

ΔΙΑΦΑΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ HEPOS ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ WEB ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΚΙΝΗΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

ΔΕΛΗΚΑΡΑΟΓΛΟΥ Δημήτρης¹

(1)Επικ. Καθ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρ. Τοπογράφων Μηχανικών
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφος, Αθήνα, Τηλ. 210-7722617,
e-mail: ddeli@mail.ntua.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ελληνικό σύστημα υπηρεσιών εντοπισμού HEPOS (*Hellenic Positioning Service*) είναι προγραμματισμένο να τεθεί σε λειτουργία μέσα στο 2007, προκειμένου να παρέχει, για τις ανάγκες του Εθνικού Κτηματολογίου και όχι μόνο, υπηρεσίες ακριβούς προσδιορισμού θέσης αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού GPS. Θα αποτελείται από μια σύγχρονη τηλεπικοινωνιακή υποδομή και ένα δίκτυο 100 περίπου μονίμων σταθμών GPS συνεχούς λειτουργίας. Η προηγμένη λειτουργία του HEPOS θα στηρίζεται στην αποκαλούμενη τεχνική των εικονικών σταθμών αναφοράς (*Virtual Reference Stations, VRS*) και θα βασίζεται σε βέλτιστους αλγόριθμους εκτίμησης των σφαλμάτων GPS και στη μετάδοση διαφορικών διορθώσεων προς τους κατάλληλα εξοπλισμένους χρήστες, ακόμα και όταν αυτοί είναι σε κίνηση, προκειμένου να μπορούν εντοπίζουν τη θέση τους με ακρίβεια μερικών εκατοστών σε πραγματικό χρόνο.

Σε αυτή την εργασία, γίνεται αρχικά μια συνοπτική αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού του HEPOS, με ιδιαίτερη έμφαση στις τεχνικές δικτύωσης και το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που θα χρησιμοποιηθούν. Περαιτέρω εξετάζεται η χρήση των υπηρεσιών του Διαδικτύου (*Web Services*) ως μια συμπληρωματική λύση πρωτοκόλλου και επικοινωνίας για τη συνεχή ροή των διαφορικών GPS διορθώσεων του HEPOS και ενδεχομένως άλλων χωρικών πληροφοριών ενδιαφέροντος μέσω του Διαδικτύου, με προοπτική η βασική λειτουργία του HEPOS να επεκταθεί σε μια πρακτική, αποδοτική και ασφαλή μέθοδο ανταλλαγής χωρικών δεδομένων μέσω χαμηλού κόστους δεκτών GPS και οποιασδήποτε ασύρματης κινητής συσκευής ικανής να μεταδίδει δεδομένα μέσω TCP/IP. Προτείνεται ότι η εν λόγω συμπληρωματική υποδομή και επέκταση της λειτουργίας του HEPOS θα παρέχει, πέραν των γεωδαιτικών λειτουργιών και προϊόντων για τα οποία έχει πρωτίστως σχεδιαστεί, και χρήσιμες πληροφορίες υποστήριξης της κινητικότητας των χρηστών (*info-mobility*) και τις απανταχού παρούσες υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης (*Location-based Services, LBS*) που καλύπτουν ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών, όπως της εξατομικευμένης πλοήγησης, της καθοδήγησης τουριστών, της οδικής βοήθειας, κ.ά.

ABSTRACT

The Hellenic Positioning Services System (*HEPOS*) is scheduled to be operational in 2007, in order to provide, for the needs of the Hellenic Cadastre and not only,

precise positioning services by using the existing Global Positioning System (GPS). HEPOS will be based on a state-of-the-art telecommunications infrastructure and a network of some 100 reference GPS stations of continuous operation. The advanced operation of the HEPOS stations will be based on the technique of *Virtual Reference Stations* (VRS), which in turn is based on optimal algorithms for estimating the GPS errors and transmitting differential corrections to suitably equipped users, even when they are on the move, so that to be able to locate themselves with an accuracy of a few centimeters in real time.

In this work, we give a concise report of the planned technical characteristics of HEPOS, with particular emphasis on the networking technologies and the telecommunications methods that will be used. Furthermore we examine the use of Web Services as an additional solution for the protocol and communication requirements for the continuous flow of differential GPS corrections to the geodetic users of HEPOS and potentially, for conveying other geospatial information of interest via the Internet. This offers the prospect of extending the basic operation of HEPOS in a practical, efficient and secure method of exchanging geospatial data via low cost of GPS receivers and any wireless mobile location-aware devices capable of transmitting data via TCP/IP. It is suggested that the aforementioned additional infrastructure and extension of the basic operation of HEPOS will provide, beyond its intended geodetic operations and products for which the system has been designed, and other useful information to support the mobility of users (*infomobility*) and the ubiquitous Location-based Services (LBS) that currently strive to cover a large number of applications, such as individualised navigation, guidance of tourists, travellers assistance, etc.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΙΚΤΥΑ ΜΟΝΙΜΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ GPS

Την τελευταία δεκαετία, προκειμένου να βελτιωθεί η ακρίβεια του GPS ή των άμεσα επερχόμενων συστημάτων GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), όπως το ευρωπαϊκό σύστημα GALILEO, για εφαρμογές πραγματικού χρόνου, συνεχίζουν να αναπτύσσονται διάφορες τεχνικές αξιοποίησης των δορυφορικών δεδομένων που παρέχει το σύστημα GPS/GNSS σε παγκόσμιο επίπεδο, σε 24ώρη βάση και κάτω από σχεδόν οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες.

Για στατικές εφαρμογές, όπου υπάρχει μεν η ανάγκη υψηλής ακρίβειας αλλά συχνά δεν υφίσταται η ανάγκη εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο, έχουν ήδη καθιερωθεί διάφορες μεθοδολογίες μετεπεξεργασίας των μετρήσεων που αξιοποιούν τις τεχνικές σχετικού εντοπισμού με τη χρήση και βοηθητικών δεδομένων, π.χ. τροχιακές εφημερίδες υψηλότερης ακρίβειας από εκείνες που εκπέμπονται από τους δορυφόρους, που παρέχονται από το εκτεταμένο δίκτυο μονίμων σταθμών της *Διεθνούς Υπηρεσίας GNSS (International GNSS Service, IGS)* ή περιφερειακά δίκτυα σταθμών (π.χ. το Καναδικό CACS (*Canadian Active Control System*), το αμερικανικό CORS (*Continuous Operating Reference Stations*), κ.ά.) που λειτουργούν κάτω από την εποπτεία κυρίως εθνικών χαρτογραφικών οργανισμών.

Για κινηματικές εφαρμογές, οι απαιτήσεις ακρίβειας αυξάνονται συνεχώς και το πιο σημαντικό αυτές επιβάλλεται να είναι διαθέσιμες σε πραγματικό χρόνο. Σήμερα, οι δύο πιο κοινές μέθοδοι σχετικού προσδιορισμού θέσης για εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο είναι οι αποκαλούμενες τεχνικές *διαφορικού GPS* ή *DGPS (Differential GPS)* και *κινηματικού προσδιορισμού σε πραγματικό χρόνο* ή *RTK (Real-Time Kinematic)*, οι οποίες βασίζονται στην μετάδοση προς τους χρήστες κατάλληλων πληροφοριών υπό τη μορφή διορθώσεων που υπολογίζονται από προσωρινούς ή μόνιμους σταθμούς αναφοράς και διατίθενται σε τυποποιημένες μορφές, όπως π.χ. στις

διάφορες εκδόσεις του μορφότυπου RTCM (RTCM, 2001). Ένα κοινό χαρακτηριστικό και των δύο τεχνικών είναι ότι παρέχουν μικρότερες ακρίβειες όσο αυξάνεται η απόσταση του χρήστη από τον εκάστοτε σταθμό αναφοράς, εξ αιτίας των εξαρτώμενων από την απόσταση σφαλμάτων, όπως της ιονόσφαιρας και της τροπόσφαιρας και, σε μικρότερη έκταση, τα εναπομείναντα σφάλματα των δορυφορικών τροχιών. Έτσι η τυπική εφικτή ακρίβεια των εν λόγω τεχνικών είναι της τάξης του $\pm 0.5\text{-}2$ m για το DGPS, για βάσεις μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος και των σταθμών αναφοράς συνήθως μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, και της τάξης του $\pm 1\text{-}5$ cm για το RTK, για αποστάσεις που περιορίζονται στην πράξη στα περίπου 10 km, αν και οι σύγχρονοι δέκτες RTK έχουν αυξημένες δυνατότητες παρέχοντας παρόμοιες ακρίβειες για βάσεις έως 30 km, ενώ το μέγιστο μήκος βάσης μπορεί, κάτω υπό ορισμένες συνθήκες, να φτάνει ακόμα και τα 50 km.

1.1 Τεχνικές δικτυακού RTK

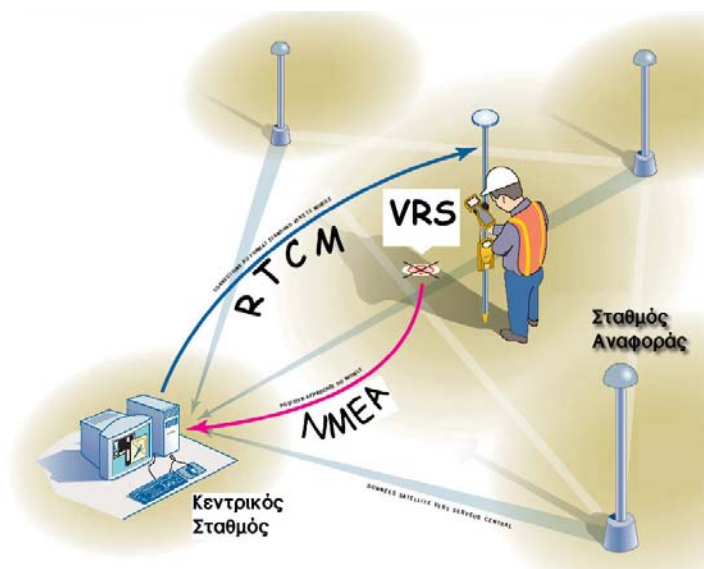
Προκειμένου να παρασχεθεί μια υπηρεσία διαφορικών διορθώσεων για μια μεγαλύτερη περιοχή, είναι απαραίτητο να υπάρχουν περισσότεροι σταθμοί αναφοράς, οι οποίοι όμως, σε αντίθεση με τους συμβατικούς σταθμούς DGPS, δεν θεωρούνται ως ανεξάρτητοι, δεδομένου ότι κάθε σταθμός καλύπτει ένα συγκεκριμένο μέρος της περιοχής ενδιαφέροντος. Οι παρατηρήσεις ενός δικτύου τέτοιων σταθμών αναλύονται συνολικά προκειμένου να παραχθούν καταλληλότερα μοντέλα των σφαλμάτων των μετρήσεων που εξαρτώνται από την απόσταση μεταξύ των σταθμών. Η εν λόγω επέκταση, στην περίπτωση του DGPS είναι γνωστή ως **DGPS ευρείας περιοχής** ή **WADGPS** (Wide Area DGPS), που εφαρμόζεται σε διάφορα συστήματα ανάλογων υπηρεσιών όπως στις ΗΠΑ το σύστημα WAAS (*Wide Area Augmentation System*), στην Ευρώπη το EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) κ.ά.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών έχει υπάρξει ένα ανάλογο αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη λεγόμενη **τεχνική δικτυακού RTK** ή **δικτύων RTK** (*Network RTK*), που επιτρέπει οι απαραίτητες μετρήσεις να μπορούν να γίνουν με βελτιωμένη ακεραιότητα, συνοχή και ακρίβεια με τη χρήση ενός αραιότερου δικτύου σταθμών αναφοράς. Η εν λόγω τεχνική οδηγεί επίσης στη βελτίωση της παραγωγικότητας – δεδομένου ότι μόνο ένας δέκτης είναι απαραίτητος στο πεδίο και δεν χρειάζεται να δημιουργούνται προσωρινοί σταθμοί αναφοράς κάθε φορά που επιχειρούνται μετρήσεις RTK σε μια περιοχή ενδιαφέροντος – και το κόστος της καθιέρωσης και της συντήρησης τέτοιων σταθμών μειώνεται σημαντικά. Η βασική ιδέα είναι να χρησιμοποιηθούν οι πληροφορίες από όλους τους σταθμούς αναφοράς στο δίκτυο, και όχι μόνο του πλησιέστερου σταθμού (όπως συμβαίνει με τις συμβατικές τεχνικές του DGPS και RTK). Ένας σταθμός αναφοράς λειτουργεί ως κεντρική μονάδα (Κέντρο Ελέγχου, ΚΕ), που συλλέγει τα στοιχεία από όλους τους σταθμούς στο δίκτυο. Με τη χρησιμοποίηση των πληροφοριών από ολόκληρη την περιοχή που καλύπτεται από το δίκτυο RTK, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν πιο πλήρη μοντέλα που επιτρέπουν καλύτερες εκτιμήσεις των σφαλμάτων. Στη συνέχεια οι διορθώσεις μπορούν να σταλούν από τον κεντρικό σταθμό αναφοράς προς τους κινούμενους δέκτες στην περιοχή του δικτύου.

Βασικά υπάρχουν δύο διαφορετικές μέθοδοι δικτύωσης των σταθμών και διανομής των διορθώσεων σε ένα δίκτυο RTK: οι **Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς** ή **VRS** (*Virtual Reference Stations*) και σταθμοί **μετάδοσης παραμέτρων επιφανειακών διορθώσεων** ή **FKP** (από το γερμανικό όρο *Flächenkorrekturparameter*).

1.1.1 Εικονικοί Σταθμοί Αναφοράς

Η τεχνική των εικονικών σταθμών αναφοράς ή VRS απαιτεί την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του κινούμενου δέκτη και του κέντρου ελέγχου του δικτύου RTK, χωρίς να απαιτείται κανένας νέος τύπος μηνυμάτων (διορθώσεων) δεδομένου ότι όλη η διαδικασία λειτουργεί με τα ίδια τυποποιημένα μηνύματα ή διορθώσεις όπως στις συμβατικές διαδικασίες DGPS ή RTK.



Σχήμα 1 – Λειτουργική αρχή χρήσης Εικονικών Σταθμών Αναφοράς

μπορούν να μεταδοθούν στους χρήστες επιτρέποντας έτσι τον διαφορικό προσδιορισμό θέσης οποιωνδήποτε σημείων ενδιαφέροντος με πολύ υψηλότερη ακρίβεια.

Στην πράξη η όλη διαδικασία γίνεται σε 4 βασικά βήματα που διαρκούν λιγότερο από 3 sec:

- (1) ο κινούμενος χρήστης στέλνει την κατά προσέγγιση θέση του (με τη μορφή ενός μηνύματος NMEA), από μια αυτόνομη μέτρηση GPS, στο Κέντρο Ελέγχου,
- (2) το οποίο με τη σειρά του απαντά με μια διόρθωση RTCM για αυτή τη προσεγγιστική θέση, η οποία χρησιμοποιείται από τον δέκτη του χρήστη για να υπολογίσει μια βελτιωμένη λύση DGPS.
- (3) Η νέα, βελτιωμένη θέση – που στέλνεται πίσω στο κέντρο ελέγχου – και
- (4) χρησιμοποιείται ως η θέση για τον εικονικό σταθμό αναφοράς και τον υπολογισμό των τελικών ακριβέστερων διορθώσεων. Αυτή τη φορά η ποιότητα των διορθώσεων είναι σαν ο σταθμός αναφοράς να ήταν "δίπλα" στον χρήστη, και συνεπώς ο σχετικός υπολογισμός δίνει τις αναμενόμενες καλύτερες τιμές της θέσης του σημείου ενδιαφέροντος.

1.1.2 Μετάδοση RTK παραμέτρων επιφανειακών διορθώσεων

Ένας άλλος τρόπος για τον ακριβή υπολογισμό των από την απόσταση εξαρτώμενων σφαλμάτων GNSS/GPS και της υλοποίησης και διανομής των αναγκαίων διορθώσεων RTK είναι να χρησιμοποιηθεί μια πολυωνυμική παραμετροποίηση για να περιγράψει την επιρροή των σφαλμάτων GNSS για οποιαδήποτε θέση ενός χρήστη σε μια ορισμένη περιοχή. Αυτό ισοδυναμεί με τη θεώρηση μιας επιφάνειας που εκφράζεται από μια σειρά πολυωνυμικών συντελεστών, και η οποία προσεγγίζει τις

Ένας εικονικός σταθμός VRS είναι ουσιαστικά μια προσομοίωση ενός σταθμού αναφοράς. Σε οποιαδήποτε θέση στην περιοχή κάλυψης του δικτύου, το κέντρο ελέγχου μπορεί με βάση (α) τις παραμέτρους των υπολογισμένων μοντέλων των σφαλμάτων από τις παρατηρήσεις όλων των παρακείμενων πραγματικών σταθμών αναφοράς και (β) την κατά προσέγγιση θέση του εκάστοτε χρήστη, να υπολογίσει τα στοιχεία των διορθώσεων που θα έστειλε κανονικά ένας πραγματικός σταθμός αναφοράς εάν βρισκόταν σε εκείνη την θέση. Με τη σειρά τους οι εικονικές αυτές διορθώσεις

διακυμάνσεις των εν λόγω σφαλμάτων από σημείο σε σημείο στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος, και για αυτό το λόγο η όλη διαδικασία αποκαλείται και τεχνική των παραμέτρων επιφανειακών διορθώσεων.

Ανάλογα με τη χρονική και χωρική παραλλαγή των επιμέρους σφαλμάτων (π.χ. των σφαλμάτων της ιονόσφαιρας, της τροπόσφαιρας, των τροχιών κλπ.) μπορεί να καθοριστεί και η ανάλογη πολυπλοκότητα (π.χ. ο βαθμός) των αντιπροσωπευτικών πολυωνυμικών μοντέλων που απαιτούνται. Η υλοποίηση της διαδικασίας αυτής συνίσταται ουσιαστικά από μια μονόδρομη επικοινωνία με το κέντρο ελέγχου ως αποστολέα των FKP διορθώσεων και τον εκάστοτε κινούμενο χρήστη ως αποδέκτη αυτών. Ένας κινούμενος χρήστης με τη σειρά του χρησιμοποιεί τις παραμέτρους που αντιστοιχούν στο άμεσο περιβάλλον του δέκτη του ή μέσω παρεμβολής στο εκάστοτε σημείο ενδιαφέροντος του. Οι διάφοροι χρήστες σε μια περιοχή τυπικά εφαρμόζουν διαφορετικά μοντέλα, π.χ. για την ιονόσφαιρα, αφού το διορθωτικό μήνυμα περιλαμβάνει μεταβλητές παραμέτρους για κάτι τέτοιο.

Σε σύγκριση με τη τεχνική VRS, η σημαντική διαφορά της τεχνικής FKP είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου, ενώ η τεχνική VRS είναι κατάλληλη και για εφαρμογές μετεπεξεργασίας των μετρήσεων (post-processing) με αρχεία RTCM RTK διορθώσεων ή αρχεία RINEX.

2 ΗΕΡΟΣ - ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ

2.1 Γενικοί Στόχοι του συστήματος

Η ανάπτυξη και λειτουργία του Ελληνικού Συστήματος Υπηρεσιών Εντοπισμού ή *HEPOS (Hellenic Positioning Service)* είναι ένα μεγαλόπνοο έργο που έχει ενταχθεί στα πλαίσια των έργων του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε., 2005). Πρωταρχικός σκοπός του είναι να καλύψει τις τρέχουσες και μελλοντικές για τα επόμενα χρόνια επιχειρησιακές ανάγκες του Εθνικού Κτηματολογίου, όπως για παράδειγμα την υποστήριξη σειράς προγραμματισμένων πανελλαδικών αεροφωτογραφήσεων για την παραγωγή υποβάθρων (ορθοφωτοχάρτες) και τη χάραξη των αιγιαλών, τον προσδιορισμό και τη καταγραφή των ορίων των γεωτεμαχίων, την μετάβαση σε ένα νέο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς για την Ελλάδα βασισμένο στο πλαίσιο αναφοράς ETRS (*European Terrestrial Reference System*) κατά τα πρότυπα των άλλων ευρωπαϊκών χωρών, κ.ά.

Ειδικότερα, σύμφωνα με τις τρέχουσες προδιαγραφές, το ΗΕΡΟΣ στοχεύει στο να παρέχει τα εξής βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά και υπηρεσίες:

- Να καθιερώσει σε εθνικό επίπεδο την αναγκαία υποδομή για την ικανοποίηση ποικίλων GNSS/GPS εφαρμογών εντοπισμού απευθυνόμενων σε πολλαπλούς χρήστες ταυτόχρονα.
- Να χρησιμοποιήσει υψηλών προδιαγραφών δορυφορικούς δέκτες διπλής συχνότητας, με βαθμονομημένες κεραιές και δυνατότητες ψηφιακής επεξεργασίας του σήματος για θωράκιση από τυχόν ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, σε ασφαλείς εγκαταστάσεις προκειμένου να διασφαλίζεται η συνεχής και αξιόπιστη λειτουργία ολοκλήρου του δικτύου των σταθμών και η εξυπηρέτηση εφαρμογών εντοπισμού θέσης, όπου απαιτείται υψηλή γεωδαιτική ακρίβεια, αυτονομία, ευελιξία στην επικοινωνία και απaráμιλλη ποιότητα δεδομένων και παραγόμενων προϊόντων.
- Να παρέχει πληροφορίες από τις μετρήσεις του κώδικα και φάσης των ραδιοσημάτων σε τυποποιημένες μορφές δεδομένων για την μετεπεξεργασία

των μετρήσεων και την επίτευξη αποτελεσμάτων υψηλής ακρίβειας και αξιοπιστίας.

- Να συμβάλει με συνεχείς και διαχρονικές μετρήσεις στα επιστημονικά προγράμματα έρευνας και πρακτικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που αφορούν το Εθνικό Κτηματολόγιο
- Να προσφέρει την απλή πρόσβαση στα προϊόντα GNSS/GPS μέσω του Διαδικτύου
- Να παρέχει σε πραγματικό χρόνο διορθώσεις RTK μέσω αποκλειστικών συνδέσεων επικοινωνίας σε τοπικό επίπεδο.

2.2 Γεωγραφική κάλυψη, αναμενόμενες ακρίβειες και τυπικές χρήσεις του HEPOS

Το HEPOS θα αποτελείται από περίπου 100 GPS (GNSS) μόνιμους σταθμούς αναφοράς (ΣΑ), σε τοποθεσίες απαλλαγμένες από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και άλλα εμπόδια, και κατανεμημένους ομοιόμορφα σε όλη τη χώρα και με κατάλληλη διάταξη ώστε οι αποστάσεις μεταξύ γειτονικών σταθμών ιδανικά να μην υπερβαίνουν τα 70 km (Σχήμα 2). Οι λειτουργία τους θα βασίζεται στις σύγχρονες τεχνικές δικτυακού RTK μέσω σύνδεσης με το Κέντρο Ελέγχου (ΚΕ) του HEPOS και θα παρέχονται διάφορα επίπεδα υπηρεσιών ακριβούς προσδιορισμού της θέσης βασισμένων στις τρέχουσες δυνατότητες του υφιστάμενου συστήματος του GPS, όπως:



Σχήμα 2 – Τυπική προδιαγραφόμενη διάταξη των σταθμών του HEPOS (μεμονωμένοι σταθμοί εμφανίζονται με τετράγωνα)

- *DGPS (με χρήση κώδικα):* οριζοντιογραφικά και υψομετρικά < 0.8 m
- *RTK:* οριζοντιογραφικά 0.010m±1 ppm και υψομετρικά 0.020m±1 ppm
- *Στατικός και ταχύς στατικός εντοπισμός (post-processing):* οριζοντιογραφικά 0.005m±0.5 ppm και υψομετρικά 0.005m ± 1 ppm, ή εναλλακτικά υψομετρικά: 0.010m±0.5 ppm
- *Κινηματικός εντοπισμός (post-processing):* οριζοντιογραφικά 0.010m±1 ppm και υψομετρικά 0.020m±1 ppm.

Από τις υφιστάμενες προδιαγραφές εγκατάστασης του HEPOS δεν προβλέπεται

άμεση χρήση του συστήματος με τα μελλοντικά συστήματα GNSS, όπως το επερχόμενο ευρωπαϊκό σύστημα εντοπισμού GALILEO. Ωστόσο, ο υψηλής ποιότητας συνολικός σχεδιασμός του συστήματος είναι ήδη τέτοιος που θα επιτρέπει τις δυνατότητες επέκτασης της λειτουργικότητας του μετά από κατάλληλες αλλαγές στον εξοπλισμό των σταθμών.

Περίπου δέκα μεμονωμένοι σταθμοί σε νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, προβλέπεται ότι θα λειτουργούν αυτόνομα χωρίς να εφαρμόζονται οι τεχνικές δικτύωσης VRS και FKP, όπως θα γίνεται με το υπόλοιπο δίκτυο των σταθμών, των οποίων τα δεδομένα θα επεξεργάζονται από κοινού παρέχοντας μια δικτυακή λύση. Ο εν λόγω περιορισμός για τα λίγα αυτά νησιά έχει κριθεί αναγκαίος εξ αιτίας της γεωγραφικής τους θέσης και της ασύμφορης από τεχνικό-οικονομικής άποψης εγκατάστασης σε αυτά σταθμών αναφοράς με δυνατότητες δικτυακής λύσης. Ωστόσο, οι περιοχές κάλυψης των εν λόγω μεμονωμένων σταθμών θα έχουν ακτίνα περίπου 20 km, που αντιστοιχεί στο συνηθισμένο όριο απόστασης ενός κινητού δέκτη από ένα ΣΑ για τις συμβατικές εφαρμογές RTK και συνεπώς δεν αναμένεται οποιαδήποτε υποβάθμιση στις αναμενόμενες ακρίβειες που θα παρέχει το σύστημα σε αυτά τα νησιά.

Το HEPOS αναμένεται να εξυπηρετήσει πολλές διαφορετικές ομάδες χρηστών που θα έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες του για διάφορες εφαρμογές και στόχους, όπως αυτών που ενδεικτικά αναφέρονται στον Πίνακα 1.

Χαρτογραφικές εφαρμογές	Εφαρμογές υψηλής ακρίβειας	Εφαρμογές μετεπεξεργασίας
Εφαρμογές έκτακτης ανάγκης	Έξυπνα συστήματα μεταφορών	Γεωδαιτικά και γεωδυναμικά δίκτυα
Πλοήγηση σκαφών και οχημάτων	Εφαρμογές υψηλής ακρίβειας στις αγροκαλλιέργειες (Precision Agriculture)	Κλιματικές και ατμοσφαιρικές έρευνες
Παρακολούθηση περιβαλλοντικών κινδύνων	GIS εφαρμογές ακριβείας	Γεωτεχνικές αναλύσεις
Συλλογή GIS δεδομένων και διαχείριση ενεργών διαθεσίμων	Βιομηχανικές γεωδαιτικές εφαρμογές	
	Τοπογραφικές εφαρμογές	

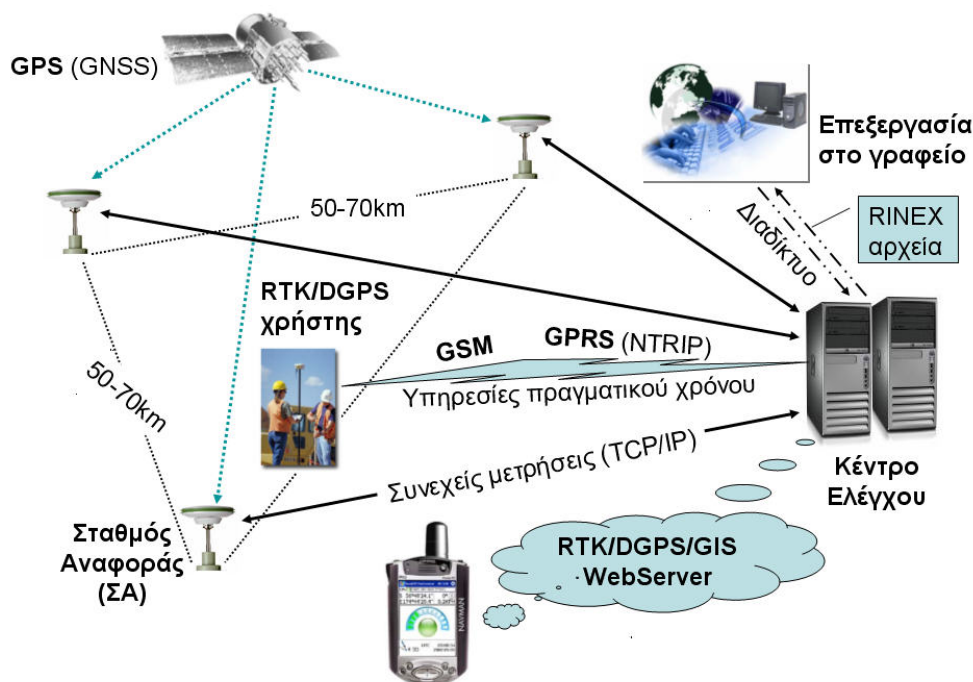
Πίνακας 1. Τυπικές αναμενόμενες χρήσεις του HEPOS.

2.3 Τηλεπικοινωνιακή υποδομή του HEPOS και Υπηρεσίες προς τους χρήστες

Το σημαντικότερο ίσως σκέλος του HEPOS είναι η τηλεπικοινωνιακή υποδομή του δικτύου, η οποία αφενός θα παρέχει την αναγκαία δικτύωση των ΣΑ που είναι απαραίτητη για την εφαρμογή των τεχνικών VRS και FKP, και αφ' ετέρου θα επιτρέπει σε σημαντικό βαθμό τη διαχείριση, τον έλεγχο και τη συντήρηση του από το Κέντρο Ελέγχου, καθώς και την υλοποίηση των υπηρεσιών προς τους χρήστες. Ειδικότερα, η επικοινωνία με τους χρήστες προβλέπεται να έχει τα εξής χαρακτηριστικά (Σχήμα 3):

- Δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων των ΣΑ στο ΚΕ, μέσω κατάλληλης τηλεπικοινωνιακής υποδομής (κύριες και δευτερεύουσες γραμμές επικοινωνίας) που να παρέχουν εγγυημένο εύρος ζώνης σύμφωνα με τις προδιαγραφές, καθώς και της αποστολής διορθώσεων προς τους χρήστες σε μορφότυπο RTCM v2.1/2.3, τόσο για δεδομένα VRS και FKP, όσο και για συμβατικά δεδομένα των μεμονωμένων νησιωτικών σταθμών.
- Δυνατότητα αποστολής των διορθωτικών μηνυμάτων στους χρήστες μέσω GSM σύνδεσης, με συνολική καθυστέρηση διανομής προς τους χρήστες που δεν θα ξεπερνά τα 3 sec. Η εν λόγω επικοινωνία θα είναι αμφίδρομη μέσω πρωτοκόλλου TCP/IP.

- Ανάλογη δυνατότητα μέσω GPRS (*General Packet Radio Service*) σύνδεσης χρησιμοποιώντας το λεγόμενο πρωτόκολλο NTRIP (*Network Transport of RTCM via Internet Protocol*) που έχει σχεδιαστεί ειδικά για τη συνεχή ροή/μετάδοση (*streaming*) διαφορικών διορθώσεων ή άλλες συναφείς πληροφορίες στους χρήστες των συστημάτων GNSS μέσω του Διαδικτύου.
- Δυνατότητα λήψης από τους χρήστες, μέσω διαδικτυακού εξυπηρετητή (*Webserver*), δεδομένων RINEX των μετρήσεων των σταθμών αναφοράς και εικονικών σταθμών VRS, καθώς και συνοδευτικών τροχιακών εφημερίδων, προκειμένου να μπορούν να τα αξιοποιήσουν μέσω επεξεργασίας στο γραφείο (*"post processing"*).



Σχήμα 3 – Βασικές λειτουργίες και υπηρεσίες που εξυπηρετεί η τηλεπικοινωνιακή υποδομή του HEPOS

Πολλά από τα ενδογενή σφάλματα που έχουν επιπτώσεις στους χρήστες GNSS/GPS μεταβάλλονται από χρονική σε χρονική στιγμή. Ως εκ τούτου οι οποιεσδήποτε υπηρεσίες DGPS ή RTK διορθώσεων οφείλουν να μεταδίδουν τα απαραίτητα δεδομένα σχεδόν αμέσως (δηλ. με την ελάχιστη καθυστέρηση) στους χρήστες προκειμένου να επιτυγχάνεται το υψηλότερο δυνατό επίπεδο ακρίβειας εντοπισμού. Συνεπώς η εγγυημένα μικρή "λανθάνουσα καθυστέρηση" (*low latency*) της ανταπόκρισης, κατά την ασύρματη λήψη των διορθωτικών δεδομένων DGPS ή RTK που θα είναι διαθέσιμα προς τους χρήστες, θεωρείται από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες για την παροχή βασικών υπηρεσιών του HEPOS, γεγονός που έχει επηρεάσει και ένα μεγάλο μέρος των προδιαγραφών της τηλεπικοινωνιακής υποδομής του συστήματος.

Με την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει κατάλληλη διαθέσιμη υποδομή κινητής τηλεφωνίας σε μια περιοχή, ο απλούστερος μηχανισμός αποστολής διορθωτικών DGPS/RTK δεδομένων του HEPOS θα είναι η GSM λύση, θεωρούμενη ως η βέλτιστη επιλογή χαμηλού κινδύνου, η οποία θα επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ ενός χρήστη και του κέντρου ελέγχου του HEPOS. Τα περαιτέρω πλεονεκτήματα της GSM λύσης είναι ότι δεν υπάρχει καμία ανάγκη αδειοδότησης για τη χρήση

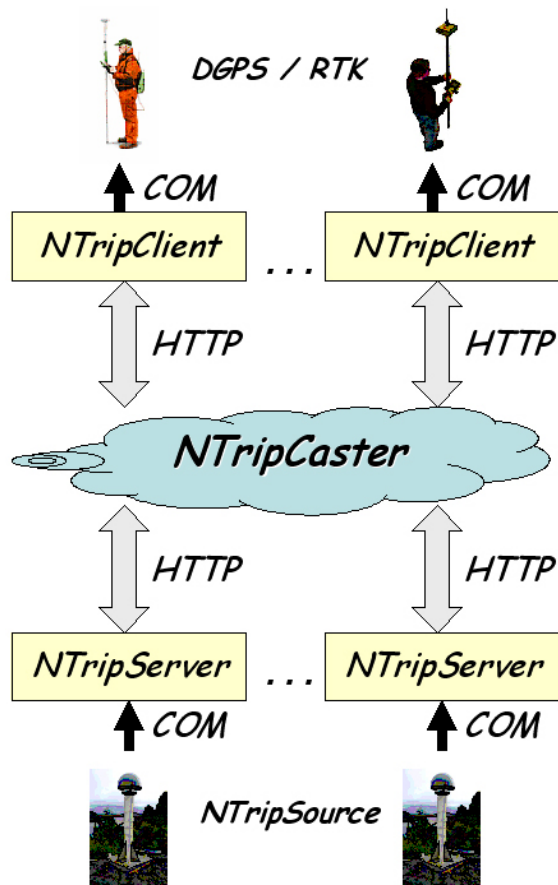
συγκεκριμένων ραδιοσυχνοτήτων, και το εν γένει χαμηλό κόστος λειτουργίας. Ένα από τα μειονεκτήματα του GSM είναι ο περιορισμένος αριθμός παράλληλων χρηστών που μπορούν να εξυπηρετηθούν ταυτόχρονα, αφού κάθε γραμμή GSM τυπικά μπορεί να υποστηρίξει μόνο ένα χρήστη.

Οι παρούσες προδιαγραφές του HEPOS προσδιορίζουν δυνατότητα ταυτόχρονης αποστολής διορθωτικών δεδομένων σε format RTCM, σε πραγματικό χρόνο, προς τουλάχιστον 60 χρήστες μέσω GSM και παράλληλα ταυτόχρονης αποστολής δεδομένων προς τουλάχιστον 40 χρήστες μέσω GPRS, ενώ ένας εξυπηρετητής πρόσβασης ("access server") που θα εγκατασταθεί θα μπορεί να διαχειριστεί ταυτόχρονα μέχρι 480 κλήσεις GSM για χορήγηση RTCM δεδομένων. Επίσης προβλέπεται ότι η μελλοντική δυνατότητα εξυπηρέτησης μεγαλύτερου αριθμού χρηστών ταυτόχρονα θα μπορεί να εκπληρωθεί μετά από σχετικά μικρές αναβαθμίσεις στο Κέντρο Ελέγχου του συστήματος. Ωστόσο, ένα σημαντικό μειονέκτημα του GSM είναι το κόστος για το χρήστη, δεδομένου ότι αυτός πρέπει να είναι συνδεδεμένος συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια που χρησιμοποιεί την υπηρεσία VRS RTK. Αυτό το κόστος μειώνεται σημαντικά με τη χρήση υπηρεσιών GPRS, με κόστος βασισμένο όχι στη διάρκεια σύνδεσης αλλά στον όγκο των διακινούμενων δεδομένων και, το πιο σημαντικό, ότι το GPRS παρέχει "διαρκή" υπηρεσία με μια σταθερή και αξιόπιστη σύνδεση (με όριο ρυθμού μετάδοσης δεδομένων τυπικά της τάξης των 171,2 kbps) και τυπικές καθυστερήσεις στην έγκαιρη λήψη διορθώσεων που δεν υπερβαίνουν τα 1-2 sec, δηλαδή επίπεδα που δεν είναι κρίσιμα για την επιτυχή διεξαγωγή των τεχνικών RTK. Χωρίς να απαιτείται η dial-up σύνδεση με κάποιον παροχέα υπηρεσιών Internet, η υπηρεσία GPRS θα μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα στο αίτημα του χρήστη για την αποστολή ή τη λήψη πληροφοριών. Για αυτόν το λόγο άλλωστε το GPRS αναφέρεται ως «always on», κάτι το οποίο τονίζει τη δυνατότητά του για άμεση και αδιάκοπη σύνδεση με το Διαδίκτυο.

Η τεχνολογία 3G είναι μια επιπλέον εξέλιξη της τεχνολογίας CDMA, που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, με δυνατότητες ακόμα υψηλότερων ρυθμών μετάδοσης δεδομένων, μέχρι και 384 kbps κάτω από τυπικές συνθήκες κάλυψης, ενώ η τεχνολογία *Wireless Broadband*, που πρόσφατα δοκιμάζεται και στην Ελλάδα (π.χ. με Mobile Connect HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*)/3G/EDGE/GPRS κάρτες), έχει ακόμα μεγαλύτερες δυνατότητες, συγκριτικά με τις προαναφερόμενες τεχνολογίες, υποσχόμενη ταχύτητες μετάδοσης τυπικά από 550 kbps μέχρι και 1100kbps, δηλαδή ως και τρεις φορές μεγαλύτερες από τους ρυθμούς μετάδοσης που παρέχουν τα δίκτυα 3G – και που θα μπορούν πλέον να συγκριθούν με αυτούς μιας σχετικά γρήγορης σταθερής "γραμμής" ADSL. Θεωρητικά οι ρυθμοί αυτοί μπορεί να φθάσουν μέχρι και τα 14.4Mbps, γεγονός που θα επέτρεπε περαιτέρω σημαντική αύξηση του ρυθμού μεταφοράς και άλλων δεδομένων ή παραγόμενων προϊόντων του HEPOS (π.χ. τροχιακές εφημερίδες, ατμοσφαιρικές διορθώσεις) και τη βελτιστοποίηση της διεκπεραιωτικότητας μέσα από την τηλεπικοινωνιακή υποδομή του ακόμα και πιο απαιτητικών χωρικών πληροφοριών (π.χ. ψηφιακές εικόνες, χάρτες, κ.ά.).

2.4 Διαφαινόμενες προοπτικές από τη δικτυακή υποδομή του HEPOS

Ειδικό ενδιαφέρον για τους κινούμενους χρήστες παρουσιάζει η δυνατότητα χρήσης του πρωτοκόλλου NTRIP (Lenz, 2004, Weber κ.ά., 2005) που επιτρέπει τις ταυτόχρονες συνδέσεις απεριόριστου αριθμού Η/Υ, φορητών Η/Υ ή δεκτών σε έναν μεταδότη-εξυπηρετητή και τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το "ανοικτό Διαδίκτυο" ως εναλλακτική λύση από τις τρέχουσες υπάρχουσες υπηρεσίες διορθώσεων σε πραγματικό χρόνο που παρέχονται μέσω ραδιοεπικοινωνιών (LF, MF, HF, UHF) ή των δικτύων κινητής επικοινωνίας (GSM, GPRS).



Σχήμα 4 – Σχηματική λειτουργία του προτύπου NTRIP

εξυπηρετητές NtripServer λαμβάνουν ο καθένας δεδομένα από μια πηγή (NTripSource), π.χ. από ένα δέκτη ενός ΣΑ, και τα προωθούν στο NTripCaster (π.χ. στο ΚΕ του ΗΕΡΟΣ), που με τη σειρά του ενεργεί ως "πίνακας διανομής" που ικανοποιεί πολλαπλούς κινούμενους χρήστες (NtripClient) με τις απαραίτητες ροές των ζητούμενων πληροφοριών τους (π.χ. διορθώσεις DGPS ή RTK).

Το σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι η τεχνολογία NTRIP υποστηρίζει τη διάδοση οποιωνδήποτε δεδομένων από τα συστήματα GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO, EGNOS, WAAS κ.λπ.), και όχι μόνο, ενώ απαιτεί χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων της τάξης του 0.2 έως 10 kbps (πολύ μικρότερους από τους απαιτούμενους, για παράδειγμα, από ένα ραδιοσταθμό του Διαδικτύου (*Internet Radio Station*) ή τα συστήματα τηλεδιάσκεψης που απαιτούν ρυθμούς μετάδοσης μέχρι και 20 kbps). Σήμερα από τους πλέον γνωστούς γεωδαιτικής φύσης μεταδότες NTRIP είναι εκείνοι της ευρωπαϊκής υπηρεσίας EUREF (ο αποκαλούμενος *EUREF-IP NTRIP Broadcaster*) και ο αντίστοιχος της διεθνούς Υπηρεσίας GNSS (ο αποκαλούμενος *IGS-IP NTRIP Broadcaster*) που βασίζονται αντίστοιχα στις μετρήσεις των μόνιμων δικτύου των σταθμών GNSS που λειτουργούν κάτω από την εποπτεία των εν λόγω υπηρεσιών.

Πρακτικά, το NTRIP είναι ένα γενικό ανοικτό (*open, non-proprietary*) πρωτόκολλο βασισμένο στο πρωτόκολλο HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) v1.1 και από το 2004 αποτελεί μέρος των προτύπων RTCM, γεγονός που έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα

Το NTRIP αποτελεί ένα διεθνώς αποδεκτό πρότυπο μιας τεχνικής που είναι ειδικά σχεδιασμένη, από τον Γερμανικό Χαρτογραφικό και Γεωδαιτικό Οργανισμό, για την IP-συνεχή ροή διαφορικών ή RTK δεδομένων GNSS/GPS προς κινούμενους χρήστες μέσω του Διαδικτύου με συνδέσεις GSM, GPRS, EDGE, UMTS κ.ά.

Ο προαναφερόμενος μεταδότης-εξυπηρετητής ή **NTripCaster** είναι η βασική συνιστώσα διαμερισμού της ροής και της μετάδοσης των δεδομένων και των μεταδεδομένων τους, και αποτελεί ουσιαστικά ένα λογισμικό HTTP εξυπηρετητή, ενώ δύο επιπλέον λογισμικά το **NtripServer** και το **NtripClient** ενεργούν ως HTTP πελάτες, που λαμβάνουν αντίστοιχα δεδομένα από διάφορες πηγές (*NTripSources*) και τα διοχετεύουν προς διαφορετικές εφαρμογές ή χρήστες. Στο σχήμα 4, για παράδειγμα, οι διαδικτυακοί

να υπάρχουν σήμερα στην ανοικτή αγορά ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης πολλές κινητές χώρο-ενήμερες συσκευές που χρησιμοποιούν το NTRIP για τη λειτουργία τους (Σχ. 5), προκειμένου να υποστηρίξουν τη συνεχή ροή δεδομένων προς κινούμενους χρήστες δια μέσου οποιουδήποτε κινητού δικτύου IP που χρησιμοποιεί TCP/IP. Για τους χρήστες είναι διαθέσιμα ένα πλήθος ανοικτών εύχρηστων λογισμικών για λειτουργικό περιβάλλον εφαρμογών σε Windows, Linux,



Σχήμα 5 – Ποικίλες φορητές συσκευές με δυνατότητα χρήσης του NTRIP

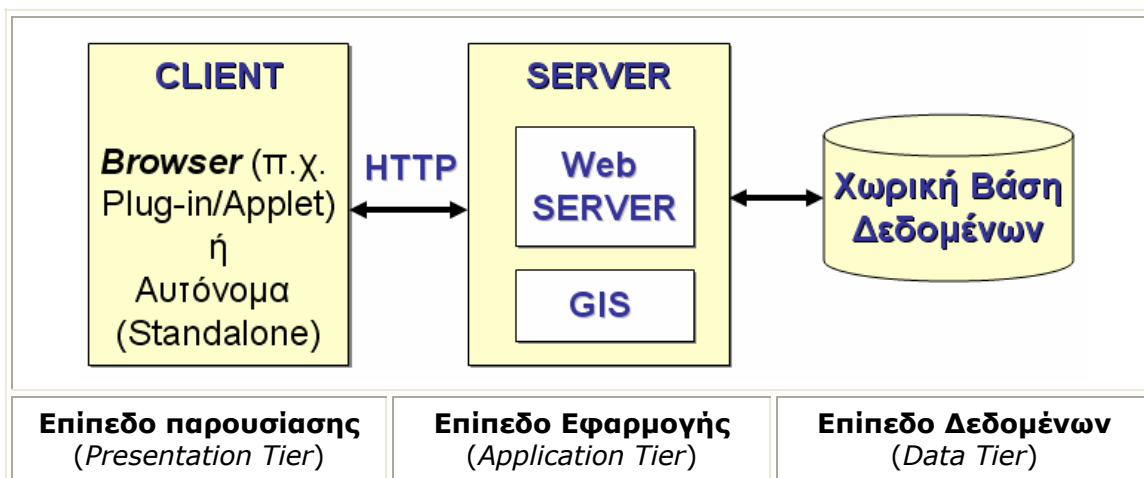
RocketPC, κ.ά. τα περισσότερα των οποίων έχουν αναπτυχθεί από ερευνητικές πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας EUREF και είναι διαθέσιμα από τη διαδικτυακή διεύθυνση http://igs.ifag.de/index_ntrip.htm. Παράλληλα, στην εμπορική αγορά είναι διαθέσιμα χαμηλού κόστους λογισμικά που επιτρέπουν εύκολα τη χρήση του NTRIP με ευρείας αποδοχής λογισμικά GIS για κινούμενους χρήστες (*mobile GIS*). Τυπικό τέτοιο παράδειγμα είναι το λογισμικό ArcNTRIP® που λειτουργεί συνεργατικά με το ArcPad®, σε PDA περιβάλλον RocketPC, παρέχοντας διαφορικές διορθώσεις DGPS ή RTK σε χαμηλού κόστους δέκτες GPS δια μέσου του διαδικτύου με ασύρματες συνδέσεις GPRS. Ένας τέτοιος συνδυασμός των δυνατοτήτων υψηλής ακρίβειας εντοπισμού μέσω του HEPOS και κινητών συστημάτων GIS μπορεί να δώσει ιδιαίτερη ώθηση στην ανάπτυξη μιας ειδικής κατηγορίας υπηρεσιών. Πρόκειται για τις υπηρεσίες θέσης (Location-based Services - LBS), οι οποίες υποστηρίζουν "αίτηση" και "αποστολή" περιεχομένου με βασικό κριτήριο τη γεωγραφική θέση (στατική ή κινούμενη) ενός χρήστη.

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι η συμπερίληψη του NTRIP ως αναπόσπαστου μέρους της υποδομής του HEPOS κρίνεται ως ιδιαίτερης σημασίας για τους γεωδαιτικούς (και όχι μόνο) χρήστες του HEPOS, αφού η δυνατότητα χρήσης της τεχνικής NTRIP έχει ήδη αποδειχθεί διεθνώς ως ένας αποτελεσματικός τρόπος συνεχούς και σε πραγματικό χρόνο εκπομπής (*real time streaming*) DGPS και RTK διορθώσεων μέσω του Διαδικτύου ταυτόχρονα σε εκατοντάδες χρήστες με πολυεκπομπή (*multicasting*) μέσω ενός εξυπηρετητή NTRIPCaster. Στην περίπτωση του HEPOS, η χρήση του NTRIP μπορεί να αποδειχθεί ως η προτιμητέα λύση (τουλάχιστον για τους κινούμενους χρήστες των γεωδαιτικών εφαρμογών), αντικαθιστώντας με διεργασίες "συνεχούς ροής δεδομένων" τις συνήθεις και πιο συμβατικές διεργασίες χρήσης "αρχείων δεδομένων", όπως για παράδειγμα προβλέπεται για την περίπτωση διάθεσης των αρχείων RINEX των ΣΑ μέσω ενός διαδικτυακού εξυπηρετητή.

2.4.1 Άλλες δυνατές επεκτάσεις

Μια συμπληρωματική λειτουργία, που προς το παρόν δεν έχει συμπεριληφθεί στις αρχικές επιδιώξεις λειτουργίας του HEPOS, έχει να κάνει με την επιπλέον δυνατότητα χρήσης μιας *Διαδικτυακής Υπηρεσίας GIS (WebGIS Service)* προκειμένου να διοχετεύονται προς τους χρήστες μέσω του "ανοικτού" Διαδικτύου, παράλληλα ή ανεξάρτητα από τις RTK/DGPS διαφορικές διορθώσεις (που θα αποστέλλονται ήδη μέσω GSM/GPRS), άλλες πληροφορίες γενικότερου γεωγραφικού

περιχομένου, όπως διαθέσιμοι χάρτες (ορθοφωτοχάρτες) από τη σύνταξη του κτηματολογίου, συναφή κτηματολογικά δεδομένα, κ.ά.



Σχήμα 6 – Τυπική αρχιτεκτονική μιας υπηρεσίας μετάδοσης χωρικών πληροφοριών μέσω της δικτυακής υποδομής του HEPOS

Η κεντρική ιδέα μιας τέτοιας διαδικτυακής επέκτασης των αρχικά προβλεπόμενων υπηρεσιών του HEPOS είναι, με μια σχετικά μικρή συμπλήρωση της ήδη προβλεπόμενης δικτυακής υποδομής του συστήματος, να παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες υποστήριξης της κινητικότητας των χρηστών μέσω ασύρματων κινητών χώρο-ενήμερων συσκευών (π.χ. προσωπικούς υπολογιστές παλάμης (PDA) με ενσωματωμένα GPS chipsets ή GPS Flashcards, χαμηλού κόστους δέκτες GPS, κ.ά.). Με τον τρόπο αυτό, θα μπορούν να υποστηριχθούν οι λεγόμενες *απανταχού παρούσες υπηρεσίες (ubiquitous services)* που μπορούν να απευθυνθούν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών συμπεριλαμβανομένων της καθοδήγησης στο πεδίο (π.χ. τοπογράφων στις περιοχές κτηματογράφησης) ή οπουδήποτε στον ελλαδικό χώρο (π.χ. τουριστών στο οδικό δίκτυο, σε περιοχές αναψυχής, πεζοπορίας, αναζήτησης κ.ά.), της αναζήτησης και διάσωσης και της εξατομικευμένης παρακολούθησης, κ.ά. Ο κύριος στόχος σε τέτοιες εφαρμογές είναι να παράσχονται στον κινούμενο χρήστη χρήσιμες ή αναγκαίες γεωγραφικές και άλλες πληροφορίες καθώς επίσης και υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης του οποτεδήποτε και οπουδήποτε, βλ. Πετρόπουλος (2005) και Δρόσος (2005). Με τον τρόπο αυτό η παραδοσιακές χρήσεις των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, βασισμένες στις οικείες αρχές της εισαγωγής στοιχείων, της διαχείρισης, της ανάλυσης και της απεικόνισης γεωγραφικών στοιχείων, θα μπορούν να επεκταθούν και να εφαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο μέσα από τις διαδικτυακές υποδομές του HEPOS όπως ενδεικτικά φαίνεται στο σχήμα 6, π.χ. μέσα από ένα τυπικό *WebGIS server* αποτελούμενο από ένα κεντρικό εξυπηρετητή (Web server), συνδετήρες Java (*Java Connectors*), εξυπηρετητή εφαρμογών (*application server*) και ένα εξυπηρετητή χωρικών πληροφοριών. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων τμημάτων θα μπορούν να βασίζονται στο πρωτόκολλο SOAP (*Simple Object Access Protocol*), που επιτρέπει στις επιμέρους διαδικτυακές υπηρεσίες να ανταλλάσουν απαραίτητες πληροφορίες υπό τη μορφή απλών XML μηνυμάτων. Για παράδειγμα, όταν ο κεντρικός εξυπηρετητής της εν λόγω υπηρεσίας θα λαμβάνει ένα αίτημα, θα το διαβιβάζει σε ένα JAVA συνδετήρα, του οποίου το αποτέλεσμα θα είναι ένα αίτημα σε τυποποιημένη περιγραφή XML, που με τη σειρά του θα δίνεται σε ένα εξυπηρετητή εφαρμογών που θα χειρίζεται το φόρτο των αιτημάτων προς έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές χωρικών πληροφοριών. Εσωτερικά, σε μια τέτοια διαδικασία, ενδέχεται να εκτελούνται διάφορες εργασίες που δε θα γίνονται αντιληπτές από την υπερκείμενη εφαρμογή, όπως για παράδειγμα αντιστοιχήσεις στρωμάτων ή

θεματικών πληροφοριών ή ακόμα και το να παραδίδεται μια εικόνα, μια αεροφωτογραφία ή ένας ψηφιακός χάρτης. Το αποτέλεσμα θα μπορεί να επιστρέφεται στη μορφοποίηση που ζητά η συγκεκριμένη εφαρμογή, π.χ. μια JPEG εικόνα, ενώ η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί στη συνέχεια να προσθέσει άλλες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα μετατρέποντας την εικόνα ή τον χάρτη σε ImageMap κ.λπ.

Το κυριότερο τμήμα μιας τέτοιας αρχιτεκτονικής είναι προφανώς ο εξυπηρετητής-server των χωρικών πληροφοριών, ο οποίος θα μπορεί να θα προωθεί προς τους χρήστες πολλαπλούς τύπους χωρικών πληροφοριών (π.χ. Image, Feature, Query, Geocode, Extract, Metadata, κ.ά.) μέσω μίας κεντρικής βάσης δεδομένων στην πλευρά του εξυπηρετητή. Η συνολική αρχιτεκτονική θα μπορεί εύκολα να βασισθεί σε ένα HTML Viewer που θα χρησιμοποιεί HTML και DHTML και η διαχείριση όλων των αιτημάτων θα μπορεί να γίνει με JavaScript ή γενικότερα με τη γλώσσα προγραμματισμού JAVA ως πλατφόρμα υλοποίησης. Αυτός ο τρόπος υλοποίησης θα έχει το πλεονέκτημα της ανεξαρτησίας από τις πλατφόρμες υλοποίησης και την εύκολη αποδόμηση του συστήματος σε επιμέρους ανεξάρτητα τμήματα ανάλογα με τις ανάγκες και τις συγκεκριμένες υπηρεσίες αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης που ενδεχομένως θα επιλεγθούν να αναπτυχθούν στο άμεσο μέλλον, μετά την εγκατάσταση του συστήματος.

Ειδικότερα, τέτοιες διαδικτυακές υπηρεσίες του ενός WebGIS Server του HEPOS θα μπορούν να είναι κομμάτια της λογικής μιας ή περισσότερων εφαρμογών που θα διατίθεται από μια συγκεκριμένη δικτυακή διεύθυνση (π.χ. της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε.) που θα είναι προσιτή από τα προγράμματα εφαρμογής μέσω των οικείων τυποποιημένων πρωτοκόλλων του Διαδικτύου. Όταν καλείται από ένα χρήστη, η WebGIS υπηρεσία του HEPOS θα εκτελεί έναν ή περισσότερους λειτουργικούς στόχους και θα αποστέλλει μια απάντηση βασισμένη στις απαιτήσεις του χρήστη και τις διαθέσιμες από τη ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε. συναφείς με τη γεωγραφική θέση του πληροφορίες. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, η συγκεκριμένη υπηρεσία Ιστού θα μπορεί να καλέσει άλλες συναφείς ή συμπληρωματικές υπηρεσίες Ιστού ή/και να τρέξει άλλες εφαρμογές λογισμικού ανάλογα με τις διαθέσιμες δυνατότητες ή τις παρεχόμενες πληροφορίες. Με τον τρόπο αυτό, η τελική απάντηση προς τον χρήστη μπορεί να είναι υπό μορφή ενός ολόκληρου συνόλου στοιχείων όπως ένας ψηφιακός χάρτης, πληροφορίες από μια βάση κτηματολογικών δεδομένων, ή απλά το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού (π.χ. οδηγίες καθοδήγησης).

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το HEPOS ανήκει αναμφίβολα στην κατηγορία των πρωτοποριακών υποδομών που μπορούν να βοηθήσουν αμέριστα στην αναπτυξιακή πορεία του Εθνικού Κτηματολογίου. Η εμπειρία με παρόμοια συστήματα στην Ευρώπη, συνηγορεί στην εκτίμηση ότι η χρήση του HEPOS θα ενταχθεί εύκολα και γρήγορα στην καθημερινή πρακτική των Τοπογράφων Μηχανικών και όχι μόνο, και ότι στο άμεσο μέλλον θα αποτελέσει τον κυριότερο τρόπο εκτέλεσης των γεωδαιτικών εφαρμογών στη χώρα. Ωστόσο, εάν και εφόσον οι προγραμματισμένες γεωδαιτικές υπηρεσίες που θα μπορεί να προσφέρει η τηλεπικοινωνιακή υποδομή του επεκταθούν με επιπλέον κατάλληλες διαδικτυακές υπηρεσίες παροχής χωρικών πληροφοριών, εκτιμάται ότι το HEPOS θα οδηγήσει σε αύξηση των τελικών χρηστών του, ιδιαίτερα αν οι εν λόγω υπηρεσίες προσανατολιστούν προς την υποστήριξη και την εξυπηρέτηση της κινητικότητας των χρηστών μέσω ανεξάρτητων εφαρμογών αξιοποίησης της γεωγραφικής τους θέσης, που θα τους παρέχει ήδη εύκολα και με μεγάλη ακρίβεια το HEPOS. Επιπλέον τέτοιες WebGIS υπηρεσίες αναμφίβολα θα επεκτείνουν και θα προσθέσουν περισσότερες

κατηγορίες χρηστών σε εκείνες του πίνακα 1, ενώ ταυτόχρονα θα προσδώσουν μια νέα δυνατότητα για την οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γιαννίου, Μ. και Δ. Μάστορης (2006) – *“Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού HEPOS”*, Ενημερωτικό Δελτίο Π.Σ.Α.Τ.Μ., Τεύχος 176 (Ιαν.-Φεβρ.), σελ. 16.

Δρόσος, Μ. (2005) – *“Υπηρεσίες Αξιοποίησης της Γεωγραφικής Θέσης και Web-GIS. Εφαρμογή στο Ιστορικό και Εμπορικό Κέντρο της Αθήνας”*, Διπλ. Εργασία, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Σεπτ.

ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, Α.Ε. (2005) – *“Τεχνικές Προδιαγραφές για την προμήθεια, εγκατάσταση και συντήρηση του πλήρως λειτουργικού και έτοιμου προς χρήση και έτοιμου προς χρήση Ελληνικού Συστήματος Αναφοράς - HEPOS (Hellenic Positioning System)”*, Οκτ.

Πετρόπουλος, Γ. (2005) – *“Διερεύνηση των Δυνατοτήτων και Πιλοτική Εφαρμογή Διασύνδεσης των Τεχνολογιών GPS, Υπηρεσιών Αξιοποίησης της Γεωγραφικής Θέσης και Web-GIS”*, Μεταπτυχιακή εργασία στο Πρόγραμμα Γεωπληροφορικής, Ε.Μ.Π., Ιούνιος.

Lenz E (2004) – *“Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)”*, Proceedings of the FIG Working Week 2004, Athens, Greece, 22–27 May.

RTCM SC-104, (2001) – *“RTCM Recommended Standards for Differential GNSS Service, Version 2.3”*, 20 August, Radio Technical Commission for Maritime Services, Alexandria, Virginia.

Weber, G., D. Dettmering, H. Gebhard and R. Kalafus (2005) – *“Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip) – IP-Streaming for Real-Time GNSS Applications”*, ION GNSS 18th International Tech. Meeting of the Satellite Division, 13-16 September 2005, Long Beach, CA.