



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ (GPS)**

Διδακτικές σημειώσεις

**Γεώργιος Σ. Βέργος
Διπλ. ATM, MSc Geomatics Engineering**

**Συμεών Κατσουγιαννόπουλος
Διπλ. ATM, MSc Γεωπληροφορική**

**Σέρρες
© Σεπτέμβριος 2004**

Πρόλογος	4
1 Εισαγωγή στο GPS	6
1.1 Γενικά για το GPS.....	6
1.2 Δομή του δορυφορικού συστήματος G.P.S.....	8
1.2.1 Δορυφορικό τμήμα	8
1.2.2 Τμήμα ελέγχου	11
1.2.3 Τμήμα των χρηστών	12
1.3 Δομή του σήματος του GPS.....	13
1.3.1 Μέθοδοι παραποίησης του σήματος του GPS	16
1.4 Αρχή λειτουργίας του GPS.....	18
2 Τύποι δεκτών - Είδη μετρήσεων	20
2.1 Τύποι δεκτών - Είδη μετρήσεων.....	20
2.2 Τύποι δεκτών G.P.S.....	21
2.3 Είδη μετρήσεων G.P.S - Τεχνικές συσχέτισης	24
2.3.1 Τεχνικές συσχέτισης.....	26
3 Μετρήσεις GPS - Προβλήματα	29
3.1 Μετρήσεις G.P.S. και προβλήματα.....	29
3.1.1 Μετρήσεις ψευδοαποστάσεων με το G.P.S.....	29
3.1.2 Μετρήσεις φάσεων με το G.P.S.....	30
3.1.3 Επίλυση αρχικής ασάφειας φάσης (ambiguity resolution).....	32
3.2 Σφάλματα των μετρήσεων G.P.S.....	35
3.2.1 Τα δορυφορικά σφάλματα.....	36
3.2.1.1 Τα τροχιακά σφάλματα.....	36
3.2.1.2 Σφάλματα των δορυφορικών χρονομέτρων	38
3.2.2 Τα σφάλματα των δεκτών.....	39
3.2.3 Η δομή της ατμόσφαιρας και τα ατμοσφαιρικά σφάλματα.....	40
3.2.3.1 Επιδράσεις της ιονόσφαιρας στα σήματα G.P.S.....	41
3.2.3.2 Επιδράσεις της τροπόσφαιρας στα σήματα G.P.S.....	45
3.2.4 Η επίδραση της πολυδιαδρομής (multipath) στις μετρήσεις GPS	46
3.2.4.1 Μαθηματική περιγραφή των ανακλώμενων σημάτων GPS.....	48
3.2.4.2 Ανίχνευση και μείωση των ανακλώμενων σημάτων στις μετρήσεις GPS.....	49
3.3 Ολίσθηση κύκλων.....	50
3.3.1 Τεχνικές ανίχνευσης της ολίσθησης των κύκλων.....	51
3.3.2 Τεχνικές διόρθωσης της ολίσθησης των κύκλων.....	54
3.3.3 Διόρθωση ολίγων κύκλων	56

3.3.4	Ο ρόλος των τριπλών διαφορών στην ανίχνευση και διόρθωση της ολίσθησης των κύκλων.	57
3.4	Γραμμικά μοντέλα για απόλυτο προσδιορισμό σημείου με μετρήσεις κωδικών.	58
3.5	Γεωμετρικά μέτρα ακρίβειας (DOP).	72

4 Μέθοδοι μετρήσεων 77

4.1	Μέθοδοι μετρήσεων	77
4.2	Διαφορικός προσδιορισμός	79
4.2.1	Απλές Διαφορές μεταξύ δεκτών	80
4.2.2	Απλές Διαφορές μεταξύ δορυφόρων	81
4.2.3	Απλές Διαφορές μεταξύ εποχών	82
4.2.4	Διπλές Διαφορές μεταξύ δορυφόρων και δεκτών	82
4.2.5	Τριπλές Διαφορές μεταξύ δορυφόρων, δεκτών και εποχών	83
4.3	Τεχνικές μετρήσεων με GPS	84
4.3.1	Σχετικός στατικός προσδιορισμός	85
4.3.2	Σχετικός κινηματικός προσδιορισμός	86
4.3.3	Σχετικός ημικινηματικός προσδιορισμός	87
4.3.2	Γρήγορος στατικός προσδιορισμός	89
4.3.2	Ψευδοκινηματικός προσδιορισμός	89

5 Μετασχηματισμοί συντεταγμένων 91

5.1	Στοιχεία από την ελλειψοειδή γεωδαισία.	91
5.1.1	Αναγωγή από την γήινη επιφάνεια στο ΕΕΠ.	93
5.1.2	Αναγωγή το ΕΕΠ στο προβολικό επίπεδο.	94
5.2	Τα γεωδαιτικά συστήματα στην Ελλάδα.	96
5.2.1	Προβολή HATT	97
5.2.2	Η Εγκάρσια Μερκατορική Προβολή	99
5.3	Μετασχηματισμός συντεταγμένων.	102
5.3.1	Αλλαγή συστήματος αναφοράς.	102
5.3.2	Υπολογισμός των προβολικών συντεταγμένων από συντεταγμένες WGS84.	105
5.3.3	Μετασχηματισμός ομοιότητας.	106
5.3.4	Αφινικός μετασχηματισμός.	107
5.3.5	Αλλαγή προβολικού συστήματος για τον Ελληνικό Χώρο.	108
5.4	Υπολογισμός ορθομετρικών υψομέτρων	109

6 Γεωδυναμικά μοντέλα και GPS 111

6.1	Εισαγωγή.....	111
6.2	Εφαρμογή του GPS στη γεωδυναμική	111
6.3	Τα γεωδυναμικά μοντέλα.....	112
6.4	Γενικά για τον συνδυασμό γεωδυναμικών μοντέλων και GPS	114

7 Το GPS και άλλα συστήματα GNSS 117

7.1	GPS και άλλα συστήματα προσδιορισμού θέσης GNSS.....	117
-----	--	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Οι δορυφόροι του συστήματος GPS	125
---------------------------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Στοιχεία της δορυφορικής τροχιάς.....	129
---------------------------------------	-----

Βιβλιογραφία

Πρόλογος

Οι σημειώσεις αυτές γράφτηκαν για το μάθημα «**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ (GPS)**» που διδάσκεται στους σπουδαστές του Ε' εξαμήνου του Τμήματος Γεωπληροφορικής και Τοπογραφίας του ΤΕΙ Σερρών. Αυτό το τεύχος αποτελεί τη δεύτερη, ανανεωμένη και διορθωμένη έκδοση των εν λόγω διδακτικών σημειώσεων που προέκυψαν και από τις εμπειρίες που αποκομίσαμε κατά τη διδασκαλία του μαθήματος το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2002-2003. Για την δεύτερη αυτή έκδοση λήφθηκαν όλες οι παρατηρήσεις και επιστημάνσεις που μας έγιναν από τους σπουδαστές, αλλά τους συνάδελφους που διάβασαν τις σημειώσεις, τους ευχαριστούμε γι' αυτό και παραμένουμε ανοιχτοί σε οποίες νέες υποδείξεις ή σφάλματα που διέφυγαν της προσοχής μας. Η τεχνολογία του GPS, διότι περί τεχνολογίας πρόκειται, εξελίσσεται διαρκώς και με ραγδαία βήματα, καθιστώντας τη συγγραφή σημειώσεων που θα καλύπτουν όλο το εύρος της θεωρίας και των εφαρμογών το λιγότερο δύσκολη. Είναι όμως βέβαιο, ότι οι μελλοντικές επανεκδόσεις των σημειώσεων αυτών θα περιλαμβάνουν και θα καταγράφουν ένα πολύ μεγαλύτερο μέρος του GPS.

Ευχαριστούμε θερμά και τους καθηγητές του Τμήματος Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του ΑΠΘ κκ. Τζιαβό, Ρωσικόπουλο, Φωτίου και Πικριδά από τη διδασκαλία και τις διάφορες σημειώσεις των οποίων προέκυψε το παρών τεύχος.

Σέρρες, Σεπτέμβριος 2004.

Γεώργιος Σ. Βέργος

Συμεών Κατσουγιαννόπουλος