κατεύθυνση ανατολή – δύση (πλάτος) και 1km στην κατεύθυνση βορράς – νότος (μήκος). Εφάπτεται της ακτογραμμής κατά πλάτος με κάποιες εγκαταστάσεις να προεκτείνονται στο θαλάσσιο χώρο. Το ανάγλυφο της περιοχής διαμορφώθηκε την δεκαετία του 1980 κατά την κατασκευή του Η/Σ (εικόνα 2). Η κλίση από το βορρά προς το νότο της ΦΓΕ αξιοποιήθηκε για την δημιουργία δύο (2) μεγάλων διακριτών αναβαθμίδων. Στην πρώτη αναβαθμίδα πλησιέστερα στην ακτή εδράζεται ο κύριος όγκος των εγκαταστάσεων ενώ στην δεύτερη, βορειότερα, εδράζονται οι δεξαμενές καυσίμων και υποστηρικτικός εξοπλισμός (εικόνα 3).

Οι εγκαταστάσεις βρίσκονται μεταξύ δύο αναχωμάτων, ένα στα ανατολικά του Η/Σ που βρίσκεται πολύ κοντά στις εγκαταστάσεις και ένα ανάχωμα στα βορειοδυτικά σε μεγαλύτερη όμως απόσταση. Στα ανατολικά ο Η/Σ συνορεύει με ναυτική στρατιωτική βάση της εθνικής φρουράς. Στα δυτικά το εφαπτόμενο γήπεδο έχει παραχωρηθεί από την κυπριακή δημοκρατία για την δημιουργία του ενεργειακού κέντρου. Ο χώρος του Η/Σ είναι περιφραγμένος και επιτηρείται όλο το εικοσιτετράωρο.



Εικόνα 2 Φωτογραφία του Η/Σ Βασιλικό μετά την κατασκευή της πρώτης φάσης



Εικόνα 3 Η/Σ Βασιλικό - Διαρρύθμιση Εγκαταστάσεων

1.2 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ίδρυση, μέτρηση και επίλυση τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου ακριβείας με χρήση δεκτών GNSS, ώστε να δύναται η παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς κατασκευών στο χώρο του Η/Σ, η καταλληλότητα υφιστάμενων κατασκευών και υποστήριξη των εργασιών αποκατάστασης. Το δίκτυο υλοποιείται με εννέα (9) κορυφές, μετρήθηκε σε δύο φάσεις με δέκτες GNSS και επιλύθηκε. Ταυτόχρονα έγιναν μετρήσεις με ολοκληρωμένο γεωδαιτικό σταθμό για σκοπούς σύγκρισης των αποτελεσμάτων, το οποίο είναι εκτός του σκοπού της εργασίας αυτής.

1.3 Επιλογή θέσεων δικτύου

Το δίκτυο βρίσκεται εντός του χώρου του Η/Σ Βασιλικό. Το πρόβλημα, που καλούμαστε να ικανοποιήσουμε, και κατ' επέκταση η πρόκληση που έχουμε απέναντι μας είναι το γεγονός ότι το γήπεδο σήμερα είναι ένα εργοτάξιο ανακατασκευής των εγκαταστάσεων του Η/Σ λόγω της έκρηξης του 2011. Αυτό δυσχεραίνει την όλη διαδικασία ίδρυσης του δικτύου, αφού οι συνθήκες δεν είναι και οι ιδανικότερες.

Το δίκτυο καλείται να καλύψει τις ανάγκες για τις εργασίες ανακατασκευής των εγκαταστάσεων του Η/Σ. Το ατύχημα που συνέβη στην παρακείμενη στρατιωτική βάση κυριολεκτικά κατέστρεψε όλα τα κελύφη των εγκαταστάσεων και προκάλεσε σοβαρές ζημιές στους φέροντες σκελετούς αρκετών κατασκευών και στις γεννήτριες παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο εργοτάξιο δραστηριοποιούνται ταυτόχρονα αριθμός εργοληπτικών εταιρειών διαφόρων ειδικοτήτων με μεγάλο αριθμό βαρέων οχημάτων και γερανών να διακινείται όλη την ώρα και μερικές εκατοντάδες εργαζομένων διαφόρων ειδικοτήτων. Με την αποπεράτωση της ανακατασκευής αναμένεται η μείωση της έντασης του “οικοδομικού οργανισμού” που επικρατεί σήμερα, όμως θα συνεχιστούν οι εργασίες συντήρησης και αναβάθμισης υφιστάμενων κατασκευών.

Επιπρόσθετα στο παρακείμενο γήπεδο ανατολικά του Η/Σ αναμένεται να ανεγερθεί το ενεργειακό κέντρο της Κύπρου με συμμετοχο την ΑΗΚ, με αποτέλεσμα την εμπλοκή του Οργανισμού στην όλη διαδικασία. Μέσα στο 2013 αναμένεται να αρχίσουν οι εργασίες εντός του γηπέδου του Η/Σ για την εγκατάσταση της αναγκαίας υποδομής για προμήθεια των γεννητριών με φυσικό αέριο.

Η αναφορά στα πιο πάνω γίνεται για να δοθεί όσο το δυνατό καλύτερα η εικόνα του χώρου στον οποίο το δίκτυο πρόκειται να ιδρυθεί και κατ' επέκταση σκιαγραφούνται, εμμέσως, οι ανάγκες που καλείται να καλύψει το δίκτυο.

Η επιλογή των θέσεων των κορυφών του δικτύου είναι κρίσιμη. Οπότε για την επιλογή των θέσεων των κορυφών του δικτύου τέθηκαν τα πιο κάτω κριτήρια:

- Οι θέσεις να βρίσκονται σε κατάλληλη γεωμετρία, ώστε να καλύπτονται όλες οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις και να εξυπηρετούνται όσο το δυνατόν καλύτερα οι μελλοντικές
- Να μην υπάρχουν εμπόδια γύρω τους σε γωνία ύψους πάνω από 20°, εξασφαλίζοντας στην κεραία του δέκτη ελεύθερο πεδίο προς την ουράνια σφαίρα
- Να μην υπάρχουν επιφάνειες ή αντικείμενα που μπορεί να προκαλέσουν παρεμβολές ή ανακλάσεις ή σφάλματα στα δορυφορικά σήματα
- Οι θέσεις να επιτρέπουν μετρήσεις τόσο με συστήματα GNSS όσο και με Ολοκληρωμένους Γεωδαιτικούς Σταθμούς (ΟΓΣ)
- Κατάλληλη γεωμετρία ώστε το δίκτυο να επιλύεται
- Εξυπηρέτηση των τρεχουσών οικοδομικών εργασιών εντός του χώρου του Η/Σ
- Να επιτρέπει έλεγχο της κινηματικής συμπεριφοράς κρίσιμων κατασκευών
- Να επιτρέπει έλεγχο της κινηματικής συμπεριφοράς του πρανούς στην δυτική πλευρά του γηπέδου
- Να επιτρέπεται τεχνικά η εγκατάσταση του βάθρου που υλοποιεί τη θέση του κάθε σημείου
- Να υπάρχει ικανοποιητική ασφάλεια διαχρονικά για το βάθρο υλοποίησης
- Να υπάρχει απρόσκοπτη πρόσβαση στο σημείο κατά προτίμηση με όχημα
- Το βάθρο να μην εμποδίζει άλλες κατασκευές
- Η απρόσκοπτη ορατότητα μεταξύ ικανοποιητικού αριθμού σημείων να εξασφαλίζεται διαχρονικά, αν και αυτό δεν είναι απαραίτητο για μετρήσεις με GNSS, εντούτοις διασφαλίζεται η δυνατότητα μετρήσεων με ΟΓΣ.

1.3.1 Γεωμετρία

Οι επιλεγείσες θέσεις για τα σημεία των μόνιμων σημείων όπως φαίνεται στην εικόνα 4, σχηματίζουν μια πολύ καλά κατανομημένη γεωμετρία στον χώρο του Η/Σ καλύπτοντας όλες τις εγκαταστάσεις ικανοποιώντας τα κριτήρια που τέθηκαν πιο πάνω. Τα σημεία έχουν τοποθετηθεί σε διαφορετικά υψόμετρα ώστε να εξασφαλίζεται η μεταξύ τους ορατότητα και να διασφαλίζεται η πραγματοποίηση μετρήσεων μεταξύ ικανοποιητικού αριθμού σημείων και με ΟΓΣ.



Εικόνα 4 Μόνιμα σημεία τρισδιάστατου δικτύου

1.3.2 Εξυπηρέτηση έργων στο χώρο του Η/Σ

Μετά από συνέντευξη με τον Διευθυντή Έργων του Η/Σ αποφασίστηκε ότι το δίκτυο πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες τόσο οριζοντιογραφικά όσο και υψομετρικά για όλες τις κατασκευαστικές εργασίες σε όλο το χώρο του Η/Σ. Η ακρίβεια που απαιτείται ειδικά για μηχανολογικές κατασκευές είναι της τάξης των $\pm 2\text{mm}$ υψομετρικά.

1.3.3 Έλεγχος κινηματικής συμπεριφοράς

Ο Διευθυντής έργων στον χώρο του Η/Σ (εικόνα 5) μετά από επίσκεψη που πραγματοποίησε, ζήτησε όπως το δίκτυο που θα ιδρυθεί να είναι σε θέση να μπορεί να εξυπηρετήσει την παρακολούθηση στο άμεσο μέλλον της κινηματικής συμπεριφοράς δύο κατασκευών που θεωρούνται κρίσιμες ως προς την συμπεριφορά τους.

Η πρώτη κατασκευή είναι η καμινάδα από σπλισμένο σκυρόδεμα ύψους 130m η οποία βρίσκεται περίπου στο κέντρο του κύριου όγκου των εγκαταστάσεων. Ταυτόχρονα η θέση της είναι περίπου στο κέντρο όλων των κορυφών του δικτύου με ένα σημείο εγκατεστημένο πάνω σε αυτήν (το σημείο “9-KAMINDA”).

Η δεύτερη κατασκευή, το βόρειο μέρος του αναχώματος στο βορειοδυτικό μέρος του χώρου του Η/Σ ύψους 30m περίπου που έχει υλοποιηθεί την δεκαετία του 1990, αλλά με την έκρηξη που ήταν σε απόσταση μόλις 50m απαιτεί την παρακολούθηση της μετακίνησης του πρανούς προς την πλευρά του Η/Σ. Για το σκοπό αυτό έχει εγκατασταθεί το σημείο “6-PEFKA”.

Αφού οι δύο πρώτες βασικές ανάγκες έχουν καθοριστεί το δίκτυο σχεδιάζεται ώστε να μπορεί να τις ικανοποιήσει. Ταυτόχρονα γίνεται πρόνοια ώστε να δύναται η δυνατότητα για παρακολούθηση της κινηματικής συμπεριφοράς και για τις υπόλοιπες κατασκευές του Η/Σ.



Εικόνα 5 Αυτοψία με τον Διευθυντή Έργων του Η/Σ

1.3.4 Επιλογή του σταθερού σημείου

Το μαθηματικό μοντέλο που θα εφαρμοστεί για την επίλυση του δικτύου απαιτεί ένα σταθερό σημείο. Το σημαντικό στην επιλογή του σταθερού σημείου είναι ότι αυτό δεν πρέπει να θεωρείται σταθερό αλλά να είναι και πρακτικά σταθερό τόσο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων όσο και διαχρονικά.

Αυτό επιβάλλει ότι η επιλογή της θέσης του πρέπει να πληροί τουλάχιστον τα εξής κριτήρια:

- Η θέση που θα τοποθετηθεί πρέπει να είναι σταθερή γεωλογικά
- Αν θα τοποθετηθεί σε κατασκευή αυτή δεν πρέπει να ταλαντώνεται

1.4 Θέσεις, τελική Επιλογή – Περιγραφή κορυφών

Ο αριθμός των σημείων για τη υλοποίηση του δικτύου κατέληξε να είναι 9 όπως φαίνεται και στην εικόνα 4 πιο πάνω. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήξαμε ως ομάδα από κοινού με τον διευθυντή έργων στο Η/Σ μετά από ανάλυση που έγινε και μετά από αυτοψία στον χώρο του Η/Σ. Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκε τοπογραφικό διάγραμμα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων και τα προσχέδια για τις πιθανές θέσεις σημαντικών επεκτάσεων καθώς και καινούργιων κατασκευών. Στην υλοποίηση υπήρξε μια καθυστέρηση στην εγκατάσταση του σημείου με αριθμό 9 που βρίσκεται πάνω στην καμινάδα, καθώς η πρόσβαση σε αυτήν και ειδικά στην θέση που επρόκειτο να τοποθετηθεί το σημείο ήταν απαγορευτική λόγω των μπαζών από την έκρηξη. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μην υπάρξουν μετρήσεις στην πρώτη φάση για το σημείο αυτό.

Για εύκολη αναφορά στα σημεία εκτός από αρίθμηση, δόθηκε και χαρακτηριστική ονομασία σε σχέση με τις εγκαταστάσεις οι οποίες είναι πλησιέστερα σε αυτά. Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκαν λατινικοί χαρακτήρες για να αποφευχθούν προβλήματα κατά την δημιουργία των αρχείων στους δέκτες, αφού για όνομα αρχείου χρησιμοποιείται η κωδική ονομασία του κάθε σημείου. Για παράδειγμα το σταθερό σημείο ονομάστηκε με την κωδική ονομασία “1-SUBMARINE” αφού η κατασκευή πάνω στην οποία βρίσκεται μοιάζει εκπληκτικά σε υποβρύχιο και όλο το προσωπικό στον Η/Σ χρησιμοποιεί αυτό το όνομα για να το αναγνωρίσει. Η ίδια πρακτική ακολουθήθηκε για όλα τα σημεία.

Ο μεταλλικός σκελετός και οι μεταλλικές επικαλύψεις από τα οποία είναι κατασκευασμένες οι πλείστες κατασκευές στον Η/Σ αυξάνουν το βαθμό δυσκολίας στην ανεύρεση κατάλληλων θέσεων για τα σημεία λόγω των πιθανών παρεμβολών που προκαλούν στη λήψη του δορυφορικού σήματος.

Ο πίνακας 1, συνοψίζει τις θέσεις που επιλέγησαν και την πληρότητα των κύριων κριτηρίων κατά θέση, ενώ στην εικόνα 6 παρουσιάζονται οι τελικές θέσεις των σημείων. Περισσότερες λεπτομέρειες για την διαδικασία επιλογής των θέσεων των κορυφών παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.

Πίνακας 1 Κατάλογος σημείων δικτύου - Κριτήρια επιλογής θέσεων

Κωδική Ονομασία Σημείου	Πεδίο προς ουράνια σφαίρα	Παρακείμενες επιφάνειες που προκαλούν παρεμβολές	Το βάθρο / κατασκευή εμποδίζει άλλες κατασκευές	Πρόσβαση στο βάθρο	Επιτρέπεται τεχνικά η εγκατάσταση του βάθρου	Ηλεκτροδότηση	Σταθερότητα εδάφους	Ορατότητα με άλλα σημεία
1-SUBMARINE	Απρόσκοπτη	Καμιά	Όχι	με όχημα	Ναι	Ναι	Σταθερό	2,3,5,6,8,9
2-Parking	Απρόσκοπτη	Καμιά	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Σταθερό	1,3,5,8
3-Thalassa	Απρόσκοπτη	Καμιά	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Σταθερό	1,2,4,6,8
4-Skopia	Απρόσκοπτη	Καμιά	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Επίχωση	4,5,7,8
5-Kratiras	Απρόσκοπτη	Καμιά	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Σταθερό	1,2,4,6,7,8,9
6-Pefka	Απρόσκοπτη	Καμιά	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Επίχωση	1,3,5,7,9
7-Day Tank	Απρόσκοπτη	Μεταλλικό ντεπόζιτο σε απόσταση 15 m	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Επίχωση	4,5,6,9
8-Pumphouse	Απρόσκοπτη	Μεταλλικοί αγωγοί σε απόσταση 10 m	Όχι	με όχημα	Ναι	Όχι	Επίχωση	1,2,3,4,5,9
9-Kaminada	<30%	Η ίδια η κατασκευή της καμινάδας		με όχημα / πεζός	μεταλλική κατασκευή	Ναι	Καμινάδα (ταλαντώσεις, μικρομετακινήσεις)	1,5,6,7,8



Εικόνα 6 Οι κορυφές του δικτύου

1.5 Τρόπος σήμανσης – Κατασκευή

Τα επτά (7) από τα εννέα (9) σημεία αποφασίστηκε να υλοποιηθούν με βάρθρα από οπλισμένο σκυρόδεμα, το σταθερό σημείο με κωδική ονομασία “1-SUBMARINE” με ατσάλινη κατασκευή και το σημείο στην καμινάδα με κωδική ονομασία “9-KAMINADA” με ειδική βάση από ανοξείδωτο χάλυβα.

1.6 Προδιαγραφές κατασκευής βάρθρων

Η σήμανση των σημείων του δικτύου είναι μόνιμη. Το σημαντικό είναι να εξασφαλίζεται η μοναδικότητα ορισμού του επιθυμητού σημείου διαχρονικά.

Η θέση του χώρου του Η/Σ είναι τέτοια που οι εγκαταστάσεις επιδέχονται τις επιπτώσεις από ακραίες καιρικές συνθήκες. Αναμένονται θερμοκρασιακές μεταβολές 40°C στο εικοσιτετράωρο και μεγάλη διαβρωτική επίδραση από την αλμύρα της θάλασσας στα υλικά κατασκευής. Τα πιο πάνω λαμβάνονται υπόψη για την υλοποίηση των βάρθρων και των εξαρτημάτων στερέωσης.

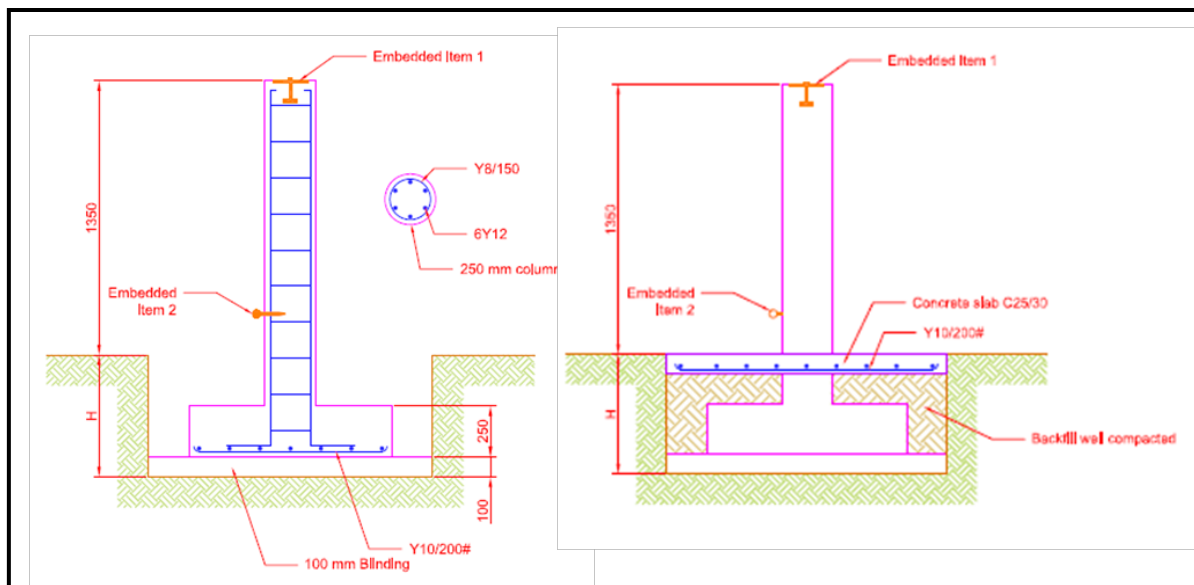
Για να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα από την διαδικασία τοποθέτησης γεωδαιτικού εξοπλισμού (κέντρωση) κατασκευάστηκαν μόνιμα βάρθρα από σκυρόδεμα με κατάλληλη βάση στο πάνω μέρος που φέρουν το σπείρωμα προσαρμογής των τριχογλίων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται εξαναγκασμένη κέντρωση η οποία είναι ανεξάρτητη από τον χειριστή του οργάνου. Έτσι ελαχιστοποιείται το σφάλμα κατά τη διαδικασία κέντρωσης του οργάνου στο $\pm 0.1\text{mm}$ (Λάμπρου και Πανταζής 2010).

1.6.1 Βάρθρα από οπλισμένο σκυρόδεμα

Τα σημεία υλοποιούνται από βάρθρα ύψους 1350mm από οπλισμένο σκυρόδεμα και αντί για ξυλότυπος χρησιμοποιήθηκε μανδύας από σωλήνα UPVC διαμέτρου 250mm ως παραμένοντας ξυλότυπος. Για προστασία και σήμανση ο σωλήνας είναι βαμμένος με κατάλληλο επίχρισμα σε χρώμα άσπρο και με επιπρόσθετη σήμανση με ανακλαστική ταινία. Το εκτεθειμένο πάνω μέρος που δεν καλύπτεται από τον μανδύα επιστρώνεται με εποξειδικό υλικό για επιπρόσθετη προστασία από τις καιρικές συνθήκες.

Για την κατασκευή τοποθετείται οπλισμός τύπου σχάρας Y10/200 για το πέδιλο, 6Y12 για την κολώνα με συνδετήρες Y8/150. Το σκυρόδεμα είναι αντοχής C25/30. Τα βάρθρα είναι

προκατασκευασμένη μονολιθική κατασκευή, κολώνα και πέδιλο, βάσει της τεχνικής οδηγίας SI012 (σχήμα 1) και τοποθετούνται στην κατάλληλη θέση κατόπιν υπόδειξης.



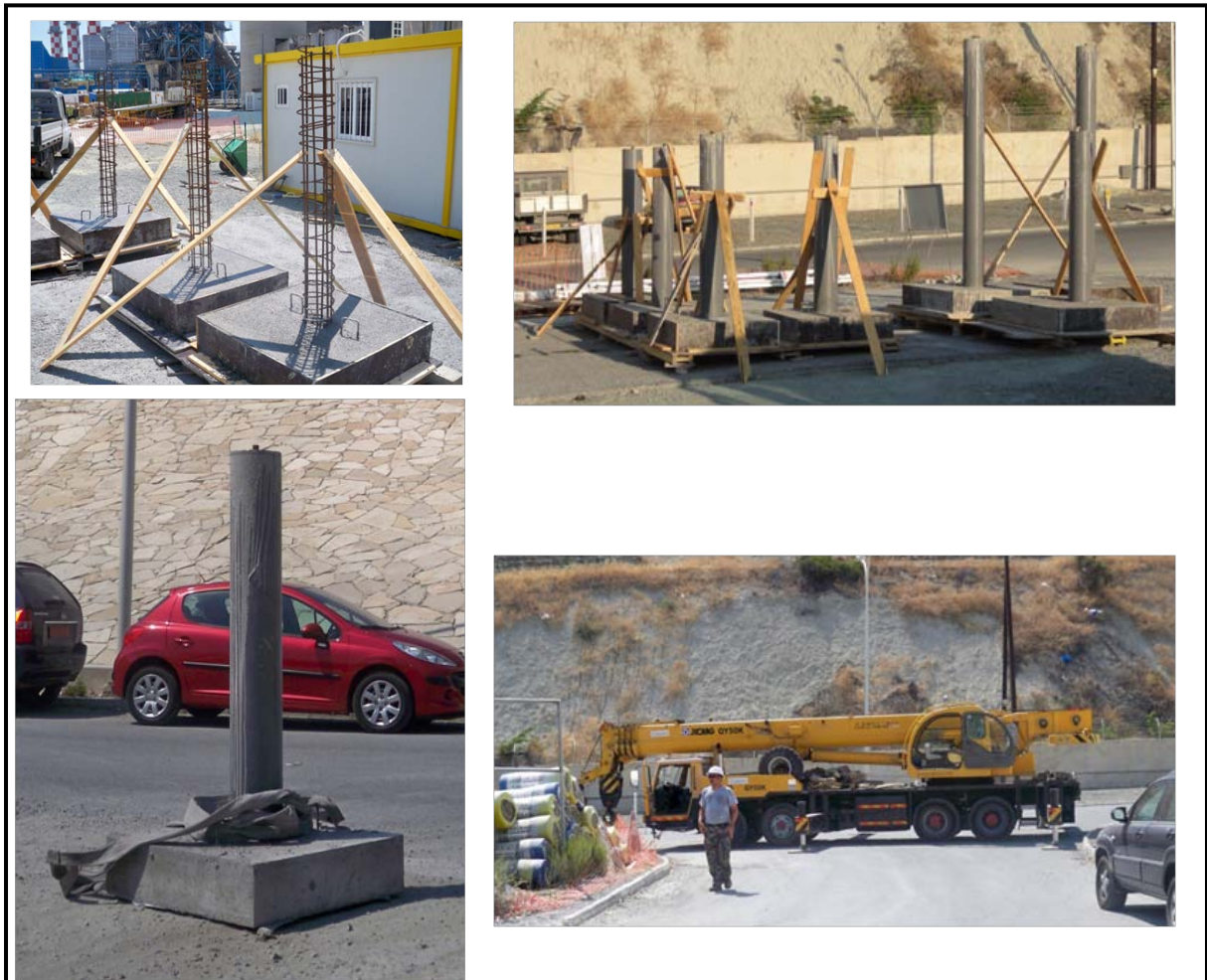
Σχήμα 1 Σχέδιο μέρος της τεχνικής οδηγίας SI012 για κατασκευή των βάθρων

Πριν την τοποθέτηση ο χώρος προετοιμάζεται κατάλληλα. Αφαιρείται το επιφανειακό έδαφος, γίνεται εκσκαφή τουλάχιστον 600mm (εικόνα 7) σε σταθερό έδαφος (όχι επιχωμάτωση) και αν το έδαφος είναι κατάλληλο τότε γίνεται σκυρόδεμα εξομάλυνσης ρείθρου (blinding) για οριζοντίωση (εικόνα 7). Σε σημεία επιχωμάτωσης η εκσκαφή φτάνει τα 1500mm. Μετά από 5 ημέρες ακολουθεί η τοποθέτηση του βάρου και η παλινόρθωση με υλικό από την εκσκαφή. Σε τελικό στάδιο γίνεται πλάκα από σκυρόδεμα κατάλληλων διαστάσεων ώστε να καλύπτει την εκσκαφή και της οποίας η πάνω πλευρά βρίσκεται στο 1350mm από την κορυφή του βάρου. Το ύψος 1350mm ορίστηκε έτσι ώστε να μπορεί ο χειριστής του οργάνου να εργαστεί με άνεση, ιδιαίτερα αν πρόκειται για χρήση ΟΓΣ.



Εικόνα 7 Αριστερά –Εκσκαφή πλάτους 1.5 x 1.5 m για βάρου που βρίσκεται σε σταθερό έδαφος,, Δεξιά - Το σκυρόδεμα εξομάλυνσης ρείθρου

Τα βάρθρα προκατασκευάζονται σε χώρο εντός του Η/Σ από εργοληπτική εταιρεία, που ανέλαβε άλλα οικοδομικά έργα. Ακολούθως μεταφέρονται και τοποθετούνται στη επιλεγμένη θέση με χρήση των κατάλληλων μηχανημάτων μεταφοράς και ανύψωσης για το κάθε σημείο. Στην εικόνα 8 απεικονίζονται οι φάσεις κατασκευής των βάρθρων. Ειδικά στην πάνω αριστερή φωτογραφία στην εικόνα 8 φαίνεται και τα διάφορα ύψη βάρθρων που κατασκευάστηκαν. Στην εικόνα 9 απεικονίζεται η τοποθέτηση του βάρθρου για την κορυφή με κωδική ονομασία “5-Kratiras”.



Εικόνα 8 Τα βάρθρα στην φάση κατασκευής



Εικόνα 9 Τοποθέτηση ενός από τα βάθρα στη θέση του

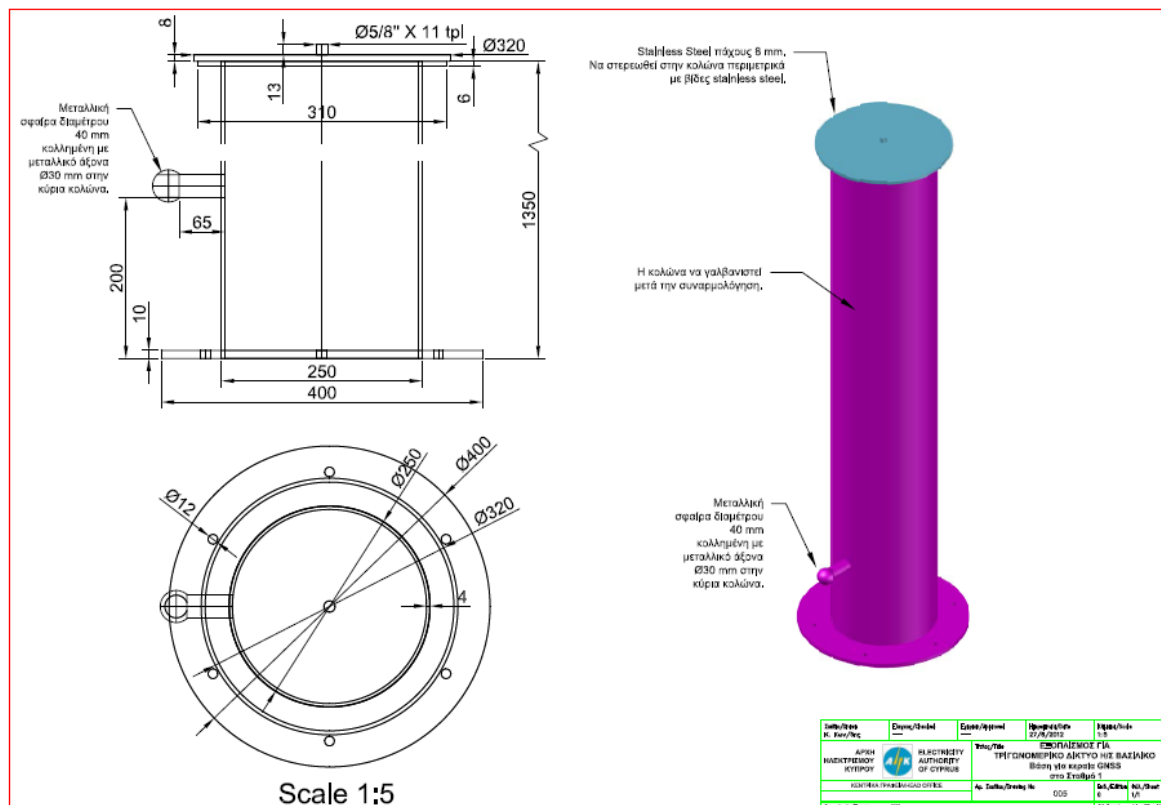
Στην κορυφή του βάθρου βρίσκεται πακτωμένη κατάλληλη βάση από ανοξείδωτο χάλυβα που φέρει σπείρωμα για στερέωση τριχογλίων και η οποία κατασκευάστηκε για τον σκοπό αυτό. Επιπρόσθετα σε ύψος 300mm περίπου από τη βάση του βάθρου τοποθετείται μπουλόνι από ανοξείδωτο χάλυβα για περαιτέρω αξιοποίηση των βάθρων ως δίκτυο κατακορύφου ελέγχου, κάτι που είναι εκτός του σκοπού της παρούσης εργασίας.



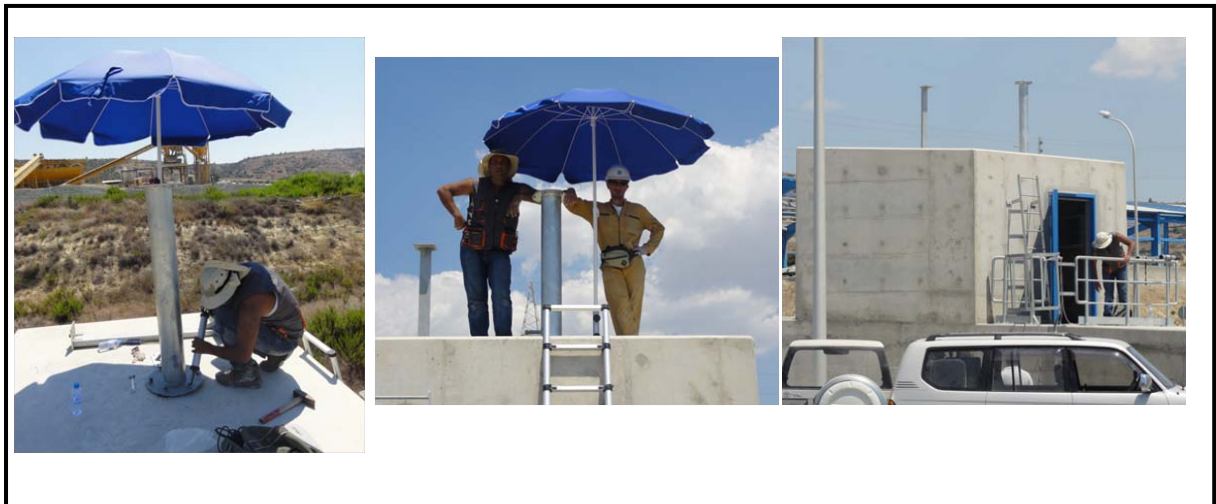
Εικόνα 10 Το βάθρο στο σημείο “3-THALASSA” πριν και μετά το πέρας της υλοποίησης

1.6.2 Βάθρο για σταθερό σημείο, “1-SUBMARINE”

Ως θέση του σταθερού σημείου επιλέγηκε η οροφή κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα στην οποία δεν είναι εύκολο να υλοποιηθεί το βάθρο με αντίστοιχο τρόπο όπως τα υπόλοιπα. Για το λόγο αυτό το βάθρο ειδικά υλοποιείται με μεταλλική κατασκευή που αποτελείται από μεταλλική σωλήνα διαμέτρου 180mm και πάχους 5mm με κυκλική διάτρητη βάση διαμέτρου 400mm και πάχους 10mm και με κυκλική διάτρητη βάση διαμέτρου 310mm στην κορυφή (σχήμα 2). Όλα τα μέρη συγκολλούνται και όλη η κατασκευή γαλβανίζεται για προστασία. Στην κορυφή της μεταλλικής κατασκευής τοποθετείται κυκλική βάση διαμέτρου 320mm από ανοξείδωτο χάλυβα πάχους 8mm που φέρει το σπείρωμα στερέωσης του τρικοχλίου η οποία στερεώνεται μηχανικά στην κολώνα. Η όλη κατασκευή τοποθετείται μόνιμα με μηχανική στήριξη στην οροφή και οι πακτώσεις προστατεύονται με κατάλληλο υλικό για προστασία από τη διάβρωση. Όλα τα μπουλόνια που χρησιμοποιούνται είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Σε δευτερεύουσας σημασίας βοηθητικές κατασκευές χρησιμοποιούνται γαλβανισμένα μπουλόνια. Όλα τα μπουλόνια προστατεύονται με ελαστικό εποξειδικό.



Σχήμα 2 Σχέδιο μεταλλικής κατασκευής για βάθρο σταθερού σημείου



Εικόνα 11 Το βάθρο για το σταθερό σημείο με κωδική ονομασία “1-SUBMARINE”

Επιπρόσθετα στην οροφή τοποθετείται βάση για σκίαστρο ώστε να προστατεύεται ο χειριστής ΟΓΣ από την ηλιακή ακτινοβολία (εικόνα 11).

1.6.3 Υποδομή στη θέση του σταθερού σημείου

Στη θέση του σταθερού σημείου έγινε πρόνοια για τοποθέτηση ηλεκτρικής εγκατάστασης, φωτισμού στο εσωτερικό μέρος της κατασκευής που φιλοξενεί το βάθρο και πρόνοια για δίκτυο ΗΥ (εικόνα 12). Επίσης έγινε εγκατάσταση κατάλληλου κιβωτίου με ηλεκτρικό εξαερισμό που επιτρέπει μόνιμη τοποθέτηση δέκτη GNSS ή οποιουδήποτε άλλου εξοπλισμού.



Εικόνα 12 Κατάλληλο κιβώτιο για μόνιμη τοποθέτηση δέκτη GNSS

1.6.4 Βάσεις στερέωσης των τρικόχλιων

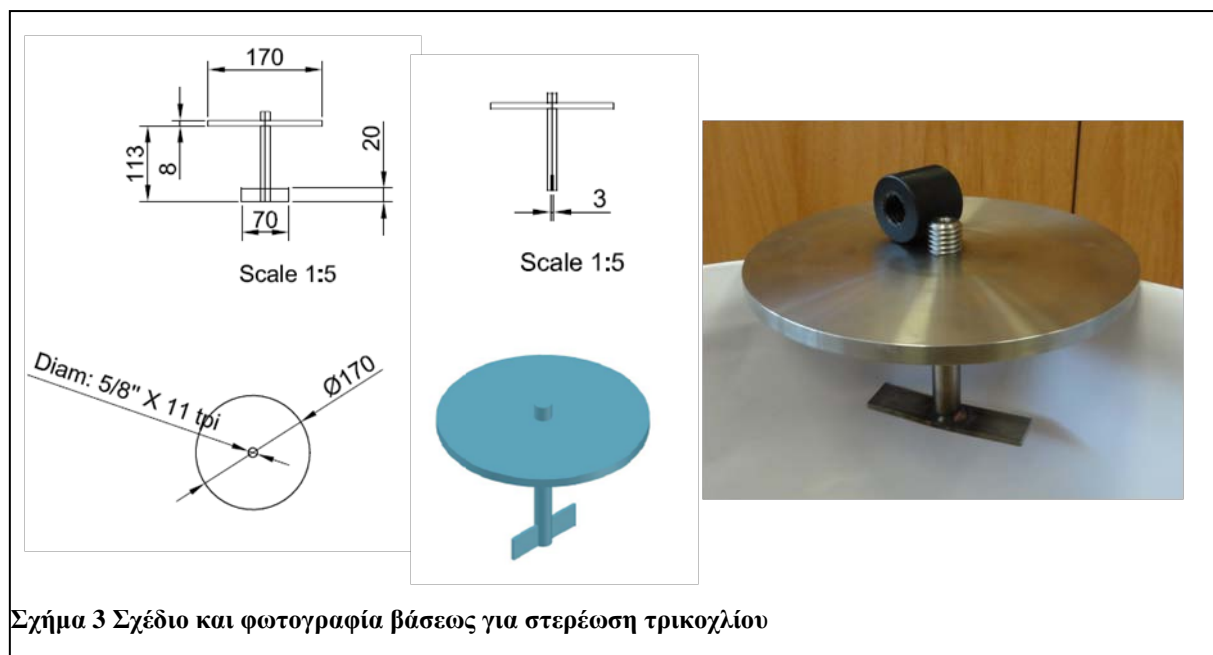
Τα βάθρα είναι εκτεθειμένα σε σχετικά ακραίες καιρικές συνθήκες. Θα υπόκεινται στην αλμύρα της θάλασσας η οποία βρίσκεται σε απόσταση μερικών δεκάδων μέτρων και σε

μεταβολές θερμοκρασίας 40°C ημερησίως. Για το λόγο αυτό το υλικό κατασκευής των βάσεων στερέωσης των τριχοχλίων επιλέγεται να είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας. Οι βάσεις σχεδιάζονται και κατασκευάζονται αξιοποιώντας την εμπειρία από προηγούμενα έργα (εικόνα 13) και ιδιαίτερα της εγκατάστασης γεωδαιτικού δικτύου τρισδιάστατου ελέγχου στο φράγμα του Κούρη (Τέμενος 2007). Ουσιαστικά βελτιώνεται η βάση που χρησιμοποιήθηκε στον Κούρη δημιουργώντας μεγαλύτερης διαμέτρου επιφάνεια για την τοποθέτηση του τριχοχλίου και διαφορετική λεπτομέρεια πάκτωσης ώστε να βελτιωθεί η μηχανική στήριξη στο σκυρόδεμα.



Εικόνα 13 Βάση στερέωσης τριχοχλίων από ορείχαλκο που χρησιμοποιήθηκε στο φράγμα του Κούρη

Στο σχήμα 3, απεικονίζεται σκαρίφημα του σχεδίου κατασκευής των βάσεων και φωτογραφία του τελικού προϊόντος, ενώ λεπτομερές σχέδιο παρατίθεται στο Παράρτημα Δ. Επιπρόσθετα για την προστασία του σπειρώματος τοποθετείται βιδωτό κάλυμμα από Teflon το οποίο κατασκευάστηκε ειδικά για το σκοπό αυτό.



Σχήμα 3 Σχέδιο και φωτογραφία βάσεως για στερέωση τριχοχλίου

1.6.5 Σήμανση υψομετρικών αφετηριών - Reper

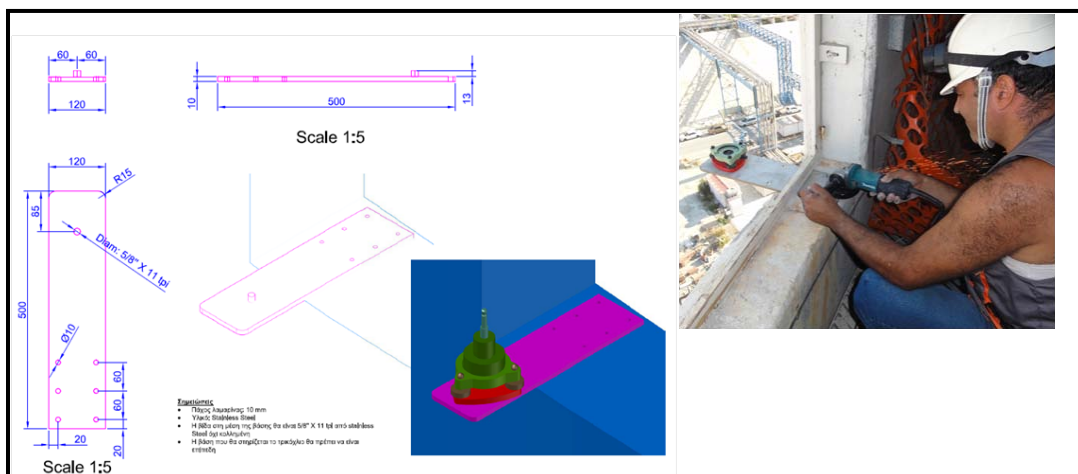
Για την σήμανση υψομετρικών αφετηριών (reper) χρησιμοποιείται ορειχάλκινο μπουλόνι με σφαιρικό κεφάλι (εικόνα 14) το οποίο κατασκευάστηκε από ανοξείδωτο χάλυβα. Τα μπουλόνια πακτώνονται μόνιμα στα βάθρα με εποξειδική ρητίνη σε θέση που υποδεικνύεται μετά το πέρας της υλοποίησης.



Εικόνα 14 Μπουλόνι (reper) από ανοξείδωτο χάλυβα

1.6.6 Βάσεις στερέωσης των τρικόγλιων για καμινάδα

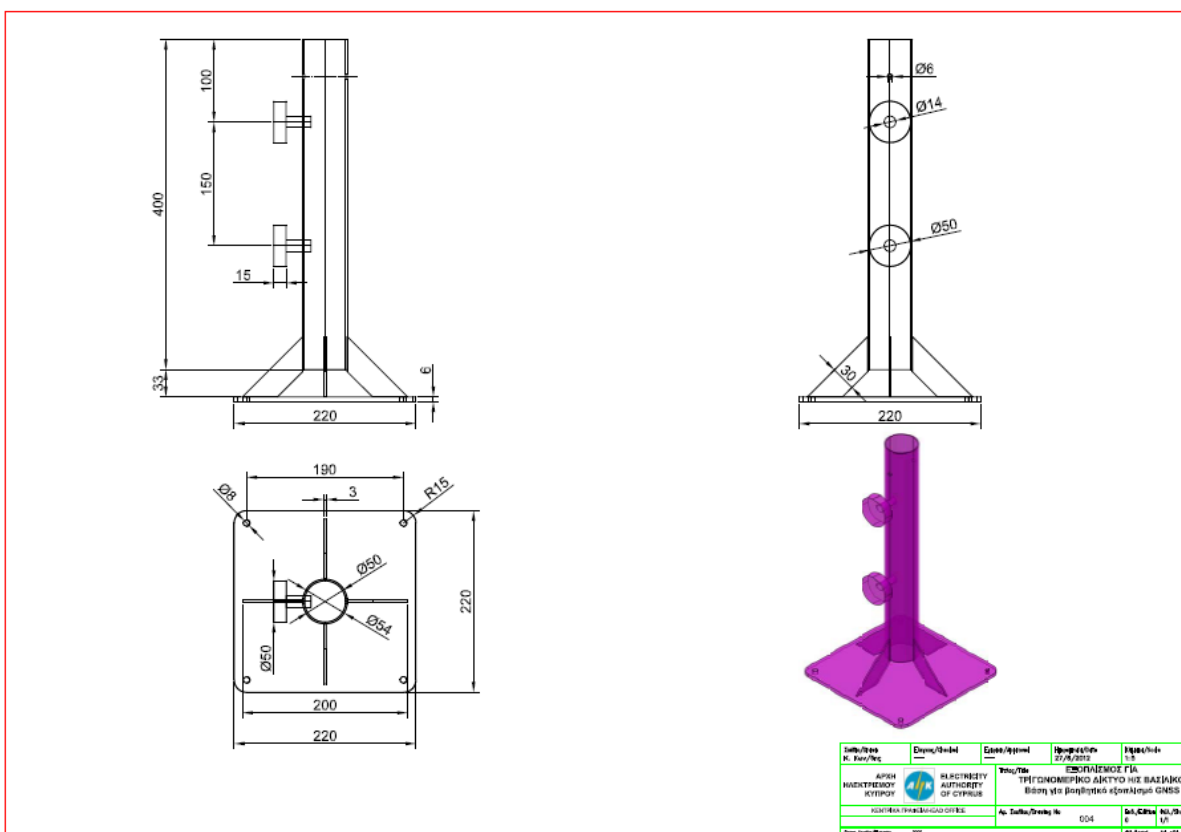
Για την πραγματοποίηση μετρήσεων από το σημείο στην καμινάδα πρέπει η κεραία να τοποθετείται σε όσον το δυνατό πιο μεγάλη απόσταση από το τοίχωμα της αλλά η απόσταση αυτή δεν μπορεί να υπερβαίνει ένα μέγιστο ώστε να μπορεί να τοποθετείται το τρικόγλιο με ασφάλεια από το εσωτερικό της καμινάδας από τον χρήστη. Για το σκοπό αυτό υλοποιείται βάση από ανοξείδωτο χάλυβα πάχους 10mm και μήκους 500mm και τοποθετείται με μηχανική στήριξη στο τοίχωμα της καμινάδας (σχήμα 4). Με την κατασκευή αυτή είναι δυνατή η τοποθέτηση τόσο κεραίας GNSS όσο και ανακλαστήρα στο ίδιο σημείο παρέχοντας ασφάλεια στο χρήστη.



Σχήμα 4 Σχέδιο για την ειδική βάση στερέωσης τρικόγλιου για καμινάδα, σημείο 9

1.6.7 Βάσεις στερέωσης σκιάστρων

Η μέτρηση του δικτύου με χρήση ΟΓΣ απαιτεί εργασία για μεγάλο χρονικό διάστημα στο ίδιο σημείο. Η ηλιοφάνεια στην Κύπρο για το μεγαλύτερο μέρος του έτους είναι ιδιαίτερα ενοχλητική τόσο για τον χειριστή του ΟΓΣ όσο και για τον ίδιο τον ΟΓΣ. Για το λόγο αυτό για κάθε σημείο τοποθετείται μεταλλική βάση για σκίαστρο η οποία κατασκευάστηκε για το σκοπό αυτό. Η βάση δέχεται κοινές ομπρέλες εμπορίου. Το σχήμα 5, παρουσιάζει τα κατασκευαστικά σχέδια για την βάση.



Σχήμα 5 Σχέδιο για μεταλλική βάση για σκίαστρο



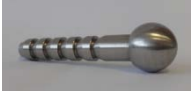

1.7 Κόστος Κατασκευής

Το κόστος κατασκευής και προμήθειας για τα στοιχεία από ανοξείδωτο χάλυβα και την ατσάλινη κατασκευή για το σταθερό σημείο ανέρχεται περίπου στο ποσό των 1500.00 ευρώ (πίνακας 2). Το κόστος για την υλοποίηση των 7 βάθρων από σκυρόδεμα και την τοποθέτηση στις θέσεις τους ανέρχεται στο ποσό των 8225.00 ευρώ.

Στα πιο πάνω κόστη πρέπει να προστίθενται τα κόστη για σχεδιασμό των μεταλλικών στοιχείων και των βάθρων καθώς επίσης το χρόνο για την απαιτούμενη επίβλεψη για την ορθή κατασκευή των βάθρων. Επιπλέον θα πρέπει να προστεθεί το κόστος για την προετοιμασία και την ανάλυση του χώρου πριν τον σχεδιασμό του δικτύου, το χρόνο για επίβλεψη των εργασιών και το χρόνο για τη διεκπεραίωση των παρατηρήσεων το οποίο ανέρχεται περίπου στο ποσό των 3630.00 ευρώ (πίνακας 3).

Συνολικά το κόστος εγκατάστασης του δικτύου ανέρχεται στα €13357.00

Πίνακας 2 Κατάλογος με μεταλλικά στοιχεία και το κόστος κατασκευής τους

Περιγραφή	Ποσότητα	Τιμή ανά μονάδα.	Σύνολο (€)
Stainless steel φλάντζα 8mm πάχους όπως Σχέδιο <i>VasNet002</i> Διαμ.:170mm 	8	55.00	440.00
Stainless steel φλάντζα 8mm πάχους όπως Σχέδιο <i>VasNet005</i> Διαμ.:400mm 	1	180.00	180.00
Stainless steel bolt όπως φωτογραφία 	8	22.00	176.00
Προστατευτικό Καπάκι σπειρώματος από Teflon 	10	6.00	60.00
Μεταλλική κατασκευή όπως σχέδιο <i>VasNet005</i>	1	350.00	350.00
Μεταλλική βάση από ανοξείδωτο χάλυβα όπως σχέδιο <i>VasNet006</i> (για καμινάδα)	2	80.00	160.00
Μεταλλική βάση στερέωσης βοηθητικού εξοπλισμού όπως σχέδιο <i>VasNet004</i>	8	17.00	136.00
ΣΥΝΟΛΟ			1,502.00

Πίνακας 3 Κατάλογος επισκέψεων και κόστος, περιλαμβάνονται επισκέψεις για μετρήσεις

Ημερομηνία	Ωρες	Άτομα	Ανθρωπόωρες
30/5/1012	2	3	6
18/6/2012	4.5	2	9
5/7/2012	3	2	6
12/7/2012	5	3	15
23/7/2012	3	2	6
3/8/2012	3	2	6
6/8/2012	3	2	6
8/8/2012	3	2	6
10/8/2012	3	2	6
13/8/2012	5.5	3	16.5
24/9/2012	4	3	12
26/9/2012	5	2	10
27/9/2012	2	2	4
13/10/2012	2	2	4
			112.50
Κόστος/ανθρωπόωρα €			32.27
Κόστος €			3630

2 Μετρήσεις

2.1 Θεωρητικό υπόβαθρο

Στο βιβλίο “Εφαρμοσμένη Γεωδαισία” (Λάμπρου και Πανταζής 2010) αναφέρεται:

Ο δορυφορικός εντοπισμός βασίζεται στην ιδέα της μέτρησης του μήκους προς ένα "αντικείμενο" που βρίσκεται και κινείται σε συγκεκριμένη τροχιά μακριά από τη γη και το οποίο ονομάζεται δορυφόρος.

Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου βασίζεται στη λειτουργία δορυφορικών παθητικών συστημάτων (δορυφόροι). Οι δορυφόροι, λειτουργούν ως σημεία αναφοράς στο χώρο. Η

θέση ενός σημείου προσδιορίζεται με μετρήσεις των μηκών από την κεραία του δέκτη προς τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους.

Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει:

- Ο επίγειος δέκτης του συστήματος να μετρήσει το χρόνο που χρειάζεται για να ταξιδέψει ένα σήμα από το δορυφόρο μέχρι την κεραία του. Στη μέτρηση του χρόνου αυτού απαιτείται μικρή αβεβαιότητα.
- Να είναι γνωστή η ακριβής θέση των δορυφόρων στην τροχιά τους, δηλαδή οι συντεταγμένες τους X , Y , Z στο παγκόσμιο γεωκεντρικό σύστημα αναφοράς, κάθε χρονική στιγμή t .
- Να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις για τις καθυστερήσεις στο σήμα, αφού αυτό ταξιδεύει μέσα από διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας (ιονόσφαιρα, τροπόσφαιρα, κ.ά) και για τις τυχαίες πολλαπλές διαδρομές και ανακλάσεις του (multipath).
- Να γίνουν οι διορθώσεις για τα σφάλματα μεταξύ των χρονομέτρων δορυφόρου και δέκτη.

Με τη μέτρηση των μηκών (ή ψευδοαποστάσεων) προς τους δορυφόρους υπολογίζεται η θέση του παρατηρητή, ως το σημείο τομής των σφαιρών, που έχουν κέντρο τους δορυφόρους και ακτίνες τα αντίστοιχα μήκη που μετρήθηκαν προς τον κάθε έναν (οι σφαίρες είναι τόσες όσοι οι δορυφόροι που παρατηρούνται).

Έτσι, αν παρατηρούνται τρεις δορυφόροι προσδιορίζεται η θέση στη ΦΓΕ ως τομή τριών σφαιρών, που αντιστοιχεί σε δύο σημεία. Για να αποφασιστεί ποιο από τα δύο αυτά σημεία αντιστοιχεί στην πραγματική θέση του δέκτη, χρειάζεται και μια τέταρτη μέτρηση. Συνήθως εύκολα αποκλείεται το ένα από τα δύο σημεία (είτε γιατί αυτό βρίσκεται στο άλλο ημισφαίριο, είτε γιατί αυτό βρίσκεται πολύ μακριά από τη γη). Έτσι το σημείο αυτό μπορεί να απορριφθεί χωρίς επιπλέον μέτρηση.

Εντούτοις, μία τέταρτη μέτρηση χρειάζεται για το συγχρονισμό του ρολογιού του δέκτη με τον παγκόσμιο χρόνο.

Το μήκος μεταξύ δέκτη - δορυφόρου υπολογίζεται από τη βασική σχέση:

$$(\mathbf{X} - \mathbf{X}_{\delta\text{op}})^2 + (\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_{\delta\text{op}})^2 + (\mathbf{Z} - \mathbf{Z}_{\delta\text{op}})^2 = (c\Delta t - c\Delta T)^2 \quad (1)$$

όπου X, Y, Z = οι συντεταγμένες του αγνώστου σημείου στο γεωκεντρικό καρτεσιανό σύστημα αναφοράς,

$X_{\delta\sigma\rho}, Y_{\delta\sigma\rho}, Z_{\delta\sigma\rho}$ = οι συντεταγμένες του δορυφόρου στο γεωκεντρικό καρτεσιανό σύστημα αναφοράς,

c = η ταχύτητα του φωτός,

Δt = η διαφορά του χρόνου μεταξύ εκπομπής και λήψης του σήματος,

ΔT = το σφάλμα συγχρονισμού του χρονομέτρου του δέκτη και του δορυφόρου.

Ο όρος $c \cdot \Delta t$ ονομάζεται ψευδοαπόσταση R .

Ο όρος $c \cdot \Delta t - c \cdot \Delta T = R - c \cdot \Delta T$ είναι το μήκος μεταξύ δέκτη - δορυφόρου.

Το ΔT είναι ο τέταρτος άγνωστος της εξίσωσης στη σχέση (1). Έτσι πάντοτε για τον προσδιορισμό της θέσης, επιλύεται ένα σύστημα τουλάχιστον τεσσάρων εξισώσεων με 4 αγνώστους.

Επομένως ο ελάχιστος αριθμός δορυφόρων που πρέπει να παρατηρηθούν για έναν πλήρη δορυφορικό εντοπισμό είναι τέσσερις.

Όσο περισσότεροι δορυφόροι παρατηρούνται, δημιουργούνται περισσότερες εξισώσεις και επομένως περισσότερες τεμνόμενες σφαίρες, τόσο μικρότερη είναι η αβεβαιότητα προσδιορισμού της θέσης σημείου στη ΦΓΕ (όπου τοποθετείται η κεραία του δέκτη).

Η θέση της κεραίας του δέκτη υπολογίζεται και εκφράζεται αρχικά σε γεωκεντρικές καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y, Z). Κατόπιν αυτές μετατρέπονται σε ελλειψοειδείς συντεταγμένες, γεωδαιτικό μήκος λ , γεωδαιτικό πλάτος φ και γεωμετρικό υψόμετρο h , ως προς κάποιο ελλειψοειδές αναφοράς, εφαρμόζοντας τον κατάλληλο μετασχηματισμό.

Η ακρίβεια προσδιορισμού της θέσης της κεραίας είναι της τάξης των μερικών μέτρων.

Οι μέθοδοι δορυφορικού εντοπισμού που χρησιμοποιούνται για τις γεωδαιτικές εφαρμογές είναι ο απόλυτος, σχετικός στατικός και κινηματικός εντοπισμός.

Ο σχετικός εντοπισμός (relative positioning) προϋποθέτει την πρόσβαση και τη λήψη μετρήσεων από κάποιο σημείο γνωστών συντεταγμένων και τη χρήση τουλάχιστον δύο δεκτών του συστήματος. Από αυτούς ο ένας παραμένει σταθερά τοποθετημένος σε σημείο

γνωστών συντεταγμένων σε όλη τη διάρκεια των παρατηρήσεων και ονομάζεται δέκτης αναφοράς (base receiver).

Ο δεύτερος δέκτης, που ονομάζεται κινούμενος (rover receiver) τοποθετείται διαδοχικά στα σημεία των οποίων ζητούνται οι συντεταγμένες και παραμένει σε κάθε ένα για τον απαιτούμενο χρόνο.

Στον εντοπισμό αυτό μετά από κατάλληλη επεξεργασία προσδιορίζεται το προσανατολισμένο τριδιάστατο διάνυσμα ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) της βάσης (δηλ. του μήκους) μεταξύ του δέκτη αναφοράς και του κινούμενου δέκτη. Οι συντεταγμένες του κινούμενου δέκτη δίδονται τελικά από τη σχέση:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{κινούμενου ή αγνώστου}} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{αναφοράς ή γνωστού}} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (2)$$

Η αβεβαιότητα του σχετικού εντοπισμού φθάνει τα $\pm 3\text{mm} - \pm 5\text{mm}$.

Μέτρηση ψευδοαπόστασης

Ο προσδιορισμός της θέσης με τη χρήση ενός συστήματος δορυφορικού εντοπισμού βασίζεται στη μέτρηση του μήκους προς τους κινούμενους δορυφόρους.

Το μήκος αυτό μπορεί να μετρηθεί μετρώντας το χρόνο που απαιτείται ώστε το σήμα που αποστέλλει ο δορυφόρος να φτάσει στην κεραία του δέκτη που βρίσκεται στην ΦΓΕ.

Τότε το μήκος προκύπτει από τη γνωστή σχέση:

$$\text{Μήκος} = \text{ταχύτητα} \times \text{χρόνος}$$

Όπου ταχύτητα η ταχύτητα του φωτός στο κενό ($c = 299792458 \text{ m/sec}$). Επομένως αυτό που χρειάζεται είναι η μέτρηση του χρόνου διάδοσης του σήματος από το δορυφόρο μέχρι την κεραία του δέκτη. Είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη χρονική στιγμή του σήματος (t_E) από έναν δορυφόρο του συστήματος μέχρι τη χρονική στιγμή λήψης του ίδιου σήματος (t_A) από την κεραία του δέκτη. Το ζητούμενο μήκος προκύπτει από τη σχέση:

$$R = c \times (t_E - t_A)$$

Οι μετρήσεις αυτές καλούνται ψευδοαποστάσεις R , αφού το μήκος που υπολογίζεται διαφέρει από το πραγματικό μήκος δορυφόρου – δέκτη λόγω αβεβαιοτήτων στο σήμα.

Η αβεβαιότητα μέτρησης της ψευδοαπόστασης με χρήση του κώδικα C/A μπορεί να φτάσει στα $\pm 3\text{m}$ ενώ με χρήση του κώδικα P μπορεί να είναι και 10 φορές μικρότερη ($\sim \pm 30\text{cm}$).

Μέτρηση συνεχούς φάσης του φέροντος κύματος

Κάθε δορυφόρος του συστήματος GPS εκπέμπει ένα μοναδικό σήμα ναυσιπλοΐας σε δύο συχνότητες της L ζώνης του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου:

Την L1 στα 1575.42 MHz και

Την L2 στα 1227.60 MHz

Πρόσφατα ορισμένοι νέοι δορυφόροι εκπέμπουν μια νέα πολιτική συχνότητα, την L5, με σκοπό τη βελτίωση της βεβαιότητας του απόλυτου προσδιορισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο σε $\pm 1\text{mm} - \pm 3\text{mm}$.

Οι δέκτες του συστήματος εκτός από τις μετρήσεις των ψευδοαποστάσεων έχουν την δυνατότητα της μέτρησης της φάσης του μήκους κύματος. Έτσι είναι δυνατός ο υπολογισμός του μήκους μεταξύ του κάθε δορυφόρου και της κεραίας του δέκτη, ως συνάρτηση των μετρούμενων κύκλων φάσης του μήκους κύματος λ που χρησιμοποιούμενου δορυφορικού σήματος (όπου $\lambda_1 = 19.029\text{cm}$ για τη συχνότητα L1 και $\lambda_2 = 24.421\text{cm}$ για τη συχνότητα L2).

Ο δέκτης του συστήματος μπορεί να μετρήσει με ακρίβεια τη στιγμιαία κλασματική φάση τη στιγμή της λήψης του σήματος. Δεν μπορεί όμως να μετρήσει τον ακέραιο αριθμό κύκλων (μήκη κύματος) που μεσολαβούν από τον δορυφόρο μέχρι τον δέκτη.

Έτσι στο μέγεθος που μετράται πρέπει να προστεθεί ο ακέραιος αριθμός n των μηκών κύματος. Ο άγνωστος αυτός αριθμός ονομάζεται ασάφεια φάσης.

Επilύονται συστήματα εξισώσεων, τα οποία δημιουργούνται από τις παρατηρήσεις. Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν και άλλες άγνωστες παραμέτρους όπως τα σφάλματα και τις διαφορές των χρονομέτρων των δορυφόρων και των δεκτών, τις καθυστερήσεις του σήματος λόγω της ιονόσφαιρας και της τροπόσφαιρας, κ.α.. Από την επίλυση προσδιορίζεται η ασάφεια φάσης.

Οι μετρήσεις φάσης του φέροντος κύματος είναι ακριβέστερες κατά δύο τουλάχιστον τάξεις μεγέθους των αντίστοιχων μετρήσεων ψευδοαπόστασης. Για το λόγο αυτό αποτελούν τον μοναδικό τύπο μετρήσεων μικρής αβεβαιότητας με το δορυφορικό σύστημα.

Χρησιμοποιούνται πάντοτε στο σχετικό προσδιορισμό θέσης στις γεωδαιτικές εφαρμογές, ενώ με τις μετρήσεις ψευδοαποστάσεων μπορεί να γίνει προσδιορισμός προσεγγιστικών συντεταγμένων και συγχρονισμός ρολογιών.

2.2 Σφάλματα στις μετρήσεις με συστήματα GNSS

Τα σφάλματα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων με συστήματα GPS/GNSS οφείλονται : (Τέμενος 2007)

- στην κακή γεωμετρία των δορυφόρων στο χώρο, με αποτέλεσμα να μην προκύπτει μια ακριβής λύση ακέραιων ασαφειών φάσης.
- στις συνθήκες που επικρατούν στην τροπόσφαιρα και στην ιονόσφαιρα. Τα σφάλματα αυτά αντιμετωπίζονται με μοντέλα και με παρατηρήσεις και στις δύο συχνότητες (L1, L2).
- στις εκπεμπόμενες εφημερίδες.
- στις πολλαπλές διαδρομές του σήματος, που δημιουργούνται από την ανάκλαση του σήματος του δορυφόρου πάνω σε διάφορες επιφάνειες, περιλαμβανομένου του εδάφους, ή και την περίθλαση μέσα από φυλλώματα.
- στην μετατόπιση του κέντρου φάσης της κεραίας. Οι κεραίες δεκτών GNSS δεν μετράνε πάντα στο κέντρο της κεραίας. Υπάρχει μια μικρή μετατόπιση, χαρακτηριστική για κάθε κεραία, και έτσι το κέντρο φάσης (όπου και γίνονται οι παρατηρήσεις) περιφέρεται γύρω από το κέντρο της κεραίας καθώς αλλάζει ο σχηματισμός των δορυφόρων. Προσανατολίζοντας τις κεραίες στο Βορρά (ή στο ίδιο σημείο), το σφάλμα αυτό ελαχιστοποιείται (σχετικός εντοπισμός θέσης).
- στις απώλειες κύκλων φάσης.
- στη λανθασμένη κέντρωση ή μέτρηση του ύψους κεραίας, τα οποία επηρεάζουν τις μετρήσεις ως σταθερά προστιθέμενα σφάλματα παρά ως παράγοντες πολλαπλασιασμού των σφαλμάτων.

Επιπρόσθετα, από προσωπικές εμπειρίες, σφάλματα μπορούν να οφείλονται σε παρεμβολές από άλλα ηλεκτρομαγνητικά σήματα που υπάρχουν κοντά ή πάνω από την κεραία του δέκτη όπως για παράδειγμα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία επικοινωνίας μεταξύ κεραιών κινητής τηλεφωνίας ή τηλεφωνικών κέντρων ή όταν ο δέκτης βρίσκεται κάτω από εναέριες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας τάσης 132 kV.

2.3 Εξοπλισμός








Για τις μετρήσεις απαιτούνται δέκτες GNSS, ψηφιακός χωροβάτης και σταδία, ΟΓΣ, τρικόχλιο, βάση στήριξης για τις κεραίες των GNSS, μετροταινία, φορητός ΗΥ και ψηφιακή φωτογραφική μηχανή για φωτογραφική τεκμηρίωση. Για την μεταφορά του εξοπλισμού αξιοποιήθηκαν δύο τετρακίνητα οχήματα της ΑΗΚ. Σε κάθε σημείο έγινε πρόνοια ώστε να υπάρχει πρόσβαση με όχημα. Ο πίνακας 4 παρουσιάζει αναλυτικά όλο τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την αρμονική συνεργασία τριών ατόμων.

Ο αριθμός των δεκτών GNSS που αξιοποιούνται είναι σαφώς μεγαλύτερος από τον ελάχιστο αριθμό δεκτών που απαιτείται. Ο ελάχιστος αριθμός δεκτών GNSS είναι δύο (2) ώστε να μετράται μία βάση κάθε φορά. Με αριθμό δεκτών μεγαλύτερο των δύο δίδεται η δυνατότητα ταυτόχρονης μέτρησης περισσότερων βάσεων.

Πίνακας 4 Κατάλογος με όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στις μετρήσεις

Όργανο	Κατασκευαστής	Μοντέλο	Λογισμικό	Αριθμός Συσκευών	Παρελκόμενα		Ιδιοκτήτης
GNSS	Leica	GS15	SmartWorx	8	Τρικόχλιο	GDF112	ΤΕΠΑΚ
					Προσαρμογέας	GRT247	
GNSS	Leica	GS15	SmartWorx	1	Τρικόχλιο	GDF112	ΑΗΚ
					Προσαρμογέας	GRT247	
GNSS	Leica	GX1230GG		1	Τρικόχλιο	GDF112	ΑΗΚ
					Προσαρμογέας	GRT146	
ΟΓΣ	Leica	TCR1202+					ΤΕΠΑΚ
Χωροβάτης	Leica	DNA10			Σταδία		ΤΕΠΑΚ
Φορητός ΗΥ	Getac	B300					ΑΗΚ

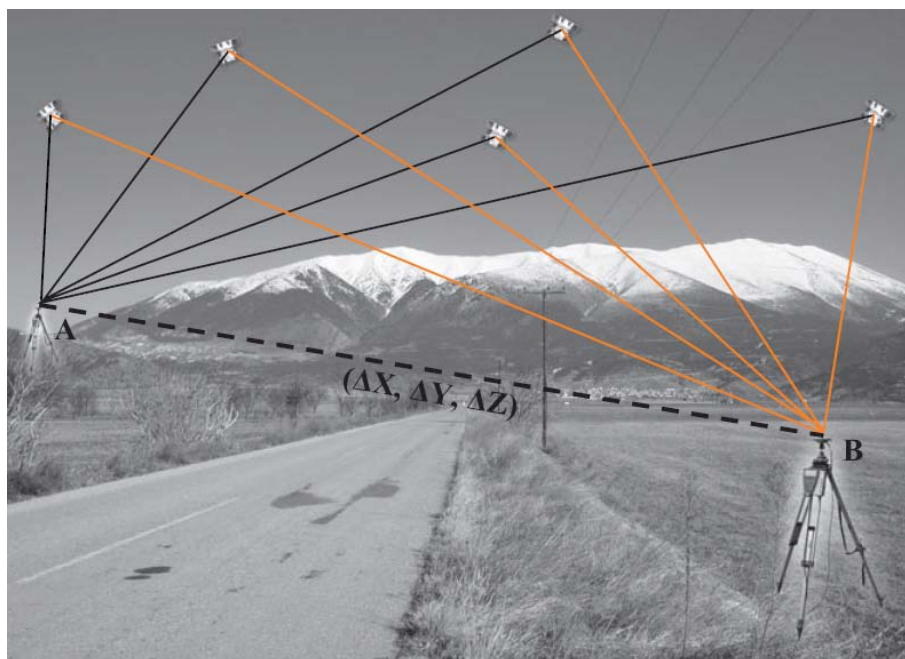
Πίνακας 5 Κατάλογος εξοπλισμού και τεχνικά χαρακτηριστικά

<p>Leica GS15 GNSS</p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS: L1, L2, L2C, L5 • GLONASS: L1, L2 • Galileo (Test): GIOVE-A, GIOVE-B • Galileo: E1, E5a, E5b, Alt-BOC • Compass1 • SBAS: WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, QZSS 	
<p>Leica GX1230GG GNSS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dual-frequency, GNSS, geodetic, real-time RTK receiver • Static, rapid static, kinematic • On the fly L1 + L2, code, phase • Real-time RTK standard • Post processing DGPS/RTCM standard • Survey, geodetic and real-time RTK • Applications • L5 and GALILEO prepared 	
<p>Leica TCR1202+</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accuracy Hz, V: 2'' (0.6 mgon) • Display resolution: 0.1'' (0.1 mgon) • Compensator Working range: 4' (0.07 gon) • Setting accuracy: 0.5'' (0.2 mgon) • Method: centralized dual axis compensator 	
<p>Leica ψηφιακός χωροβάτης DNA10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accuracy Standard deviation height measurement per 1km • Electronic measurements: • with Invar staffs 0.9mm • with standard staffs 1.5mm 	
<p>Leica Τρικόγλιο GDF112</p>	
<p>Leica προσαρμογέας για GS15 GNSS</p>	
<p>Leica προσαρμογέας για κεραία του GX1230GG GNSS</p>	

2.4 Διαδικασία μετρήσεων

Οι μετρήσεις έγιναν σε δύο (2) ανεξάρτητες χρονικές στιγμές. Η πρώτη σειρά μετρήσεων έγινε στις 13 Αυγούστου 2012 και η δεύτερη στις 6 Νοεμβρίου 2012.

Και για τις δύο σειρές εφαρμόστηκε η μέθοδος του σχετικού στατικού εντοπισμού εικόνα 15. Χρησιμοποιήθηκαν οκτώ (8) δέκτες στην Φάση 1 και πέντε (5) δέκτες στην Φάση 2. Το βήμα καταγραφής ορίστηκε ίσο με 1 sec.



Εικόνα 15 Σχηματική παράσταση μεθόδου Σχετικού Στατικού Εντοπισμού

Η τοποθέτηση και οριζοντίωση του τρικοχλίου στο βάθρο έγινε κατά την Φάση 1 και τα τρικόχλια παρέμειναν στην θέση τους μέχρι την ολοκλήρωση των μετρήσεων στην Φάση 2. Για την οριζοντίωση του τρικοχλίου αξιοποιείται η ψηφιακή αεροστάθμη του ΟΓΣ που τοποθετείται στο τρικόχλιο. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε συνοψίζεται ως εξής:

- Τοποθέτηση και οριζοντίωση του τρικόχλιου στο βάθρο
- Μέτρηση του ύψους οργάνου με χρήση ΟΓΣ και χωροβάτη
- Τοποθέτηση προσαρμογέα – κεραίας (ή δέκτη GNSS) σε κάθε βάθρο
- Ενεργοποίηση των δεκτών

- Καταγραφή τόσο σε ειδικό έντυπο όσο και σε ψηφιακό αρχείο Excel (εικόνα 16 και εικόνα 17) των πληροφοριών:

- Ο κωδικός του σημείου
- Η ημερομηνία
- Το ύψος κεραίας που μετρήθηκε
- ώρα έναρξης καταγραφής του δέκτη
- ώρα λήξης καταγραφής του δέκτη

point id	A/A	Sort ID	Στάση	Όργανο	Start Time	End Time	Height	Data Status	Σημειώσεις
1	1	1	1- Υποβρύχιο	AHK Σταθμός	9:55	14:20	0.185	OK	
2	2	2	2- Κάρος Στάθμευσης	CUT 8	8:25	11:00	0.066	OK	
3	3	3	3- Θάλασσα	CUT 5	8:45	11:35	0.063	OK	
4	4	4	4- Σκοπιά	CUT 8	12:30	14:10	0.063	OK	
5	5	5	5- Κροτήρας	CUT 5	12:25	14:05	0.085	OK	
6	6	6	6- Πεύκα	CUT 7	12:15	13:58	0.083	OK	
7	7	7	7- Φουγάρο	CUT 4	10:07	13:35	0.085	OK	
8	8	8	8- Pump House	CUT 7	9:00	12:00	0.086	OK	
9	9	9	9- Καμανόδα Χαμηλά	CUT 3	10:35	13:45	0.191	OK	

Εικόνα 16 Φύλλο εργασίας Excel για την καταγραφή στοιχείων της μέτρησης

Σταθία (σημείο A)	Όργανο	Συσκευή (ειδικό σημείο)	TPS				Level				Ύψος Οργάνου	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις	
			h1 (m)	h2 (m)	h (m)	TPS (m)	Απόσταση στο σημείο (σημείο B) (m)	Απόσταση στο σημείο Υποστυλίου (m)	ΔM _α = 0 · ε	ΔM _β = 0 · ε				
1- Υποβρύχιο	TCR1202	B	1.5139	1.5342	1.5340	DNA55	1.5354	0.2504	1.2760	0.2390				
2- Κάρος Στάθμευσης	TCR1202	B	1.9165	1.8205	1.9305	DNA55	1.7915	0.1161	1.8762	0.2409	7.51	7.59	24/9/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
3- Θάλασσα	TCR1202	B	1.8425	1.8430	1.8428	DNA55	1.7991	0.1562	1.6029	0.2399	8.06	8.12	24/9/2012 0:00	Κάρος Σταθμού
8- Pump House	TCR1202	B	1.6150	1.6150	1.6150	DNA55	1.7007	0.3264	1.3745	0.2407	8.22	8.27	24/9/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
5- Κροτήρας	TCR1202	B	1.4351	1.4359	1.4353	DNA55	1.6664	0.8737	1.3948	0.2409	8.43	8.48	24/9/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
6- Πεύκα	TCR1202	B	0.4490	0.4500	0.4495	DNA55	1.5989	1.1894	0.3095	0.2400	8.56	9.04	24/9/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
4- Σκοπιά	TCR1202	B	1.8893	1.8893	1.8893	DNA55	1.963	0.309	1.6540	0.2313	16.36	16.43	26/9/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
4- Σταθία 27/9/2012	TCR1202	B	1.8562	1.8568	1.8565	DNA55	1.7702	0.3488	1.6238	0.2379	16.45	16.49	27/9/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
4- Σταθία 08/10/2012	TCR1202	B	1.8501	1.8502	1.8501	DNA55	1.7889	0.3191	1.6129	0.2372	17.26	17.26	8/10/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
4- Σταθία 10/10/2012	TCR1202	B	1.8501	1.8508	1.8506	DNA55	1.82	0.3069	1.6133	0.2375	10.05	10.09	10/10/2012 0:00	Πρώτος Σταθμός
7- Φουγάρο	TCR1202	B	1.4710	1.4780	1.4773	DNA55	1.4455	0.3086	1.2548	0.2428				
		B			0.0000				0.0000	0.0000				
		B			0.0000				0.0000	0.0000				

Εικόνα 17 Φύλλο εργασίας Excel για την καταγραφή και υπολογισμό του ύψους οργάνου

2.4.1 Μεθοδολογία προσδιορισμού ύψους κεραίας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό του ύψους της κεραίας είναι η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό του ύψους οργάνου έναντι της μεθοδολογίας που αναφέρεται στη βιβλιογραφία για προσδιορισμό του ύψους κεραίας. Ο λόγος είναι γιατί συνδυάστηκαν οι μετρήσεις με GNSS και με ΟΓΣ στην ίδια χρονική περίοδο οπότε εφαρμόζοντας την μεθοδολογία πιο κάτω προσδιορίζεται ταυτόχρονα το ύψος κεραίας και το ύψος οργάνου (ΟΓΣ).

Η αβεβαιότητα μέτρησης του ύψους οργάνου ή κεραίας στην προκειμένη περίπτωση επηρεάζει καθοριστικά την επίλυση του δικτύου. Αυτό αποδείχτηκε στην πορεία κατά την διαδικασία επίλυσης. Για το λόγο αυτό δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην μέτρησή του. Ακολουθήθηκε διαδικασία μέτρησης που περιγράφεται από τους (Λάμπρου και Πανταζής 2010) και απαιτεί τη χρήση χωροβάτη και ΟΓΣ. Η διαδικασία αυτή επιβαρύνει χρονικά κατά 15 min για κάθε σημείο, όμως η αβεβαιότητά της μπορεί να υπολογιστεί και είναι της τάξης των $\pm 0.3\text{mm}$ σε σχέση με την μέτρηση με μετροταινία που παρέχει αβεβαιότητα περίπου $\pm 2\text{mm}$.



Εικόνα 18 Μέτρηση ύψους Οργάνου στο βάθρο

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του ύψους της κεραίας είναι:

- Ψηφιακός χωροβάτης
- Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός
- Χωροσταθμική βάση
- Σταδία διπλής όψεως (ψηφιακή / αναλογική)
- Τρικόγλιο στο βάθρο
- Φορητός ΗΥ για καταγραφή και υπολογισμούς

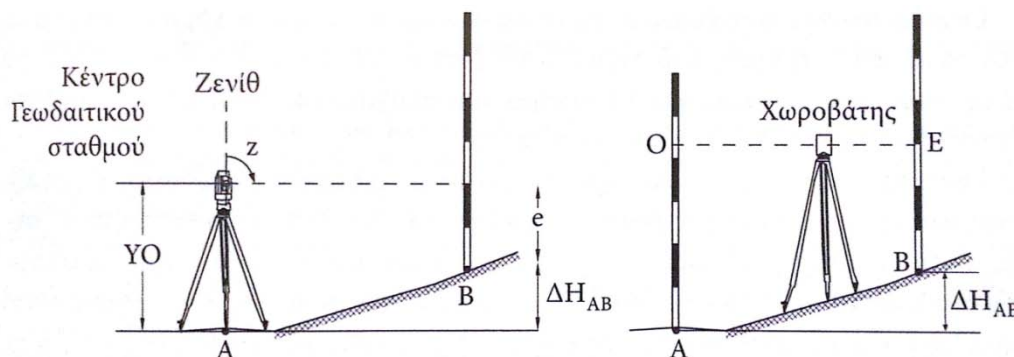
Διαδικασία όπως περιγράφεται από (Λάμπρου και Πανταζής 2010)

Σε προσημασμένο σημείο B, κοντά στο σημείο στάσης A του γεωδαιτικού σταθμού, τοποθετείται σταδία. Χρησιμοποιώντας τον ΟΓΣ ως χωροβάτη, δηλαδή τοποθετώντας την σκοπευτική του γραμμή σε οριζόντια θέση (ένδειξη 100^s στην ζενίθια γωνία), λαμβάνεται από τον παρατηρητή η ανάγνωση e πάνω στη σταδία σε πρώτη (Iⁿ) και δεύτερη (IIⁿ) θέση τηλεσκοπίου (300^s). Τελικά $e = \frac{e^I + e^{II}}{2}$.

Στη συνέχεια αφού απομακρυνθεί ο ΟΓΣ από το σημείο A, τοποθετείται χωροβάτης περίπου στην μεσοκάθετο της απόστασης μεταξύ των σημείων A και B και λαμβάνονται οι ενδείξεις της σταδίας όπισθεν O (στο σημείο A) και έμπροσθεν E (στο σημείο B).

Υπολογίζεται η υψομετρική διαφορά $\Delta H_{AB} = O - E$ (σχήμα 6). Τότε το ύψος οργάνου YO προκύπτει ως άθροισμα των e και ΔH_{AB} , δηλαδή:

$$YO = e + \Delta H_{AB}$$



Σχήμα 6 Ακριβής προσδιορισμός του ύψους οργάνου - στόχου

2.4.2 Προετοιμασία μετρήσεων

Η προετοιμασία άρχισε από την Παρασκευή 10 Αυγούστου 2012 όπου και παρελήφθησαν 8 δέκτες, ένας ψηφιακός χωροβάτης και ένας ΟΓΣ από το ΤΕΠΑΚ και 3 δέκτες από την ΑΗΚ. Έγινε η απαιτούμενη προετοιμασία των συσκευών η οποία περιλαμβάνει φόρτιση των μπαταριών, κατάλληλη παραμετροποίηση των δεκτών και γενικά έλεγχο για την εύρυθμη λειτουργία τους. Επιπρόσθετα ετοιμάστηκε ψηφιακό φύλλο εργασίας στο λογισμικό MS Excel ώστε να καταγράφονται όλες οι μετρήσεις στο πεδίο με τη χρήση φορητού ΗΥ.

Αντίστοιχη προετοιμασία έγινε και στις 5 Νοεμβρίου 2012 με μικρότερο αριθμό δεκτών.

2.4.3 Μετρήσεις, Φάση 1η

Στην πρώτη φάση, την Δευτέρα 13 Αυγούστου 2013, χρησιμοποιήθηκαν οκτώ (8) δέκτες GNSS και οι μετρήσεις όλων των βάσεων έγιναν στην ίδια χρονική περίοδο από τα οκτώ σημεία του δικτύου μετρώντας όλες τις βάσεις του δικτύου ταυτόχρονα. Η διαδικασία μετρήσεων άρχισε στις 6:00 το πρωί και ολοκληρώθηκε στις 13:30.

Ο πρώτος δέκτης άρχισε να καταγράφει παρατηρήσεις από δορυφόρους στις 6:24 και σταμάτησε στις 12:11. Ο τελευταίος δέκτης άρχισε να καταγράφει στις 8:23 και σταμάτησε στις 12:43. Συνολικά απαιτήθηκαν επτά και μισή (7.5) ώρες για να ολοκληρωθούν οι μετρήσεις στα οκτώ (8) σημεία.

Στο σταθερό σημείο με κωδική ονομασία “1-SUBMARINE” ο δέκτης άρχισε να καταγράφει παρατηρήσεις στις 7:18 και ολοκλήρωσε στις 13:15. Ο πίνακας 6 παρουσιάζει συνοπτικά στοιχεία για τις μετρήσεις σε κάθε σημείο (χρονική διάρκεια, ύψος κεραίας, κ.α.).

Πίνακας 6 Κατάλογος με τους χρόνους μέτρησης κατά την 1η Φάση

Σημείο	Έναρξη μέτρησης	Τέλος μέτρησης	Διάρκεια μέτρησης	Τύπος GNSS	Μέθοδος	Ύψος κεραίας	Τρόπος μέτρησης
4-Skopia	13/8/2012 6:24	13/8/2012 12:11	5h 47' 30"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical
5-Kratiras	13/8/2012 6:38	13/8/2012 12:03	5h 25' 20"	GPS/GLONASS	Static	0.081	Vertical
6-PEFKA	13/8/2012 6:52	13/8/2012 10:11	3h 18' 50"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical
1-SUBMARINE	13/8/2012 7:18	13/8/2012 13:15	5h 57' 20"	GPS/GLONASS	Static	0.189	Vertical
8-PUMPHOUSE	13/8/2012 7:29	13/8/2012 11:06	3h 36' 35"	GPS/GLONASS	Static	0.082	Vertical
7-Day Tank	13/8/2012 7:53	13/8/2012 11:21	3h 28' 25"	GPS/GLONASS	Static	0.191	Vertical
2-PARKING	13/8/2012 8:05	13/8/2012 11:43	3h 38' 00"	GPS/GLONASS	Static	0.187	Vertical
3-THALASSA	13/8/2012 8:23	13/8/2012 12:43	4h 19' 30"	GPS/GLONASS	Static	0.19	Vertical

2.4.4 Μετρήσεις, Φάση 2η

Στην δεύτερη φάση, την Τρίτη 6 Νοεμβρίου 2013, χρησιμοποιήθηκαν πέντε (5) δέκτες GNSS και οι μετρήσεις των βάσεων έγιναν σε δύο χρονικά διαστήματα με το δέκτη να παραμένει σε λειτουργία στο σταθερό σημείο καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Η διαδικασία μετρήσεων άρχισε στις 7:30 το πρωί και ολοκληρώθηκε στις 14:30.

Ο πρώτος δέκτης άρχισε να καταγράφει παρατηρήσεις από δορυφόρους στις 8:29 και σταμάτησε στις 11:00. Ο τελευταίος δέκτης άρχισε να καταγράφει στις 12:29 και σταμάτησε στις 14:10. Συνολικά απαιτήθηκαν επτά (7) ώρες για να ολοκληρωθούν οι μετρήσεις στα οκτώ (8) σημεία.

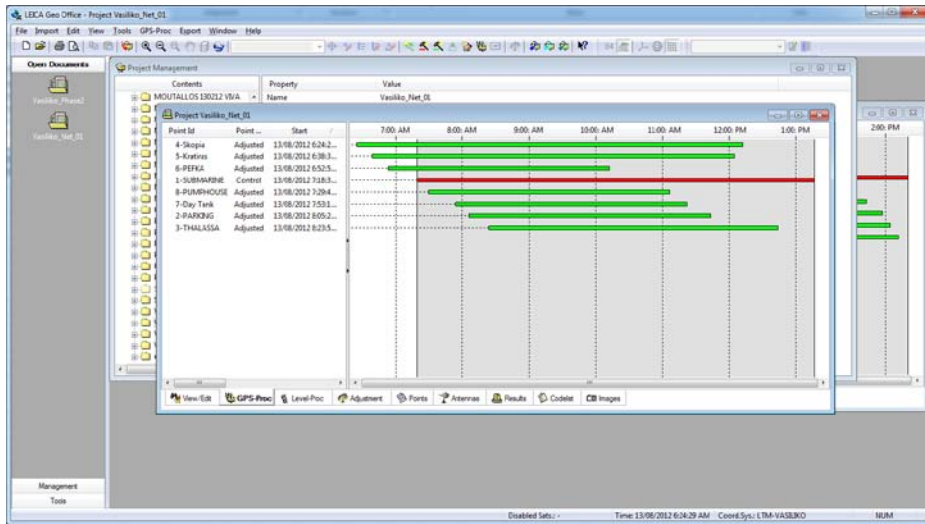
Στο σταθερό σημείο με κωδική ονομασία “1-SUBMARINE” ο δέκτης άρχισε να καταγράφει παρατηρήσεις στις 9:45 και ολοκλήρωσε στις 14:18. Ο πίνακας 7 παρουσιάζει συνοπτικά στοιχεία για τις μετρήσεις σε κάθε σημείο (χρονική διάρκεια, ύψος κεραίας, κ.α.).

Πίνακας 7 Κατάλογος με τους χρόνους μέτρησης κατά την 2η Φάση

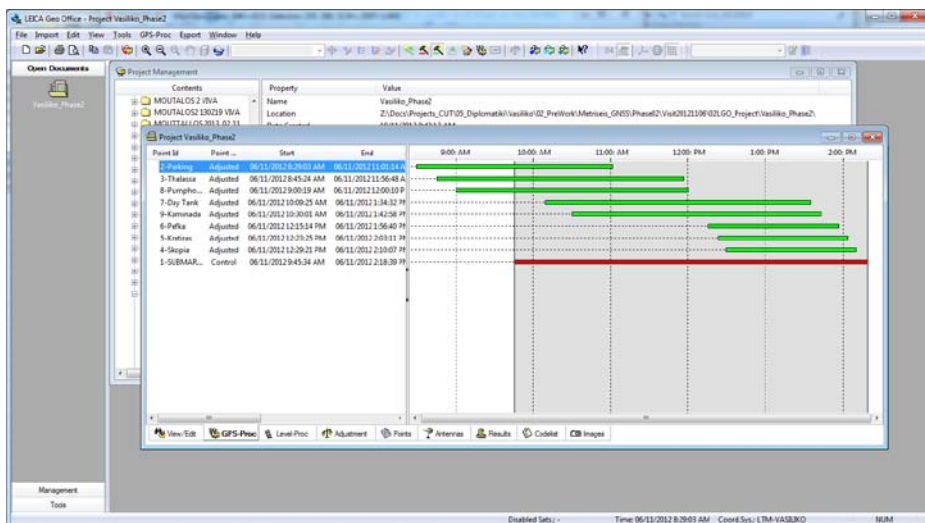
Σημείο	Έναρξη μέτρησης	Τέλος μέτρησης	Διάρκεια μέτρησης	Τύπος GNSS	Μέθοδος	Ύψος κεραίας	Τρόπος μέτρησης
2-Parking	6/11/2012 8:29	6/11/2012 11:01	2h 32' 11"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical
3-Thalassa	6/11/2012 8:45	6/11/2012 11:56	3h 11' 24"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical
8-Pumphouse	6/11/2012 9:00	6/11/2012 12:00	2h 59' 51"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical
7-Day Tank	6/11/2012 10:09	6/11/2012 13:34	3h 25' 07"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical
9-Kaminada	6/11/2012 10:30	6/11/2012 13:42	3h 12' 57"	GPS/GLONASS	Static	0.191	Vertical
6-Pefka	6/11/2012 12:15	6/11/2012 13:56	1h 41' 26"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical
5-Kratiras	6/11/2012 12:23	6/11/2012 14:03	1h 39' 46"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical
4-Skopia	6/11/2012 12:29	6/11/2012 14:10	1h 40' 46"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical
1-SUBMARINE	6/11/2012 9:45	6/11/2012 14:18	4h 33' 05"	GPS/GLONASS	Static	0.185	Vertical

2.4.5 Ανεξάρτητες παρατηρήσεις

Οι παρατηρήσεις της 1^{ης} Φάσης δεν μπορούν να θεωρηθούν ανεξάρτητες αφού όλες οι βάσεις μετρήθηκαν ταυτόχρονα. Οι παρατηρήσεις της 2^{ης} Φάσης χωρίζονται σε δύο ομάδες που αποτελούν ανεξάρτητες παρατηρήσεις μεταξύ τους αφού οι μετρήσεις έγιναν σε διαφορετικούς χρόνους. Αυτό απεικονίζεται καθαρά στην εικόνα 19 και στην εικόνα 20 όπου φαίνεται η χρονική διάρκεια των μετρήσεων για κάθε σημείο με πράσινο χρώμα. Στην πρώτη εικόνα όλες οι πράσινες μπάρες επικαλύπτονται χρονικά σε αντίθεση με την δεύτερη εικόνα όπου οι πράσινες μπάρες δημιουργούν δύο ομάδες χρονικής επικάλυψης.



Εικόνα 19 Οι μετρήσεις της 1^{ης} Φάσης στο λογισμικό Leica Geo Office



Εικόνα 20 Οι μετρήσεις της 1^{ης} Φάσης στο λογισμικό Leica Geo Office

2.4.6 Διαφορές στις συνθήκες μετρήσεων

Οι μετρήσεις της πρώτης Φάσης με τις μετρήσεις της δεύτερης Φάσης έχουν διαφορά χρονικά κατά μια ημερολογιακή εποχή. Η πρώτη Φάση ημερολογιακά ήταν στο μέσο του καλοκαιριού ενώ η δεύτερη φάση ήταν προς το τέλος του φθινοπώρου. Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή ήταν εντελώς διαφορετικές στις δύο φάσεις μέτρησης.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η θερμοκρασία στις 13/8/2012 και ώρα 6:50 ήταν 27°C και στις 13:50 ήταν 31°C ενώ στις 6/11/2012 και ώρα 6:50 ήταν 18°C και στις 13:50 η θερμοκρασία ήταν 26°C. Η διαφορά στις επικρατούσες καιρικές συνθήκες σίγουρα επηρεάζει τις μετρήσεις και την συμπεριφορά των οργάνων, δεκτών GNSS, των υλικών και εγκαταστάσεων που μετρούνται. Ο πίνακας 8 που ακολουθεί, παρουσιάζει αναλυτικά στοιχεία μετεωρολογικών δεδομένων για κάθε χρονική στιγμή μέτρησης.

Πίνακας 8 Μετεωρολογικά στοιχεία για ημερομηνίες μετρήσεων

Ημερομηνία	Ώρα	Θερμοκρασία (° C)	Υγρασία (%)	Σχετική Θερμοκρασία (° C)
13/8/2012	6:50	27	74	30.7
13/8/2012	13:50	31	63	35.8
6/11/2012	6:50	18	68	17.8
6/11/2012	13:50	26	65	27.2

2.5 Επίλυση Βάσεων (Baselines)

Από την επίλυση των μετρήσεων της 1^{ης} Φάσης ο αριθμός των βάσεων που υπολογίστηκαν είναι 27 όσος περίπου και ο αναμενόμενος $8X(8-1)/2=28$. Στην επίλυση των μετρήσεων της 2^{ης} Φάσης ο αριθμός των βάσεων που υπολογίστηκαν είναι 27 που είναι μικρότερος του αναμενόμενου $9X(9-1)/2=36$. Αυτό οφείλεται στην μέτρηση σε δύο χρονικές περιόδους οπότε και δεν μπορούν να υπολογιστούν όλες οι βάσεις αν δεν επικαλύπτονται χρονικά οι μετρήσεις των κορυφών τους.

Στην επίλυση των μετρήσεων της Φάσης 2 υπάρχουν δύο βάσεις που απέτυχε η επίλυση της ασάφειας φάσης οπότε και δεν συνυπολογίστηκαν στην επίλυση. Οι βάσεις αυτές είναι 9-

Kaminada – 6-Pefka και 9-Kaminada – 5-Kratiras. Και στις δύο αυτές βάσεις συμμετέχει το σημείο 9-Kaminada όπου είναι αναμενόμενο να υπάρχουν παρεμβολές και αντανάκλασεις στο δορυφορικό σήμα. Το πιο πάνω τεκμηριώνεται στην §3.4, όπου και φαίνεται ότι για τις χρονικές περιόδους που οι δορυφορικές παρατηρήσεις αξιοποιούνται για την επίλυση των βάσεων, υπήρξε διακοπτόμενη λήψη του δορυφορικού σήματος στη κορυφή “9-Kaminada”.

Στο παράρτημα επισυνάπτονται πίνακες με τα αποτελέσματα από τον την επίλυση των βάσεων.

3 Επίλυση Δικτύου

3.1.1 Επιλογή λογισμικού

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την διαχείριση και επίλυση του δικτύου είναι το “Leica Geo Office Version 8.2” (LGO) αφού όλοι οι δέκτες που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις είναι της ίδιας κατασκευάστριας εταιρείας. Είναι το λογισμικό που χρησιμοποιείται από την ΑΗΚ, σε επεξεργασία δορυφορικών μετρήσεων. Επιπρόσθετα για σκοπούς ποιοτικού ελέγχου των μετρήσεων αξιοποιήθηκε το λογισμικό (περιορισμένης λειτουργικότητας) “Ashtech GNSS Solutions Version 3.70.5”.

Παρουσιάστηκε πρόβλημα με την επίλυση του δικτύου στο λογισμικό LGO με χρήση των μετρήσεων που προέρχονται από δορυφόρους του συστήματος GLONASS για το λόγο ότι στους ΗΥ που έγινε όλη η διαδικασία επίλυσης δεν υπάρχει άδεια χρήσης του υποπρογράμματος επίλυσης με GLONASS.

Για την επίλυση και συνόρθωση, το λογισμικό LGO χρησιμοποιεί τη Μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων (MET).

3.2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

Κατά τη διαδικασία επίλυσης του δικτύου είναι απαραίτητη η γνώση των συντεταγμένων ενός σημείου. Το σημείο αυτό μπορεί να βρίσκεται από λίγες εκατοντάδες μέτρα έως και αρκετά χιλιόμετρα μακριά από την περιοχή.

Το σφάλμα προσδιορισμού των συντεταγμένων των αγνώστων κορυφών εξαρτάται από το χρόνο μέτρησης, τη γεωμετρία των δορυφόρων και την απόσταση από την σταθερή κορυφή. (Λάμπρου και Πανταζής 2010)

Ο προσδιορισμός των συντεταγμένων των άγνωστων κορυφών μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Ανεξάρτητη μέτρηση – Υπολογισμός βάσης.

Στην περίπτωση αυτή απαιτείται μόνο η μέτρηση της βάσης μεταξύ του γνωστού και κάθε άγνωστου σημείου. Μετρώνται τόσες βάσεις όσα τα άγνωστα σημεία και τα νέα σημεία που ιδρύονται είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

- Μέτρηση βάσεων περισσότερων της μίας για κάθε άγνωστο σημείο και ενιαία επίλυση του ως δίκτυο.

Σε ένα τέτοιο δίκτυο, που αποτελείται από n κορυφές, δημιουργούνται $\frac{n(n-1)}{2}$ βάσεις.

Από αυτές επιλέγεται να μετρηθεί ο βέλτιστος αριθμός ή και όλες. Το δίκτυο επιλύεται ως ελεύθερο, θεωρώντας ένα σημείο σταθερό. Ο αριθμός των αγνώστων συντεταγμένων (X, Y, Z) είναι ίσος με $3(n-1)$.

Σε μια συνόρθωση δικτύου αποτελεί μειονέκτημα η χρησιμοποίηση μη ανεξάρτητων βάσεων. Για το λόγο αυτό, σχεδόν όλα τα λογισμικά ακολουθούν τη διαδικασία επίλυσης κάθε βάσης ξεχωριστά και στη συνέχεια γίνεται η συνόρθωση του δικτύου με όλες τις βάσεις.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην αξιολόγηση της επίλυσης κάθε βάσης τόσο αν χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα όσο και πριν αυτή εισαχθεί με τις υπόλοιπες στη διαδικασία επίλυσης του δικτύου.

Επειδή με τη μέθοδο του σχετικού στατικού εντοπισμού καταγράφονται εκατοντάδες ή και χιλιάδες μετρήσεων στη διάρκεια του χρόνου παρατήρησης, τα σφάλματα που προκύπτουν από την επίλυση και αφορούν στις συντεταγμένες των σημείων έχουν πολύ μικρές τιμές, της τάξης του $\pm 0.1\text{mm}$. Οι τιμές αυτές δεν ανταποκρίνονται στην πραγματική αβεβαιότητα των μετρήσεων.

Κάθε δίκτυο που μετράται αποτελείται από κλειστά γεωμετρικά σχήματα, κατά προτίμηση μοναδιαία τρίγωνα. Σε κάθε μοναδιαίο τρίγωνο τα αθροίσματα

$$\sum_{i=1}^3 \Delta X_i, \sum_{i=1}^3 \Delta Y_i \text{ και } \sum_{i=1}^3 \Delta Z_i$$

πρέπει θεωρητικά να είναι ίσα με μηδέν.

Το σφάλμα κλεισίματος σ_k κάθε μοναδιαίου τριγώνου σε κάθε μια από τις τρεις συνιστώσες, είναι ίσο με:

$$\sigma_{K_X} = \mathbf{0} - \sum_{i=1}^3 \Delta X_i, \quad \sigma_{K_Y} = \mathbf{0} - \sum_{i=1}^3 \Delta Y_i, \quad \sigma_{K_Z} = \mathbf{0} - \sum_{i=1}^3 \Delta Z_i \quad (3)$$

Σε κάθε μοναδιαίο τρίγωνο ή βρόγχο υπολογίζονται και αξιολογούνται τα σφάλματα κλεισίματος κατά X, Y, και Z.

Με τον τρόπο αυτό μπορούν να εντοπιστούν χονδροειδή σφάλματα στις μετρήσεις και επιπλέον μπορεί να υπολογιστεί μια αντικειμενική τιμή αβεβαιότητας του εντοπισμού.

Σε κάθε μοναδιαίο τρίγωνο ABΓ ισχύει:

$$\sigma_{K_X} = \pm \sqrt{\sigma^2_{\Delta X_{AB}} + \sigma^2_{\Delta X_{BG}} + \sigma^2_{\Delta X_{GA}}} \quad (4)$$

Θεωρώντας ότι οι βάσεις έχουν περίπου το ίδιο μήκος τότε η σχέση (4) γίνεται:

$$\sigma_{K_X} = \pm \sqrt{3 \cdot \sigma^2_{\Delta X_{AB}}} \Rightarrow \sigma_{\Delta X} = \pm \frac{\sigma_{K_X}}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Αντίστοιχες σχέσεις ισχύουν και για τα σφάλματα $\sigma_{\Delta Y}$, $\sigma_{\Delta Z}$.

Αν σε ένα δίκτυο, υπολογιστούν τα σφάλματα σε έναν ικανό αριθμό τριγώνων, έστω n, τότε η μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού σε κάθε μια από τις τρεις συνιστώσες $\sigma_{\Delta X_\mu}$, $\sigma_{\Delta Y_\mu}$, $\sigma_{\Delta Z_\mu}$ δίδεται από τη σχέση.

$$\sigma_{\Delta X_\mu} = \pm \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{\Delta X_i}}{n} \quad (6)$$

Όμως για μια βάση AB ισχύει:

$$\sigma_{\Delta X_{AB}} = \pm \sqrt{\sigma^2_{X_A} + \sigma^2_{X_B}} \quad (7)$$

Θεωρώντας ότι $\sigma_{X_A} = \sigma_{X_B} = \sigma_X$ τότε

$$\sigma_{\Delta X_{AB}} = \sqrt{2} \cdot \sigma_X \Rightarrow \sigma_X = \frac{\sigma_{\Delta X_{AB}}}{\sqrt{2}} \quad (8)$$

Για ολόκληρο το δίκτυο όπου $\sigma_{\Delta X_{AB}}$ ληφθεί $\sigma_{\Delta X_\mu}$, προκύπτει:

$$\sigma_x = \pm \frac{\sigma_{\Delta X_{\mu}}}{\sqrt{2}}, \sigma_y = \pm \frac{\sigma_{\Delta Y_{\mu}}}{\sqrt{2}}, \sigma_z = \pm \frac{\sigma_{\Delta Z_{\mu}}}{\sqrt{2}} \quad (9)$$

Η σχέση (9) δίδει την αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού για όλο το δίκτυο, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μέτρο αξιολόγησης του δικτύου.

3.3 Διαδικασία συνόρθωσης δικτύου

Κατά τη διαδικασία της επίλυσης του δικτύου ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- όλα τα αρχεία εισάγονται από τις κάρτες καταγραφής των δεκτών στον ΗΥ και δημιουργούνται αντίγραφα ασφαλείας
- όλες οι μετρήσεις εισάγονται στο λογισμικό διαχείρισης και επίλυσης
- ακολούθως γίνεται μια πρώτη ποιοτική εκτίμηση των καταγραφών
- ακολουθεί μετεπεξεργασία των μετρήσεων ώστε να υπολογιστούν οι τιμές των συντεταγμένων των αγνώστων κορυφών με δεδομένες τις τιμές για το σταθερό σημείο
- Ακολούθως γίνεται υπολογισμός όλων των βάσεων
- Γίνεται κλείσιμο των μοναδιαίων τριγώνων
- Αξιολόγηση σφαλμάτων κλεισίματος μοναδιαίων τριγώνων
- Υπολογισμός αντικειμενικών τιμών αβεβαιότητας για το δίκτυο και για τις δύο φάσεις
- Γίνεται συνόρθωση του δικτύου
- Εξαγωγή των αποτελεσμάτων και αξιολόγηση τους

3.3.1 Αποτελέσματα υπολογισμού συντεταγμένων κορυφών Φάσης 1

Η επίλυση και συνόρθωση του δικτύου έγινε σε τοπικό σύστημα συντεταγμένων με γνωστές τις συντεταγμένες του σταθερού σημείου με κωδική ονομασία “1-SUBMARINE” και ίσες με (5000, 5000, 35.5089). Η επιλογή των τιμών αυτών έναντι των τιμών (0,0) έγινε για να αποφευχθούν αρνητικές τιμές, αφού το σταθερό είναι το βορειότερο σημείο από όλες τις κορυφές του δικτύου. Ο πίνακας 9 απεικονίζει τα αποτελέσματα.

Τα αποτελέσματα για την 1^η Φάση δίδονται μετά την συνόρθωση του δικτύου.

Πίνακας 9 Συντεταγμένες x, y, H κορυφών μετά τη συνόρθωση του δικτύου – 1^η Φάση

Σημείο	x (m)	σx (mm)	y (m)	σy (mm)	H (m)	σH (mm)	h (m)	N (m)
1-SUBMARINE	5000	-	5000	-	35.5039	-	50.585	15.0811
2-PARKING	5040.3596	±0.2	4381.5192	±0.2	11.0571	±0.6	26.0038	14.9467
3-THALASSA	5125.4936	±0.2	4169.479	±0.2	9.9664	±0.6	24.862	14.8957
4-Skopia	4613.5348	±0.2	4332.706	±0.2	41.5224	±0.5	56.4728	14.9504
5-Kratiras	4627.0779	±0.2	4559.9239	±0.2	63.2388	±0.5	78.2397	15.0009
6-PEFKA	4614.186	±0.2	4709.3744	±0.2	61.9482	±0.5	76.9829	15.0347
7-Day Tank	4750.9445	±0.2	4597.5389	±0.3	24.5052	±0.6	39.5111	15.0059
8-PUMPHOUSE	4955.1572	±0.2	4596.9466	±0.2	24.4371	±0.6	39.4363	14.9992

Φάση 1 – Πίνακες Μεταβλητότητας Συμμεταβλητότητας για κάθε κορυφή

$$V_2 = \begin{vmatrix} 0.6 & 0 & -0.1 \\ 0 & 0.4 & 0 \\ -0.1 & 0 & 3.1 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_3 = \begin{vmatrix} 0.6 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 3.1 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_4 = \begin{vmatrix} 0.5 & 0 & -0.1 \\ 0 & 0.3 & 0 \\ -0.1 & 0 & 2.4 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_5 = \begin{vmatrix} 0.4 & 0 & -0.1 \\ 0 & 0.3 & 0 \\ -0.1 & 0 & 2.3 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_6 = \begin{vmatrix} 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 2.8 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_7 = \begin{vmatrix} 0.7 & 0.1 & -0.1 \\ 0.1 & 0.5 & -0.1 \\ -0.1 & -0.1 & 4.0 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_8 = \begin{vmatrix} 0.6 & 0 & -0.1 \\ 0 & 0.4 & 0 \\ -0.1 & 0 & 3.3 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

Να σημειωθεί ότι οι συμμεταβλητότητες μεταξύ των κορυφών είναι ίσες με μηδέν, οπότε οι κορυφές είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους.

Για την αξιολόγηση του δικτύου υπολογίζονται αντικειμενικές τιμές της αβεβαιότητας εντοπισμού ακολουθώντας τη διαδικασία του προσδιορισμού του σφάλματος κλεισίματος όλων των μοναδιαίων τριγώνων πριν την συνόρθωση του δικτύου. Για να γίνει αυτό ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- εξάγονται από το λογισμικό LGO σε φύλλο εργασίας MS Excel τα dX , dY , dZ για κάθε βάση κάθε μοναδιαίου τριγώνου
- Ακολούθως υπολογίζονται τα σφάλματα κλεισίματος, σ_{K_X} , σ_{K_Y} , σ_{K_Z} .
- Υπολογίζεται η μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού σε κάθε μια συνιστώσα $\sigma_{\Delta X_\mu}$, $\sigma_{\Delta Y_\mu}$, $\sigma_{\Delta Z_\mu}$
- Τελικά υπολογίζεται η “αντικειμενική” τιμή αβεβαιότητας εντοπισμού για όλο το δίκτυο $\sigma_X = \pm \frac{\sigma_{\Delta X_\mu}}{\sqrt{2}}$, $\sigma_Y = \pm \frac{\sigma_{\Delta Y_\mu}}{\sqrt{2}}$, $\sigma_Z = \pm \frac{\sigma_{\Delta Z_\mu}}{\sqrt{2}}$

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 10, 11, 12.

Ο αριθμός των μοναδιαίων τριγώνων που υπολογίζονται είναι 21, μεταξύ των 8 κορυφών.

Πίνακας 10 Σφάλματα κλεισίματος μοναδιαίων τριγώνων - Φάση 1

Τρίγωνο	Από	Προς 1	Προς 2	σΧ _μ (mm)	σΥ _μ (mm)	σΖ _μ (mm)	Σφάλμα κλεισίματος (mm)	σΔ _χ (mm)	σΔ _γ (mm)	σΔ _ζ (mm)
1	8-PUMPHOUSE	6-PEFKA	7-Day Tank	-0.0013	-0.0018	-0.0014	0.0026	-0.000751	-0.0010392	-0.0008083
2	7-Day Tank	8-PUMPHOUSE	2-PARKING	-0.0012	-0.0003	-0.0009	0.0015	-0.000693	-0.0001732	-0.0005196
3	6-PEFKA	7-Day Tank	2-PARKING	0.0007	-0.0004	0.0008	0.0011	0.000404	-0.0002309	0.0004619
4	7-Day Tank	8-PUMPHOUSE	5_Kratiras	0.0012	0.0007	0.0010	0.0017	0.000693	0.0004041	0.0005774
5	6-PEFKA	7-Day Tank	5_Kratiras	-0.0022	-0.0009	-0.0020	0.0031	-0.00127	-0.0005196	-0.0011547
6	8-PUMPHOUSE	3-THALASSA	5_Kratiras	-0.0038	-0.0011	-0.0018	0.0043	-0.002194	-0.0006351	-0.0010392
7	8-PUMPHOUSE	2-PARKING	5_Kratiras	-0.0030	-0.0011	-0.0021	0.0038	-0.001732	-0.0006351	-0.0012124
8	7-Day Tank	8-PUMPHOUSE	3-THALASSA	-0.0017	0.0001	-0.0004	0.0017	-0.000981	5.774E-05	-0.0002309
9	6-PEFKA	7-Day Tank	3-THALASSA	0.0024	-0.0005	0.0005	0.0025	0.001386	-0.0002887	0.0002887
10	8-PUMPHOUSE	2-PARKING	3-THALASSA	-0.0010	-0.0012	-0.0012	0.0020	-0.000577	-0.0006928	-0.0006928
11	7-Day Tank	8-PUMPHOUSE	4-Skopia	-0.0001	0.0005	0.0008	0.0009	-5.77E-05	0.0002887	0.0004619
12	6-PEFKA	7-Day Tank	4-Skopia	-0.0005	-0.0004	-0.0017	0.0018	-0.000289	-0.0002309	-0.0009815
13	8-PUMPHOUSE	5_Kratiras	4-Skopia	0.0002	-0.0004	-0.0003	0.0005	0.000115	-0.0002309	-0.0001732
14	5_Kratiras	3-THALASSA	4-Skopia	0.0008	0.0008	0.0004	0.0012	0.000462	0.0004619	0.0002309
15	8-PUMPHOUSE	2-PARKING	4-Skopia	-0.0021	-0.0010	-0.0020	0.0031	-0.001212	-0.0005774	-0.0011547
16	7-Day Tank	8-PUMPHOUSE	1-SUBMARINE	-0.0011	-0.0010	-0.0010	0.0018	-0.000635	-0.0005774	-0.0005774
17	6-PEFKA	7-Day Tank	1-SUBMARINE	0.0006	-0.0004	-0.0005	0.0009	0.000346	-0.0002309	-0.0002887
18	8-PUMPHOUSE	5_Kratiras	1-SUBMARINE	0.0027	0.0016	0.0027	0.0041	0.001559	0.0009238	0.0015588
19	5_Kratiras	3-THALASSA	1-SUBMARINE	0.0020	0.0014	0.0012	0.0027	0.001155	0.0008083	0.0006928
20	8-PUMPHOUSE	2-PARKING	1-SUBMARINE	-0.0006	0.0005	0.0006	0.0010	-0.000346	0.0002887	0.0003464
21	8-PUMPHOUSE	4-Skopia	1-SUBMARINE	0.0023	0.0017	0.0026	0.0039	0.001328	0.0009815	0.0015011
								-0.003291	-0.0018475	-0.0027135

Πίνακας 11 Μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού

σΔ _{χ_μ} (mm)	σΔ _{γ_μ} (mm)	σΔ _{ζ_μ} (mm)
± 0.2	± 0.09	± 0.1

Πίνακας 12 Αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού για Φάση 1

σΧ (mm)	σΥ (mm)	σΖ (mm)
± 0.11	± 0.06	± 0.09

3.3.2 Αποτελέσματα υπολογισμού συντεταγμένων κορυφών Φάσης 2

Τα αποτελέσματα για την Φάση 2 δίδονται μετά την συνόρθωση του δικτύου.

Πίνακας 13 Συντεταγμένες x, y, H κορυφών μετά τη συνόρθωση του δικτύου – Φάση 2

Σημείο	x (m)	σx (mm)	y (m)	σy (mm)	H (m)	σH (mm)	h (m)	N (m)
1-SUBMARINE	5000	-	5000	-	35.5039	-	50.585	15.0811
2-PARKING	5040.3594	±0.6	4381.5207	±0.7	11.0591	±1.4	26.0058	14.9467
3-THALASSA	5125.4906	±0.4	4169.4805	±0.4	9.97	±1.0	24.8657	14.8957
4-Skopia	4613.5327	±0.3	4332.7082	±0.4	41.5155	±1.0	56.4659	14.9504
5-Kratiras	4627.0772	±0.3	4559.9244	±0.4	63.238	±1.0	78.2389	15.0009
6-PEFKA	4614.1908	±0.3	4709.3721	±0.4	61.9473	±1.0	76.982	15.0347
7-Day Tank	4750.9426	±0.4	4597.5435	±0.5	24.5117	±0.9	39.5176	15.0059
8-PUMPHOUSE	4955.1544	±0.7	4596.9517	±0.2	24.4359	±1.1	39.4351	14.9992
9-Kaminada	4803.1669	±0.7	4498.4125	±1.1	44.5696	±2.0	59.5516	14.9819

Φάση 2 – Πίνακες Μεταβλητότητας Συμμεταβλητότητας για κάθε κορυφή

$$V_2 = \begin{vmatrix} 4.2 & 0.1 & -1 \\ 0.1 & 3.1 & -0.1 \\ -1 & -0.1 & 20.5 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_3 = \begin{vmatrix} 1.9 & 0.3 & -0.7 \\ 0.3 & 1.6 & -0.4 \\ -0.70 & -0.4 & 10.4 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_4 = \begin{vmatrix} 1.6 & -0.1 & 0.1 \\ -0.1 & 1.2 & -0.6 \\ 0.1 & -0.6 & 10.2 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_5 = \begin{vmatrix} 1.6 & -0.1 & 0.1 \\ -0.1 & 1.2 & -0.6 \\ 0.1 & -0.6 & 10.2 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_6 = \begin{vmatrix} 1.5 & -0.1 & 0.1 \\ -0.1 & 1.1 & -0.5 \\ 0.1 & -0.5 & 9.6 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_7 = \begin{vmatrix} 1.3 & 0.1 & -0.3 \\ 0.1 & 1.1 & -0.7 \\ -0.3 & -0.7 & 9.0 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_8 = \begin{vmatrix} 2.3 & 0.2 & -1.1 \\ 0.2 & 1.9 & -0.2 \\ -1.1 & -0.2 & 12.9 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

$$V_9 = \begin{vmatrix} 12.7 & -3.10 & 6.50 \\ -3.10 & 5.50 & -5.70 \\ 6.50 & -5.70 & 41.20 \end{vmatrix} \cdot 10^{-7} \text{m}^2$$

Να σημειωθεί ότι οι συμμεταβλητότητες μεταξύ των κορυφών είναι ίσες με μηδέν οπότε οι κορυφές είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους.

Για την αξιολόγηση του δικτύου, από μετρήσεις της Φάσης 2, γίνεται κλείσιμο των μοναδιαίων τριγώνων, ακολουθώντας αντίστοιχη διαδικασία όπως και στην Φάση 1.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στους πίνακες 14, 15 και 16.

Ο αριθμός των μοναδιαίων τριγώνων που υπολογίζονται είναι 17 μεταξύ όμως των 9 κορυφών.

Πίνακας 14 Σφάλματα κλεισίματος μοναδιαίων τριγώνων - Φάση 2

Τρίγωνο	Από	Προς 1	Προς 2	σΧ _μ (mm)	σΥ _μ (mm)	σΖ _μ (mm)	Σφάλμα κλεισίματος (mm)	σΔχ (mm)	σΔγ (mm)	σΔζ (mm)
1	2-Parking	9-Kaminada	7-Day Tank	0.0218	0.0097	0.0144	0.0279	0.012586	0.0056003	0.0083138
2	4-Skopia	5-Kratiras	7-Day Tank	-0.0004	0.0001	0.0003	0.0005	-0.000231	5.774E-05	0.0001732
3	7-Day Tank	5-Kratiras	6-Pefka	0.0009	0.0002	0.0008	0.0012	0.00052	0.0001155	0.0004619
4	7-Day Tank	2-Parking	8-Pumphouse	0.0100	0.0051	0.0016	0.0113	0.005774	0.0029445	0.0009238
5	7-Day Tank	2-Parking	3-Thalassa	0.0126	0.0065	0.0029	0.0145	0.007275	0.0037528	0.0016743
6	7-Day Tank	9-Kaminada	1-SUBMARINE	-0.0028	-0.0030	-0.0028	0.0050	-0.001617	-0.0017321	-0.0016166
7	7-Day Tank	5-Kratiras	1-SUBMARINE	-0.0008	-0.0022	-0.0014	0.0027	-0.000462	-0.0012702	-0.0008083
8	7-Day Tank	2-Parking	1-SUBMARINE	0.0071	0.0045	0.0019	0.0086	0.004099	0.0025981	0.001097
9	2-Parking	8-Pumphouse	9-Kaminada	-0.0015	-0.0013	-0.0046	0.0050	-0.000866	-0.0007506	-0.0026558
10	7-Day Tank	4-Skopia	9-Kaminada	-0.0008	0.0046	-0.0013	0.0048	-0.000462	0.0026558	-0.0007506
11	2-Parking	3-Thalassa	9-Kaminada	-0.0062	-0.0053	-0.0050	0.0096	-0.00358	-0.00306	-0.0028868
12	5-Kratiras	4-Skopia	6-Pefka	0.0002	0.0000	0.0001	0.0002	0.000115	0	5.774E-05
13	2-Parking	3-Thalassa	8-Pumphouse	-0.0003	-0.0006	0.0000	0.0007	-0.000173	-0.0003464	0
14	2-Parking	8-Pumphouse	1-SUBMARINE	0.0021	0.0020	0.0004	0.0029	0.001212	0.0011547	0.0002309
15	5-Kratiras	6-Pefka	1-SUBMARINE	-0.0003	-0.0004	-0.0003	0.0006	-0.000173	-0.0002309	-0.0001732
16	5-Kratiras	4-Skopia	1-SUBMARINE	-0.0004	0.0001	0.0002	0.0005	-0.000231	5.774E-05	0.0001155
17	2-Parking	3-Thalassa	1-SUBMARINE	0.0036	0.0033	0.0016	0.0051	0.002078	0.0019053	0.0009238
								0.025865	0.0134523	0.0050807

Πίνακας 15 Μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού

σΔχ _μ (mm)	σΔγ _μ (mm)	σΔζ _μ (mm)
± 1.5	± 0.8	± 0.3

Πίνακας 16 Αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού για Φάση 2

σΧ (mm)	σΥ (mm)	σΖ (mm)
±1.08	±0.56	±0.21

3.3.3 Τελικές Συντεταγμένες

Για κάθε κορυφή, εκτός από την κορυφή στο σημείο “9-Kaminada”, υπάρχουν δύο παρατηρήσεις. Οι τιμές των τελικών συντεταγμένων για κάθε σημείο είναι η καλλίτερη τιμή σε κάθε συνιστώσα.

Οι παρατηρήσεις είναι ανισοβαρείς αφού το σύστημα “όργανο – παρατηρητής – συνθήκες” μεταβάλλεται μεταξύ των φάσεων διεξαγωγής των μετρήσεων. Αυτό προκύπτει και από τις διαφορετικές τιμές της τυπικής απόκλισης σε κάθε σημείο για κάθε συνιστώσα μεταξύ των δύο φάσεων.

Για τον υπολογισμό της καλλίτερης τιμής της κάθε συνιστώσας ακολουθείται η διαδικασία (Λάμπρου και Πανταζής 2010):

- Ορισμός της μονάδας βάρους και του a priori τυπικού σφάλματος σ_0 της μονάδας βάρους
- Υπολογισμός των βαρών P_1, P_2, \dots, P_n των n παρατηρήσεων του μεγέθους x

$$P_1 = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{x_1}^2}, P_2 = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{x_2}^2}, \dots, P_n = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_{x_n}^2}$$
- Προσδιορισμός της καλλίτερης τιμής του μεγέθους

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot x_i)}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Το a posteriori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους σ_0 δίδεται από τη σχέση:

$$\hat{\sigma}_0 = \pm \sqrt{\frac{[Pvv]}{n-1}}$$

Ενώ το τυπικό σφάλμα της καλλίτερης τιμής $\sigma_{\bar{x}}$ ενός μεγέθους που έχει προκύψει από ανισοβαρείς μετρήσεις προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \frac{\hat{\sigma}_0}{\sqrt{[P]}}$$

Εφαρμόζοντας τις πιο πάνω σχέσεις προκύπτουν οι τελικές συντεταγμένες των κορυφών του δικτύου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 17.

Πίνακας 17 Τελικές συντεταγμένες των κορυφών του δικτύου

Σημείο	x (m)	σx (mm)	y (m)	σy (mm)	H (m)	σH (mm)
1-Submarine	5000	-	5000	-	35.5039	-
2-Parking	5040.359	±0.1	4381.521	±0.4	11.059	±0.7
3-Thalassa	5125.491	±1.2	4169.480	±0.6	9.970	±1.6
4-Skopia	4613.533	±1.0	4332.7068	±0.9	41.516	±2.8
5-Kratiras	4627.077	±0.3	4559.924	±0.2	63.238	±0.3
6-Pefka	4614.189	±2.2	4709.373	±0.9	61.947	±0.4
7-DayTank	4750.943	±0.9	4597.542	±2.2	24.512	±3.0
8-Pumphouse	4955.155	±1.1	4596.951	±1.8	24.436	±0.5
9-Kaminada	4803.167	±0.7	4498.413	±1.1	44.570	±2.0

3.3.4 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των 2 φάσεων

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται σύγκριση όλων των εξαγόμενων αποτελεσμάτων από την επεξεργασία που έγινε μεταξύ των δύο φάσεων των μετρήσεων. Ο σκοπός της σύγκρισης είναι να διαφανεί κατά πόσον η δορυφορική γεωδαισία παρέχει διαχρονικά σταθερές μετρήσεις κατάλληλες για εφαρμογές παρακολούθησης κινηματικής συμπεριφοράς κατασκευών, όπου η απαιτούμενη αβεβαιότητα είναι πολύ μικρή.

Επιγραμματικά εξετάζονται:

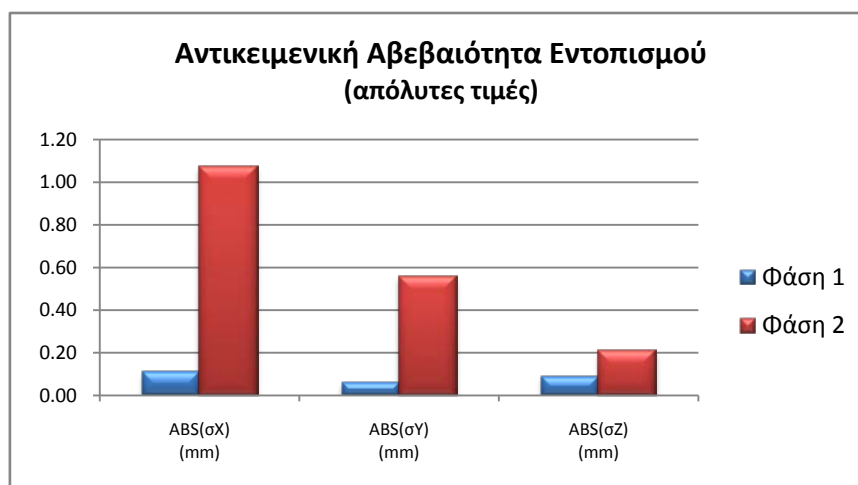
- η διαφορά στην αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού
- η διαφορά στις συντεταγμένες των κορυφών συγκρινόμενη με την αντίστοιχη αβεβαιότητα και ο έλεγχος για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%
- οι ελλείψεις (κύκλοι) σφάλματος σε κάθε κορυφή
- η τυπική απόκλιση κάθε Φάσης ξεχωριστά

3.3.4.1 Σύγκριση της αντικειμενικής αβεβαιότητας μεταξύ των 2 Φάσεων

Από τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των δικτύων με υπολογισμό της αντικειμενικής αβεβαιότητας από το κλείσιμο των μοναδιαίων τριγώνων πριν την συνόρθωση του δικτύου φαίνεται ότι οι μετρήσεις στη Φάση 1 έχουν καλύτερη αβεβαιότητα από τις μετρήσεις στη Φάση 2. Αναλογικά φαίνεται ότι η αβεβαιότητα στις συνιστώσες X & Y είναι 9 φορές περίπου μεγαλύτερη στην Φάση 2 από τη Φάση 1. Αντίστοιχα στην συνιστώσα Z η αβεβαιότητα είναι 2 φορές μεγαλύτερη στην Φάση 2 από την Φάση 1. Τα αναλυτικά στοιχεία αυτής της σύγκρισης παρουσιάζονται στον πίνακα 18 και στο γράφημα 1.

Πίνακας 18 Σύγκριση Αντικειμενικών τιμών αβεβαιότητας εντοπισμού μεταξύ Φάσης 1 & 2

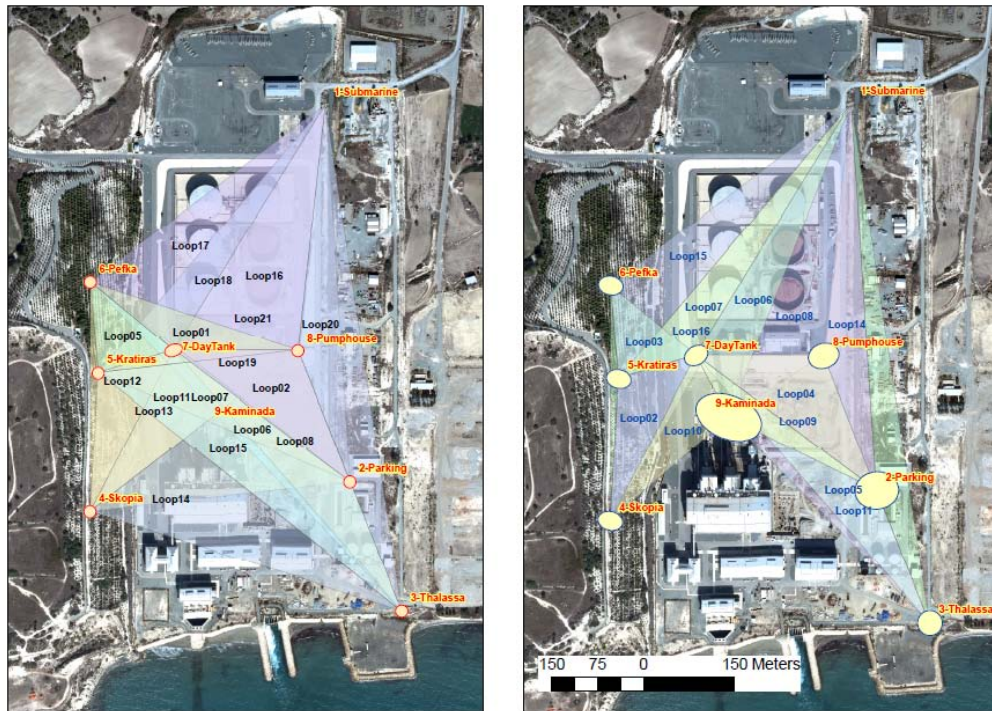
	σ_X (mm)	σ_Y (mm)	σ_Z (mm)	Αριθμός Μοναδιαίων Τριγώνων	Αριθμός Σημείων	Αριθμός Δεκτών
Φάση 1	± 0.11	± 0.06	± 0.09	21	8	8
Φάση 2	± 1.08	± 0.56	± 0.21	17	9	5
Διαφορά	0.97	0.5	0.12			



Γράφημα 1 Αντικειμενική αβεβαιότητα εντοπισμού (απόλυτες τιμές)

Στην Φάση 1 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις μεταξύ 8 σημείων και υπολογίστηκαν 21 κλεισίματα μοναδιαίων τριγώνων σε σχέση με την Φάση 2 όπου έγιναν μετρήσεις μεταξύ 9 σημείων και υπολογίστηκαν 17 κλεισίματα μοναδιαίων τριγώνων (σχήμα 7, αριστερά). Αυτό οφείλεται στον αριθμό των δεκτών που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε φάση και τον χρόνο ταυτόχρονης καταγραφής μετρήσεων. Στην Φάση 1 χρησιμοποιήθηκαν 8 δέκτες που κατέγραφαν μετρήσεις ταυτόχρονα στην ίδια χρονική περίοδο έναντι 5 δεκτών στη Φάση 2 που κατέγραφαν μετρήσεις σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους.

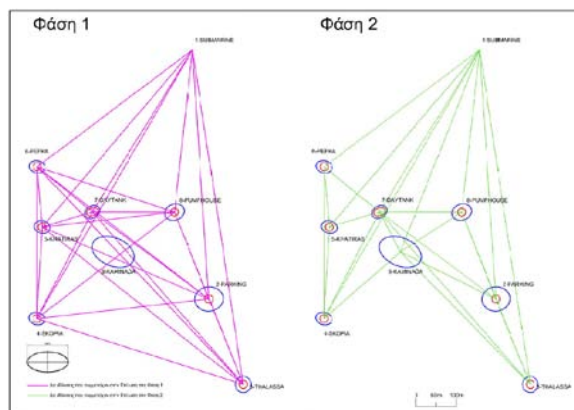
Είναι δεδομένο ότι στην επίλυση των μετρήσεων της Φάσης 2 κάποιες βάσεις δεν υπολογίστηκαν. Το ζητούμενο είναι αν μετρήθηκαν οι βάσεις που θεωρούνται σημαντικές για εντοπισμό των συντεταγμένων των κορυφών του δικτύου. Συνήθως οι κρίσιμες βάσεις είναι οι περιμετρικές βάσεις και οι βάσεις με μεγαλύτερο μήκος.



Σχήμα 7 Τα μοναδιαία τρίγωνα που υπολογίστηκαν για τις δύο φάσεις. Αριστερά για τη Φάση 1 και δεξιά για τη Φάση 2

Από το σχήμα 8, φαίνεται ότι η βάση 3-4 δεν υπολογίστηκε στην επίλυση της φάσης 2 με αποτέλεσμα να απουσιάζει από την επίλυση το τρίγωνο με κορυφές 3-4-9. Αυτό μπορεί να λεχθεί ότι οφείλεται σε κακό σχεδιασμό στην φάση των μετρήσεων αφού για να συμπεριληφθεί μια βάση στην επίλυση πρέπει η χρονική περίοδος μεταξύ των σημείων που μετρούνται να συμπίπτει ή έστω να επικαλύπτεται. Στην προκειμένη περίπτωση οι μετρήσεις έγιναν σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους. Για να περιλαμβανόταν η βάση 3-4 στην επίλυση θα έπρεπε να γινόταν ακόμα μια σειρά μετρήσεων σε επόμενη χρονική περίοδο με τα σημεία 3 & 4 να περιλαμβάνονται. Τούτο επιβαρύνει την διαδικασία μετρήσεων με επιπρόσθετο χρόνο στο πεδίο ειδικά αν ο αριθμός των διαθέσιμων δεκτών είναι μικρός.

Ανεξάρτητα από το αποτέλεσμα της σύγκρισης των τιμών της αντικειμενικής αβεβαιότητας μεταξύ των δύο Φάσεων και εξετάζοντας τις απόλυτες τιμές της αβεβαιότητας σε κάθε συνισταμένη φαίνεται ότι και στις δύο μετρήσεις η αβεβαιότητα είναι πολύ μικρή και σε μία μόνο συνιστώσα ξεπερνά οριακά το $\pm 1\text{mm}$.



Σχήμα 8 Οι βάσεις που υπολογίστηκαν κατά την επίλυση του δικτύου

3.3.4.2 Διαφορά στις συντεταγμένες των κορυφών μεταξύ των δύο Φάσεων

Οι διαφορές στις συντεταγμένες των κορυφών μεταξύ των δύο φάσεων παρατίθενται στον πίνακα 19. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται τα όρια ελέγχου για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η τυπική απόκλιση της διαφοράς τους υπολογίζεται εφαρμόζοντας νόμο μετάδοσης των σφαλμάτων και υπακούει στη σχέση:

$$\sigma_{\Delta x} = \sqrt{\sigma^2_{x1} + \sigma^2_{x2}}, \sigma_{\Delta y} = \sqrt{\sigma^2_{y1} + \sigma^2_{y2}}, \sigma_{\Delta H} = \sqrt{\sigma^2_{H1} + \sigma^2_{H2}} \quad (10)$$

Όπου x_1, y_1, H_1 οι μετρήσεις της φάσης 1 και x_2, y_2, H_2 οι μετρήσεις της φάσης 2.

Πίνακας 19 Διαφορές συντεταγμένων κορυφών δικτύου μεταξύ φάσεων

Σημείο	Δx (mm)	Όριο $1.96 \cdot \sigma_{\Delta x}$ (mm)	Έλεγχος Δx	Δy (mm)	Όριο $1.96 \cdot \sigma_{\Delta y}$ (mm)	Έλεγχος Δy	ΔH (mm)	Όριο $1.96 \cdot \sigma_{\Delta H}$ (mm)	Έλεγχος ΔH
1-Submarine	0			0			0		
2-Parking	-0.2	1.24	Pass	1.5	1.43	Fail	2.0	2.99	Pass
3-Thalassa	-3.0	0.88	Fail	1.5	0.88	Fail	3.7	2.29	Fail
4-Skopia	-2.1	0.71	Fail	2.2	0.88	Fail	-6.9	2.19	Fail
5-Kratiras	-0.7	0.71	Pass	0.5	0.88	Pass	-0.8	2.19	Pass
6-Pefka	4.8	0.71	Fail	-2.3	0.88	Fail	-0.9	2.19	Pass
7-DayTank	-1.9	0.71	Fail	4.6	0.98	Fail	6.5	2.12	Fail
8-Pumphouse	-2.8	0.88	Fail	5.1	1.06	Fail	-1.2	2.46	Pass

Από τον πίνακα αυτό προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- οι τιμές στις διαφορές συντεταγμένων κυμαίνονται κατά απόλυτη τιμή από **0.2mm** έως **6.9mm**, με μέση τιμή το 2.63mm.
- Η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρείται στη συνιστώσα H, όπως και αναμενόταν, και είναι της τάξης των 6.9mm στο σημείο με κωδική ονομασία “4-Skopia”. Η επόμενη μεγαλύτερη

διαφορά παρατηρείται στη συνιστώσα x με τιμή 5.1mm στο σημείο “8-Pumphouse”. Η αμέσως επόμενη μεγαλύτερη διαφορά παρουσιάζεται στη συνιστώσα y στο σημείο “6-Pefka” με τιμή 4.8mm

- Μόνο το 33% των διαφορών “περνά” τον στατιστικό έλεγχο. Το υπόλοιπο 67% θεωρείται στατιστικά σημαντικό.
- Μόνο το σημείο “5-Kratiras” φαίνεται να περνά τον έλεγχο και στις τρεις συνιστώσες και αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι όλα τα απαραίτητα κριτήρια για τη θέση του σημείου ικανοποιούνταν όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 1 στη σελίδα 9.
- Δεν παρουσιάζεται κάποιο μοτίβο στην επιτυχία των αποτελεσμάτων. Αναμενόμενο ήταν να υπάρχει μεγάλο ποσοστό αποτυχίας στη συνιστώσα H λόγω της μεγάλης αβεβαιότητας που παρέχουν οι μετρήσεις με GNSS στην τρίτη διάσταση. Εντούτοις φαίνεται ότι στη συνιστώσα H υπάρχει ο μεγαλύτερος αριθμός επιτυχίας, 4 στις 7 μετρήσεις περνούν τον έλεγχο. Στις συνιστώσες x, y επιτυγχάνουν 2 και 1 μετρήσεις αντίστοιχα.

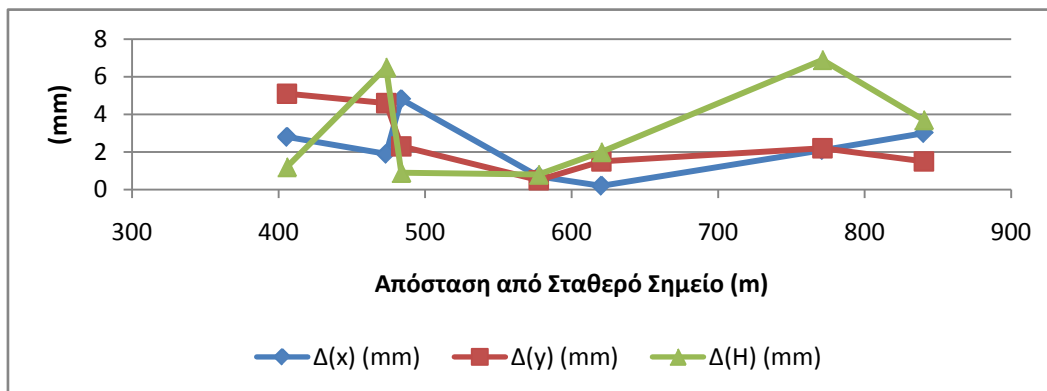
Το γεγονός ότι οι μετρήσεις αποτυγχάνουν στον έλεγχο εμπιστοσύνης δεν σημαίνει και ότι δεν είναι αξιόπιστες. Η αποτυχία ίσως να οφείλεται στις πολύ μικρές τιμές στις τυπικές αποκλίσεις και για τις δύο φάσεις οι οποίες οδηγούν σε αποτυχία για έλεγχο με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Έγινε προσπάθεια όπως εξακριβωθεί κατά πόσον η διαφορά στις συντεταγμένες αυξάνει με την αύξηση της απόστασης από το σταθερό σημείο. Για το σκοπό αυτό υπολογίστηκαν οι απόλυτες τιμές των διαφορών των συντεταγμένων, (πίνακας 20).

Πίνακας 20 Οι διαφορές συντεταγμένων σε απόλυτες τιμές σε σχέση με την απόσταση από το σταθερό σημείο

Σημείο	Απόσταση από σημείο “1-Submarine”	Δx (mm)	Δy (mm)	ΔH (mm)
8-Pumphouse	405.6935	2.8	5.1	1.2
7-Day Tank	473.4197	1.9	4.6	6.5
6-Pefka	483.7484	4.8	2.3	0.9
5-Kratiras	577.4969	0.7	0.5	0.8
2-Parking	620.2835	0.2	1.5	2
4-Skopia	771.1493	2.1	2.2	6.9
3-Thalassa	840.3425	3	1.5	3.7

Στο γράφημα 2, απεικονίζονται οι τιμές από τον πίνακα 20. Δεν μπορεί να στοιχειοθετηθεί κάποια συσχέτιση μεταξύ απόστασης από το σταθερό σημείο και την διαφορά συντεταγμένων σε καμιά συνιστώσα.



Γράφημα 2 Διαφορές συντεταγμένων σε απόλυτες τιμές σε συνάρτηση της απόστασης από το σταθερό σημείο

3.3.4.3 Ελλείψεις σφάλματος

Οι ελλείψεις σφάλματος απεικονίζουν γραφικά τις τυπικές αποκλίσεις των αποτελεσμάτων για κάθε κορυφή του δικτύου. Ουσιαστικά οπτικοποιούν τον πίνακα 21.

Στο σημείο με κωδική ονομασία “9-Kaminada” υπάρχει έλλειψη σφάλματος μόνον για τις μετρήσεις της Φάσης 2 αφού στην Φάση 1 δεν ήταν υλοποιημένο το σημείο οπότε και δεν έγιναν μετρήσεις.

Οι τυπικές αποκλίσεις στις συνιστώσες x, y είναι της ίδιας τάξης μεγέθους και στις δύο Φάσεις. Στην συνιστώσα του H φαίνεται να υπάρχει διαφορά κατά μια τάξη μεγέθους σε όλες τις κορυφές εκτός από μία.

Πίνακας 21 Τυπικές αποκλίσεις για Φάση 1 & 2

Σημείο	Φάση 1			Φάση 2		
	σx (mm)	σy (mm)	σH (mm)	σx (mm)	σy (mm)	σH (mm)
2-Parking	± 0.2	± 0.2	± 0.6	± 0.6	± 0.7	± 1.4
3-Thalassa	± 0.2	± 0.2	± 0.6	± 0.4	± 0.4	± 1
4-Skopia	± 0.2	± 0.2	± 0.5	± 0.3	± 0.4	± 1
5-Kratiras	± 0.2	± 0.2	± 0.5	± 0.3	± 0.4	± 1
6-Pefka	± 0.2	± 0.2	± 0.5	± 0.3	± 0.4	± 1
7-DayTank	± 0.2	± 0.3	± 0.6	± 0.3	± 0.4	± 0.9
8-Pumphouse	± 0.2	± 0.2	± 0.6	± 0.4	± 0.5	± 1.1
9-Kaminada	--	--	--	± 0.7	± 1.1	± 2

Από το σχήμα και τη φορά των ελλείψεων σφάλματος της φάσης 1, που τείνει προς το σχήμα του κύκλου, φαίνεται ότι το σφάλμα είναι κατανεμημένο ισότροπα γύρω από όλες τις κορυφές εκτός από την κορυφή του σημείου “7-DayTank”, που φαίνεται να έχει μια κατεύθυνση νοτιοδυτικά προς βορειοανατολικά. Το αντίθετο συμβαίνει με τις ελλείψεις σφάλματος της φάσης 2 όπου σε όλες τις κορυφές οι ελλείψεις είναι προσανατολισμένες προς κάποια κατεύθυνση όχι όμως την ίδια μεταξύ τους εκτός από τα σημεία 4, 5 και 6 που φαίνεται ότι ο μεγάλος άξονας της έλλειψης είναι παράλληλος και στις τρεις περιπτώσεις. Αυτό ίσως να οφείλεται ότι για τον υπολογισμό των συντεταγμένων απουσίαζαν από την επίλυση μοναδιαία τρίγωνα που να περιλαμβάνουν σημεία και από το δυτικό μέρος του δικτύου και από το ανατολικό μέρος.

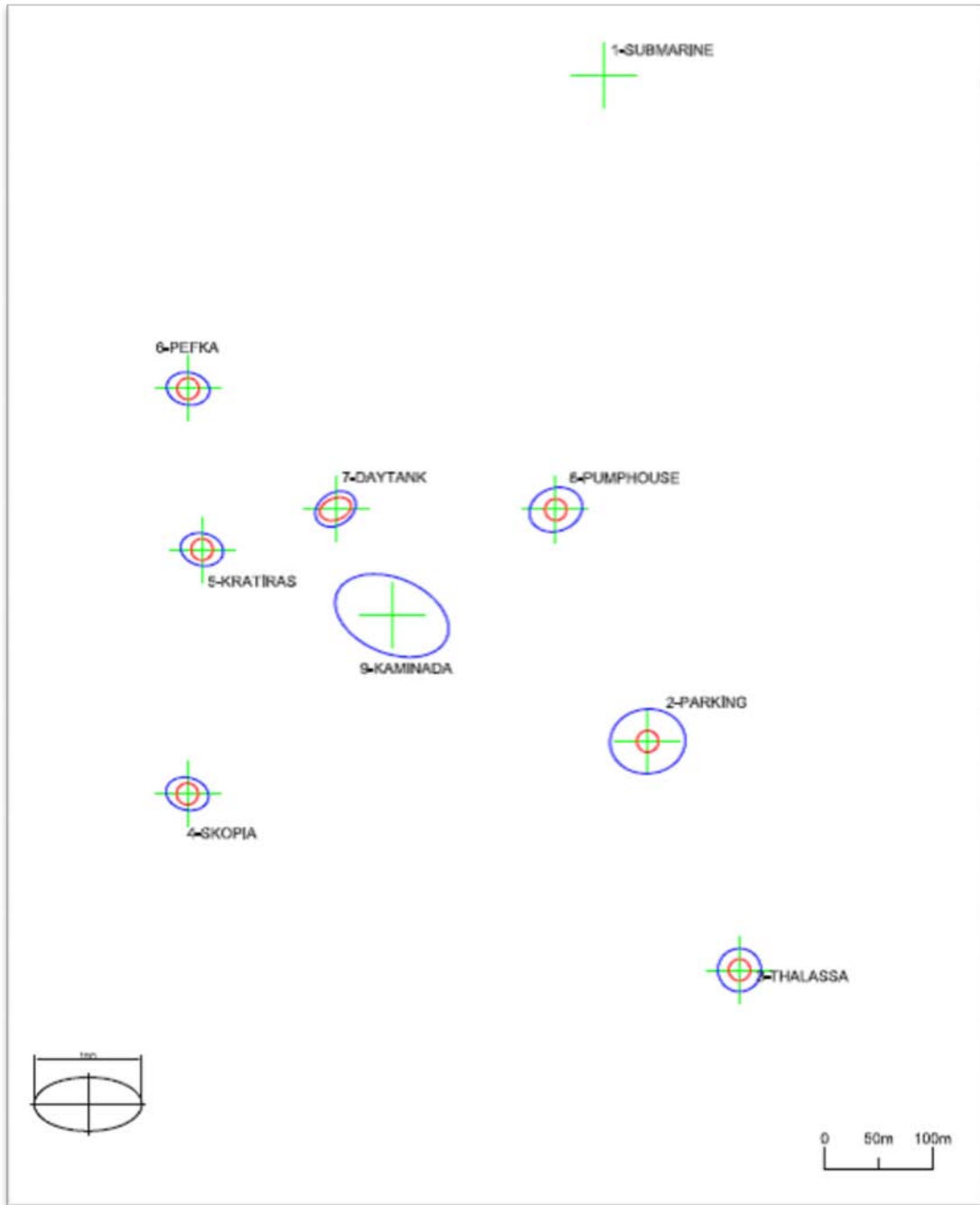
Εξαιρέση αποτελεί το σημείο “3-Thalassa” όπου η έλλειψη τείνει προς τον κύκλο. Η κορυφή στο σημείο “9-Kaminada” παρουσιάζει την πιο μεγάλη σε μέγεθος έλλειψη όπως ήταν αναμενόμενο. Ο προσανατολισμός της έλλειψης φαίνεται να έχει κάποια λογική αφού η κάθετος προς το τοίχωμα της καμινάδας είναι σχεδόν παράλληλη με τον μεγάλο ημιάξονα της έλλειψης, κάτι που είναι αναμενόμενο αφού το μεγαλύτερο σφάλμα θα πρέπει να είναι προσανατολισμένο προς την κατεύθυνση που παρεμποδίζεται το δορυφορικό σήμα. Οι πιο πάνω παρατηρήσεις φαίνονται καθαρά στα σχήματα 9, 10 και 11.



Σχήμα 9 Ελλείψεις σφάλματος στο σημείο 2 για τις δύο Φάσεις (με κόκκινο η Φάση 1, με μπλέ η Φάση2)



Σχήμα 10 Οι Ελλείψεις Σφάλματος σε όλα τα σημεία και για τις δύο φάσεις



Σχήμα 11 Ελλείψεις σφάλματος και για τις δύο φάσεις

3.3.4.4 Τυπική απόκλιση κάθε Φάσης

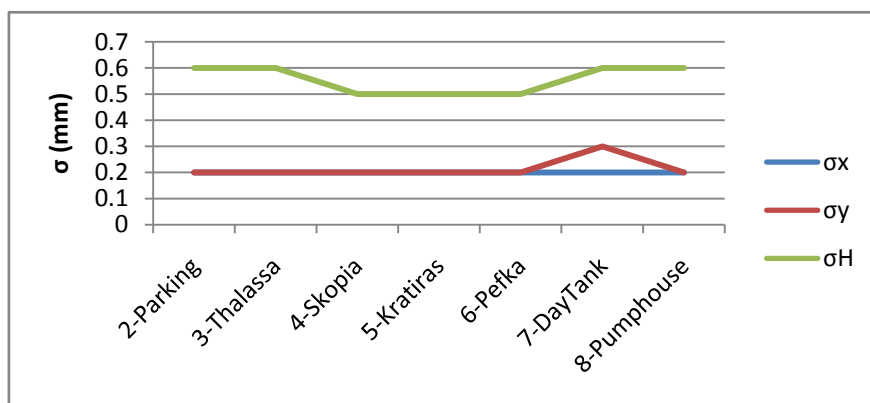
Η τυπική απόκλιση των συνιστωσών των συντεταγμένων για κάθε κορυφή υποδεικνύει την αβεβαιότητα των μετρήσεων. Οι τιμές παρατίθενται στον πίνακα 21 πιο πάνω. Ο πίνακας οπτικοποιείται στο γράφημα 3 και στο γράφημα 4. Από τα γραφήματα φαίνεται καθαρά ότι η συνιστώσα Η παρουσιάζει την μεγαλύτερη αβεβαιότητα σε σχέση με τις άλλες δύο συνιστώσες σε όλα τα σημεία κάτι που ήταν αναμενόμενο. Επίσης μπορεί να εξαχθεί το

συμπέρασμα ότι ο υπολογισμός των συντεταγμένων από τις μετρήσεις της Φάσης 1 είναι κατά μία τάξη μεγέθους καλύτερος κατά τη συνιστώσα του Η και περίπου ίσος στις άλλες δύο συνιστώσες.

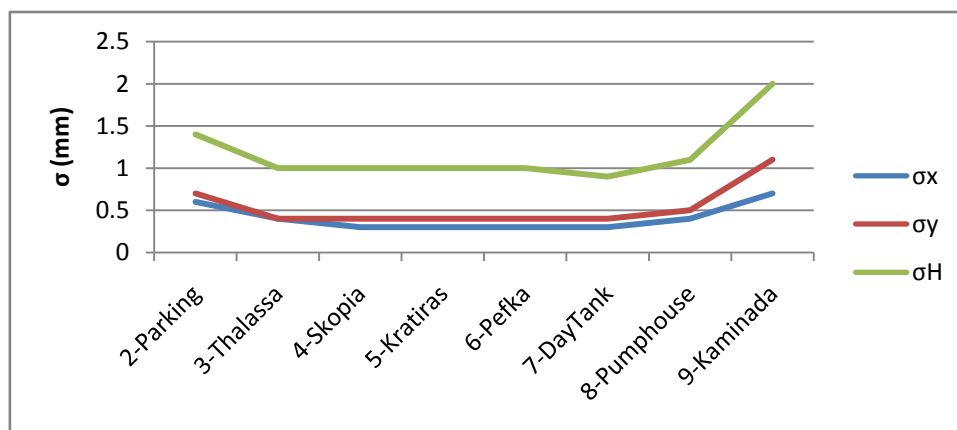
Επιπρόσθετα διαφαίνεται ότι τα προβληματικά σημεία είναι τα

- “7-DayTank” στη Φάση 1
- “2-Parking” στη Φάση 2
- “8-Pumphouse” στη Φάση 2
- “9-Kaminada” στη Φάση 2

Ενώ το αποτέλεσμα για το σημείο “9-Kaminada” ήταν αναμενόμενο λόγω θέσης, για τα άλλα τρία (2, 7 και 8) δεν ήταν τα αναμενόμενα.

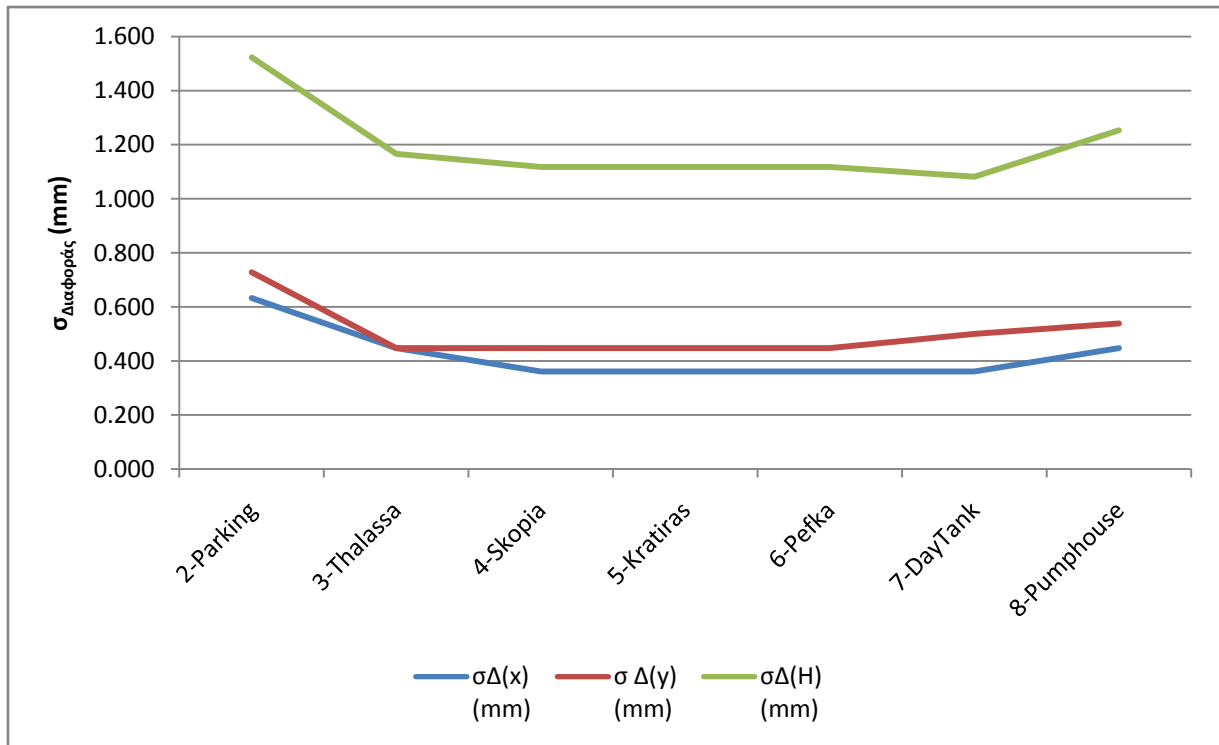


Γράφημα 3 Τυπικές αποκλίσεις - Φάση 1



Γράφημα 4 Τυπικές αποκλίσεις - Φάση 2

Στο γράφημα 5 απεικονίζονται οι τυπικές αποκλίσεις των διαφορών των συντεταγμένων. Από το γράφημα μπορεί να εξαχθεί στο συμπέρασμα ότι τα σημεία “2-Parking”, “7-DayTank” και “8-Pumphouse” παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα σε όλες τις συνιστώσες. Επίσης φαίνεται ότι η συνιστώσα Η των συντεταγμένων παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή τυπικής απόκλισης από τις άλλες δύο.

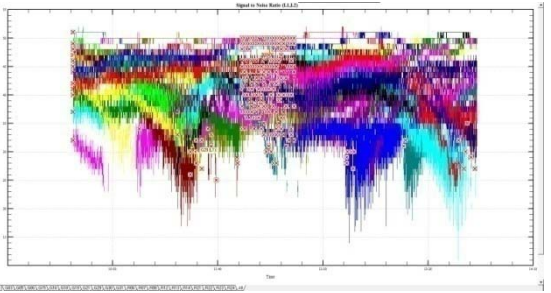
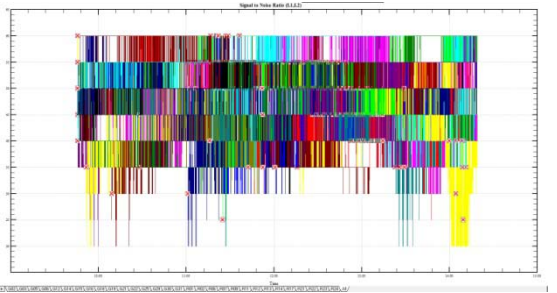
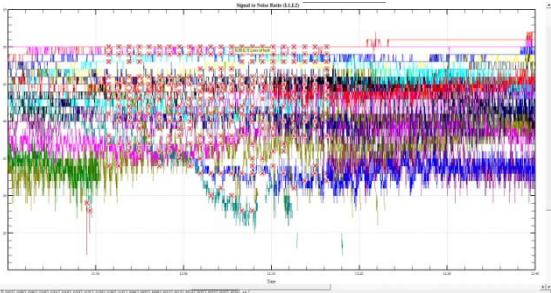
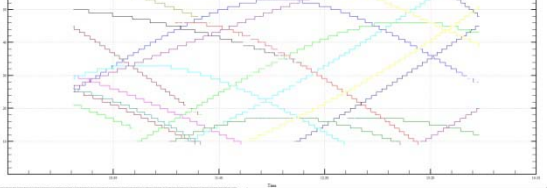
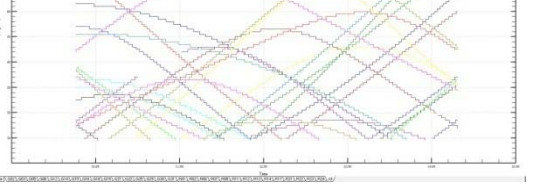
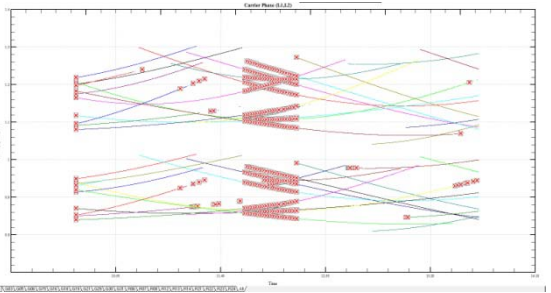
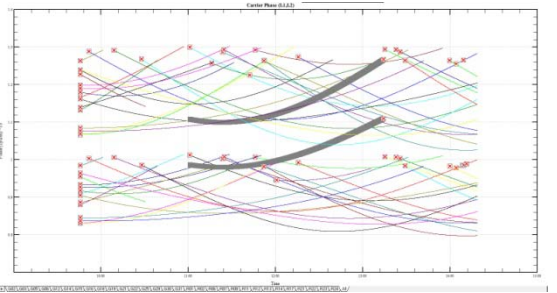


Γράφημα 5 Τυπικές αποκλίσεις Διαφοράς Συντεταγμένων

3.4 Ποιοτική ανάλυση καταγραφών GNSS

Το σημείο με αριθμό 9 και με κωδική ονομασία “9-Kaminada” που υλοποιήθηκε στην καμινάδα ήταν γνωστό ότι μειονεκτεί όσον αφορά το πεδίο προς την ουράνια σφαίρα. Επιπρόσθετα αναμένονται αντανάκλασεις του δορυφορικού σήματος από το τοίχωμα της καμινάδας. Για τον σκοπό αυτό έγινε προσπάθεια αξιολόγησης των παρατηρήσεων που καταγράφηκαν από το δέκτη στις 6/11/2012. Για την ποιοτική αξιολόγηση των δορυφορικών δεδομένων έγινε σύγκριση με τις καταγραφές στο σταθερό σημείο με κωδική ονομασία “1-Submarine” οι οποίες έγιναν το ίδιο χρονικό διάστημα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Ashtech GNSS Solutions το οποίο δίδει διαγράμματα για Noise to Signal Ratio, Carrier Phase και Satellite Elevation. Η σύγκριση παρουσιάζεται στον πίνακα 22.

Πίνακας 22 Φάση 2η, 6/11/2012, Γραφήματα από GNSS Solutions

Σημείο “9-Kaminada”	Σημείο “1-Submarine”
	
<p>Εικόνα 21 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Signal to Noise Ratio</p>	<p>Εικόνα 22 Σημείο 1-Submarine, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Signal to Noise Ratio</p>
	
<p>Εικόνα 23 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Signal to Noise Ratio – Λεπτομέρεια</p>	
	
<p>Εικόνα 24 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Satellite Elevation</p>	<p>Εικόνα 25 Σημείο 1-Submarine, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Satellite Elevation</p>
	
<p>Εικόνα 26 Σημείο 9-Kaminada, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Carrier Phase</p>	<p>Εικόνα 27 Σημείο 1-Submarine, Φάση 2, 6/11/2012 Γράφημα για Carrier Phase</p>

Από τη σύγκριση των γραφημάτων Signal to Noise Ratio μεταξύ των σημείων “1-Submarine” και “9-Kaminada” φαίνεται καθαρά ότι το σήμα στο σημείο “9-Kaminada” παρουσιάζει διακοπές μεταξύ ωρών 11:50 με 12:20 σε αντίθεση με το σημείο “1-Submarine” που δεν παρουσιάζει σχεδόν καμιά διακοπή. Επιπρόσθετα η μορφή των καμπύλων στο σημείο “9-Kaminada” παρουσιάζει αρκετές αναταράξεις σε αντίθεση με τη μορφή των καμπύλων στο σημείο “1-Submarine”.

Από τη σύγκριση των γραφημάτων Satellite Elevation μεταξύ των σημείων “1-Submarine” και “9-Kaminada” φαίνεται ότι ο αριθμός των δορυφόρων στο σημείο της καμινάδας ήταν μικρότερος όπως ήταν αναμενόμενο.

4 Δημιουργία Ψηφιακής Βάσης σε περιβάλλον GIS

4.1 Σκοπός

Το τριδιάστατο γεωδαιτικό δίκτυο που έχει υλοποιηθεί, μετρηθεί και επιλυθεί βρίσκεται σε ένα δυναμικό χώρο όπου και απαιτείται όπως το δίκτυο να παρακολουθείται σε τακτά χρονικά διαστήματα και να αξιολογείται η συμπεριφορά των κορυφών του. Το δίκτυο είναι περιουσία της ΑΗΚ οπότε και θα αξιοποιείται όχι μόνον από τα άτομα που το έχουν υλοποιήσει αλλά και από μεταγενέστερους τοπογράφους μηχανικούς ή εξωτερικούς συνεργάτες μηχανικούς. Για το λόγο αυτό είναι επιβεβλημένη η ανάγκη τεκμηρίωσής του πέραν της παρούσας εργασίας και της εργασίας του συνάδελφου και συμφοιτητή που ασχολείται με τη μέτρηση του δικτύου με ΟΓΣ.

Όμως είναι παραδεκτό ότι αυτή η μορφή τεκμηρίωσης δεν είναι ούτε δυναμική ούτε και εύχρηστη. Για το λόγο αυτό αποφασίστηκε υλοποίηση κατάλληλης εφαρμογής με σκοπό την τεκμηρίωση του δικτύου σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό, με δυνατότητα να φιλοξενεί μελλοντικές μετρήσεις ή επεκτάσεις, πυκνώσεις του δικτύου.

4.2 Κριτήρια επιλογής του Λογισμικού

Για την υλοποίηση της εφαρμογής δεν είναι απαραίτητο λογισμικό που να προσφέρει δυνατότητες GIS, εντούτοις όμως αφού το αντικείμενο της τεκμηρίωσης έχει άμεση σχέση με το χώρο αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί λογισμικό με δυνατότητες GIS. Στο τμήμα

ΠΟΜΗΓΕ του ΤΕΠΑΚ καθώς και στην ΑΗΚ είναι διαθέσιμο το λογισμικό ArcGIS έκδοσης 9.3.1 της εταιρείας ESRI, το οποίο και τελικά χρησιμοποιείται.

Επιπρόσθετα το ArcGIS 9.3.1 επιτρέπει την παραμετροποίησή του, ώστε να καλύψει πλήρως οποιεσδήποτε ανάγκες και απαιτήσεις προκύψουν στο πλαίσιο της εργασίας αυτής αλλά παράλληλα δεν αποκλείει την ικανοποίηση μελλοντικών αναγκών. Συμπληρωματικά πρέπει να αναφερθεί ότι η ΑΗΚ έχει προμηθευτεί και θέσει σε λειτουργία μεγάλο μέρος επιμέρους λογισμικών της εταιρείας ESRI που πλαισιώνουν το ArcGIS. Αυτό δίνει την δυνατότητα οτιδήποτε υλοποιηθεί σήμερα μπορεί άμεσα να επεκταθεί και σε άλλες εφαρμογές όπως για παράδειγμα σε διαδικτυακή εφαρμογή με χρήση του ArcGIS Server.

Συνοψίζοντας, τα πλεονεκτήματα της χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού είναι:

- Ελάχιστη ως μηδενική καμπύλη μάθησης, αφού είναι ένα από τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται σε μαθήματα στο τμήμα και είναι σε χρήση από την ΑΗΚ οπότε και οι δύο οργανισμοί ωφελούνται.
- Τα δεδομένα της εφαρμογής μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή εντός της ΑΗΚ εύκολα χωρίς οποιαδήποτε μετατροπή
- Τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές στο τμήμα ΠΟΜΗΓΕ εύκολα χωρίς οποιαδήποτε μετατροπή
- Μπορεί να γίνει οποιαδήποτε επέκταση ή τροποποίηση της παραδοτέας εφαρμογής εύκολα αφού
 - τα εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών είναι ενσωματωμένα στο λογισμικό
 - το λογισμικό και οι δυνατότητές του είναι γνωστές
 - υφιστάμενα εργαλεία του λογισμικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να επεκτείνουν τις δυνατότητες της εφαρμογής
- Μπορεί να επεκταθεί σε διαδικτυακό προϊόν, αφού η οικογένεια των λογισμικών της ESRI το επιτρέπει σχετικά εύκολα.

Μειονεκτήματα

- Το κόστος του λογισμικού ArcGIS 9.3 είναι απαγορευτικό για ιδιωτική χρήση
- Η εγκατάσταση του λογισμικού απαιτεί ηλεκτρονικό υπολογιστή με συγκεκριμένες τεχνικές δυνατότητες

- Υπερβολικές δυνατότητες αν είναι μόνο για να χρησιμοποιηθεί για τη συγκεκριμένη εφαρμογή
- Είναι Desktop Application και όχι Διαδικτυακό οπότε και απαιτεί εγκατάσταση

4.3 Λειτουργικές απαιτήσεις από την εφαρμογή

Γενικά δεδομένα για το Δίκτυο

- Τρόπος εγκατάστασης
- Φωτογραφικό υλικό
- Σκαριφήματα - σχεδιαγράμματα
- Διαφοροποιήσεις στις θεμελιώσεις κάθε βάρθρου
- Αποτελέσματα επίλυσης του δικτύου σε μορφότυπο pdf

Για κάθε κορυφή του δικτύου προβλέπεται να υπάρχουν πληροφορίες σχετικές με:

- Ονομασία
- Θέση της στον χώρο του Η/Σ
- Φωτογραφία της όπως είναι υλοποιημένη
- Οδηγίες πρόσβασης
- Συντεταγμένες σε τοπικό σύστημα συν/νων
- Διαχρονικές μετρήσεις
- Γραφικό σχήμα που υποδηλώνει το μέγεθος και τη φορά των μετακινήσεων
- Γενικές σημειώσεις που αφορούν σε αυτήν
- Ταξινόμηση των μετρήσεων κατά φάση (Φάση 1, 2, ...)

Η εφαρμογή πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη ώστε να εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Διαδραστικό περιβάλλον δυναμικής χαρτογράφησης
 - Επιλογή επιθυμητού σημείου και πλοήγηση σε αυτό

- Να μπορεί να έχει πρόσβαση στα χαρακτηριστικά δεδομένα του επιλεγμένου σημείου
- Να μεταβάλλει την κλίμακα μέσα από συγκεκριμένο κατάλογο κλιμάκων
- Θέαση της θέσης και κατεύθυνσης για τις γεωτοποθετημένες φωτογραφίες που συνοδεύουν το κάθε σημείο
- Δυνατότητα θέασης σε επιπλέον παράθυρο επιλεγμένων γεωτοποθετημένων φωτογραφιών
- Δυνατότητα θέασης της επιλεγμένης γεωτοποθετημένης φωτογραφίας
- Δυνατότητα θέασης επιλεγμένης γεωτοποθετημένης φωτογραφίας στην προκαθορισμένη εφαρμογή από το λειτουργικό σύστημα
- Διαδραστικό περιβάλλον δυναμικής παραγωγής περιγραφικών δελτίων για κάθε σημείο
 - Δυναμική δημιουργία κατάλληλου περιγραφικού δελτίου για το επιλεγμένο σημείο
 - Επιλογή της κλίμακας του χάρτη από προκαθορισμένες τιμές
 - Επιλογή του εύρους της πληροφορίας που θα παρουσιάζεται στο έντυπο δελτίο σημείου για το επιλεγμένο σημείο
 - Αυτόματη τοποθέτηση του κατάλληλου σκαριφήματος για το επιλεγμένο σημείο στην χαρτοσύνθεση.

Γενικές απαιτήσεις

- Πρόσβαση σε Εγχειρίδιο Χρήσης για την εφαρμογή
- Πρόσβαση στην τεκμηρίωση της εφαρμογής
- Πρόσβαση σε Video χρήσης της εφαρμογής
- Σύστημα αποθήκευσης υποστηρικτικών δεδομένων για την όλη εφαρμογή
- Σύστημα αποθήκευσης υποστηρικτικών δεδομένων για κάθε κορυφή όπως:
 - Φωτογραφίες
 - Σκαριφήματα

- Γεωτοποθετημένες φωτογραφίες
- Άλλα δεδομένα
- Πρόσβαση στον ηλεκτρονικό φάκελο κάθε σημείου από τον διαδραστικό χάρτη
- Επιπρόσθετα - Διαδικτυακή Εφαρμογή με ανάλογες δυνατότητες

4.4 Σχήμα ΓεωΒάσης

Το σχήμα της γεωβάσης πρέπει να είναι κατάλληλο ώστε να μπορεί να ενσωματωθεί στο σχήμα γεωβάσης του εταιρικού συστήματος της ΑΗΚ.

4.5 Επιλογή του Τύπου και μορφής αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων

Οι επιλογές του τύπου αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων ουσιαστικά υπαγορεύονται από το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί. Αφού η επιλογή του λογισμικού έγινε και είναι το ArcGIS 9.3.1 μένει να δούμε τι επιλογές για αποθήκευση γεωγραφικών δεδομένων υπάρχουν.

Οι κύριες και επικρατέστερες επιλογές για αποθήκευση γεωγραφικών δεδομένων με το ArcGIS 9.3.1 είναι:

- Shape Files
- File Geodatabase
- Personal Geodatabase

Η χρήση **Shape Files** θεωρείται η βέλτιστη όσον αφορά στα γεωγραφικά δεδομένα αφού έχει επικρατήσει ως το πρότυπο. Είναι όμως στείρα επιλογή αφού δεν επιτρέπει την χρήση αναβαθμισμένων επιλογών, όπως παροχή προκαθορισμένων τιμών σε χρήση σε συγκεκριμένα πεδία (Domains), τη χρήση συσχετίσεων (relationship classes) μεταξύ χωρικών κλάσεων (Feature Classes) και γενικά τα θετικά της χρήσης συστήματος RDBMS. Το πλεονέκτημα είναι ότι αφού το Shape File έχει επικρατήσει ως πρότυπο για τα γεωγραφικά δεδομένα, επιτρέπει την χρήση των δεδομένων σε τρίτα λογισμικά.

Η χρήση **File Geodatabase** θεωρείται βέλτιστη επιλογή όσον αφορά σε γεωγραφικά δεδομένα μεγάλου όγκου (πέραν των 2Gb) για επεξεργασία μέσα από το λογισμικό ArcGIS

αφού επιτρέπει τη συμπίεση των δεδομένων και την γρήγορη πρόσβαση και ανάκτησή τους. Τα πλεονεκτήματά του συγκρίνονται με τα παραδοσιακά RDBMS συστήματα για μικρές / προσωπικές εφαρμογές. Το μειονέκτημα του είναι ότι μια File Geodatabase αποτελείται από ένα μεγάλο σε αριθμό αρχείων κάτω από ένα φάκελο. Ο μεγάλος αριθμός αρχείων είναι επιρρεπείς σε σφάλματα αφού αν ένα αρχείο καταστραφεί τότε όλη η γεωβάση είναι άχρηστη. Για τον ίδιο λόγο δεν συνίσταται για εφαρμογές όπου απαιτείται μεταφορά, αντιγραφή της γεωβάσης συχνά (όπως σε memory sticks για εργασία πεδίου και πίσω στον σκληρό για επεξεργασία) χωρίς επιπρόσθετα εργαλεία επιβεβαίωσης της αντιγραφής.

Η χρήση **Personal Geodatabase** θεωρείται βέλτιστη επιλογή όσον αφορά σε γεωγραφικά δεδομένα μικρού ως μέτριου όγκου (λιγότερο των 2Gb). Τα πλεονεκτήματά του συγκρίνονται με τα παραδοσιακά RDBMS συστήματα για μικρές / προσωπικές εφαρμογές. Επιπρόσθετα επιτρέπει την επεξεργασία ή την ενσωμάτωση τρίτων σχέσεων (πινάκων) ή γραφικού περιβάλλοντος ή ακόμα την προσπέλαση σε χαρακτηριστικά δεδομένα των κλάσεων (Feature Classes) από τρίτη εφαρμογή αφού ο μορφότυπος αποθήκευσης είναι MS Access 2003. Ειδικά το τελευταίο είναι χρήσιμο σε μικρές, προσωπικές εφαρμογές αφού επιτρέπει την αξιοποίηση των γεωγραφικών δεδομένων σε περισσότερα του ενός συστήματα χωρίς μετατροπή τους. Η Personal Geodatabase είναι ουσιαστικά ένα αρχείο mdb με κατάλληλο σχήμα βάσης για να υποδέχεται γεωγραφικά δεδομένα. Οπότε ως ένα αρχείο είναι εύκολο στη διαχείριση και αντιγραφή από ένα μέσο φύλαξης σε άλλο εύκολα και σχετικά με ασφάλεια.

Στην εργασία αυτή επιλέγεται το **Personal Geodatabase** εξαιτίας της ευκολίας στη χρήση. Σε περίπτωση που το αποτέλεσμα ικανοποιεί τις ανάγκες της ΑΗΚ, το σχήμα της γεωβάσης θα ενσωματωθεί στο σχήμα της εταιρικής γεωβάσης που είναι μορφότυπου SDE και γίνεται διαχείριση του από RDBMS τύπου Oracle.

4.6 Υλοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής θέασης

Η οικογένεια λογισμικών της ESRI, στην οποία στηρίχτηκε η υλοποίηση όλης της εφαρμογής τεκμηρίωσης του τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου, προσφέρει τη δυνατότητα υλοποίησης διαδικτυακής εφαρμογής με χρήση της υφιστάμενης γεωβάσης. Η ΑΗΚ έχει έτοιμη την υποδομή οπότε και θα αξιοποιηθεί ώστε να γίνει υλοποίηση της εφαρμογής για θέαση μόνο εντός του δικτύου HY της ΑΗΚ.

4.7 Επιλογή περιβάλλοντος ανάπτυξης

Η επιλογή του περιβάλλοντος ανάπτυξης εξαρτάται άμεσα από το λογισμικό που επιλέγεται. Το ArcGIS επιτρέπει ανάπτυξη εφαρμογών σε γλώσσες προγραμματισμού:

- .NET
- Java
- Visual C++
- Visual Basic
- VBA

Για την παρούσα εφαρμογή επιλέγεται η χρήση VBA αφού η εφαρμογή δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη και απαιτητική. Επιπρόσθετα η VBA επιτρέπει εύκολα την μεταφορά της εφαρμογής (portability) σε άλλους ηλεκτρονικούς υπολογιστές χωρίς επιπρόσθετες απαιτήσεις, απλά με την αντιγραφή συγκεκριμένων αρχείων, με δεδομένο ότι το λογισμικό έκδοσης 9.3.1 είναι εγκατεστημένο.

4.8 Υλοποίηση

Για την υλοποίηση αξιοποιήθηκε το λογισμικό ESRI ArcEditor έκδοσης 9.3.1. Για την μετάφραση των πρωτογενών δεδομένων που προέκυψαν από την επεξεργασία των μετρήσεων στο λογισμικό Leica GeoOffice, αξιοποιήθηκε η επέκταση του λογισμικού ArcEditor με όνομα Data Interoperability το οποίο ουσιαστικά είναι το λογισμικό Feature Manipulation Engine της εταιρείας Safe που παρέχεται από την ESRI.

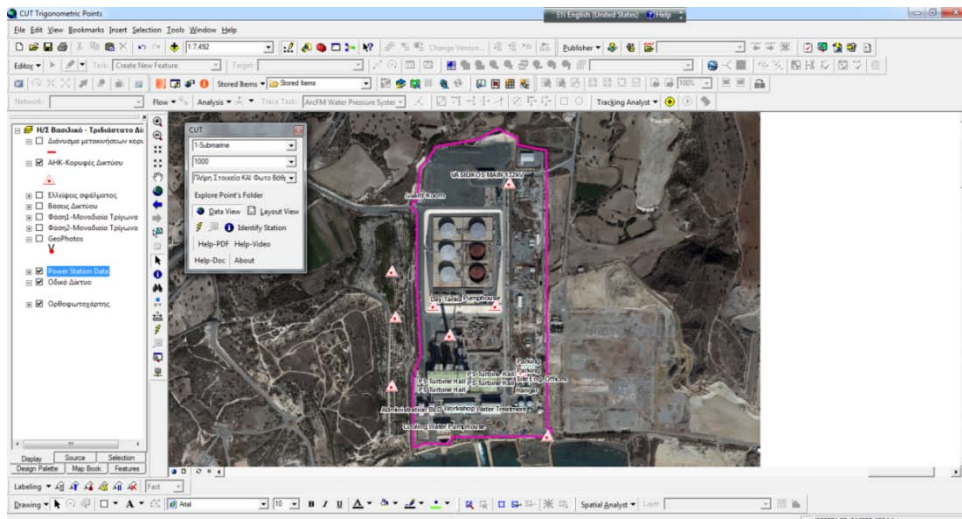
4.8.1 Λειτουργίες της εφαρμογής περιληπτικά

Η εφαρμογή στηρίζεται στην ενσωματωμένη λειτουργικότητα του ArcEditor που επεκτείνονται και προσαρμόζονται με επιπρόσθετα εργαλεία που υλοποιήθηκαν για το σκοπό της εργασίας. Η επιπρόσθετη λειτουργικότητα επιτυγχάνεται μέσω εργαλειοθήκης που υλοποιήθηκε για να ικανοποιήσει τις ανάγκες που τέθηκαν. Με τη χρήση των εργαλείων στην εργαλειοθήκη και με τα εργαλεία του ArcEditor ο χρήστης μπορεί να:

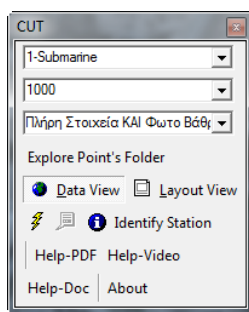
- προσπελάσει όλες τις κορυφές του δικτύου μέσα από ένα χειριστήριο “καταρράκτη”
- πάρει εύκολα πληροφορίες για τις κορυφές

- απεικονίζει τις βάσεις που μετρήθηκαν
- απεικονίζει τα μοναδιαία τρίγωνα που μετρήθηκαν (εικόνα 33)
- απεικονίζει τις ελλείψεις σφάλματος για κάθε κορυφή για κάθε περίοδο μέτρησης (εικόνα 32)
- απεικονίζει τα διανύσματα μετακίνησης των κορυφών (εικόνα 31)
- ετοιμάσει περιγραφικό δελτίο (εικόνα 34) για κάθε κορυφή που μπορεί να εκτυπώσει ή να εξαγάγει σε μορφότυπο pdf. Στο περιγραφικό δελτίο μπορεί να περιλαμβάνεται οποιαδήποτε από τα παραπάνω δεδομένα με τις πιο κάτω δυνατότητες:
 - Να περιλαμβάνεται ή να μην περιλαμβάνεται ένθετη φωτογραφία του βάρου
 - Να εκτυπώνονται ή να μην εκτυπώνονται οι συντεταγμένες του βάρου
 - Να επιλέγει το περιεχόμενο του χάρτη από τα επίπεδα που είναι διαθέσιμα, όπως η κορυφή του δικτύου να απεικονίζεται με υπόβαθρο τον διαθέσιμο ορθοφωτοχάρτη ή τα διανυσματικά στοιχεία για τον Η/Σ, ή τις βάσεις του δικτύου που μετρήθηκαν ή τα μοναδιαία τρίγωνα, κλπ.
- Μπορεί να προσπελάσει τις γεωτοποθετημένες φωτογραφίες για την κάθε κορυφή
- Μπορεί να προσπελάσει τα συνοδευτικά αρχεία που διατηρούνται για κάθε κορυφή
- Μπορεί να προσπελάσει την τεχνική έκθεση για το δίκτυο γενικά

Για το σκοπό αυτό έχει υλοποιηθεί ένα αρχέτυπο αρχείο mxt το οποίο φιλοξενεί όλη την λειτουργικότητα. Το γραφικό περιβάλλον φαίνεται στην εικόνα 28. Για την πρόσβαση στις διάφορες λειτουργίες που έχουν ενσωματωθεί στο αρχείο χρησιμοποιείται η εργαλειοθήκη που κατασκευάστηκε για το σκοπό αυτό και που φαίνεται στην εικόνα 29. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα μέσα από το αρχείο αυτό να έχει πρόσβαση στα κατάλληλα επίπεδα δεδομένων τα οποία φιλοξενούνται στην γεωβάση που έχει αναπτυχθεί για το σκοπό αυτό. Στην εικόνα εικόνα 30 παρουσιάζεται ο κατάλογος με τα επίπεδα δεδομένων στην εφαρμογή.



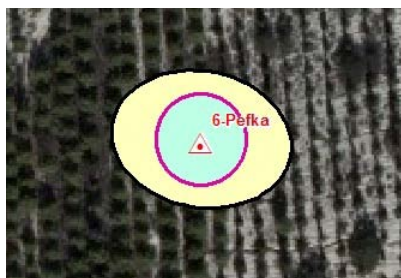
Εικόνα 28 Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής



Εικόνα 29 Εργαλειοθήκη CUT



Εικόνα 31 Διάνυσμα μετακίνησης κορυφής



Εικόνα 32 Ελλείψεις σφάλματος

- H/S Βασικό - Τριδιάστατο Δι**
 - Διάνυσμα μετακινήσεων κορυ
- ΑΗΚ-Κορυφές Δικτύου**
 - Ελλείψεις σφάλματος
 - Βάσεις Δικτύου
 - Φάση1-Μοναδιαία Τρίγωνα
 - Φάση2-Μοναδιαία Τρίγωνα
 - GeoPhotos
- Power Station Data**
 - T_Fence
 - T_Building
 - T_ElectricStation
- Οδικό Δίκτυο
- Ορθοφωτοχάρτης

Εικόνα 30 Τα Διαθέσιμα επίπεδα (Layers) μέσα από την εφαρμογή



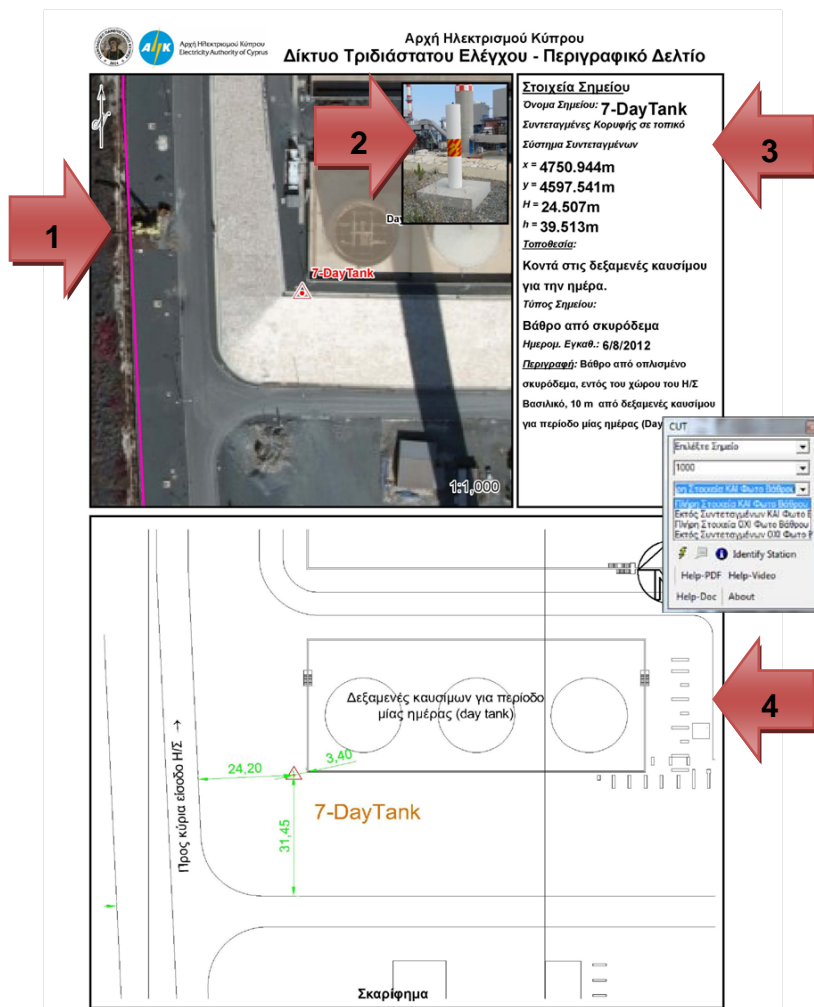
Εικόνα 33 Τα μοναδιαία τρίγωνα

4.8.2 Το περιγραφικό δελτίο (που ετοιμάζεται αυτόματα)

Το Περιγραφικό Δελτίο που ετοιμάζεται αυτόματα μέσα από το διαδραστικό περιβάλλον της εφαρμογής απεικονίζεται στην εικόνα 34.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται το δελτίο είναι:

1: Δυναμικός χάρτης της θέσης του σημείου. Το περιεχόμενο του χάρτη μπορεί να μεταβληθεί δυναμικά επιλέγοντας τα επιθυμητά επίπεδα (layers) από τον κατάλογο επιπέδων του ArcGIS.



Εικόνα 34 Περιγραφικό Δελτίο Κορυφής

2: Φωτογραφία του βάρου όπως είναι υλοποιημένο. Δίδεται η δυνατότητα εμφάνισης, απόκρυψης της φωτογραφίας μέσα από την εργαλειοθήκη

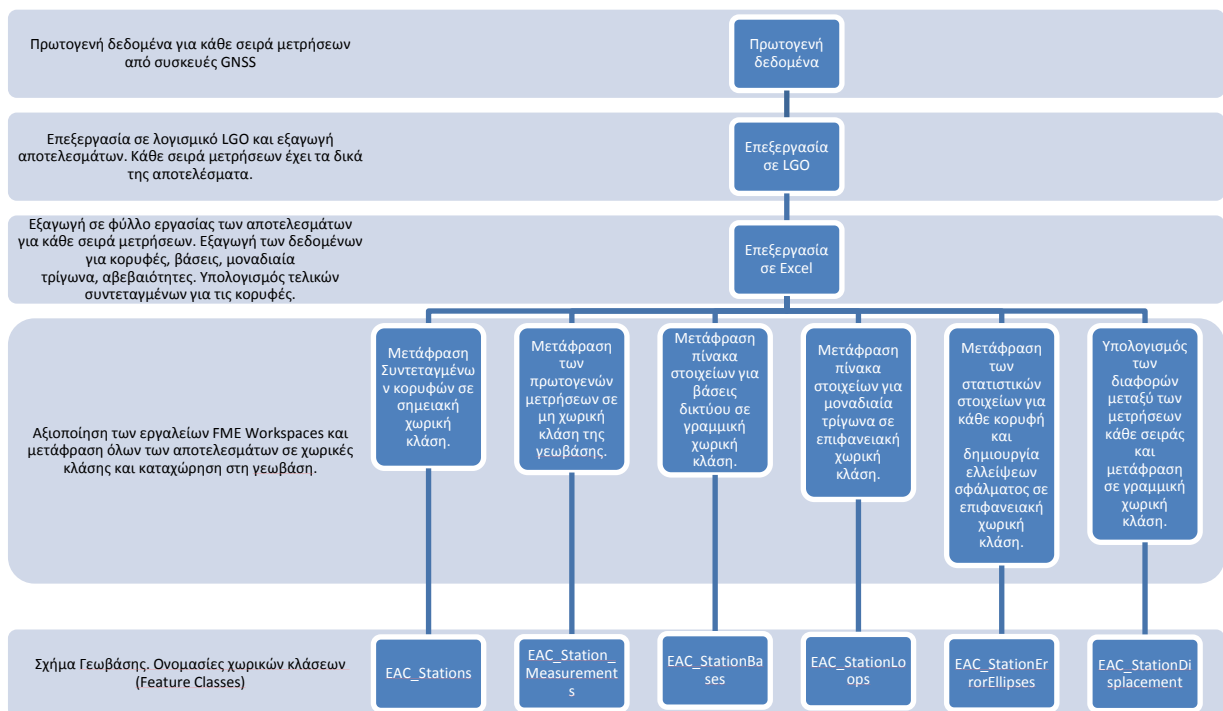
3: Θέση όπου εμφανίζεται κατάλληλα διαμορφωμένο κείμενο με όλα τα δεδομένα για την επιλεγμένη κορυφή. Τα δεδομένα προέρχονται από την γεωβάση. Δίδεται η δυνατότητα καθορισμού του επιπέδου της λεπτομέρειας του περιεχομένου μέσω της εργαλειοθήκης

4: Χώρος εμφάνισης του σκαριφήματος για την κορυφή. Το σκαρίφημα που εμφανίζεται προέρχεται από αρχείο στον φάκελο \02_StationData\Point_007\01_Sketches\ του σημείου με όνομα Sketch_###. Το σκαρίφημα μπορεί να μεταβληθεί αντικαθιστώντας το αρχείο φωτογραφίας στον πιο πάνω φάκελο

4.8.3 Διαδικασία αυτοματοποιημένης καταχώρησης δεδομένων στη γεωβάση

Για την μετάφραση και καταχώρηση των δεδομένων από το λογισμικό LGO προς τη γεωβάση αξιοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό το λογισμικό Safe FME με την δημιουργία κατάλληλων workspaces. Υπάρχει ενδιάμεσο στάδιο επεξεργασίας των δεδομένων σε φύλλο εργασίας EXCEL.

Όλη η ροή εργασίας όπως και τα μοντέλα εργασίας (workspaces) μετάφρασης είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να ικανοποιούν τόσο τις σημερινές ανάγκες για την πρώτη καταχώρηση στη γεωβάση όσο και για μελλοντικές σειρές μετρήσεων. Έγινε πρόνοια ακόμη και για καταχώρηση δεδομένων άλλου δικτύου που πιθανόν να εγκατασταθεί σε άλλες εγκαταστάσεις της ΑΗΚ. Η όλη ροή εργασίας απεικονίζεται στο σχήμα 12.

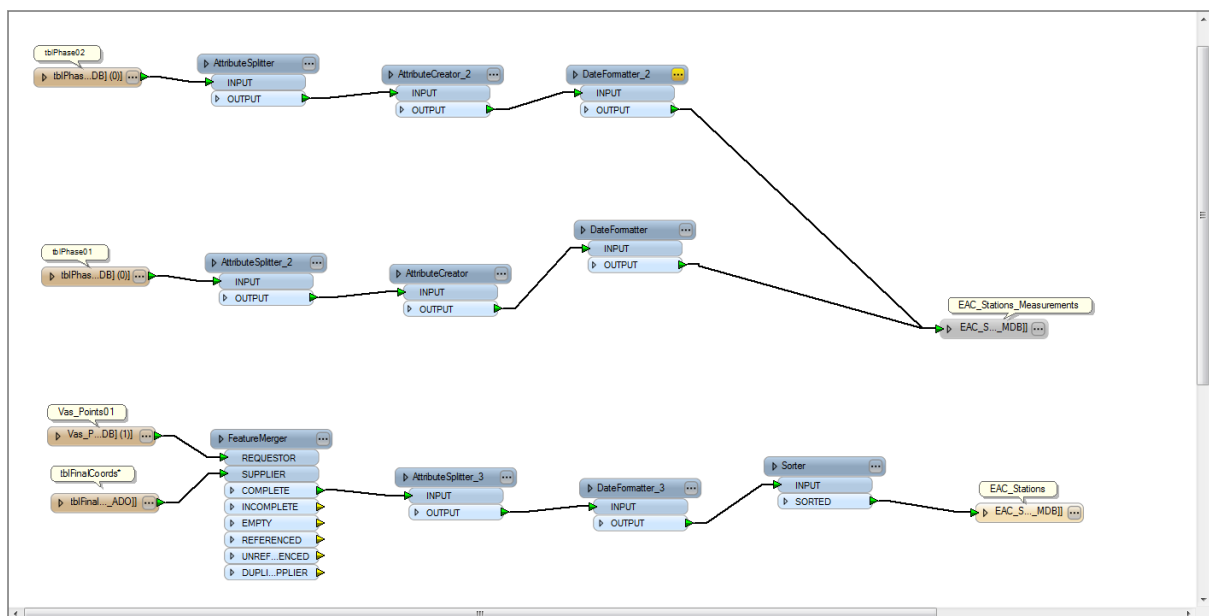


Σχήμα 12 Ροή εργασίας - από τα πρωτογενή δεδομένα στη γεωβάση

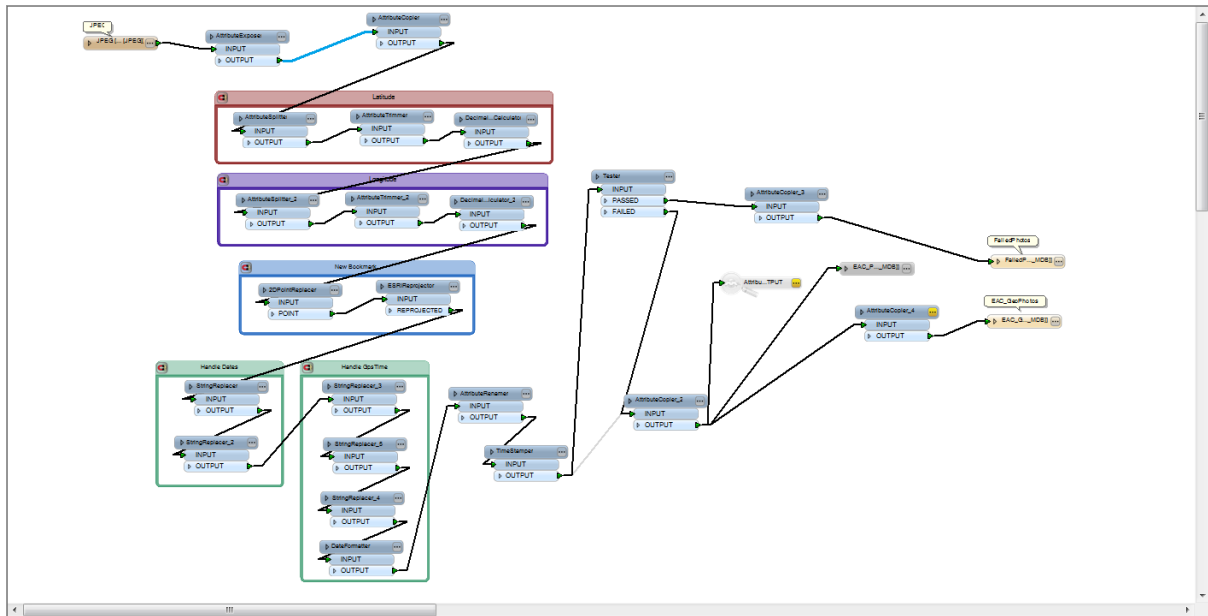
Για την μετάφραση των μη χωρικών πινάκων και άλλων δεδομένων σε χωρικές κλάσεις έχουν υλοποιηθεί τέσσερα workspaces. Οι μεταφράσεις που έγιναν είναι:

- του πίνακα των τελικών συντεταγμένων των κορυφών του δικτύου σε σημειακή χωρική κλάση (σχήμα 13)

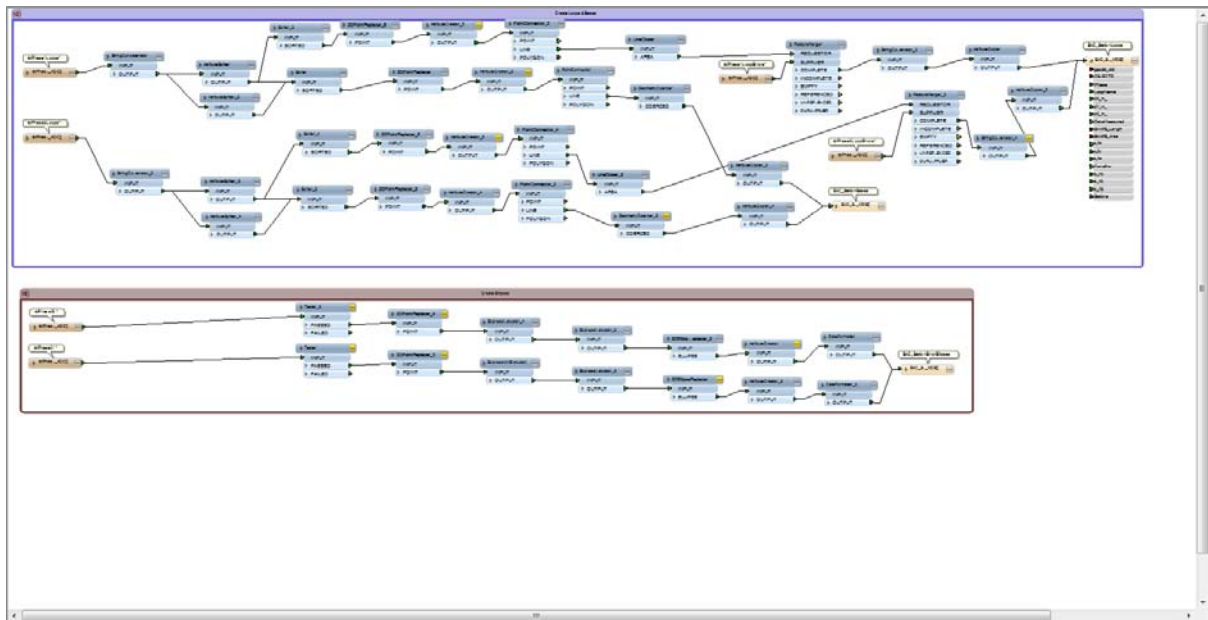
- των πρωτογενών μετρήσεων σε μη χωρική κλάση της γεωβάσης και υλοποιήθηκε συσχέτιση με τη σημειακή χωρική κλάση των κορυφών (σχήμα 13)
- των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών σε σημειακή κλάση συνοδευόμενη με όλα τα δεδομένα από την ψηφιακή φωτογραφική και με υλοποίηση συνδέσμου προς την πρωτογενή φωτογραφία (σχήμα 14)
- των βάσεων που μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν με τα αποτελέσματα σε γραμμική κλάση (σχήμα 15)
- των μοναδιαίων τριγώνων που μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν με τα αποτελέσματα σε επιφανειακή κλάση (σχήμα 15)
- των διανυσμάτων μετακίνησης των κορυφών του δικτύου σε γραμμική κλάση (σχήμα 16)
- Δημιουργούνται και καταχωρούνται σε επιφανειακή χωρική κλάση, οι ελλείψεις σφάλματος για όλες τις κορυφές με τιμές που προέκυψαν από την επίλυση του δικτύου (σχήμα 15)



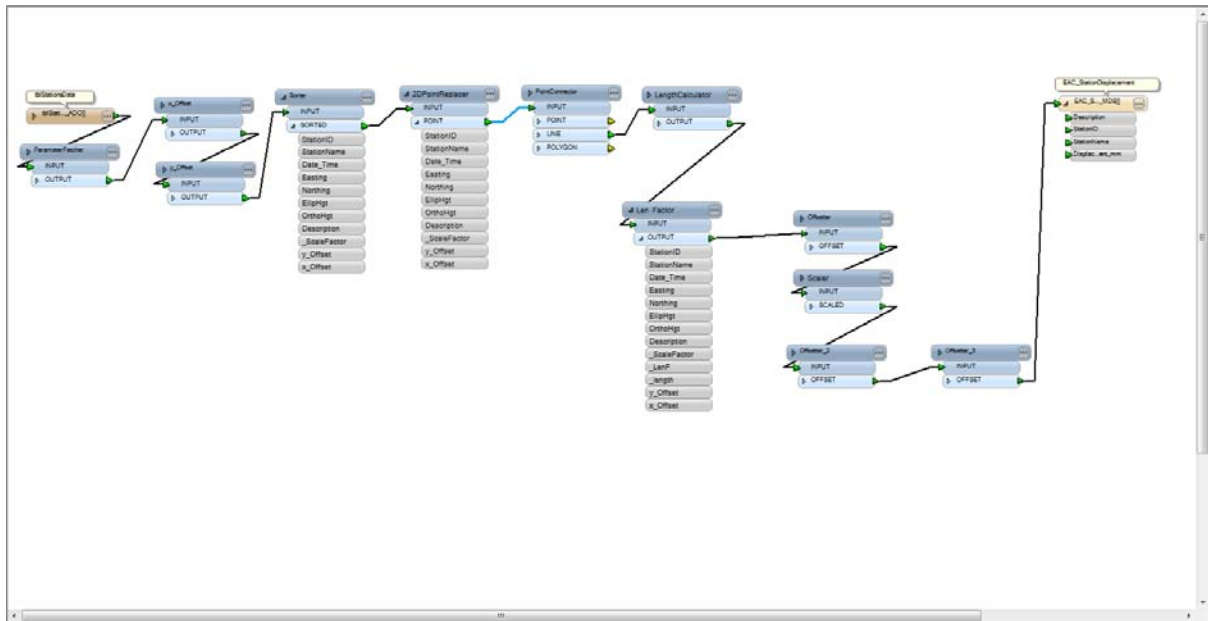
Σχήμα 13 Το workspace δημιουργίας τη σημειακής κλάσης για τις κορυφές του δικτύου και της μη χωρικής κλάσης με τις πρωτογενείς μετρήσεις



Σχήμα 14 Το workspace μετάφρασης των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών σε σημειακή κλάση



Σχήμα 15 Το workspace μετάφρασης των αποτελεσμάτων από το LGO σε βάσεις του δικτύου (γραμμική χωρική κλάση) και σε μοναδιαία τρίγωνα (πολυγωνική χωρική κλάση) και δημιουργίας των ελλείψεων σφάλματος



Σχήμα 16 Το workspace για τον υπολογισμό και δημιουργία της μετακίνησης των κορυφών σε γραμμική χωρική κλάση

4.8.4 Σχήμα Γεωβάσης

Για τις υφιστάμενες και μελλοντικές ανάγκες της εφαρμογής δημιουργήθηκαν οι πιο κάτω χωρικές κλάσεις:

- EAC_Stations, σημειακή χωρική κλάση που περιλαμβάνει τις κορυφές του δικτύου. Προέκυψε από τις τελικές συντεταγμένες που υπολογίστηκαν για τις κορυφές.
- EAC_Stations_Measurements, μη χωρική κλάση που περιλαμβάνει όλες τις καταχωρήσεις για τις πρωτογενείς μετρήσεις
- EAC_StationBases, γραμμική χωρική κλάση που περιλαμβάνει τις βάσεις του δικτύου για όλες τις μετρήσεις και επιλύσεις.
- EAC_StationLoops, πολυγωνική χωρική κλάση που περιλαμβάνει τα μοναδιαία τρίγωνα για όλες τις μετρήσεις και επιλύσεις.
- EAC_StationErrorEllipses, πολυγωνική χωρική κλάση που περιλαμβάνει τις ελλείψεις σφάλματος για όλες τις μετρήσεις και επιλύσεις.
- EAC_StationDisplacement, γραμμική χωρική κλάση που περιλαμβάνει τα διανύσματα μετακίνησης των κορυφών βάσει των διαχρονικών μετρήσεων.

- EAC_GeoPhotos, σημειακή χωρική κλάση που περιλαμβάνει τη θέση όλων των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών και όλα τα δεδομένα από την ψηφιακή μηχανή.
- EAC_StationsToMeasurements, κλάση συσχέτισης ένα προς πολλά που συσχετίζει την σημειακή χωρική κλάση, EAC_Stations, με τη μη χωρική κλάση των πρωτογενών μετρήσεων, EAC_Stations_Measurements.

Όλες οι χωρικές κλάσεις έχουν τοποθετηθεί σε ένα dataset στη γεωβάση για εύκολη αναφορά και διαχείριση. Για το σκοπό της παρούσας εργασίας θα αξιοποιηθεί το μορφότυπο της personal geodatabase, όταν όμως παραχωρηθεί στην ΑΗΚ θα μετατραπεί και θα ενσωματωθεί στην εταιρική γεωβάση του Οργανισμού, ώστε να είναι πλήρως αξιοποιήσιμη από όλους τους ενδιαφερόμενου χρήστες.

4.8.5 Εφαρμογή desktop

Η εφαρμογή για desktop υλοποιήθηκε στο λογισμικό ArcEditor 9.3.1 και η παραμετροποίηση έγινε στο περιβάλλον Visual Basic for Applications (VBA). Είναι γνωστοί οι περιορισμοί της VBA όμως είναι η πιο εύκολη λύση για μικρές σχετικά εφαρμογές όπου απαιτείται η ευκολία μεταφοράς της εφαρμογής. Για το λόγο αυτό έχει υλοποιηθεί ένα αρχέτυπο αρχείο mxt όπου ενσωματώνεται όλη η λειτουργικότητα της εφαρμογής.

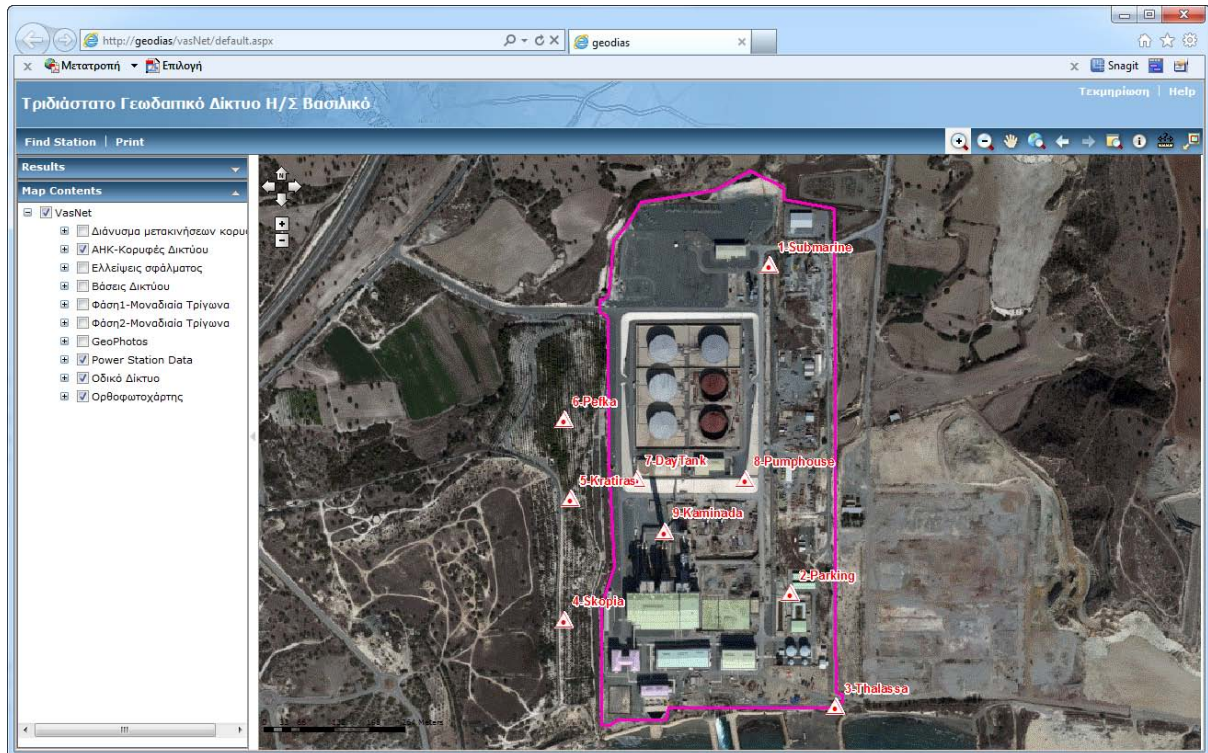
Η εφαρμογή σκοπό έχει να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα επεξεργασίας όλων των δεδομένων για το δίκτυο συμπεριλαμβανομένων των πρωτογενών μετρήσεων, των αποτελεσμάτων, των βάσεων, των μοναδιαίων τριγώνων και τέλος να δημιουργήσει έντυπο “Περιγραφικό Δελτίο” για κάθε κορυφή του δικτύου.

4.8.6 Διαδικτυακή εφαρμογή

Το αρχέτυπο αρχείο χαρτοσύνθεσης mxd αξιοποιήθηκε από το λογισμικό ArcGIS Server 9.3.1 ώστε να δημιουργηθεί μια υπηρεσία (service) σε μορφότυπο ESRI service και kml service, που εξυπηρετεί απομακρυσμένους desktop χρήστες μέσω διαδικτύου οι οποίοι μπορεί να έχουν είτε ESRI λογισμικό είτε απλά να προσπελούν την υπηρεσία μέσα από το Google Earth.

Επιπρόσθετα έχει δημιουργηθεί διαδικτυακή εφαρμογή περιορισμένων δυνατοτήτων με γραφικό περιβάλλον για εξυπηρέτηση οποιουδήποτε χρήστη χωρίς την απαίτηση τοπικά εγκατεστημένης εφαρμογής αλλά με πρόσβαση σε αυτήν με χρήση οποιουδήποτε Internet browser.

Η διαδικτυακή εφαρμογή που υλοποιήθηκε (εικόνα 35) λειτουργεί προς το παρόν στο εσωτερικό δίκτυο του Οργανισμού και μπορεί ο κάθε χρήστης να την προσπελάσει στην διεύθυνση: <http://geodias/vasnet>.

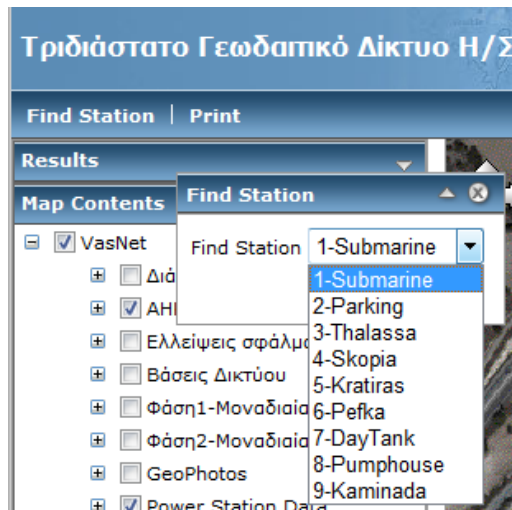


Εικόνα 35 Το γραφικό περιβάλλον της διαδικτυακής εφαρμογής

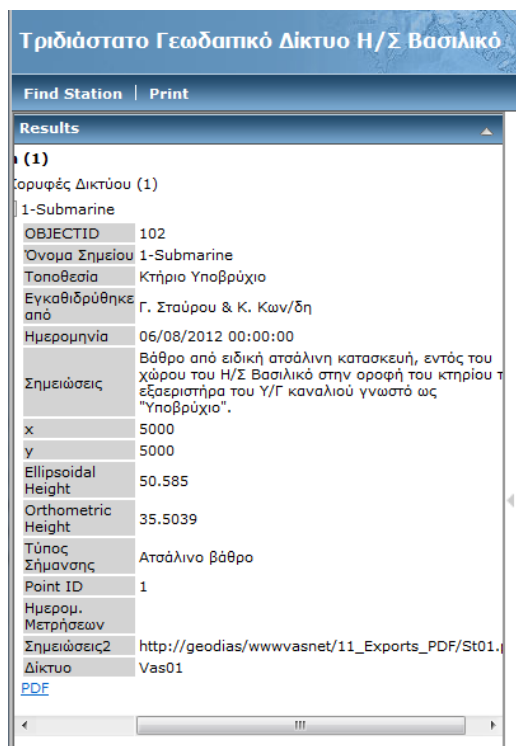
Οι δυνατότητες που προσφέρει είναι:

- Αναζήτηση κορυφής χρησιμοποιώντας το όνομα της (εικόνα 36)
- Εκτύπωση “Περιγραφικού Δελτίου” από έτοιμο αρχείο pdf ανά κορυφή (εικόνα 38)
- Πρόσβαση σε όλα τα αποτελέσματα μετρήσεων ανά κορυφή (εικόνα 37)
- Θέαση των βάσεων που μετρήθηκαν και όλων των στατιστικών στοιχείων τους
- Θέαση όλων των μοναδιαίων τριγώνων και όλων των στατιστικών στοιχείων τους
- Θέαση όλων των ελλείψεων σφάλματος σε κάθε κορυφή
- Θέαση των διανυσμάτων μετακίνησης κάθε κορυφής
- Θέαση όλων των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών και πρόσβαση στην φωτογραφία

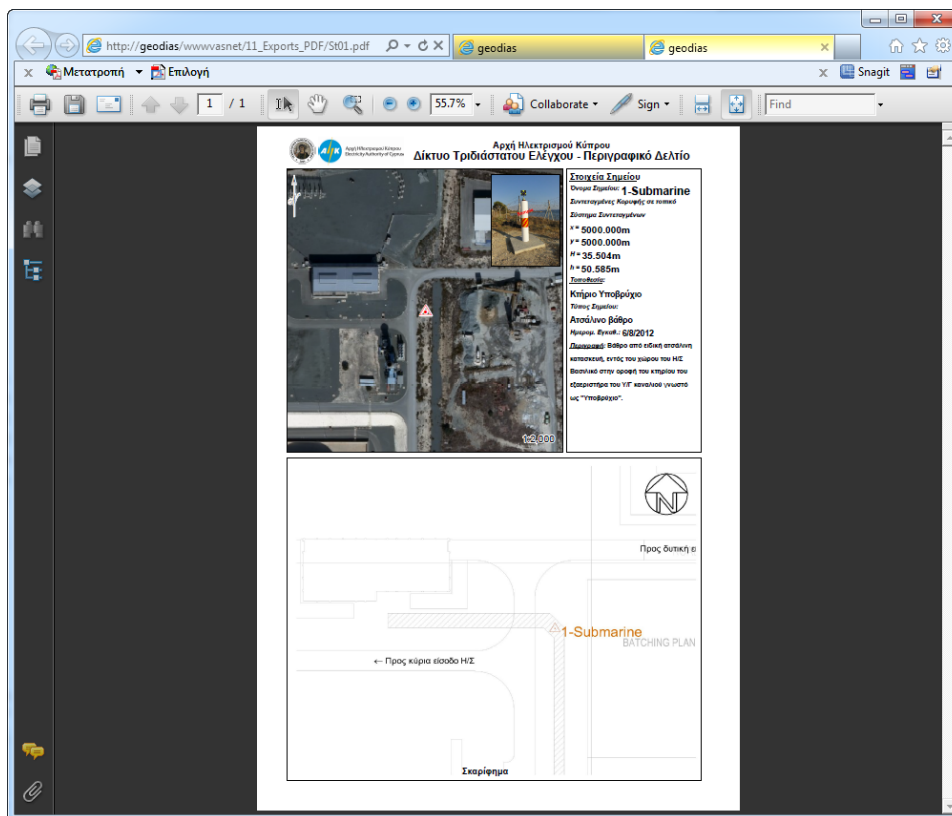
Το βασικό πλεονέκτημα της διαδικτυακής εφαρμογής είναι ότι δεν απαιτείται οποιαδήποτε εγκατάσταση λογισμικού στον ΗΥ του χρήστη και κατ' επέκταση δεν υπάρχει οποιοδήποτε επιπρόσθετο κόστος για τον Οργανισμό.



Εικόνα 36 Αναζήτηση κορυφής του Δικτύου



Εικόνα 37 Το αποτέλεσμα της αναζήτησης

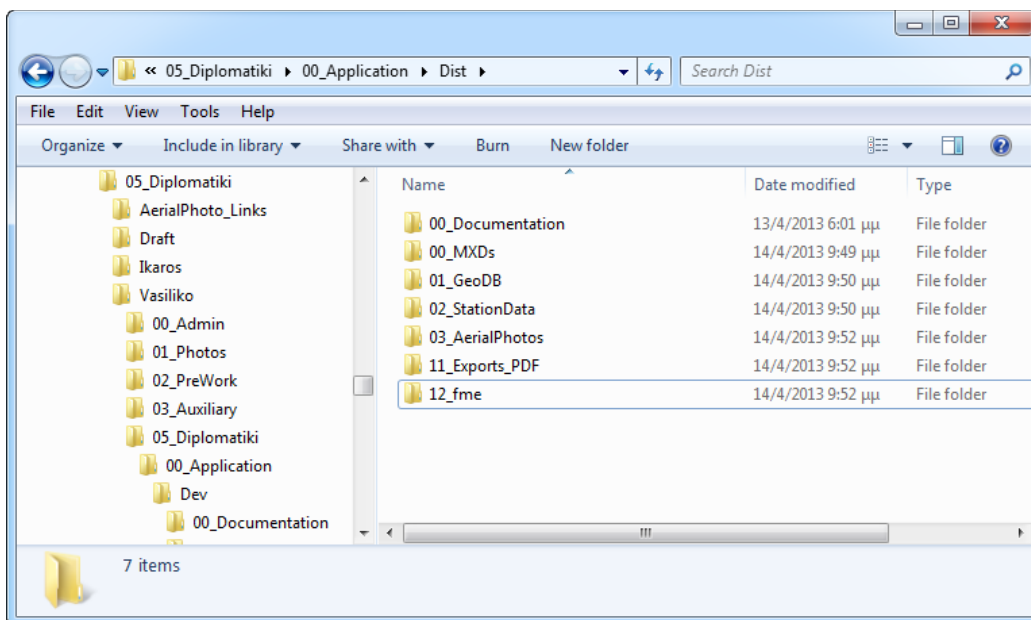


Εικόνα 38 Το Περιγραφικό Δελτίο για την συγκεκριμένη κορυφή

4.8.7 Υποστηρικτικά Αρχεία – Δομή Συστήματος Αρχαιοθέτησης

Παράλληλα με τα γεωγραφικά δεδομένα υπάρχει η ανάγκη αρχειοθέτησης και πρόσβασης στα υποστηρικτικά αρχεία εικόνα 39. Υπάρχουν 5 κατηγορίες αρχείων:

- Αρχεία που αφορούν στην τεκμηρίωση της εφαρμογής – 00_Documentation
- Αρχεία που περιέχουν την χαρτοσύνθεση, το συμβολισμό και όλο τον κώδικα – 00_MXDs
- Αρχεία που αφορούν στην γεωβάση – 01_GeoDB
- Αρχεία που αφορούν στο εκάστοτε τριγωνομετρικό σημείο όπως σκαρίφημα, γεωτοποθετημένες φωτογραφίες, απλές φωτογραφίες – 02_StationData
- Αρχεία που αφορούν στον ορθοφωτοχάρτη που χρησιμοποιήθηκε – 03_AerialPhoto

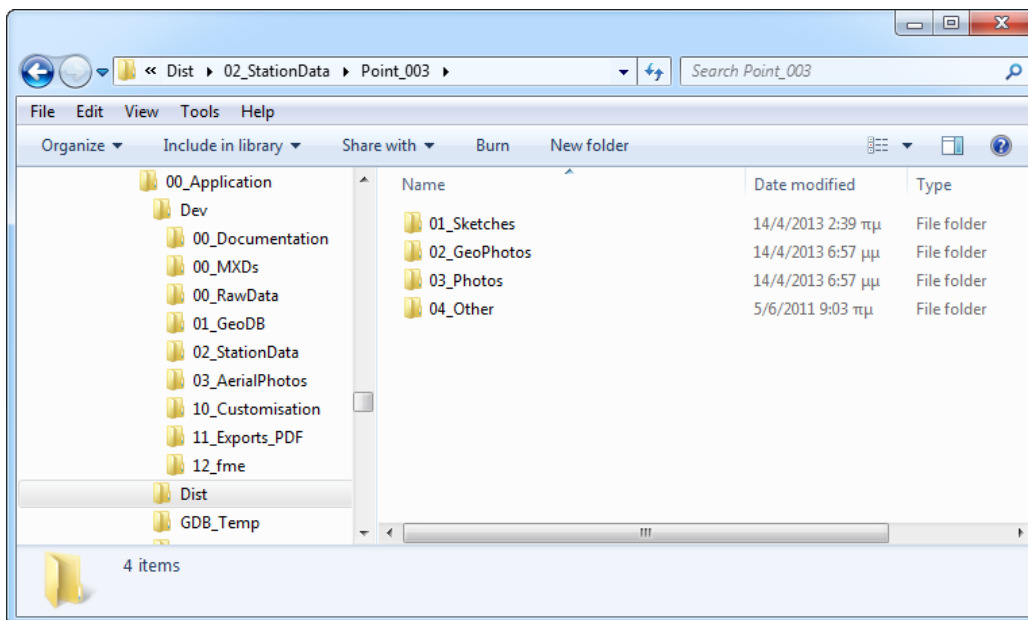


Εικόνα 39 Δομή των υποστηρικτικών αρχείων

Για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής όλοι οι φάκελοι πρέπει να βρίσκονται στη θέση τους κατά προτίμηση σε έναν ενσωματωμένο μέσο αποθήκευσης για μεγαλύτερη ταχύτητα και όχι από εξωτερική μονάδα αποθήκευσης αφού ο ορθοφωτοχάρτης που φορτώνεται είναι αρκετά μεγάλος. Στην περίπτωση που η εφαρμογή παραδοθεί στην ΑΗΚ όλοι οι απαραίτητοι φάκελοι θα αρχειοθετηθούν σε εξυπηρετητή με δυνατότητα πρόσβασης από όλο το προσωπικό.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε για τα υποστηρικτικά αρχεία κάθε κορυφής του δικτύου αφού η εφαρμογή απαιτεί τη διαχείρισή τους.

Έτσι για κάθε σημείο δημιουργήθηκε ο δικός του φάκελος με υποφακέλους όπως φαίνεται στη εικόνα 40 πιο κάτω. Ο φάκελος κάθε σημείου φέρει το όνομα “Point_###”, όπου ### ο μοναδικός αριθμός κάθε σημείου από το πεδίο “PointID” στη χωρική κλάση EAC_Stations. Το αποτέλεσμα είναι το όνομα κάθε φακέλου να είναι μοναδικό μέσα στο φάκελο “02_StationData”. Έγινε πρόνοια για τη δυνατότητα αποθήκευσης μέχρι 999 σημείων αφού το όνομα του φακέλου είναι της μορφής Point_###.



Εικόνα 40 Δομή υποφακέλων για ένα Σημείο

4.8.8 Περιγραφή φακέλων πρώτου επιπέδου και υποφακέλων

00_Documentation

Περιέχει τα αρχεία για τον οδηγό χρήσης της εφαρμογής, το παρόν κείμενο με την τεκμηρίωση της εφαρμογής και αρχεία για Video με παραδείγματα για τη χρήση της εφαρμογής. Για όλα τα αρχεία υπάρχει πρόσβαση από την εργαλειοθήκη που δημιουργήθηκε μέσα από το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής.

00_MXDs

Περιέχει το αρχείο που θα εκκινεί η εφαρμογή μέσα από το λογισμικό ArcGIS 9.3.1. Το όνομα του αρχείου είναι EAC_Vasilikos.mxd. Παράλληλα υπάρχει ένας υποφάκελος με το όνομα System και ο οποίος περιέχει το αρχείο StreetMap.mxt που καλείται όταν ο χρήστης δώσει λάθος κωδικό κατά την εκκίνηση της εφαρμογής.

01_GeoDB

Περιέχει μόνο το αρχείο CUT_Stations_GDB.mdb που είναι η γεωβάση στην οποία καταχωρούνται όλα τα χωρικά δεδομένα.

02_StationData\Point_###.

01_Sketches – για την αποθήκευση του σκαριφήματος για τον εντοπισμό του σημείου. Το αρχείο πρέπει να είναι της μορφής jpg και το όνομά του πρέπει να είναι

Sketch_##, όπου ## ο μοναδικός αναγνωριστικός αριθμός του σημείου από το PointID.

02_GeoPhotos – για την αποθήκευση των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών που αφορούν το σημείο. Δεν απαιτείται από την εφαρμογή κάποιος ιδιαίτερος τρόπος αποθήκευσης. Η μόνη απαίτηση είναι να βρίσκονται στην τελική τους θέση κατά την διαδικασία φορτώματος των δεδομένων που βρίσκονται στο EXIF header.

03_Photos – για την αποθήκευση οποιονδήποτε άλλων φωτογραφιών που δεν απαιτείται να είναι γεωτοποθετημένες, όπως μια φωτογραφία του σημείου για αναγνώριση.

04_Other – επιπρόσθετος φάκελος, πρόνοια για οτιδήποτε άλλο απαιτείται να αρχειοθετείται για το σημείο

03_AerialPhotos

Φάκελος στον οποίο αποθηκεύονται τα αρχεία για τον ορθοφωτοχάρτη.

4.8.9 Γενικές παρατηρήσεις για την εφαρμογή

Η εφαρμογή μπορεί να θεωρηθεί πλήρης για το σκοπό που έχει σχεδιαστεί όπως αναφέρεται πιο πάνω. Έχει δυνατότητες αυτοσυντήρησης αφού αρκετή λειτουργικότητα στηρίζεται στη δυναμική ανάκτηση στοιχείων από τα γεωγραφικά δεδομένα. Για παράδειγμα η συμπλήρωση του ονόματος του σημείου για την επιλογή σημείου στη εργαλειοθήκη παίρνει τιμές από το Feature Class, οπότε η μεταβολή ή η πρόσθεση νέου σημείου θα περιληφθεί με την επανεκκίνηση της εφαρμογής.

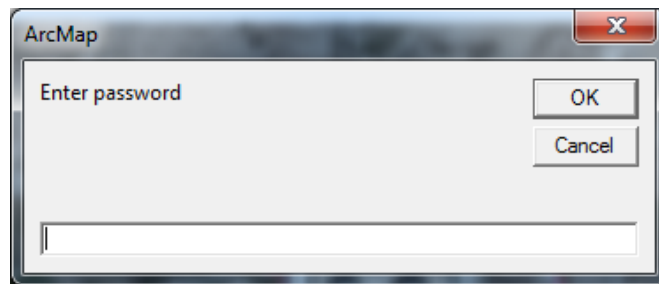
Κάποιες άλλες λειτουργίες όμως στηρίζονται τυφλά στην υφιστάμενη δομή (σχήμα βάσης) των δεδομένων. Οπότε μια αλλαγή στο σχήμα της βάσης ίσως να επηρεάσει την λειτουργία κάποιων συναρτήσεων. Για παράδειγμα τα στοιχεία σημείου που εκτυπώνονται στο Layout στηρίζονται σε συγκεκριμένα πεδία με συγκριμένο όνομα (πχ x, y, St_type,...) μια μεταβολή του ονόματος ενός πεδίου ή η διαγραφή κάποιου πεδίου θα επηρεάσει τον κώδικα.

4.8.10 Error Trapping

Έχει γίνει μερική πρόνοια για Error Trapping και ανάλογη προστασία της εφαρμογής αλλά δεν είναι εξονυχιστική. Οπότε αναμένεται να υπάρχουν κάποια σφάλματα που θα σταματούν την ροή του κώδικα.

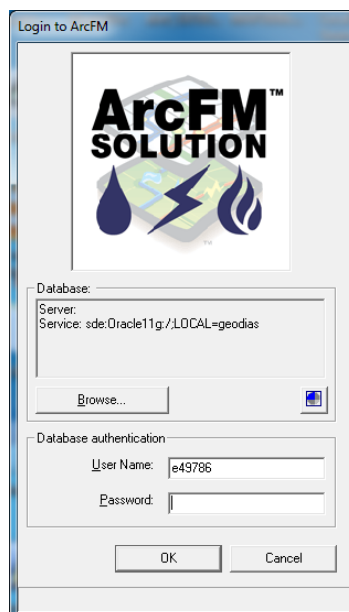
4.8.11 Ασφάλεια Πρόσβασης στη Εφαρμογή

Ο έλεγχος των δικαιωμάτων του χρήστη είναι υπερβολικά απλός και ουσιαστικά αποτρέπει την άσκοπη χρήση της εφαρμογής από τρίτους άσχετους με το αντικείμενο. Ο έλεγχος ουσιαστικά γίνεται μόνον με την πληκτρολόγηση κωδικού πρόσβασης ενώ ο κωδικός είναι ενσωματωμένος στον κώδικα της εφαρμογής και δεν μπορεί να μεταβληθεί ούτε από τον χειριστή της εφαρμογής εκτός και εάν επέμβει στον κώδικα. Δεν απαιτεί από τον χρήστη να καταχωρήσει το αναγνωριστικό του (Log in name) και κωδικό πρόσβασης (password). Επιπρόσθετα, η προστασία δεν εφαρμόζεται στο επίπεδο της γεωβάσης με αποτέλεσμα τα δεδομένα να είναι προσβάσιμα ακόμα και για επεξεργασία απευθείας από το ArcGIS/ArcFM (εικόνα 41).



Εικόνα 41 Η φόρμα πρόσβασης στο υφιστάμενο περιβάλλον για προσωπική χρήση

Η ασφάλεια πρόσβασης θα αναβαθμιστεί σημαντικά όταν ενσωματωθεί το υφιστάμενο σχήμα στο εταιρικό περιβάλλον όπου τότε ο έλεγχος πρόσβασης του χρήστη θα γίνεται από την εταιρική γεωβάση (εικόνα 42).



Εικόνα 42 Η φόρμα πρόσβασης στο εταιρικό σύστημα

4.8.12 Δημιουργία νέων καταχωρήσεων, καταχώρηση νέας κορυφής του δικτύου

Υπάρχει η δυνατότητα καταχώρησης νέας κορυφής του δικτύου όμως δεν υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης δημιουργίας της δομής των φακέλων που απαιτούνται για τα υποστηρικτικά αρχεία για τη νέα κορυφή. Για το λόγο αυτό με την δημιουργία νέας κορυφής ο χρήστης πρέπει να δημιουργεί στο φάκελο ..\02_StationData\ τους πιο κάτω φακέλους ώστε να καταχωρούνται τα υποστηρικτικά αρχεία που απαιτεί η εφαρμογή. Παράληψη της δημιουργίας των φακέλων θα προκαλέσει σφάλμα κατά την εκτέλεση του κώδικα.

Φάκελοι που επιβάλλεται να δημιουργούνται για κάθε νέο τριγωνομετρικό σημείο:

..\02_StationData\Point_###\01_Sketches

..\02_StationData\Point_###\02_GeoPhotos

..\02_StationData\Point_###\03_Photos

..\02_StationData\Point_###\04_Other

Όπου ### το PointID του Σημείου.

4.8.13 Εγχειρίδιο χρήσης

Για της εφαρμογή έχει δημιουργηθεί εγχειρίδιο χρήσης που επισυνάπτεται στο Παράρτημα Ε στην §11.3.

5 Συμπεράσματα, εισηγήσεις, προτάσεις

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την εγκατάσταση, τη μέτρηση και τη διαχείριση ενός τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου υψηλής ακρίβειας. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που αφορούν σε κάθε μια από τις επιμέρους ενέργειες.

5.1 Υλοποίηση δικτύου

Η υλοποίηση και εγκατάσταση του δικτύου ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 2012 όπου και έγινε η πρώτη σειρά μετρήσεων με δέκτες GNSS. Οκτώ μήνες μετά δεν παρουσιάστηκε οποιαδήποτε εμφανής καταπόνηση στη κατασκευή των βάθρων, σε καμιά κορυφή, παρόλο που η θέση του Η/Σ είναι πάνω στην ακτογραμμή και η επίδραση της θάλασσας είναι αρνητική. Η υλοποίηση κρίνεται επιτυχής και αναμένεται η αντοχή των σημείων να ξεπεράσει τα 20 έτη που είναι ο χρόνος σχεδιασμού τους. Κάποιες αστοχίες που

παρατηρήθηκαν αφορούσαν στην διαδικασία κατασκευής των βάθρων, εντοπίστηκαν πολύ νωρίς και διορθώθηκαν. Διαπιστώθηκε ότι για την κατασκευή εγκαταστάσεων τέτοιου τύπου όπου η ακρίβεια στην κατασκευή είναι ιδιαίτερα σημαντική, η συνεχής επίβλεψη, ακόμα και της παραμικρής λεπτομέρειας, είναι ιδιαίτερα σημαντική και επιβεβλημένη.

Το κόστος της συγκεκριμένης υλοποίησης ανέρχεται στο ποσό των €13,400.00 περίπου και ίσως να είναι αποτρεπτικό για αντίστοιχες υλοποιήσεις, κυρίως στον ιδιωτικό τομέα. Όμως αντιπαραβάλλοντας το κόστος του δικτύου με το συνολικό κόστος του έργου του Η/Σ Βασιλικό, που εκτιμάται στα 2 δισεκατομμύρια ευρώ, προκύπτει ότι το κόστος για το δίκτυο είναι πολύ μικρό έως και αμελητέο σε σχέση με την αξία του έργου και το όφελος που προσφέρει. Επιβάλλεται να αναφερθεί ότι το δίκτυο που εγκαταστάθηκε στον Η/Σ Βασιλικό είναι ένα από τα μεγαλύτερα σε μέγεθος τριδιάστατα γεωδαιτικά δίκτυα στον ελληνικό χώρο και σε ότι αφορά σε αποστάσεις βάσεων όσο και σε αριθμό κορυφών.

Το δίκτυο έχει ήδη τεθεί σε χρήση για εργασίες εντός του Η/Σ Βασιλικό. Μια από τις εργασίες που έγιναν ήταν η προσπάθεια προσδιορισμού της ιδιοσυχνότητας ταλάντωσης της καμινάδας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Για τον σκοπό αυτό εργάστηκε ομάδα της εταιρείας Leica με χρήση ρομποτικού ΟΓΣ. Οι μετρήσεις έγιναν από τρεις από τις κορυφές του τριδιάστατου δικτύου ακριβείας. Τα αποτελέσματα έχουν παραδοθεί στην ΑΗΚ και βρίσκονται σε στάδιο αξιολόγησης.

5.2 Τρόπος μέτρησης

Ο τρόπος μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή αξιοποίησε δέκτες GNSS εφαρμόζοντας τη μέθοδο σχετικού στατικού εντοπισμού. Αποδείχτηκε ιδιαίτερα γρήγορος έναντι των αντίστοιχων μετρήσεων με ΟΓΣ, δεδομένου ότι υπάρχει διαθέσιμος ο κατάλληλος αριθμός δεκτών. Το μειονέκτημα της εφαρμογής της πιο πάνω μεθόδου είναι ότι δεν υπάρχει οποιαδήποτε ένδειξη για την ποιότητα των μετρήσεων παρά μετά την διεκπεραίωση τους και στην φάση της επεξεργασίας τους.

Η μέτρηση με αριθμό δεκτών ίσο με τον αριθμό των κορυφών φαίνεται να είναι η βέλτιστη όσον αφορά τόσο στην διαδικασία μέτρησης όσο και στην διαχείριση των μετρήσεων. Η μέτρηση με αριθμό δεκτών μικρότερο του αριθμού των κορυφών απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό των μετρήσεων, ώστε οι βάσεις που μετρούνται να είναι οι βέλτιστες για την επίλυση του δικτύου.

Σε τέτοιου είδους μετρήσεις ακριβείας πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην εμπειρία και στην εξοικείωση των χρηστών όσον αφορά στη χρήση των δεκτών GNSS που θα χρησιμοποιηθούν. Αποδείχτηκε ότι και η παραμικρή απροσεξία στον χειρισμό του δέκτη μπορεί να δημιουργήσει τεράστιο πρόβλημα κατά τη διαδικασία επεξεργασίας και να απαιτήσει την επιστροφή στο πεδίο για επιβεβαίωση με χρονική επιβάρυνση. Κρίνεται λοιπόν σημαντική η διενέργεια πιλοτικών μετρήσεων για την εξοικείωση των χρηστών με τη διαδικασία. Επιπρόσθετα επιβάλλεται ο στοιχειώδης έλεγχος των μετρήσεων πριν την αποχώρηση από το πεδίο, με χρήση κατάλληλου ΗΥ.

5.3 Έλεγχος αξιοπιστίας

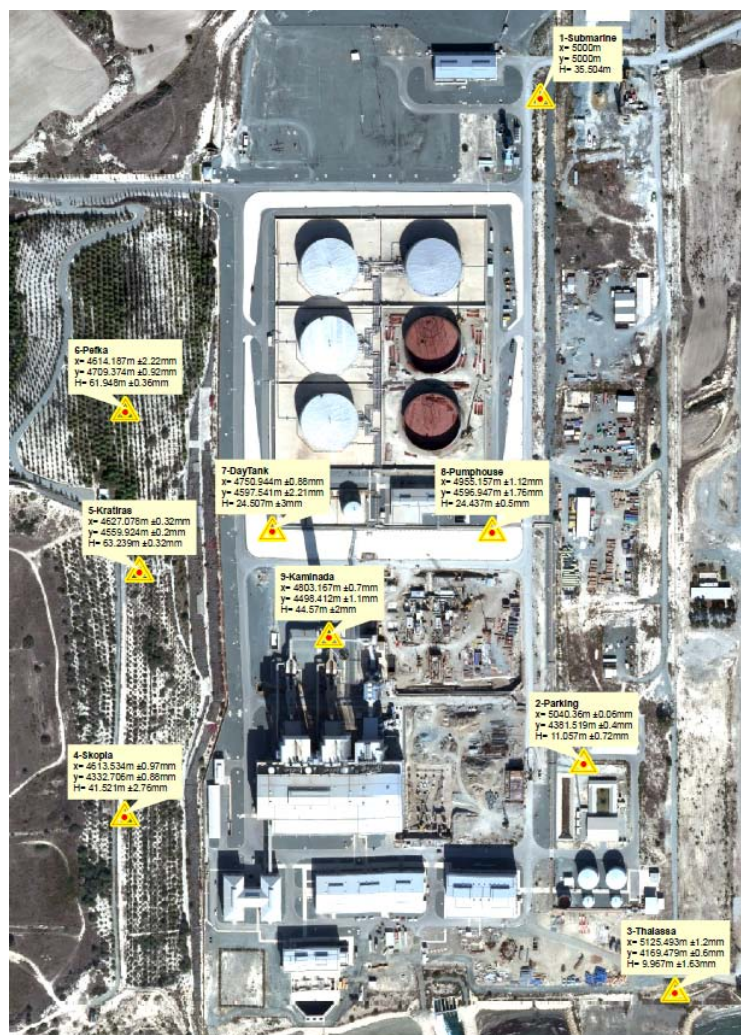
Από τους ελέγχους που έγιναν για τον προσδιορισμό της τελικής αβεβαιότητας προσδιορισμού των συντεταγμένων διαπιστώθηκε ότι ο έλεγχος με τα κλεισίματα των τριγώνων δίνει μια πιο αντικειμενική εκτίμηση, εξαρτάται όμως καθοριστικά από την έκταση του δικτύου, από το ρυθμό καταγραφής (1sec), αλλά κυρίως από τον αριθμό των μετρούμενων βάσεων. Το τελευταίο επιβεβαιώνεται από τις αντίστοιχες τιμές που προέκυψαν από τις δύο φάσεις μετρήσεων όπου στη δεύτερη φάση μετρήθηκε μικρότερος αριθμός βάσεων μεταξύ των κορυφών του δικτύου.

5.4 Τελικές συντεταγμένες κορυφών

Οι τελικές συντεταγμένες των κορυφών του τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου ακριβείας στον Η/Σ Βασιλικό, με τις αβεβαιότητές τους, παρουσιάζονται στον πίνακα 23 και οπτικοποιούνται στο σχήμα 17.

Πίνακας 23 Τελικές συντεταγμένες των κορυφών του δικτύου

Σημείο	x (m)	σx (mm)	y (m)	σy (mm)	H (m)	σH (mm)
1-Submarine	5000	-	5000	-	35.5039	-
2-Parking	5040.359	±0.1	4381.521	±0.4	11.059	±0.7
3-Thalassa	5125.491	±1.2	4169.480	±0.6	9.970	±1.6
4-Skopia	4613.533	±1.0	4332.7068	±0.9	41.516	±2.8
5-Kratiras	4627.077	±0.3	4559.924	±0.2	63.238	±0.3
6-Pefka	4614.189	±2.2	4709.373	±0.9	61.947	±0.4
7-DayTank	4750.943	±0.9	4597.542	±2.2	24.512	±3.0
8-Pumphouse	4955.155	±1.1	4596.951	±1.8	24.436	±0.5
9-Kaminada	4803.167	±0.7	4498.413	±1.1	44.570	±2.0



Σχήμα 17 Οι κορυφές με τις τελικές συντεταγμένες και τις αβεβαιότητες τους

Από τις τιμές στις αβεβαιότητες των συνιστωσών των συντεταγμένων, φαίνεται ότι αν στόχος είναι να εντοπιστούν μεταβολές στις τιμές τους (μικρομετακινήσεις) με μέγεθος μικρότερο από 5mm τότε η δορυφορική γεωδαισία ίσως να μην είναι η καταλληλότερη οδός. Αν όμως το μέγεθος των μικρομετακινήσεων είναι μεγαλύτερο των 5mm και ακόμα καλύτερα μεγαλύτερο των 10mm, τότε η δορυφορική γεωδαισία φαίνεται να μπορεί να ανταποκριθεί ικανοποιητικά και με συνέπεια.

Πρέπει να αναφερθεί ότι στην εργασία αυτή δεν συμπεριλήφθηκαν στην επίλυση οι δορυφορικές παρατηρήσεις του συστήματος GLONASS λόγω προβλήματος αδειοδότησης του λογισμικού επίλυσης. Ίσως αν συμπεριλαμβάνονταν στην επίλυση η αβεβαιότητα να μειωνόταν.

5.5 Εφαρμογή διαχείρισης αποτελεσμάτων και γεωβάση

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για τη διαχείριση των αποτελεσμάτων του δικτύου, ικανοποιεί τις απαιτήσεις του τελικού παραλήπτη και ιδιαίτερα του διευθυντή έργων στον Η/Σ Βασιλικό. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαδικτυακή εφαρμογή έχει ήδη τεθεί σε χρήση. Η γεωβάση που υποστηρίζει την εφαρμογή μπορεί να ικανοποιήσει τις σημερινές ανάγκες του υφιστάμενου τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου αλλά και οποιουδήποτε άλλου δικτύου εγκατασταθεί στο μέλλον σε άλλες εγκαταστάσεις της ΑΗΚ προσφέροντας κοινό σημείο αναφοράς και αποθήκευσης των δεδομένων για τα δίκτυα. Επιπρόσθετα με τον τρόπο που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η γεωβάση μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε αυτή του εταιρικού συστήματος GIS του Οργανισμού, κάτι που έχει ήδη προγραμματιστεί να γίνει.

Για την ολοκλήρωση της λειτουργικότητας της γεωβάσης, όσον αφορά στον Η/Σ Βασιλικό, απομένει να καταχωρηθούν οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις με ΟΓΣ ώστε να δίδεται ολοκληρωμένη εικόνα τόσο στον τελικό χρήστη όσο και στους διαχειριστές του δικτύου και της γεωβάσης.

5.6 Προβλήματα

Τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά την υλοποίηση του δικτύου αφορούσαν κυρίως την χρονική περίοδο που έγινε η εγκατάσταση και κατά την οποία ο χώρος του Η/Σ ήταν ένα τεράστιο εργοτάξιο με αρκετό θόρυβο και κίνηση. Κατά τα άλλα τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν είχαν προβλεφτεί σε μεγάλο βαθμό. Οι μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των κορυφών που απαιτούσαν εποχούμενη μετακίνηση, οι μεταλλικές κατασκευές που εμπόδιζαν το δορυφορικό σήμα, οι μηχανολογικές κατασκευές που βρίσκονται παντού είναι κάποια από τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία.

Κατά τη διεξαγωγή μετρήσεων αντιμετωπίστηκαν προβλήματα με τη χρήση των δεκτών GNSS όπου ως αρχάριοι στη ταυτόχρονη χρήση τέτοιου αριθμού δεκτών, δεν είχαν υπολογιστεί. Όλα τα προβλήματα όμως αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία.

Έγινε προσπάθεια να εντοπιστεί η θέση της καμινάδας ύψους 130m από σκυρόδεμα με την υλοποίηση κορυφής του δικτύου σε ύψος 30m. Για τις μετρήσεις αξιοποιήθηκε δέκτης GNSS γνωρίζοντας ότι δεν υπήρχε απρόσκοπτη πρόσβαση προς την ουράνια σφαίρα και ότι θα παρουσιάζονταν αντανακλάσεις από το τοίχωμα της καμινάδας. Εδώ έγιναν εμφανή τα όρια της δορυφορικής γεωδαισίας μέσα από τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Οπότε η καμινάδα

είναι ένα σημείο που μπορεί να αξιοποιηθεί σε μεταγενέστερο στάδιο για εναλλακτικές μεθόδους μέτρησης.

5.7 Προτάσεις

Από την εκπόνηση αυτής της εργασίας διαφάνηκε ότι η τεχνολογία έχει θετικά αποτελέσματα όταν λειτουργεί. Τα πράγματα ξεκινούν να γίνονται δύσκολα όταν η τεχνολογία προδίδει τους χρήστες της. Το ζητούμενο είναι ο χρήστης της τεχνολογίας να γνωρίζει τα όρια και τις δυνατότητες κάθε επιμέρους τεχνολογίας ώστε να αξιοποιεί πάντοτε τον κατάλληλο εξοπλισμό για τον κάθε σκοπό.

Το τριδιάστατο γεωδαιτικό δίκτυο ακριβείας είναι πλέον πραγματικότητα στον Η/Σ Βασιλικό. Αυτό δίνει τη δυνατότητα να συνεχιστεί η συνεργασία με το ΤΕΠΑΚ ώστε μέσα από επόμενες πτυχιακές εργασίες ή και μέσα από θερινές ασκήσεις γεωδαισίας να γίνονται μετρήσεις είτε για το ίδιο το δίκτυο είτε αξιοποιώντας τις κορυφές του ώστε να:

- Γίνεται συνεχής παρακολούθηση του δικτύου, αφού υπάρχει η ανάγκη γνώσης της κινηματικής συμπεριφοράς του
- Να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την αξιοπιστία και τα όρια της δορυφορικής γεωδαισίας και της τεχνολογίας που αξιοποιεί
- Να αξιολογηθεί η συνεισφορά των παρατηρήσεων GLONASS και του νεοεισερχόμενου ευρωπαϊκού συστήματος GALILEO στην δορυφορική γεωδαισία
- Να γίνει επιπρόσθετη σύγκριση της δορυφορικής με την επίγεια γεωδαισία ώστε να διαφανούν τα όρια των τεχνολογιών και πως συμπληρώνει η μια την άλλη

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αγατζά-Μπαλοδήμου, Α. Μ. *Θεωρία σφαλμάτων και συνορθώσεις*. Αθήνα: ΕΜΠ, 2009.

Λάμπρου, Ευαγγελία, και Γιώργος Πανταζής. *Εφαρμοσμένη Γεωδαισία*. Αθήνα: Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2010.

Τέμενος, Κωνσταντίνος. *Παρακολούθηση Παραμορφώσεων στο Φράγμα του Κούρη στην Κύπρο*. Διπλωματική Εργασία, Αθήνα: ΕΜΠ, 2007.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

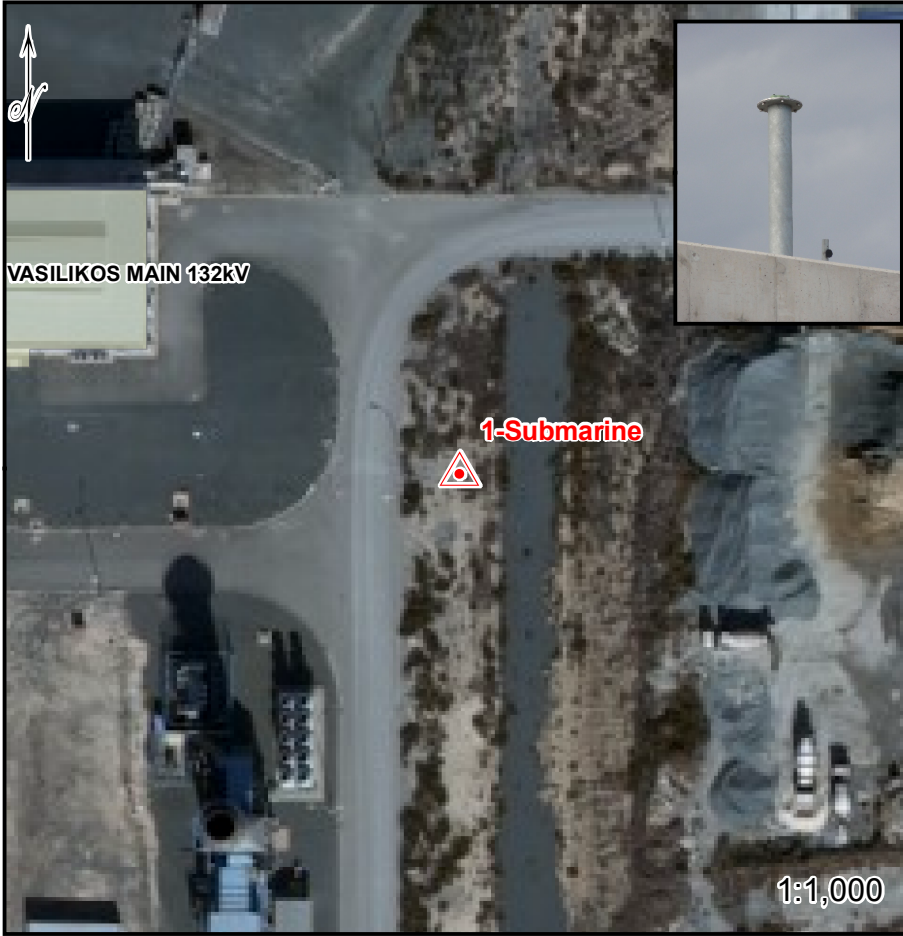
7 Παράρτημα Α

7.1 Περιγραφικά δελτία για όλες τις κορυφές



Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
Electricity Authority of Cyprus

Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Δίκτυο Τριδιάστατου Ελέγχου - Περιγραφικό Δελτίο



Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **1-Submarine**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 5000.000m \pm 0.00mm$

$y = 5000.000m \pm 0.00mm$

$H = 35.504m \pm 0.00mm$

$h = 50.585m \pm 0.00mm$

Τοποθεσία:

Κτήριο Υποβρύχιο

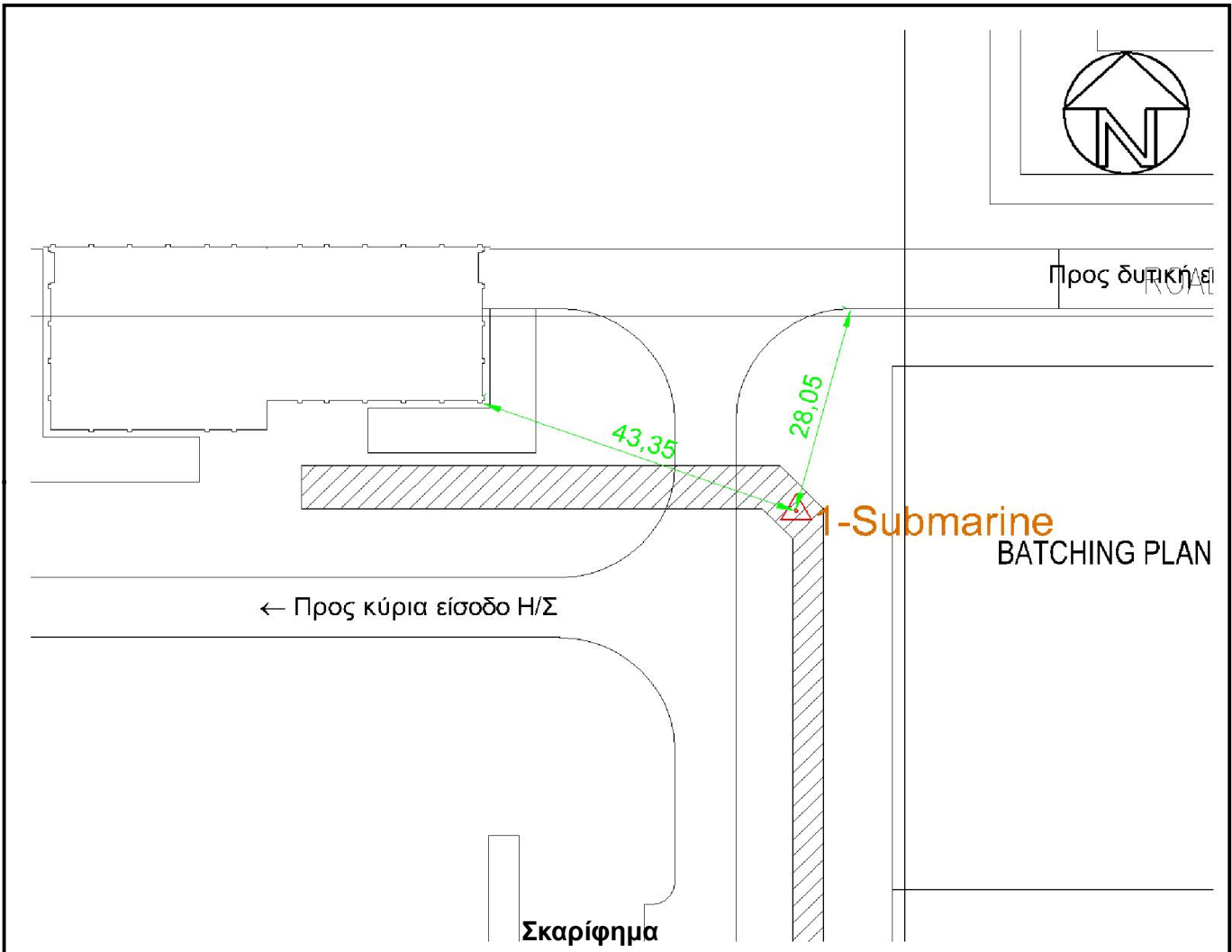
Τύπος Σημείου:

Ατσάλινο βάθρο

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από ειδική ατσάλινη κατασκευή, εντός του χώρου του Η/Σ

Βασιλικό στην οροφή του κτηρίου του εξαεριστήρα του Υ/Γ καναλιού γνωστό ως "Υποβρύχιο".





Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **2-Parking**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 5040.359m \pm 0.06mm$

$y = 4381.521m \pm 0.40mm$

$H = 11.059m \pm 0.72mm$

$h = 26.005m \pm 0.72mm$

Τοποθεσία:

Χώρος Στάθμευσης

(νοτιοανατολικά)

Τύπος Σημείου:

Βάθρο από σκυρόδεμα

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

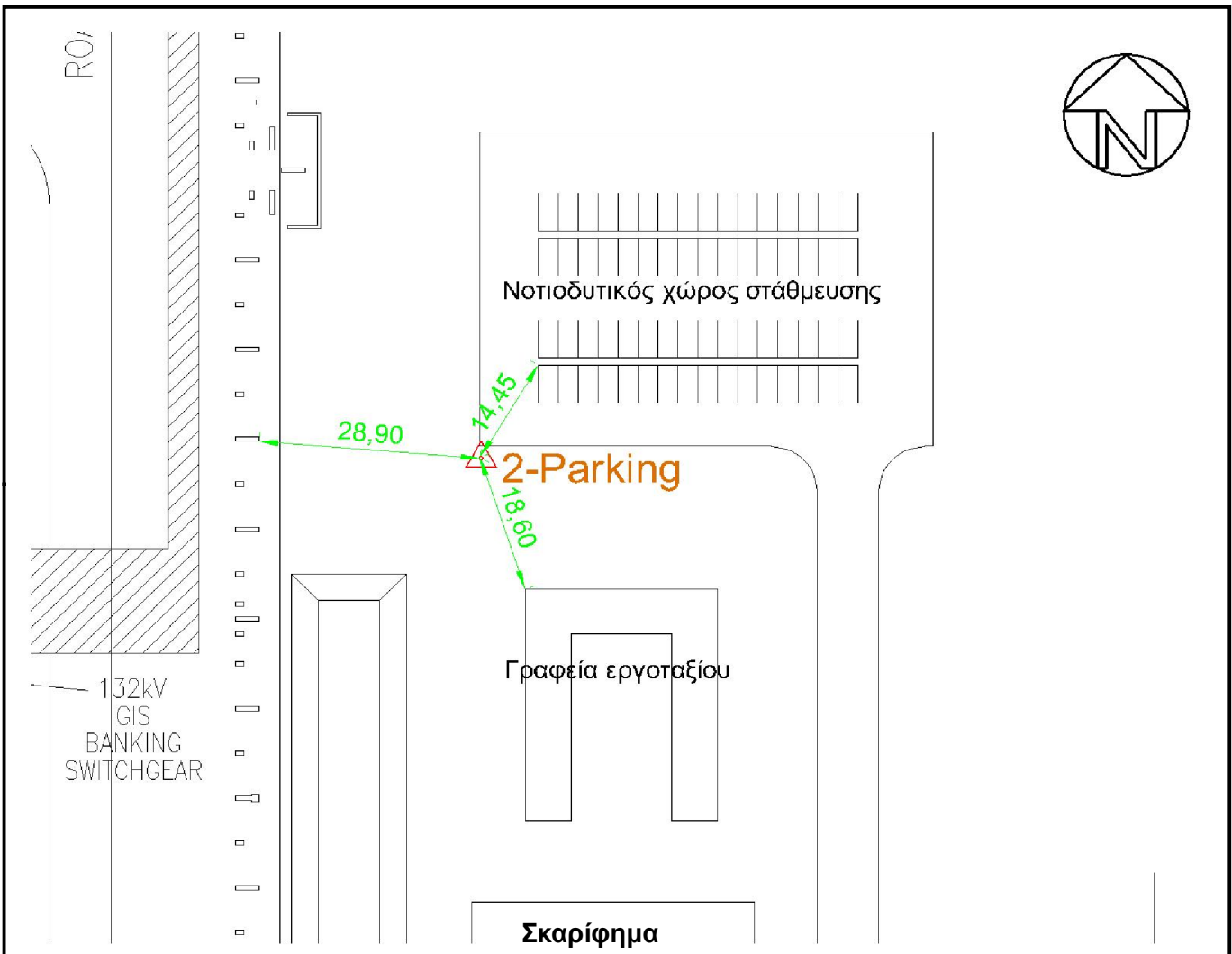
Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο

σκυρόδεμα, εντός του χώρου του Η/Σ

Βασιλικό στο νοτιοδυτικό χώρο

στάθμευσης, βόρεια των γραφείων του

εργοταξίου.





Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Δίκτυο Τριδιάστατου Ελέγχου - Περιγραφικό Δελτίο



Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **3-Thalassa**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 5125.491\text{m} \pm 1.20\text{mm}$

$y = 4169.480\text{m} \pm 0.60\text{mm}$

$H = 9.970\text{m} \pm 1.63\text{mm}$

$h = 24.865\text{m} \pm 1.63\text{mm}$

Τοποθεσία:

Νοτιοανατολική πύλη

Τύπος Σημείου:

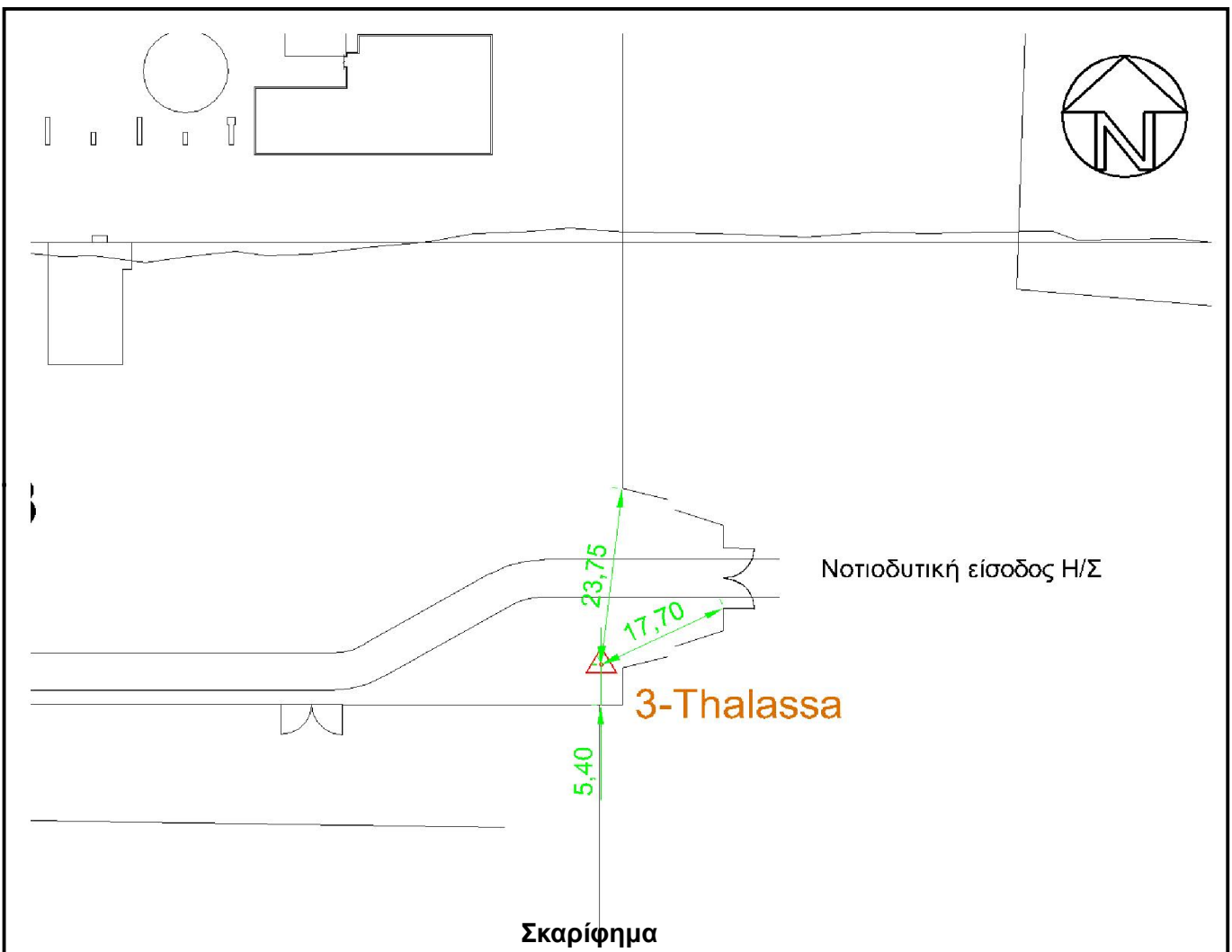
Βάθρο από σκυρόδεμα

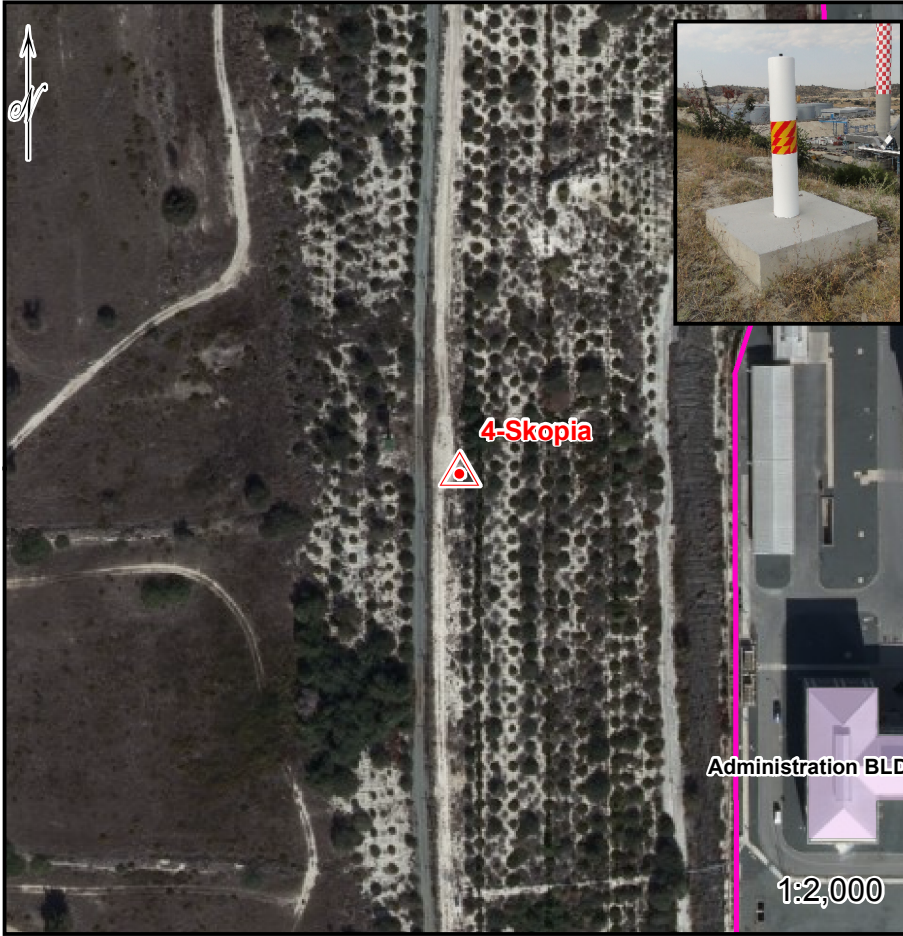
Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο

σκυρόδεμα, εντός του χώρου του Η/Σ

Βασιλικό στο νοτιοδυτικό όριο, 30 m από
την νοτιοδυτική πύλη.





Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **4-Skopia**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 4613.533m \pm 0.97mm$

$y = 4332.708m \pm 0.88mm$

$H = 41.516m \pm 2.76mm$

$h = 56.467m \pm 2.76mm$

Τοποθεσία:

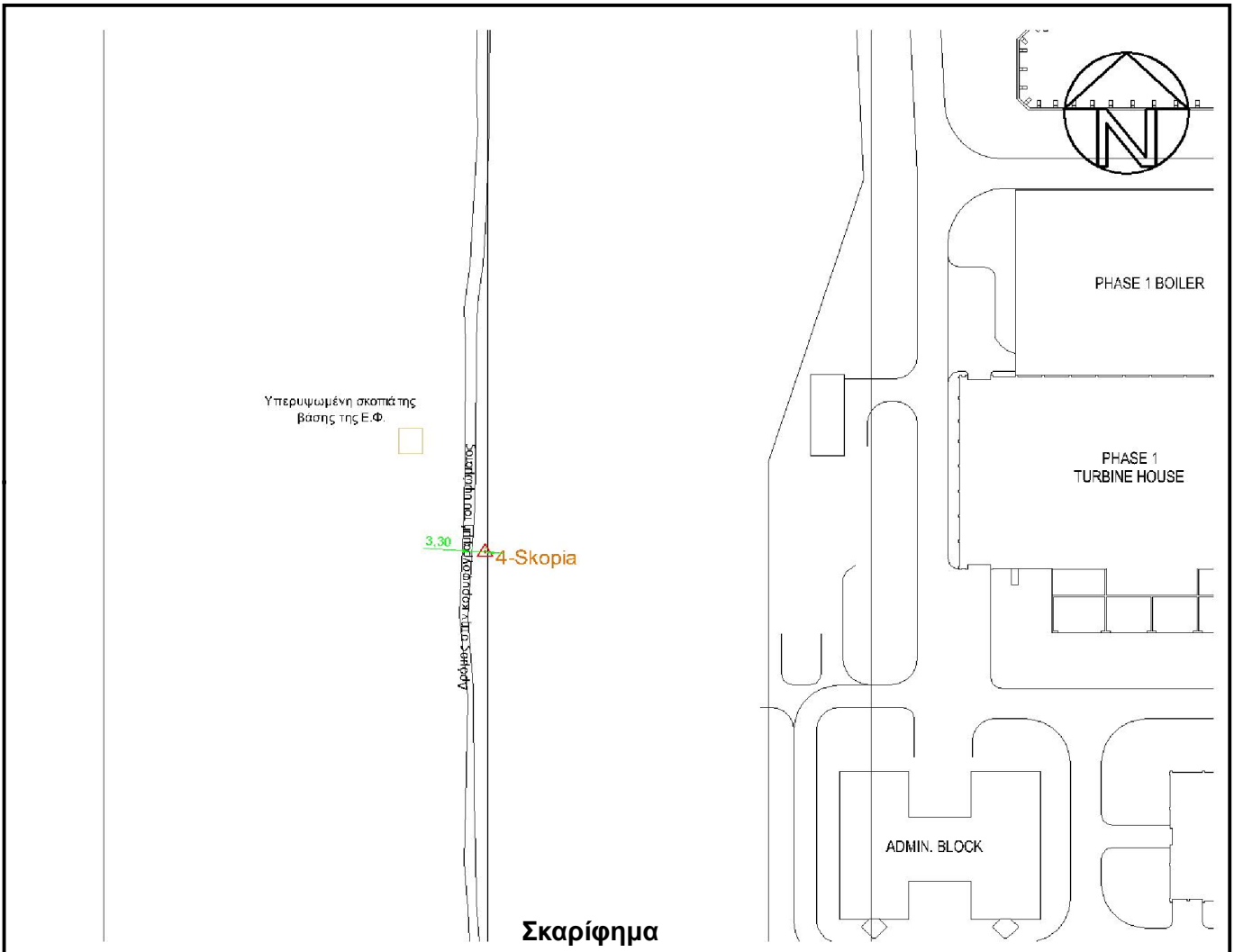
Νοτιοδυτικά στο ύψωμα κοντά
στη σκοπιά

Τύπος Σημείου:

Βάθρο από σκυρόδεμα

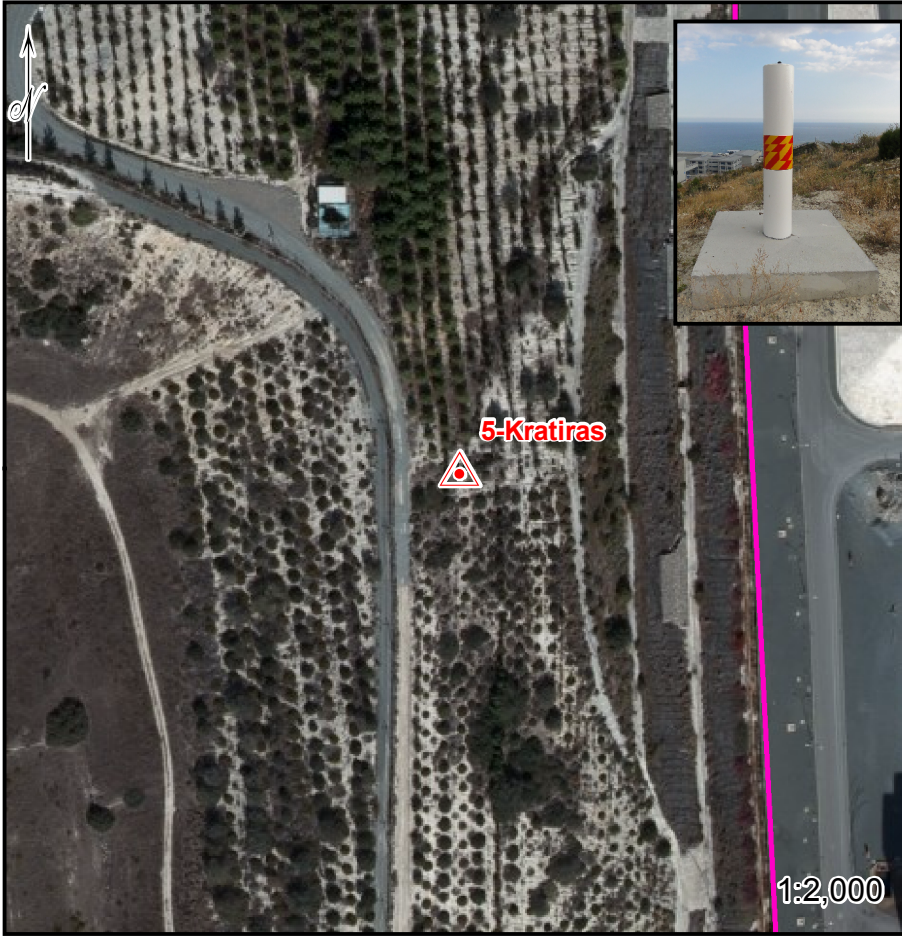
Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο
σκυρόδεμα, εντός του χώρου του Η/Σ στο
ύψωμα νοτιοανατολικά, 20m από τη
σκοπιά της βάσης και 2m από τον δρόμο
πρόσβασης στην κορυφογραμμή του
υψώματος.



Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου

Δίκτυο Τριδιάστατου Ελέγχου - Περιγραφικό Δελτίο



Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **5-Kratiras**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 4627.077m \pm 0.32mm$

$y = 4559.924m \pm 0.20mm$

$H = 63.238m \pm 0.32mm$

$h = 78.239m \pm 0.32mm$

Τοποθεσία:

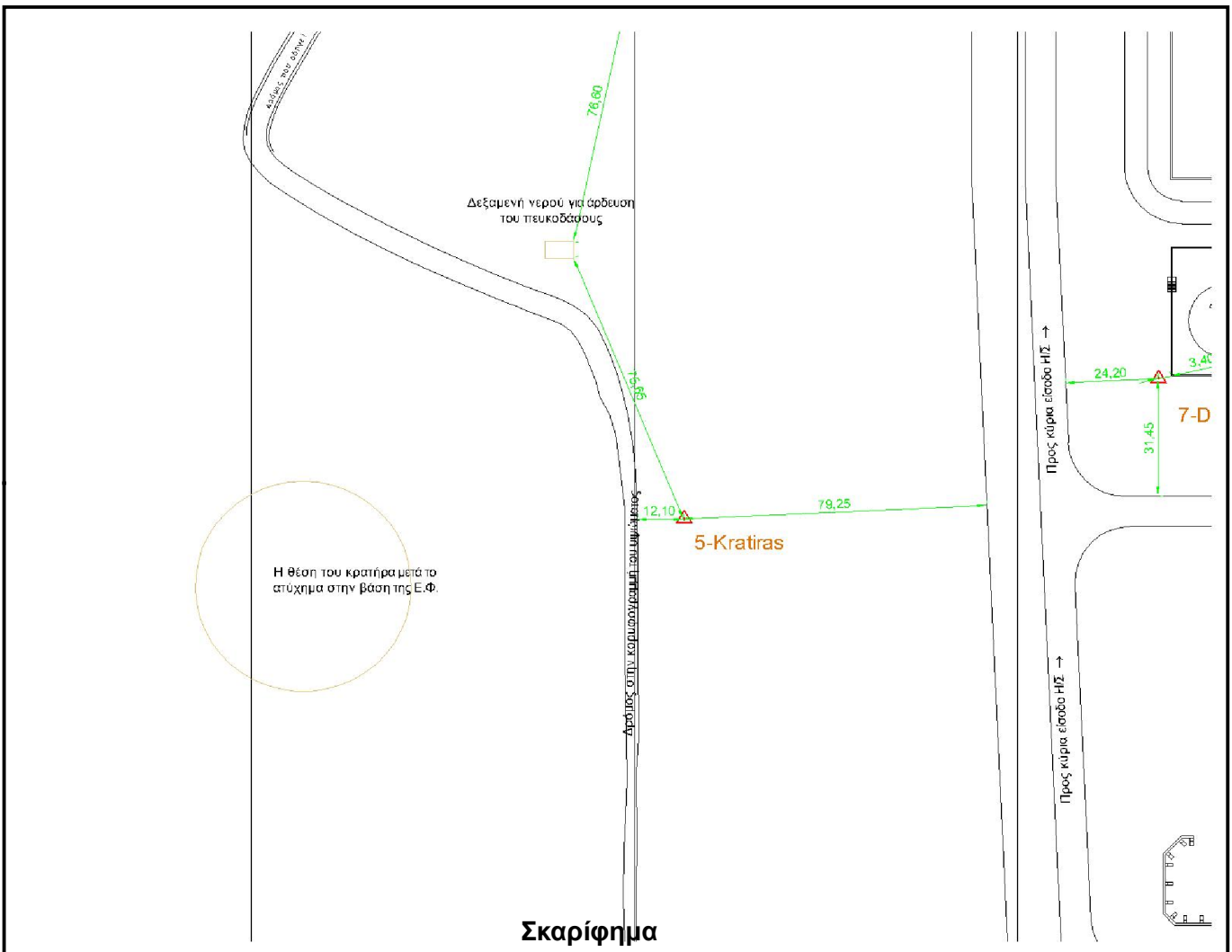
Δυτικά στο ύψωμα κοντά στον κρατήρα

Τύπος Σημείου:

Βάθρο από σκυρόδεμα

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο σκυρόδεμα, εκτός περιφραξής χώρου του Η/Σ Βασιλικό στο ύψωμα ανατολικά, 100m από τον κρατήρα που δημιουργήθηκε από το ατύχημα στην βάση της Ε.Φ. και 10m από τον δρόμο πρόσβασης στην κορυφογραμμή του





Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Δίκτυο Τριδιάστατου Ελέγχου - Περιγραφικό Δελτίο



Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **6-Pefka**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 4614.189m \pm 2.22mm$

$y = 4709.373m \pm 0.92mm$

$H = 61.947m \pm 0.36mm$

$h = 76.982m \pm 0.36mm$

Τοποθεσία:

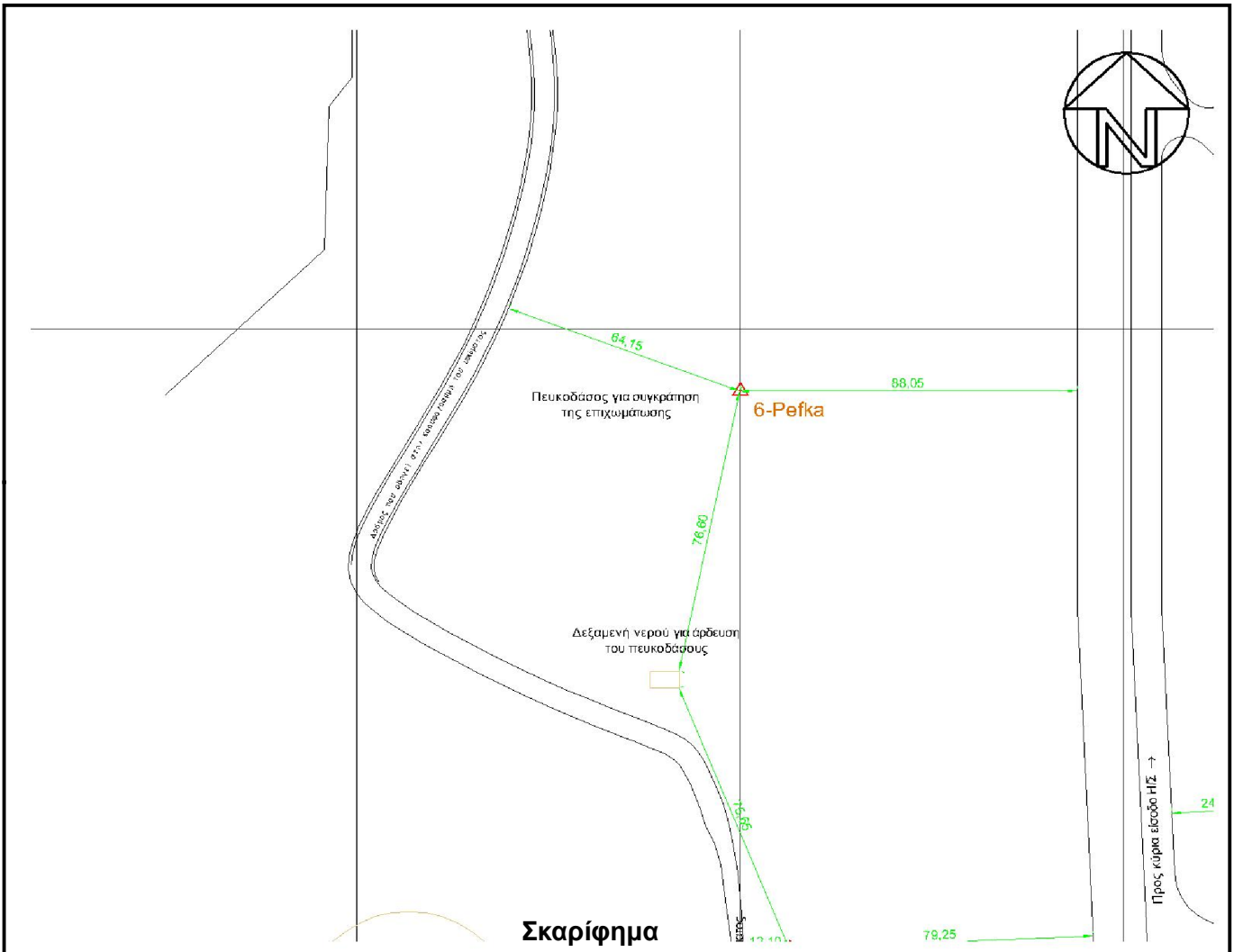
Βορειοδυτικά στο ύψωμα στο
πευκοδάσος

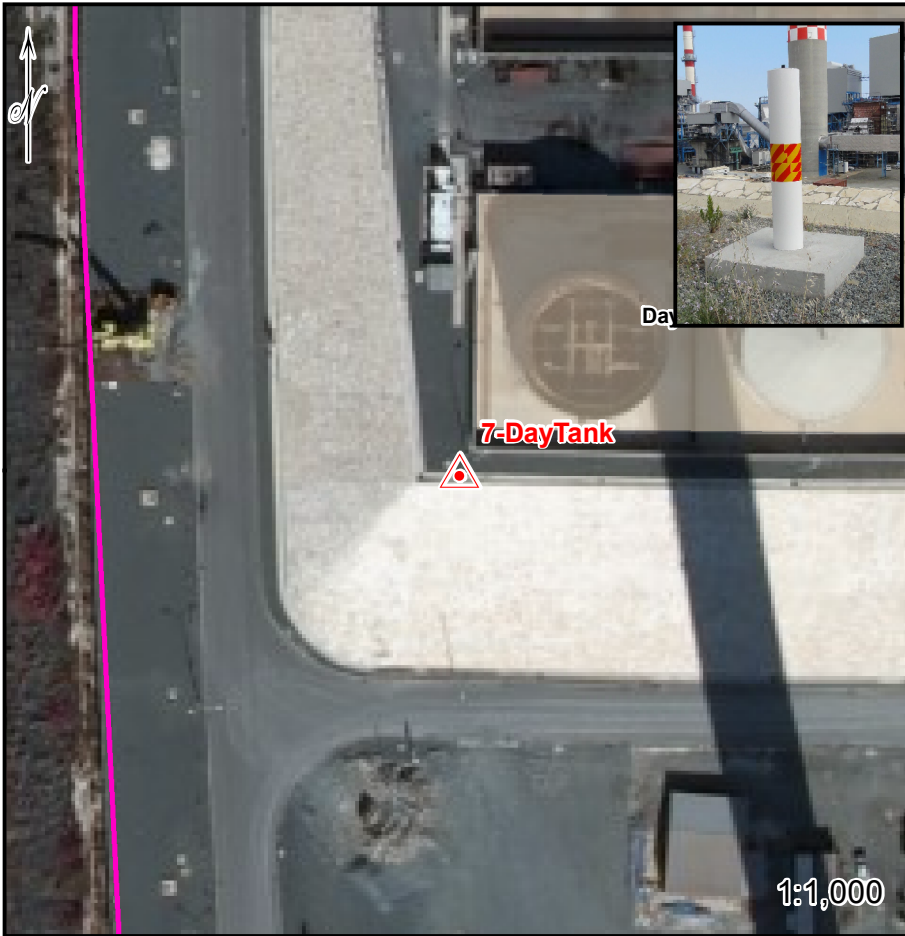
Τύπος Σημείου:

Βάθρο από σκυρόδεμα

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο
σκυρόδεμα, εκτός περιφραγής χώρου
του Η/Σ Βασιλικό στο ύψωμα
βορειοανατολικά, σε θέση που
βρισκόταν πευκοδάσος.





Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **7-DayTank**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 4750.943m \pm 0.88mm$

$y = 4597.542m \pm 2.21mm$

$H = 24.512m \pm 3.00mm$

$h = 39.516m \pm 3.00mm$

Τοποθεσία:

Κοντά στις δεξαμενές καυσίμου για την ημέρα.

Τύπος Σημείου:

Βάθρο από σκυρόδεμα

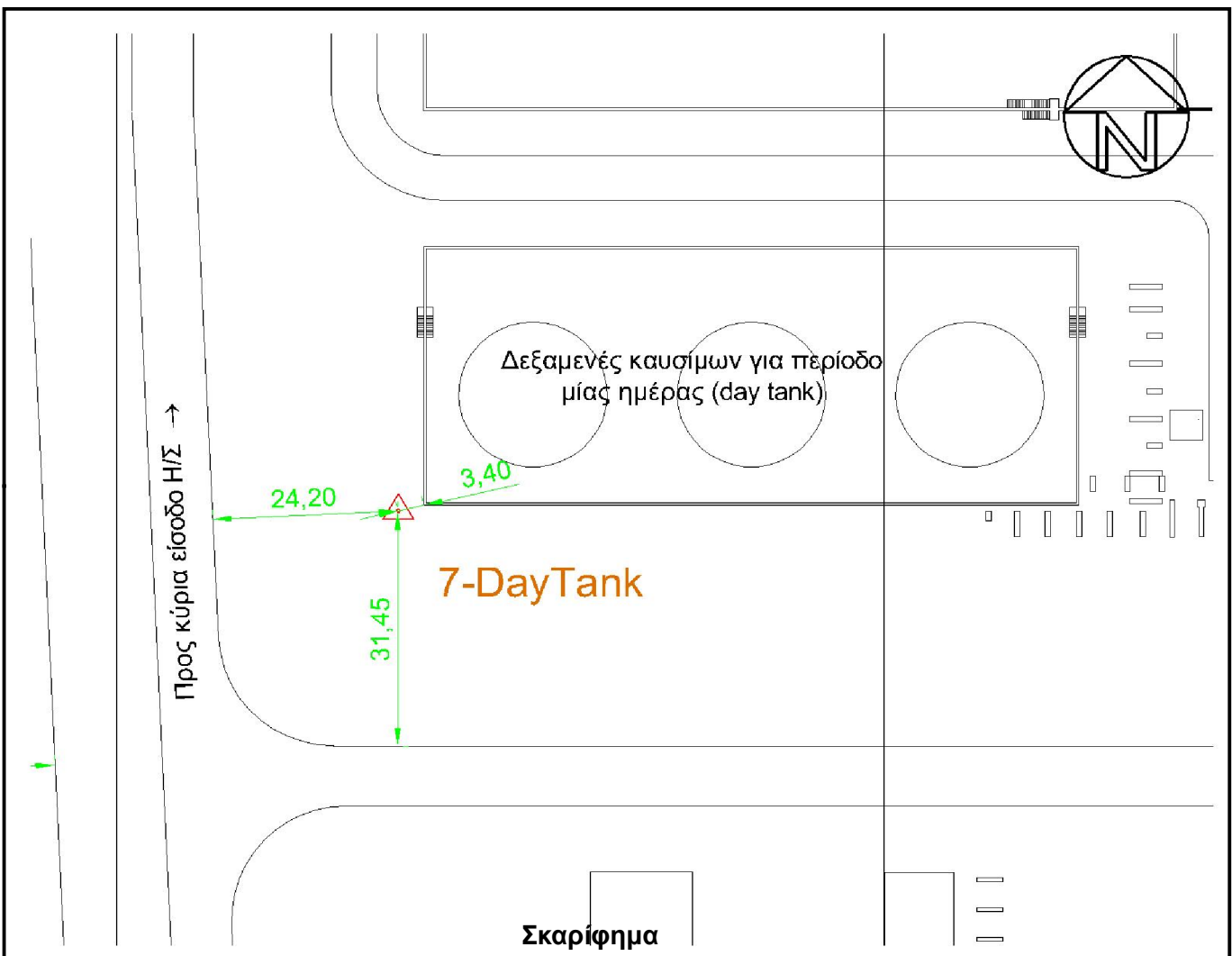
Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

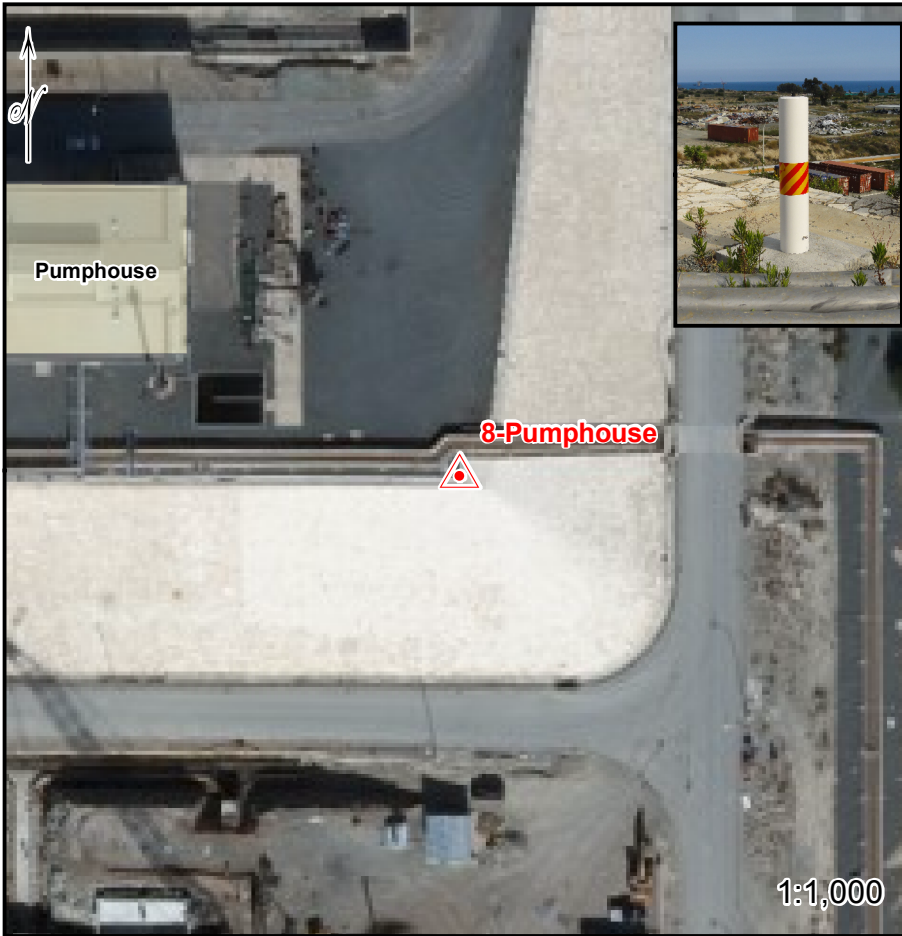
Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο

σκυρόδεμα, εντός του χώρου του Η/Σ

Βασιλικό, 10 m από δεξαμενές καυσίμου

για περίοδο μίας ημέρας (Day Tank).





Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **8-Pumphouse**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 4955.155m \pm 1.12mm$

$y = 4596.951m \pm 1.76mm$

$H = 24.436m \pm 0.50mm$

$h = 39.435m \pm 0.50mm$

Τοποθεσία:

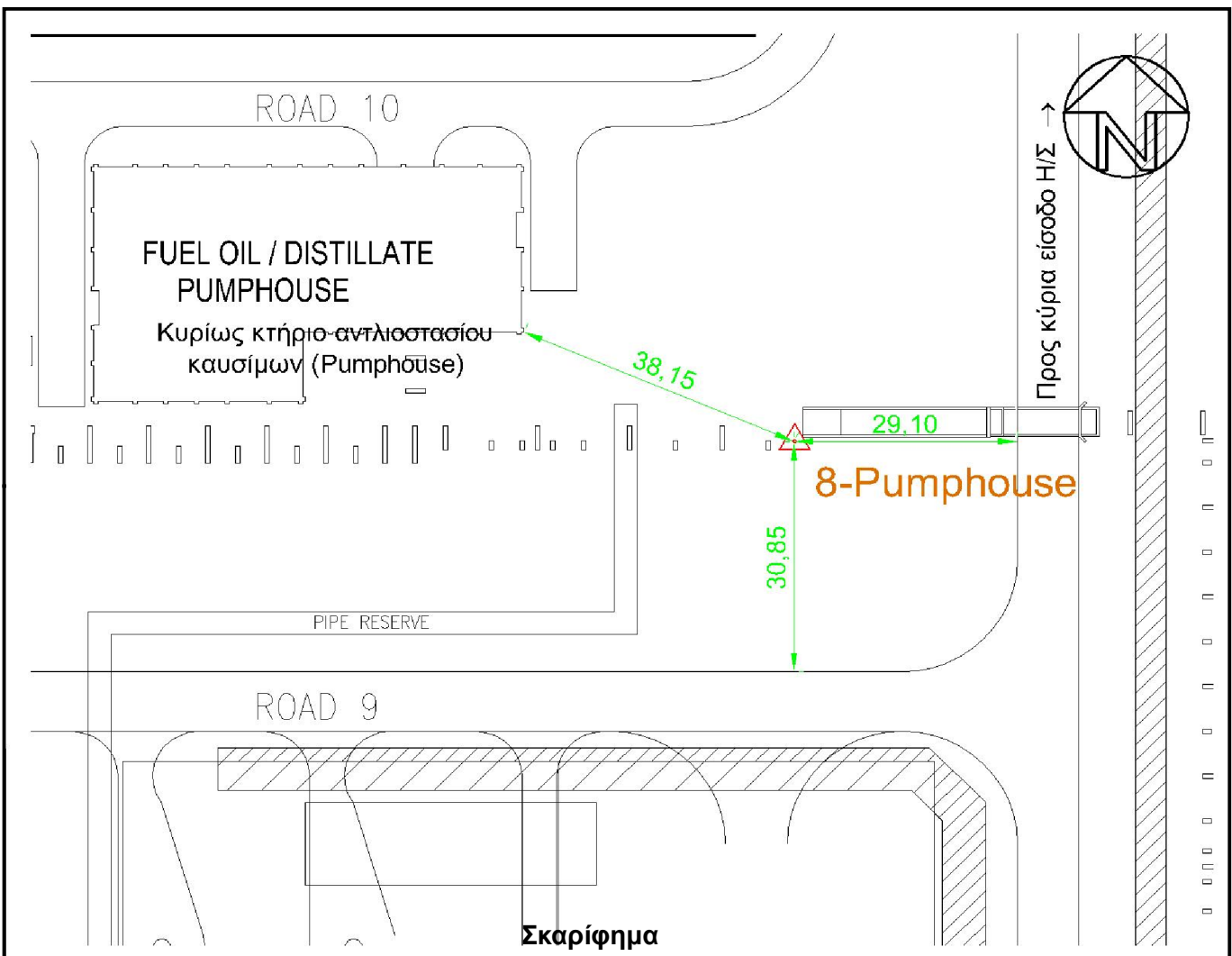
Κοντά στο κτήριο αντλιοστασίου καυσίμων

Τύπος Σημείου:

Βάθρο από σκυρόδεμα

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από οπλισμένο σκυρόδεμα, εντός του χώρου του Η/Σ Βασιλικό στο ύψωμα ανατολικά, 40 m από το κυρίως κτήριο αντλιοστασίου καυσίμων (Pumphouse).





Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **9-Kaminada**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

$x = 4803.167m \pm 0.70mm$

$y = 4498.413m \pm 1.10mm$

$H = 44.570m \pm 2.00mm$

$h = 59.552m \pm 2.00mm$

Τοποθεσία:

Πάνω στην καμινάδα από σκυρόδεμα.

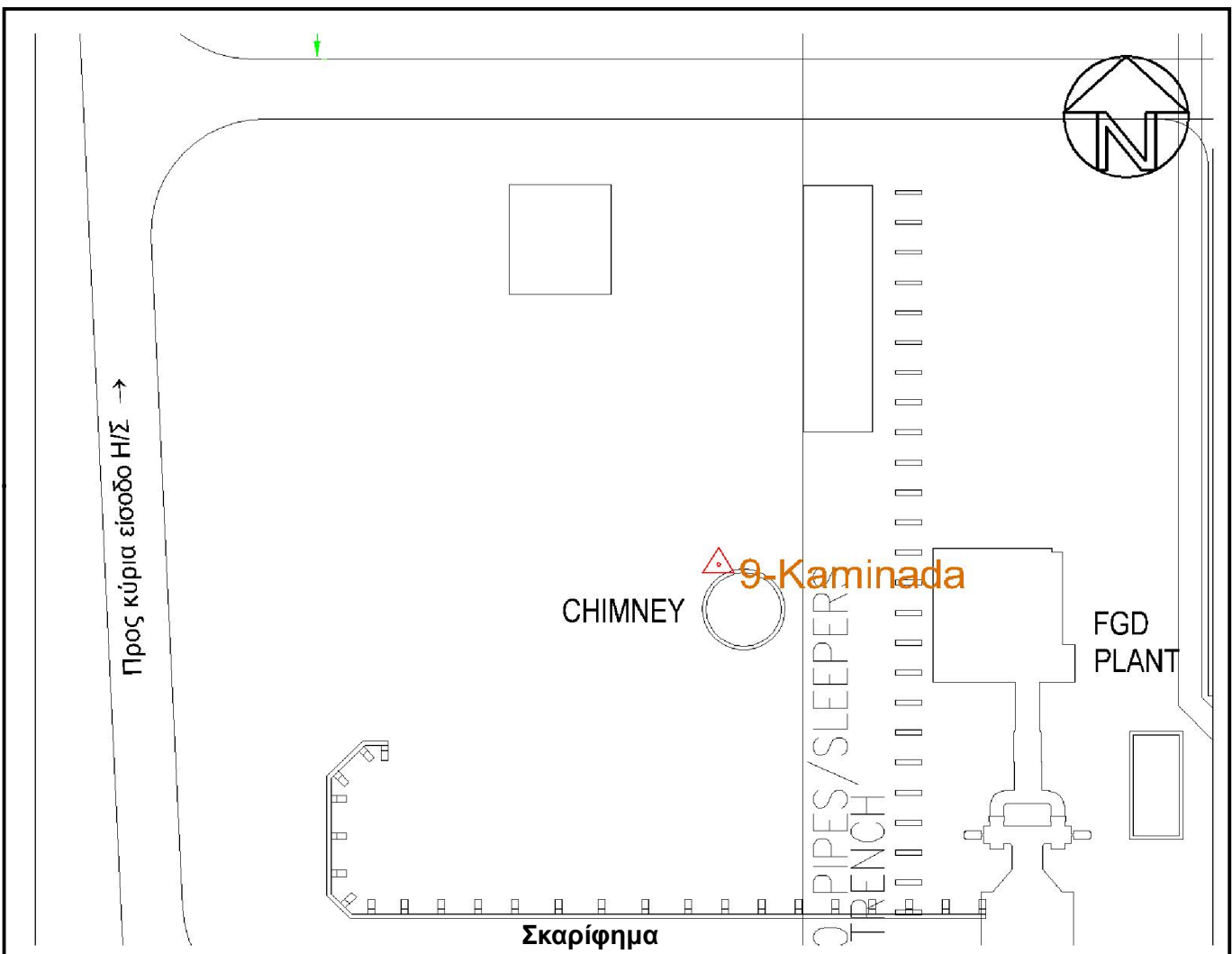
Τύπος Σημείου:

Ειδική ατσάλινη βάση

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από ειδική ατσάλινη κατασκευή, εντός του χώρου του Η/Σ

Βασιλικό στην καμινάδα από σκυρόδεμα ύψους 120 m. Τοποθετήθηκε σε ύψος 30 m από το έδαφος.



8 Παράρτημα Β

8.1 Έντυπα καταγραφής παρατηρήσεων κατά τη διαδικασία μετρήσεων



ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ GPS

ΣΗΜΕΙΟ 4 ΣΙΔΑΡΙΑ				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
0.085 ✓ OK	Γ	cut 5 GS45	07:20	07:25	13:15
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

Realtime OK

ΣΗΜΕΙΟ 5 ΚΡΑΤΑΡΙΑ				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
0.081 (2) 0.0790 ✓ check	Γ	cut 4 GS 15	07:35	07:48	13:05
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

Realtime OK

ΣΗΜΕΙΟ 6 ΡΕΥΚΑ				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
0.083 OK	Vernier	cut 8 GS 15	07:46	07:48	Εξορισ έστω σε Αρνητικό χάρτη
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ (13:30)

Realtime OK

ΣΗΜΕΙΟ 1 ΥΑΟΒΡΑΧΙΟ				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
0.189 OK	Γ	CAC Reference GX1200	- 4 days - 4 days	08:18	14:15
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ



DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Civil Engineering, Surveying Engineering and Geomatics)
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
(Κατεύθυνση Τοπογράφων Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής)

2

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ GPS

ΣΗΜΕΙΟ 8 <i>Paraphouse</i>				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ώρα OPEN	Ώρα έναρξης καταγραφής	Ώρα λήξης καταγραφής
<i>OK</i> 0.082	Γ	<i>CU77</i> <i>GS15</i>	08:25	08:29	12:05
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ 7 <i>δουζαρο</i>				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ώρα OPEN	Ώρα έναρξης καταγραφής	Ώρα λήξης καταγραφής
<i>OK</i> 0.191	<i>Κετρο</i>	<i>EAC</i> <i>GS15</i>	08:43	08:52	12:20
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

+ Real-time
OK

ΣΗΜΕΙΟ 2 <i>Parking</i>				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ώρα OPEN	Ώρα έναρξης καταγραφής	Ώρα λήξης καταγραφής
<i>OK</i> 0.187	Γ	<i>CPO</i> <i>GS15</i>	09:02	09:05	12:42
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

ΣΗΜΕΙΟ 3 <i>Sea</i>				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ώρα OPEN	Ώρα έναρξης καταγραφής	Ώρα λήξης καταγραφής
<i>OK</i> 0.190	Γ	<i>EAC 467040</i> <i>GX1200</i> <i>↓ Βουρκοίδα</i>	09:13	09:25	13:43
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

Realtime OK



3

ΕΝΤΥΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ GPS

OK

ΣΗΜΕΙΟ N3				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
147.0 136.9	ΜΕΤΡΟΣΤΑΘΙΑ Lectra 3000	CP0 CMT7	12:06	12:18	14:00
Η βάση που μετράται είναι (αφαιρείται από 8)			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

Επίσκεψη
 Ρυφήλας
 Αρσένιος

ΣΗΜΕΙΟ N11				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
49.7	ΜΕΤΡΟΣΤΑΘΙΑ ASHTEC	CP0 GS15	12:25	12:40	13:50
Η βάση που μετράται είναι (Αφαιρείται από 7)			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

Αρσένιος

ΣΗΜΕΙΟ N13				Ημερομηνία: 13/8/2012	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
158.1	ΜΕΤΡΟΣΤΑΘΙΑ ASHTEC	CP0	12:45	12:53	14:05
Η βάση που μετράται είναι (από σφηνό 2)			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

Επίσκεψη
 Αρσένιος

ΣΗΜΕΙΟ				Ημερομηνία:	
Υψος οργάνου	Τρόπος μέτρησης ΥΟ	Κωδικός δέκτη	Ωρα OPEN	Ωρα έναρξης καταγραφής	Ωρα λήξης καταγραφής
Η βάση που μετράται είναι			ΑΠΟ	-	ΠΡΟΣ

GPS	Points	
cut 4	Krocipos 5	
cut 5	Σκονιά 4.	
cut 7	Pumphaire 8	
cut 8	Πρωία 6	N3
EAC Reference 6x1200	Submarine 1.	
EAC 6515	Φουρπός 7.	N11.
CPO	Porking 2.	N13.
EAC 467040	Sea 3	

8.2 Αποτελέσματα Επίλυσης από LGO για μετρήσεις από Φάση 1 & 2

Phase01	Point Id	Easting	Northing	Ellip. Hgt.	Ortho. Hgt.	Geoid Sep.	Posn. + Hgt. Qty	Point Id	M0	Q11	Q12	Q13	Q22	Q23	Q33	Point Id	σx(m) σy(m) σh(m)			Posn. Qty	Hgt. Qty	Orientatio n (Phi)
																	Sd. Easting	Sd. Northing	Sd. Height			
Original	1-Submarine	5000	5000	50.585	35.5039	15.0811	0	1-Submarine	0	0	0	0	0	0	0	1-Submarine	0	0	0	0	0	0
Original	2-Parking	5040.3596	4381.5192	26.0038	11.0571	14.9467	0.0006	2-Parking	1	6E-08	0	-1E-08	4E-08	0	3.1E-07	2-Parking	0.0002	0.0002	0.0006	0.0003	0.0006	14.9194
Original	3-Thalassa	5125.4936	4169.479	24.862	9.9664	14.8957	0.0006	3-Thalassa	1	6E-08	1E-08	0	4E-08	0	3.1E-07	3-Thalassa	0.0002	0.0002	0.0006	0.0003	0.0006	17.0729
Original	4-Skopia	4613.5348	4332.706	56.4728	41.5224	14.9504	0.0006	4-Skopia	1	5E-08	0	-1E-08	3E-08	0	2.4E-07	4-Skopia	0.0002	0.0002	0.0005	0.0003	0.0005	13.7726
Antena Ht=0.079	5-Kratiras	4627.0779	4559.9239	78.2397	63.2388	15.0009	0.0006	5-Kratiras	1	4E-08	0	-1E-08	3E-08	0	2.3E-07	5-Kratiras	0.0002	0.0002	0.0005	0.0003	0.0005	13.6372
Original	6-Pefka	4614.186	4709.3744	76.9829	61.9482	15.0347	0.0006	6-Pefka	1	5E-08	0	0	4E-08	0	2.8E-07	6-Pefka	0.0002	0.0002	0.0005	0.0003	0.0005	15.5034
Original	7-DayTank	4750.9445	4597.5389	39.5111	24.5052	15.0059	0.0007	7-DayTank	1	7E-08	1E-08	-1E-08	5E-08	-1E-08	4E-07	7-DayTank	0.0002	0.0003	0.0006	0.0004	0.0006	20.2717
Original	8-Pumphouse	4955.1572	4596.9466	39.4363	24.4371	14.9992	0.0007	8-Pumphouse	1	6E-08	0	-1E-08	4E-08	0	3.3E-07	8-Pumphouse	0.0002	0.0002	0.0006	0.0003	0.0006	12.5302

Σημείο	σx (mm) σy (mm) σh (mm)		
	σx	σy	σH
1-Submarine	0	0	0
2-Parking	0.2	0.2	0.6
3-Thalassa	0.2	0.2	0.6
4-Skopia	0.2	0.2	0.5
5-Kratiras	0.2	0.2	0.5
6-Pefka	0.2	0.2	0.5
7-DayTank	0.2	0.3	0.6
8-Pumphouse	0.2	0.2	0.6

Phase02	Point Id	Easting	Northing	Ellip. Hgt.	Ortho. Hgt.	Geoid Sep.	Posn. + Hgt. Qty	Point Id	M0	Q11	Q12	Q13	Q22	Q23	Q33	Point Id	σx(m) σy(m) σh(m)			Posn. Qty	Hgt. Qty	Orientatio n (Phi)
																	Sd. Easting	Sd. Northing	Sd. Height			
Original	1-Submarine	5000	5000	50.585	35.5039	15.0811	0	1-Submarine	0	0	0	0	0	0	0	1-Submarine	0	0	0	0	0	0
Original	2-Parking	5040.3594	4381.5207	26.0058	11.0591	14.9467	0.0017	2-Parking	1	4.2E-07	1E-08	-1E-07	3.1E-07	-1E-08	2.05E-06	2-Parking	0.0006	0.0007	0.0014	0.0009	0.0014	5.8448
Original	3-Thalassa	5125.4906	4169.4805	24.8657	9.97	14.8957	0.0012	3-Thalassa	1	1.9E-07	3E-08	-7E-08	1.6E-07	-4E-08	1.04E-06	3-Thalassa	0.0004	0.0004	0.001	0.0006	0.001	32.8589
Original	4-Skopia	4613.5327	4332.7082	56.4659	41.5155	14.9504	0.0011	4-Skopia	1	1.6E-07	-1E-08	1E-08	1.2E-07	-6E-08	1.02E-06	4-Skopia	0.0003	0.0004	0.001	0.0005	0.001	-14.4754
Original	5-Kratiras	4627.0772	4559.9244	78.2389	63.238	15.0009	0.0011	5-Kratiras	1	1.6E-07	-1E-08	1E-08	1.2E-07	-6E-08	1.02E-06	5-Kratiras	0.0003	0.0004	0.001	0.0005	0.001	-12.7695
Original	6-Pefka	4614.1908	4709.3721	76.982	61.9473	15.0347	0.0011	6-Pefka	1	1.5E-07	-1E-08	1E-08	1.1E-07	-5E-08	9.6E-07	6-Pefka	0.0003	0.0004	0.001	0.0005	0.001	-10.4189
Original	7-DayTank	4750.9426	4597.5435	39.5176	24.5117	15.0059	0.0011	7-DayTank	1	1.3E-07	1E-08	-3E-08	1.1E-07	-7E-08	9E-07	7-DayTank	0.0003	0.0004	0.0009	0.0005	0.0009	31.4757
Original	8-Pumphouse	4955.1544	4596.9517	39.4351	24.4359	14.9992	0.0013	8-Pumphouse	1	2.3E-07	2E-08	-1.1E-07	1.9E-07	-2E-08	1.29E-06	8-Pumphouse	0.0004	0.0005	0.0011	0.0007	0.0011	19.6786
Original	9-Kaminada	4803.1669	4498.4125	59.5516	44.5696	14.9819	0.0024	9-Kaminada	1	1.27E-06	-3.1E-07	6.5E-07	5.5E-07	-5.7E-07	4.12E-06	9-Kaminada	0.0007	0.0011	0.002	0.0013	0.002	-22.5266

Σημείο	σx (mm) σy (mm) σh (mm)		
	σx	σy	σH
1-Submarine	0	0	0
2-Parking	0.6	0.7	1.4
3-Thalassa	0.4	0.4	1
4-Skopia	0.3	0.4	1
5-Kratiras	0.3	0.4	1
6-Pefka	0.3	0.4	1
7-DayTank	0.3	0.4	0.9
8-Pumphouse	0.4	0.5	1.1
9-Kaminada	0.7	1.1	2

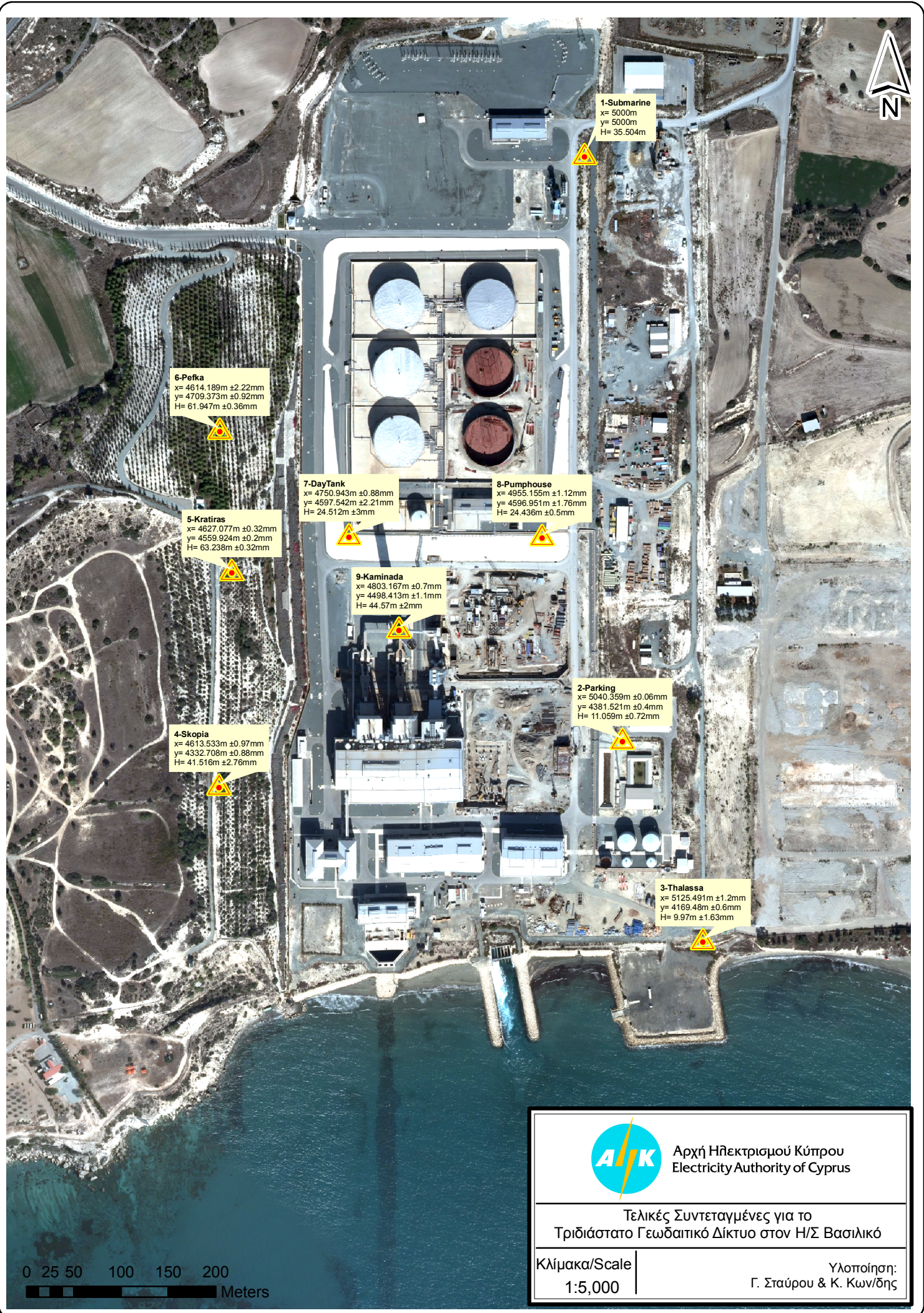
Delta of Phase 1 & 2

Point Id	Δ _{easting}	Δ _{Northing}	Δ _{Ellip. Hgt.}	Δ(Ortho. Hgt.)	Distance from 1-Submarine	Posn. + Hgt. Qty	M0	Q11	Q12	Q13	Q22	Q23	Q33	Point Id	Sd. Δ(Easting)	Sd. Δ(Northing)	Sd. Δ(Height)	Posn. Qty	Hgt. Qty	Orientatio n (Phi)
1-Submarine	0	0	0	0										1-Submarine	0	0	0			
2-Parking	-0.0002	0.0015	0.002	0.002	620.2835									2-Parking	0.0006	0.0007	0.0015			
3-Thalassa	-0.003	0.0015	0.0037	0.0036	840.3425									3-Thalassa	0.0004	0.0004	0.0012			
4-Skopia	-0.0021	0.0022	-0.0069	-0.0069	771.1493									4-Skopia	0.0004	0.0004	0.0011			
5-Kratiras	-0.0007	0.0005	-0.0008	-0.0008	577.4969									5-Kratiras	0.0004	0.0004	0.0011			
6-Pefka	0.0048	-0.0023	-0.0009	-0.0009	483.7484									6-Pefka	0.0004	0.0004	0.0011			
7-DayTank	-0.0019	0.0046	0.0065	0.0065	473.4197									7-DayTank	0.0004	0.0005	0.0011			
8-Pumphouse	-0.0028	0.0051	-0.0012	-0.0012	405.6935									8-Pumphouse	0.0004	0.0005	0.0013			

8.3 Τελικές Συντεταγμένες Κορυφών

Πίνακας 24 Τελικές συντεταγμένες κορυφών τριδιάστατου δικτύου ακριβείας από παρατηρήσεις GNSS

Σημείο	x (m)	y (m)	h (m)	H (m)	σx (mm)	σy (mm)	σH (mm)
1-Submarine	5000	5000	50.585	35.5039	0	0	0
2-Parking	5040.359	4381.521	26.005	11.059	0.1	0.4	0.7
3-Thalassa	5125.491	4169.480	24.865	9.970	1.2	0.6	1.6
4-Skopia	4613.533	4332.708	56.467	41.516	1.0	0.9	2.8
5-Kratiras	4627.077	4559.924	78.239	63.238	0.3	0.2	0.3
6-Pefka	4614.189	4709.373	76.982	61.947	2.2	0.9	0.4
7-DayTank	4750.943	4597.542	39.516	24.512	0.9	2.2	3.0
8-Pumphouse	4955.155	4596.951	39.435	24.436	1.1	1.8	0.5
9-Kaminada	4803.167	4498.413	59.552	44.570	0.7	1.1	2.0



1-Submarine
 $x=5000m$
 $y=5000m$
 $H=35.504m$

6-Pefka
 $x=4614.189m \pm 2.22mm$
 $y=4709.373m \pm 0.92mm$
 $H=61.947m \pm 0.36mm$

7-DayTank
 $x=4750.943m \pm 0.88mm$
 $y=4597.542m \pm 2.21mm$
 $H=24.512m \pm 3mm$

8-Pumphouse
 $x=4955.155m \pm 1.12mm$
 $y=4596.951m \pm 1.76mm$
 $H=24.436m \pm 0.5mm$

5-Kratiras
 $x=4627.077m \pm 0.32mm$
 $y=4559.924m \pm 0.2mm$
 $H=63.238m \pm 0.32mm$

9-Kaminada
 $x=4803.167m \pm 0.7mm$
 $y=4498.413m \pm 1.1mm$
 $H=44.57m \pm 2mm$

2-Parking
 $x=5040.359m \pm 0.06mm$
 $y=4381.521m \pm 0.4mm$
 $H=11.059m \pm 0.72mm$

4-Skopia
 $x=4613.533m \pm 0.97mm$
 $y=4332.708m \pm 0.88mm$
 $H=41.516m \pm 2.76mm$

3-Thalassa
 $x=5125.491m \pm 1.2mm$
 $y=4169.48m \pm 0.6mm$
 $H=9.97m \pm 1.63mm$



Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
 Electricity Authority of Cyprus

Τελικές Συντεταγμένες για το
 Τριδιάστατο Γεωδατικό Δίκτυο στον Η/Σ Βασιλικό

Κλίμακα/Scale
 1:5,000

Υλοποίηση:
 Γ. Σταύρου & Κ. Κων/δης

0 25 50 100 150 200
 Meters

9 Παράρτημα Γ

9.1 Στοιχεία Αξιολόγησης, Φάση 1

Πίνακας 25 Πρωτογενή Στοιχεία Μετρήσεων - Φάση 1

Point Id	Start	End	Duration	GNSS Type	Type	Height Reading	Measurement Type	Antenna Type
4-Skopia	13/8/2012 6:24	13/8/2012 12:11	5h 47' 30"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical	GS15
5-Kratiras	13/8/2012 6:38	13/8/2012 12:03	5h 25' 20"	GPS/GLONASS	Static	0.081	Vertical	GS15
6-PEFKA	13/8/2012 6:52	13/8/2012 10:11	3h 18' 50"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical	GS15
1-SUBMARINE	13/8/2012 7:18	13/8/2012 13:15	5h 57' 20"	GPS/GLONASS	Static	0.189	Vertical	AX1202 GG
8-PUMPHOUSE	13/8/2012 7:29	13/8/2012 11:06	3h 36' 35"	GPS/GLONASS	Static	0.082	Vertical	GS15
7-Day Tank	13/8/2012 7:53	13/8/2012 11:21	3h 28' 25"	GPS/GLONASS	Static	0.191	Vertical	GS15
2-PARKING	13/8/2012 8:05	13/8/2012 11:43	3h 38' 00"	GPS/GLONASS	Static	0.187	Vertical	GS15
3-THALASSA	13/8/2012 8:23	13/8/2012 12:43	4h 19' 30"	GPS/GLONASS	Static	0.19	Vertical	AX1202 GG

Πίνακας 26 Μοναδιαία Τρίγωνα, Κλείσιμο - Φάση 1

Phase	Loop	From	To	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
1	M01Loop01	8-Pumphouse	6-Pefka	158.7555	-303.277	114.5938
1	M01Loop01	6-Pefka	7-DayTank	-47.1822	132.2393	-113.582
1	M01Loop01	7-DayTank	8-Pumphouse	-111.575	171.0354	-1.0129
1	M01Loop02	7-DayTank	8-Pumphouse	-111.575	171.0354	-1.0129
1	M01Loop02	8-Pumphouse	2-Parking	47.0471	132.0772	-184.907
1	M01Loop02	2-Parking	7-DayTank	64.5263	-303.113	185.9194
1	M01Loop03	6-Pefka	7-DayTank	-47.1822	132.2393	-113.582
1	M01Loop03	7-DayTank	2-Parking	-64.5263	303.1129	-185.919
1	M01Loop03	2-Parking	6-Pefka	111.7092	-435.353	299.5025
1	M01Loop04	7-DayTank	8-Pumphouse	-111.575	171.0354	-1.0129
1	M01Loop04	8-Pumphouse	5-Kratiras	223.9688	-245.548	-7.5461
1	M01Loop04	5-Kratiras	7-DayTank	-112.393	74.5132	8.56
1	M01Loop05	6-Pefka	7-DayTank	-47.1822	132.2393	-113.582
1	M01Loop05	7-DayTank	5-Kratiras	112.393	-74.5132	-8.56
1	M01Loop05	5-Kratiras	6-Pefka	-65.213	-57.727	122.1403
1	M01Loop06	8-Pumphouse	3-Thalassa	100.9527	268.5879	-360.032
1	M01Loop06	3-Thalassa	5-Kratiras	123.0123	-514.137	352.4841
1	M01Loop06	5-Kratiras	8-Pumphouse	-223.969	245.5479	7.5461
1	M01Loop07	8-Pumphouse	2-Parking	47.0471	132.0772	-184.907
1	M01Loop07	2-Parking	5-Kratiras	176.9187	-377.626	177.3592
1	M01Loop07	5-Kratiras	8-Pumphouse	-223.969	245.5479	7.5461
1	M01Loop08	7-DayTank	8-Pumphouse	-111.575	171.0354	-1.0129
1	M01Loop08	8-Pumphouse	3-Thalassa	100.9527	268.5879	-360.032
1	M01Loop08	3-Thalassa	7-DayTank	10.6202	-439.623	361.0445
1	M01Loop09	6-Pefka	7-DayTank	-47.1822	132.2393	-113.582
1	M01Loop09	7-DayTank	3-Thalassa	-10.6202	439.6232	-361.045
1	M01Loop09	3-Thalassa	6-Pefka	57.8048	-571.863	474.6273
1	M01Loop10	8-Pumphouse	2-Parking	47.0471	132.0772	-184.907
1	M01Loop10	2-Parking	3-Thalassa	53.9046	136.5095	-175.126
1	M01Loop10	3-Thalassa	8-Pumphouse	-100.953	-268.588	360.032
1	M01Loop11	7-DayTank	8-Pumphouse	-111.575	171.0354	-1.0129
1	M01Loop11	8-Pumphouse	4-Skopia	324.9869	-196.201	-206.658
1	M01Loop11	4-Skopia	7-DayTank	-213.412	25.1659	207.6716
1	M01Loop12	6-Pefka	7-DayTank	-47.1822	132.2393	-113.582
1	M01Loop12	7-DayTank	4-Skopia	213.4124	-25.1659	-207.672
1	M01Loop12	4-Skopia	6-Pefka	-166.231	-107.074	321.2522
1	M01Loop13	8-Pumphouse	5-Kratiras	223.9688	-245.548	-7.5461
1	M01Loop13	5-Kratiras	4-Skopia	101.0183	49.3467	-199.112
1	M01Loop13	4-Skopia	8-Pumphouse	-324.987	196.2008	206.6579
1	M01Loop14	5-Kratiras	3-Thalassa	-123.012	514.1369	-352.484
1	M01Loop14	3-Thalassa	4-Skopia	224.0314	-464.789	153.3724
1	M01Loop14	4-Skopia	5-Kratiras	-101.018	-49.3467	199.1121
1	M01Loop15	8-Pumphouse	2-Parking	47.0471	132.0772	-184.907
1	M01Loop15	2-Parking	4-Skopia	277.9377	-328.279	-21.7525
1	M01Loop15	4-Skopia	8-Pumphouse	-324.987	196.2008	206.6579
1	M01Loop16	7-DayTank	8-Pumphouse	-111.575	171.0354	-1.0129
1	M01Loop16	8-Pumphouse	1-Submarine	-209.476	-82.5117	337.4877
1	M01Loop16	1-Submarine	7-DayTank	321.0494	-88.5247	-336.476
1	M01Loop17	6-Pefka	7-DayTank	-47.1822	132.2393	-113.582
1	M01Loop17	7-DayTank	1-Submarine	-321.049	88.5247	336.4758
1	M01Loop17	1-Submarine	6-Pefka	368.2322	-220.764	-222.894
1	M01Loop18	8-Pumphouse	5-Kratiras	223.9688	-245.548	-7.5461
1	M01Loop18	5-Kratiras	1-Submarine	-433.442	163.0378	345.0365
1	M01Loop18	1-Submarine	8-Pumphouse	209.4759	82.5117	-337.488

1	M01Loop19	5-Kratiras	3-Thalassa	-123.012	514.1369	-352.484
1	M01Loop19	3-Thalassa	1-Submarine	-310.428	-351.098	697.5218
1	M01Loop19	1-Submarine	5-Kratiras	433.442	-163.038	-345.037
1	M01Loop20	8-Pumphouse	2-Parking	47.0471	132.0772	-184.907
1	M01Loop20	2-Parking	1-Submarine	-256.524	-214.588	522.3957
1	M01Loop20	1-Submarine	8-Pumphouse	209.4759	82.5117	-337.488
1	M01Loop21	8-Pumphouse	4-Skopia	324.9869	-196.201	-206.658
1	M01Loop21	4-Skopia	1-Submarine	-534.461	113.6908	544.1482
1	M01Loop21	1-Submarine	8-Pumphouse	209.4759	82.5117	-337.488

Πίνακας 27 Αξιολόγηση Μοναδιαίων Τριγώνων, Φάση 1

Φάση 1

Loop	Από	Προς 1	Προς 2	σΧ	σΥ	σΖ	CloseError	σΔχ	σΔγ	σΔζ
M01Loop01	8-Pumphouse	6-Pefka	7-DayTank	-0.0013	-0.0018	-0.0014	0.0026	-0.000751	-0.0010392	-0.0008083
M01Loop02	7-DayTank	8-Pumphouse	2-Parking	-0.0012	-0.0003	-0.0009	0.0015	-0.000693	-0.0001732	-0.0005196
M01Loop03	6-Pefka	7-DayTank	2-Parking	0.0007	-0.0004	0.0008	0.0011	0.000404	-0.0002309	0.0004619
M01Loop04	7-DayTank	8-Pumphouse	5-Kratiras	0.0012	0.0007	0.0010	0.0017	0.000693	0.0004041	0.0005774
M01Loop05	6-Pefka	7-DayTank	5-Kratiras	-0.0022	-0.0009	-0.0020	0.0031	-0.00127	-0.0005196	-0.0011547
M01Loop06	8-Pumphouse	3-Thalassa	5-Kratiras	-0.0038	-0.0011	-0.0018	0.0043	-0.002194	-0.0006351	-0.0010392
M01Loop07	8-Pumphouse	2-Parking	5-Kratiras	-0.0030	-0.0011	-0.0021	0.0038	-0.001732	-0.0006351	-0.0012124
M01Loop08	7-DayTank	8-Pumphouse	3-Thalassa	-0.0017	0.0001	-0.0004	0.0017	-0.000981	5.774E-05	-0.0002309
M01Loop09	6-Pefka	7-DayTank	3-Thalassa	0.0024	-0.0005	0.0005	0.0025	0.001386	-0.0002887	0.0002887
M01Loop10	8-Pumphouse	2-Parking	3-Thalassa	-0.0010	-0.0012	-0.0012	0.0020	-0.000577	-0.0006928	-0.0006928
M01Loop11	7-DayTank	8-Pumphouse	4-Skopia	-0.0001	0.0005	0.0008	0.0009	-5.77E-05	0.0002887	0.0004619
M01Loop12	6-Pefka	7-DayTank	4-Skopia	-0.0005	-0.0004	-0.0017	0.0018	-0.000289	-0.0002309	-0.0009815
M01Loop13	8-Pumphouse	5-Kratiras	4-Skopia	0.0002	-0.0004	-0.0003	0.0005	0.000115	-0.0002309	-0.0001732
M01Loop14	5-Kratiras	3-Thalassa	4-Skopia	0.0008	0.0008	0.0004	0.0012	0.000462	0.0004619	0.0002309
M01Loop15	8-Pumphouse	2-Parking	4-Skopia	-0.0021	-0.0010	-0.0020	0.0031	-0.001212	-0.0005774	-0.0011547
M01Loop16	7-DayTank	8-Pumphouse	1-Submarine	-0.0011	-0.0010	-0.0010	0.0018	-0.000635	-0.0005774	-0.0005774
M01Loop17	6-Pefka	7-DayTank	1-Submarine	0.0006	-0.0004	-0.0005	0.0009	0.000346	-0.0002309	-0.0002887
M01Loop18	8-Pumphouse	5-Kratiras	1-Submarine	0.0027	0.0016	0.0027	0.0041	0.001559	0.0009238	0.0015588
M01Loop19	5-Kratiras	3-Thalassa	1-Submarine	0.0020	0.0014	0.0012	0.0027	0.001155	0.0008083	0.0006928
M01Loop20	8-Pumphouse	2-Parking	1-Submarine	-0.0006	0.0005	0.0006	0.0010	-0.000346	0.0002887	0.0003464
M01Loop21	8-Pumphouse	4-Skopia	1-Submarine	0.0023	0.0017	0.0026	0.0039	0.001328	0.0009815	0.0015011
								-0.003291	-0.0018475	-0.0027135

Μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού

σΔχμ (m)	σΔγμ (m)	σΔζμ (m)
-0.000157	-0.000088	-0.000129

αντικειμενική αβεβαιότητα
εντοπισμού

	$\sigma_X = \sigma_{\Delta\chi\mu} / \sqrt{2}$	$\sigma_Y = \sigma_{\Delta\gamma\mu} / \sqrt{2}$	$\sigma_Z = \sigma_{\Delta\zeta\mu} / \sqrt{2}$
m	-0.000111	-0.000062	-0.000091
mm	±0.11	±0.06	±0.09

9.2 Στοιχεία Αξιολόγησης, Φάση 2

Πίνακας 28 Πρωτογενή Στοιχεία Μετρήσεων - Φάση 2

Point Id	Start	End	Duration	GNSS Type	Type	Height Reading	Measurement Type	Antenna Type
2-Parking	6/11/2012 8:29	6/11/2012 11:01	2h 32' 11"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical	GS15 Pole
3-Thalassa	6/11/2012 8:45	6/11/2012 11:56	3h 11' 24"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical	GS15 Pole
8-Pumphouse	6/11/2012 9:00	6/11/2012 12:00	2h 59' 51"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical	GS15 Pole
7-Day Tank	6/11/2012 10:09	6/11/2012 13:34	3h 25' 07"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical	GS15 Pole
9-Kaminada	6/11/2012 10:30	6/11/2012 13:42	3h 12' 57"	GPS/GLONASS	Static	0.191	Vertical	GS15 Pillar
6-Pefka	6/11/2012 12:15	6/11/2012 13:56	1h 41' 26"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical	GS15 Pole
5-Kratiras	6/11/2012 12:23	6/11/2012 14:03	1h 39' 46"	GPS/GLONASS	Static	0.085	Vertical	GS15 Pole
4-Skopia	6/11/2012 12:29	6/11/2012 14:10	1h 40' 46"	GPS/GLONASS	Static	0.083	Vertical	GS15 Pole
1-SUBMARINE	6/11/2012 9:45	6/11/2012 14:18	4h 33' 05"	GPS/GLONASS	Static	0.185	Vertical	AX1202 GG Pillar

Πίνακας 29 Μοναδιαία Τρίγωνα, Κλείσιμο - Φάση 2

Phase	Loop	From	To	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
1	M02Loop01	2-Parking	9-Kaminada	97.0711	-219.615	115.7512
1	M02Loop01	9-Kaminada	7-DayTank	-32.5306	-83.495	70.1848
1	M02Loop01	7-DayTank	2-Parking	-64.5187	303.1195	-185.922
1	M02Loop02	4-Skopia	5-Kratiras	-101.014	-49.3426	199.1141
1	M02Loop02	5-Kratiras	7-DayTank	-112.39	74.515	8.5677
1	M02Loop02	7-DayTank	4-Skopia	213.4032	-25.1723	-207.682
1	M02Loop03	7-DayTank	5-Kratiras	112.3896	-74.515	-8.5677
1	M02Loop03	5-Kratiras	6-Pefka	-65.2136	-57.7216	122.1386
1	M02Loop03	6-Pefka	7-DayTank	-47.1751	132.2368	-113.57
1	M02Loop04	7-DayTank	2-Parking	-64.5187	303.1195	-185.922
1	M02Loop04	2-Parking	8-Pumphouse	-47.0499	-132.082	184.9077
1	M02Loop04	8-Pumphouse	7-DayTank	111.5786	-171.033	1.0155
1	M02Loop05	7-DayTank	2-Parking	-64.5187	303.1195	-185.922
1	M02Loop05	2-Parking	3-Thalassa	53.9089	136.5091	-175.124
1	M02Loop05	3-Thalassa	7-DayTank	10.6224	-439.622	361.0487
1	M02Loop06	7-DayTank	9-Kaminada	32.5306	83.495	-70.1848
1	M02Loop06	9-Kaminada	1-Submarine	-353.585	5.0274	406.6513
1	M02Loop06	1-Submarine	7-DayTank	321.0519	-88.5254	-336.469
1	M02Loop07	7-DayTank	5-Kratiras	112.3896	-74.515	-8.5677
1	M02Loop07	5-Kratiras	1-Submarine	-433.442	163.0382	345.0356
1	M02Loop07	1-Submarine	7-DayTank	321.0519	-88.5254	-336.469
1	M02Loop08	7-DayTank	2-Parking	-64.5187	303.1195	-185.922
1	M02Loop08	2-Parking	1-Submarine	-256.526	-214.59	522.3928
1	M02Loop08	1-Submarine	7-DayTank	321.0519	-88.5254	-336.469
1	M02Loop09	2-Parking	8-Pumphouse	-47.0499	-132.082	184.9077
1	M02Loop09	8-Pumphouse	9-Kaminada	144.1195	-87.5346	-69.1611
1	M02Loop09	9-Kaminada	2-Parking	-97.0711	219.6148	-115.751
1	M02Loop10	7-DayTank	4-Skopia	213.4032	-25.1723	-207.682
1	M02Loop10	4-Skopia	9-Kaminada	-180.873	108.6719	137.4954
1	M02Loop10	9-Kaminada	7-DayTank	-32.5306	-83.495	70.1848
1	M02Loop11	2-Parking	3-Thalassa	53.9089	136.5091	-175.124
1	M02Loop11	3-Thalassa	9-Kaminada	43.156	-356.129	290.8704
1	M02Loop11	9-Kaminada	2-Parking	-97.0711	219.6148	-115.751
1	M02Loop12	5-Kratiras	4-Skopia	101.014	49.3426	-199.114
1	M02Loop12	4-Skopia	6-Pefka	-166.227	-107.064	321.2528
1	M02Loop12	6-Pefka	5-Kratiras	65.2136	57.7216	-122.139
1	M02Loop13	2-Parking	3-Thalassa	53.9089	136.5091	-175.124
1	M02Loop13	3-Thalassa	8-Pumphouse	-100.959	-268.591	360.0319
1	M02Loop13	8-Pumphouse	2-Parking	47.0499	132.0815	-184.908
1	M02Loop14	2-Parking	8-Pumphouse	-47.0499	-132.082	184.9077
1	M02Loop14	8-Pumphouse	1-Submarine	-209.474	-82.5061	337.4855
1	M02Loop14	1-Submarine	2-Parking	256.5261	214.5896	-522.393
1	M02Loop15	5-Kratiras	6-Pefka	-65.2136	-57.7216	122.1386
1	M02Loop15	6-Pefka	1-Submarine	-368.229	220.7594	222.8967
1	M02Loop15	1-Submarine	5-Kratiras	433.4423	-163.038	-345.036
1	M02Loop16	5-Kratiras	4-Skopia	101.014	49.3426	-199.114
1	M02Loop16	4-Skopia	1-Submarine	-534.457	113.6957	544.1499
1	M02Loop16	1-Submarine	5-Kratiras	433.4423	-163.038	-345.036
1	M02Loop17	2-Parking	3-Thalassa	53.9089	136.5091	-175.124
1	M02Loop17	3-Thalassa	1-Submarine	-310.431	-351.095	697.5186
1	M02Loop17	1-Submarine	2-Parking	256.5261	214.5896	-522.393

Πίνακας 30 Αξιολόγηση Μοναδιαίων Τριγώνων, Φάση 2

Φάση 2

Loop	Από	Προς 1	Προς 2	σKx	σKy	σKz	CloseError	σΔx	σΔy	σΔz
M02Loop01	2-Parking	9-Kaminada	7-DayTank	0.0218	0.0097	0.0144	0.0279	0.012586	0.0056003	0.0083138
M02Loop02	4-Skopia	5-Kratiras	7-DayTank	-0.0004	0.0001	0.0003	0.0005	-0.000231	5.774E-05	0.0001732
M02Loop03	7-DayTank	5-Kratiras	6-Pefka	0.0009	0.0002	0.0008	0.0012	0.00052	0.0001155	0.0004619
M02Loop04	7-DayTank	2-Parking	8-Pumphouse	0.0100	0.0051	0.0016	0.0113	0.005774	0.0029445	0.0009238
M02Loop05	7-DayTank	2-Parking	3-Thalassa	0.0126	0.0065	0.0029	0.0145	0.007275	0.0037528	0.0016743
M02Loop06	7-DayTank	9-Kaminada	1-Submarine	-0.0028	-0.0030	-0.0028	0.0050	-0.001617	-0.0017321	-0.0016166
M02Loop07	7-DayTank	5-Kratiras	1-Submarine	-0.0008	-0.0022	-0.0014	0.0027	-0.000462	-0.0012702	-0.0008083
M02Loop08	7-DayTank	2-Parking	1-Submarine	0.0071	0.0045	0.0019	0.0086	0.004099	0.0025981	0.001097
M02Loop09	2-Parking	8-Pumphouse	9-Kaminada	-0.0015	-0.0013	-0.0046	0.0050	-0.000866	-0.0007506	-0.0026558
M02Loop10	7-DayTank	4-Skopia	9-Kaminada	-0.0008	0.0046	-0.0013	0.0048	-0.000462	0.0026558	-0.0007506
M02Loop11	2-Parking	3-Thalassa	9-Kaminada	-0.0062	-0.0053	-0.0050	0.0096	-0.00358	-0.00306	-0.0028868
M02Loop12	5-Kratiras	4-Skopia	6-Pefka	0.0002	0.0000	0.0001	0.0002	0.000115	0	5.774E-05
M02Loop13	2-Parking	3-Thalassa	8-Pumphouse	-0.0003	-0.0006	0.0000	0.0007	-0.000173	-0.0003464	0
M02Loop14	2-Parking	8-Pumphouse	1-Submarine	0.0021	0.0020	0.0004	0.0029	0.001212	0.0011547	0.0002309
M02Loop15	5-Kratiras	6-Pefka	1-Submarine	-0.0003	-0.0004	-0.0003	0.0006	-0.000173	-0.0002309	-0.0001732
M02Loop16	5-Kratiras	4-Skopia	1-Submarine	-0.0004	0.0001	0.0002	0.0005	-0.000231	5.774E-05	0.0001155
M02Loop17	2-Parking	3-Thalassa	1-Submarine	0.0036	0.0033	0.0016	0.0051	0.002078	0.0019053	0.0009238
								0.025865	0.0134523	0.0050807

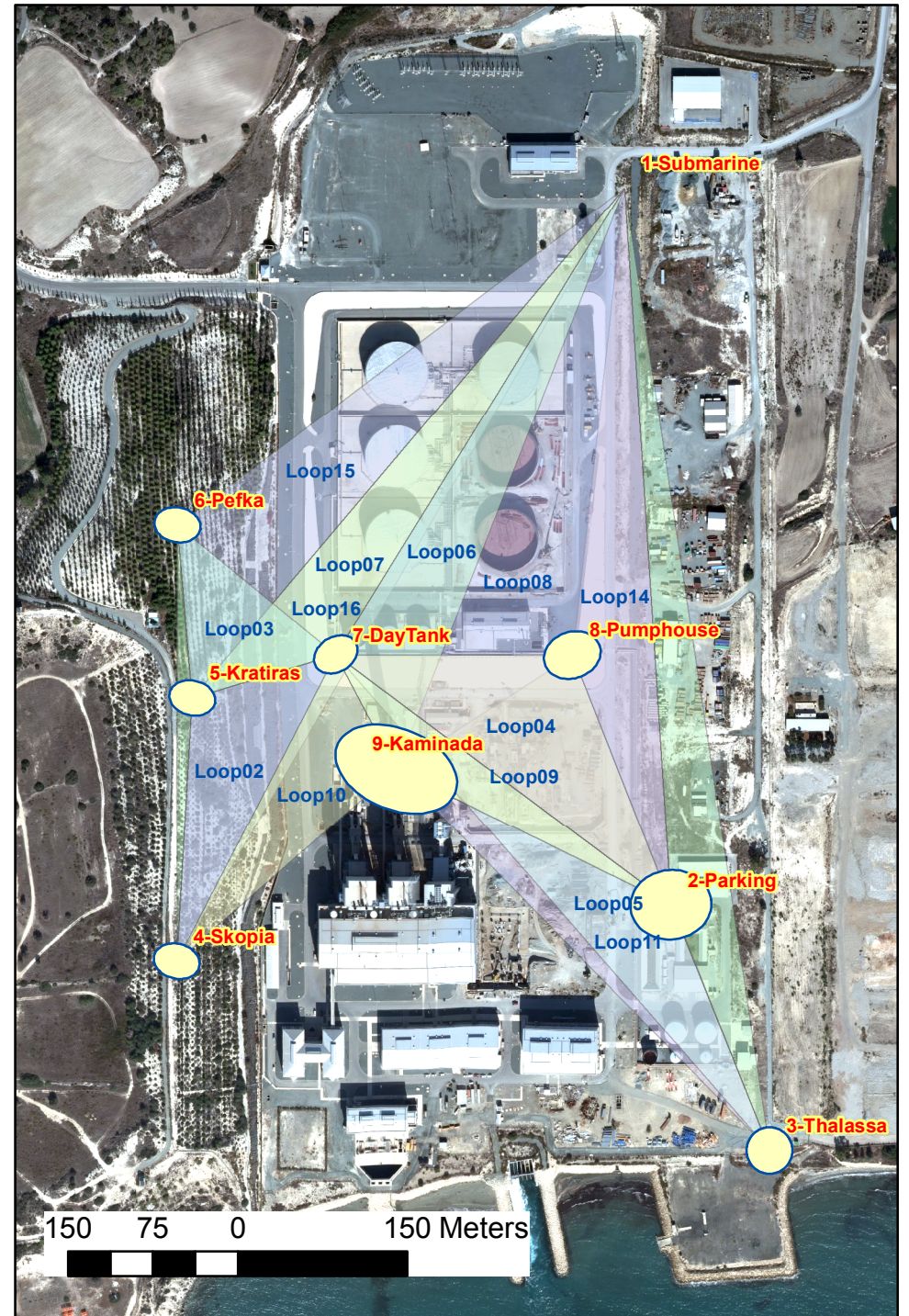
Μέση αβεβαιότητα προσδιορισμού

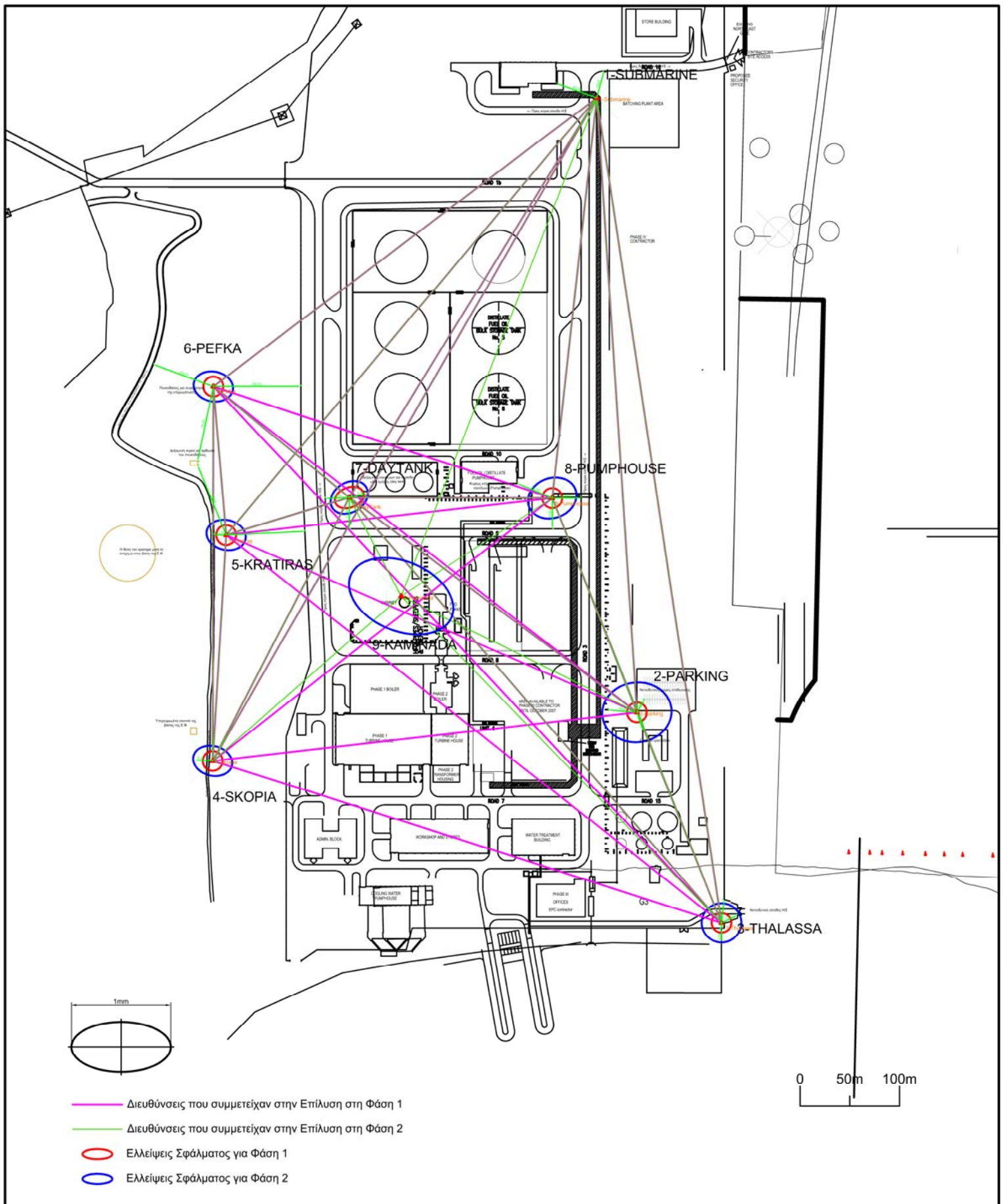
σΔxμ (m)	σΔyμ (m)	σΔzμ (m)
0.00152	0.0007913	0.0002989

αντικειμενική αβεβαιότητα
εντοπισμού

	$\sigma_X = \sigma_{\Delta x \mu} / \sqrt{2}$	$\sigma_Y = \sigma_{\Delta y \mu} / \sqrt{2}$	$\sigma_Z = \sigma_{\Delta z \mu} / \sqrt{2}$
m	0.001076	0.000560	0.000211
mm	±1.08	±0.56	±0.21

9.3 Σκαριφήματα από Αξιολόγηση





Σχέδιο/Drawn

Κωνσταντίνος Κωνσταντίνιδης

Ελεγχος/Checked

Εγκριση/Approved

Ημερομηνία/Date

Κλίμακα/Scale

--

--

18/3/2013

--



Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
Electricity Authority of Cyprus

Τίτλος/Title

**Φάση 1 & 2 - Ελλείψεις Σφάλματος και Βάσεις
για Γεωδαιτικό Δίκτυο
στον Η/Σ Βασιλικό**

ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ

Αρ. Σχεδίου/Drawing No

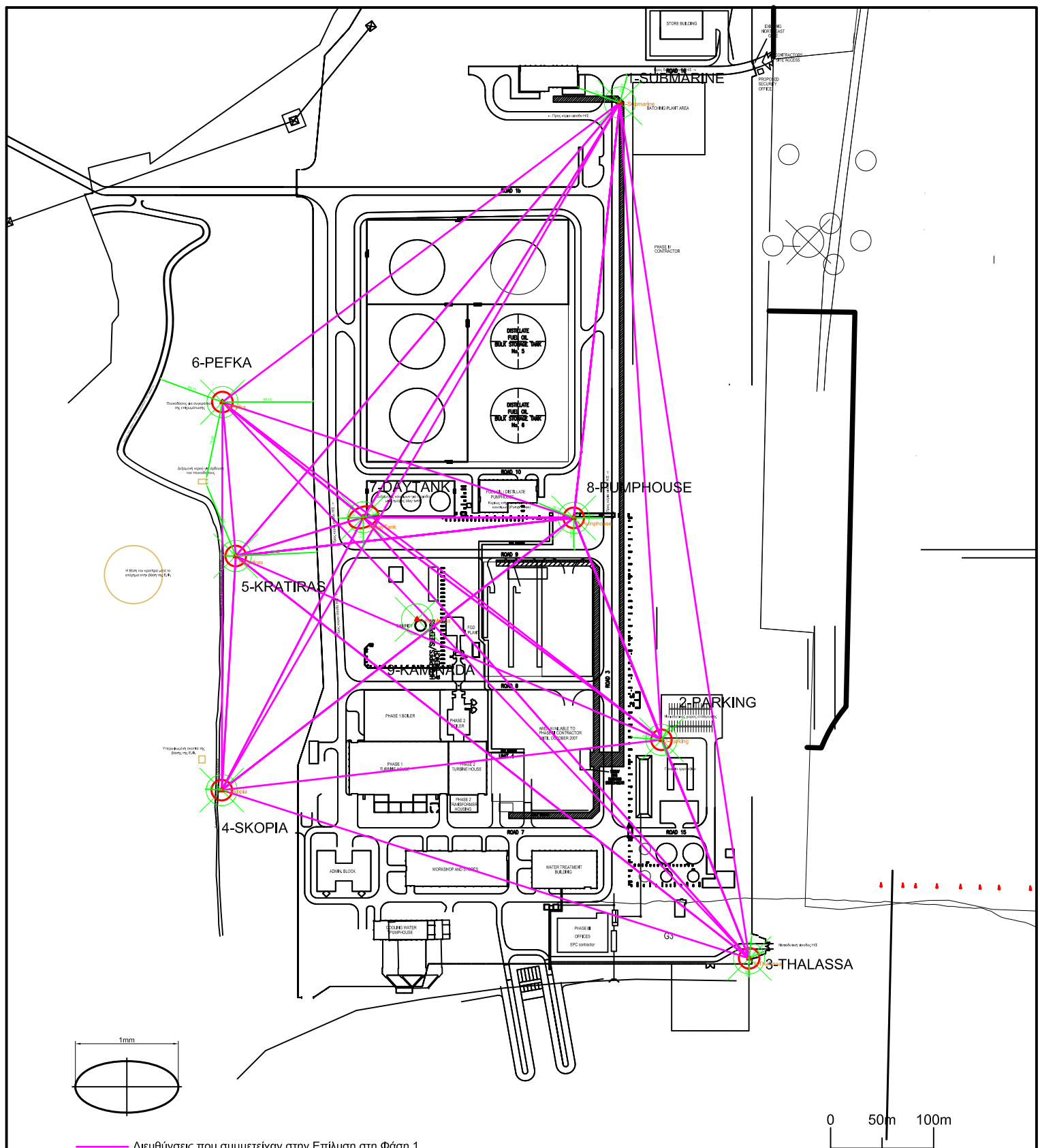
Vas 011

Εκδ./Edition


1

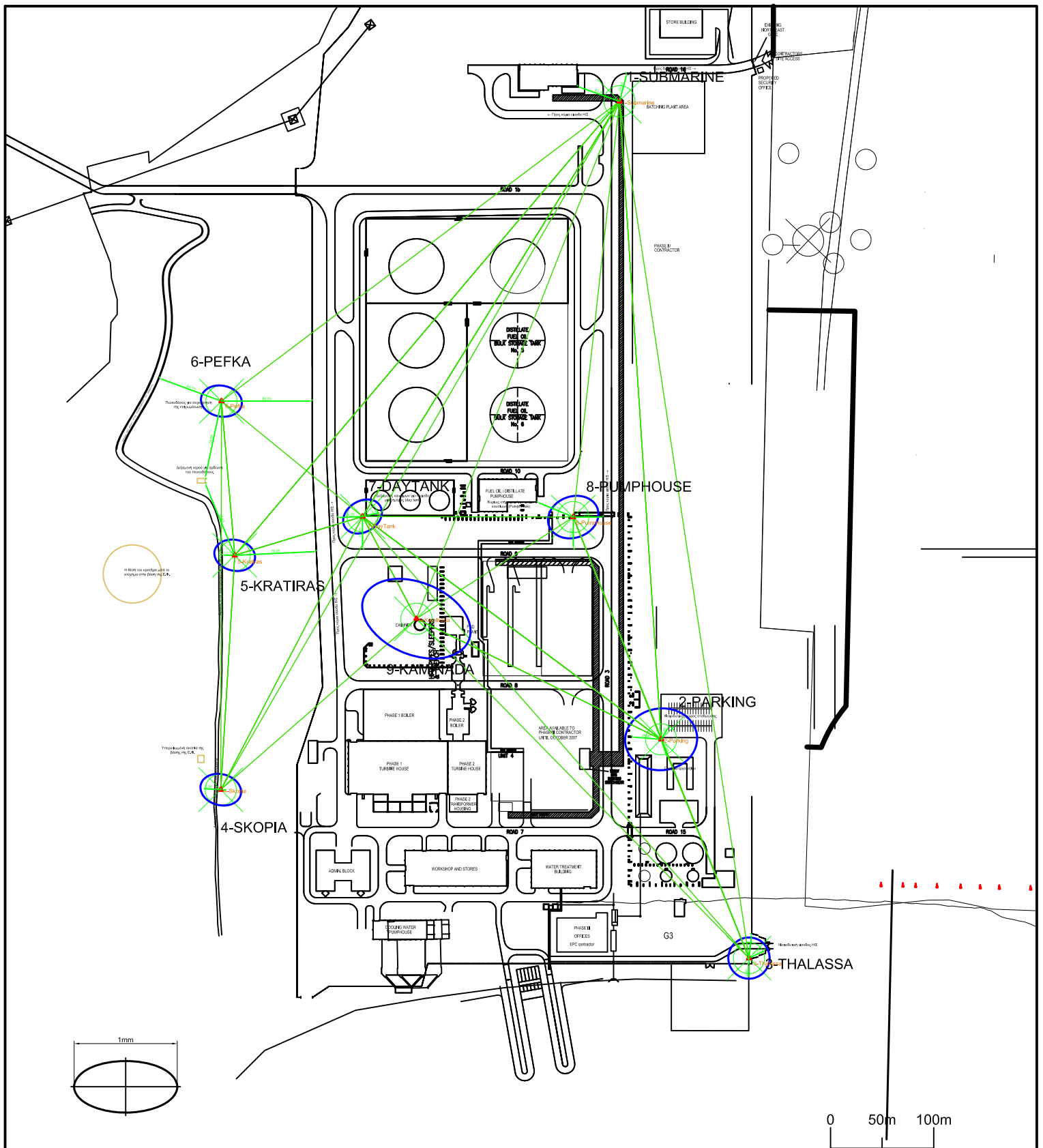
Φύλ./Sheet

1




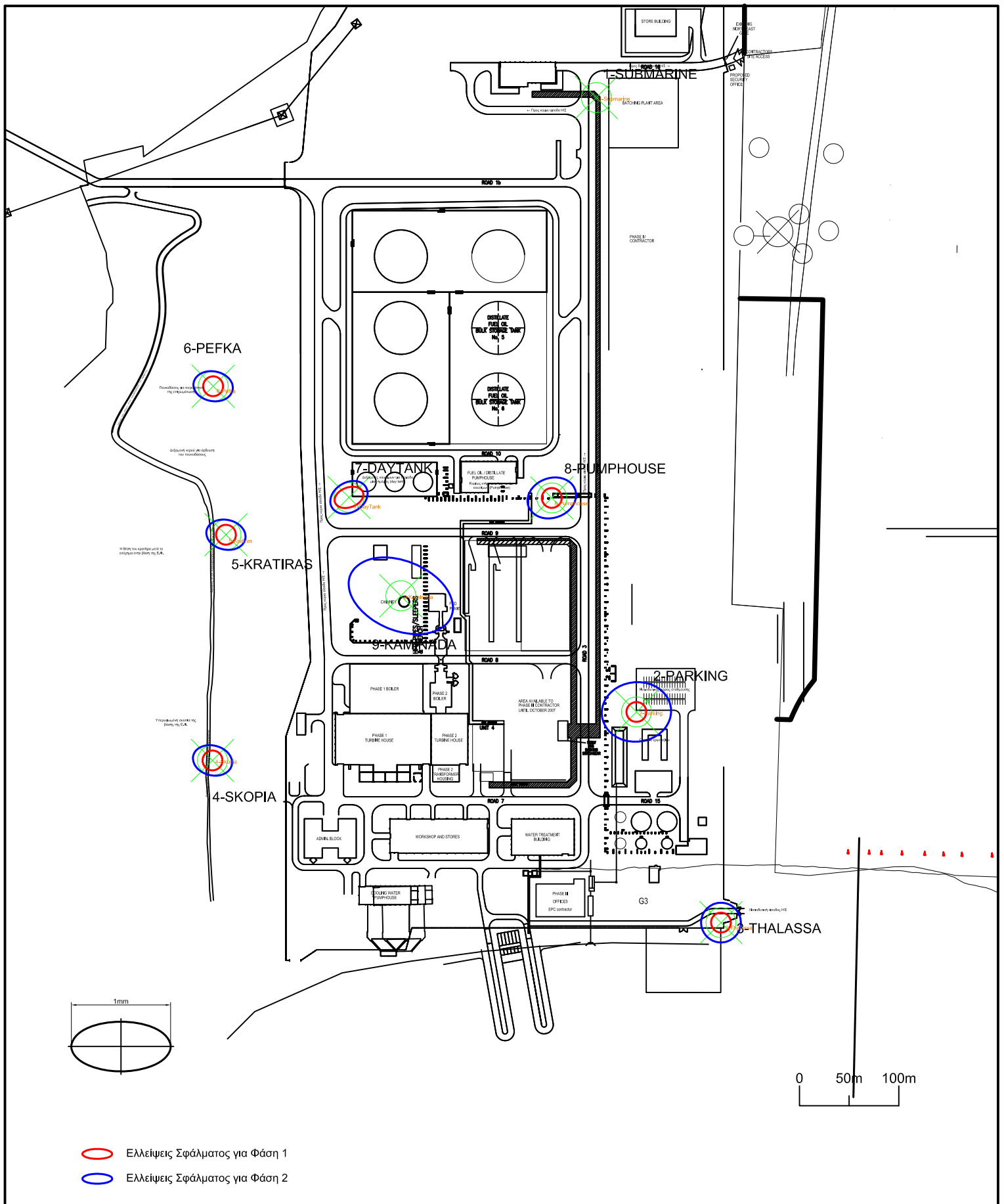
— Διευθύνσεις που συμμετείχαν στην Επίλυση στη Φάση 1
○ Ελλείψεις Σφάλματος για Φάση 1

Σχέδιο/Drawn Κωνσταντίνος Κωνσταντίνιδης	Ελεγχος/Checked --	Εγκριση/Approved --	Ημερομηνία/Date 18/3/2013	Κλίμακα/Scale --
 Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Electricity Authority of Cyprus	Τίτλος/Title Φάση 1- Ελλείψεις Σφάλματος και Βάσεις για Γεωδαιτικό Δίκτυο στον Η/Σ Βασιλικό			
	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ	Αρ. Σχεδίου/Drawing No Vas 012	Εκδ./Edition 1	Φύλ./Sheet 1



— Διευθύνσεις που συμμετείχαν στην Επίλυση στη Φάση 2
○ Ελλείψεις Σφάλματος για Φάση 2

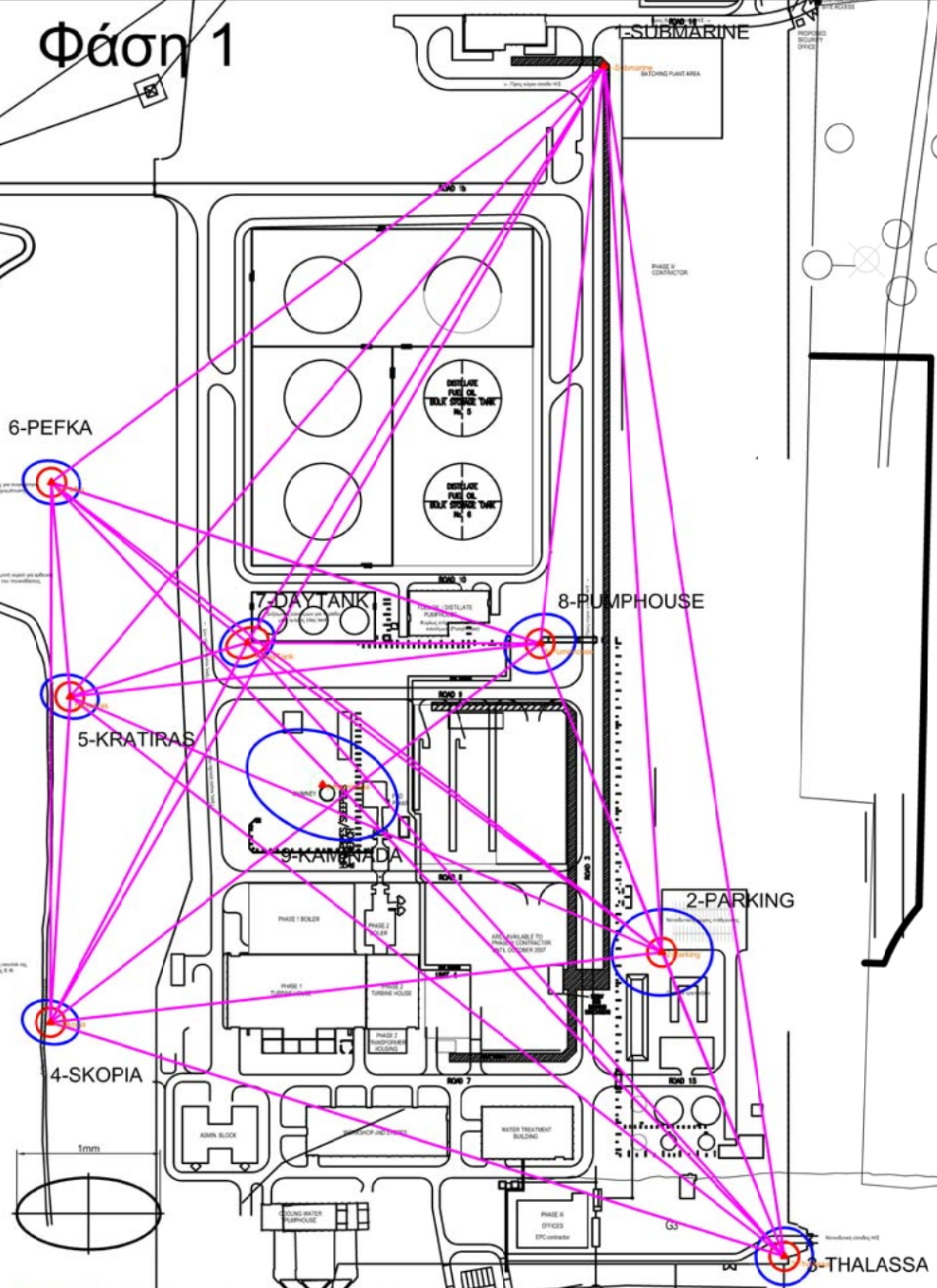
Σχέδιο/Drawn Κωνσταντίνος Κωνσταντίνιδης	Ελεγχος/Checked --	Εγκριση/Approved --	Ημερομηνία/Date 18/3/2013	Κλίμακα/Scale --
 Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Electricity Authority of Cyprus	Τίτλος/Title Φάση 2- Ελλείψεις Σφάλματος και Βάσεις για Γεωδαιτικό Δίκτυο στον Η/Σ Βασιλικό			
	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ	Αρ. Σχεδίου/Drawing No Vas 013	Εκδ./Edition 1	Φύλ./Sheet 1
Όνομα Αρχείου/File name Z:\Docs\Projects_CUT\05_Diplomatiki\Vasiliko\05_Diplomatiki\Vasiliko_Net_OrthoPhoto_V02.dwg				Φύλ./Layout P03_EllipsesPh02_A4



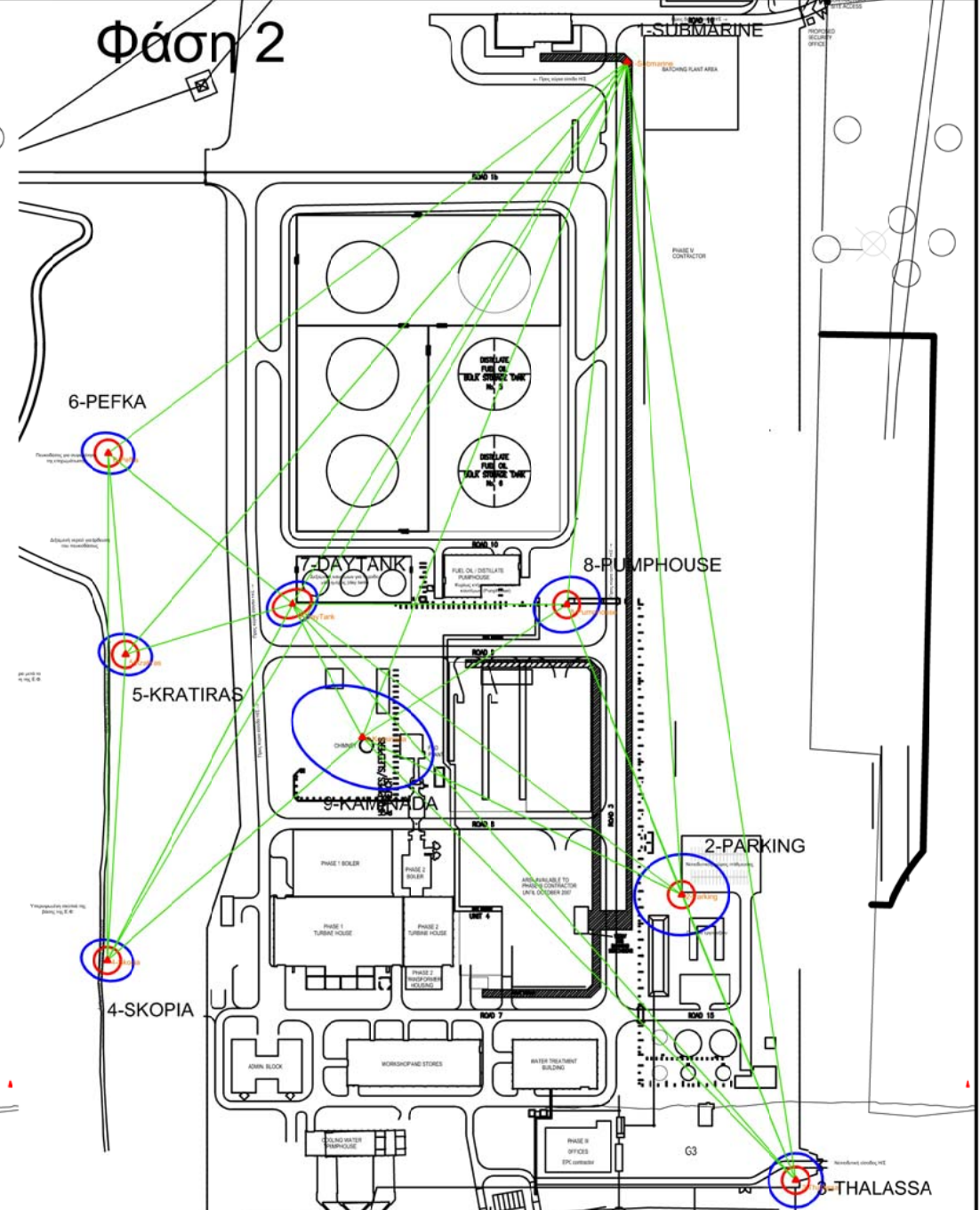
- Ελλείψεις Σφάλματος για Φάση 1
- Ελλείψεις Σφάλματος για Φάση 2

Σχέδιο/Drawn Κωνσταντίνος Κωνσταντίνιδης	Ελεγχος/Checked --	Εγκριση/Approved --	Ημερομηνία/Date 18/3/2013	Κλίμακα/Scale --
Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Electricity Authority of Cyprus	Τίτλος/Title Φάση 1 & 2 - Ελλείψεις Σφάλματος για Γεωδαιτικό Δίκτυο στον Η/Σ Βασιλικό			
	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ	Αρ. Σχεδίου/Drawing No Vas 014		Εκδ./Edition 1
Όνομα Αρχείου/File name Z:\Docs\Projects_CUT\05_Diplomatiki\Vasiliko\05_Diplomatiki\Vasiliko_Net_OrthoPhoto_V02.dwg				Φύλ./Layout P04_EllipsesOnly_A4

Φάση 1

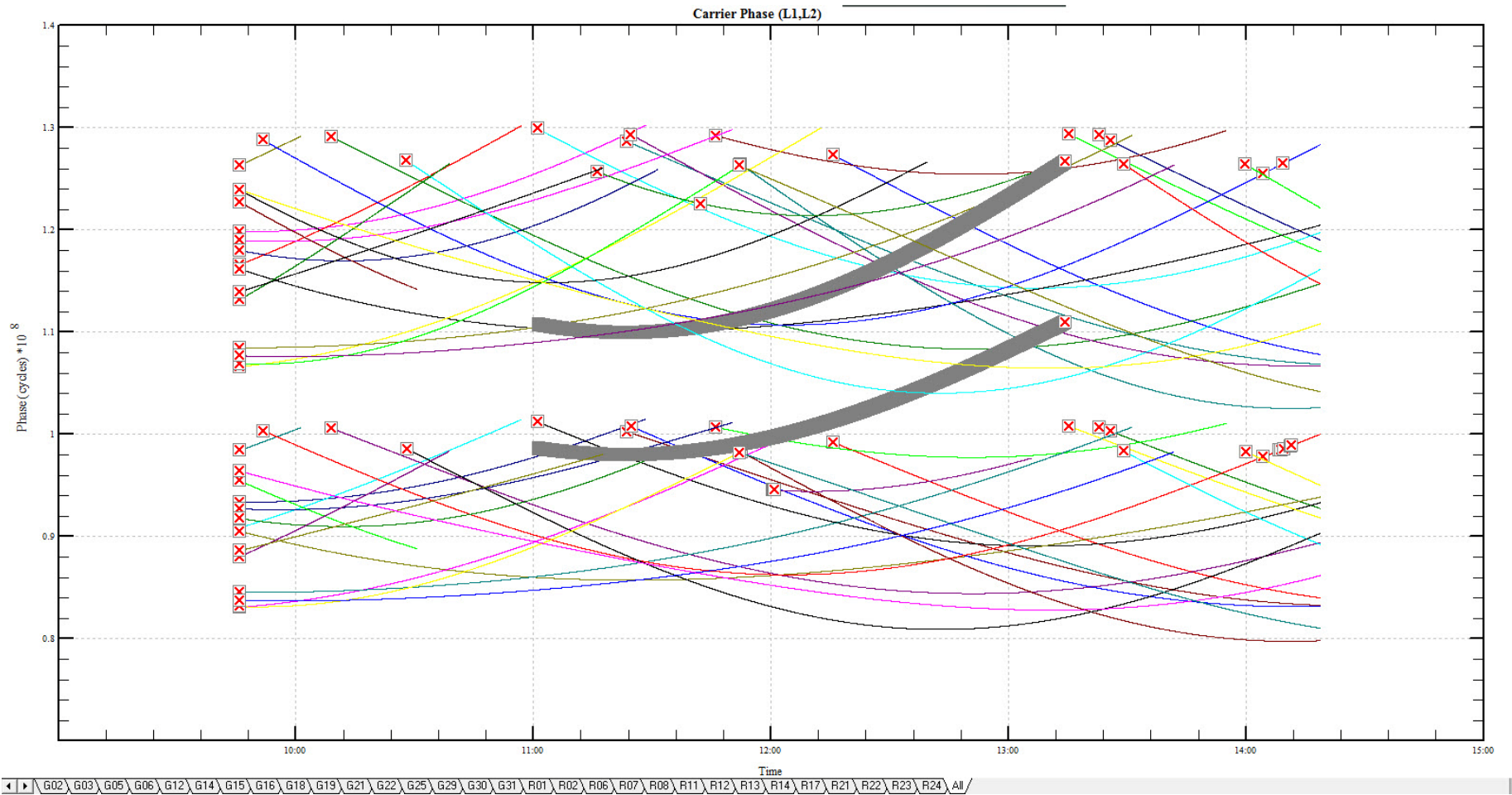


Φάση 2

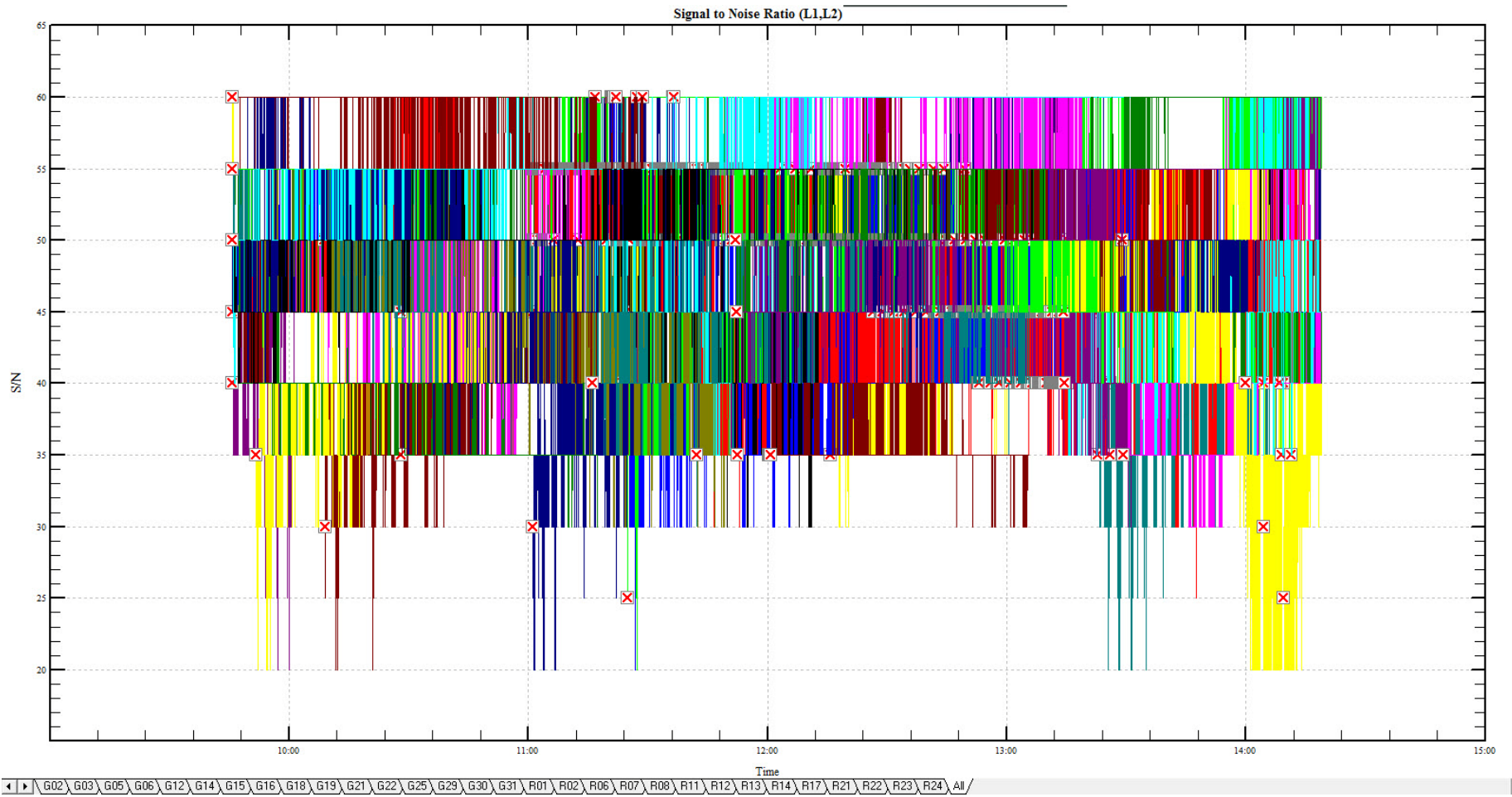


- Διευθύνσεις που συμμετέχουν στην Επίλυση στη Φάση 1
- Διευθύνσεις που συμμετέχουν στην Επίλυση στη Φάση 2
- Ελλείψεις Σφάλματος για Φάση 1
- Ελλείψεις Σφάλματος για Φάση 2

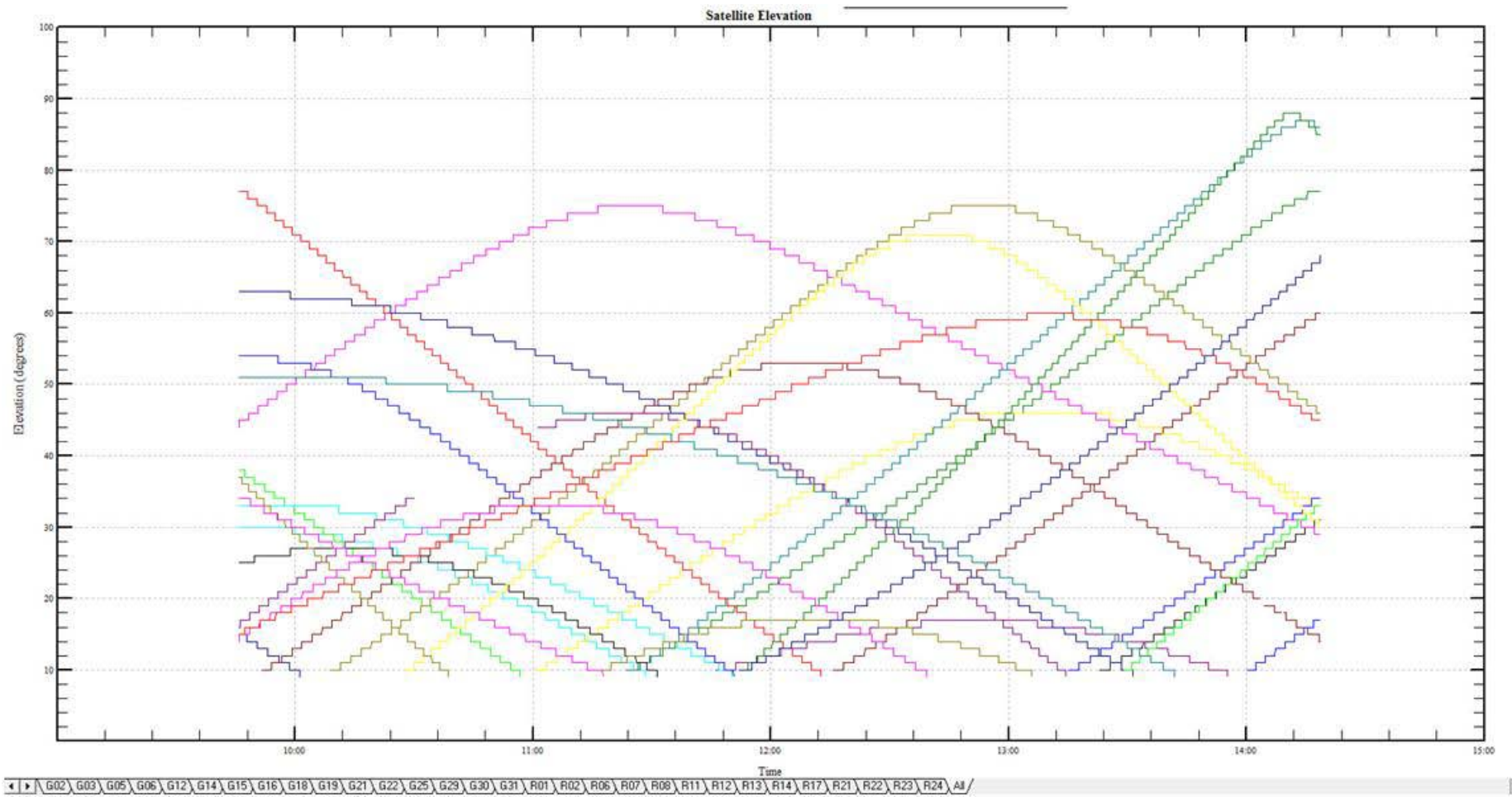
9.4 Αξιολόγηση δορυφορικού σήματος - Γραφήματα



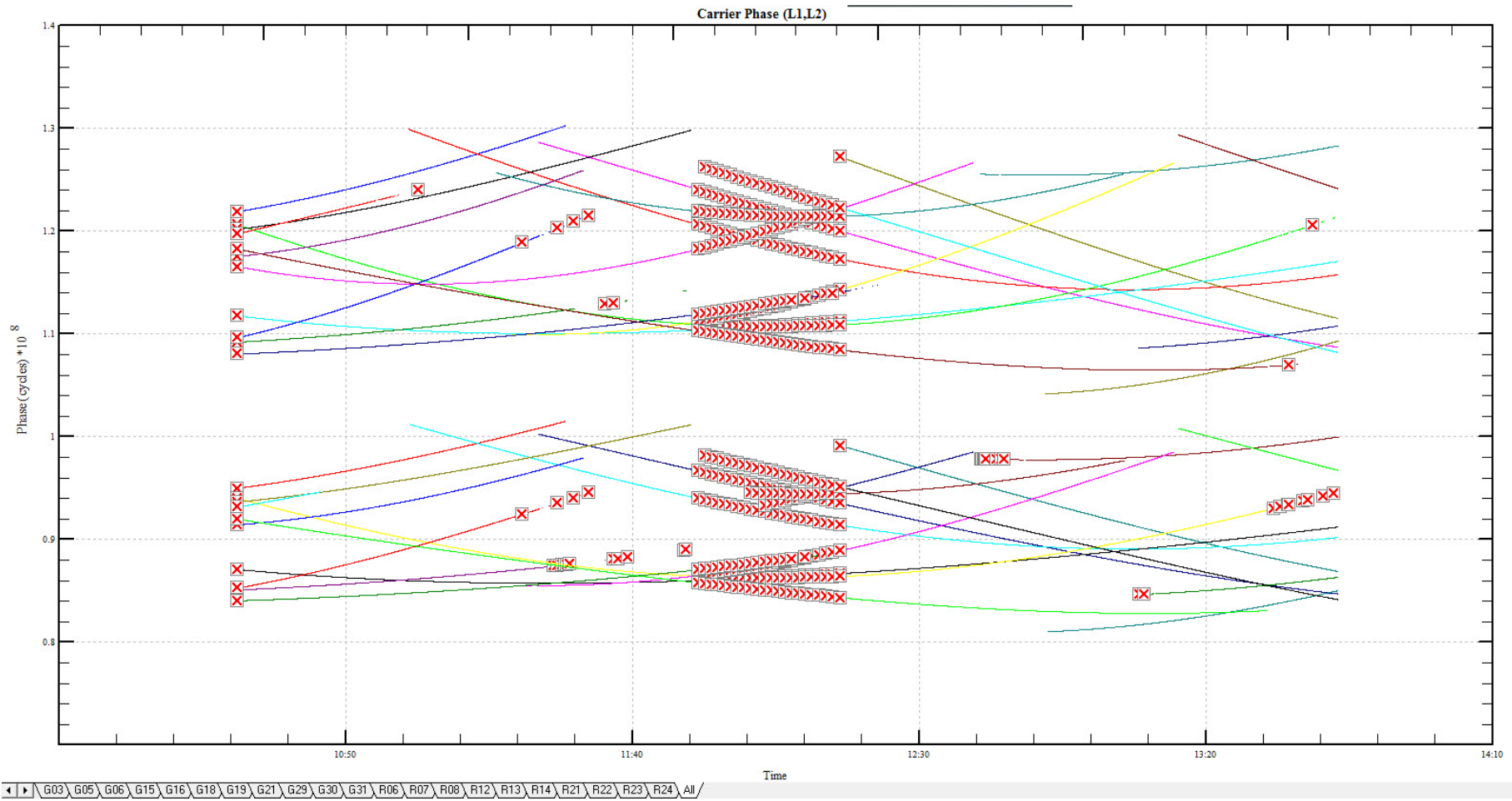
Γράφημα 6 Carrier Phase για κορυφή "1-Submarine" ημερομηνίας 6/11/2012



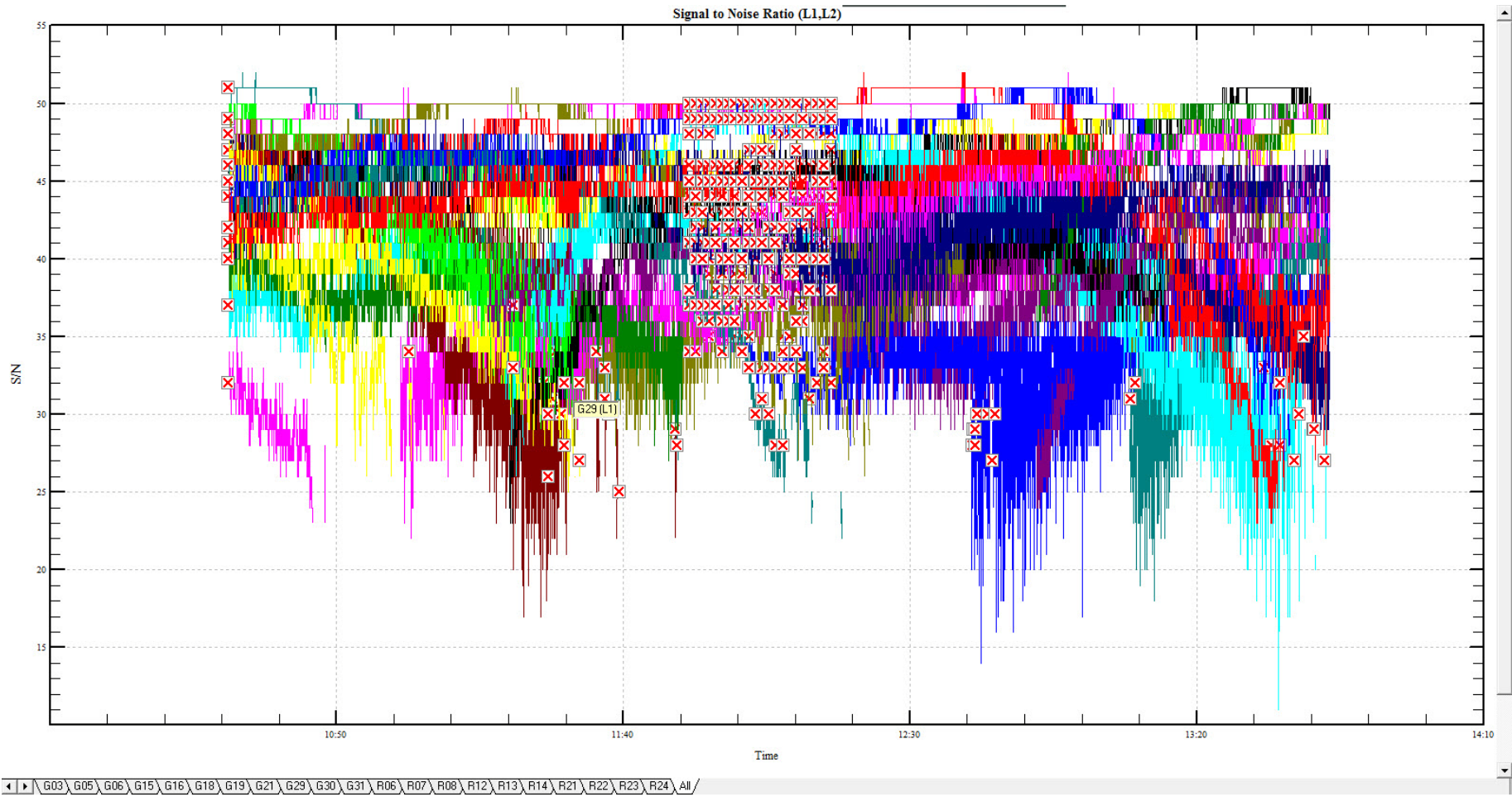
Γράφημα 7 Signal to Noise Ratio για κορυφή "1-Submarine" ημερομηνίας 6/11/2012



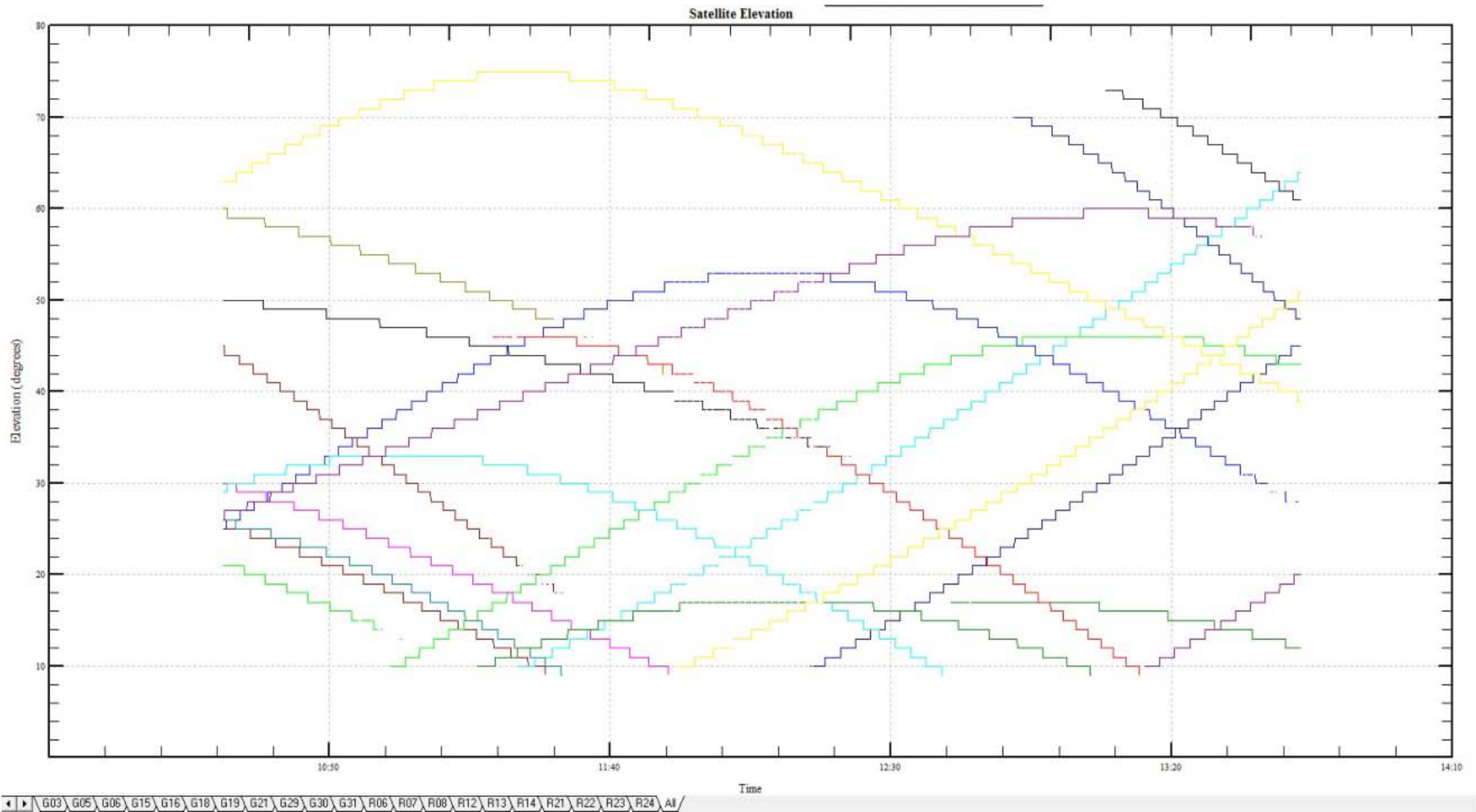
Γράφημα 8 Satellite Elevation για κορυφή "1-Submarine" ημερομηνίας 6/11/2012



Γράφημα 9 Carrier Phase για κορυφή “9-Kaminada” ημερομηνίας 6/11/2012



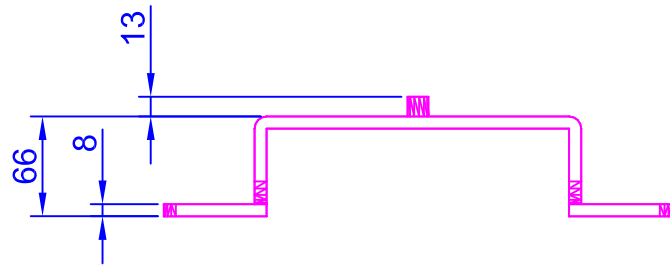
Γράφημα 10 Signal to Noise Ratio για κορυφή “9-Καμινάδα” ημερομηνίας 6/11/2012



Γράφημα 11 Satellite Elevation για κορυφή "9-Kaminada" ημερομηνίας 6/11/2012

10 Παράρτημα Δ

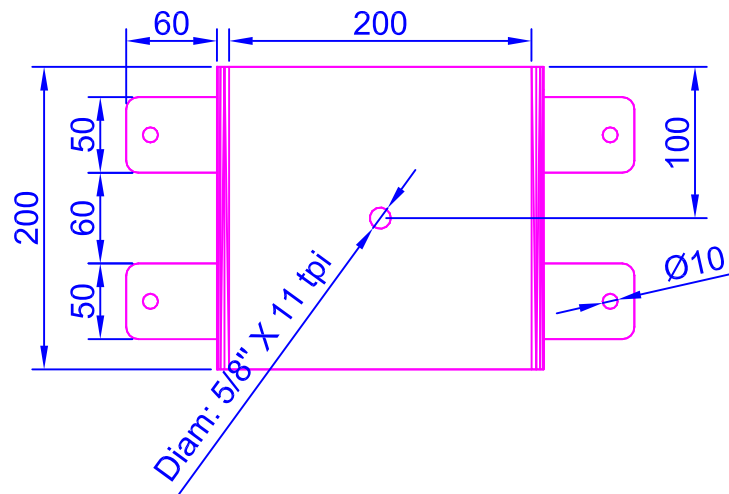
10.1 Κατασκευαστικά Σχέδια



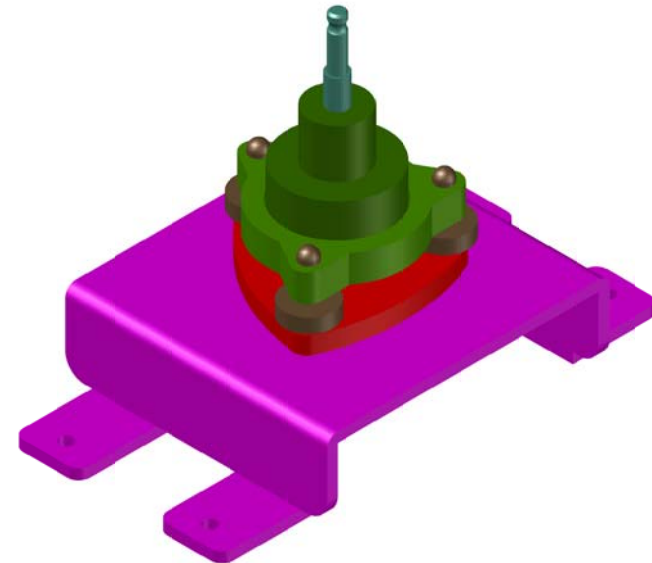
Scale 1:5




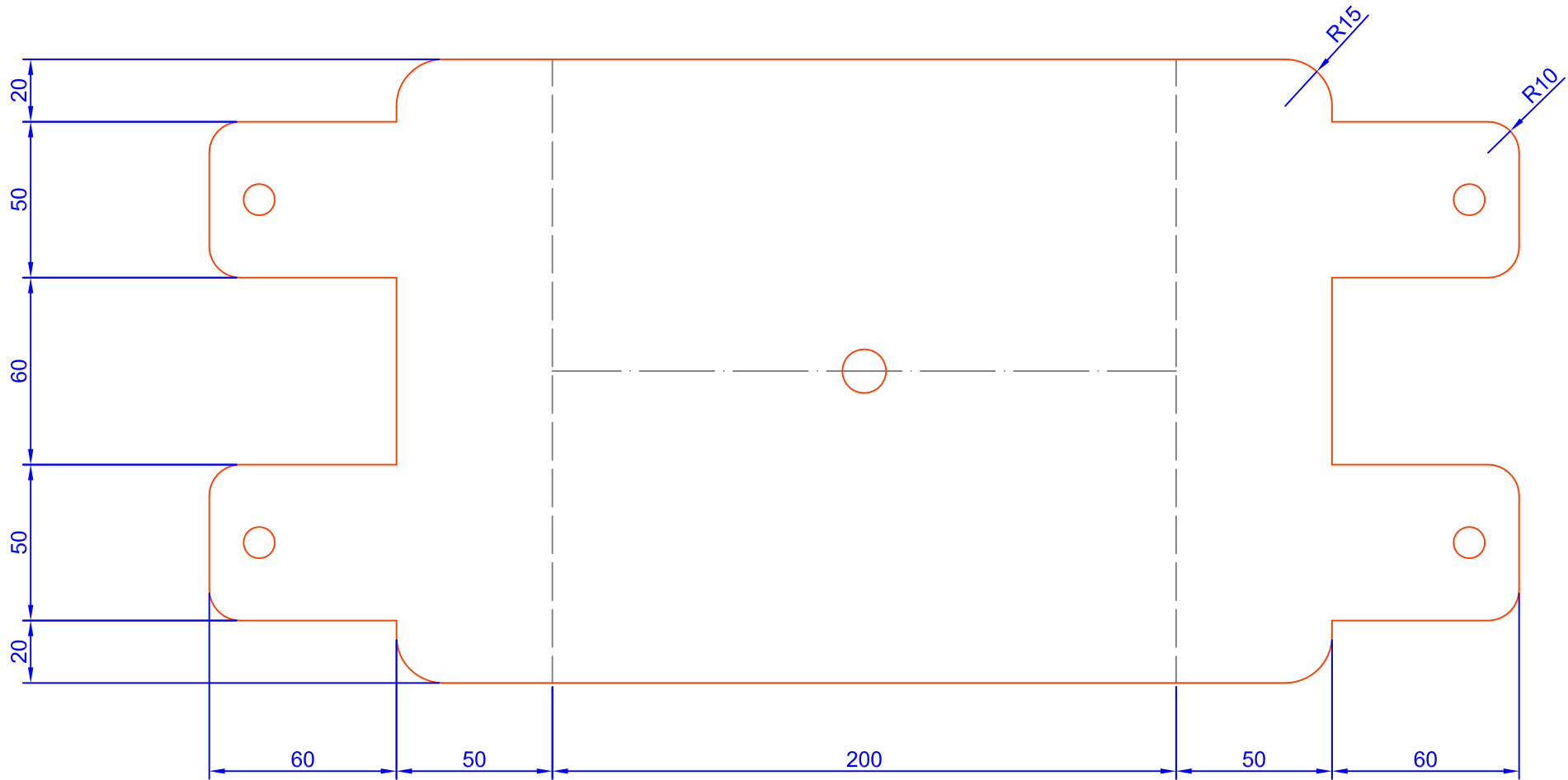
Scale 1:5



Scale 1:5




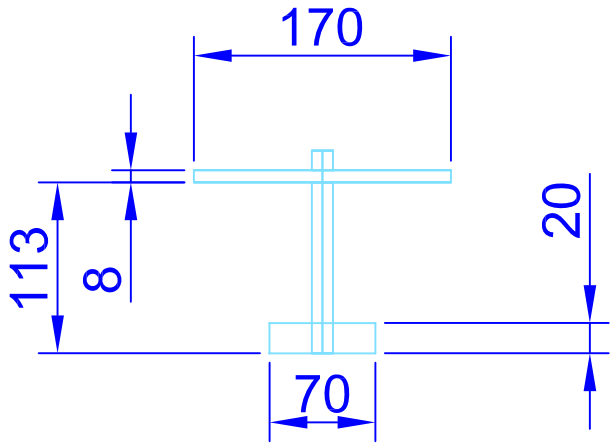
Σχέδιο/Drawn Κ. Κων/Θνς	Ελέγχας/Checked ---	Εγκριση/Approved ---	Ημερομηνία/Date 27/6/2012	Κλίμακα/Scale 1:5
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΠΡΟΥ	 ELECTRICITY AUTHORITY OF CYPRUS	Τίτλος/Title ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Η/Σ ΒΑΣΙΚΟ Βάση για κεραία GNSS		
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ/HEAD OFFICE		Αρ. Σχεδίου/Drawing No VasNet001	Εκδ./Edition 0	Φύλ./Sheet 1/1
Όνομα Αρχείου/Filename GPS_TPS_Brackets_V01_P01.dwg		Φύλ./Layout		Α4_p01.pdf



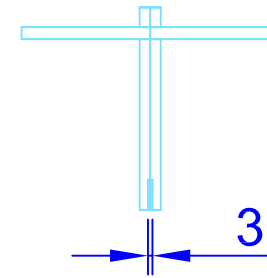
Σημειώσεις

- Πάχος λαμαρίνας: 6 mm
- Υλικό: Stainless Steel
- Η βίδα στη μέση της βάσης θα είναι 5/8" X 11 τρι από stainless Steel όχι κολλημένη
- Η βάση που θα στηρίζεται το τρικόχλιο θα πρέπει να είναι επίπεδη

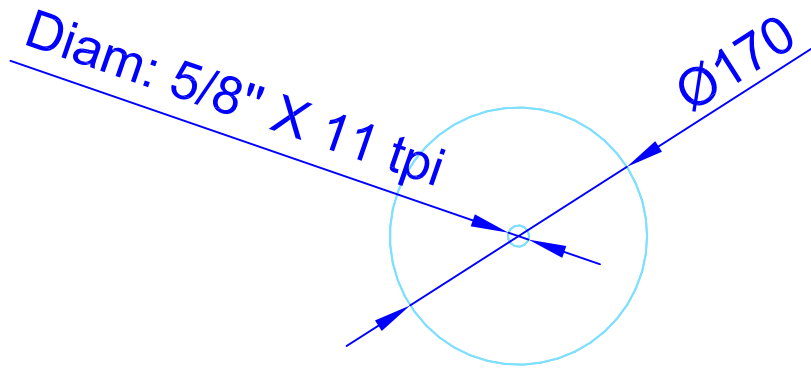
Σχέδιο/Drawn Κ. Κων/Θης	Ελέγχος/Checked ---	Εγκριση/Approved ---	Ημερομηνία/Date 27/6/2012	Κλίμακα/Scale 1:2
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΠΡΟΥ		ELECTRICITY AUTHORITY OF CYPRUS	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Η/Σ ΒΑΣΙΑΙΚΟ Βάση για κεραία GNSS Ανάπτυγμα	
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ/HEAD OFFICE			Αρ. Σχεδίου/Drawing No VasNet002	Εκδ./Edition 0
Φύλ./Sheet 1/1				Φύλ./Layout AK_p02.pdf
Όνομα Αρχείου/Filename GPS_TPS_Brackets_V01_P01.dwg				



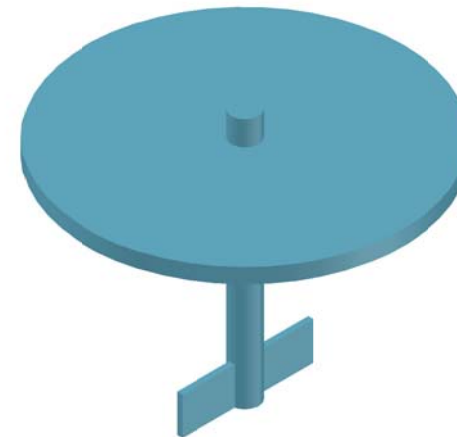
Scale 1:5



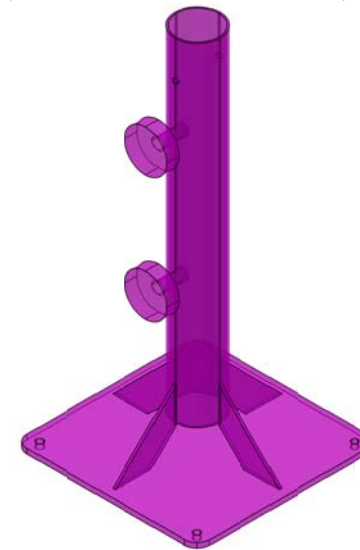
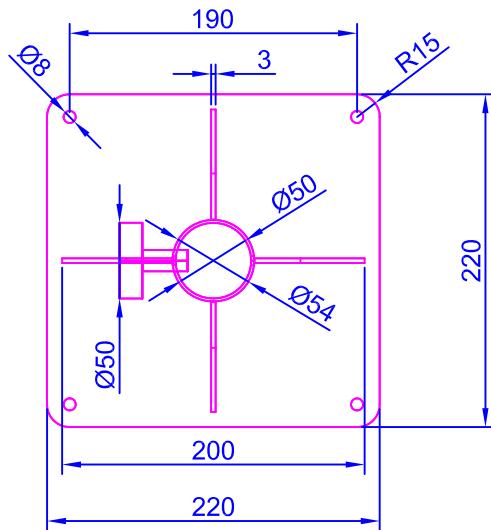
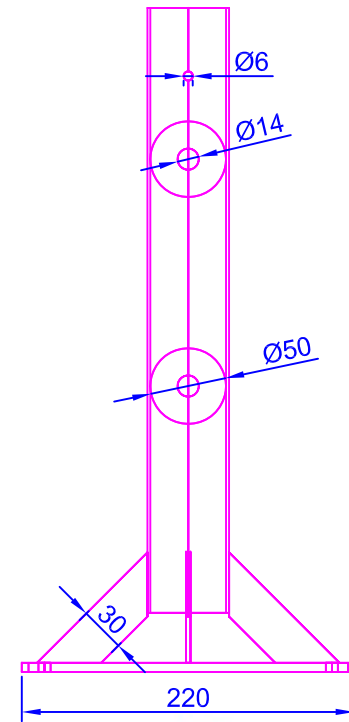
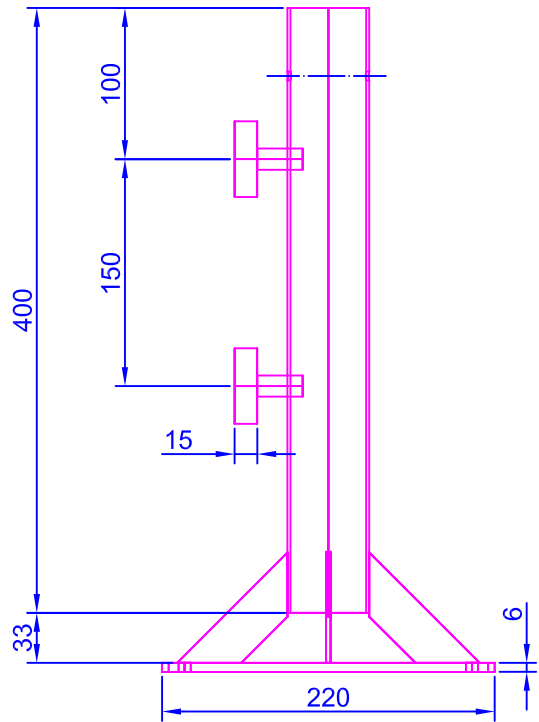
Scale 1:5




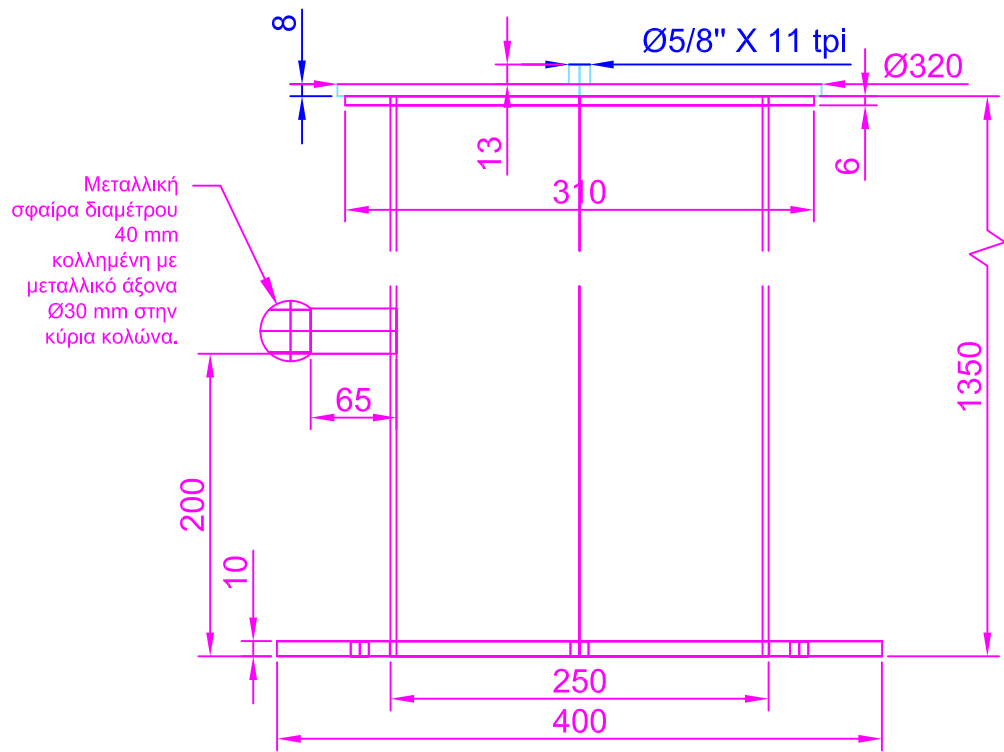
Scale 1:5



Σχέδιο/Drawn Κ. Κων/δης	Ελέγχος/Checked ---	Εγκριση/Approved ---	Ημερομηνία/Date 27/6/2012	Κλίμακα/Scale 1:5
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΠΡΟΥ		ELECTRICITY AUTHORITY OF CYPRUS	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ Βάση για κεραία GNSS με δυνατότητα πάκτωσης	
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ/HEAD OFFICE			Αρ. Σχεδίου/Drawing No VasNet003	Εκδ./Edition 0
Φύλλο/Sheet 1/1				Φύλλο/Layout M4_p03.pdf
Όνομα Αρχείου/Filename GPS_TPS_Brackets_V01_P01.dwg				



Σχέδιο/Drawn Κ. Κων/Θνς	Ελέγχας/Checked ---	Εγκριση/Approved ---	Ημερομηνία/Date 27/6/2012	Κλίμακα/Scale 1:5
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΠΡΟΥ		ELECTRICITY AUTHORITY OF CYPRUS	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ Βάση για βοηθητικό εξοπλισμό GNSS	
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ/HEAD OFFICE			Αρ. Σχεδίου/Drawing No VasNet004	Εκδ./Edition 0
Φύλ./Sheet 1/1				Φύλ./Layout A4_p04.pdf
Όνομα Αρχείου/Filename GPS_TPS_Brackets_V01_P01.dwg				

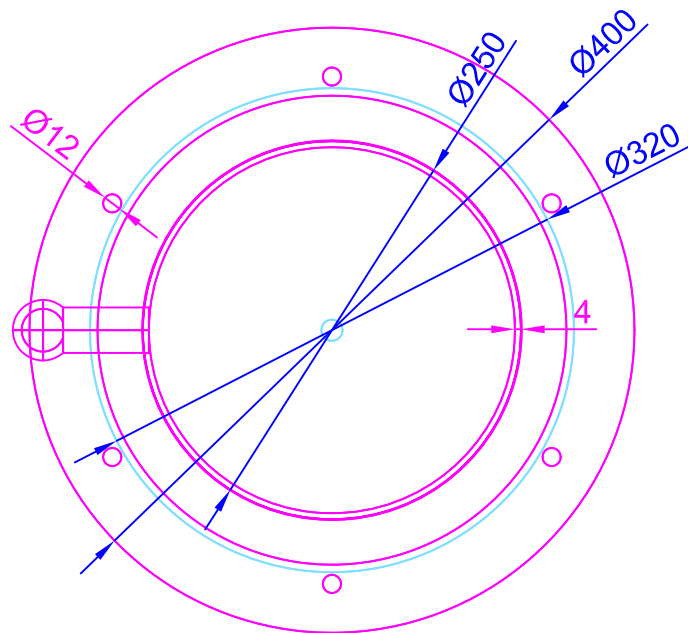
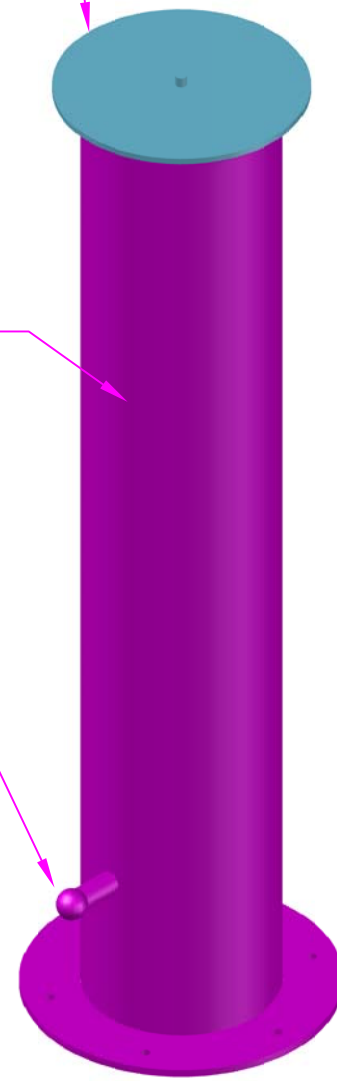


Μεταλλική σφαίρα διαμέτρου 40 mm κολλημένη με μεταλλικό άξονα Ø30 mm στην κύρια κολώνα.


Stainless Steel πάχους 8 mm. Να στερεωθεί στην κολώνα περιμετρικά με βίδες stainless steel.

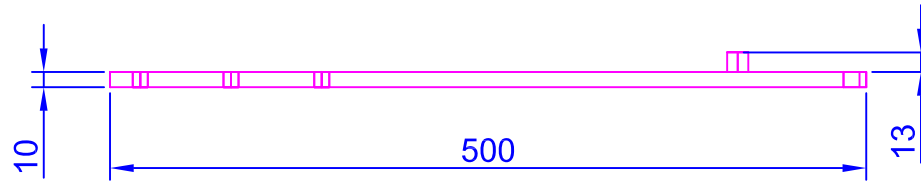
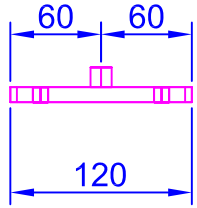
Η κολώνα να γαλβανιστεί μετά την συναρμολόγηση.

Μεταλλική σφαίρα διαμέτρου 40 mm κολλημένη με μεταλλικό άξονα Ø30 mm στην κύρια κολώνα.

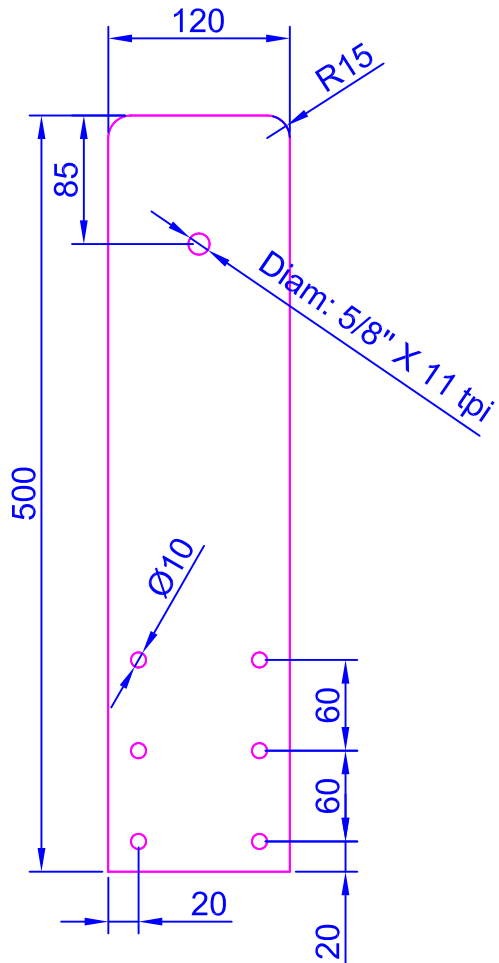


Scale 1:5

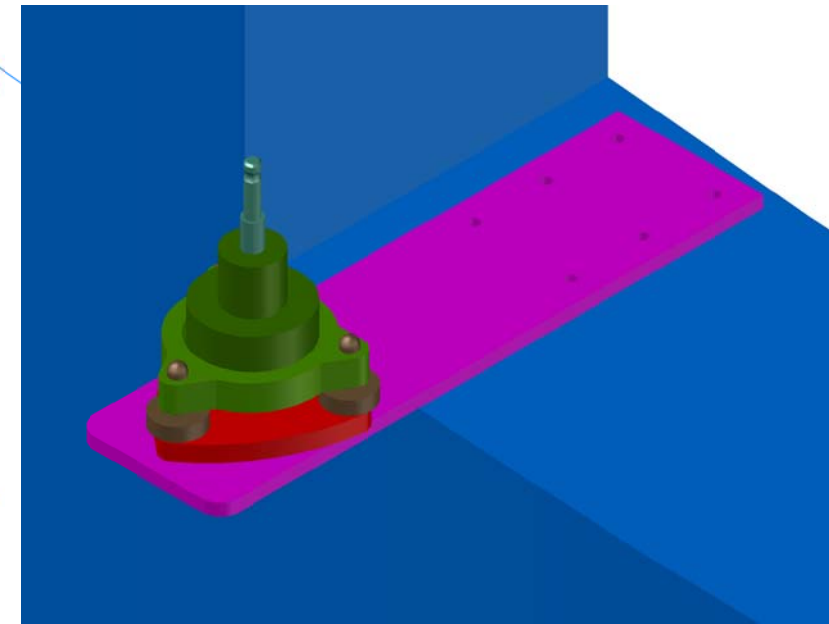
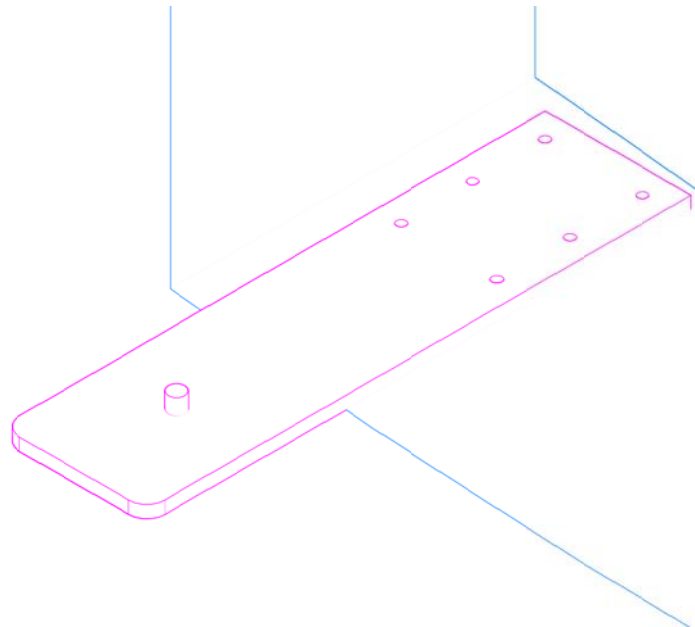
Σχέδιο/Drawn Κ. Κων/Θης	Ελεγχος/Checked ---	Εγκριση/Approved ---	Ημερομηνία/Date 27/6/2012	Κλίμακα/Scale 1:5
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΠΡΟΥ		ELECTRICITY AUTHORITY OF CYPRUS	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ Βάση για κεραία GNSS στο Σταθμό 1	
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ/HEAD OFFICE			Αρ. Σχεδίου/Drawing No VasNet005	Εκδ./Edition 0
Όνομα Αρχείου/File Name GPS_TPS_Brackets_V01_P01.dwg				Φύλλο/Sheet 1/1



Scale 1:5





Scale 1:5

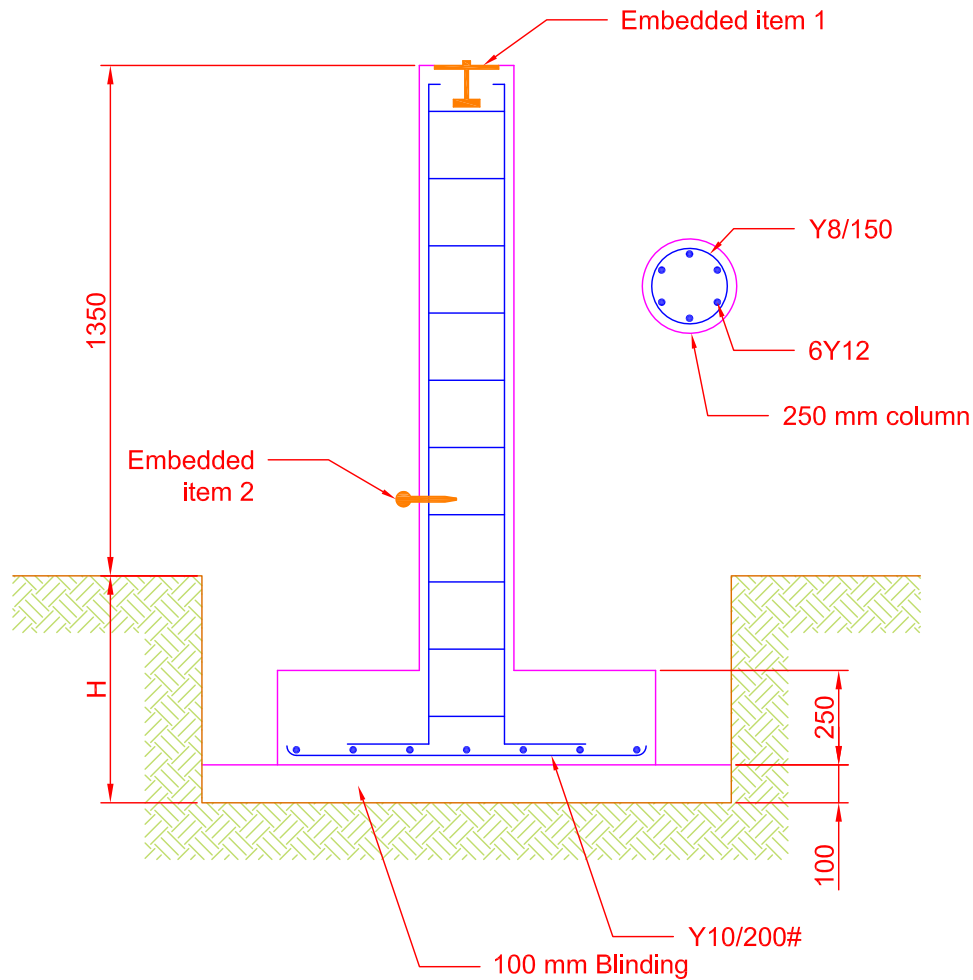


Σημειώσεις

- Πάχος λαμαρίνας: 10 mm
- Υλικό: Stainless Steel
- Η βίδα στη μέση της βάσης θα είναι 5/8" X 11 tpi από stainless Steel όχι κολλημένη
- Η βάση που θα στηρίζεται το τρικόχλιο θα πρέπει να είναι επίπεδη


Σχέδιο/Drawing Κ. Κων/Θνς	Ελεγχος/Checked ---	Εγκριση/Approved ---	Ημερομηνία/Date 27/6/2012	Κλίμακα/Scale 1:5
ΑΡΧΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΥΠΡΟΥ		ELECTRICITY AUTHORITY OF CYPRUS	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ Βάση για κεραία GNSS	
ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ/HEAD OFFICE			Αρ. Σχεδίου/Drawing No VasNet006	Εκδ./Edition 0
Όνομα Αρχαίου/Titlename GPS_TPS_Brackets_V01.dwg				Φύλλο/Sheet 1/1

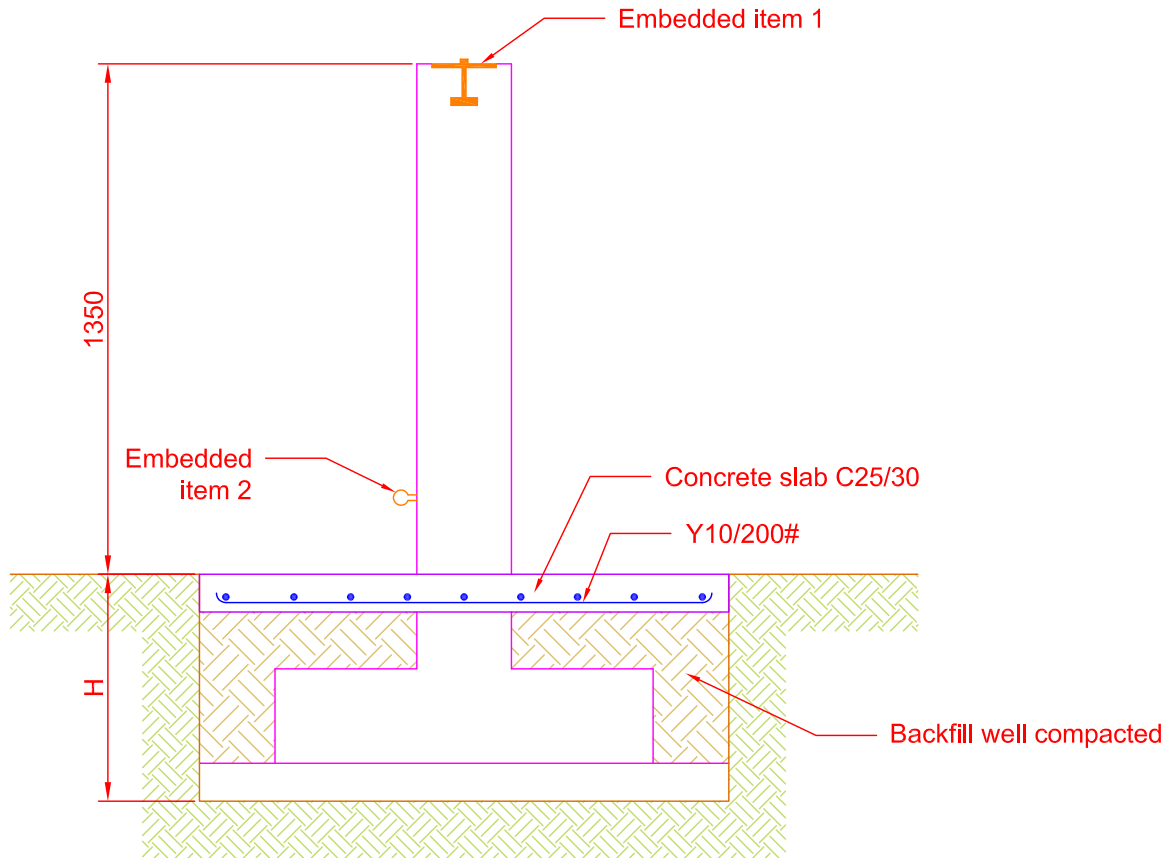
	VASILIKOS POWER STATION	RECONSTRUCTION PROJECTS
- SITE INSTRUCTION -		
Contractor: IACOVOU BROTHERS (CONSTRUCTIONS) LTD		
Project Name: Civil Engineering and Building Works (stage 3)		Contract No: 142/2011
Location: Steam Turbines Units 1, 2 & 3.		
S.I: 012	Title: Surveying Stations	Date: 23/7/2012
<p>INSTRUCTION:</p> <p>Construct 7 No. Surveying Stations as shown in the attached sketch. Three of them to be located on the mountain west of the Station and the rest to be located inside the Station boundaries. Exact locations will be indicated by the Engineer's Representative.</p> <p>Keep daily records and submit in time as Dayworks.</p>		
Required Commencement:		Actual Commencement:
Required Completion:		Actual Completion:
Instruction issued by:	Name: Sotos Nicolaou Signature: 	Title: Engineer's Representative
Copies:	Contractor Other	File
<u>Engineer's confirmation/comments for satisfactory completion</u>		



Notes:

1. Type A: H = 500 mm, Footing 1000x1000 mm
2. Type B: H = 1500 mm, Footing 1250x1250 mm
3. Total No. of columns 7, 5No type A and 2No type B
4. Concrete Grade: C25/30
5. Embedded items 1&2 to be supplied by EAC
6. Embedded item 2 will be fitted to the position defined later on site

Σχέδιο/Drawn Κωνσταντίνος Κωνσταντίνιδης	Ελεγχος/Checked --	Εγκριση/Approved Χρίστος Σταύρου	Ημερομηνία/Date 20/7/2012	Κλίμακα/Scale 1:20
 Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου Electricity Authority of Cyprus	Τίτλος/Title ΒΑΘΡΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ στον Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ			
	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ	Αρ. Σχεδίου/Drawing No SI 012	Εκδ./Edition 1	Φύλ./Sheet 1
Ονομα Αρχείου/Filename Z:\Docs\Projects_CUT\05_Diplomatiki\Vasiliko\02_PreWork\DWGs\Vas_StationBases_V01.dwg				Φύλ./Layout SL_012_A4



Σχέδιο/Drawn

Κωνσταντίνος Κωνσταντίνιδης

Ελεγχος/Checked

--

Εγκριση/Approved

Χρίστος Σταύρου

Ημερομηνία/Date

20/7/2012

Κλίμακα/Scale

1:20



Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου
Electricity Authority of Cyprus

Τίτλος/Title

**ΒΑΘΡΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ στον Η/Σ ΒΑΣΙΛΙΚΟ**

ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ

Αρ. Σχεδίου/Drawing No

SI 012

Εκδ./Edition

1

Φύλ./Sheet

2

11 Παράρτημα Ε

11.1 Τεκμηρίωση Εφαρμογής Διαχείρισης Δεδομένων Δικτύου

**Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και
Μηχανικών Γεωπληροφορικής**

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου



Κωνσταντίνος Κωνσταντινίδης

**Τεκμηρίωση Εφαρμογής Διαχείρισης Τριδιάστατου
Γεωδαιτικού Δικτύου**

Απρίλιος 2013

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	1
1.1 Σκοπός Εφαρμογής	1
1.2 Σχήμα ΓεωΒάσης	1
1.3 Λειτουργικές Απαιτήσεις	2
2. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	4
2.1 Επιλογή Λογισμικού	4
2.2 Επιλογή του Τύπου και Μορφής αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων	4
2.3 Επιλογή περιβάλλοντος ανάπτυξης	6
2.4 Σχήμα Βάσης	6
2.5 Υποστηρικτικά Αρχεία – Δομή Συστήματος Αρχαιοθέτησης.....	7
2.5.1 Περιγραφή φακέλων πρώτου επιπέδου και υποφακέλων	8
3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	10
3.1 Γενικά	10
3.2 Error Trapping	10
3.3 Γεωτοποθετημένες Φωτογραφίες.....	10
3.4 Ασφάλεια Πρόσβασης στη Εφαρμογή	10
3.5 Καταχώρηση Νέας Κορυφής.....	12
4. ΠΑΡΑΛΗΨΕΙΣ	13
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	14

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1.1 Σκοπός Εφαρμογής

Σκοπός της εφαρμογής είναι η διαχείριση των δεδομένων των τριγωνομετρικών σημείων που συλλέχθηκαν κατά την διαδικασία υλοποίησης του τριγωνομετρικού δικτύου σε ένα κατάλληλο περιβάλλον GIS. Η έννοια κατάλληλο GIS είναι πολύ γενική οπότε και για να συγκεκριμενοποιήσουμε τις ανάγκες καταγράφηκαν, αξιολογήθηκαν και παρατίθενται πιο κάτω.

1.2 Σχήμα ΓεωΒάσης

Να δημιουργηθεί κατάλληλο σχήμα γεωβάσης ώστε να καλύπτει τις πιο κάτω ανάγκες:

- Καταχώρηση των πιο κάτω Δεδομένων για τις κορυφές
 - Μοναδικός Αναγνωριστικός Αριθμός για Κορυφή – *PointID*
 - Μοναδικό Όνομα Κορυφής – *St_Name*
 - Τοποθεσία Κορυφής – *AreaName*
 - Ημερομηνία Τοποθέτησης – *DateInstalled*
 - Γενικές Σημειώσεις για την Κορυφή– *Notes*
 - x σε τοπικό Σύστημα Συντεταγμένων - *Easting*
 - y σε τοπικό Σύστημα Συντεταγμένων - *Northing*
 - Ύψος από το Ελλειψοειδές - *EllHeight*
 - Ορθομετρικό Ύψος – *OrthoHeight*
 - Γεωγραφικό Μήκος σε Σύστημα Συντεταγμένων WGS84 – *Easting_Wgs84*
 - Γεωγραφικό Πλάτος σε Σύστημα Συντεταγμένων WGS84 – *Northing_Wgs84*
 - Τύπος Σήμανσης Κορυφής από προκαθορισμένες Τιμές – *St_Type*
 - Μοναδικός Αναγνωριστικός Αριθμός Κορυφές – *PointID*
 - Ημερομηνία μέτρησης - *DateMeasured*
 - Αναγνωριστικό του δικτύου που ανήκει η κορυφή – *ST_NetworkID*
 - Τυπική απόκλιση x – *sd_x*
 - Τυπική απόκλιση y – *sd_y*
 - Τυπική απόκλιση H – *sd_H*
- Στοιχεία για τις μετρημένες βάσεις

- Στοιχεία για τα μοναδιαία τρίγωνα που προέκυψαν για κάθε σειρά μετρήσεων
- Ελλείψεις σφάλματος για κάθε κορυφή
- Διανύσματα μετακινήσεων κάθε κορυφής
- Καταχώρηση των αποτελεσμάτων κάθε σειράς μετρήσεων
- Καταχώρηση Δεδομένων Γεωτοποθετημένων Φωτογραφιών
- Χωρική κλάση για Εγκαταστάσεις στον χώρο του Η/Σ Βασιλικό
- Ορθοφωτοχάρτης

1.3 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Η εφαρμογή πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη ώστε να εκτελεί τις πιο κάτω λειτουργίες:

- Διαδραστικό περιβάλλον δυναμικής χαρτογράφησης
 - Επιλογή επιθυμητής Κορυφής και πλοήγηση σε αυτή
 - Να μπορεί να έχει πρόσβαση στα χαρακτηριστικά δεδομένα της επιλεγμένης Κορυφής
 - Να μεταβάλλει την κλίμακα μέσα από συγκεκριμένο κατάλογο κλιμάκων
 - Θέαση της θέσης και κατεύθυνσης για τις γεωτοποθετημένες φωτογραφίες που συνοδεύουν το κάθε κορυφή
 - Δυνατότητα θέασης σε επιπλέον παράθυρο επιλεγμένων γεωτοποθετημένων φωτογραφιών
 - Δυνατότητα θέασης της επιλεγμένης γεωτοποθετημένης φωτογραφίας
 - Δυνατότητα θέασης επιλεγμένης γεωτοποθετημένης φωτογραφίας στην προκαθορισμένη εφαρμογή από το λειτουργικό σύστημα
- Διαδραστικό περιβάλλον δυναμικής παραγωγής Δελτίων Πεδίου για κάθε κορυφή
 - Δυναμική δημιουργία κατάλληλου Δελτίου Πεδίου για το επιλεγμένη κορυφή
 - Επιλογή της κλίμακας του χάρτη από προκαθορισμένες τιμές
 - Επιλογή του εύρους της πληροφορίας που θα παρουσιάζονται στο έντυπο Δελτίο Σημείου για την επιλεγμένη κορυφή
 - Αυτόματη τοποθέτηση του κατάλληλου σκαριφήματος για την επιλεγμένη κορυφή στην χαρτοσύνθεση.
- Γενικές απαιτήσεις
 - Πρόσβαση σε Εγχειρίδιο Χρήσης για την εφαρμογή
 - Πρόσβαση στην τεκμηρίωση της εφαρμογής

- Πρόσβαση σε Video χρήσης της εφαρμογής
- Σύστημα αποθήκευσης υποστηρικτικών Δεδομένων για την όλη εφαρμογή
- Σύστημα αποθήκευσης υποστηρικτικών Δεδομένων για την κάθε κορυφή όπως:
 - Φωτογραφίες
 - Σκαριφήματα
 - Γεωτοποθετημένες φωτογραφίες
 - Άλλα δεδομένα
- Πρόσβαση στον ηλεκτρονικό φάκελο κάθε κορυφής από τον Διαδραστικό Χάρτη

2. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

2.1 Επιλογή Λογισμικού

Για την υλοποίηση της εφαρμογής απαιτείται λογισμικό που να προσφέρει δυνατότητες GIS. Στην ΑΗΚ, που είναι και ο τελικός χρήστης, είναι σε χρήση το λογισμικό ArcGIS έκδοση 9.3.1 οπότε και αποφασίστηκε ώστε να χρησιμοποιηθεί αυτό.

Πλεονεκτήματα της χρήσης του συγκεκριμένου λογισμικού είναι:

- Ελάχιστη ως καθόλου καμπύλη μάθησης αφού είναι ένα από τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται σε μαθήματα στο τμήμα
- Τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές στην ΑΗΚ εύκολα χωρίς οποιαδήποτε μετατροπή
- Μπορεί να γίνει οποιαδήποτε επέκταση ή τροποποίηση της παραδοτέας εφαρμογής εύκολα αφού
 - τα εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών είναι ενσωματωμένα στο λογισμικό
 - το λογισμικό και οι δυνατότητες του είναι γνωστές
 - υφιστάμενα εργαλεία του λογισμικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να επεκτείνουν τις δυνατότητες της εφαρμογής

Μειονεκτήματα

- Το κόστος του λογισμικού ArcGIS 9.3.1 είναι απαγορευτικό για ιδιωτική χρήση
- Η εγκατάσταση του λογισμικού απαιτεί ηλεκτρονικό υπολογιστή με συγκεκριμένες τεχνικές δυνατότητες
- Υπερβολικές δυνατότητες αν είναι μόνο για να χρησιμοποιηθεί για την συγκεκριμένη εφαρμογή

2.2 Επιλογή του Τύπου και Μορφής αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων

Οι επιλογές του τύπου αποθήκευσης των γεωγραφικών δεδομένων ουσιαστικά υπαγορεύονται από το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί. Αφού η επιλογή του λογισμικού έγινε και είναι το ArcGIS 9.3.1 μένει να δούμε τι επιλογές για αποθήκευση γεωγραφικών δεδομένων υπάρχουν.

Οι κύριες και επικρατέστερες επιλογές για αποθήκευση γεωγραφικών δεδομένων με το ArcGIS 9.3.1 είναι:

- Shape Files
- File Geodatabase
- Personal Geodatabase

Η χρήση *Shape Files* θεωρείται η βέλτιστη όσον αφορά στα γεωγραφικά δεδομένα αφού έχει επικρατήσει ως το πρότυπο. Είναι όμως στείρα επιλογή αφού δεν επιτρέπει την χρήση αναβαθμισμένων επιλογών όπως παροχή προκαθορισμένων τιμών σε χρήση σε συγκεκριμένα πεδία (Domains), τη χρήση συσχετίσεων μεταξύ Feature Classes (relationship classes) και γενικά τα θετικά της χρήσης συστήματος RDBMS. Το πλεονέκτημα είναι ότι αφού το Shape File έχει επικρατήσει ως πρότυπο για τα γεωγραφικά δεδομένα τότε επιτρέπει την χρήση των δεδομένων σε τρίτα λογισμικά.

Η χρήση *File Geodatabase* θεωρείται βέλτιστη επιλογή όσον αφορά σε γεωγραφικά δεδομένα μεγάλου όγκου (πέραν των 2Gb) για επεξεργασία μέσα από το λογισμικό ArcGIS αφού επιτρέπει τη συμπίεση των δεδομένων και την γρήγορη πρόσβαση και ανάκτηση δεδομένων. Τα πλεονεκτήματα του συγκρίνονται με τα παραδοσιακά RDBMS συστήματα για μικρές / προσωπικές εφαρμογές. Το μειονέκτημα του είναι ότι μια *File Geodatabase* αποτελείται από ένα μεγάλο σε αριθμό αρχείων κάτω από ένα φάκελο. Ο μεγάλος αριθμός αρχείων είναι επιρρεπείς σε σφάλματα αφού αν ένα αρχείο καταστραφεί τότε όλη η γεωβάση είναι άχρηστη. Για τον ίδιο λόγο δεν συνίσταται για εφαρμογές όπου απαιτείται μεταφορά, αντιγραφή της γεωβάσης συχνά (όπως σε memory sticks για εργασία πεδίου και πίσω στον σκληρό για επεξεργασία) χωρίς επιπρόσθετα εργαλεία επιβεβαίωσης της αντιγραφής.

Η χρήση *Personal Geodatabase* θεωρείται βέλτιστη επιλογή όσον αφορά σε γεωγραφικά δεδομένα μικρού ως μέτριου όγκου (λιγότερο των 2Gb). Τα πλεονεκτήματα του συγκρίνονται με τα παραδοσιακά RDBMS συστήματα για μικρές / προσωπικές εφαρμογές. Επιπρόσθετα επιτρέπει την επεξεργασία ή την ενσωμάτωση τρίτων σχέσεων (πινάκων) ή γραφικού περιβάλλοντος ή ακόμα την προσπέλαση σε χαρακτηριστικά δεδομένα των Feature Classes από Τρίτη εφαρμογή αφού το φόρμα αποθήκευσης είναι MS Access 2003. Ειδικά το τελευταίο είναι χρήσιμο σε μικρές, προσωπικές εφαρμογές αφού επιτρέπει την αξιοποίηση των γεωγραφικών δεδομένων σε περισσότερα του ενός συστήματα χωρίς μετατροπή τους. Η Personal Geodatabase είναι ουσιαστικά ένα αρχείο mdb με κατάλληλο σχήμα βάσης για να υποδέχεται γεωγραφικά δεδομένα. Οπότε σαν

ένα αρχείο είναι εύκολο στη διαχείριση και αντιγραφή από ένα μέσο φύλαξης σε άλλο εύκολα και σχετικά με ασφάλεια.

Για την δική μας εφαρμογή επιλέγηκε το *Personal Geodatabase* για την ευκολία στη χρήση που προσφέρει.

2.3 Επιλογή περιβάλλοντος ανάπτυξης

Η επιλογή του περιβάλλοντος ανάπτυξης εξαρτάται άμεσα από το λογισμικό που επιλέχθηκε. Το ArcGIS επιτρέπει ανάπτυξη εφαρμογών σε γλώσσες προγραμματισμού:

- .NET
- Java
- Visual C++
- Visual Basic
- VBA

Για την δική μας εφαρμογή επιλέγηκε η χρήση VBA αφού η εφαρμογή δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη και απαιτητική. Επιπρόσθετα η VBA επιτρέπει εύκολα την μεταφορά της εφαρμογής (portability) σε άλλους ηλεκτρονικούς υπολογιστές χωρίς επιπρόσθετες απαιτήσεις απλώς με την αντιγραφή συγκεκριμένων αρχείων δεδομένου ότι το λογισμικό έκδοσης 9.3 είναι εγκατεστημένο.

2.4 Σχήμα Βάσης

Ουσιαστικά απαιτείται να δημιουργηθούν δύο σημειακές Feature Classes. Μια για τα τριγωνομετρικά σημεία και μια για τα σημεία των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών. Για καλύτερη διαχείριση της βάσης δημιουργήθηκαν δύο DataSets το ένα για τα γενικά δεδομένα που προσθέτουν απλά περιεχόμενο στη χαρτοσύνθεση όπως τα όρια του Δήμου Λεμεσού και το Οδικό δίκτυο της περιοχής. Ένα δεύτερο DataSet δημιουργήθηκε για τα Τριγωνομετρικά Σημεία. Το Feature Class για τις γεωτοποθετημένες φωτογραφίες θα έπρεπε να είναι κάτω από το ίδιο DataSet όπως τα τριγωνομετρικά σημεία. Προέκυψε όμως πρόβλημα στην εφαρμογή φορτώματος των δεδομένων των φωτογραφιών στο Feature Class CUT_Photos που απαιτεί το Σύστημα Συντεταγμένων να είναι WGS84 και όχι CGRS93. Η διαφορά στο σύστημα συντεταγμένων απαγορεύει την τοποθέτηση του στο ίδιο DataSet. Να σημειωθεί ότι σε File Geodatabases και ArcSDE Geodatabases δεν υπάρχει αυτός ο περιορισμός.

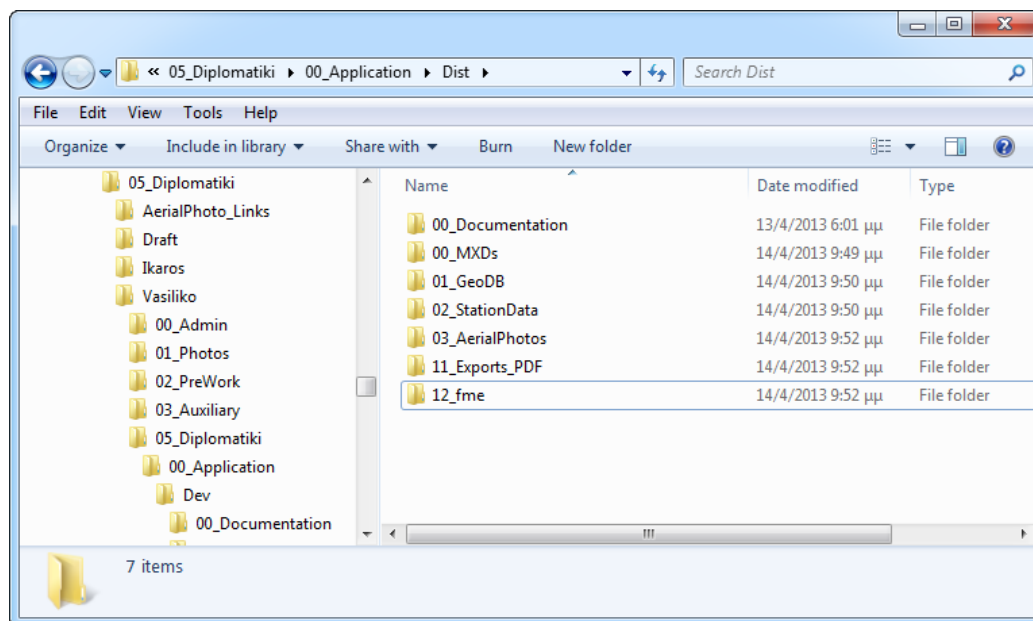
Εικόνα 1 απλουστευμένο σχήμα της Γεωβάσης

2.5 Υποστηρικτικά Αρχεία – Δομή Συστήματος Αρχαιοθέτησης

Παράλληλα με τα γεωγραφικά δεδομένα υπάρχει η ανάγκη αρχειοθέτησης και πρόσβασης στα υποστηρικτικά αρχεία. Υπάρχουν 5 κατηγορίες αρχείων:

- Αρχεία που αφορούν στην τεκμηρίωση της εφαρμογής – 00_Documentation
- Αρχεία που περιέχουν την χαρτοσύνθεση, το συμβολισμό και όλο τον κώδικα – 00_MXDs
- Αρχεία που αφορούν στην γεωβάση – 01_GeoDB
- Αρχεία που αφορούν το εκάστοτε τριγωνομετρικό σημείο όπως σκαρίφημα, γεωτοποθετημένες φωτογραφίες, απλές φωτογραφίες – 02_StationData
- Αρχεία που αφορούν στον ορθοφωτοχάρτη που χρησιμοποιήθηκε – 03_AerialPhoto

Στην εικόνα πιο κάτω παρουσιάζεται το πρώτο επίπεδο των φακέλων του συστήματος αρχειοθέτησης.



Εικόνα 2 Δομή Φακέλων Πρώτου Επιπέδου της εφαρμογής

Για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής όλοι οι φάκελοι πρέπει να βρίσκονται στη θέση τους κατά προτίμηση σε έναν ενσωματωμένο μέσο αποθήκευσης για μεγαλύτερη

ταχύτητα και όχι από εξωτερική μονάδα αποθήκευσης αφού ο ορθοφωτοχάρτης που φορτώνεται είναι αρκετά μεγάλος.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε για τα υποστηρικτικά αρχεία εκάστοτε τριγωνομετρικού σημείου αφού η εφαρμογή αφορά στη διαχείριση τους.

Οπότε για το κάθε σημείο δημιουργήθηκε ο δικός του φάκελος με υποφακέλους όπως φαίνεται στη Εικόνα 3 πιο κάτω. Ο φάκελος του κάθε σημείου φέρει το όνομα "Point_###", όπου ### ο μοναδικός αριθμός του κάθε σημείου από το πεδίο "PointID". Το αποτέλεσμα είναι το όνομα του κάθε φακέλου να είναι μοναδικό μέσα στο φάκελο "02_StationData". Έγινε πρόνοια για την δυνατότητα φύλαξης μέχρι 999 σημείων αφού το όνομα του φακέλου είναι της μορφής Point_###.

2.5.1 Περιγραφή φακέλων πρώτου επιπέδου και υποφακέλων

2.5.1.1 00_Documentation

Περιέχει τα αρχεία για τον οδηγό χρήσης της εφαρμογής, το παρόν κείμενο με την τεκμηρίωση της εφαρμογής και αρχεία για Video με παραδείγματα για τη χρήση της εφαρμογής. Για όλα τα αρχεία υπάρχει πρόσβαση από την εργαλειοθήκη που δημιουργήθηκε μέσα από το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής.

2.5.1.2 00_MXDs

Περιέχει το αρχείο που θα εκκινεί η εφαρμογή μέσα από το λογισμικό ArcGIS 9.3. το όνομα του αρχείου είναι *CUT_TrigonometricPoints.mxd*. Παράλληλα υπάρχει ένας υποφάκελος με το όνομα System και ο οποίος περιέχει το αρχείο *StreetMap.mxt* που καλείται όταν ο χρήστης δώσει λάθος κωδικό κατά την εκκίνηση της εφαρμογής.

2.5.1.3 01_GeoDB

Περιέχει μόνο το αρχείο *CUT_Stations_GDB.mdb* που είναι η γεωβάση στην οποία καταχωρούνται όλα τα γεωγραφικά δεδομένα.

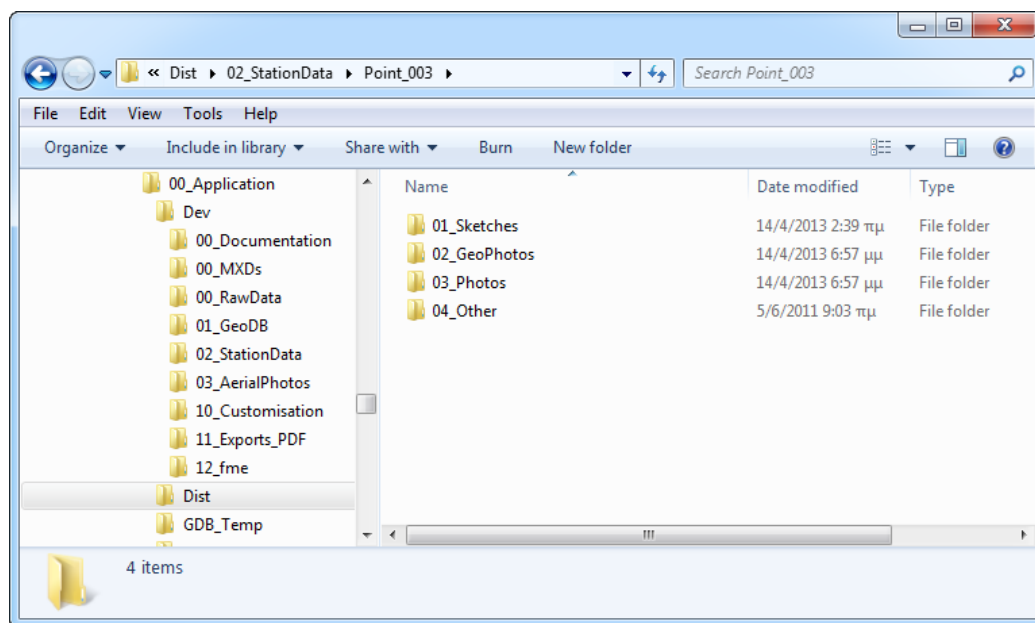
2.5.1.4 02_StationData\Point_###.

01_Sketches – για την αποθήκευση του σκαριφήματος για τον εντοπισμό του σημείου. Το αρχείο πρέπει να είναι της μορφής jpg και το όνομα του πρέπει να είναι Sketch_##, όπου ## ο μοναδικός αναγνωριστικός αριθμός του σημείου από το PointID.

02_GeoPhotos – για την αποθήκευση των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών που αφορούν το σημείο. Δεν απαιτείται από την εφαρμογή κάποιος ιδιαίτερος τρόπος αποθήκευσης. Η μόνη απαίτηση είναι να βρίσκονται στην τελική τους θέση κατά την διαδικασία φορτώματος των δεδομένων που βρίσκονται στο EXIF.

03_Photos – για την αποθήκευση οποιονδήποτε άλλων φωτογραφιών που δεν απαιτείται να είναι γεωτοποθετημένες όπως μια φωτογραφία του σημείου για αναγνώριση.

04_Other – επιπρόσθετος φάκελος, πρόνοια για οτιδήποτε άλλο απαιτείται να κρατηθεί για το σημείο



Εικόνα 3 Δομή υποφακέλων για ένα Σημείο

2.5.1.5 03_AerialPhotos

Φάκελος στον οποίο αποθηκεύονται τα αρχεία για τον ορθοφωτοχάρτη.

3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

3.1 Γενικά

Η εφαρμογή μπορεί να θεωρηθεί πλήρης για το σκοπό που έχει σχεδιαστεί όπως αναφέρεται πιο πάνω. Έχει δυνατότητες αυτοσυντήρησης αφού αρκετή λειτουργικότητα στηρίζεται στη δυναμική ανάκτηση στοιχείων από τα γεωγραφικά δεδομένα. Για παράδειγμα η συμπλήρωση του ονόματος του σημείου για την επιλογή σημείου στη εργαλειοθήκη παίρνει τιμές από το Feature Class, οπότε η μεταβολή ή η πρόσθεση νέου σημείου θα περιελήφθη με την επανεκκίνηση της εφαρμογής.

Κάποιες άλλες λειτουργίες όμως στηρίζονται τυφλά στην υφιστάμενη δομή (σχήμα βάσης) των δεδομένων. Οπότε μια αλλαγή στο σχήμα της βάσης ίσως να επηρεάσει την λειτουργία κάποιων συναρτήσεων. Για παράδειγμα τα στοιχεία σημείου που εκτυπώνονται στο Layout στηρίζονται σε συγκεκριμένα πεδία με συγκεκριμένο όνομα (πχ Easting, Northing, St_type,...) μια μεταβολή του ονόματος ενός πεδίου ή η διαγραφή κάποιου πεδίου θα επηρεάσει τον κώδικα.

3.2 Error Trapping

Έχει γίνει μερική πρόνοια για *Error Trapping* και ανάλογη προστασία της εφαρμογής αλλά δεν είναι εξονυχιστική. Οπότε αναμένεται να υπάρχουν κάποια σφάλματα που θα σταματούν την ροή του κώδικα.

3.3 Γεωτοποθετημένες Φωτογραφίες

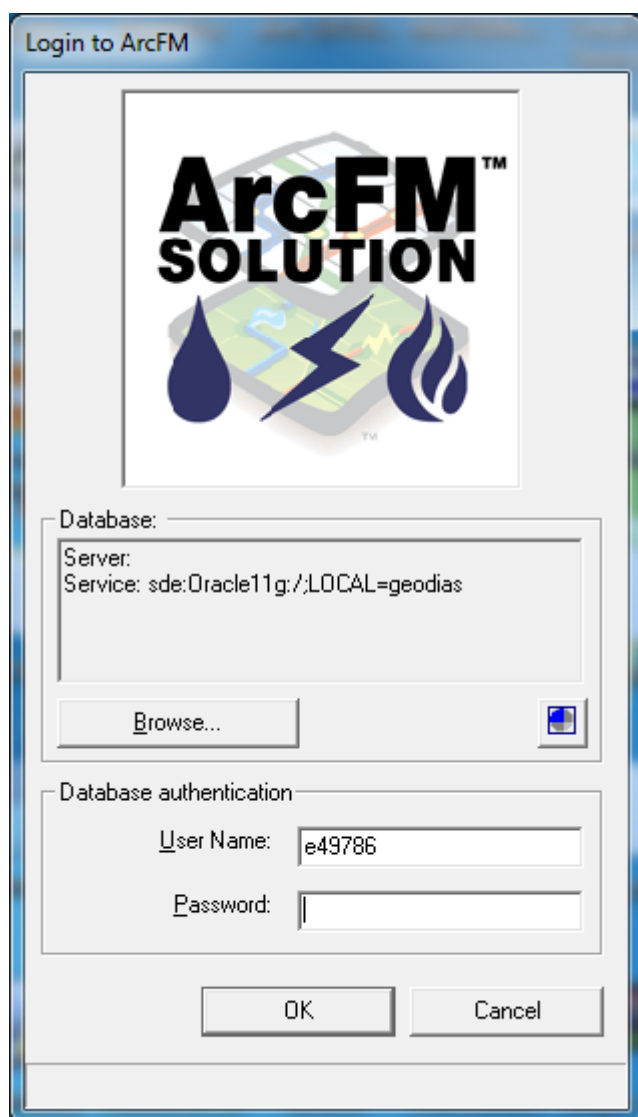
Για την εισαγωγή των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών αξιοποιήθηκε το λογισμικό Safe Feature Manipulation Engine όπου και σχεδιάστηκε κατάλληλο μοντέλο εργασία (workspace) για την μετάφραση των δεδομένων από τα EXIF headers κάθε φωτογραφίας σε σημειακή χωρική κλάση στο Feature Class "GeoPhotos".

3.4 Ασφάλεια Πρόσβασης στη Εφαρμογή

Ο έλεγχος των δικαιωμάτων του χρήστη είναι υπερβολικά απλός και ουσιαστικά αποτρέπει την άσκοπη χρήση της εφαρμογής από τρίτους άσχετους με το αντικείμενο. Ο έλεγχος ουσιαστικά γίνεται μόνον με την πληκτρολόγηση κωδικού πρόσβασης ενώ ο

κωδικός είναι ενσωματωμένος στον κώδικα της εφαρμογής και δεν μπορεί να μεταβληθεί ούτε από τον διαχειριστή της εφαρμογής εκτός και εάν επέμβει στον κώδικα. Δεν απαιτεί από τον χρήστη να καταχωρήσει το αναγνωριστικό του (Log in name) και κωδικό πρόσβασης (password). Επιπρόσθετα, η προστασία δεν εφαρμόζεται στο επίπεδο της γεωβάσης με αποτέλεσμα τα δεδομένα να είναι προσβάσιμα ακόμα και για επεξεργασία απευθείας από το ArcMAP.

Η ασφάλεια πρόσβασης θα αναβαθμιστεί σημαντικά όταν ενσωματωθεί το υφιστάμενο σχήμα στο εταιρικό περιβάλλον όπου τότε ο έλεγχος πρόσβασης του χρήστη θα γίνεται από την εταιρική γεωβάση (εικόνα 4).



Εικόνα 4 Η φόρμα πρόσβασης στο εταιρικό σύστημα

3.5 Καταχώρηση Νέας Κορυφής

Υπάρχει η δυνατότητα καταχώρησης νέας κορυφής όμως δεν υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας αυτόματα της δομής των φακέλων που απαιτούνται για τα υποστηρικτικά αρχεία για το νέο τριγωνομετρικό σημείο. Για το λόγο αυτό με την δημιουργία νέου τριγωνομετρικού σημείου ο χρήστης πρέπει να δημιουργεί στο φάκελο `..\02_StationData\` τους πιο κάτω φακέλους ώστε να καταχωρούνται τα υποστηρικτικά αρχεία που απαιτεί η εφαρμογή. Παράληψη της δημιουργίας των φακέλων θα προκαλέσει σφάλμα κατά την εκτέλεση του κώδικα.

Φάκελοι που επιβάλλεται να δημιουργούνται για κάθε νέο τριγωνομετρικό σημείο:

- `..\02_StationData\Point_###\01_Sketches`
- `..\02_StationData\Point_###\02_GeoPhotos`
- `..\02_StationData\Point_###\03_Photos`
- `..\02_StationData\Point_###\04_Other`

Όπου `###` το PointID του Σημείου.

4. ΠΑΡΑΛΗΨΕΙΣ

Δεν υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης στο Περιγραφικό Δελτίο και κάποιων προκαθορισμένων φωτογραφιών για να συμπληρώσουν το σκαρίφημα και να διευκολύνουν τον εντοπισμό του τριγωνομετρικού σημείου. Ο λόγος είναι ότι για να μπορέσει να υλοποιηθεί αυτό θα έπρεπε είτε το Περιγραφικό Δελτίο να είναι σε μέγεθος κόλλας A3 είτε να εκτυπώνεται σε δύο τουλάχιστον κόλλες A4. Η πρώτη λύση ήταν σχετικά εύκολα εφικτή στην υλοποίηση αλλά το παραγόμενο Περιγραφικό Δελτίο δεν θα ήταν λειτουργικό σε εργασίες πεδίου. Η δεύτερη λύση απαιτούσε μεγάλο χρόνο παραμετροποίησης του ArcMAP αφού εν γένει δεν υποστηρίζει πολλαπλές σελίδες, οπότε λόγω χρόνου περιοριστήκαμε στο σκαρίφημα μόνον.

11.2 Σχήμα Γεωβάσης

11.3 Εγχειρίδιο Χρήσης Εφαρμογής Διαχείρισης Δεδομένων Δικτύου

**Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και
Μηχανικών Γεωπληροφορικής**

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου



Κωνσταντίνος Κωνσταντινίδης

**Εγχειρίδιο Χρήσης Εφαρμογής
Διαχείρισης Τριδιάστατου Γεωδαιτικού Δικτύου**

Απρίλιος 2013

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	1
1.1 Σκοπός Εφαρμογής	1
1.2 Προαπαιτούμενα	1
1.3 Εγκατάσταση Εφαρμογής	1
2. ΧΡΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	2
2.1 Εκκίνηση Εφαρμογής	2
2.2 Προσαρμοσμένη Εργαλειοθήκη CUT	4
2.3 Δεδομένα του Χάρτη	5
2.4 Επιλογή Κορυφής Δικτύου.....	7
2.5 Θέαση Χαρακτηριστικών Δεδομένων για Κορυφή.....	8
2.6 Θέαση Φακέλου για Επιλεγμένο Τριγωνομετρικό Σημείο	9
2.7 Δημιουργία Περιγραφικού Δελτίου για Επιλεγμένο Τριγωνομετρικό Σημείο.....	10
2.8 Αξιοποίηση Γεωτοποθετημένων Φωτογραφιών.....	13
2.8.1 Πρόσβαση στα Στοιχεία κάθε Φωτογραφίας.....	13
2.8.2 Θέαση των Φωτογραφιών στο χάρτη και σε εξωτερικές εφαρμογές.....	14
2.9 Μοναδιαία τρίγωνα, βάσεις και ελλείψεις σφάλματος	17

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1.1 Σκοπός Εφαρμογής

Σκοπός της εφαρμογής είναι η διαχείριση των δεδομένων των κορυφών του τριδιάστατου γεωδαιτικού δικτύου στον Η/Σ Βασιλικό στο λογισμικό ArcGIS 9.3.1. Για πλήρη τεκμηρίωση της εφαρμογής ανατρέξετε στο κείμενο Τεκμηρίωσης.

1.2 Προαπαιτούμενα

Για να λειτουργεί η εφαρμογή απαιτείται η εγκατάσταση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του λογισμικού ArcGIS 9.3.1 έκδοση ArcView το ελάχιστον. Για τα αρχεία απαιτείται χώρος σε εσωτερικό μέσο αποθήκευσης τουλάχιστον 1,6 Gb.

1.3 Εγκατάσταση Εφαρμογής

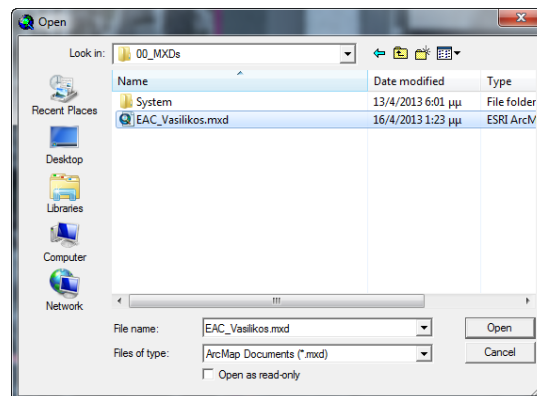
Η εγκατάσταση της εφαρμογής είναι ουσιαστικά η αντιγραφή των αρχείων από τον οπτικό δίσκο σε εσωτερικό μέσο αποθήκευσης. Για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής όλοι οι φάκελοι πρέπει να βρίσκονται στη θέση τους κατά προτίμηση σε έναν ενσωματωμένο μέσο αποθήκευσης για μεγαλύτερη ταχύτητα και όχι από εξωτερική μονάδα αποθήκευσης αφού ο ορθοφωτοχάρτης που φορτώνεται είναι αρκετά μεγάλος.

Αν ο χρόνος φορτώματος και λειτουργίας δεν είναι κρίσιμος, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εξωτερικό μέσο αποθήκευσης. Η δοκιμή σε σκληρό δίσκο με σύνδεση USB3 δίνει πολύ καλούς χρόνους.

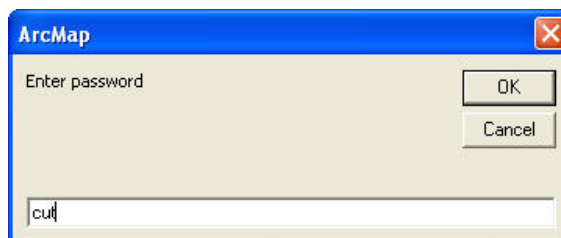
2. ΧΡΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

2.1 Εκκίνηση Εφαρμογής

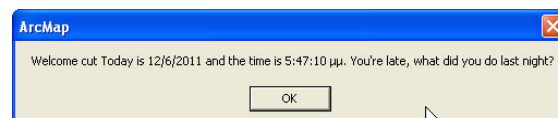
Για να εκκινήσει η εφαρμογή πρώτα εκκινούμε το ArcMAP 9.3.1 και ακολούθως από το μενού File επιλεγούμε την επιλογή Open. Από τον φάκελο ..\00_MXDs επιλέγουμε το αρχείο *EAC_Vasilikos.mxd*.



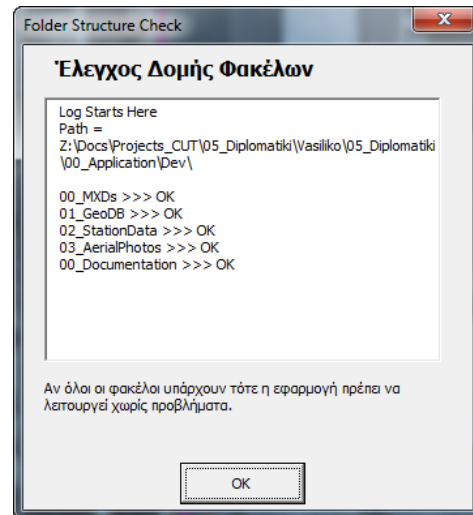
Μετά από κάποιο χρόνο ο οποίος είναι ανάλογος με το μέσο αποθήκευσης, αν είναι εσωτερικός ή εξωτερικός, θα παρουσιαστεί η καρτέλα για πληκτρολόγηση του κωδικού πρόσβασης στην εφαρμογή. Για το παρόν ο κωδικός πρόσβασης είναι *cut*.



Αν ο κωδικός είναι ορθός τότε θα παρουσιαστεί η καρτέλα που φαίνεται στα δεξιά.



Και ακολούθως θα γίνει αυτόματος έλεγχος της δομής των φακέλων πρώτου επιπέδου παρουσιάζοντας την καρτέλα όπως φαίνεται στα δεξιά. Αν όλοι οι φάκελοι πρώτου επιπέδου είναι στην θέση τους τότε για όλους θα υπάρχει το «OK» στα δεξιά και η εφαρμογή πρέπει να λειτουργεί χωρίς προβλήματα. Αν για κάποιο φάκελο παρουσιαστεί στα δεξιά «Missing» τότε κλείστε την εφαρμογή και επαναφέρετε τον φάκελο από τα πρωτογενή αρχεία που σας έχουν δοθεί.



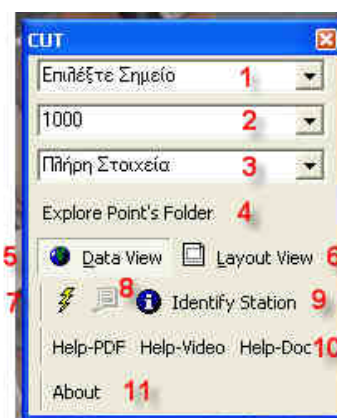
Σε περίπτωση που θα πληκτρολογήσετε λάθος κωδικό πρόσβασης η εφαρμογή θα κλείσει και θα ανοίξει άλλη χαρτοσύνθεση με το οδικό δίκτυο μόνον.

2.2 Προσαρμοσμένη Εργαλειοθήκη CUT

Για της ανάγκες της εφαρμογής έχει υλοποιηθεί μια καινούργια εργαλειοθήκη με όνομα CUT και η οποία είναι ενσωματωμένη στο αρχείο EAC_Vasilikos.mxd. Μόλις γίνει αποδεκτός ο κωδικός πρόσβασης τότε θα ανοίξει ο χάρτης με την εργαλειοθήκη να επιπλέει πάνω από τον χάρτη. Σε περίπτωση που στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν δύο οθόνες συνδεδεμένες τότε η εργαλειοθήκη θα παρουσιαστεί στην κύρια οθόνη ανεξάρτητα σε ποια οθόνη θα εμφανιστεί το κύριο παράθυρο του λογισμικού.




Η εργαλειοθήκη παρέχει πρόσβαση στις πιο κάτω επιλογές:

- 1 - κατάλογος με τα διαθέσιμα Τριγωνομετρικά Σημεία
- 2 – κατάλογος με προκαθορισμένες τιμές κλίμακας
- 3 – επιλογές για την λεπτομέρεια στην εμφάνιση των χαρακτηριστικών δεδομένων του επιλεγμένου σημείου στο «Περιγραφικό Δελτίο»
- 5 – επιλογή για δυναμικό χάρτη – Data View
- 6 – επιλογή για «Περιγραφικό Δελτίο» - Layout View
- 7 – Εργαλείο ενεργοποίησης Υπερσυνδέσεων (Hyperlinks)
- 8 – Εργαλείο HTML Popur – Λειτουργεί με τις γεωτοποθετημένες φωτογραφίες
- 9 – Εργαλείο Identify προσαρμοσμένο να αναγνωρίζει μόνον τα Τριγωνομετρικά Σημεία
- 10 – Επιλογές για βοήθεια όπως:
 - Πρόσβαση στο Εγχειρίδιο Χρήσης
 - Πρόσβαση σε Video Χρήσης
 - Πρόσβαση στη Τεκμηρίωση της εφαρμογής
- 11 – Παρουσίαση της καρτέλας με τις πληροφορίες της εφαρμογής



2.3 Δεδομένα του Χάρτη

Στον χάρτη περιλαμβάνονται τα πιο κάτω δεδομένα όπως φαίνονται στη εικόνα 1.

-  **Η/Σ Βασιλικό - Τριδιάστατο Δί**
 - Διάνυσμα μετακινήσεων κορυφών
 - ΑΗΚ-Κορυφές Δικτύου
 - 
 - Ελλείψεις σφάλματος
 - Βάσεις Δικτύου
 - Φάση1-Μοναδιαία Τρίγωνα
 - Φάση2-Μοναδιαία Τρίγωνα
 - GeoPhotos
 - 
- Power Station Data**
 - T_Fence
 - T_Building
 - T_ElectricStation
- Οδικό Δίκτυο
- Ορθοφωτοχάρτης

Εικόνα 1

Διάνυσμα μετακινήσεων κορυφών – παρουσιάζει με γραφικό τρόπο και σε μεγέθυνση 1000 φορές με διανύσματα τη μετακίνηση κάθε κορυφής, τύπου Γραμμική Χωρική Κλάση

ΑΗΚ – Κορυφές Δικτύου – είναι τα οι κορυφές του γεωδαιτικού δικτύου που έχουν υλοποιηθεί, τύπου Σημειακή Χωρική Κλάση.

Ελλείψεις Σφάλματος – παρουσιάζει τα στατιστικά στοιχεία για κάθε αποτέλεσμα και για κάθε κορυφή με χρήση ελλείψεων, τύπος Επιφανειακή Χωρική Κλάση

Βάσεις Δικτύου - παρουσιάζει και δίδει πρόσβαση στα στατιστικά στοιχεία κάθε βάσης που μετρήθηκε για κάθε σειρά μετρήσεων, τύπου Γραμμική Χωρική Κλάση

Φάση 1 – Μοναδιαία Τρίγωνα – παρουσιάζει και δίδει πρόσβαση στα στατιστικά στοιχεία των μοναδιαίων τριγώνων που μετρήθηκαν κατά την πρώτη Φάση μετρήσεων, τύπου Επιφανειακής Χωρικής Κλάσης

Φάση 2 – Μοναδιαία Τρίγωνα – παρουσιάζει και δίδει πρόσβαση στα στατιστικά στοιχεία των μοναδιαίων τριγώνων που μετρήθηκαν κατά την δεύτερη Φάση μετρήσεων, τύπου Επιφανειακής Χωρικής Κλάσης

Power Station Data – Δεδομένα που αφορούν στις εγκαταστάσεις στον χώρο του Η/Σ Βασιλικό. Τα δεδομένα αυτά ενημερώνονται από τα εξουσιοδοτημένα άτομα και δεν ανήκουν στην εφαρμογή αυτή.

GeoPhotos – είναι οι θέσεις και τα χαρακτηριστικά δεδομένα των γεωτοποθετημένων φωτογραφιών που έχουν παρθεί για το κάθε σημείο, τύπου Σημειακή Κλάση προσαρμοσμένη.

Οδικό Δίκτυο – για εμπλουτισμό του χάρτη έχει τοποθετηθεί γραμμική κλάση με το Οδικό δίκτυο της περιοχής

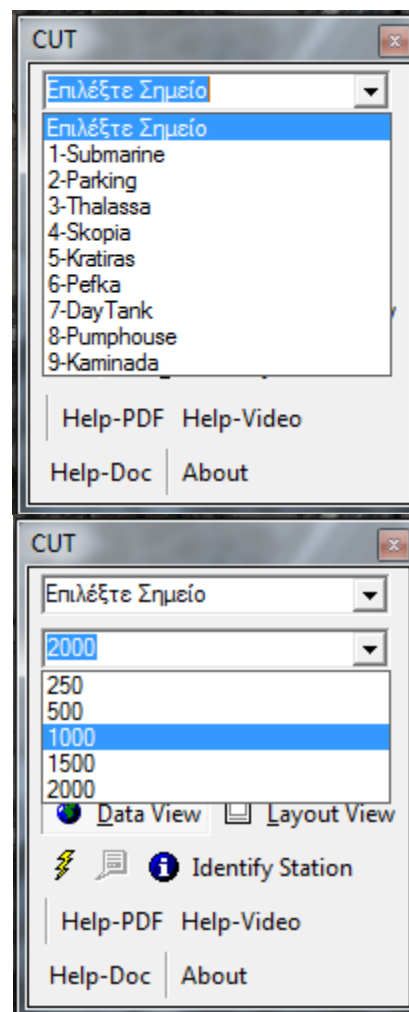
Ορθοφωτοχάρτης – ορθοφωτοχάρτης της περιοχής που καλύπτουν τα τριγωνομετρικά σημεία με ακρίβεια 50 εκ., προμήθεια από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας. Προσθέτει σημαντικά στην χαρτοσύνθεση.

2.4 Επιλογή Κορυφής Δικτύου

Από την Εργαλειοθήκη CUT Επιλέξτε το βέλος στον πρώτο καταρράκτη επιλογών με την σήμανση «Επιλέξτε Σημείο». Θα παρουσιαστεί κατάλογος με όλα τα Τριγωνομετρικά Σημεία με το όνομα τους όπως έχουν καταχωρηθεί στην Σημειακή Κλάση «ΑΗΚ - Κορυφές Δικτύου».

Επιλέξτε το Σημείο που θέλετε. Τότε ανάλογα αν η εφαρμογή είναι στο Δυναμικό χάρτη (Data View) τότε απλά ο το επιλεγμένο τριγωνομετρικό σημείο θα τοποθετηθεί στο κέντρο του χάρτη στην κλίμακα που επιλέγηκε στον δεύτερο καταρράκτη. Αν δεν επιλέγηκε κλίμακα τότε η προεπιλογή είναι 1:1000.

Μπορείτε να μεταβάλετε την κλίμακα επιλέγοντας μια τιμή από τον δεύτερο καταρράκτη. Αμέσως η κλίμακα του χάρτη θα μεταβληθεί ώστε να συνάδει με την επιλογή σας πάντα με κέντρο το επιλεγμένο σημείο.

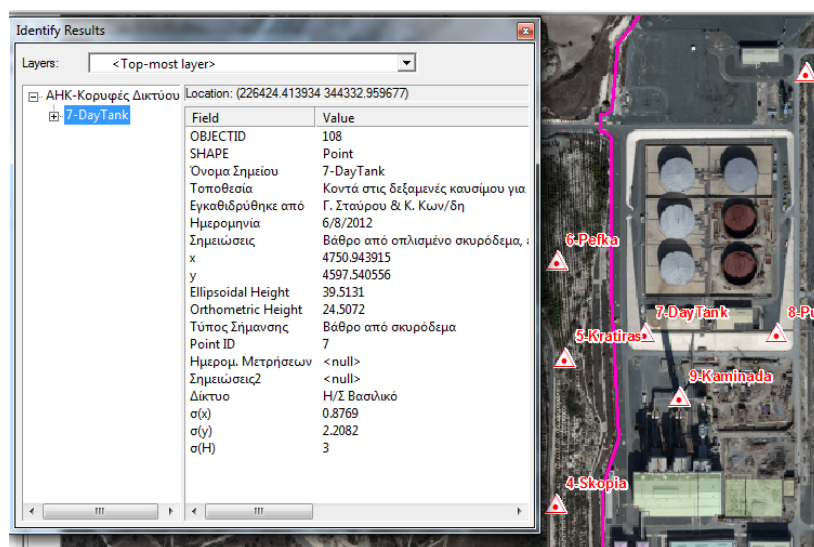
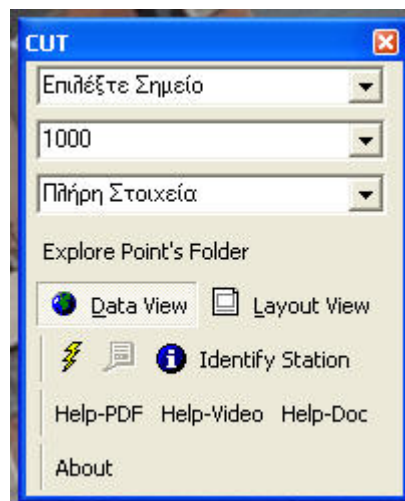


2.5 Θέαση Χαρακτηριστικών Δεδομένων για Κορυφή

Για να παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά δεδομένα κάποιου Τριγωνομετρικού Σημείου απλά πατήστε το πλήκτρο "Identify Station" στην εργαλειοθήκη CUT. Μετά κάντε κλικ στο χάρτη πάνω στην Κορυφή του Δικτύου που θέλετε να δείτε τα στοιχεία της. Αμέσως θα παρουσιαστεί παράθυρο με τα στοιχεία του Σημείου που επιλέξατε στον χάρτη.

Το Identify παράθυρο που χρησιμοποιεί η εντολή αυτή είναι το identify του ArcMAP προσαρμοσμένο να επιλέγει μόνον σημεία από το layer «ΑΗΚ - Κορυφές Δικτύου»..

Στην Εικόνα 2 πιο κάτω φαίνεται το παράθυρο με τα στοιχεία του σημείου 7-DayTank.

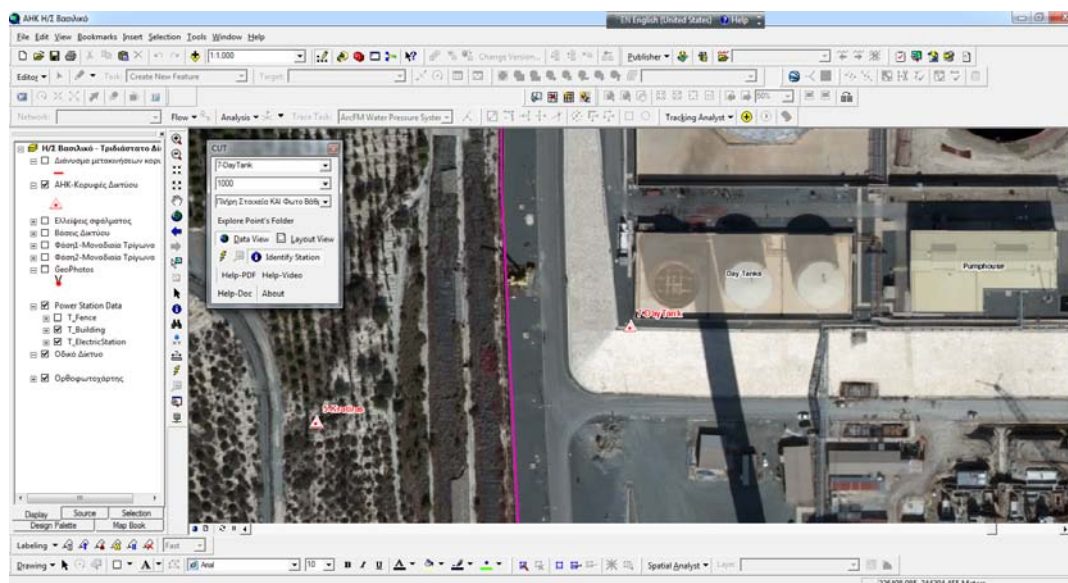
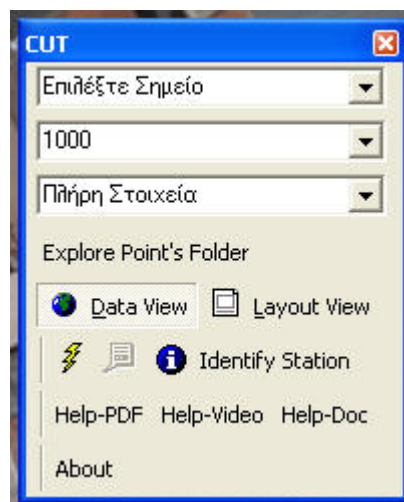


Εικόνα 2

2.6 Θέαση Φακέλου για Επιλεγμένο Τριγωνομετρικό Σημείο

Όλα τα υποστηρικτικά δεδομένα για το κάθε Τριγωνομετρικό Σημείο είναι αρχειοθετημένα σε φάκελο με τον μοναδικό αριθμό του σημείου.

Για να μπορέσετε να δείτε και να επεξεργαστείτε τα αρχεία αυτά απλά επιλέξτε το Τριγωνομετρικό Σημείο από τον πρώτο καταρράκτη όπως πιο πάνω και ακολούθως επιλέξτε το πλήκτρο “Explore Point’s Folder”. Αμέσως θα εκκινήσει ο εξερευνητής (Explorer) του λειτουργικού στον υπολογιστή σας και θα σας παρουσιάσει τα περιεχόμενα του φακέλου του Τριγωνομετρικού Σημείου που επιλέξατε. Στην εικόνα πιο κάτω φαίνονται τα περιεχόμενα του φακέλου για το σημείο 7-DayTank.

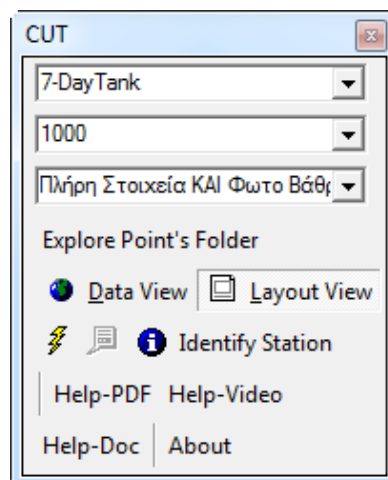


Εικόνα 3

2.7 Δημιουργία Περιγραφικού Δελτίου για Επιλεγμένο Τριγωνομετρικό Σημείο

Εκτός από το δυναμικό χάρτη η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας Περιγραφικού Δελτίου για Επιλεγμένο Τριγωνομετρικό Σημείο. Στο Περιγραφικό Δελτίο περιλαμβάνεται ο χάρτης σε καθορισμένη κλίμακα από το χρήστη, τα στοιχεία του τριγωνομετρικού σημείου στην λεπτομέρεια που καθορίζει ο χρήστης (σήμερα υποστηρίζονται δύο επίπεδα λεπτομέρειας) και το σκαρίφημα του τριγωνομετρικού σημείου.

Για να δημιουργήσουμε το Περιγραφικό Δελτίο πρέπει πρώτα να ενεργοποιήσουμε τη κατάσταση Layout στο ArcMAP. Για ευκολία του χρήστη έχει τοποθετηθεί εργαλείο στην εργαλειοθήκη CUT. Επιλέξτε το πλήκτρο “Layout View” από την εργαλειοθήκη CUT και αμέσως το ArcMAP θα περάσει στην κατάσταση Layout. Ο χάρτης θα παρουσιάζει την θέση του χάρτη όπως ήταν όταν ήταν σε κατάσταση δυναμικού χάρτη (Data View) στην κλίμακα που αναγράφεται στον καταρράκτη επιλογής κλίμακας.



Μπορούμε να επιλέξουμε το τριγωνομετρικό σημείο που θέλουμε από τον καταρράκτη επιλογής σημείων, να καθορίσουμε την κλίμακα που θέλουμε να έχουμε τον χάρτη και από τον καταρράκτη επιλογής λεπτομέρειας για την εκτύπωση των περιγραφικών στοιχείων του σημείου να επιλέξουμε μια από τις επιλογές:

- «Πλήρη Στοιχεία ΚΑΙ Φωτο Βάθρου»
- «Εκτός Συντεταγμένων ΚΑΙ Φωτο Βάθρου»
- «Πλήρη Στοιχεία ΟΧΙ Φωτο Βάθρου»
- «Εκτός Συντεταγμένων ΟΧΙ Φωτο Βάθρου»

Ο καθορισμός κάθε παραμέτρου απεικονίζεται αμέσως μετά την επιλογή τόσο στον χάρτη (αν μεταβληθεί η κλίμακα) όσο και στην κατάσταση με τα στοιχεία του σημείου.



Στοιχεία Σημείου

Όνομα Σημείου: **7-DayTank**

Συντεταγμένες Κορυφής σε τοπικό

Σύστημα Συντεταγμένων

X = 4750.944m

Y = 4597.541m

H = 24.507m

h = 39.513m

Τοποθεσία:

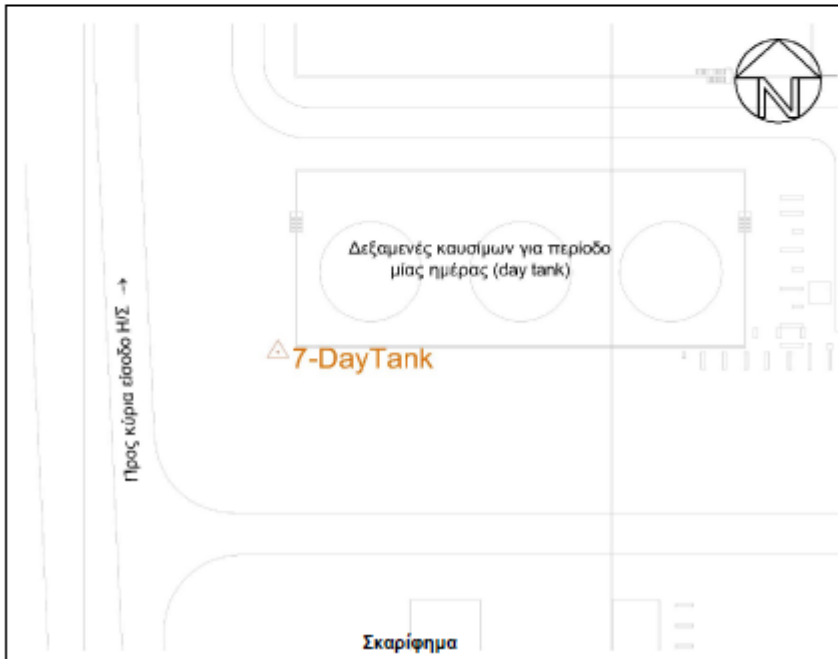
Κοντά στις δεξαμενές καυσίμου
για την ημέρα.

Τύπος Σημείου:

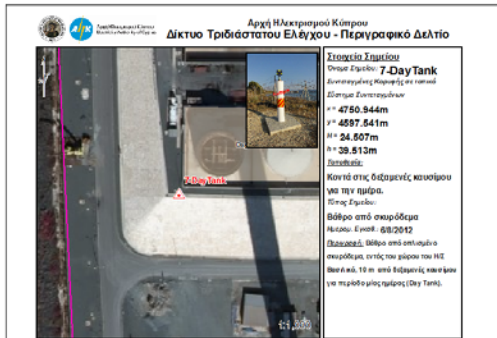
Βάθρο από σκυρόδεμα

Ημερομ. Εγκαθ.: 6/8/2012

Περιγραφή: Βάθρο από σπλισμένο
σκυρόδεμα, εντός του χώρου του Η/Σ
Βασικό, 10 m από δεξαμενές καυσίμου
για περίοδο μιας ημέρας (Day Tank).



Εικόνα 4 Περιγραφικό Δελτίο για το σημείο 7-DayTank με πλήρη στοιχεία σε κλίμακα 1:2000



Εικόνα 5 Περιγραφικό Δελτίο για το σημείο 7-DayTank με πλήρη στοιχεία και φωτογραφία του βάθρουσε κλίμακα 1:1000



Εικόνα 6 Περιγραφικό Δελτίο για το σημείο 7-DayTank με στοιχεία εκτός συντεταγμένων και φωτογραφία βάθρου σε κλίμακα 1:1000

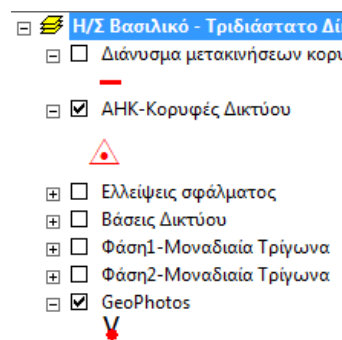
2.8 Αξιοποίηση Γεωτοποθετημένων Φωτογραφιών

Κατά την υλοποίηση των τριγωνομετρικών σημείων πάρθηκαν φωτογραφίες με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή με ενσωματωμένο GPS και μαγνητική πυξίδα. Τόσο η θέση της λήψης όσο και η κατεύθυνση της λήψης καταγράφονται στο EXIF header της κάθε φωτογραφίας σε binary μορφή. Τούτο σημαίνει ότι μπορούμε να έχουμε σε χάρτη τη θέση και την κατεύθυνση λήψης κάθε φωτογραφίας δεδομένου ότι μπορούμε να προσπελάσουμε τα στοιχεία στο EXIF header κάθε φωτογραφίας. Για να το επιτύχουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό Safe FME. Το αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθεί ένα σημειακό Feature Class με όλα τα στοιχεία των φωτογραφιών.

2.8.1 Πρόσβαση στα Στοιχεία κάθε Φωτογραφίας

Για να δούμε τα στοιχεία της κάθε φωτογραφίας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το συμβατικό εργαλείο Identify του ArcMAP.

Πρέπει πρώτα να ενεργοποιήσουμε το Layer GeoPhotos από το TOC του ArcMAP.

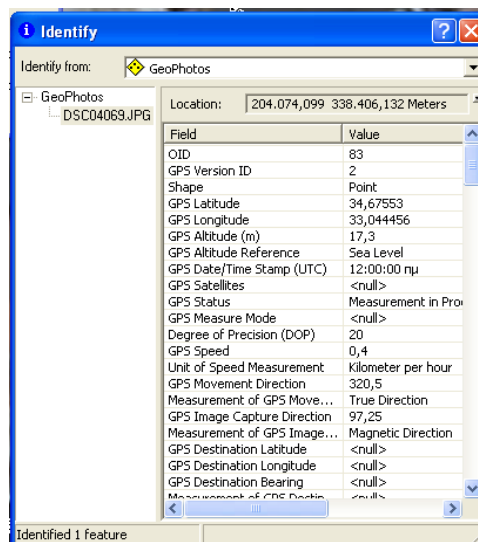


Ακολούθως επιλέγουμε το εργαλείο Identify από την εργαλειοθήκη Tools. Αμέσως θα παρουσιαστεί το παράθυρο του Identify. Στο πάνω μέρος υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού σε πιο layer να γίνεται η αναγνώριση, καλό είναι να καθοριστεί το layer GeoPhotos.



Ακολούθως κάντε κλικ σε ένα από τα σημεία των φωτογραφιών που υπάρχουν στο χάρτη και τα στοιχεία της συγκεκριμένης φωτογραφίας θα παρουσιαστούν στο παράθυρο του Identify.

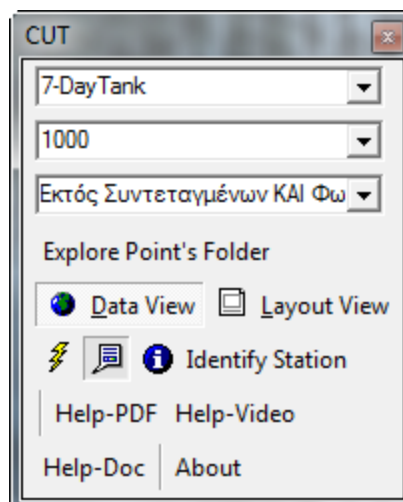
Επειδή τα στοιχεία για κάθε φωτογραφία είναι μεγάλα σε αριθμό θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσετε τα βελιάκια δεξιά για να προσπελάσετε όλα τα δεδομένα.

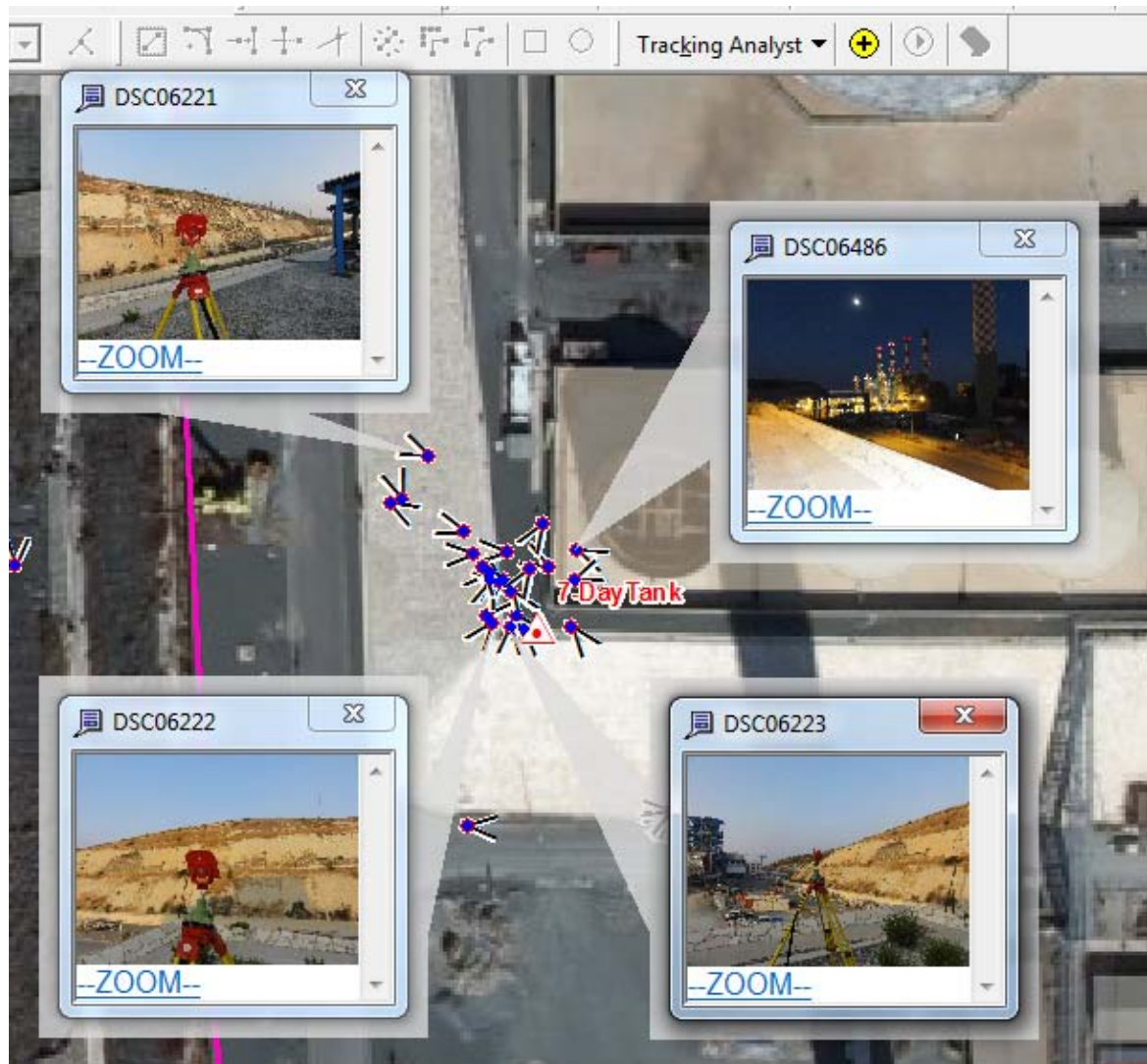


2.8.2 Θέαση των Φωτογραφιών στο χάρτη και σε εξωτερικές εφαρμογές

Επιπρόσθετα με τα στοιχεία της κάθε φωτογραφίας υπάρχει η δυνατότητα θέασης κάθε φωτογραφίας πάνω στο χάρτη. Ακολούθως υπάρχει η δυνατότητα να δείτε την πρωτογενή φωτογραφία μέσα από τον Internet Explorer του λειτουργικού σε μεγάλο μέγεθος.

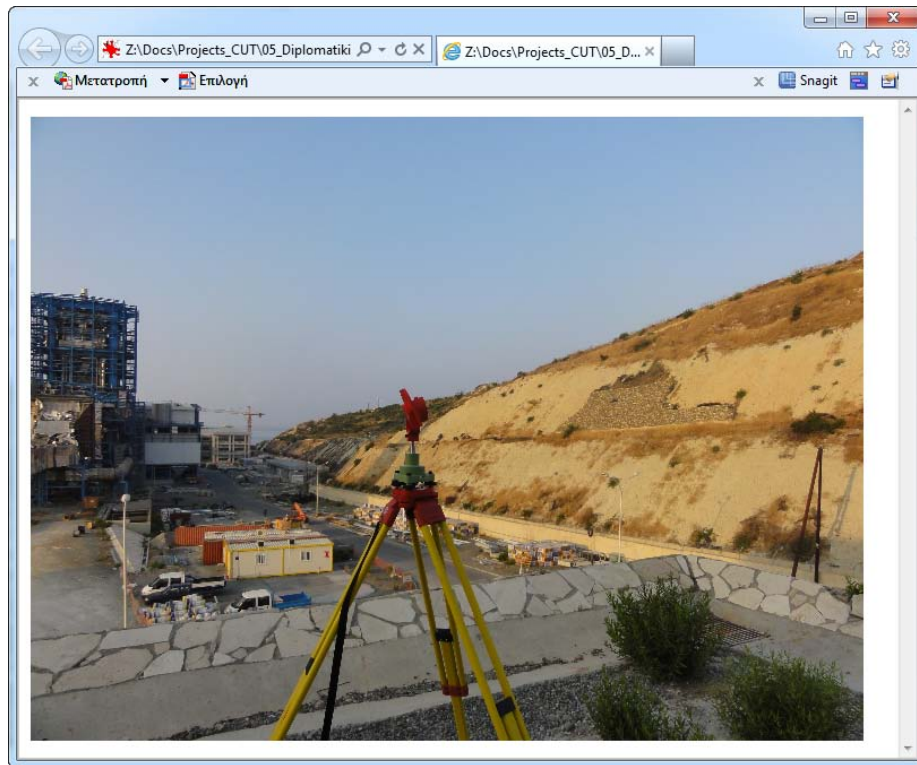
Για να το πετύχετε αυτό πιάστε το πλήκτρο "HTML Popup" από την εργαλειοθήκη CUT. Όλα τα σημεία των φωτογραφιών στο χάρτη θα αλλάξουν εμφάνιση υποδεικνύοντας ότι είναι σημεία που περιέχουν υπερσυνδέσεις. Κάντε κλικ σε κάποιο σημείο φωτογραφίας και αμέσως θα παρουσιαστεί σε καινούργια καρτέλα η φωτογραφία του σημείου σε σμίκρυνση. Μπορείτε να μετακινήσετε την κάθε φωτογραφία ώστε να έχετε το επιθυμητό αποτέλεσμα (εικόνα 7).





Εικόνα 7

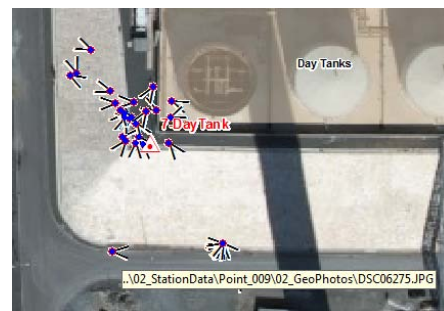
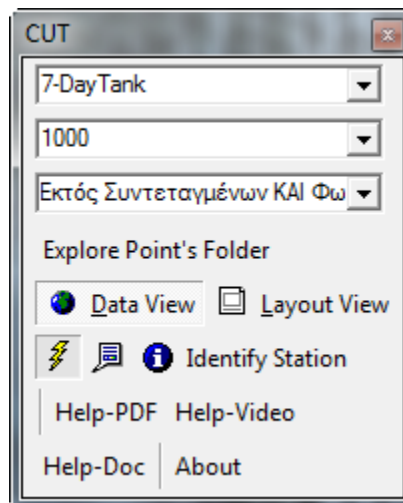
Αν θέλετε να δείτε μια φωτογραφία σε μεγέθυνση τότε κάντε κλικ στο **-ZOOM-** της φωτογραφίας και αμέσως θα ανοίξει ο Internet Explorer του λειτουργικού και θα παρουσιάσει την φωτογραφία σε πλήρες μέγεθος. Μπορείτε να μεγεθύνετε περισσότερες από μια φωτογραφίες.



Εικόνα 8

Υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης στις φωτογραφίες άμεσα χωρίς το ενδιάμεσο στάδιο της προεπισκόπησης στο χάρτη. Για να το πετύχετε αυτό πιέστε στο πλήκτρο [Hyperlink](#) στην εργαλειοθήκη CUT. Αμέσως όλα τα σημεία των φωτογραφιών θα αλλάξουν εμφάνιση για να δείξει ότι υπάρχει υπερσύνδεσμος σε αυτά. Κάντε κλικ σε ένα σημείο και αμέσως θα εμφανιστεί η φωτογραφία στην εφαρμογή που είναι δηλωμένη στο λειτουργικό σας να διαχειρίζετε αρχεία jpg.

Στην εικόνα 9 φαίνεται η εφαρμογή “*IrfanView*” με την φωτογραφία *DSC0623.jpg*, όπως ήταν ο υπερσύνδεσμος στο σημείο που επέλεξε ο χρήστης στον χάρτη δεξιά.



Υπάρχει η δυνατότητα να έχετε περισσότερες από μια φωτογραφίες ανοικτές κάθε φορά.

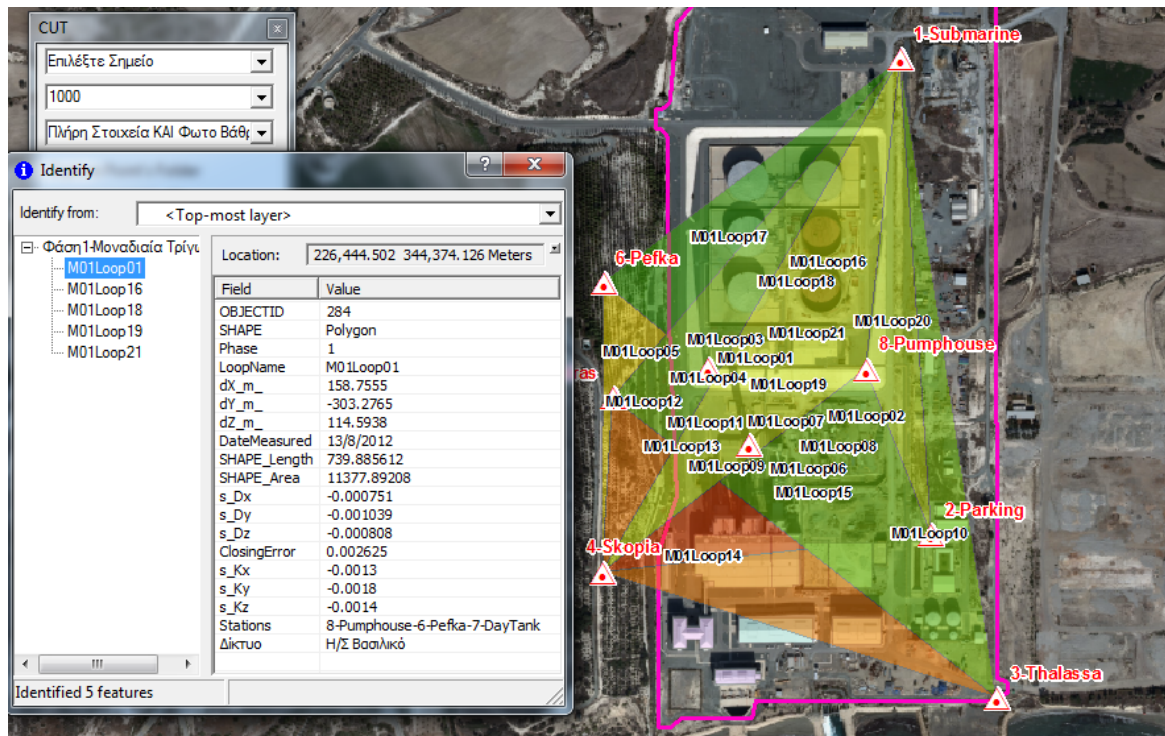


Εικόνα 9 Γεωτοποθετημένη φωτογραφία μέσα από την προκαθορισμένη εφαρμογή για εικόνες του λειτουργικού

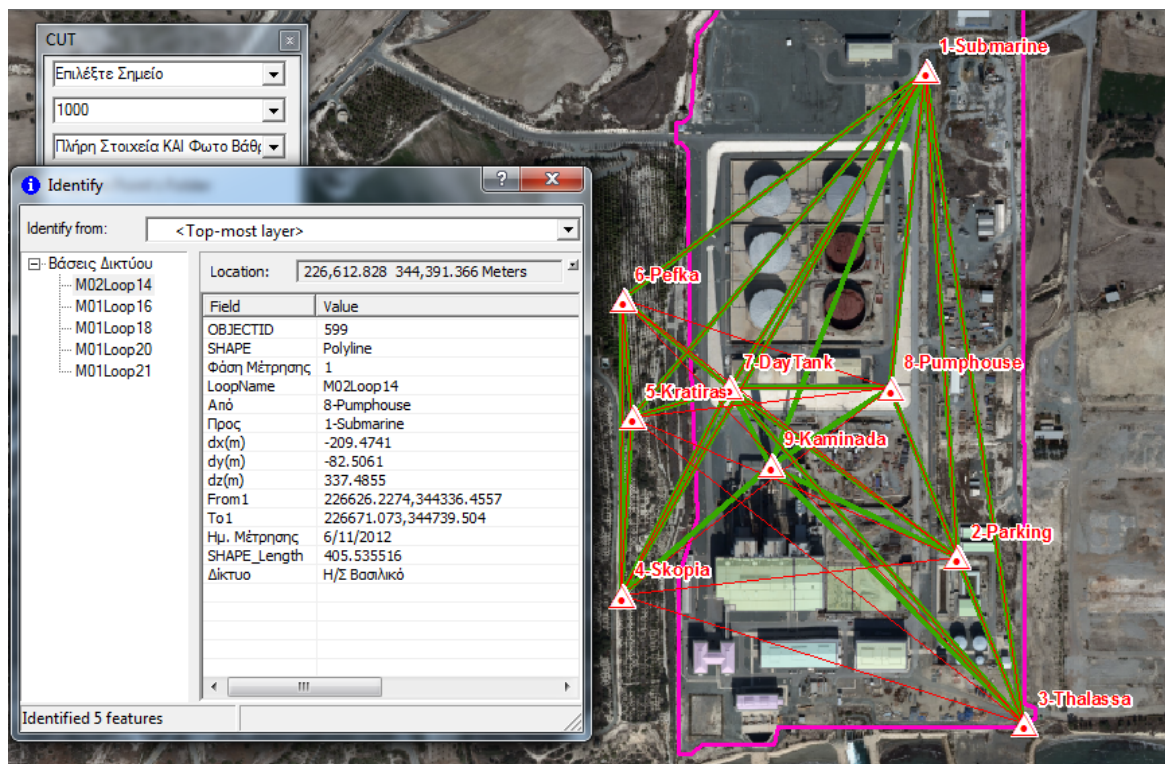
2.9 Μοναδιαία τρίγωνα, βάσεις και ελλείψεις σφάλματος

Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα για θέαση όλων των μοναδιαίων τριγώνων (εικόνα 10) που υπολογίστηκαν κατά τη διαδικασία επίλυσης του δικτύου για κάθε σειρά μετρήσεων. Επιπρόσθετα δίνει την δυνατότητα θέασης των βάσεων (εικόνα 11) που συμμετείχαν στην επίλυση. Τόσο για τις βάσεις όσο και για τα μοναδιαία τρίγωνα υπάρχει η

δυνατότητα πρόσβασης στα στατιστικά στοιχεία τα οποία προέκυψαν από την επίλυση του δικτύου.

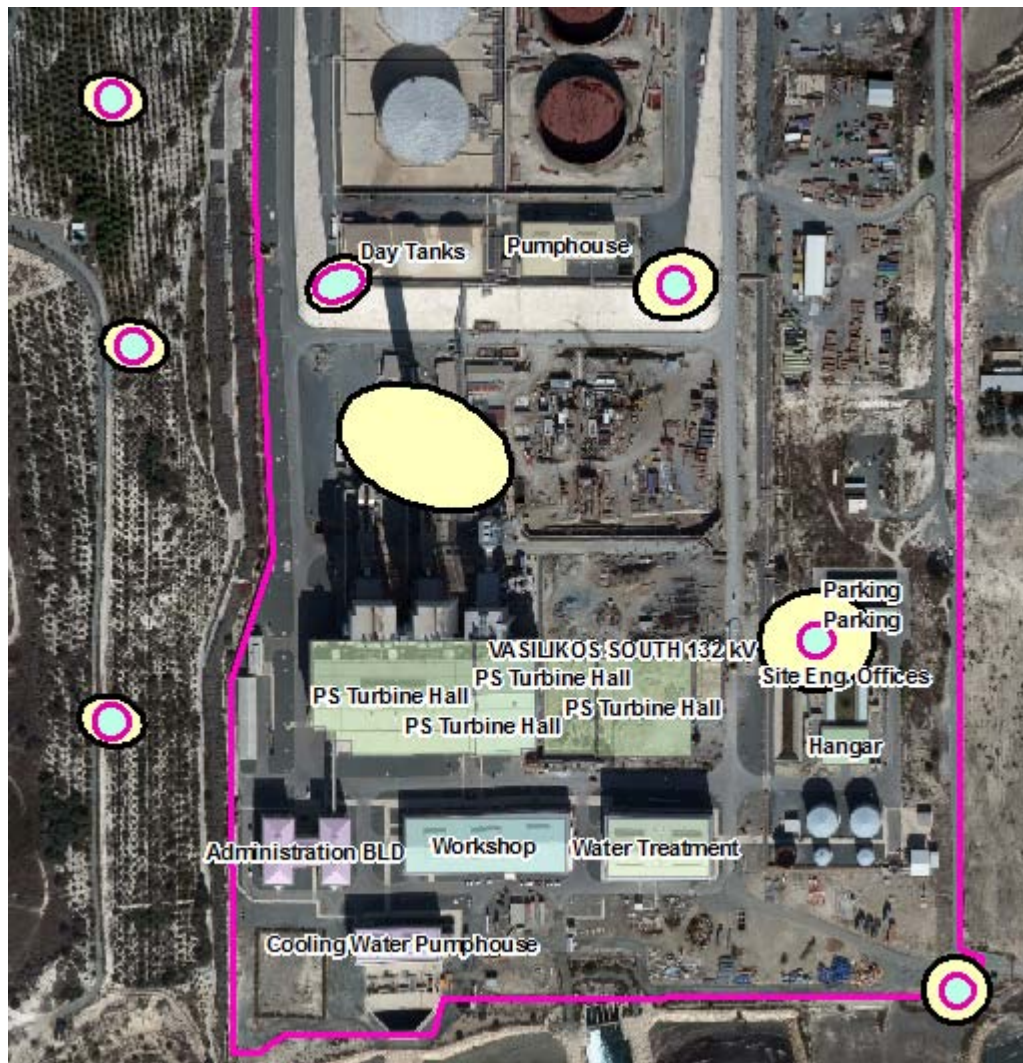


Εικόνα 10 Τα μοναδιαία τρίγωνα για τις μετρήσεις της Φάσης 1



Εικόνα 11 Οι βάσεις και για τις δύο Φάσεις

Επιπρόσθετα με τα πιο πάνω, η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα θέασης και πρόσβασης στα στοιχεία για τις ελλείψεις σφάλματος που προέκυψαν από την επίλυση του δικτύου (εικόνα 12).



Εικόνα 12 Οι ελλείψεις σφάλματος για όλες τις Φάσεις

11.4 Μοντέλα Εργασίας για Μετάφραση Δεδομένων προς τη Γεωβάση με το Safe Feature Manipulation Engine

