

Αποτύπωση ορίων θαμνολίβαδου με χρήση μόνιμων σταθμών αναφοράς του HEPOS (HElIenic POsitioning System)

X. Αργυροπούλου¹, Κ. Α. Δούκας²

¹Δασολόγος MSc, Δασαρχείο Σερρών, Τ.Κ. 62125, Σέρρες, υποψήφια διδάκτορας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, email: achrysanthi@for.auth.gr,

²Καθηγητής, Τομέας Δασοτεχνικών και Υδρονομικών Έργων, Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 54124 Θεσσαλονίκη, email: adoucas@for.auth.gr

Περίληψη

Η προστασία των λιβαδικών οικοσυστημάτων προϋποθέτει την αποτύπωση των ορίων των εκτάσεων που αυτά καταλαμβάνουν, την καταγραφή και απογραφή τους. Στην επίτευξη αυτού του σκοπού έρχεται να συμβάλει το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης, GPS. Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών αναφοράς GPS που αναπτύχθηκαν σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο και η εφαρμογή δικτυακών τεχνικών RTK προσφέρουν υψηλές ακρίβειες σε Real-Time αποτυπώσεις. Στα οφέλη από τις εξελίξεις αυτές προστίθενται και η μείωση του χρόνου και του κόστους αποτύπωσης. Το πρώτο δίκτυο Μόνιμων Σταθμών Αναφοράς GPS που δημιουργήθηκε στην Ελλάδα, εγκαταστάθηκε από την Κτηματολόγιο Α.Ε., πήρε την ονομασία HEPOS (HElIenic POsitioning System) και επιτρέπει τον προσδιορισμό θέσης με υψηλή ακρίβεια. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξετάσει την ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί στην αποτύπωση σε πραγματικό χρόνο (Real Time) ορίων θαμνολίβαδου κάνοντας χρήση δέκτη GPS με εφαρμογή των συστήματος HEPOS. Η αξιολόγηση γίνεται μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη χρήση του διπλόσυχνου δέκτη Leica GS09_GNSS και την εφαρμογή των RTK τεχνικών Single-Base, VRS και Network DGPS του HEPOS, με τις συντεταγμένες που εξάγονται από την χρήση του γεωδαιτικού σταθμού Leica TRC 407 καθώς οι μετρήσεις αυτές λαμβάνονται ως «αληθείς τιμές». Οι μετρήσεις εκτελέστηκαν στο Δημόσιο Δάσος Βερτίσκου Όρους, Δασαρχείου Νιγρίτας Ν. Σερρών και η περισσότερο ακριβής μέθοδος αποδείχθηκε η Network DGPS.

Λέξεις κλειδιά: RTK τεχνικές GPS, Single-Base, VRS, Network DGPS.

Εισαγωγή

Η εκτεταμένη ανεργία, η υποαπασχόληση και η άνιση κατανομή του εισοδήματος μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο είναι οι κύριοι παράγοντες που οδήγησαν μεγάλο μέρος του πληθυσμού στην εγκατάλειψη της υπαίθρου και των ορεινών περιοχών και στη μαζική μετακίνησή τους προς τα μεγάλα αστικά κέντρα και το εξωτερικό. Ο Farina (1998) συνδέει την εξέλιξη της βλάστησης των ορεινών και ημιορεινών περιοχών των Μεσογειακών χωρών με τις δημογραφικές αλλαγές λόγω της μετακίνησης που πληθυσμού από τα ορεινά προς τα πεδινά και από τα χωριά στα αστικά κέντρα. Οι γεωργικές εκτάσεις που καλλιεργούσαν οι κάτοικοι των ορεινών αυτών περιοχών εγκαταλείφθηκαν με αποτέλεσμα να εξελιχθούν σταδιακά σε λιβαδικές εκτάσεις. Παράλληλα οι κοινωνικοοικονομικές αυτές εξελίξεις (Χουβαρδός και συν. 2006) δημιούργησαν μια τάση αύξησης των ξυλωδών φυτών στα λιβάδια ως απόρροια της εκτατικοποίησης στη χρήση των λιβαδικών εκτάσεων.

Τα λιβάδια ανήκουν στις λεγόμενες «δασικές εκτάσεις» αλλά δεν ταυτίζονται με τα δάση. Τα όρια λιβαδιών με τα δάση και τις γεωργικές εκτάσεις δεν είναι ούτε σαφή, ούτε σταθερά. Υπάρχει μια δυναμική ισορροπία μεταξύ των τριών αυτών χρήσεων γης, η οποία επηρεάζεται τόσο από φυσικούς όσο και από κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

Το σύστημα HEPOS, το οποίο αποτελεί το πρώτο Ελληνικό δίκτυο Μόνιμων Σταθμών Αναφοράς GPS, δημιουργήθηκε στην Ελλάδα από την Κτηματολόγιο Α.Ε. Αποτελείται από 98 GPS (GNSS) μόνιμους σταθμούς αναφοράς, κατανεμημένους ομοιόμορφα σε όλη την Ελλάδα και με κατάλληλη διάταξη ώστε οι αποστάσεις μεταξύ γειτονικών σταθμών να μην υπερβαίνουν τα 70 km, εκ των οποίων οι 87 δικτυακής λύσης (VRS, FKP & MAC τεχνικές) και οι 11 μεμονωμένοι (Γιαννίου και Μάστορης 2007). Τα δίκτυα μόνιμων σταθμών GPS δίνουν τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών εντοπισμού θέσης, οι οποίες επιτυγχάνουν υψηλές ακρίβειες, όπως είναι οι δικτυακές τεχνικές RTK (Real Time Kinematic). Τέτοιες δικτυακές τεχνικές RTK είναι: οι Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς-VRS (Virtual Reference Stations), οι Σταθμοί Μετάδοσης Παραμέτρων Επιφανειακών διορθώσεων - FKP (Flachen Korrektur Parameter) και η τεχνική MAC (Master-Auxiliary Concept) -Κύριοι και Βοηθητικοί σταθμοί (Γιαννίου 2008).

Οι υπηρεσίες που παρέχει το HEPOS διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: υπηρεσίες «πραγματικού χρόνου» και υπηρεσίες «μετεπεξεργασίας», (Μάστορης και Γιαννίου 2008). Για τη χρήση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου υπάρχουν δύο δυνατότητες σύνδεσης με το Κέντρο Ελέγχου του HEPOS: α. Μέσω GSM modem και β. Μέσω GPRS. Επίσης οι υπηρεσίες πραγματικού χρόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μέτρηση με τις ακόλουθες τεχνικές GPS: α) Single-Base RTK. Τα δεδομένα υπολογίζονται από τις παρατηρήσεις ενός από τους 98 σταθμούς αναφοράς του HEPOS, (τον πιο κοντινό), β) Network RTK (δικτυακή λύση, με τεχνικές VRS, FKP, MAC). Τα δεδομένα προκύπτουν από συνδυασμένη επεξεργασία δεδομένων πολλών πραγματικών σταθμών, γ) Single-Base DGPS (Differential Global Positioning System). Τα δεδομένα υπολογίζονται από έναν από τους 7 σταθμούς παραγωγής διορθώσεων Single-Base DGPS του HEPOS που είναι κατανεμημένοι σε όλη τη χώρα και δ) Network DGPS (δικτυακή λύση DGPS). Τα δεδομένα προκύπτουν από συνδυασμένη επεξεργασία δεδομένων πολλών πραγματικών σταθμών (Γιαννίου και Σταυροπούλου 2010).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αποτύπωση ορίων θαμνολίβαδου, σε πραγματικό χρόνο (Real Time Kinematic -RTK). Συγκεκριμένα σκοπός της έρευνας είναι να εξετάσει την ακρίβεια που μπορεί να επιτευχθεί στην αποτύπωση των ορίων θαμνολίβαδου κάνοντας χρήση δέκτη GPS με τους μόνιμους σταθμούς αναφοράς GPS του συστήματος HEPOS (HEllenic POSitioning System).

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή έρευνας

Η έρευνα έλαβε χώρα στο «Δημόσιο Δάσος Βερτίσκου Όρους, Δασαρχείου Νιγρίτας Ν. Σερρών» το οποίο εκτείνεται στο κεντρικό βόρειο τμήμα της οροσειράς του Βερτίσκου. Η συνολική έκταση του Συμπλέγματος ανέρχεται σε 10.216,90 Ha. Το μελετώμενο σύμπλεγμα, σύμφωνα με το σύστημα περιγραφής του κ. Σ. Ντάφη (1973) που διακρίνει στον Ελλαδικό χώρο πέντε ζώνες δασικής βλάστησης, εξαπλώνεται στην Παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης-*Quercetalia pubescentis* (Λοφώδης, υποορεινή περιοχή με υψόμετρο 300-1000m). Η έρευνα έλαβε μέρος στην υποζώνη ξηρόφιλων φυλλοβόλων δασών – υποορεινή *Quercion confertae* σε υψόμετρο περί τα 900m.

Η επιφάνεια που αποτυπώθηκε αποτελεί, βάση στοιχείων του ορθοφωτοχάρτη του 1945 και πληροφοριών από πρώην κατοίκους, ένα εγκαταλειμμένο αγρό όπου με την πάροδο του χρόνου μετατράπηκε σε μία χορτολιβαδική έκταση με διάσπαρτη θαμνώδη βλάστηση. Σε σχετικά κοντινή απόσταση εντοπίζεται εγκαταλειμμένος προσφυγικός οικισμός με την ονομασία Νέα Σεβάστεια Σοχού. Πρόκειται για έναν από τους οικισμούς του νέου Δήμου Λαγκαδά που εγκαταλείφθηκε οριστικά από τους κατοίκους του τη δεκαετία του 1970, πιθανότατα λόγω των δύσκολων συνθηκών διαβίωσης. Έτσι τα κτήματά που καλλιεργούσαν οι τοπικοί κάτοικοι με το πέρασμα του χρόνου δασώθηκαν. Να σημειωθεί ότι οι εκτάσεις αυτές παραχωρήθηκαν από το Δημόσιο (χωρίς όμως πράξη παραχώρησης αλλά με

προφορικές συμφωνίες) στους πρόσφυγες κατά την εγκατάστασή τους εκεί. Κατά συνέπεια οι εκτάσεις αυτές ήταν δημόσιες χορτολιβαδικές εκτάσεις που μετατράπηκαν σε αγρούς κατά το διάστημα παραμονής των προσφύγων και επανήλθαν στην πρότερη μορφή τους μετά την απομάκρυνσή τους. Άρα δεν δύναται να εκφραστούν εμπράγματα δικαιώματα επί αυτών από τους πρώην ιδιοκτήτες καθώς δεν έχουν τίτλους, συμβόλαια κ.λ.π.

Μεθοδολογία

Στην παρούσα έρευνα τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση των ορίων του θαμνολίβαδου και τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των σημείων ήταν: α) ο γεωδαιτικός σταθμός (total station) LEICA TRC 407 και β) ο διπλόσυχνος δέκτης GPS Leica GS09 GNSS.

Σε ότι αφορά τις μεθόδους-τεχνικές αυτές έγκεινται: α) στη μέθοδο προσαρτημένου σημείου με τύπο όδευσης την ανοιχτή εξαρτημένη όδευση με προσανατολισμό στο ένα άκρο για τον γεωδαιτικό σταθμό (total station) LEICA TRC 407, του οποίου οι μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν ως «αληθείς τιμές» και β) στην εφαρμογή των RTK τεχνικών Single-Base, VRS (εικονικοί σταθμοί αναφοράς) και Network DGPS του HEPOS για τον διπλόσυχνο δέκτη Leica GS09 GNSS.

Η αξιολόγηση της ακρίβειας που μπορεί να επιτευχθεί στην αποτύπωση των ορίων του θαμνολίβαδου κάνοντας χρήση δέκτη GPS με το σύστημα HEPOS γίνεται μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή των τεχνικών Single-Base RTK, VRS-RTK και Network DGPS του HEPOS με τις συντεταγμένες που εξάγονται από την χρήση του γεωδαιτικού σταθμού Leica TRC 407 καθώς οι μετρήσεις αυτές λαμβάνονται ως «αληθείς τιμές».

Συνολικά αποτυπώθηκαν 45 σημεία. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τους μήνες Ιούλιο-Σεπτέμβριο του έτους 2012. Ο χρόνος παραμονής σε κάθε σημείο κατά την αποτύπωση με GPS ήταν 1 λεπτό και οι μετρήσεις έγιναν ανά 1 δευτερόλεπτο. Η αποτύπωση εκτελούνταν σε δυσμενές περιβάλλον (δάσος, κατά θέσεις πολύ πυκνή κόμη υψηλών δένδρων, ύπαρξη ρέματος κ.λ.π.), για αποτύπωση με χρήση GPS. Στην πράξη αντιμετωπίστηκαν τρεις καταστάσεις αποτύπωσης: 1. αποτυπώθηκε όριο θαμνολίβαδου που συνόρευε με δρόμο, εκατέρωθεν του οποίου υπήρχε ίδιας μορφής βλάστηση (χαμηλή), 2. αποτυπώθηκε όριο θαμνολίβαδου που συνόρευε με τον ίδιο δρόμο αλλά στα όρια του απέναντι πρανούς του δρόμου υπήρχε συστοιχία με άτομα Δρυός ύψους περίπου 10 μέτρων, 3. αποτυπώθηκε όριο θαμνολίβαδου που συνόρευε με δάσος πλατυφύλλου δρυός (*Quercus conferta*) μέσου ύψους δένδρων 15-20 μέτρα. Η πρώτη περίπτωση αφορούσε αποτύπωση 8 σημείων, η δεύτερη 5 σημείων και η τρίτη αποτύπωση 32 σημείων.

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ακρίβεια που επιτεύχθηκε στις μετρήσεις των συντεταγμένων των σημείων με το δέκτη GPS GS09 και τις τεχνικές του HEPOS και τον υπολογισμό της απόκλισης από την «αληθινή τιμή» υπολογίστηκαν το μέσο τετραγωνικό σφάλμα μ_t (RMSE) και η οριζοντιογραφική ακρίβεια (σφάλμα θέσης $RMSE_{EN}$). Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) μιας σειράς μετρήσεων δίνεται από τον τύπο: $\mu_t = \pm((\epsilon\epsilon)/n)^{0.5}$ όπου (ϵ) είναι οι αληθείς διαφορές n παρατηρήσεων (Δούκας 2001). Η οριζοντιογραφική ακρίβεια ορίζεται από το μέσο τετραγωνικό σφάλμα ($RMSE_{EN}$) των συντεταγμένων (E, N) σημείων που μετρήθηκαν με GPS και ελέγχονται από μεγαλύτερης ακρίβειας μετρήσεις που προέκυψαν από τη χρήση του γεωδαιτικού σταθμού (τεχνικές προδιαγραφές κατάρτισης δασικών χαρτών-ΦΕΚ 1811/Β/10-09-2007). Δίνεται από τον τύπο: $((v_E^2 + v_N^2)/n)^{0.5}$, όπου v_E το τετράγωνο των αληθών διαφορών των συντεταγμένων κατά E (East), v_N το τετράγωνο των αληθών διαφορών των συντεταγμένων κατά N (North) και n το πλήθος των μετρήσεων.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Κατά την αποτύπωση με την χρήση δέκτη GPS και τις τεχνικές του HEPOS παρατηρήθηκαν τα εξής: α) ο αριθμός των δορυφόρων που έδιναν λύσεις κυμάνθηκε από 4 έως 8. Το σύνολο των δορυφόρων του συστήματος GPS που έδιναν διορθώσεις κατά το χρόνο αποτύπωσης ήταν 8, β) από το σύνολο των σαράντα πέντε σημείων, επίλυση φάσης πραγματοποιήθηκε μόνο σε 5 σημεία με την τεχνική VRS και σε 2 σημεία με την τεχνική Single Base ποσοστό πολύ μικρό αλλά λογικό εάν ληφθεί υπόψη το δυσχερές περιβάλλον αποτύπωσης, γ) σε δύο περιοχές οι οποίες είναι διαμετρικά αντίθετες και από τις οποίες ξεκινάνε ρέματα, ήταν αδύνατη η χρήση διαδικτύου για τη μεταφορά δεδομένων από το σύστημα HEPOS καθώς πιθανότατα η περιοχή αυτή δεν καλυπτόταν από το δίκτυο GPRS της Cosmote. Στην περίπτωση αυτή η αποτύπωση έγινε με τη μέθοδο του απόλυτου προσδιορισμού θέσης χωρίς τη χρήση μόνιμων σταθμών αναφοράς και ο δέκτης λειτουργήσε ως ένας απλός δέκτης χειρός. δ) το PDOP (Position Dilution of Precision) κυμάνθηκε από 2-6 και στις τρεις τεχνικές δηλαδή κυμάνθηκε από εξαιρετικό έως καλό με μοναδική εξαίρεση δύο σημεία που αποτυπώθηκαν με την τεχνική VRS και τρία σημεία που αποτυπώθηκαν με την τεχνική Single Base, που ο δείκτης έλαβε τις τιμές 7 και 13 και 7,8 και 11 αντίστοιχα. Οι τιμές 7 και 8 αξιολογούνται ως μέτριες και οι μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμούς ενώ οι τιμές 11 και 13 ως επαρκής και η εκτίμηση της θέσης γίνεται με μεγάλο σφάλμα και χαμηλό επίπεδο εμπιστοσύνης. ε) Οι σταθμοί που παρείχαν τις διορθώσεις κατά την εφαρμογή της τεχνικής Single Base ήταν ο 033A που βρίσκεται στο Κολχικό Θεσσαλονίκης και σε απόσταση από την περιοχή έρευνας περί τα 25,00 Km και ο 070A στο Μητρούσι Σερρών και σε απόσταση περίπου 21,50 Km, βάσεις (baseline) που θεωρούνται μικρές έως μέτριες και δεν επιδρούν δραματικά στη μείωση της ακρίβειας.

Στον πίνακα 1 αποδίδονται τα σφάλματα, σε μέτρα, που προκύπτουν από την χρήση του GPS με εφαρμογή του συστήματος HEPOS και των RTK τεχνικών Single Base, VRS και DGPS.

Πίνακας 1. Σφάλματα ανά μορφή δασοκάλυψης και τεχνική μέτρησης GPS

ΜΟΡΦΗ ΔΑΣΟΚΑΛΥΨΗΣ	ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ		
		GPS-HEPOS:SINGLE BASE	GPS-HEPOS:VRS	GPS-HEPOS:DGPS
Θαμνολίβαδο με δρόμο, θαμνολίβαδο	RMSE on E	0,924	0,885	0,883
	RMSE on N	1,224	0,966	0,542
	RMSE on Z	6,724	6,390	6,223
	RMSE _{EN}	1,533	1,310	1,036
Θαμνολίβαδο με δρόμο, συστοιχία με άτομα Δρυός	RMSE on E	0,733	1,117	1,863
	RMSE on N	2,387	2,174	3,061
	RMSE on Z	4,442	3,610	4,165
	RMSE _{EN}	2,497	2,444	3,583
Θαμνολίβαδο με υψηλό δάσος δρυός	RMSE on E	0,943	1,910	1,144
	RMSE on N	2,387	1,572	1,176
	RMSE on Z	6,382	5,624	6,622
	RMSE _{EN}	2,567	2,474	1,640

Όπου: RMSE είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα, HEPOS (Hellenic Positioning System) είναι το πρώτο Ελληνικό δίκτυο Μόνιμων Σταθμών Αναφοράς GPS, VRS (Virtual Reference Stations), Single-Base και DGPS αποτελούν τεχνικές GPS για υπηρεσίες πραγματικού χρόνου.

Συμπεράσματα

Το γεγονός ότι η επίλυση φάσης δεν επιτεύχθηκε μάλλον αποδίδεται στη επίδραση του σφάλματος πολλαπλών διαδρομών «multipath» (συντελεστής ανακλασιμότητας του εδάφους) και στην ανάκλαση των σημάτων στην επιφάνεια των δένδρων.

Επειδή η σύνδεση με το κέντρο ελέγχου του HEPOS, για λήψη δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, γίνεται μέσω GSM και GPRS, θα πρέπει απαραίτητα πριν την έναρξη των εργασιών λήψης στοιχείων υπαίθρου σε δασικά περιβάλλοντα να διερευνάται εάν η περιοχή έρευνας καλύπτεται ή όχι από δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και GPRS. Σε περίπτωση αρνητικής

αναφοράς δεν είναι δυνατή η λήψη δεδομένων και κατά συνέπεια η χρήση του συστήματος HEPOS.

Από τα αποτελέσματα (Πίνακας 1) γίνεται φανερή η αρνητική επίδραση στην ακρίβεια που έχει η ύπαρξη δένδρων. Το ύψος των δένδρων, το φύλλωμα και η συγκόμωση συμβάλλουν αρνητικά στην επίτευξη ακρίβειας στον προσδιορισμό θέσης. Απόκλιση της τάξης του ενός μέτρου και άνω, φυσικά και δεν γίνεται αποδεκτή όταν ο σκοπός της αποτύπωσης είναι η κτηματογράφηση των δασών και δασικών εκτάσεων αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν ο σκοπός αφορά μια πρόχειρη εκτίμηση του εμβαδού της έκτασης, για προσανατολισμό κ.λπ.

Από τα αποτελέσματα επίσης εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα καλύτερα αποτελέσματα από τη άποψη του σφάλματος θέσης $RMSE_{EN}$, τα δίνει η μέθοδος DGPS στις περιπτώσεις δασοκάλλυψης «Θαμνολίβαδο με δρόμο, θαμνολίβαδο» και «θαμνολίβαδο με υψηλό δάσος δρυός» ενώ στην περίπτωση «Θαμνολίβαδο με δρόμο, συστοιχία με άτομα δρυός στα όρια» η μέθοδος VRS. Συνολικά προκύπτει ότι περισσότερο ακριβής στο δάσος είναι η μέθοδος DGPS.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα δεν θα μπορούσε να διεξαχθεί χωρίς την δωρεάν παροχή, από την Κτηματολόγιο Α.Ε., προσωρινού κωδικού πρόσβασης στις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου του συστήματος HEPOS καθώς επίσης και χωρίς την δωρεάν παροχή κάρτας SIM από την εταιρεία Cosmote για τη δωρεάν μεταφορά των δεδομένων. Επίσης έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Θαλής. Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.

Βιβλιογραφία

- Γιαννίου, Μ. 2008. HEPOS και σύγχρονες δικτυακές τεχνικές GPS. Δημερίδα «HEPOS και σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς: Θεωρία και υλοποίηση, προοπτικές και εφαρμογές», Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 25-26 Σεπτεμβρίου 2008. (<http://www.hepos.gr/>, ημερομηνία επίσκεψης: 20-04-2013).
- Γιαννίου, Μ., Μάστορης Δ. 2007. Περιγραφή του HEPOS και των υπηρεσιών που παρέχει. Ημερίδα "HEPOS - Ένα ενιαίο σύστημα εντοπισμού για την Ελλάδα -Υλοποίηση, Επιπτώσεις, Προοπτικές", ΕΜΠ, Αθήνα 6 Δεκεμβρίου 2007. (<http://www.hepos.gr/>, ημερομηνία επίσκεψης: 20-04-2013).
- Γιαννίου, Μ., Σταυροπούλου, Ι. 2010. Συλλογή δεδομένων GIS με χρήση του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού HEPOS. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο HellasGIS, Αθήνα 2-3 Δεκεμβρίου 2010. (<http://www.hepos.gr/>, ημερομηνία επίσκεψης: 20-04-2013).
- Δούκας, Κ. 2001. Τοπογραφία Αγροτικών και Δασικών Περιοχών. Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 300.
- Μάστορης, Δ., Γιαννίου, Μ. 2008. Χρήση των υπηρεσιών του HEPOS. Ενημερωτικό δελτίο Πανελλήνιου συλλόγου διπλωματούχων αγρονόμων τοπογράφων μηχανικών, ΑΤΜ, τεύχος 191: σελ. 28-29.
- Ντάφης, Σ. 1973. Ταξινόμησης της Δασικής Βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής. Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β': 75-86.
- Παπαναστάσης, Β.Π. και Β.Ι. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική οικολογία. Θεσσαλονίκη, σελ. 244.
- Χουβαρδάς Δ., Ισικουδης, Ι. και Παπαναστάσης, Β.Π. 2006. Ανάλυση των διαχρονικών αλλαγών του τοπίου της λεκάνης Κολχικού της λίμνης Κορώνειας με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), Σελ 253 – 261. Λιβάδια των πεδινών και ημιορεινών περιοχών: μοχλός ανάπτυξης της υπαίθρου (Πλατής και άλλοι, εκδότες). Πρακτικά του 4ου Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνέδριου. Βόλος, 10-12 Νοεμβρίου 2004.

Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ No. 12.Farina, A. 1998. Principles and Methods in Landscape Ecology. London: Chapman and Hall Ltd. University Press, Camdrige. 235 pp.

Surveying shrublands boundaries using permanent reference stations HEPOS (Hellenic POsitioning System)

C. Argiropoulou¹, K. A. Doucas²

¹ Forester MSc in Forest service of Serres, 62125 Serres Greece, PhD Candidate, Aristotle University of Thessaloniki, email: achrysanthi@for.auth.gr

² Professor of department of forest and water engineering, laboratory of Mechanical Science and Topography, Faculty of Forestry and Natural Environment, Aristotles University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki Greece, email: adoucas@for.auth.gr

Abstract

The protection of rangeland ecosystems presupposes the boundaries determination of the land they occupy, their recording and their inventory. The Global Positioning System (GPS) contributes to achieving the above purpose. The network of permanent GPS reference stations that developed at global and European level and the implementation of network RTK positioning techniques provide high accuracies in Real-Time positioning. Additional benefits of these developments are the reduction of the time and the cost of surveying. The first Network of Permanent GPS Reference Stations in Greece developed by “Ktimatologio S.A.” company is named HEPOS System (Hellenic POsitioning System). The system provides high accuracy satellite-based positioning services. The aim of the paper is to investigate the positioning accuracy in shrublands boundaries determination using GPS receiver and HEPOS system in real time (Real Time) positioning. The evaluation is carried out by means of a comparison of the results obtained from using the Leica GS09_GNSS receiver and the implementation of RTK techniques Single-Base, VRS and Network DGPS of HEPOS system, with the coordinates extracted from using the total station Leica TRC 407 whose measurements are taken as «true values». The measurements were carried out in the Public Forest of Vertiskos Mountain, manages from the Forest Service of Nigrita Serres and the results of the research shows that the most accurate method is Network DGPS.

Key words: RTK GPS techniques, Single-Base, VRS, Network DGPS.