

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ HEPOS

Γιαννίου Μιχάλης* Ph.D., Μάστορης Δημήτρης M.Sc.

Κτηματολόγιο Α.Ε., Μεσογείων 288, 155 62 Χολαργός

Τηλ. 210-6505832, e-mail: mgianni@ktimatologio.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο των έργων του ΓΚΠΣ που έχει αναλάβει να υλοποιήσει η ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. εντάσσεται και η ανάπτυξη του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού (HEPOS: **H**Ellenic **P**ositioning **S**ystem). Το HEPOS είναι ένα σύστημα, το οποίο θα παρέχει υπηρεσίες προσδιορισμού θέσης αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού (GPS - Global Positioning System), υλοποιώντας έτσι ένα σύστημα αντίστοιχο με αυτά που λειτουργούν τα τελευταία χρόνια στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το σύστημα θα αποτελείται από ένα δίκτυο μόνιμων δορυφορικών σταθμών αναφοράς, κατανομημένων σε ολόκληρη τη χώρα. Οι μετρήσεις των σταθμών αυτών θα συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο σε ένα Κέντρο Ελέγχου, το οποίο θα τα επεξεργάζεται και θα αποστέλλει στους χρήστες τα δεδομένα σταθμού αναφοράς, τα οποία απαιτούνται για το σχετικό προσδιορισμό θέσης με GPS. Με άλλα λόγια, οι χρήστες θα είναι σε θέση να προσδιορίζουν με τοπογραφική ακρίβεια τη θέση ενός σημείου, χωρίς να χρειάζεται να τοποθετούν σταθμό αναφοράς σε σημείο γνωστών συντεταγμένων. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης απαλλάσσεται από το κόστος προμήθειας δέκτη αναφοράς και το κόστος λειτουργίας αυτού του δέκτη στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος.

Το HEPOS θα εξυπηρετεί τόσο εφαρμογές πραγματικού χρόνου (RTK), όσο και εφαρμογές επεξεργασίας μετρήσεων στο γραφείο (post-processing). Το HEPOS υλοποιείται για να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου για τα επόμενα χρόνια. Παράλληλα όμως θα μπορεί να χρησιμοποιείται και σε άλλους τομείς, για εφαρμογές με απαιτήσεις ακρίβειας εκατοστού αλλά και εφαρμογές με απαιτήσεις ακρίβειας της τάξης του 0.5m. Τα κύρια πεδία εφαρμογών του συστήματος αποτελούν οι κτηματολογικές τοπογραφικές και γεωδαιτικές εργασίες η συλλογή δεδομένων GIS με αυξημένες απαιτήσεις χωρικής ακρίβειας, τα μεγάλα κατασκευαστικά έργα και η επιστημονική έρευνα.

Σκοπός της εργασίας είναι να περιγράψει το σχεδιασμό του HEPOS, τον τρόπο λειτουργίας του, τον τρόπο χρήσης του, τις εφαρμογές του και την παρούσα κατάσταση σε ότι αφορά την υλοποίησή του.

Λέξεις κλειδιά: HEPOS, Εθνικό Κτηματολόγιο, GPS, RTK, Μόνιμοι Σταθμοί Αναφοράς

ΔΙΚΥΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Από τη δεκαετία του 1990 οι μόνιμοι σταθμοί αναφοράς άρχισαν να χρησιμοποιούνται από κρατικούς φορείς για την υλοποίηση εθνικών γεωδαιτικών συστημάτων αναφοράς εξυπηρετώντας επαγγελματίες μηχανικούς. Ο χρήστης δεν ήταν πλέον αναγκασμένος να τοποθετεί το δικό του σταθμό αναφοράς (base) σε κάποιο τριγωνομετρικό σημείο, αλλά μπορούσε με ένα μόνο δέκτη να διεξάγει σχετικό εντοπισμό με γεωδαιτική ακρίβεια. Η τακτική αυτή, αν και αποτελούσε μία σημαντική πρόοδο, είχε κάποιους περιορισμούς. Η ακρίβεια εντοπισμού μειωνόταν όσο αύξανε η απόσταση μεταξύ του σταθμού αναφοράς και του κινητού δέκτη (rover) και αυτό οδηγούσε στην ανάγκη ίδρυσης ενός πυκνού δικτύου μόνιμων σταθμών αναφοράς. Μετά το 2000 άρχισε να εφαρμόζεται η τεχνική της **δικτύωσης** των μόνιμων σταθμών αναφοράς. Τα δεδομένα των σταθμών συλλέγονται σε ένα κέντρο όπου γίνεται η από κοινού επεξεργασία τους με σκοπό τη μοντελοποίηση των σφαλμάτων (τροχιές, ιονόσφαιρα, τροπόσφαιρα κ.λπ.) και τον υπολογισμό στοιχείων, με τα οποία ο χρήστης θα μπορεί να έχει πρακτικά την ίδια ακρίβεια ανεξάρτητα από την απόστασή του από τον πλησιέστερο σταθμό. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της δικτύωσης των μόνιμων σταθμών αναφοράς είναι ότι επιτρέπει την κάλυψη μίας περιοχής με λιγότερους σταθμούς, καθώς αυτοί μπορούν να τοποθετούνται σε μεγαλύτερες αποστάσεις μεταξύ τους, σε σχέση με αυτόνομους, μη-δικτυωμένους σταθμούς αναφοράς.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ

Για τη δικτύωση των μόνιμων σταθμών αναφοράς χρησιμοποιούνται σήμερα κυρίως δύο τεχνικές, αυτή του «Εικονικού Σταθμού Αναφοράς» (**VRS: Virtual Reference Station**) και αυτή των «Παραμέτρων Επιφανειακών Διορθώσεων» (**FKP: Flächenkorrekturparameter, Area Correction Parameters**).

Μία σημαντική διαφορά των δύο τεχνικών έγκειται στο ότι η τεχνική VRS είναι κατάλληλη τόσο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (RTK) όσο και για εφαρμογές επεξεργασίας στο γραφείο (post-processing), ενώ η τεχνική FKP χρησιμοποιείται μόνο σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Με την τεχνική VRS υπολογίζονται δεδομένα (διορθώσεις RTCM για RTK ή αρχεία RINEX για post-processing) για ένα τυχαίο σημείο εντός της περιοχής του δικτύου. Τα δεδομένα που υπολογίζονται, είναι πρακτικά τα ίδια με αυτά που θα είχαν παραχθεί από ένα σταθμό αναφοράς, εάν αυτός είχε λειτουργήσει στη θέση του τυχαίου αυτού σημείου (εικονικός σταθμός αναφοράς). Με την τεχνική FKP υπολογίζεται μία επιφάνεια διορθώσεων, οι παράμετροι της οποίας αποστέλλονται στον δέκτη RTK. Το λογισμικό του δέκτη RTK υπολογίζει με παρεμβολή τις τιμές των διορθώσεων για τη θέση που βρίσκεται.

Αναλυτικές περιγραφές των τεχνικών δικτύωσης υπάρχουν σε πολλές εργασίες, όπως στις εργασίες των Landau et. al. (2002) και Wübbena et. al. (2005).

ΔΙΚΤΥΑ ΑΛΛΩΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Συστήματα όπως το HEPOS λειτουργούν σήμερα σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αγγλία (OSNET), η Αυστρία (APOS), το Βέλγιο (FLEPOS, WALCORS), η Γερμανία (SAPOS, ASCOS), η Δανία (GPSnet.dk), η Ελβετία (SWIPOS, SWISSAT), η

Ολλανδία (NETPOS, 06-GPS), η Σουηδία (SWEPOS) και η Φινλανδία (GP Snet.fi). Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα παρέχουν κάλυψη στο σύνολο της κάθε χώρας. Επιμέρους συστήματα με τοπική κάλυψη λειτουργούν σε Ιταλία και Ισπανία (ERGPS). Η Γαλλία (TERIA) και η Τσεχία (CZEP OS) βρίσκονται στο στάδιο της υλοποίησης τέτοιων συστημάτων.

Στην πλειοψηφία τους τα παραπάνω συστήματα τα έχουν εγκαταστήσει και τα λειτουργούν οι κρατικές γεωδαιτικές και χαρτογραφικές Υπηρεσίες υπάρχουν όμως και συστήματα που έχουν αναπτυχθεί με ιδιωτική πρωτοβουλία. Ενδεικτικά της αποδοχής και της εξέλιξης των συστημάτων αυτών από τους χρήστες είναι τα στατιστικά μεγέθη της λειτουργίας τους. Για παράδειγμα αναφέρεται ότι σε ένα από τα 16 κρατίδια της Γερμανίας ο αριθμός των χρηστών εφαρμογών πραγματικού χρόνου υπερδιπλασιάστηκε μέσα σε ένα χρόνο φτάνοντας από 103 χρήστες το 11/2002 σε 242 χρήστες το 11/2003 με αντίστοιχη αύξηση του μηνιαίου αριθμού των κλήσεων για RTK από 4.600 σε 11.800. Επίσης αναφέρεται ότι σε ένα από τα δύο δίκτυα που λειτουργούν στο Βέλγιο καταγράφηκαν περισσότερες από 7.000 κλήσεις για δεδομένα RTK μέσα στον Ιούλιο του 2004 που αντιστοιχούν σε χρήση του συστήματος για περισσότερο από 60.000 λεπτά της ώρας.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ HEPOS

Το HEPOS θα αποτελείται από τρεις βασικές συνιστώσες:

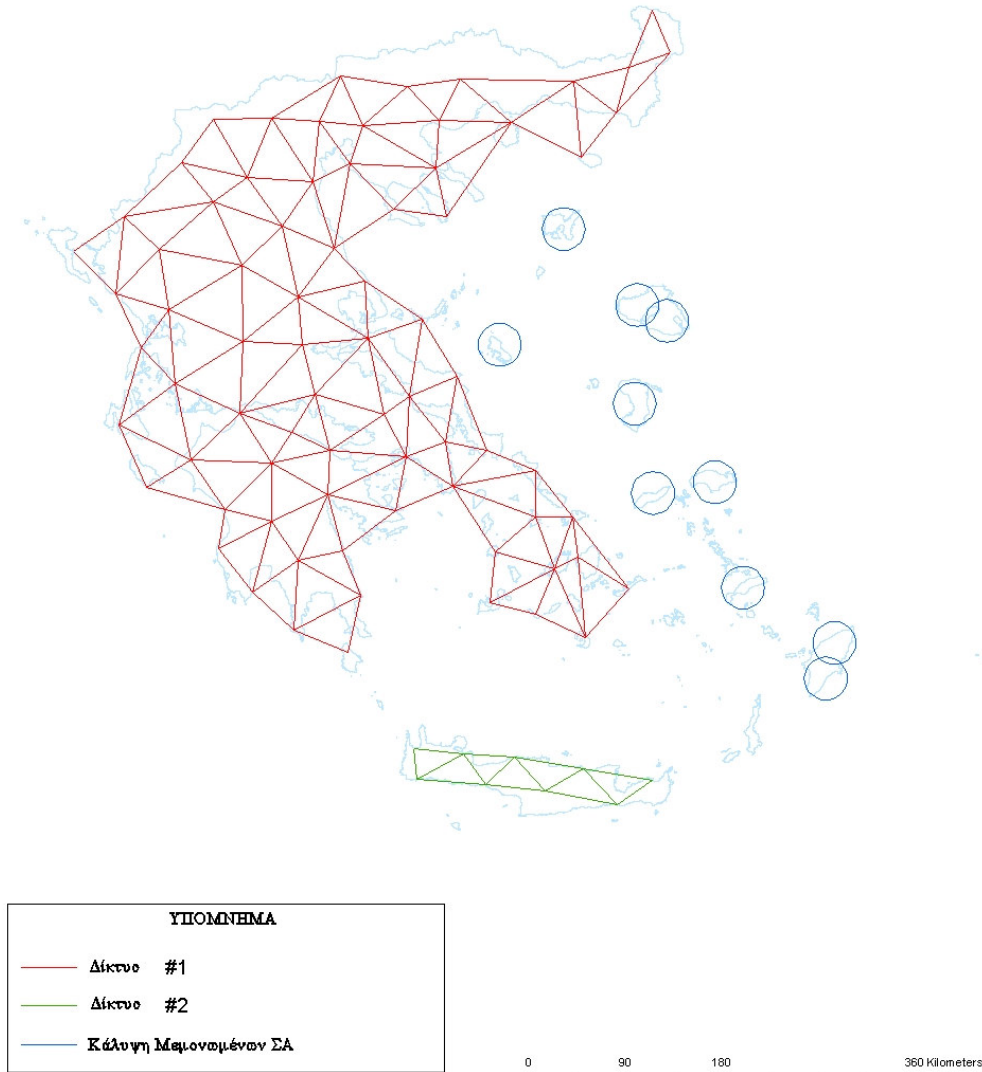
- Τους Σταθμούς Αναφοράς (ΣΑ)
- Το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο
- Το Κέντρο Ελέγχου (ΚΕ)

Σταθμοί αναφοράς

Οι σταθμοί αναφοράς του HEPOS, οι οποίοι θα είναι περίπου 100, θα κατανέμονται σε ολόκληρη τη χώρα και διακρίνονται σε σταθμούς δικτυακής λύσης και μεμονωμένους σταθμούς. Για τους σταθμούς δικτυακής λύσης θα εφαρμόζονται οι τεχνικές δικτύωσης VRS και FKP, που περιγράφηκαν παραπάνω. Τα δεδομένα των μεμονωμένων ΣΑ θα χρησιμοποιούνται για γεωδαιτικές εφαρμογές (μετρήσεις φάσης) αυτόνομα, χωρίς δηλαδή να εφαρμόζονται τεχνικές δικτύωσης. Για εφαρμογές DGPS (μετρήσεις κώδικα) θα αξιοποιούνται τα δεδομένα όλων των ΣΑ του HEPOS. Η δικτύωση των ΣΑ προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ελάχιστου αριθμού ΣΑ, τοποθετημένων με κατάλληλη διάταξη σε αποστάσεις μεταξύ τους μέχρι περίπου 70 Km. Σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό, το 90% των ΣΑ θα είναι ΣΑ δικτυακής λύσης. Μεμονωμένοι ΣΑ θα τοποθετηθούν στα νησιά του ανατολικού Αιγαίου, όπου η εγκατάσταση ΣΑ δικτυακής λύσης δεν ενδείκνυται από τεχνικοοικονομική άποψη. Στο **Σχήμα 1** δίνεται ο σχεδιασμός του HEPOS. Οι κύκλοι κάλυψης των μεμονωμένων ΣΑ έχουν ακτίνα 20 Km, η οποία αντιστοιχεί στο σύννηθες όριο απόστασης του κινητού δέκτη από το ΣΑ για εφαρμογές RTK. Η δικτυακή κάλυψη παρέχεται και σε μία ζώνη λίγων Km έξω από την περιμετρική γραμμή των ΣΑ δικτυακής λύσης. Επίσης οι ΣΑ δικτυακής λύσης θα μπορούν να χρησιμοποιούνται και ως μεμονωμένοι ΣΑ επεκτείνοντας έτσι ακόμα περισσότερο την κάλυψη έξω από την περιμετρική γραμμή.



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΗΕΡΟΣ



Σχήμα 1: Σχεδιασμός του ΗΕΡΟΣ

Επιλογή θέσεων σταθμών αναφοράς

Η επιλογή των θέσεων των ΣΑ αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για τη λειτουργικότητα του HEPOS. Οι απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται σε ένα ΣΑ είναι συνοπτικά οι εξής:

- Απρόσκοπτη ορατότητα προς τους δορυφόρους, η οποία δεν εμποδίζεται από το ανάγλυφο της γύρω περιοχής ή άλλα εμπόδια
- Περιβάλλον πρακτικά απαλλαγμένο από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και φαινόμενα πολλαπλής ανάκλασης σήματος (multipath)
- Σταθερότητα εγκατάστασης της κεραίας.

Επίσης πρέπει να εξασφαλίζονται στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα ακόλουθα:

- Διαθεσιμότητα υποδομών όπως υφιστάμενα κτίρια, ηλεκτρικό ρεύμα και τηλεπικοινωνιακά δίκτυα
- Προσβασιμότητα κατά το δυνατόν σε 24ωρη βάση όλο το χρόνο, προκειμένου να μπορούν να αντιμετωπίζονται άμεσα βλάβες
- Ελεγχόμενη πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα προς αποφυγή πρόκλησης ζημιών
- Δυνατότητες αλεξικεραυνικής προστασίας των κεραίων GPS
- Ύπαρξη αρμόδιων ατόμων με τα οποία θα μπορεί να επικοινωνεί η ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. για οποιοδήποτε πρόβλημα.

Για τον έλεγχο της ορατότητας προς τους δορυφόρους αναπτύχθηκε από στελέχη της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. ειδική εφαρμογή σε περιβάλλον GIS. Με την εφαρμογή αυτή ελέγχεται, με βάση το ανάγλυφο της περιοχής, η ορατότητα προς τους δορυφόρους για οποιοδήποτε σημείο στην Ελλάδα για γωνία ανύψωσης μεγαλύτερη από κάποια συγκεκριμένη τιμή (elevation mask). Ως μοντέλο για το ανάγλυφο χρησιμοποιήθηκε αυτό της αποστολής SRTM-3 της NASA, το οποίο ελέγχθηκε και κρίθηκε ικανοποιητικό για τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εφαρμογής. Στο **Σχήμα 2** δίνονται ενδεικτικά δύο διαγράμματα ορατότητας προς τους δορυφόρους για δύο σημεία στην Πελοπόννησο. Το αριστερό διάγραμμα δίνει ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα περιοχής όπου η εγκατάσταση σταθμού αναφοράς είναι απαγορευτική. Το δεξί διάγραμμα αναφέρεται σε μία περιοχή, όπου ελλείψει άλλης καταλληλότερης, θα μπορούσε να τοποθετηθεί σταθμός αναφοράς. Στην πλειοψηφία τους οι θέσεις των ΣΑ θα εξασφαλίζουν πλήρη ορατότητα προς τους δορυφόρους, για γωνία ανύψωσης μεγαλύτερη των 5°.

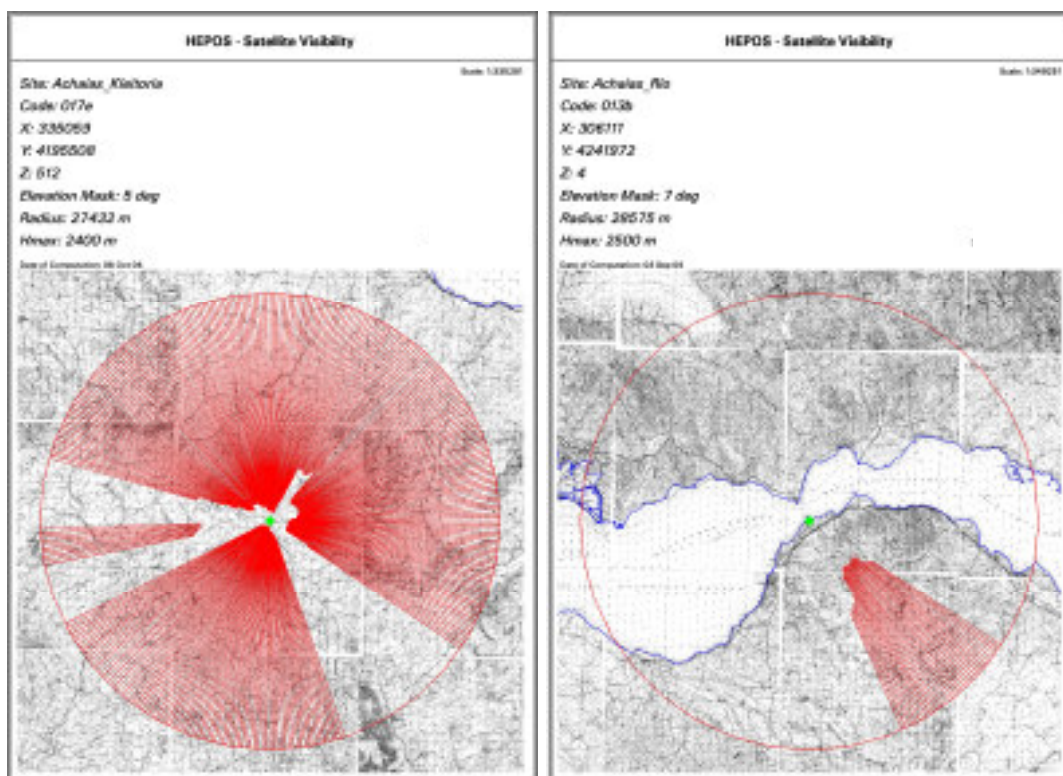
Με βάση τον έλεγχο ορατοτήτων και λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τη διαθεσιμότητα υποδομών έγινε η επιλογή των περιοχών των ΣΑ που φαίνονται στο Σχήμα 1.

Τηλεπικοινωνιακό δίκτυο

Η τεχνική της δικτύωσης των ΣΑ προϋποθέτει ότι οι μετρήσεις των δεκτών GPS των ΣΑ θα μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο σε ένα Κέντρο Ελέγχου όπου θα γίνεται η από κοινού επεξεργασία τους για τον υπολογισμό των παραμέτρων δικτυακής λύσης. Για το λόγο αυτό, κάθε ΣΑ θα είναι μόνιμα συνδεδεμένος με το Κέντρο Ελέγχου μέσω τηλεπικοινωνιακής ζεύξης. Επίσης για κάθε σταθμό αναφοράς προβλέπεται και

εφεδρική σύνδεση με το Κέντρο Ελέγχου, η οποία θα ενεργοποιείται αυτόματα σε περίπτωση αστοχίας της κύριας γραμμής επικοινωνίας. Η εφεδρική σύνδεση θα υλοποιείται με διαφορετικό τρόπο απ' ό τι η κύρια γραμμή, προκειμένου να αποκλείεται η περίπτωση ταυτόχρονης αστοχίας της κύριας και της εφεδρικής γραμμής

Αν και η μεταφορά των δεδομένων θα γίνεται ως επί το πλείστον από τους ΣΑ προς το ΚΕ, πρέπει να είναι εφικτή και η μεταφορά δεδομένων από το ΚΕ προς κάθε ΣΑ προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης του δέκτη GPS καθώς και αναβάθμισης του λογισμικού λειτουργίας του δέκτη (firm ware). Για τους λόγους αυτούς τόσο οι κύριες όσο και οι εφεδρικές τηλεπικοινωνιακές γραμμές θα υλοποιούν αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ ΣΑ και ΚΕ.



Σχήμα 2: Διαγράμματα ορατότητας προς τους δορυφόρους

Κέντρο Ελέγχου

Την καρδιά του HEPoS αποτελεί το Κέντρο Ελέγχου. Στο Κέντρο Ελέγχου εκτελούνται κατά κύριο λόγο οι εξής λειτουργίες:

- Η συγκέντρωση των δεδομένων των ΣΑ και η προώθησή τους στο λογισμικό δικτύωσης
- Η λειτουργία του λογισμικού δικτύωσης

- Η εξυπηρέτηση των χρηστών εφαρμογών τόσο πραγματικού χρόνου (RTK) όσο και επεξεργασίας στο γραφείο (post-processing)
- Η παρακολούθηση της λειτουργίας του συστήματος και η λειτουργία της ανοιχτής γραμμής επικοινωνίας με τους χρήστες
- Η αρχειοθέτηση των δεδομένων.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός για την υλοποίηση των παραπάνω λειτουργιών είναι κατά κύριο λόγο:

- Ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός («routers» κ.λ.π.) για την συγκέντρωση και δρομολόγηση των εισερχόμενων δεδομένων των ΣΑ
- Οι Η/Υ για τη λειτουργία του λογισμικού δικτύωσης
- Ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός για τη διαχείριση των κλήσεων των χρηστών εφαρμογών πραγματικού χρόνου (RTK)
- Ο εξοπλισμός για τη λειτουργία του διαδικτυακού εξυπηρετητή των εφαρμογών επεξεργασίας στο γραφείο (post-processing)
- Τα τεμαχικά χειρισμού του συστήματος
- Ο εξοπλισμός για τη μόνη αρχειοθέτηση των δεδομένων, μετά την πάροδο του διαστήματος κατά το οποίο τα δεδομένα θα είναι on-line διαθέσιμα στους χρήστες
- Υποστηρικτικός εξοπλισμός όπως UPS, fire wall κ.λ.π.

ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟ ΥΗΕΡΟΣ

Οι ΣΑ αναφοράς θα βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία και θα αποστέλλουν ανά δευτερόλεπτο τις μετρήσεις τους προς το Κέντρο Ελέγχου. Η αποστολή των μετρήσεων στο ΚΕ θα γίνεται σε 24ωρη βάση και σε πραγματικό χρόνο. Το λογισμικό δικτύωσης του ΚΕ θα συγχρονίζει τις μετρήσεις που αναφέρονται στην ίδια εποχή (epoch), στο ίδιο δηλαδή δευτερόλεπτο του χρόνου GPS και θα τις επεξεργάζεται για τη μοντελοποίηση των σφαλμάτων και τον υπολογισμό των δεδομένων σταθμού αναφοράς, τα οποία απαιτούνται για το σχετικό προσδιορισμό θέσης με GPS. Οι χρήστες θα μπορούν να παίρνουν τα δεδομένα είτε σε πραγματικό χρόνο μέσω GSM-modem ή GPRS για εφαρμογές RTK, είτε μέσω διαδικτυακού εξυπηρετητή (web server) για εφαρμογές επεξεργασίας στο γραφείο.

Για εφαρμογές RTK οι χρήστες θα συνδέουν το δέκτη με ένα GSM ή GPRS modem, μέσω του οποίου θα καλούν το Κέντρο Ελέγχου του ΗΕΡΟΣ, το οποίο αυτόματα θα αποστέλλει τα απαιτούμενα δεδομένα διορθώσεων. Για εφαρμογές επεξεργασίας στο γραφείο ο χρήστης θα συνδέεται με το διαδικτυακό εξυπηρετητή στο ΚΕ και θα λαμβάνει δεδομένα RINEX με ρυθμό καταγραφής και διάρκεια που θα ορίζει αυτός. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι είτε αυτά που κατέγραψε ένας (πραγματικός) ΣΑ είτε αυτά που υπολογίστηκαν από το ΚΕ για έναν εικονικό ΣΑ (βλ. παράγραφο «τεχνικές δικτύωσης»), τις συντεταγμένες του οποίου προσδιόρισε ο χρήστης.

Ένας ιδιαίτερα κρίσιμος παράγοντας για την ομαλή λειτουργία κάθε δικτύου όπως το ΗΕΡΟΣ είναι η εξασφάλιση πολύ μικρών καθυστερήσεων σε κάθε στάδιο της λειτουργίας του συστήματος, δηλαδή κατά τη μεταφορά των μετρήσεων των ΣΑ, την επεξεργασία τους από το λογισμικό δικτύωσης, τη διαχείριση των αιτημάτων των

χρηστών και την αποστολή δεδομένων σε αυτούς. Για την εκτέλεση μετρήσεων RTK, οι διορθώσεις RTCM που αποστέλλονται από το Κέντρο Ελέγχου προς το χρήστη πρέπει να φτάνουν σε αυτόν με μέγιστη καθυστέρηση 2-3 sec. Το χρονικό αυτό διάστημα βρίσκεται εντός των ορίων λειτουργίας όλων πρακτικά των δεκτών RTK που χρησιμοποιούνται σήμερα. Εξάλλου η μικρή αυτή καθυστέρηση δεν επηρεάζει την αποδοτικότητα της τεχνικής RTK με μοναδική εξαίρεση κινηματικές μετρήσεις κατά τις οποίες ο δέκτης βρίσκεται σε όχημα και κινείται με μεγάλη ταχύτητα.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Το HEPOS υλοποιείται για να καλύψει τις ανάγκες σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου για τα επόμενα χρόνια. Παράλληλα όμως θα μπορεί να χρησιμοποιείται και σε όλους τους άλλους τομείς είτε απαιτείται ακρίβεια εκατοστού είτε ακρίβεια της τάξης του 0.5m. Τα κύρια πεδία εφαρμογών του συστήματος αποτελούν οι κτηματολογικές, τοπογραφικές και γεωδαιτικές εργασίες, τα μεγάλα κατασκευαστικά έργα, η επιστημονική έρευνα και η συλλογή δεδομένων για εφαρμογές GIS με αυξημένες απαιτήσεις χωρικής ακρίβειας

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΧΡΗΣΤΩΝ

Για εφαρμογές RTK, οι δέκτες που κατασκευάζονται τα τελευταία χρόνια είναι πλήρως συμβατοί με τον τρόπο λειτουργίας συστημάτων όπως το HEPOS και το μόνο που θα χρειάζεται είναι η προμήθεια ενός GSM ή GPRS modem. Το modem αυτό συγχάενσωματώνεται στο δέκτη, διατηρώντας στο αέριο την ευχρηστία του δέκτη στο πεδίο. Δέκτες της προηγούμενης γενιάς με δυνατότητες RTK είναι κατά κανόνα αναβαθμισμοί μέσω αναέωσης του λογισμικού λειτουργίας τους (firm ware).

Για εφαρμογές «post-processing» το HEPOS θα μπορεί να χρησιμοποιείται από όλους πρακτικά τους σημερινούς χρήστες GPS, καθώς η μόνη απαίτηση από πλευράς εξοπλισμού είναι η δυνατότητα του λογισμικού γραφείου να εισάγει δεδομένα σε μορφή RINEX, κάτι που προσφέρουν όλα τα πακέτα λογισμικού της αγοράς. Επισημαίνεται ότι σε μορφή RINEX θα παρέχονται τόσο τα δεδομένα των πραγματικών σταθμών όσο και τα δεδομένα εικονικού σταθμού αναφοράς, τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω στην περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του HEPOS.

Η παροχή δεδομένων RINEX εικονικού σταθμού αναφοράς είναι κεφαλαιώδους σημασίας για τους κατόχους γεωδαιτικών δεκτών μίας συχνότητας. Όπως είναι γνωστό, η χρήση δεκτών μίας συχνότητας επιβάλλει περιορισμούς στο μήκος της βάσης που μετριέται, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ύπαρξη σταθμού αναφοράς σε κοντινή απόσταση από την περιοχή εργασίας. Η τεχνική του εικονικού σταθμού αναφοράς επιτρέπει στο χρήστη να μετράει με δέκτη μίας συχνότητας σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου και στη συνέχεια να ζητάει από το διαδικτυακό εξυπηρετητή του HEPOS να του παρέχει δεδομένα (εικονικού σταθμού αναφοράς) για το κέντρο της περιοχής που μετρήσε, εξασφαλίζοντας έτσι μικρά μήκη βάσεων, εντός των δυνατοτήτων του εξοπλισμού του.

Στην περίπτωση δεκτών δύο συχνοτήτων, τα μεγάλα μήκη βάσεων δεν είναι απαγορευτικά, απαιτούν όμως αύξηση του χρόνου παρατήρησης κατά τις στατικές

μετρήσεις. Η τεχνική του εικονικού σταθμού αναφοράς που θα προσφέρει το HEPOS θα επιτρέπει στο χρήστη να διατηρεί μικρά μήκη βάσεων, απαλλάσσοντας τον έτσι από τη δέσμευση αυξημένων χρόνων παρατήρησης.

ΚΥΡΙΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Με το HEPOS ο χρήστης θα είναι σε θέση να προσδιορίζει με γεωδαιτική ακρίβεια τη θέση ενός σημείου, χωρίς να χρειάζεται να τοποθετεί σταθμό αναφοράς σε σημείο γνωστών συντεταγμένων. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα για το χρήστη είναι ότι:

- απαλλάσσεται από το κόστος προμήθειας δέκτη αναφοράς και το κόστος λειτουργίας αυτού στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος
- μπορεί να διπλασιάσει την παραγωγικότητά του εάν διαθέτει ήδη ένα ζεύγος δεκτών GPS, καθώς οι δύο δέκτες θα μπορούν να μετράνε ταυτόχρονα σε δύο (προς προσδιορισμό) σημεία
- επωφελείται από την ενιαία ακρίβεια που προσφέρει το σύστημα, αλλά και από το γεγονός ότι η αποδοτικότητα της τεχνικής RTK μέσω δικτύου σταθμών αναφοράς είναι σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με την κλασική περίπτωση, όπου οι διορθώσεις για RTK προέρχονται από ένα μόνο σταθμό αναφοράς.

Με βάση την εμπειρία από αντίστοιχα συστήματα χωρών της Ε.Ε., εκτιμάται ότι το HEPOS θα ενταχθεί εύκολα και γρήγορα στην καθημερινή πρακτική και θα αποτελέσει τον κύριο τρόπο εκτέλεσης γεωδαιτικών μετρήσεων GPS. Εκτιμάται επιπλέον ότι το HEPOS θα οδηγήσει σε αύξηση των αριθμού των χρηστών GPS καθώς ο χρήστης θα χρειάζεται να προμηθευτεί ένα μόνο δέκτη GPS.

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

Η ανάπτυξη του HEPOS θα ανατεθεί μέσω διεθνούς διαγωνισμού, ο οποίος περιλαμβάνει την προμήθεια, εγκατάσταση και παράδοση ενός πλήρως λειτουργικού και έτοιμου προς χρήση συστήματος. Ο διαγωνισμός προκηρύχθηκε τον Οκτώβριο του 2005 και κατά το χρόνο συγγραφής της παρούσας εργασίας βρίσκεται στο στάδιο της αξιολόγησης των προσφορών. Σύμφωνα με τον προγραμματισμό του έργου η λειτουργία του HEPOS προβλέπεται να ξεκινήσει στις αρχές του 2007 (Γιαννίου, Μάστορης, 2006).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γιαννίου, Μ., Μάστορης Δ., 2006, Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού HEPOS, Ενημερωτικό Δελτίο Πανελληνίου Συλλόγου Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Τεύχος 176, Ιανουάριος – Φεβρουάριος 2006, Σελ. 16.

Landau H., Vollath, U., Xiaoming C., 2002, Virtual Reference Station Systems, Journal of Global Positioning Systems, Vol. 1, No. 2. pp 137-143.

Wübbena, G, Schmitz M., Bagge, A., 2005, PPP-RTK: Precise Point Positioning Using State-Space Representation in RTK Networks, Proceedings of the 18th International Technical Meeting ION GNSS-05, September 13-16, 2005.

Σημείωση:

Το έργο εντάσσεται στο Μέτρο 2.9 του Επιχειρησιακού Προγράμματος (Ε.Π.) του Γ Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (Κ.Π.Σ.): "Κοινωνία της Πληροφορίας - ΚτΠ" και θα χρηματοδοτηθεί σε ποσοστό 50% από το Διαρθρωτικό Ταμείο "Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης - ΕΤΠΑ" και 50% από Εθνικούς πόρους.