



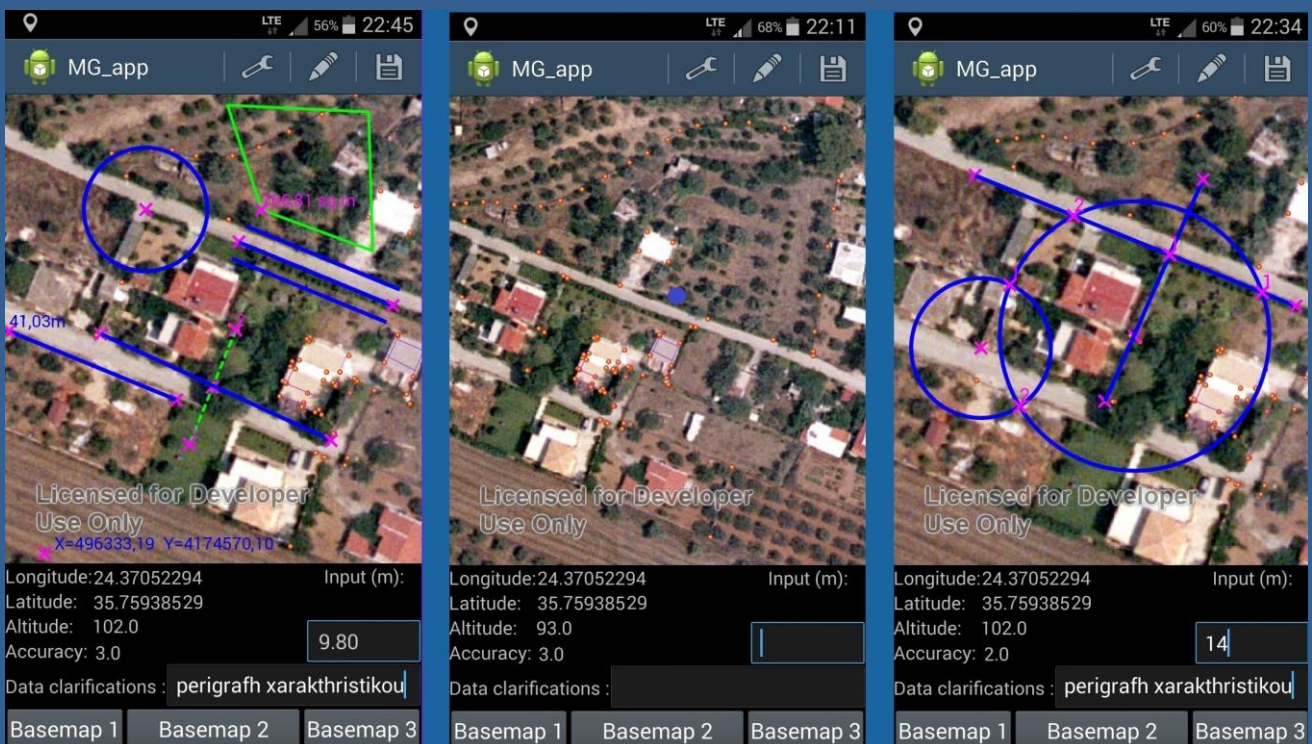
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ANDROID ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΜΕΣΩ CROWDSOURCING

ΕΚΠΟΝΗΣΗ : ΓΚΕΛΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.





## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης του προπτυχιακού κύκλου σπουδών της Σχολής Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η εργασία ανατέθηκε από το Εργαστήριο Φωτογραμμετρίας και έχει ως θέμα την ανάπτυξη μιας εφαρμογής σε λειτουργικό σύστημα Android, για τη συλλογή κτηματολογικών πληροφοριών με τη βοήθεια ατόμων χωρίς ειδικές τοπογραφικές γνώσεις, μέσω της μεθόδου του CrowdSourcing.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας, είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές (mobile application), σε λειτουργικό σύστημα Android, η οποία συμβάλλει στη καταγραφή των απαραίτητων γεωμετρικών και περιγραφικών πληροφοριών των εκάστοτε μελετώμενων ιδιοκτησιών ή κτισμάτων, από άτομα χωρίς ειδικές τοπογραφικές γνώσεις, μέσω της μεθόδου του CrowdSourcing. Οι συλλεγόμενες πληροφορίες έχουν ως σκοπό την δημιουργία ή την ενημέρωση τοπογραφικών διαγραμμάτων, με σχετικά ικανοποιητική ακρίβεια μέσω των δυνατοτήτων τόσο της κινητής συσκευής όσο και της αναφερόμενης εφαρμογής για κινητές συσκευές, η οποία αναπτύχθηκε.



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Έχοντας ολοκληρώσει την παρούσα διπλωματική εργασία, η οποία σηματοδοτεί την ολοκλήρωση του προπτυχιακού κύκλου σπουδών της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν με οποιονδήποτε τρόπο στη πραγματοποίησή της. Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Χαράλαμπο Ιωαννίδη, ο οποίος με προέτρεψε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, μου έδειξε εμπιστοσύνη, διέθεσε πολύτιμο χρόνο προκειμένου να επιλυθούν όλες οι απορίες και τα προβλήματα τα οποία αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της δεδομένης διπλωματικής εργασίας, και με βοήθησε πραγματοποιώντας εύστοχες παρατηρήσεις και δίνοντας μου τις απαραίτητες συμβουλές για την ολοκλήρωσή της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή μου κ. Χαράλαμπο Ιωαννίδη και την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κ. Χρυσή Πότσιου οι οποίοι πραγματοποίησαν τις κατάλληλες ενέργειες προκειμένου να επιλυθούν οι απορίες μου σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας και διαχείρισης των δεδομένων μέσω του server της ESRI. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ηλία Λαζάρου από τη Marathon Data Systems, ο οποίος με βοήθησε για τη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της πλατφόρμας του ArcGIS Online της ESRI καθώς και τρόπου χρήσης αυτών από εφαρμογές σε λειτουργικό σύστημα Android. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Σοφία Σοϊλέ, μέλος του Εργαστηρίου Φωτογραμμετρίας, για τον χρόνο που διέθεσε προκειμένου να μου παρέχει όλα τα απαραίτητα δεδομένα για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στον αδερφό μου, για την αμέριστη στήριξη του σε κάθε στάδιο της ζωής μου και σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου έως σήμερα. Η πίστη του στις δυνατότητες μου και η συμπαράσταση του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την ολοκλήρωσή της.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο για την αποκατάσταση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος στον ελλαδικό χώρο διαδραματίζει η ορθή και πλήρης καταγραφή των πληροφοριών γης. Το Κτηματολόγιο αποτελεί μια γενική, ενιαία, συστηματική και διαρκώς ενημερωμένη καταγραφή της κτηματικής περιουσίας καθώς περιλαμβάνει τη γεωμετρική καταγραφή τόσο του ιδιοκτησιακού καθεστώτος όσο και του κάθε γεωτεμαχίου. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας, του διαδικτύου καθώς και των μεθόδων συλλογής πληροφοριών επιτρέπει να αναπτυχθούν συστήματα συλλογής πληροφοριών γης τα οποία θα συμβάλλουν στη καταγραφή γεωμετρικών, μετρητικών αλλά και περιγραφικών πληροφοριών που αφορούν στη γη.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας, είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές (mobile application), σε λειτουργικό σύστημα Android, η οποία συμβάλλει στη καταγραφή των απαραίτητων γεωμετρικών και περιγραφικών πληροφοριών των εκάστοτε μελετώμενων ιδιοκτησιών ή κτισμάτων, από άτομα χωρίς ειδικές τοπογραφικές γνώσεις, μέσω της μεθόδου του Crowdsourcing. Η ανάπτυξη της αναφερόμενης Android εφαρμογής πραγματοποιείται σε γλώσσα προγραμματισμού Java, με χρήση των βιβλιοθηκών του ArcGIS Runtime SDK for Android, οι οποίες παρέχονται από την ESRI (Environmental Systems Research Institute), η οποία αποτελεί έναν από τους κύριους προμηθευτές λογισμικού γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών διεθνώς.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, περιλαμβάνει εισαγωγή στις βασικές έννοιες των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (Γ.Σ.Π), του Mobile G.I.S (Geographic Information System), του λειτουργικού συστήματος Android, με βάση το οποίο πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη της εν λόγω εφαρμογής, καθώς και της γλώσσας προγραμματισμού Java, που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του κώδικα του προγράμματος της εφαρμογής. Εκτός αυτών, πραγματοποιείται περιγραφή των εργαλείων της ESRI, που χρησιμοποιήθηκαν για τη κατασκευή των δεδομένων που χρησιμοποιούνται, επεξεργάζονται και συλλέγονται από την εφαρμογή για κινητές συσκευές Android που αναπτύχθηκε, καθώς και του διακομιστή της πλατφόρμας του ArcGIS Online που προσφέρεται από την ESRI και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση τόσο των αρχικών δεδομένων εισόδου της εφαρμογής (υπόβαθρα, θεματικά επίπεδα) όσο και των τελικά συλλεγόμενων στοιχείων μέσω της εφαρμογής που αναπτύχθηκε. Ακόμα, περιγράφεται ο τρόπος δόμησης και λειτουργίας των γεωμετρικών, μετρητικών, σχεδιαστικών εργαλείων και εργαλείων αποθήκευσης των επιθυμητών χαρακτηριστικών μέσω του mobile application. Τέλος, γίνεται περιγραφή μιας πρακτικής εφαρμογής, που εκτελέστηκε σε περιιαστική περιοχή με τη χρήση του εν λόγω mobile application και εξάγονται τα

απαραίτητα αποτελέσματα, διαγράμματα και συμπεράσματα όσον αφορά στην ευχρηστία, τη πληρότητα, την ακρίβεια, τον απαιτούμενο χρόνο των εργασιών πεδίου και την αποτελεσματικότητα του mobile application, το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.



## **ABSTRACT**

Particularly important role for the restoration of ownership in Greece has the correct and complete registration of land information. The Land Registry is a general, unified, systematic and constantly updated record of the properties, as it includes geometric recording both ownership and each land parcel. The development of technology, Internet and data collection methods allows the development of land information collection systems which will contribute the recording of geometric, metrical and descriptive information pertaining to land.

The purpose of this diploma thesis is the development of an application for mobile devices (mobile application), on Android operating system which contributes in recording the necessary geometric and descriptive information of each surveyed property or buildings by persons without specific topographic knowledge, through the method of CrowdSourcing. The development of the said Android application performed in Java programming language, using libraries of ArcGIS Runtime SDK for Android, which are provided by ESRI (Environmental Systems Research Institute), which is the international software vendor of geographic information systems.

In this thesis, carried out an introduction to the basic concepts of geographic information systems (GIS), the Mobile GIS (Geographic Information System), the Android operating system, with which the mobile application is developed, and the Java programming language, which was used for the development of the application program code. Besides, is performed a description of ESRI tools which are used to construct the data which used, processed and collected from the developed Android mobile application and the server of the ArcGIS Online platform which is available from ESRI and is used to storing both of the original application input data (backgrounds, layers) and the final data collected through the developed mobile application. Also is carried out a description of the way of construction and operation of geometrical, metrical, design tools and storage tools, of the desired characteristics through the mobile application. Finally, is performed a description of an the implementing, executed in a peri-urban area using the mobile application and exported the necessary results, figures (diagrams) and conclusions, regarding the usability, the completeness, the accuracy, the required time of field work and the efficiency of mobile application which was developed within the framework of this thesis.



# Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	I
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	III
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	V
ABSTRACT.....	VII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	XIV
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	XVI
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	XVII
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και Mobile G.I.S.....	5
1.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών. ....	5
1.1.1 Κτηματολόγιο ως Σύστημα Πληροφοριών Γης.....	7
1.1.2 Διαδίκτυο και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.....	8
1.2 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και Crowdsourcing.....	10
1.2.1 Πληροφορία παραγόμενη από το Πλήθος.....	12
1.3 Mobile G.I.S.....	14
1.3.1 Mobile GIS και Απαιτούμενη Τεχνολογία.....	15
1.3.2 Αρχιτεκτονική των Mobile GIS.....	16
1.3.3 Πλεονεκτήματα και Προβλήματα των Mobile GIS.....	18
1.3.4 Υλοποιημένες εφαρμογές Mobile G.I.S.....	20
2 Θεωρητικό Υπόβαθρο και Προαπαιτούμενα ανάπτυξης Εφαρμογών Android..	23
2.1 Εισαγωγή στο λειτουργικό σύστημα Android. ....	23
2.1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	23
2.1.2 Χαρακτηριστικά του Android.....	25
2.2 Γλώσσα προγραμματισμού Java.....	27
2.2.1 Ιστορικά Στοιχεία Java.....	27
2.2.2 Χαρακτηριστικά της γλώσσας Java.....	28
2.3 Λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογών (SDK, Eclipse, JDK).....	30
2.3.1 Software Development Kit (SDK).....	30

2.3.2	Java Development Kit (JDK). .....	31
2.3.3	Περιβάλλον ανάπτυξης Eclipse.....	31
3	Εφαρμογές σε λειτουργικό σύστημα Android (Android Application).....	33
3.1	Δομή ενός προγράμματος Android.....	33
3.2	Συστατικά Στοιχεία εφαρμογών Android. ....	36
3.2.1	Δραστηριότητες (Activities). ....	37
3.2.2	Δέκτες μετάδοσης (Broadcast Providers).....	38
3.2.3	Υπηρεσίες (Services). ....	38
3.2.4	Πάροχοι περιεχομένου (Content providers).....	38
3.3	Σχεδιασμός περιβάλλοντος διεπαφής (User Interface). ....	39
3.4	Εντοπισμός και Χαρτογραφική απεικόνιση (Location and Mapping). ....	41
3.4.1	Εντοπισμός (Location).....	41
3.4.2	Χαρτογραφική απεικόνιση (Mapping-MapView).....	43
4	Εργαλεία Ανάπτυξης της ESRI. ....	45
4.1	Γενικά. ....	45
4.2	Πλατφόρμα ArcGIS Online. ....	48
4.2.1	Είδη και ρόλοι χρηστών. ....	49
4.2.2	Τύποι συμβατών γεωγραφικών δεδομένων και πληροφοριών. ....	52
4.2.3	Διαθέσιμες Υπηρεσίες (ArcGIS Hosted Services).....	53
4.3	ArcGIS for Developers. ....	54
4.3.1	ArcGIS Runtime SDK για Android.....	56
4.3.2	Πηγές Δεδομένων - Υπόβαθρα και Θεματικά Επίπεδα.....	58
4.3.3	Δημιουργία γραφικών και ενημέρωση δεδομένων στον διακομιστή (synchronized editing). ....	63
4.4	Σύστημα Αναφοράς.....	66
4.4.1	Web Mercator Auxiliary Sphere. ....	67
4.4.2	Εισαγωγή χαρτών στο ArcGIS Online.....	68
5	Περιγραφή δόμησης του Mobile Application. ....	71
5.1	Γενική Περιγραφή mobile application. ....	71
5.2	Απαιτούμενο Λογισμικό Ανάπτυξης. ....	75
5.3	Τεχνικά χαρακτηριστικά κινητής συσκευής.....	76
5.4	Υπόβαθρο Mobile Application. ....	78

5.4.1	Τύποι Υποβάθρων.....	78
5.4.2	Σύνθεση Υποβάθρων και Εισαγωγή στο ArcGIS Online .....	79
5.4.3	Ορισμός Υποβάθρου εντός του κώδικα του προγράμματος. ....	81
5.5	Αξιοποίηση του συστήματος εντοπισμού θέσης (G.P.S).....	87
5.5.1	Πρόσβαση στο GPS και εύρεση παραμέτρων. ....	87
5.5.2	Εμφάνιση τοποθεσίας επί του Υποβάθρου.....	92
5.6	Δημιουργία γεωμετρικών εργαλείων σχεδίασης. ....	95
5.6.1	Ανάπτυξη εργαλείων σχετικών με το σχεδιασμό κύκλου. ....	96
5.6.2	Ανάπτυξη εργαλείων σχετικών με τη σχεδίαση ευθείας. ....	102
5.6.3	Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών.....	103
5.6.4	Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας.....	107
5.6.5	Ανάπτυξη εργαλείου εύρεσης συντεταγμένων θέσης.....	111
5.6.6	Ανάπτυξη εργαλείου μέτρησης αποστάσεων. ....	113
5.6.7	Ανάπτυξη εργαλείου μέτρησης εμβαδού.....	115
5.6.8	Ανάπτυξη εργαλείου σχεδίασης σημείου. ....	118
5.6.9	Ανάπτυξη εργαλείου σχεδίασης polyline. ....	119
5.6.10	Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου εύρεση σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων.....	120
5.6.11	Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ κύκλου και ευθείας. ....	124
5.6.12	Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου εύρεση σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών.....	127
5.6.13	Ανάπτυξη μεθόδων απομάκρυνσης των γραφικών των γεωμετρικών εργαλείων.....	129
5.6.14	Ανάπτυξη μεθόδων απομάκρυνσης λανθασμένων σημείων – κορυφών.....	133
5.7	Αποθήκευση χαρακτηριστικών.....	136
5.7.1	Ανάπτυξη εργαλείων αποθήκευση γεωμετρίας σημείου. ....	139
5.7.2	Ανάπτυξη εργαλείων αποθήκευσης γεωμετρίας polyline. ....	140
5.8	Δημιουργία καταλόγου επιλογής ενεργειών (Menu).....	142
6	Πρακτική Εφαρμογή.....	145
6.1	Περιγραφή της πρακτικής εφαρμογής. ....	145

6.1.1	Διαθέσιμα υπόβαθρα. ....	146
6.1.2	Αναγνώριση περιοχής μελέτης. ....	148
6.1.3	Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 1. ....	150
6.1.4	Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 2. ....	163
6.1.5	Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 3. ....	164
6.1.6	Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 4. ....	165
6.2	Αποτελέσματα πρακτικής εφαρμογής. ....	165
6.2.1	Σύγκριση αποτελεσμάτων με δεδομένα αναφοράς. ....	166
6.2.2	Σύγκριση αποτελεσμάτων με εξαγόμενα χαρακτηριστικά χωρίς τη χρήση του mobile application. ....	171
6.3	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων. ....	179
6.3.1	Λειτουργικότητα του mobile application. ....	179
6.3.2	Χρόνος συλλογής των στοιχείων. ....	181
6.3.3	Πληρότητα των συλλεγομένων στοιχείων με χρήση του mobile application. ....	183
6.3.4	Ακρίβεια των αποτελεσμάτων του mobile application. ....	184
6.3.5	Αποτελεσματικότητα του mobile application. ....	185
7	Συμπεράσματα και Προτάσεις. ....	189
7.1	Συμπεράσματα Αναπτυσσόμενου Mobile Application. ....	189
7.2	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα. ....	191
7.3	Προτάσεις εξέλιξης. ....	192
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ. ....	195

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4.1: Διαδικασία λειτουργίας ενός ArcGIS Συστήματος (Πηγή: ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.) .....	46
Εικόνα 4.2: ArcGIS Online ως πηγή τροφοδότησης μεγάλης ποικιλίας εφαρμογών (Πηγή: ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.) .....	48
Εικόνα 4.3: Ροή δεδομένων μεταξύ εφαρμογών και της πλατφόρμας του ArcGIS Online (Πηγή: ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1) .....	55
Εικόνα 4.4: Κατηγοριοποίηση θεματικών επιπέδων (layers) μέσω του ArcGIS Runtime SDK for Android (Πηγή: ArcGIS Resources-Layers) .....	59
Εικόνα 4.5: Μερκατορική Προβολή – Web Mercator Auxiliary Sphere (Πηγή: Web Mercator – google images) .....	67
Εικόνα 4.6: Εμφάνιση ορθής θέσης (πράσινο πλαίσιο) και μετατοπισμένης θέσης (κόκκινο πλαίσιο) του υποβάθρου, κατά την εισαγωγή του στο ArcGIS Online. ....	70
Εικόνα 5.1: Δομή αρχείου AndroidManifest.xml .....	77
Εικόνα 5.2: Αρχικό (κενό) περιβάλλον διεπαφής.....	78
Εικόνα 5.3: Επίπεδα λεπτομερειών (tiles) ενός tile package (Πηγή: google).....	80
Εικόνα 5.4: Ορισμός τμήματος περιβάλλοντος διεπαφής που θα καταλαμβάνει το εκάστοτε υπόβαθρο. ....	82
Εικόνα 5.5:Εμφάνιση εικόνας υποβάθρου στη προδιαγεγραμμένη θέση. ....	85
Εικόνα 5.6: Προειδοποιητικά παράθυρα ενημέρωσης της κατάστασης του GPS.....	91
Εικόνα 5.7: Εμφάνιση τοποθεσίας χρήστη επί του εκάστοτε υποβάθρου.....	95
Εικόνα 5.8: Θεωρητικό υπόβαθρο σχεδίασης εργαλείου κατασκευής κύκλου. ....	99
Εικόνα 5.9: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κύκλου στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.....	101
Εικόνα 5.10: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης ευθείας στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.....	103
Εικόνα 5.11: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.....	106
Εικόνα 5.12: Θεωρητικό υπόβαθρο δόμησης γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας. ....	109
Εικόνα 5.13: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.....	110
Εικόνα 5.14: Μορφή εργαλείου παρουσίασης συντεταγμένων ενός επιλεγμένου σημείου.....	112
Εικόνα 5.15: Μορφή εργαλείου μέτρησης αποστάσεων, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.....	115
Εικόνα 5.16: Μορφή εργαλείου μέτρησης εμβαδού, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη. ....	117

Εικόνα 5.17: Μορφή εργαλείου σχεδίασης σημείου, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη. ....	118
Εικόνα 5.18: Μορφή εργαλείου σχεδίασης polyline, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη. ....	120
Εικόνα 5.19: Παρουσίαση σχετικών θέσεων μεταξύ δύο κύκλων.....	122
Εικόνα 5.20: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.....	124
Εικόνα 5.21: Παρουσίαση πιθανών θέσεων, μεταξύ μίας ευθείας και ενός κύκλου. ....	125
Εικόνα 5.22: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ ενός κύκλου και μιας ευθείας, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη. ....	127
Εικόνα 5.23: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη. ....	129
Εικόνα 5.24: Τελική μορφή επιφάνειας διεπαφής με τον χρήστη και λίστες εργαλείων – λειτουργιών, του mobile application το οποίο αναπτύσσεται στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. ....	144
Εικόνα 6.1: Τοπογραφικό διάγραμμα περιοχής μελέτης.....	147
Εικόνα 6.2: Ορθοφωτογραφία (2007) ευρύτερης περιοχής μελέτης (Πηγή:ΕΚΧΑ Α.Ε). ....	147
Εικόνα 6.3: Ορθοφωτογραφία (2001) ευρύτερης περιοχής μελέτης. ....	148
Εικόνα 6.4: Περιοχή μελέτης – εκτέλεση εφαρμογής. ....	149
Εικόνα 6.5: Προσδιορισμός ιδιοκτησιών 1 (πορτοκαλί περίγραμμα), 2 (πράσινο περίγραμμα), 3 (μπλε περίγραμμα) και 4 (κίτρινο περίγραμμα).....	149
Εικόνα 6.6: Όρια ιδιοκτησίας 1.....	150
Εικόνα 6.7: Κτίσμα 1 Ιδιοκτησίας 1.....	151
Εικόνα 6.8: Κτίσμα 2 Ιδιοκτησίας 1. ....	151
Εικόνα 6.9: Διαδικασία απευθείας προσδιορισμού χαρακτηριστικών σημείων, από το υπόβαθρο.....	152
Εικόνα 6.10: Διαδικασία εύρεσης χαρακτηριστικού σημείου 7, με τη βοήθεια του mobile application. ....	153
Εικόνα 6.11: Μορφή ορίου ιδιοκτησίας 1, μεταξύ των σημείων ορίου 1 και 7. ....	154
Εικόνα 6.12: Χρήση γεωμετρικού εργαλείου ortho, για την εύρεση του χαρακτηριστικού σημείου 8. ....	155
Εικόνα 6.13: Χρήση γεωμετρικού εργαλείου offset, για την εύρεση των ορίων του κτίσματος 1, τα οποία αποκρύπτονται από τις προεξοχές της οροφής του.....	156
Εικόνα 6.14: Χαρακτηρίστηκα σημεία κτίσματος 2 και δώματος επί αυτού.....	157
Εικόνα 6.15: Προβληματικά σημεία κτίσματος 2, για τη καταγραφή χαρακτηριστικών. ....	157
Εικόνα 6.16: Χρήση γεωμετρικών εργαλείων circle 1, Line 1 και Intersect C1L1 για την εύρεση του χαρακτηριστικού σημείου 16. ....	160
Εικόνα 6.17: Κάτοψη κτίσματος 2. ....	161



Εικόνα 6.18: Διαδικασία προσδιορισμού χαρακτηριστικού σημείου 5, του ορίου της ιδιοκτησίας 2.....	163
Εικόνα 6.19: Ιδιοκτησία 3. ....	164
Εικόνα 6.20: Ιδιοκτησία 4. ....	164
Εικόνα 6.21: Αποτελέσματα διαδικασίας συλλογής δεδομένων με τη βοήθεια του mobile application. ....	166
Εικόνα 6.22: Σύγκριση αποτελεσμάτων με ορθά ( από τοπογραφικό διάγραμμα). 167	
Εικόνα 6.23: Σύγκριση αποτελεσμάτων του mobile application με τα ορθά (τοπογραφικό διάγραμμα) για την ιδιοκτησία 1.....	168
Εικόνα 6.24: Σύγκριση αποτελεσμάτων mobile application (εσωτερικών σημείων του κτίσματος 2), με τα ορθά (από κάτοψη κτίσματος 2). ....	168
Εικόνα 6.25: Σύγκριση αποτελεσμάτων του mobile application με τα ορθά (τοπογραφικό διάγραμμα) για τις ιδιοκτησίες 2 (αριστερά) και 3 (δεξιά).....	170
Εικόνα 6.26: Σύγκριση αποτελεσμάτων του mobile application με τα ορθά (τοπογραφικό διάγραμμα) για την ιδιοκτησία 4.....	170
Εικόνα 6.27: Αποτελέσματα συλλογής χαρακτηριστικών αποκλειστικά με τη θέαση του υποβάθρου (ορθοφωτογραφίας).....	172
Εικόνα 6.28: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 1, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).....	172
Εικόνα 6.29: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 1, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).....	173
Εικόνα 6.30: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 2, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).....	175
Εικόνα 6.31: Αδυναμία προσδιορισμού ακριβών ορίων της ιδιοκτησίας 3, μόνο με τη χρήση της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας.....	176
Εικόνα 6.32: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 3, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).....	177
Εικόνα 6.33: Αδυναμία προσδιορισμού ακριβών ορίων της ιδιοκτησίας 4, μόνο με τη χρήση της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας.....	178
Εικόνα 6.34: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 3, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).....	179

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 2.1: Μορφές εμπορικών εκδόσεων Android (Πηγή: Wikipedia the free encyclopedia - Android Version History) .....	25
Πίνακας 4.1: Είδη και ρόλοι χρηστών στη πλατφόρμα του ArcGIS Online (Πηγή: ArcGIS Online – Organizational Roles).....	52

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

Διάγραμμα 1.1: Αρχιτεκτονική ενός συστήματος Mobile GIS (Πηγή: Guibo, S., 2009). .....	16
Διάγραμμα 5.1: Διάγραμμα ροής εργασιών mobile application .....	72
Διάγραμμα 5.2: Γεωμετρικά εργαλεία mobile application και τρόπος λειτουργία αυτών.....	74
Διάγραμμα 5.3: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας, γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κύκλου.....	101
Διάγραμμα 5.4: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης ευθείας.....	102
Διάγραμμα 5.5: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών.....	106
Διάγραμμα 5.6: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας.....	110
Διάγραμμα 5.7: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας εργαλείου παρουσίασης συντεταγμένων, ενός σημείου.....	112
Διάγραμμα 5.8: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας εργαλείου μέτρησης αποστάσεων.....	114
Διάγραμμα 5.9: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας εργαλείου μέτρησης εμβαδού.....	117
Διάγραμμα 5.10: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων.....	123
Διάγραμμα 5.11: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ ενός κύκλου και μιας ευθείας.....	126
Διάγραμμα 5.12: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών.....	128
Διάγραμμα 5.13: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση γραμμής με το εργαλείο Line_L1.....	134
Διάγραμμα 5.14: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση αρχικής ευθείας με το γεωμετρικό εργαλείο offset.....	135
Διάγραμμα 5.15: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση αρχικής ευθείας με το γεωμετρικό εργαλείο ortho.....	135
Διάγραμμα 5.16: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση polyline με το γεωμετρικό εργαλείο polyline.....	136
Διάγραμμα 5.17: Διαδικασία αποθήκευσης γεωμετρίας σημείου και συνοδευόμενων περιγραφικών πληροφοριών.....	140
Διάγραμμα 5.18: Διαδικασία αποθήκευσης γεωμετρίας polyline και συνοδευόμενων περιγραφικών πληροφοριών.....	142
Διάγραμμα 6.1: Διάγραμμα ροής εργασιών, κατά την εκτέλεση εργασιών πεδίου με τη χρήση του mobile application.....	146

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η καταγραφή πληροφοριών γης διαδραματίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο τόσο στην αποκατάσταση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος όσο και στη βέλτιστη διοίκηση της γης. Το Κτηματολόγιο αποτελεί μια γενική, ενιαία, συστηματική και διαρκώς ενημερωμένη καταγραφή της κτηματικής περιουσίας καθώς περιλαμβάνει τη γεωμετρική καταγραφή τόσο του ιδιοκτησιακού καθεστώτος όσο και του κάθε γεωτεμαχίου. Για την εύρεση, τη συλλογή και την καταγραφή των ανωτέρω πληροφοριών απαιτείται η διενέργεια τοπογραφικών εργασιών ακριβείας. Όμως, η διενέργεια τοπογραφικών μετρήσεων αποτελεί μια αρκετά χρονοβόρα διαδικασία, με αποτέλεσμα να μην έχει επιτευχθεί η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης κτηματολογικής υποδομής για όλον τον ελλαδικό χώρο.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, και πιο συγκεκριμένα με την ανάπτυξη του διαδικτύου αλλά και των τεχνολογικών συστημάτων, είναι δυνατό να δοθεί μια πιο δυναμική μορφή στη διαδικασία συλλογής των απαραίτητων μετρητικών και μη πληροφοριών. Η εμφάνιση νέων τάσεων για την συλλογή χωρικών πληροφοριών, όπως είναι η νεογεωγραφία αλλά και το Mobile GIS, τείνουν να επεκτείνουν ιδιαίτερα τις δυνατότητες των υφιστάμενων γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, επιτρέποντας τη χρήση τους με ποικίλους τρόπους σε ένα ευρύ σύνολο εφαρμογών. Το διαδίκτυο, πλέον, αποτελεί έναν από τους βασικούς χώρους διακίνησης και αποθήκευσης πληροφοριών, οι οποίες προέρχονται από ποικίλων ειδών πηγές. Μία ιδιαιτέρως σημαντική πηγή δεδομένων, η οποία εμφανίστηκε τα τελευταία έτη, είναι εκείνη η οποία παράγεται από το πλήθος. Η παραγόμενη από το πλήθος πληροφορία, πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου CrowdSourcing, και είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή πληροφοριών γης και την ανάπτυξη ενός συστήματος καταγραφής μετρητικών ή περιγραφικών πληροφοριών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η αξιοποίηση των δυνατοτήτων, που παρέχονται από την ανάπτυξη της τεχνολογίας, του διαδικτύου και των σύγχρονων μεθόδων συλλογής της πληροφορίας, προκειμένου να επιτευχθεί η καταγραφή, η επεξεργασία και τελικά η απόδοση αυτής, μέσω εύκολων και γρήγορων διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές, σε λειτουργικό σύστημα Android, η οποία έχει ως στόχο την εύρεση, τη συλλογή, τη καταγραφή και την αποθήκευση της απαραίτητης γεωμετρικής ή περιγραφικής πληροφορίας γης, με σχετικά χαμηλή ακρίβεια. Η αναφερόμενη εφαρμογή έχει αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η χρήση της και επομένως η συλλογή των απαραίτητων γεωμετρικών και περιγραφικών πληροφοριών οι οποίες αφορούν το έδαφος, τις ιδιοκτησίες ή τα

περιεχόμενα αυτών ακίνητα, από άτομα τα οποία δεν διαθέτουν ειδικές τοπογραφικές ή κτηματολογικές γνώσεις αλλά απλά συμβάλλουν (εθελοντικά ή μη) στη διαδικασία συλλογής πληροφοριών, οι οποίες μπορεί να αφορούν ακόμα και τη προσωπική τους περιουσία.

Προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία συλλογής των απαραίτητων στοιχείων, αναπτύχθηκαν διαφόρων ειδών γεωμετρικά, μετρητικά και σχεδιαστικά εργαλεία καθώς και ένα σύνολο εργαλείων αποθήκευσης τόσο της γεωμετρικής όσο και της περιγραφικής πληροφορίας. Το σύνολο των καταγραφόμενων χαρακτηριστικών και στοιχείων, πραγματοποιείται με τη βοήθεια ποικίλων ειδών διαθέσιμων υποβάθρων (κυρίως ορθοφωτογραφιών), τα οποία χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή που αναπτύχθηκε για κινητές συσκευές, καθώς και με τη βοήθεια επιτόπιων μετρήσεων και παρατηρήσεων. Στόχος της εφαρμογής για κινητές συσκευές σε λειτουργικό σύστημα Android, είναι η καταγραφή των απαραίτητων γεωμετρικών ή και περιγραφικών πληροφοριών από τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο, με τη χρήση της αναφερόμενης εφαρμογής, μέσω της προσωπικής του κινητής συσκευής, και η αποθήκευσή τους σε μια διαδικτυακή πλατφόρμα (server). Έτσι, με τη χρήση των αναφερόμενων δεδομένων είναι δυνατή η εκ των υστέρων κατασκευή διαγραμμάτων, εντός των οποίων παρουσιάζεται η υφιστάμενη ιδιοκτησιακή κατάσταση της εκάστοτε μελετώμενης περιοχής ή ακόμα και η ενημέρωση παλαιών τοπογραφικών διαγραμμάτων ή άλλων ειδών διαγραμμάτων, με εύκολο και γρήγορο τρόπο. Ασφαλώς αξίζει να σημειωθεί, ότι τα αποτελέσματα της αναφερόμενης εφαρμογής για κινητές συσκευές, δεν διαθέτουν (αναγκαστικά) ιδιαίτερα υψηλή ακρίβεια, καθώς ως σύστημα καταγραφή των πληροφοριών χρησιμοποιείται εκείνο του κινητού τηλεφώνου, ενώ η ακρίβεια της συλλογής των δεδομένων, επηρεάζεται άμεσα τόσο από τις δυνατότητες της κινητής συσκευής, την ποιότητα των διαθέσιμων υποβάθρων όσο και από την κριτική ικανότητα του εκάστοτε χρήστη.

Η εργασία διαιρείται σε επτά κεφάλαια, εκ των οποίων τα πρώτα τέσσερα περιλαμβάνουν το σύνολο του θεωρητικού υποβάθρου, το οποίο χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη της αναφερόμενης εφαρμογής για κινητές συσκευές Android (mobile application), τα υπολειπόμενα δύο κεφάλαια αναφέρονται στο τρόπο ανάπτυξης, τις δυνατότητες και τον τρόπο λειτουργίας του mobile application που αναπτύχθηκε καθώς και στη πραγματοποίηση μιας πρακτικής εφαρμογής με τη χρήση αυτού, προκειμένου να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα ως προς την ευχρηστία, την πληρότητα, την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητά του. Τέλος, το έβδομο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα συνολικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη του mobile application καθώς και προτάσεις εξέλιξης αυτού.

Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια εισαγωγή στο θεωρητικό τμήμα το οποίο αναφέρεται στη δομή και τα χαρακτηριστικά των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, καθώς και στο Κτηματολόγιο το οποίο αποτελεί εκ ορισμού ένα σύστημα πληροφοριών γης. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται αναφορά στις δυνατότητες που προσφέρει το διαδίκτυο στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και γίνεται αναφορά στις νέες τάσεις συλλογής χωρικών πληροφοριών. Ειδικότερα, πραγματοποιείται αναφορά της τάσης της Νεογεωγραφίας καθώς και της σύγχρονης μεθόδου συλλογής πληροφοριών μέσω του Crowdsourcing. Πραγματοποιείται εισαγωγή στο Mobile G.I.S, στα συστατικά στοιχεία τα οποία το απαρτίζουν, καθώς και μια σύντομη περιγραφή ήδη ανεπτυγμένων εφαρμογών για κινητές συσκευές, παρόμοιες με εκείνη που αναπτύσσεται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, πραγματοποιείται αναφορά των απαραίτητων στοιχείων τα οποία αφορούν στο λειτουργικό σύστημα Android, επί του οποίου αναπτύσσεται το αναφερόμενο mobile application, στη γλώσσα προγραμματισμού Java, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη του mobile application καθώς και στο απαραίτητο λογισμικό για να πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη της εν λόγω εφαρμογής για κινητές συσκευές.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται περιγραφή της βασικής δομής του προγράμματος το οποίο αφορά σε μια εφαρμογή για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android. Αναφέρονται τα βασικά συστατικά στοιχεία των εφαρμογών Android, τα οποία αφορούν την παροχή δεδομένων μέσω των δυνατοτήτων της κινητής συσκευής. Πραγματοποιείται περιγραφή του τρόπου σχεδιασμού του περιβάλλοντος διεπαφής με τον εκάστοτε χρήστη του mobile application, και αναφορά της οργάνωσης αυτού μέσω της χρήσης ενός χαρτογραφικού υποβάθρου ως βάση της αναπτυσσόμενης εφαρμογής καθώς και των δυνατοτήτων του Συστήματος Εντοπισμού Θέσης της κινητής συσκευής (Global Positioning System – GPS), για τον εντοπισμό της θέσης του εκάστοτε χρήστη και τη μετέπειτα παρουσίασή του στο χαρτογραφικό υπόβαθρο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναφέρονται τα εργαλεία ανάπτυξης, που χρησιμοποιήθηκαν και τα οποία παρέχονται από την ESRI. Πιο αναλυτικά, πραγματοποιείται μια περιγραφή των προϊόντων της ESRI, τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη τόσο του mobile application όσο και των χρησιμοποιούμενων δεδομένων. Περιγράφεται η διαδικτυακή πλατφόρμα του ArcGIS Online, η οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση των δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούνται, επεξεργάζονται αλλά και συλλέγονται από το mobile application το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ακόμα, αναφέρονται οι απαιτούμενες βιβλιοθήκες ArcGIS, τις οποίες προσφέρει η ESRI με σκοπό την ανάπτυξη ArcGIS εφαρμογών για κινητές

συσκευές. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται αναφορά του απαιτούμενου plug-in λογισμικού ArcGIS Runtime SDK για λειτουργικό σύστημα Android, με τη βοήθεια του οποίου αναπτύσσεται ο κώδικας του προγράμματος του mobile application. Τέλος, αναφέρονται τα σφάλματα που περιέχονται στα συλλεγόμενα δεδομένα, που αφορούν τον ελλαδικό χώρο και είναι εκφρασμένα στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ'87), εξαιτίας του συστήματος αναφοράς της Web Mercator, το οποίο χρησιμοποιείται από την πλατφόρμα του ArcGIS Online της ESRI.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται περιγραφή της εφαρμογής για κινητές συσκευές, η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πιο αναλυτικά, αναφέρεται ο απαραίτητος εξοπλισμός και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής, ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν, στο ArcGIS Online καθώς και τα απαραίτητα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να διαθέτει η εκάστοτε κινητή συσκευή, η οποία θα χρησιμοποιήσει το εν λόγω mobile application. Περιγράφεται η διαδικασία δόμησης του συνόλου των δυνατοτήτων του mobile application. Αναφέρονται τα είδη των υποβάθρων που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν, το είδος και το πλήθος των στοιχείων που δίνονται στον εκάστοτε χρήστη για τον προσδιορισμό της ακριβούς θέσης του, το είδος και ο τρόπος ανάπτυξης και λειτουργίας των γεωμετρικών, μετρητικών, σχεδιαστικών εργαλείων και των εργαλείων αποθήκευσης καθώς και ο τρόπος οργάνωσης όλων των επιλογών στο περιβάλλον διεπαφής του mobile application με τον χρήστη.

Στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται περιγραφή μιας πρακτικής εφαρμογής, που πραγματοποιήθηκε σε περιαστική περιοχή, με τη βοήθεια του mobile application, με στόχο την καταγραφή των ορίων των ιδιοκτησιών αλλά και των περιεχόμενων αυτών κτισμάτων, εντός ενός τμήματος της μελετώμενης περιοχής. Μετά την εκτέλεση της εφαρμογής έγινε εξαγωγή των συλλεγόμενων στοιχείων από την πλατφόρμα του ArcGIS Online και πραγματοποιήθηκε η κατασκευή των διαγραμμάτων που προκύπτουν από αυτά. Πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις με διαθέσιμα δεδομένα αναφοράς αλλά και με δεδομένα τα οποία προκύπτουν χωρίς τη χρήση των παρεχόμενων εργαλείων του mobile application, προκειμένου να εξαχθούν τα απαραίτητα αποτελέσματα όσο αφορά στην ευχρηστία, την πληρότητα, την ακρίβεια, του απαιτούμενου χρόνου συλλογής των δεδομένων καθώς και της αποτελεσματικότητας του mobile application, το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο έβδομο κεφάλαιο, αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν για το mobile application που αναπτύχθηκε, ενώ πραγματοποιούνται και προτάσεις για την περαιτέρω εξέλιξή του.

# 1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και Mobile G.I.S.

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφονται τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π) - Geographic Information Systems (G.I.S) καθώς και οι νέες δυνατότητες και προοπτικές που δίνονται σε αυτά με την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Πιο αναλυτικά, στο κεφάλαιο που ακολουθεί αναλύονται τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος G.I.S καθώς και η επίδραση του διαδικτύου στις διαδικασίες ανάπτυξης και διάδοσης της πληροφορίας με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων συμμετοχής του κοινού. Τέλος, περιγράφεται η αξιοποίηση αυτών των συστημάτων μέσω των έξυπνων κινητών συσκευών (Smartphones) και των εφαρμογών mobile G.I.S οι οποίες έχουν αναπτυχθεί κατά καιρούς.

## 1.1 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, όπως ορίζεται στην ευρέως διαδεδομένη μορφή του, αποτελείται από τον εξοπλισμό, το λογισμικό και τις ποικίλες διαδικασίες οι οποίες αποσκοπούν στη διευκόλυνση των διαδικασιών της διαχείρισης, της ανάλυσης, της μοντελοποίησης, και της απεικόνισης των γεωαναφερόμενων δεδομένων, που χρησιμοποιούνται για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων σχετικά με τον προγραμματισμό και τη διαχείριση των πόρων. Τα συστήματα GIS εμφανίστηκαν αρχικά το 1960 και από τότε έχουν γίνει ένα απαραίτητο εργαλείο για τη δημόσια διοίκηση και τις επιχειρήσεις χάρη στην ικανότητά τους να αποθηκεύουν, να ανακτούν, να αναλύουν και να παρουσιάζουν τεράστιους όγκους των χωρικών δεδομένων. Πρώτος ο Goodchild, εισήγαγε τον όρο «Επιστήμη Γεωγραφικών Πληροφοριών», ο οποίος προσπαθεί να αποδώσει το σύνολο των τεχνολογιών με τις οποίες πραγματοποιούταν η συλλογή και η επεξεργασία των χωρικών πληροφοριών, στα πρωταρχικά συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, ως αντικείμενα επιστημονικής μελέτης.

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε πολλούς τομείς της δημόσιας διοίκησης, ενώ παράλληλα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση πληροφοριών εντός μιας υπηρεσίας ή ενός οργανισμού στον ιδιωτικό τομέα. Η δημόσια διοίκηση μπορεί να χρησιμοποιήσει GIS για τις μεταφορές και τον προγραμματισμό των υποδομών καθώς και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας για τον σχεδιασμό και την λειτουργία τους. Ακόμα, Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για τη διασφάλιση της δημόσιας ασφάλειας, για τον προσδιορισμό των φόρων, για την

αιφόρο ανάπτυξη και τη διαχείριση των καταστροφών. Οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν GIS για την καλύτερη διαχείριση του συνόλου των οχημάτων που διαθέτουν, για την ανάλυση των επιθυμητών τομέων της αγοράς, για τη καλύτερη διαχείριση και εξυπηρέτηση του συνόλου των πελατών ή ακόμα και για την παροχή προηγμένων Location Based Services (LBS). Πολλές εφαρμογές GIS χρησιμοποιούνται στο λιανικό εμπόριο, σε χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες, στα μέσα μαζικής ενημέρωσης, στο τομέα των ασφαλειών αλλά και στο τομέα της διαχείρισης της ακίνητης περιουσίας (real estate). Άλλοι τομείς στους οποίους είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν τέτοιου είδους συστήματα αναφέρονται στους φυσικούς πόρους, στην εκπαίδευση αλλά και σε στρατιωτικές εφαρμογές.

Εφαρμογές (applications) οι οποίες βασίζονται στο GIS παρουσιάζονται και χρησιμοποιούνται σε ποικίλους τομείς ενώ λαμβάνουν ιδιαίτερα σημαντική θέση στο πεδίο της χαρτογράφησης, κυρίως μέσω της ανάπτυξης εφαρμογών οι οποίες αναφέρονται σε πλοήγησης, με την εύρεση αποστάσεων και πιθανών διαδρομών. Οι πρώτες εφαρμογές των GIS είχαν ως πρωταρχικό στόχο την εξυπηρέτηση κυβερνητικών και στρατιωτικών σκοπών, καθώς για την ανάπτυξή τους απαιτούνταν ακριβά συστήματα, όπως ακριβοί κεντρικοί υπολογιστές οι οποίοι βασίζονταν στο λειτουργικό σύστημα UNIX. Η χρήση τους στις επιχειρήσεις ήταν περιορισμένη λόγω του υψηλού κόστους και την ανάγκη για εξειδικευμένο προσωπικό. Η κατάσταση άλλαξε σταδιακά με την εισαγωγή στα τέλη της δεκαετίας του 1980 των desktop εφαρμογών GIS, όπως το PARC της Xerox και του Map Server (διακομιστή χαρτών) τα οποία ήταν δυνατό να λειτουργήσουν σε προσωπικούς υπολογιστές. Αργότερα, αναπτύχθηκαν διαδικτυακές εφαρμογές GIS (web applications), όπως το MapQuest και το Google Maps, με τη βοήθεια του οποίου επιτράπηκε σε όλους να έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς χάρτες, χρησιμοποιώντας μόνο ένα web browser. Τα τελευταία χρόνια, έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικά βήματα για την ανάπτυξη G.I.S applications για κινητές συσκευές, γεγονός που αποκτά ολοένα και περισσότερους υποστηρικτές. Από αρχιτεκτονικής άποψης, οι πρόσφατες τάσεις περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση των GIS με το Cloud Computing (επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών με τη χρήση διακομιστών), δημιουργώντας εύκολα εφαρμογές που χρησιμοποιούν την αυτόματη και την ημι-αυτόματο σύνθεση διαδικτυακών υπηρεσιών. Η αναφερόμενη διεύρυνση του χαρακτήρα G.I.S μέσω της χρήσης του διαδικτύου και της χρήσης του Cloud, προσδίδει ένα γενικό και δημόσιο χαρακτήρα στις αναπτυσσόμενες εφαρμογές αφήνοντας στο παρελθόν τον αυστηρό και απομονωμένο χαρακτήρα τους. Η μετάβαση αυτή δημιουργεί πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη συνεργατικών εφαρμογών ή διαφορετικά εφαρμογών οι οποίες είναι δυνατό να συνδυάζουν τις δυνατότητες ενός G.I.S με εκείνες που προσφέρονται από τη χρήση ενός χάρτη (Cotfas and Diosteanu, 2010).



### 1.1.1 Κτηματολόγιο ως Σύστημα Πληροφοριών Γης.

Το Κτηματολόγιο στη κλασική μορφή του, αποτελεί ένα ενημερωμένο σύστημα πληροφοριών γης, το οποίο διαθέτει ως μονάδα αναφοράς το γεωτεμάχιο. Περιέχει πληροφορίες οι οποίες αφορούν σε δικαιώματα, περιορισμούς και δεσμεύσεις στη γη, αποτελώντας ένα ολοκληρωμένο αρχείο καταγραφής δικαιωμάτων. Συνήθως περιλαμβάνει μια γεωμετρική περιγραφή των αγροτεμαχίων, με τα οποία συνδέονται ποικίλες πληροφορίες, ενώ συχνά μπορεί να περιέχει στοιχεία τα οποία αφορούν στην αξία ή βελτιώσεις επί της γης. Είναι δυνατό να βοηθήσει στη διαχείριση της γης τόσο για φορολογικούς σκοπούς όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη (FIG – Statement on the Cadastre, 2014).

Στη πιο εξελιγμένη μορφή, το Κτηματολόγιο, αποτελεί ένα από τα πιο εξελιγμένα συστήματα καταγραφής χωρικών πληροφοριών το οποίο αφορά στα ακίνητα. Ανάλογα με τον τρόπο που δομείται επηρεάζεται άμεσα η ακρίβεια αλλά και το σύνολο των ιδιοτήτων των χωρικών πληροφοριών τις οποίες περιέχει. Ένα σύγχρονο σύστημα καταγραφής χωρικών πληροφοριών ορίζεται ως ένα ιδανικό σύστημα το οποίο περιέχει πληροφορίες σχετικές με τα ακίνητα, οι οποίες είναι επαρκείς σε αριθμό, είναι διαρκώς διαθέσιμες και ενήμερες προκειμένου να εξυπηρετηθούν αξιόπιστα οι σκοποί ανάπτυξης του Κτηματολογίου. Το σύστημα του Κτηματολογίου διαθέτει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία το προσδιορίζουν (Ζεντέλης, 2011).

Πιο αναλυτικά, το Κτηματολόγιο αποτελεί μια γενική και συστηματική καταγραφή πληροφοριών, η οποία αφορά όλα τα γεωτεμάχια ή γενικότερα τα ακίνητα της επικράτειας της χώρας, κάθε κατηγορίας, μορφής ή χρήσης. Εκτός αυτού, περιλαμβάνει πληροφορίες οι οποίες είναι ακριβείς, αξιόπιστες, αναφέρονται σε αναγνωρισμένα νομικά δικαιώματα και λοιπά εμπράγματα δικαιώματα που δημιουργούνται στα γεωτεμάχια ή στα ακίνητα γενικότερα. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με φυσικά ή νομικά πρόσωπα, τα οποία σχετίζονται με τους φορείς της δημόσιας διοίκησης ή του δημοσίου, και στα οποία καταχωρούνται τα αντίστοιχα εμπράγματα δικαιώματα. Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό του είναι ο δημόσιος χαρακτήρας του, καθώς η λειτουργία και η ενημέρωσή του πραγματοποιείται με δημόσια ευθύνη. Ακόμη, διαθέτει αποδεικτική ισχύ, η οποία αφορά το σύνολο των πληροφοριών που περιλαμβάνει, δηλαδή τη γεωγραφική θέση, τη μορφή, το μέγεθος και περιγραφικές πληροφορίες (όπως εμπράγματα δικαιώματα) οι οποίες αντιστοιχούν αμφιμονοσήμαντα σε κάθε ένα από τα γεωγραφικά απεικονιζόμενα γεωτεμάχια. Τέλος, πρέπει να προσαρμόζεται στις εξελίξεις της τεχνολογίας, ώστε να επιτρέπει στις περιγραφόμενες πληροφορίες να διαθέτουν ευελιξία και να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε κάθε τομέα της διοίκησης, όπου είναι απαραίτητες.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, η ανάπτυξη της τεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη του διαδικτύου, είναι δυνατό να επιφέρει μεταβολές στο τρόπο ανάπτυξης του Κτηματολογίου και να οδηγήσει στον εκσυγχρονισμό του. Η δυνατότητα αυτή παρέχεται μέσω της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, η οποία αφορά στη διαχείριση των πληροφοριών γης. Με αυτή την έννοια, είναι δυνατό να αναπτυχθεί μια εξελιγμένη μορφή Κτηματολογίου, με τη βοήθεια του διαδικτύου και των σύγχρονων μεθόδων ανάπτυξης συστημάτων διαχείρισης πληροφοριών γης (e-Cadastre).

Στη γενική μορφή του, το Κτηματολόγιο, περιλαμβάνει μια δημόσια και γενική καταγραφή πληροφοριών, σχετικών με τα νομικά, τεχνικά και οικονομικά στοιχεία των ιδιοκτησιών. Οι πληροφορίες αυτές αναφέρονται στο επίπεδο του γεωτεμαχίου ή αντίστοιχα του ακινήτου, το οποίο αποτελεί το μοναδιαίο στοιχείο αναφοράς. Οι αναφερόμενες πληροφορίες είναι δυνατό να διακριθούν σε δύο κατηγορίες (Ζεντέλης, 2011). Στη πρώτη κατηγορία ανήκουν οι μη γραφικές ή περιγραφικές πληροφορίες, οι οποίες αναφέρονται κυρίως σε ποιοτικές ή ακόμα και ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς αλλά και κάθε εμπράγματο δικαίωμα. Σημειώνεται ότι εκτός από τις αναφερόμενες πληροφορίες, σε αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνεται και οποιαδήποτε άλλη υπολειπόμενη πληροφορία σχετική με το εκάστοτε μελετώμενο γεωτεμάχιο ή ακίνητο. Στη δεύτερη κατηγορία, περιλαμβάνονται οι γραφικές πληροφορίες, οι οποίες αποτελούν μια γεωγραφική απεικόνιση των κωδικοποιημένων, αριθμητικά σε διαγράμματα, ιδιοκτησιών.

Τέλος, προκειμένου να ολοκληρωθεί η περιγραφή του συστήματος του Κτηματολογίου, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν και ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά του. Πιο συγκεκριμένα, ένα σύστημα Κτηματολογίου αποτελείται από:

- Κτηματολογικά Βιβλία (Κ.Β), τα οποία περιέχουν τις μη γραφικές πληροφορίες.
- Κτηματολογικούς Χάρτες (Κ.Χ), οι οποίοι περιέχουν τις γραφικές πληροφορίες.
- Κτηματολογικό Αριθμό (Κ.Α), ο οποίος συνδέει αμφιμονοσήμαντα τις πληροφορίες των κτηματολογικών βιβλίων με τους κτηματολογικούς χάρτες.

### **1.1.2 Διαδίκτυο και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.**

Το διαδίκτυο μεταβάλλει δραματικά τις δραστηριότητες των συστημάτων καταγραφής χωρικών και γεωγραφικών πληροφοριών, μέσω των πολλαπλών καταγραφόμενων υπηρεσιών που προσφέρει. Το G.I.S έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει την επιρροή του μέσω της χρήσης του διαδικτύου. Αυτό γίνεται πλήρως κατανοητό από την ανάλογη διάδοση νέων ιδεών και τεχνολογιών στο χώρο, με τη

χρήση του διαδικτύου. Κάθε σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών αποκτά νέα σύνορα μέσω της ανάπτυξης G.I.S διαδικτυακών εφαρμογών. Η διάδοση του γίνεται ταχύτερη, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπεται η διάδοση της διαθέσιμης πληροφορίας σε όλο το εύρος των χρηστών του διαδικτύου, οι οποίοι επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν χαρτογραφικά και άλλα δεδομένα, μέσω των συστημάτων G.I.S για την εξαγωγή των επιθυμητών αποτελεσμάτων. Κυρίαρχες εταιρείες παροχής εξελιγμένων εργαλείων G.I.S για το διαδίκτυο θεωρούνται η ESRI, η Intergraph, η MapInfo και η Autodesk.

Είναι φανερό ότι η έννοια της ανάπτυξης των συστημάτων πληροφοριών μέσω διαδικτύου συνδέεται άμεσα με την έννοια της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (e-Government). Πιο συγκεκριμένα, η ηλεκτρονική διακυβέρνηση πραγματοποιείται μέσω της σύγχρονης τεχνολογίας και ειδικότερα μέσω του διαδικτύου, μεταξύ διασυνδεδεμένων πόλων ή διαδικτυακών τόπων. Η δυνατότητα της αναγκαίας επικοινωνίας πραγματοποιείται με τη βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας, σύμφωνα με την οποία μεταφέρονται ψηφιακά δεδομένα και η οποία περιέχει διαδικασίες συλλογής, καταχώρησης, οργάνωσης, επεξεργασίας, ανάλυσης, τροποποίησης, μετασχηματισμού και μεταφοράς δεδομένων. Αποτέλεσμα των δυνατοτήτων αυτών, είναι η ανάπτυξη διασυνδεδεμένων συστημάτων σε πολλές περιπτώσεις ακόμα και για κάθε επίπεδο διοικητικής οργάνωσης της χώρας. Η υλοποίηση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης έχει ως στόχο τη βελτίωση των κυβερνητικών οργανισμών, τη σύνδεση μεταξύ των πολιτών και τη δόμηση εξωτερικών διασυνδέσεων για τη μετάδοση της πληροφορίας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ηλεκτρονική διακυβέρνηση είναι δυνατό να εφαρμοστεί σε πολλά επίπεδα διοικητικής οργάνωσης της χώρας. Είναι φανερό, λοιπόν, ότι είναι δυνατό να δομηθεί ένα διαδικτυακό σύστημα καταγραφής πληροφοριών γης. Σε μια γενική αναφορά σε επίπεδο χώρας μπορεί να δημιουργηθεί ένα σύστημα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης το οποίο αφορά στο Κτηματολόγιο. Το ηλεκτρονικό Κτηματολόγιο ή e-Cadastre είναι δυνατό να αναπτυχθεί και να εξελιχθεί με βάση τη σύγχρονη ψηφιακή τεχνολογία και επομένως να αποτελέσει ένα διαδικτυακό σύστημα γεωγραφικής απεικόνισης των εμπράγματων δικαιωμάτων με πολυεπίπεδη πληροφορία. Πιο αναλυτικά, ένα σύστημα διαδικτυακού Κτηματολογίου, χρησιμοποιεί τεχνολογία G.I.S και παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής, επεξεργασίας, ανάλυσης, διαχείρισης, παραγωγής, διάθεσης μετρητικών και ποιοτικών πληροφοριών, διάθεσης πληροφοριών με στοιχεία επαρκή, αξιόπιστα, διαθέσιμα, προσιτά και ενήμερα, και τέλος παρέχει εντατική και επαναληπτική χρήση των πληροφοριών (Ζεντέλης, 2011).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι φανερό ότι η επίδραση του διαδικτύου στην ανάπτυξη γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (G.I.S) είναι καθοριστικής σημασίας. Η επίδραση αυτή αφορά τόσο στη εύρεση και στη μετέπειτα χρήση των

απαραίτητων χαρτογραφικών δεδομένων όσο και στη εξαγωγή και διάθεση της παραγόμενης πληροφορίας από αυτά. Οι παραγόμενες πληροφορίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε πραγματικό χρόνο από πλήθος χρηστών και να αποτελέσουν βασικά δομικά συστατικά πολλών ειδών εργασιών. Τέλος, είναι φανερό, ότι με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης είναι δυνατό να αναπτυχθεί ένα δομημένο σύστημα διαχείρισης πληροφοριών γης σε επίπεδο χώρας στο οποίο να περιέχεται ένα οργανωμένο σύνολο μετρητικών και ποιοτικών πληροφοριών οι οποίες αφορούν τη γη, δηλαδή το ηλεκτρονικό Κτηματολόγιο. Ασφαλώς, η επιρροή της ανάπτυξης του διαδικτύου επηρεάζει άμεσα όλα τα συστήματα G.I.S, κάθε κατηγορίας, καθώς με την ανάπτυξη του προσφέρει ποικίλες δυνατότητες διάδοσης των πληροφοριών στους εκάστοτε ενδιαφερόμενους, μέσω της χρήσης Cloud για τον διαμοιρασμό, τη διαχείριση και την ενημέρωση χωρικών και μη πληροφοριών.

## **1.2 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και CrowdSourcing.**

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και του διαδικτύου επηρεάζει άμεσα τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, με αποτέλεσμα να προσδίδει μια νέα διάσταση σε αυτά και να αναπτύσσει νέες δυνατότητες. Εξαιτίας της αναφερόμενης ανάπτυξης πραγματοποιείται προσπάθεια αξιοποίησης του ανθρώπινου παράγοντα προκειμένου να διευκολυνθεί η συλλογή, η διαχείριση, η επεξεργασία και, τελικώς, η ανάλυση των χωρικών δεδομένων. Η αναπαράσταση των χωρικών δεδομένων διευκολύνει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ιδιαίτερα όταν εμπλέκονται ομάδες ατόμων με διαφορετική εξειδίκευση.

Επανάσταση στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών έχουν φέρει τάσεις όπως η Νεογεωγραφία (Neogeography). Η Νεογεωγραφία αποτελείται από ένα σύνολο τεχνικών και εργαλείων, τα οποία εμπίπτουν εκτός των ορίων των παραδοσιακών συστημάτων G.I.S. Προσφέρει στους χρήστες της μεγάλη ευελιξία, καθώς η δράση τους δεν περιορίζεται από τους κανόνες και τις κλασικές τεχνικές της χαρτογράφησης. Το γεγονός αυτό, επιτρέπει στους χρήστες να παράγουν οι ίδιοι ποικιλία χαρτών, οι οποίοι προσαρμόζονται με τον καλύτερο τρόπο στις ανάγκες τους. Είναι φανερό, επομένως, ότι η Νεογεωγραφία αφορά στην κατασκευή χαρτών από τους εκάστοτε χρήστες χωρίς συγκεκριμένους όρους, παραμόνο με τον συνδυασμό υφισταμένων στοιχείων και εργαλείων, τα οποία προσφέρονται από αυτή. Μέσω της Νεογεωγραφίας είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί ανταλλαγή πληροφοριών και επομένως μεταφορά γνώσης. Αναφέρεται ότι σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη της αναφερόμενης τάσης, διαδραμάτισε η κυκλοφορία από την

Google Maps, μιας διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface - API), το οποίο επέτρεψε στους προγραμματιστές και στους χρήστες αυτού, τη γρήγορη και εύκολη παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων σε κοινόχρηστους χάρτες.

Έτσι, με βάση τη Νεογεωγραφία, αναπτύσσεται μια νέα τεχνική ορολογία η οποία αναφέρεται στα συστήματα G.I.S. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται αναφορά στις γεωγραφικές συντεταγμένες της εκάστοτε τοποθεσίας του χρήστη, εκφρασμένη με το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος στο ελλειψοειδές αναφοράς WGS84. Εκτός αυτού, απαιτείται η χρήση μιας προβολής προκειμένου να παρουσιαστούν οι τρεις διαστάσεις της γης. Η προβολή η οποία χρησιμοποιείται είναι κατά βάση η Μερκατορική Προβολή. Επίσης, εμφανίζεται η έννοια του σημείου ενδιαφέροντος (point of interest), το οποίο αντιπροσωπεύει τη τοποθεσία ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού, αλλά και η έννοια της έκτασης (extend), η οποία προσδιορίζει την ευρύτερη περιοχή μελέτης γύρω από το σημείο. Στη συνέχεια εμφανίζεται η έννοια των tiles, με τη βοήθεια των οποίων δημιουργούνται δυναμικοί χάρτες, οι οποίοι αποτελούνται από ένα σύνολο μεμονωμένων 'πλακιδίων' εικόνων. Κάθε εικόνα είναι ένα 'πλακίδιο'. Μαζί, αυτά τα 'πλακίδια' τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο προκειμένου να δώσουν την εντύπωση ενός μεγάλου, συνεχόμενου, χάρτη. Μια άλλη έννοια που εμφανίζεται είναι εκείνη του Geolocation, σύμφωνα με την οποία πραγματοποιείται αυτόματη εύρεση μίας γεωγραφικής θέσης ενός ήδη προσδιορισμένου στοιχείου. Για τον προσδιορισμό της ακριβούς τοποθεσίας, χρησιμοποιείται πλέον το GPS (Global Positioning System), το οποίο αξιοποιεί τα δεδομένα που λαμβάνει από τους δορυφόρους, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Μια άλλη έννοια, είναι εκείνη του Geotag, σύμφωνα με το οποίο προστίθεται μια γεωγραφική πληροφορία σε ένα αρχείο το οποίο μπορεί να αναφέρεται σε ένα έγγραφο, σε εικόνα κ.τ.λ. Τέλος, η νέα τάση στα συστήματα των γεωγραφικών πληροφοριών εισάγει την έννοια των διαδικτυακών υπηρεσιών (Web Services). Έτσι, μια διαδικτυακή υπηρεσία αποτελεί, πλέον, μια πηγή που επιτρέπει την πρόσβαση σε δεδομένα με τη βοήθεια ενός παρόχου υπηρεσιών, ο οποίος συνήθως αποτελεί έναν διακομιστή (server) (Turner, 2006).

Η ανάπτυξη της σύγχρονης μορφής των συστημάτων G.I.S, οδήγησε και στην ανάπτυξη μιας επιπλέον τάσης, η οποία αφορά στον τρόπο συλλογής των πληροφοριών που αυτά χρησιμοποιούν. Πιο συγκεκριμένα, εμφανίστηκε ο όρος «παραγόμενη πληροφορία από το πλήθος» (CrowdSourcing), η οποία εστιάζεται στο παράγοντα του πλήθους, αναθέτοντας σε αυτό τις εργασίες που μέχρι σήμερα εκτελούνταν από εξειδικευμένα άτομα.

### 1.2.1 Πληροφορία παραγόμενη από το Πλήθος.

Η ανάπτυξη ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών απαιτεί την ύπαρξη ενός αρκετά μεγάλου συνόλου δεδομένων, του οποίου η συλλογή απαιτεί χρόνο και κόστος. Ένας παράγοντας μείωσής τους είναι το διαδίκτυο, που, όμως, σε πολλές περιπτώσεις δεν επιλύει το πρόβλημα. Έτσι, για να αντιμετωπισθεί αποτελεσματικά η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί μια νέα μέθοδος συλλογής των απαραίτητων πληροφοριών η οποία χρησιμοποιεί ως στοιχεία ανάπτυξης το πλήθος και ονομάζεται CrowdSourcing. Κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί, οι οποίοι προσπαθούν να περιγράψουν την έννοια του CrowdSourcing. Ένας από τους αναφερόμενους ορισμούς είναι ότι το Crowdsourcing ή ο πληθοπορισμός είναι η πράξη της εξωτερικής ανάθεσης καθηκόντων, που παραδοσιακά εκτελούνταν από υπάλληλο ή εργολάβο, σε μια μεγάλη ομάδα εθελοντών ή μία κοινότητα, μέσω ανοικτής πρόσκλησης (Wikipedia). Το CrowdSourcing αποτελεί ένα μοντέλο καταναμημένης επίλυσης προβλημάτων και λειτουργίας. Με την τυπική έννοια του όρου, τα προβλήματα δημοσιεύονται σε ένα άγνωστο πλήθος χρηστών, μέσω μιας ανοικτής πρόσκλησης για την παροχή λύσεων. Οι χρήστες ή διαφορετικά το πλήθος οργανώνονται σε διαδικτυακές κοινότητες προκειμένου να υποβάλουν μια λύση στο σύστημα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, η εργασία αυτή ανταμείβεται είτε χρηματικά, είτε με βραβεία, είτε με αναγνώριση.

Η μέθοδος του CrowdSourcing παρουσιάζει ιδιαίτερη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια καθώς μπορεί να βοηθήσει στην επίλυση προβλημάτων με μικρό κόστος και σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα, η ανταμοιβή του πλήθους πραγματοποιείται με βάση το αποτέλεσμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι δεξιότητες και οι δυνατότητες που διαθέτει ένας οργανισμός και τέλος αποκτάται άμεση επίγνωση των επιθυμιών και των προβλημάτων της αγοράς, αφού βασικός παράγοντας συλλογής των πληροφοριών αποτελεί το πλήθος.

Όπως αναφέρθηκε, η μέθοδος του CrowdSourcing πραγματοποιείται μέσω της εθελοντικής εργασίας του πλήθους. Οι εθελοντές οι οποίοι ασχολούνται με τις εφαρμογές CrowdSourcing, είναι δυνατό να διαχωριστούν σε επιμέρους κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατηγορία αφορά στην κατηγορία των ειδικών, οι οποίοι εκτελούν το εκάστοτε έργο συνήθως επί πληρωμή. Η δεύτερη είναι η κατηγορία των εθελοντών, οι οποίοι συλλέγουν πληροφορίες σε μόνιμη βάση. Μια τρίτη κατηγορία εθελοντών είναι εκείνη των περιστασιακών εθελοντών, με την έννοια ότι η ενασχόληση τους με τη συλλογή πληροφοριών πραγματοποιείται περιστασιακά, μόνο αν εκείνοι ενδιαφέρονται για το συγκεκριμένο αντικείμενο συλλογής πληροφορίας. Είναι φανερό, ότι η ακρίβεια συλλογής δεδομένων είναι διαφορετική από κάθε κατηγορία εθελοντών, καθώς στη

περίπτωση των ειδικών αποτελούν γνώστες του αντικειμένου με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται ιδιαίτερα ικανοποιητικές ακρίβειες. Η ακρίβεια, επομένως, που επιτυγχάνεται εξαρτάται από το εκάστοτε πρόσωπο που συλλέγει τις πληροφορίες και αποτελεί συνδυασμό πολλών παραγόντων. Το σημαντικό είναι να λαμβάνεται υπόψη η εκάστοτε επιτυχημένη ακρίβεια έτσι ώστε να ταιριάζει με το σκοπό της εκάστοτε αναπτυσσόμενης εφαρμογής.

Με την πάροδο των ετών και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, έχει αναπτυχθεί ένα άλλο είδος CrowdSourcing, το οποίο αφορά εν κινήσει δραστηριότητες και συλλογή δεδομένων. Συγκεκριμένα, το αναφερόμενο είδος CrowdSourcing είναι γνωστό με την ονομασία Mobile CrowdSourcing ή διαφορετικά πληθοπορισμός εν κινήσει. Το Mobile CrowdSourcing περιλαμβάνει δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε επίπεδο smartphone ή πλατφόρμες (mobile platforms) που συχνά χαρακτηρίζονται από τεχνολογίες GPS. Το γεγονός αυτό, επιτρέπει τη συλλογή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο (real-time data gathering) και αυτό προσφέρει στα εγχειρήματα περισσότερη δημοσιότητα και στο πλήθος μεγαλύτερη πρόσβαση σε αυτά. Το αναφερόμενο είδος πληθοπορισμού είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να αναπτυχθούν ποικίλων ειδών γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών.

Το CrowdSourcing αποτελεί ένα φαινόμενο του 21<sup>ου</sup> αιώνα το οποίο αξιοποιείται από το G.I.S προκειμένου να παραχθεί και να συλλεχθεί η ζητούμενη πληροφορία με εθελοντική δράση, με ή χωρίς εγγύηση των αποτελεσμάτων (προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω). Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιείται ένα είδος παρότρυνσης από τους κατόχους ή διαχειριστές ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών, προκειμένου να ενεργοποιήσουν τους εκάστοτε εθελοντές να αναλάβουν δράση και οργανώσουν τα προσωπικά τους σύνολα δεδομένων με τον κατάλληλο τρόπο, εντός του εκάστοτε συστήματος G.I.S. Η αναφερόμενη συλλογή χωρικών δεδομένων από εθελοντές, διευκολύνεται με συσκευές όπως φορητές συσκευές GPS, ψηφιακά σημειωματάρια, κινητές συσκευές (εξοπλισμένες με λογισμικό ανοικτού κώδικα, φωτογραφίες, βίντεο, καταγραφείς φωνής). Τα δεδομένα αυτά στη συνέχεια, συγχρονίζονται με την κεντρική βάση δεδομένων και είναι προσβάσιμα ή διαφορετικά κοινόχρηστα, ως web-based βάσεις δεδομένων, υπηρεσίες και χάρτες (Ghosh et al., 2012).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η μέθοδος του CrowdSourcing αποτελεί μια μέθοδο συλλογής πληροφοριών από εθελοντές, η οποία είναι δυνατό να εφαρμοστεί για τη συλλογή και αποθήκευση δεδομένων σε συστήματα G.I.S με εύκολο και γρήγορο τρόπο. Έτσι, επιτυγχάνεται η ανάπτυξη των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσεται η δυνατότητα διάδοσης της πληροφορίας στους ενδιαφερόμενους μέσω της χρήσης του διαδικτύου. Η αναφερόμενη μέθοδος είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ποικίλων εφαρμογών G.I.S με ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα.

### **1.3 Mobile G.I.S.**

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και του διαδικτύου έχουν φέρει σημαντικές αλλαγές στο τρόπο συλλογής των χωρικών πληροφοριών. Τα κινητά τηλέφωνα διαθέτουν πλέον κεντρικό ρόλο στη ζωή του ανθρώπου, ενώ με τη δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο και τη δυνατότητα εντοπισμού της ακριβούς θέσης τους, με το σύστημα GPS, διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στη διαδικασία συλλογής των χωρικών πληροφοριών. Το γεγονός αυτό διαμορφώνει πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη του Mobile GIS, το οποίο αποτελεί ένα δυναμικό εργαλείο, ικανό να παρέχει, να συλλέγει και να διαχειρίζεται την αξιόπιστη και επικαιροποιημένη χωρική πληροφορία. Με τη χρήση των κινητών τηλεφώνων είναι δυνατό να ξεπεραστεί το πρόβλημα του υψηλού κόστους που υπήρχε για τη συλλογή, τη δημιουργία και τη παροχή της ψηφιακής χωρικής πληροφορίας. Εκτός αυτού, με την ανάπτυξη του Mobile GIS, διαμορφώνεται κατάλληλο έδαφος για την αύξηση της χρήσης της παρεχόμενης από το πλήθος πληροφορίας (CrowdSourcing) σε όλους του τομείς των κρατικών, και μη, μηχανισμών.

Το Mobile GIS, διαθέτει ιδιαίτερα σημαντικές δυνατότητες όπως είναι η πρόσβαση στα γεωχωρικά δεδομένα κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου, η δυνατότητα συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο καθώς και η δυνατότητα να προσδίδει γεωγραφική πληροφορία (πληροφορία ακριβούς θέσης) στα συλλεγόμενα δεδομένα. Δεδομένου ότι η λειτουργικότητα αυτού του συστήματος βασίζεται στη συλλογή και διαχείριση δεδομένων στο πεδίο, σε πραγματικό χρόνο, είναι φανερό ότι μια άλλη ιδιαίτερη σημαντική λειτουργία του Mobile GIS είναι η δυνατότητα σύνδεσης στα ασύρματα δίκτυα για τον συγχρονισμό των χωρικών δεδομένων.

Επομένως, το Mobile GIS αποτελεί ένα εργαλείο συλλογής χωρικών δεδομένων με τη βοήθεια ενός διακομιστή GIS (GIS server) και ενός διαδικτυακού διακομιστή (Web server), στους οποίους δημιουργούνται και δημοσιεύονται οι διαδικτυακές υπηρεσίες που αφορούν τις κινητές συσκευές. Μέσω των αναφερόμενων υπηρεσιών επιτρέπεται στην εκάστοτε εφαρμογή GIS για κινητές συσκευές, η απόκτηση πρόσβασης και ενημέρωσης των γεωγραφικών πληροφοριών μέσω των



διαδικτυακών υπηρεσιών (Web Services). Μετά τον συγχρονισμό του εκάστοτε χρήστη της κινητής συσκευής με τον αντίστοιχο διακομιστή παρουσιάζονται τα δεδομένα που αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο χρήστη, μέσω της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης διαδικτυακής εφαρμογής (Web application).

### **1.3.1 Mobile GIS και Απαιτούμενη Τεχνολογία.**

Οι έξυπνες τεχνολογίες (Smart clients) και οι διαδικτυακές υπηρεσίες για κινητές συσκευές (mobile Web Services) χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του Mobile GIS. Μια άλλη σημαντική τεχνολογία είναι οι Mashups, με τη βοήθεια των οποίων είναι δυνατή η πρόσβαση και η παρουσίαση σε χάρτες, στο κινητό, των γεωγραφικών πληροφοριών που δημιουργήθηκαν από τον εκάστοτε χρήστη, μέσω των REST APIs. Είναι φανερό, επομένως, ότι για τη δημιουργία ενός Mobile GIS θα πρέπει να είναι διαθέσιμα τα προαναφερόμενα συστατικά στοιχεία.

Πιο αναλυτικά, οι εφαρμογές οι οποίες αναφέρονται σε έξυπνες τεχνολογίες, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, αποτελούν μια ισχυρή εναλλακτική λύση για την πλούσια παροχή και διαχείριση ψηφιακών δεδομένων. Μπορούν να παρέχουν στους χρήστες ένα πλούσιο και αποτελεσματικό περιβάλλον διεπαφής, την ικανότητα για εργασία χωρίς σύνδεση, και έναν τρόπο για να επωφεληθούν των τοπικών πόρων εξοπλισμού (hardware) και λογισμικού (software). Οι έξυπνες τεχνολογίες παρέχουν στους χρήστες πρόσβαση σε πληροφορίες και υπηρεσίες εξ αποστάσεως, εντός ενός ισχυρού περιβάλλοντος διεπαφής. Η δυνατότητα αυτή αποτελεί μια αποτελεσματική λύση για ευέλικτες εφαρμογές προσανατολισμένες στο χρήστη, καθώς και για την αύξηση της παραγωγικότητας και της ικανοποίησης των χρηστών.

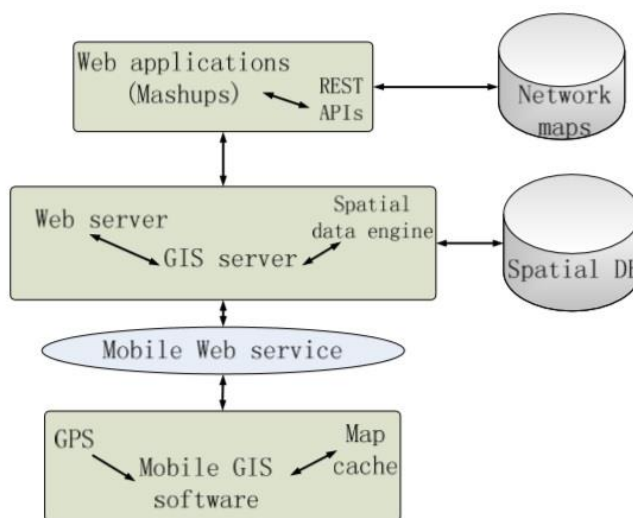
Μια σημαντική τάση της βιομηχανίας είναι η ανάπτυξη των διαδικτυακών υπηρεσιών (Web Services) για την ενίσχυση των υφιστάμενων υπηρεσιών και για τη δημιουργία νέων και καινοτόμων υπηρεσιών. Η αυξανόμενη χρήση των κινητών συσκευών και των υποδομών είναι μια άλλη τάση της βιομηχανίας, η οποία καθιστά δυνατή την επικοινωνία και την πρόσβαση σε πληροφορίες από οποιαδήποτε θέση ανά πάσα στιγμή. Με τις διαδικτυακές υπηρεσίες (Web Services) οι χρήστες των κινητών τηλεφώνων (Mobile users) μπορούν να έχουν πρόσβαση και να ενημερώνουν τις γεωγραφικές πληροφορίες τους, όπως για παράδειγμα μέσω περιγραφών ή φωτογραφικού υλικού, το οποίο αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο ενδιαφέροντος (Point Of Interest – POI).

Τέλος, ένα mashup είναι μια ιστοσελίδα ή μια εφαρμογή που συνδυάζει δεδομένα από δύο ή περισσότερες εξωτερικές πηγές σε απευθείας σύνδεση, με τη χρήση ανοιχτής διεπαφής προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface - API). Ένας mashup χάρτης, αποτελεί συνδυασμό γεωγραφικών δεδομένων από μια πηγή με ένα χάρτη από άλλη πηγή, χρησιμοποιώντας REST APIs.

Η τεχνική του mashup, είναι ιδιαίτερα δημοφιλής για κτιριακές εφαρμογές, όχι μόνο για την ενσωμάτωση κατανεμημένων υπηρεσιών GIS, αλλά και για την ενσωμάτωση των GIS σε άλλες εφαρμογές της πληροφορικής (Guibo, S., 2009).

### 1.3.2 Αρχιτεκτονική των Mobile GIS.

Προκειμένου να είναι δυνατή η κατανόηση της χρησιμότητας αλλά και της λειτουργικότητας ενός συστήματος Mobile GIS, κρίνεται αναγκαίο να παρουσιαστούν τα τρία κύρια συστατικά του. Αυτά είναι η έξυπνη συσκευή- κινητό τηλέφωνο, ο διακομιστής (server) και οι διαδικτυακές εφαρμογές (Web applications). Οι διαδικτυακές εφαρμογές τύπου mashups, αποτελούν συνδυασμό χαρτών οι οποίοι παρέχονται από τον διακομιστή και χαρτών οι οποίοι παρέχονται από το δίκτυο. Ο συνδυασμός αυτών πραγματοποιείται μέσω της χρήσης των REST APIs. Η αναφερόμενη αρχιτεκτονική παρουσιάζεται αναλυτικά στο Διάγραμμα 1.1. Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω είναι φανερό ότι με τη χρήση συστημάτων Mobile GIS είναι δυνατό να παρουσιαστούν στο χρήστη χάρτες οι οποίοι συνοδεύονται από ένα σύνολο γεωγραφικών πληροφοριών και στοιχείων. Εκτός αυτού, με τη χρήση του δέκτη GPS που διαθέτει η κινητή συσκευή, είναι δυνατό να προσδιοριστεί η θέση του χρήστη σε πραγματικό χρόνο και εν συνεχεία να απεικονιστεί επί του χάρτη. Οι κινητές συσκευές εκμεταλλεύονται το ασύρματο δίκτυο και αλληλεπιδρούν με διαδικτυακές υπηρεσίες, οι οποίες κατασκευάζονται και δημοσιεύονται από ένα διακομιστή GIS (GIS Server) και ένα διαδικτυακό διακομιστή (Web server). Έτσι, αφού ολοκληρωθεί η ενημέρωση των γεωγραφικών στοιχείων από τον εκάστοτε χρήστη, οι εθελοντικά, ή μη, συλλεγόμενες πληροφορίες ενσωματώνονται στο σύνολο των γεωγραφικών πληροφοριών, οι οποίες περιέχονται εντός της εκάστοτε διαδικτυακής εφαρμογής (Web application) που χρησιμοποιείται.



Διάγραμμα 1.1: Αρχιτεκτονική ενός συστήματος Mobile GIS (Πηγή: Guibo, S., 2009).

Το πρώτο συστατικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής ενός Mobile GIS είναι η φορητή συσκευή, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Η φορητή συσκευή προκειμένου να είναι κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί για το συγκεκριμένο αντικείμενο, θα πρέπει να διαθέτει λογισμικό GIS και ασφαλώς έναν δέκτη GPS, για τον εντοπισμό της ακριβούς τοποθεσίας ανά πάσα στιγμή. Οι φορητές συσκευές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα PDA / για Pocket PC και smart phones ή έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Τα έξυπνα τηλέφωνα είναι τα κινητά τηλέφωνα τα οποία διαθέτουν επιπλέον λειτουργίες οι οποίες ομοιάζουν με εκείνες ενός υπολογιστή. Τέτοιου είδους λειτουργίες είναι η πρόσβαση και περιήγηση στο διαδίκτυο (Web), η μεταφόρτωση και η λήψη δεδομένων κλπ. Σε αντίθεση με το έξυπνο τηλέφωνο, οι PDA / υπολογιστές τσέπης είναι μικροί υπολογιστές με περιορισμένους πόρους, που χρησιμοποιούν κάποιο ελαφρύ λειτουργικό σύστημα, όπως τα Microsoft Windows Mobile, Windows CE ή EPOC της Symbian. Η βελτίωση της ποιότητας των δεκτών GPS, οι οποίοι βρίσκονται ενσωματωμένοι στις φορητές συσκευές, έχει οδηγήσει στη βελτίωση της ακρίβειας των παρεχόμενων από αυτούς δεδομένων, με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για συλλογή γεωγραφικών πληροφοριών, όχι απαραίτητα με υψηλή ακρίβεια.

Το δεύτερο συστατικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής ενός Mobile GIS είναι ο διακομιστής (Server). Υπάρχουν δύο κατηγορίες διακομιστών, που είναι ο διακομιστής GIS (GIS Server) και ο διαδικτυακός διακομιστής (Web Server). Ο GIS Server επιτρέπει στον εκάστοτε χρήστη να δημοσιεύσει γεωγραφικές πληροφορίες, οι οποίες αφορούν το περιεχόμενο του, σαν υπηρεσίες χαρτών (Map Services). Οι αναφερόμενες Map Services είναι προσβάσιμες από κινητές συσκευές και είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη νέων χαρτών, δεδομένων, αλλά και ενός πλήρους φάσματος υπηρεσιών με σκοπό τη προβολή, τη χρήση των αναφερόμενων γεωγραφικών πληροφοριών αλλά και των συνδυασμό τους με κάποιο χάρτη του δικτύου, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής (Web application) (Guibo, S., 2009).

Το τρίτο δομικό στοιχείο ενός Mobile GIS είναι η διαδικτυακή εφαρμογή (Web application), με τη βοήθεια της οποίας ο εκάστοτε χρήστης είναι δυνατό να πραγματοποιήσει τη συλλογή των επιθυμητών πληροφοριών. Οι Web applications, αποτελούν mashups οι οποίοι είναι δυνατό να προσεγγιστούν και να παρουσιαστούν με τη βοήθεια της διεύθυνσης URL (Uniform Resource Locator), όπου οποία βρίσκονται αποθηκευμένοι στον εκάστοτε διακομιστή (server). Οι mashups αποτελούν συνδυασμό υπηρεσιών χάρτη (map services) και γεωχωρικών δεδομένων, τα οποία προκύπτουν με τη βοήθεια των χρηστών των φορητών συσκευών σε συνδυασμό με τους χάρτες οι οποίοι προέρχονται από εταιρείες δικτύου (π.χ. Google ή Microsoft) με τη χρήση REST APIs. Τα REST API (Representational State Transfer) παρέχουν μια απλή, ανοικτή διασύνδεση στις διαδικτυακές υπηρεσίες, που φιλοξενούνται από τον GIS Server και υποστηρίζουν

JavaScript mashups όπως χάρτες από τη Google, Microsoft ή οποιαδήποτε άλλη υπηρεσία.

### 1.3.3 Πλεονεκτήματα και Προβλήματα των Mobile GIS.

Το Mobile GIS, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μέσα δημιουργίας, απόκτησης, επεξεργασίας και δημοσίευσης χωρικών δεδομένων. Η δομή του επιτρέπει τη χρήση του σε ποικίλους τομείς, καθώς παρέχει τη δυνατότητα δόμησης πολλών ειδών εφαρμογών οι οποίες βασίζονται σε νέα τεχνολογικά επιτεύγματα, μειώνοντας έτσι τον απαιτούμενο χρόνο συλλογής των απαραίτητων γεωχωρικών χαρακτηριστικών. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά του είναι τα εξής:

- Διαθέτει τη δυνατότητα συλλογής χαρακτηριστικών σημείων ενδιαφέροντος (POI), σε συνδυασμό με μια περιγραφή ή ένα περιγραφικό δεδομένο (π.χ εικόνα), η οποία δίνεται από τον εκάστοτε χρήστη.
- Συμβάλλει στη μείωση του χρόνου συλλογής των επιθυμητών γεωχωρικών δεδομένων, καθώς αποτελεί έναν εύκολο και γρήγορο τρόπο συλλογής χαρακτηριστικών.
- Διαθέτει τη δυνατότητα ανανέωσης και ενημέρωσης των γεωχωρικών δεδομένων των σημείων ενδιαφέροντος (POI), μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων κατά την εργασία στο πεδίο.
- Διαθέτει τη δυνατότητα κοινοποίησης διαδικτυακών υπηρεσιών (Web Services), οι οποίες εμπεριέχονται στον εκάστοτε χρησιμοποιούμενο διακομιστή (Server), απευθείας στην εκάστοτε χρησιμοποιούμενη κινητή συσκευή.
- Διαθέτει τη δυνατότητα σύνδεσης των γεωχωρικών δεδομένων που συλλέγονται με τους χάρτες του δικτύου, λειτουργώντας και ως εργαλείο συλλογής της εθελοντικά παρεχόμενης πληροφορίας από το πλήθος (CrowdSourcing).

Εκτός όμως από τα αναφερόμενα πλεονεκτήματα, υφίστανται και ορισμένα προβλήματα, τα οποία θα πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να είναι δυνατή η ανάπτυξη ενός ορθού και επιτυχημένου Mobile GIS.

Το πρώτο πρόβλημα είναι οι περιορισμοί οι οποίοι προκύπτουν εξαιτίας του μικρού μεγέθους και της μικρής ανάλυσης της οθόνης της κινητής συσκευής, της έλλειψης μεγάλης επεξεργαστικής ισχύος και μνήμης και ασφαλώς εξαιτίας της μικρής διάρκειας ζωής της μπαταρίας. Μια σωστή λύση στο πρόβλημα αυτό είναι ένα καλά σχεδιασμένο mobile application, το οποίο θα πρέπει να μεγιστοποιεί τις δυνατότητες της κινητής συσκευής η οποία το χρησιμοποιεί με την ενσωμάτωση των τοπικών πόρων της ίδιας της κινητής συσκευής στην εφαρμογή, με σκοπό την καλύτερη και πιο αποδοτική χρήση του υλικού-hardware της κινητής συσκευής. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τις γραφικές δυνατότητες του κινητού επιταχύνεται

η εμφάνιση των raster στρωμάτων ή διαφορετικά των θεματικών επιπέδων που χρησιμοποιεί η εκάστοτε εφαρμογή (Guibo, S., 2009).

Το δεύτερο πρόβλημα είναι τα διαθέσιμα ασύρματα δίκτυα. Τα ασύρματα δίκτυα έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, ανάλογα με την εφαρμογή τους. Η πιο συνηθισμένη λειτουργία των mobile application είναι εκείνη της αποσυνδεδεμένης λειτουργίας σύμφωνα με την οποία δημιουργούνται ασύγχρονα δεδομένα σε σχέση με τη βάση δεδομένων, τα οποία συγχρονίζονται μετά τη σύνδεση της κινητής συσκευής με κάποιο ασύρματο δίκτυο. Το γεγονός αυτό, περιορίζει τις δυνατότητες ενός Mobile GIS ενώ ταυτόχρονα λειτουργεί αρνητικά ως προς τον παράγοντα του χρόνου, δημιουργώντας καθυστερήσεις. Αυτό σημαίνει ότι ένα Mobile GIS, θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ευέλικτο σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα ασύρματα δίκτυα, προκειμένου να επιτρέπει στον εκάστοτε χρήστη του να εργαστεί και χωρίς την συμβολή των ασύρματων δικτύων, χωρίς να διακόπτεται η εκάστοτε εργασία συλλογής. Ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την επίλυση αυτού του προβλήματος είναι η δημιουργία ενός χάρτη μνήμη cache, ο οποίος είναι δυνατό να αποθηκευτεί απευθείας στη κινητή συσκευή. Τα δεδομένα που συλλέγονται, μεταφέρονται στο διακομιστή όταν υπάρχει σύνδεση και η αποθήκευση των δεδομένων είναι έξυπνη, δηλαδή αν η σύνδεση με το δίκτυο δεν είναι διαθέσιμη είναι δυνατόν να συνεχιστεί η εργασία με τη χρήση της μνήμης cache.

Το Mobile GIS έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο που μπορεί να χειριστεί τις ανάγκες της συλλογής δεδομένων POI. Ένα Mobile GIS χρησιμοποιεί ψηφιδωτά θεματικά επίπεδα (raster layers) ως βασικό χάρτη υποβάθρου, δείχνει την τρέχουσα θέση του χρήστη στο χάρτη χρησιμοποιώντας τον δέκτη GPS της κινητής συσκευής. Η εφαρμογή (application) ενός συστήματος συλλογής γεωχωρικών πληροφοριών με τη χρήση μιας φορητής συσκευής, έχει απλές λειτουργίες GIS όπως zoom, pan, λειτουργίες αναγνώρισης χαρακτηριστικών κ.α. Με τη χρήση της μνήμης cache του χάρτη, οι χρήστες μπορούν να ανακτήσουν τις πληροφορίες σχετικά με POI, και να τις παρουσιάσουν στην οθόνη του κινητού με τη βοήθεια του εκάστοτε χάρτη. Τέλος, οι χρήστες μπορούν να συγχρονίσουν τα δεδομένα με το διακομιστή GIS μέσω ασύρματων δικτύων, έτσι ώστε να διαθέτουν μια ολοκληρωμένη και ενημερωμένη βάση δεδομένων.

Είναι φανερό, επομένως, ότι το Mobile GIS διαθέτει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα τα οποία είναι δυνατό να επιλυθούν με τη χρήση των κατάλληλων τεχνικών, οδηγώντας στη δημιουργία ιδιαίτερως χρήσιμων και ευέλικτων εφαρμογών (mobile applications).

### 1.3.4 Υλοποιημένες εφαρμογές Mobile G.I.S.

Με την πάροδο των ετών, την ανάπτυξη της τεχνολογίας αλλά και της επικοινωνίας μέσω δικτύων ευοδώθηκε ο δρόμος για την ανάπτυξη αρκετών mobile G.I.S applications. Προκειμένου να γίνει αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας αλλά και τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση αυτών, κρίνεται σκόπιμο να περιγραφούν συνοπτικά ορισμένες από αυτές. Συνεπώς, επιλέχθηκαν και περιγράφονται οι ακόλουθες:

#### - ArcPad

Το ArcPad έχει αναπτυχθεί από την ESRI και απευθύνεται σε επαγγελματίες, οι οποίοι επιζητούν τη δυνατότητα διαχείρισης των δυνατοτήτων του Mobile G.I.S στο πεδίο. Με τη βοήθεια του ArcPad είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί συλλογή έγκυρων στοιχείων, με ακρίβεια, καθώς και η απεικόνισή τους με τη βοήθεια της γεωγραφικής πληροφορίας που συλλέχθηκε ταυτόχρονα. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης του GPS της κινητής συσκευής, αποστασιόμετρων, στοιχεία πολυμέσων (κάμερας κ.λπ.) στη διαδικασία συλλογής και αποθήκευσης των πληροφοριών. Ακόμη, κατά τη συλλογή των πληροφοριών, ο χρήστης μπορεί να μοιραστεί τη ληφθείσα πληροφορία με τους συνεργάτες του στο πεδίο προκειμένου να πραγματοποιηθεί ανανέωση των πληροφοριών της βάσης δεδομένων και κατ' επέκταση οδηγεί στη λήψη των απαραίτητων αποφάσεων. Έτσι, γίνεται φανερό ότι το σύνολο των στοιχείων που περιέχονται στη βάση δεδομένων παραμένουν ενημερωμένα ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται η βελτίωση της ακρίβειας αυτών.

Το ArcPad έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα από ένα σύνολο χρηστών, παρέχοντας τους ποικίλα εργαλεία που χρησιμεύουν σε εφαρμογές και εργασίες G.I.S. Πιο αναλυτικά:

- Παρέχει τη δυνατότητα συλλογής και δημιουργίας γεωγραφικών δεδομένων καθώς και την επεξεργασία, ανάλυση και απεικόνιση αυτών με τη χρήση ευρέως διαδεδομένων προτύπων.
- Παρέχει τη δυνατότητα δημοσίευσης των εργασιών στον ArcGIS Server χρησιμοποιώντας το ArcGIS Server ArcPad Extension. Το γεγονός αυτό παρέχει τη δυνατότητα σε οποιονδήποτε χρήστη, ο οποίος διαθέτει τη δυνατότητα σύνδεσης στο internet, να συνδεθεί και να συγχρονίσει τις εργασίες του ArcPad σε μια Enterprise βάση δεδομένων.
- Παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης με δέκτες GPS ή άλλες συσκευές, όπως συσκευές πολυμέσων, προκειμένου να επιτευχθεί η ορθή συλλογή γεωγραφικών δεδομένων, τα οποία στη συνέχεια αποθηκεύονται στο G.I.S.
- Παρέχει τη δυνατότητα offline επεξεργασίας των δεδομένων τα οποία ελήφθησαν στο πεδίο, μέσω της σύνδεσης με το ArcGIS for Desktop. Έτσι, διευκολύνεται η επεξεργασία των δεδομένων τα οποία περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων.

- Παρέχει τη δυνατότητα υψηλής ποιότητας χαρτογράφησης καθώς υποστηρίζει τη μεγάλη ποικιλία συμβολισμών (σημειακών, γραμμικών κ.τ.λ).
- Υποστηρίζει ένα μεγάλο εύρος γλωσσών, με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί από χρήστες διαφορετικών εθνικοτήτων.
- Παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας αυτόνομων εφαρμογών μέσω του ArcPad Studio (ESRI,2014).

#### - SuperPad

Το SuperPad 3.1 είναι μια πλήρης εφαρμογή για Mobile GIS. Το SuperPad περιέχει τις ισχυρές και ολοκληρωμένες λειτουργίες GIS ώστε να βοηθήσει το προσωπικό που βρίσκεται στο πεδίο να πραγματοποιήσει τις απαραίτητες διαδικασίες για τη συλλογή, επεξεργασία, απεικόνιση και μέτρηση των χωρικών δεδομένων με χαμηλό κόστος. Το ιδιαίτερα ευέλικτο περιβάλλον ανάπτυξης και οι διαφοροποιημένες επεκτάσεις, δίνουν τη δυνατότητα να δημιουργηθεί μια ιδανική πλατφόρμα και να ικανοποιηθούν οι περισσότερες απαιτήσεις κατά τις εργασίες πεδίου. Επιπλέον, το SuperPad επιτρέπει το συγχρονισμό των δεδομένων με το επιχειρησιακό διακομιστή προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της εργασίας που εκτελείται.

Πιο αναλυτικά, με το SuperPad είναι δυνατό να εκπληρωθεί η αξιόπιστη και ακριβής συλλογή δεδομένων πεδίου, να εκτελεστούν εύκολα διάφορες σύνθετες εργασίες πεδίου, να ενσωματωθούν δεδομένα του GPS, αποστασιόμετρων και ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών, να συγχρονιστούν τα δεδομένα πεδίου από τον server της επιχείρησης και να προσαρμοστούν διάφορες λειτουργίες για τη βελτίωση της παραγωγικότητας της εργασίας.

#### - Collector for ArcGIS

Ο collector for ArcGIS αποτελεί μια διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία παρέχεται από την ESRI. Η εφαρμογή αυτή συνδυάζει τις χαρτογραφικές πληροφορίες με τις επιτόπιες παρατηρήσεις στο πεδίο, με συνέπεια την αύξηση της αποτελεσματικότητας και της ακρίβειας των δεδομένων που συλλέγονται. Αντικαθιστά τα έντυπα καταγραφής των δεδομένων με τις κινητές συσκευές (mobile, tablet κ.τ.λ), με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων. Είναι δομημένη με κατάλληλο τρόπο ώστε να είναι σε θέση να καταγράψει μεγάλη ποικιλία κτηματολογικών και τοπογραφικών πληροφοριών είτε διαθέτει σύνδεση με το διαδίκτυο είτε όχι. Η αναφερόμενη εφαρμογή είναι διαθέσιμη σε μεγάλη ποικιλία κινητών συσκευών, οι οποίες μπορεί να διαθέτουν λειτουργικό σύστημα Android ή IOS. Με τη χρήση του συστήματος εντοπισμού θέσης της κινητής συσκευής (GPS), είναι δυνατό να τοποθετήσει τη θέση του χρήστη στο χώρο, να πραγματοποιήσει παρατηρήσεις στο χώρο καθώς και να αποθηκεύσει τα απαραίτητα ποσοτικά, ποιοτικά και περιγραφικά χαρακτηριστικά.

Ο χρήστης είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει ως υπόβαθρο είτε κάποιο από τα διαθέσιμα υπόβαθρα που προσφέρει η ESRI είτε να εισάγει ένα άλλο υπόβαθρο από το διαδίκτυο (π.χ WMS) είτε να εισάγει υπόβαθρο το οποίο έχει κατασκευάσει ο ίδιος, μέσω της πλατφόρμας του ArcGIS Online. Σημειώνεται ότι η αναφερόμενη εφαρμογή προσφέρει μια σειρά από δυνατότητες στο χρήστη, όπως είναι η εύρεση μιας τοποθεσίας μέσω της αντίστοιχης διεύθυνσης, η λήψη οδηγιών πλοήγησης προς μια συγκεκριμένη τοποθεσία και η μέτρηση αποστάσεων και εμβαδών επί του υποβάθρου. Εκτός από τις δυνατότητες αυτές, προσφέρεται η δυνατότητα λήψης εικόνων και βίντεο, τα οποία αποθηκεύονται στο διακομιστή του ArcGIS Online μέσω της εφαρμογής του Collector for ArcGIS.

Εκτός των παραπάνω, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών (feature layers), εντός των οποίων είναι δυνατό να αποθηκεύει χαρακτηριστικά που αφορούν στο υπόβαθρο, μετά από επιτόπιες παρατηρήσεις. Ας σημειωθεί ότι όλα τα δεδομένα τα οποία έχει λάβει ο χρήστης βρίσκονται αποθηκευμένα στη πλατφόρμα του ArcGIS Online και επομένως είναι δυνατό να επεξεργαστούν εκ των υστέρων από τον χρήστη σε ποικίλες εκτός σύνδεσης (offline) εργασίες.

- Μια εφαρμογή που βασίζεται στο Collector for ArcGIS έχει πραγματοποιηθεί στη διπλωματική εργασία της Π. Πετρέλη (2015), σύμφωνα με την οποία πραγματοποιήθηκε μελέτη του τρόπου με τον οποίο είναι δυνατό να ενταχθεί το φαινόμενο του Crowdsourcing στους τομείς του Κτηματολογίου και των Συστημάτων Διοίκησης της Γης. Ως υπόβαθρό χρησιμοποιήθηκε το layer WMS του Κτηματολογίου ενώ δημιουργήθηκε παράλληλα ένα θεματικό επίπεδο χαρακτηριστικών (feature layer), με γεωμετρία πολυγώνου, το οποίο συνέβαλλε στην επεξεργασία, ανανέωση, διαγραφή αλλά και συγχρονισμού των δεδομένων με τον διακομιστή της ESRI, εντός του οποίου βρίσκονταν αποθηκευμένα τα δεδομένα. Στην αναφερόμενη εφαρμογή, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ορίων διαφόρων γεωτεμαχίων με τη χρήση του GPS του κινητού καθώς και με τη βοήθεια του υποβάθρου (ορθοφωτοχάρτη) της ΕΚΧΑ Α.Ε αλλά και των προσφερόμενων εργαλείων από τον Collector for ArcGIS. Ταυτόχρονα με τη συλλογή των ορίων ήταν δυνατή η συλλογή άλλων στοιχείων και φωτογραφικού υλικού, τα οποία αφορούσαν τις εκάστοτε καταγραφόμενες ιδιοκτησίες. Μετά την επεξεργασία όλων των παραπάνω δεδομένων ήταν δυνατή η δημιουργία των διαγραμμάτων των ιδιοκτησιών, όπως προκύπτουν με τη βοήθεια της εφαρμογής του collector, και η σύγκρισή τους με τα αντίστοιχα διαγράμματα, που προσφέρονται από την ΕΚΧΑ Α.Ε. Με τη σύγκριση αυτή είναι δυνατό να μελετηθούν τυχόν ασυμφωνίες και τελικά να αξιολογηθεί η προσφορά του Crowdsourcing στους τομείς του Κτηματολογίου και των Συστημάτων Διοίκησης της Γης.



## **2 Θεωρητικό Υπόβαθρο και Προαπαιτούμενα ανάπτυξης Εφαρμογών Android.**

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται μια σύντομη περιγραφή του λογισμικού Android, των χαρακτηριστικών του καθώς επίσης και της ευρέως διαδεδομένης γλώσσας προγραμματισμού Java, η οποία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εφαρμογών (applications) Android. Ακόμη, πραγματοποιείται μια σύντομη περιγραφή των απαραίτητων εργαλείων ανάπτυξης, τα οποία συμβάλλουν καθοριστικά στη διαδικασία ανάπτυξης και ολοκλήρωσης αυτού του είδος των εφαρμογών.

### **2.1 Εισαγωγή στο λειτουργικό σύστημα Android.**

Το Android αποτελεί ένα λειτουργικό σύστημα για κινητά (Operating System - OS) το οποίο βασίζεται στον πυρήνα του Linux και το οποίο έχει αναπτυχθεί από την Google. Το Android έχει σχεδιαστεί κυρίως για την οθόνη αφής, για φορητές συσκευές όπως smartphones και υπολογιστές tablet, με εξειδικευμένες διεπαφές χρήστη για τηλεοράσεις (Android TV), αυτοκίνητα (Android Auto) και ρολόγια χειρός.

#### **2.1.1 Ιστορικά στοιχεία.**

Η Android Inc, ιδρύθηκε στη Καλιφόρνια, τον Οκτώβριο του 2003, για την ανάπτυξη «έξυπνων κινητών συσκευών οι οποίες θα γνωρίζουν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο την τοποθεσία και τις προτιμήσεις του ιδιοκτήτη τους». Αρχικά οι προθέσεις της εταιρείας επικεντρωνόταν στην ανάπτυξη ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών, γεγονός που άλλαξε με αποτέλεσμα να στραφεί προς τη παραγωγή ενός λειτουργικού συστήματος smartphone. Ωστόσο η Android Inc. λειτουργούσε κρυφά, αποκαλύπτοντας μόνο ότι δούλευε για το λογισμικό για κινητά τηλέφωνα.

Τον Αύγουστο του 2005, η Google εξαγόρασε την Android Inc. Δεν υπάρχουν και πολλά πράγματα που ήταν γνωστά για την Android Inc. εκείνη την εποχή, αλλά πολλοί υπέθεσαν ότι η Google, με την κίνηση αυτή, σχεδιάζει να εισέλθει στην αγορά της κινητής τηλεφωνίας. Η Google ανέπτυξε μια πλατφόρμα κινητών συσκευών που τροφοδοτείται από τον πυρήνα του Linux. Ακόμα προώθησε στην αγορά μια πλατφόρμα για κατασκευαστές και συνεχίζει τη πορεία της με την υπόσχεση να παρέχει ένα ευέλικτο σύστημα, με δυνατότητες αναβάθμισης (Cadenhead, 2012 ;Cinar, 2012;Wikipedia).

Στις 5 Νοεμβρίου 2007, ιδρύθηκε η Open Handset Alliance (OHA), μια κοινοπραξία 48 τηλεπικοινωνιακών εταιρειών, εταιριών λογισμικού καθώς και κατασκευής hardware, οι οποίες στοχεύουν στην ανάπτυξη και εξέλιξη ανοιχτών προτύπων στις συσκευές κινητής τηλεφωνίας. Το Android παρουσιάστηκε ως το πρώτο προϊόν της, μια πλατφόρμα για κινητές συσκευές η οποία κατασκευάστηκε στηριζόμενη στο πυρήνα της Linux version 2.6.25. Σημειώνεται ότι εντός των εταιριών της κοινοπραξίας συμπεριλαμβάνονταν η Google, κατασκευαστές συσκευών όπως HTC, Sony και Samsung, καθώς και άλλοι φορείς, όπως η Sprint Nextel και T-Mobile, και κατασκευαστές chipset, όπως η Qualcomm και Texas Instruments (Cinar, 2012; Wikipedia). Η Open Handset Alliance συνεχίζει τη λειτουργία της μέχρι σήμερα και αποτελεί, πλέον, μια κοινοπραξία 84 επιχειρήσεων οι οποίες προωθούν την ανάπτυξη ανοιχτών προτύπων για κινητές συσκευές. Εταιρίες μέλη οι οποίες περιλαμβάνονται στη κοινοπραξία είναι: Google, HTC, Sony, Dell, Intel, Motorola, Qualcomm, Texas Instruments, Samsung Electronics, LG Electronics, T-Mobile, Sprint Corporation, Nvidia, Wind River Systems κ.α. (Wikipedia).

Η εμφάνιση και η ακόλουθη εξέλιξη του λειτουργικού συστήματος Android άρχισε με την απελευθέρωση του Android beta το Νοέμβριο 2007. Η πρώτη εμπορική έκδοση, ήταν το Android 1.0, το οποίο κυκλοφόρησε το Σεπτέμβριο 2008. Το Android είναι υπό συνεχή ανάπτυξη, καθώς υφίσταται αναβαθμίσεις από την Google και την Open Handset Alliance (OHA) και έχει υποστεί μια σειρά από ενημερώσεις στη βάση του λειτουργικού της συστήματος μετά από την αρχική εμφάνισή του (Wikipedia).

Από το 2008, το Android έχει υποστεί αρκετές αναβαθμίσεις οι οποίες έχουν βελτιώσει σταδιακά το λειτουργικό σύστημα, προσθέτοντας νέα χαρακτηριστικά και διορθώσεις σφαλμάτων των προηγούμενων εκδόσεων. Κάθε σημαντική έκδοση ονομάζεται κατ' αλφαβητική σειρά, με το όνομα ενός επιδορπίου ή ζαχαρωτού κέρασματος. Για παράδειγμα, την έκδοση 1.5 "Cupcake" ακολούθησε η 1.6 "Donut". Σημειώνεται ότι το Android 5.0 "Lollipop" κυκλοφόρησε στις 14 Νοεμβρίου 2014, εισάγοντας τον «σχεδιασμό υλικού» ως μια νέα σχεδιαστική γλώσσα, ενώ στη συνέχεια ακολούθησαν άλλες δύο bugfix κυκλοφορίες (5.0.1 και 5.0.2) (Wikipedia). Είναι φανερό, επομένως, ότι έχουν εμφανιστεί πολλές εκδόσεις του λειτουργικού συστήματος Android, κάθε μια από τις οποίες αποτελεί μια βελτίωση ή διαφορετικά αναβάθμιση των παλαιότερων εκδόσεων. Στη συνέχεια, παρατίθεται πίνακας, ο οποίος παρουσιάζει τις διάφορες εκδόσεις που έχουν παραχθεί, τις αντίστοιχες ονομασίες τους καθώς επίσης και τις αντίστοιχες ημερομηνίες εμφάνισής τους στην αγορά.

Έκδοση ▲	Κωδική ονομασία ⇅	Ημερομηνία ⇅	API level ⇅	Διανομή [16] ⇅
1.6	<i>Donut</i>	15 Σεπτεμβρίου 2009	4	?
2.0-2.1	<i>Eclair</i>	26 Οκτωβρίου 2009	7	?
2.2	<i>Froyo</i>	20 Μαΐου 2010	8	0,4%
2.3.3-2.3.7	<i>Gingerbread</i>	9 Φεβρουαρίου 2011	10	7,8%
3.2	<i>Honeycomb</i>	15 Ιουλίου 2011	13	0%
4.0.3 - 4.0.4	<i>Ice Cream Sandwich</i>	16 Δεκεμβρίου 2011	15	6,7%
4.1.x	Jelly Bean	9 Ιουλίου 2012	16	19,2%
4.2.x	Jelly Bean	13 Νοεμβρίου 2012	17	20,3%
4.3	Jelly Bean	24 Ιουλίου 2013	18	6,5%
4.4	<i>KitKat</i>	31 Οκτωβρίου 2013	19	39,1%
5.0	Lollipop	3 Νοεμβρίου του 2014	21	?
5.1	Lollipop	9 Μαρτίου 2015	22	?

Πίνακας 2.1: Μορφές εμπορικών εκδόσεων Android (Πηγή: Wikipedia the free encyclopedia - Android Version History)

## 2.1.2 Χαρακτηριστικά του Android.

Το επιλεγμένο περιβάλλον ανάδρασης του Android με τον εκάστοτε χρήστη του βασίζεται στην άμεση χειραγώγηση, καθώς χρησιμοποιεί ως εντολές εισόδου στο λειτουργικό σύστημα, εντολές αφής οι οποίες αντιστοιχούν σε πραγματικές δράσεις στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου. Αυτές οι δράσεις αντιστοιχούν σε κινήσεις όπως το σύρσιμο, υποκλοπή, τσίμπημα, και αντίστροφο τσίμπημα προκειμένου να μετακινηθούν και να τοποθετηθούν επί της οθόνης διάφορα αντικείμενα όπως είναι τα εικονίδια αλλά ακόμα και ένα εικονικό πληκτρολόγιο.

Η ανταπόκριση στις εντολές εισόδου στο λειτουργικό σύστημα, τις οποίες προσδίδει ο χρήστης, είναι άμεση και παρέχει ένα ρευστό περιβάλλον αφής, το οποίο συνοδεύεται και από άλλες δυνατότητες του συστήματος, όπως είναι η δόνηση της συσκευής και η οπτική ανάδραση στο χρήστη. Το hardware της συσκευής, διαθέτει ένα σύνολο δυνατοτήτων όπως επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια και αισθητήρες εγγύτητας, τα οποία χρησιμοποιούνται από ορισμένες εφαρμογές προκειμένου να ανταποκριθούν στις πρόσθετες ενέργειες του χρήστη, όπως είναι για παράδειγμα η ρύθμιση της οθόνης κατά τον κατακόρυφο και τον οριζόντιο προσανατολισμό, ανάλογα με το πώς η συσκευή είναι προσανατολισμένη, ή επιτρέποντας στο χρήστη να κατευθύνει το όχημα σε ένα παιχνίδι αγώνων με την περιστροφή της συσκευής, προσομοιώνοντας τον έλεγχο του τιμονιού.

Η αρχική οθόνη των Android, είναι παρόμοια με την επιφάνεια εργασίας των υπολογιστών. Ουσιαστικά, αποτελεί ένα κόμβο ο οποίος περιλαμβάνει την πλοήγηση στο περιβάλλον του Android καθώς και ποικίλων ειδών πληροφορίες. Οι Android homecreens (αρχική οθόνη συστήματος) συνήθως αποτελούνται από εικονίδια εφαρμογών, προκειμένου να δοθεί εντολή άμεσα στο σύστημα να πραγματοποιήσει την εκκίνηση της εκάστοτε επιλεγόμενης εφαρμογής, και widgets, προκειμένου να εμφανιστεί ζωντανά το περιεχόμενο αυτόματης ενημέρωσης, όπως είναι η πρόβλεψη του καιρού, τα εισερχόμενα e-mail του χρήστη ή ticker ειδήσεων απευθείας στην αρχική οθόνη. Η αρχική οθόνη μπορεί να αποτελείται από περισσότερες της μίας «σελίδες», οι οποίες είναι δυνατό να εμφανιστούν στον χρήστη με ένα απλό «σύρσιμο» στην οθόνη αφής είτε προς τα μπροστά είτε προς τα πίσω. Ασφαλώς αξίζει να σημειωθεί ότι οι «σελίδες» οι οποίες είναι δυνατό να εμφανιστούν στην αρχική οθόνη του συστήματος, προσαρμόζονται στις προτιμήσεις του χρήστη προκειμένου να ικανοποιηθούν με το βέλτιστο τρόπο οι ανάγκες του από το σύστημα. Στο σημείο αυτό, σημειώνεται ότι στο Google Play και σε άλλα καταστήματα app υπάρχει μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων εφαρμογών προς τον χρήστη, ο οποίος μπορεί να τις κατεβάσει και στη συνέχεια να τις χρησιμοποιήσει.

Συνεχίζοντας την ανάλυση της αρχικής οθόνης, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι στο πάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται μια γραμμή κατάστασης, η οποία περιέχει πληροφορίες σχετικά με τη συσκευή και τη συνδεσιμότητα της. Αυτή η γραμμή κατάστασης μπορεί να "τραβηχτεί" προς τα κάτω για να αποκαλύψει μια οθόνη κοινοποίησης, όταν οι εφαρμογές εμφανίζουν σημαντικές πληροφορίες ή ενημερώσεις, όπως στη περίπτωση όπου έχει ληφθεί ένα e-mail ή SMS κειμένου, με τρόπο που δεν διακόπτει αμέσως ή ενοχλεί την εκάστοτε εργασία του χρήστη. Οι κοινοποιήσεις είτε παραμένουν στην αναφερόμενη γραμμή κατάστασης, μέχρι να πραγματοποιηθεί ανάγνωση τους (πατώντας επί της ειδοποίησης, η οποία ανοίγει το αντίστοιχο app) είτε διαγράφονται από τη γραμμή κατάστασης τραβώντας τη από την οθόνη, με την επιλογή της εντολής διαγραφής.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι φανερό ότι οι εφαρμογές (applications) αποτελούν ένα σημαντικό τμήμα των Android. Οι εφαρμογές αυτές, επεκτείνουν τη λειτουργικότητα των συσκευών και έχουν γραφτεί κατά κύριο λόγο σε γλώσσα προγραμματισμού Java, χρησιμοποιώντας το kit ανάπτυξης λογισμικού Android (SDK). Το SDK αποτελείται από μια πλήρη σειρά εργαλείων ανάπτυξης, εντός των οποίων περιλαμβάνεται ένα πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων, βιβλιοθήκες λογισμικού, μια συσκευή η οποία εξομοιώνει το περιβάλλον του Android και που βασίζεται στο QEMU, τεκμηρίωση, δείγματα κώδικα και βοηθητικό υλικό, που περιγράφει τον τρόπο λειτουργίας του αναφερόμενου λογισμικού ανάπτυξης. Αρχικά, η Google υποστήριξε το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Eclipse με τη χρήση των Android Development Tools (ADT) plugin ενώ στη συνέχεια, τον Δεκέμβριο 2014 η Google έφερε στη κυκλοφορία το Android Studio,

το οποίο είναι βασισμένο στο IntelliJ IDEA, ως κύριο IDE για την ανάπτυξη εφαρμογών Android. Ασφαλώς, εκτός των αναφερόμενων εργαλείων ανάπτυξης εφαρμογών Android υπάρχουν και άλλα εργαλεία ανάπτυξης τα οποία είναι διαθέσιμα, συμπεριλαμβανομένου του Native Development Kit (NDK) για εφαρμογές ή επεκτάσεις σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως είναι η C ή C++, του Google App Inventor, ενός οπτικού περιβάλλοντος για τους αρχάριους προγραμματιστές, και διάφορων cross platform mobile web εφαρμογών πλαισίων.

Το Android έχει μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών, οι οποίες μπορούν να αποκτηθούν από τους χρήστες, με ένα απλό κατέβασμα και εγκατάσταση του αρχείου .APK της εφαρμογής στη συσκευή, είτε με τη λήψη τους χρησιμοποιώντας ένα από τα υπάρχοντα online stores (καταστήματα) του διαδικτύου. Το Google Play Store είναι το πρωταρχικό κατάστημα εφαρμογών, το οποίο είναι δυνατό να εγκατασταθεί σε συσκευές Android οι οποίες συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις συμβατότητας της Google και άδεια χρήσης του λογισμικού της Google Mobile Services. Το Google Play Store επιτρέπει στους χρήστες να αναζητήσουν, να κατεβάσουν και να ενημερώσουν τις εφαρμογές που δημοσιεύθηκαν από την Google ή ακόμα και από άλλους προγραμματιστές (Wikipedia).

## **2.2 Γλώσσα προγραμματισμού Java.**

Η Java αποτελεί μία από τις πιο γνωστές γλώσσες προγραμματισμού, ανήκει στη κατηγορία των αντικειμενοστραφών γλωσσών και σχεδιάστηκε από την εταιρία πληροφορικής Sun Microsystems.

### **2.2.1 Ιστορικά Στοιχεία Java.**

Η εταιρία πληροφορικής Sun Microsystems αναζητούσε, στις αρχές του 1991, το κατάλληλο εργαλείο που θα αποτελούσε την πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού σε μικρό-συσκευές (έξυπνες οικιακές συσκευές έως πολύπλοκα συστήματα παραγωγής γραφικών). Την εποχή εκείνη τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού που υπήρχαν, αναφέρονταν στις γλώσσες προγραμματισμού C και C++, όμως δεν επαρκούσαν προκειμένου να καλυφθούν οι όλο και αυξανόμενες ανάγκες της εποχής. Ο "πατέρας" της Java, James Gosling είχε παρουσιάσει κατά καιρούς κάποιες πειραματικές γλώσσες (C++ ++ ) ως πρότυπα για το νέο εργαλείο που αναζητούσαν στην Sun. Μετά από αρκετούς πειραματισμούς, εμφανίστηκε ως κατάλληλη γλώσσα προγραμματισμού η γλώσσα OAK.

Η γλώσσα προγραμματισμού OAK διέθετε αρκετές ομοιότητες με την ήδη υπάρχουσα γλώσσα C++. Σε αντίθεση όμως με τη C++, η OAK αποτελούσε μια αντικειμενοστραφή γλώσσα, η οποία χαρακτηριζόταν από απλότητα. Με τη πάροδο του χρόνου η γλώσσα OAK μετονομάστηκε σε Java καθώς το προηγούμενο όνομα της ήταν ήδη κατοχυρωμένο και δεν ήταν δυνατή η χρήση του. Η επίσημη εμφάνιση της Java αλλά και του HotJava (πλοηγός με υποστήριξη Java) στη βιομηχανία της πληροφορικής έγινε το Μάρτιο 1995 όταν η Sun την ανακοίνωσε στο συνέδριο Sun World 1995. Ο πρώτος μεταγλωττιστής (compiler) της ήταν γραμμένος στη γλώσσα C από τον James Gosling. Το 1994, ο A.Van Hoff ξαναγράφει τον μεταγλωττιστή της γλώσσας σε Java, ενώ το Δεκέμβριο 1995 πρώτες οι IBM, Borland, Mitsubishi Electronics, Sybase και Symantec ανακοινώνουν σχέδια να χρησιμοποιήσουν τη Java για την δημιουργία λογισμικού. Από εκεί και πέρα η Java ακολουθεί μία ανοδική πορεία και είναι πλέον μία από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες στον χώρο της πληροφορικής. Στις 13 Νοεμβρίου 2006 η Java έγινε πλέον μια γλώσσα ανοιχτού κώδικα (GPL) όσον αφορά το μεταγλωττιστή (javac) και το πακέτο ανάπτυξης (JDK, Java Development Kit). Τέλος, τον Απρίλιο 2010 η εταιρεία λογισμικού Oracle Corporation εξαγόρασε τη Sun Microsystems και τις τεχνολογίες τις οποίες η τελευταία διέθετε στη κατοχή της έως τότε (Deitel & Deitel, 2006;Wikipedia).

### **2.2.2 Χαρακτηριστικά της γλώσσας Java.**

Σύμφωνα με την περιγραφή που έχει δοθεί από την εταιρεία Sun για τη γλώσσα προγραμματισμού Java, η τελευταία είναι μια απλή, αντικειμενοστραφής, καταναεμημένη, υψηλής απόδοσης, συμπαγής, ασφαλής, ανεξάρτητης αρχιτεκτονικής, μεταφέρσιμη, υψηλής απόδοσης και ιδιαίτερα δυναμική.

Η java αποτελεί μια απλή γλώσσα καθώς παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τις γλώσσες C και C++ οι οποίες είναι ευρέως διαδομένες, διευκολύνοντας έτσι την εκμάθησή της, ενώ ταυτόχρονα περιέχει λίγες προγραμματιστικές δομές και ιδιαίτερα καλά ορισμένη σημασιολογία. Δεδομένου ότι είναι αντικειμενοστραφής γλώσσα εστιάζει στον ορισμό αντικειμένων και των αντίστοιχων λειτουργιών τους. Στη java η έννοια της κλάσης, η οποία περιγράφει μια συλλογή δεδομένων και τις λειτουργίες που αυτά επιδέχονται, διαθέτει ιδιαίτερη σημασία. Κάθε μια από τις κλάσεις προέρχεται από μια άλλη μέσω της κληρονομικότητας μεταξύ των κλάσεων (inheritance), ορίζοντας κατ' αυτό τον τρόπο μια ιεραρχία κλάσεων στη κορυφή της οποίας υφίσταται η αρχική κύρια κλάση που είναι το αντικείμενο (object). Τα αντικείμενα μιας κλάσης χρησιμοποιούνται σε ένα πρόγραμμα java και δημιουργούνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος.

Ακόμα, η java χαρακτηρίζεται ως κατανεμημένη γλώσσα καθώς επιτρέπει την επικοινωνία με αντικείμενα τα οποία βρίσκονται σε απομακρυσμένες θέσεις στο δίκτυο, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την επικοινωνία με άλλες εφαρμογές μέσω διαδικτυακών συνδέσεων. Εκτός από κατανεμημένη, θεωρείται και ερμηνευόμενη. Αυτό συμβαίνει καθώς ο μεταγλωττιστής της java δεν παράγει έναν τελικό κώδικα για ένα συγκεκριμένο υπολογιστή. Αντίθετα, παράγει κάτι ενδιάμεσο σε μορφή bytes το οποίο ονομάζεται bytecode. Αυτός ο κώδικας περνά στη συνέχεια από τον διερμηνέα της java. Αυτή η διαδικασία γίνεται προκειμένου ο κώδικας να έχει τη δυνατότητα να εκτελεστεί σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα υπολογιστών, εφόσον βέβαια ο εν λόγω διερμηνέας είναι διαθέσιμος σε αυτά.

Η java θεωρείται ως μια συμπαγής γλώσσα προγραμματισμού. Αυτό συμβαίνει καθώς διαθέτει ένα ισχυρό σύστημα τύπων, το οποίο επιτρέπει εκτενείς ελέγχους κατά τη διάρκεια μετάφρασης των προγραμμάτων. Με τον τρόπο αυτό, η java συμβάλλει στην ανάπτυξη αξιόπιστου και συμπαγούς λογισμικού. Εκτός των άλλων η java χαρακτηρίζεται ως ασφαλής γλώσσα. Αυτό συμβαίνει καθώς τα προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί σε αυτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μεγάλο εύρος χρηστών καθένας από τους οποίους διαθέτει διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατό να υπάρξουν ανεπιθύμητες παρενέργειες στο σύστημα. Το πλεονέκτημα αυτό, προσδίδεται από τη χρήση ενός ενδιάμεσου κώδικα (bytecode verifier) ο οποίος εντοπίζει τυχόν περιέργες ενέργειες οι οποίες είναι δυνατό να επηρεάσουν αρνητικά το περιβάλλον εργασίας του χρήστη.

Συνεχίζοντας, η java αποτελεί μια γλώσσα ανεξάρτητης αρχιτεκτονικής καθώς διαθέτει έναν ενδιάμεσο κώδικα, ο οποίος δεν αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο τύπο υπολογιστή αλλά αντίθετα μεταφράζεται κατάλληλα με τη βοήθεια του διερμηνέα. Επίσης, εξαιτίας του παραπάνω χαρακτηριστικού της java, δηλαδή της ανεξαρτησίας της αρχιτεκτονικής, τα προγράμματα σε java καθίστανται μεταφέρσιμα καθώς προσαρμόζονται σε διάφορους τύπους υπολογιστών διατηρώντας αμετάβλητους τους αρχικούς τύπους δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι ανεξάρτητα από την αρχιτεκτονική που ακολουθούν όμοια προγράμματα, θα δώσουν ίδια αποτελέσματα για ίδιες αρχικές τιμές των παραμέτρων τους.

Η java αποτελεί μία γλώσσα με αρκετά υψηλή απόδοση. Παρόλα αυτά, δεν είναι δυνατό να φτάσει την απόδοση των γλωσσών προγραμματισμού C και C++ καθώς οι τελευταίες υλοποιούνται απευθείας σε μεταγλωττιστές. Ωστόσο, έχουν κατασκευαστεί μεταγλωττιστές της τελευταίας στιγμής (just-in-time compilers) οι οποίοι εμπεριέχουν διερμηνείς και βελτιώνουν ιδιαίτερα την απόδοση εκτέλεσης των προγραμμάτων java. Ακόμη, υποστηρίζει πολλαπλά νήματα εκτέλεσης. Αυτό σημαίνει ότι δίνει τη δυνατότητα ταυτόχρονης εκτέλεσης πολλών διεργασιών, γεγονός που είναι ιδιαίτερα αποδοτικό. Έτσι, λοιπόν, φαίνεται ότι η java αποτελεί μια δυναμική γλώσσα, η οποία έχει σχεδιαστεί προκειμένου να προσαρμόζεται σε

ένα δυναμικά εξελισσόμενο περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι οι κλάσεις που πρέπει να εκτελεστούν στο πρόγραμμα, είναι δυνατό να βρίσκονται σε κάποιο άλλο μέρος του δικτύου και να μεταφερθούν δυναμικά προκειμένου να εκτελεστούν τοπικά. Είναι φανερό, επομένως, ότι οι κλάσεις δεν είναι απαραίτητο να ενσωματωθούν στο πρόγραμμα κατά τη διάρκεια της μετάφρασής τους. Τέλος, η java υποστηρίζει τη μεταφορά του εκτελέσιμου περιεχομένου σε εφαρμογές πολυμέσων. Αυτό σημαίνει, ότι υπάρχει πλέον η δυνατότητα εκτέλεσης των προγραμμάτων στο περιβάλλον του χρήστη με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι δυνατότητες των χρηστών, γεγονός που ενισχύει ακόμα περισσότερο τη δυναμικότητα της γλώσσας (Wikipedia, the free encyclopedia – Java; Εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού Java).

## **2.3 Λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογών (SDK, Eclipse, JDK).**

Προκειμένου να ξεκινήσει η διαδικασία ανάπτυξης οποιασδήποτε Android εφαρμογής (application), θα πρέπει αρχικά να διαμορφωθεί ένα κατάλληλο περιβάλλον ανάπτυξης της. Συνεπώς, απαιτείται η ύπαρξη ενός ολοκληρωμένου συνόλου εργαλείων ανάπτυξης Android (Software Development Kit – SDK), τα οποία θα συμβάλλουν αποτελεσματικά στη επίτευξη του σκοπού αυτού. Η επιτυχής λειτουργία αυτών των εργαλείων, προϋποθέτει την ύπαρξη δυο άλλων συστημάτων λογισμικού τα οποία δεν αποτελούν τμήμα των SDKs, και είναι ένα πακέτο ανάπτυξης της Java (Java Development Kit - JDK) και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE- Integrated Development Environment), όπως είναι το Eclipse.

### **2.3.1 Software Development Kit (SDK).**

Το Android Software Development Kit (SDK) περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων, βιβλιοθήκες, έναν εξομοιωτή συσκευής (εικονική συσκευή) που βασίζεται στο QEMU, τεκμηρίωση, δείγματα κώδικα και tutorials. Μέχρι στιγμής, υποστηριζόμενες πλατφόρμες ανάπτυξης αποτελούν οι υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Linux (κάθε σύγχρονο desktop διανομής Linux), Mac OS X 10.5.8 ή νεότερη έκδοση καθώς και τα Windows XP ή κάποια νεότερη έκδοση. Προκειμένου όμως να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες του SDK απαιτείται ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE- Integrated Development Environment ), όπως είναι το Eclipse και το πακέτο ανάπτυξης Java (JDK) (Zigurd et al.,2012; Wikipedia, the free encyclopedia –Software Development Kit).



### 2.3.2 Java Development Kit (JDK).

Το Java Development Kit (JDK) προσφέρει εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται από ολοκληρωμένα περιβάλλοντα IDEs καθώς και από διάφορα πακέτα ανάπτυξης λογισμικού SDKs, όπως είναι ο μεταγλωττιστής Java. Το JDK παρέχει τη δυνατότητα σε προγράμματα java να λειτουργήσουν κανονικά στο σύστημα, καθώς περιλαμβάνει ένα περιβάλλον εκτέλεσης Java (Java Runtime Environment – JRE). Το JRE ή διαφορετικά το ιδιωτικό περιβάλλον εκτέλεσης περιλαμβάνει μια εικονική μηχανή (Java Virtual Machine) καθώς και βιβλιοθήκες κλάσεων οι οποίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στους προγραμματιστές. Από τις 17 Νοεμβρίου 2006, η Sun ανακοίνωσε ότι θα κυκλοφορήσει υπό την GNU General Public License (GPL), με συνέπεια να κατασταθεί ελεύθερο λογισμικό (Wikipedia).

### 2.3.3 Περιβάλλον ανάπτυξης Eclipse.

Το Eclipse αποτελεί μια εξαιρετικά ισχυρή τεχνολογική πλατφόρμα, μια από τα πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες, σχεδιασμένη για την κατασκευή ολοκληρωμένων περιβαλλόντων ανάπτυξης (IDE). Έχει εφαρμοστεί σε μεγάλη ποικιλία εφαρμογών για τη δημιουργία IDEs σε πολλές γλώσσες και για τη δημιουργία εξατομικευμένων IDEs για διάφορα εξειδικευμένα SDKs. Προσφέρει μια βάση εργασίας (workspace) ενώ ταυτόχρονα προσφέρει τη δυνατότητα προσαρμογής του περιβάλλοντός του, σε μεγάλο εύρος εφαρμογών εφόσον διαθέτει ένα σύστημα plug-in με δυνατότητες επέκτασης (Zigurd et al., 2012; Cinar, 2012).

Το Eclipse χρησιμοποιείται ως ένα IDE για τη γραφή, τη δοκιμή και έλεγχο σφαλμάτων του λογισμικού (software debugging), ιδιαίτερα για λογισμικό Java. Υπάρχουν διάφορα παράγωγα IDEs και τα αντίστοιχα SDKs, για τα διάφορα είδη της Java ανάπτυξης λογισμικού τα οποία βασίζονται στο περιβάλλον του Eclipse. Σε αυτή την περίπτωση, προκειμένου να προσαρμοστεί κατάλληλα το περιβάλλον του Eclipse στις ανάγκες ανάπτυξης της εκάστοτε ειδικής εφαρμογής θα πρέπει να προστεθούν τα απαραίτητα plug-ins (Zigurd et al., 2012).

Το Eclipse μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη εφαρμογών σε αρκετές γλώσσες προγραμματισμού. Πιο αναλυτικά, με τη βοήθεια διάφορων plug-ins είναι δυνατό να αναπτυχθούν εφαρμογές σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως Ada, ABAP, C, C++, COBOL, Fortran, Haskell, JavaScript, Lasso, Lua, Perl, PHP, Prolog, Python, R, Ruby (συμπεριλαμβανομένων των Ruby on Rails πλαίσιο), Scala, Clojure, Groovy, Scheme και Erlang. Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν διάφορες μορφές του

αναφερόμενου περιβάλλοντος ανάπτυξης Eclipse κάθε μια από τις οποίες, προσαρμόζεται καλύτερα σε ένα μικρότερο εύρος γλωσσών προγραμματισμού. Για παράδειγμα, τα εργαλεία ανάπτυξης Eclipse Java (JDT) χρησιμεύουν περισσότερο για την ανάπτυξη εφαρμογών σε Java και Scala, ενώ το Eclipse CDT για την ανάπτυξη εφαρμογών σε C / C++ και το Eclipse PDT για την γλώσσα προγραμματισμού PHP.

Το Eclipse διαθέτει τη δυνατότητα προσαρμογής σε μεγάλο εύρος εφαρμογών επειδή δομείται με βάση τη λογική των plug-ins. Τα εργαλεία αυτά είναι χρήσιμα για την ανάπτυξη εφαρμογών Android, αφού για την ανάπτυξή τους απαιτούνται επιπρόσθετα εργαλεία. Έτσι, προκειμένου να δομηθεί μια εφαρμογή Android, απαιτείται η εγκατάσταση μιας ομάδας plug-ins, και πιο συγκεκριμένα η εγκατάσταση των ADT (Android Development Tools), τα οποία προσφέρουν στον προγραμματιστή τη δυνατότητα να εκτελέσει διάφορες εργασίες. Με όμοια λογική είναι δυνατό να εισαχθούν στο περιβάλλον του Eclipse τα plug-ins του ArcGIS Runtime SDK για Android της ESRI, το οποίο περιλαμβάνει τα αρχεία API .jar, ένα σύνολο εργαλείων, καθώς και τεκμηρίωση για το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) ώστε να βοηθήσει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν ArcGIS εφαρμογές χρησιμοποιώντας το αναφερόμενο SDK. Με τον τρόπο αυτό, ο προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει διάφορες εφαρμογές Android, γρήγορα, με οπτική επαφή με το αποτέλεσμα (output), με δυνατότητα εντοπισμού λαθών και άμεση διόρθωση αυτών (Wikipedia).

## 3 Εφαρμογές σε λειτουργικό σύστημα Android (Android Application).

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται η περιγραφή της δομής, που διαθέτει ένα application το οποίο αναπτύσσεται με τέτοιο τρόπο ώστε να υποστηρίζεται από λειτουργικό σύστημα Android. Γίνεται ανάλυση των συστατικών στοιχείων του, όπως και του τρόπου σχεδιασμού του περιβάλλοντος διεπαφής του με τον εκάστοτε χρήστη. Τέλος, μελετάται η δυνατότητα χρήσης χαρτογραφικού υποβάθρου προκειμένου να είναι δυνατή η ανάπτυξη της εφαρμογής.

### 3.1 Δομή ενός προγράμματος Android.

Κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής Android ή διαφορετικά ενός Android Project στο επιλεγμένο περιβάλλον ανάπτυξης, το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το Eclipse, δημιουργείται αυτόματα ένα σύνολο προεπιλεγμένων φακέλων, οι οποίοι αποτελούν τα συστατικά στοιχεία της προς ανάπτυξη εφαρμογής. Οι φάκελοι αυτοί διαθέτουν καταλυτικό ρόλο στην ανάπτυξη του Android project και δημιουργούνται αυτόματα μετά την επιλογή δημιουργίας ενός νέου Android project στο περιβάλλον ανάπτυξης του Eclipse.

Πιο αναλυτικά, οι φάκελοι οι οποίοι δημιουργούνται είναι οι (Zigurd et al., 2012): src, gen, assets, res, bin, libs. Προκειμένου να γίνει πλήρως αντιληπτή η συμβολή κάθε ενός από τους αναφερόμενους φακέλους στη συνολική διαδικασία ανάπτυξης του Android project κρίνεται απαραίτητο να μελετηθεί κάθε ένας από αυτούς ξεχωριστά.

#### - Φάκελος src

Ο φάκελος src (source folder) περιλαμβάνει το αρχείο MainActivity.java, εντός του οποίου περιλαμβάνεται ο πηγαίος κώδικας της εφαρμογής ή διαφορετικά το κύριο σώμα της δομής του προγράμματος. Πιο αναλυτικά, εντός αυτού του αρχείου περιγράφονται όλες οι δυνατότητες της κατασκευαζόμενης εφαρμογής Android, οι οποίες βρίσκονται κωδικοποιημένες σύμφωνα με τη γλώσσα προγραμματισμού Java.

- Φάκελος gen

Ο φάκελος gen δεν υφίσταται εξαρχής στο σύνολο των φακέλων που προσδιορίζουν τη δομή του προγράμματος. Παρουσιάζεται αμέσως μετά τη πρώτη μεταγλώττιση του προγράμματος. Συνεπώς, ο φάκελος αυτός περιέχει αρχεία όπως είναι η κλάση R.java καθώς και άλλα αντικείμενα τα οποία προέρχονται από αρχεία του φακέλου res.

- Φάκελος assets

Ο φάκελος assets είναι κενός (άδειος) από προεπιλογή. Ο φάκελος αυτός χρησιμοποιείται συνήθως προκειμένου να αποθηκευτούν κάποια στοιχεία ή δεδομένα τα οποία στη συνέχεια θα ζητηθούν να χρησιμοποιηθούν από την εφαρμογή. Το Android αντιμετωπίζει τα assets ως μια προσέγγιση των πηγών δεδομένων (resources). Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση των assets μπορεί να αποβεί πιο κουραστική σε σύγκριση με τη χρήση των resources, ως πηγές δεδομένων για την εφαρμογή.

- Φάκελος res

Ο φάκελος res περιέχει διάφορες πηγές, τις οποίες είναι δυνατό να χρησιμοποιήσει η εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα, ο φάκελος res περιέχει ένα σύνολο υποφακέλων, κάθε ένας από τους οποίους διαθέτει στοιχεία τα οποία λειτουργούν ως πηγές δεδομένων για την προς κατασκευή εφαρμογή τόσο ως προς τη παρουσίαση των δεδομένων ως προς τον χρήστη όσο και ως προς τη περιγραφή των μεταβλητών οι οποίες χρησιμοποιούνται από το κύριο σώμα του προγράμματος. Προκειμένου να γίνει πλήρως αντιληπτός ο ρόλος κάθε ενός από τους προαναφερόμενους φακέλους, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν αναλυτικά στη συνέχεια:

• Υποφάκελος anim/

Ο φάκελος αυτός περιέχει αρχεία XML, τα οποία μεταγλωττίζονται σε κινούμενα σχέδια στο τελικό περιβάλλον της εφαρμογής.

• Υποφάκελος color/

Ο φάκελος αυτός περιέχει αρχεία XML, τα οποία ορίζουν λίστες που περιγράφουν χρώματα, τα οποία χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή.

• Υποφάκελος drawable/

Ο φάκελος αυτός περιέχει αρχεία εικόνων (Bitmap files, .png, .9.png, .jpg, .gif) ή αρχεία XML τα οποία αναφέρονται σε εικόνες ή σχήματα. Εκτός από τον φάκελο drawable μπορεί να υπάρχουν και άλλοι παρόμοιοι φάκελοι, οι οποίοι πραγματοποιούν το ίδιο έργο με τη διαφορά ότι αναφέρονται σε οθόνες που διαθέτουν διαφορετική ανάλυση.

• Υποφάκελοι drawable-xhdpi/, drawable-hdpi/, drawable-ldpi/, drawable-mdpi/

Οι φάκελοι αυτοί διαθέτουν όμοιο περιεχόμενο και ρόλο με τον φάκελο drawable με μόνη διαφορά ότι αναφέρονται σε οθόνες με ιδιαίτερα υψηλή

ανάλυση, απλά υψηλή ανάλυση, χαμηλή ανάλυση και μεσαίου μεγέθους ανάλυση αντιστοίχως.

- Υποφάκελος layout/

Ο φάκελος αυτός περιλαμβάνει αρχεία XML με τη βοήθεια των οποίων διαμορφώνεται το περιβάλλον διεπαφής της εφαρμογής με τον χρήστη. Αποτελεί ουσιαστικά, τη μορφή του τελικού περιβάλλοντος το οποίο θα μπορεί να διαχειριστεί ο χρήστης για την εκτέλεση των δυνατοτήτων της εφαρμογής.

- Υποφάκελος menu/

Ο φάκελος αυτός περιέχει αρχεία XML, τα οποία περιγράφουν και αντιπροσωπεύουν τους καταλόγους επιλογής δραστηριοτήτων (menu), οι οποίοι εμφανίζονται στη κύρια γραμμή εργαλείων της εφαρμογής.

- Υποφάκελος values/

Ο φάκελος αυτός περιέχει αρχεία XML, που περιλαμβάνουν απλές τιμές, όπως συμβολοσειρές, ακέραιους αριθμούς και χρώματα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα XML αρχεία των πηγών (resources) σε άλλους υποφακέλους του φακέλου res/, ορίζουν μία και μοναδική πηγή με βάση το όνομα των αντίστοιχων αρχείων XML, τα αρχεία των τιμών στον εξεταζόμενο φάκελο μπορούν να καθοριστούν από πολλαπλές πηγές για διάφορες χρήσεις.

- Φάκελος bin

Ο φάκελος αυτός, αποτελεί το τελικό αρχείο εξόδου καθώς περιέχει το τελικό αρχείο .apk της εφαρμογής αλλά και άλλες μεταγλωττισμένες πηγές.

- Φάκελος libs

Ο φάκελος libs περιλαμβάνει βιβλιοθήκες, οι οποίες μπορεί να προστεθούν ως μια επιπλέον πηγή και είναι χρήσιμες για την ανάπτυξη της εφαρμογής.

Εκτός όμως από τους αναφερόμενους φακέλους, υφίστανται επίσης, δύο ιδιαίζουσας σημασίας αρχεία (files). Αυτά είναι:

- ✓ το αρχείο AndroidManifest.xml και
- ✓ το αρχείο project.properties.

Το αρχείο AndroidManifest.xml βοηθά στον προσδιορισμό των συστατικών στοιχείων που δομούν και οδηγούν στην τελική εκτέλεση της εφαρμογής. Το αρχείο ιδιοτήτων (project.properties) βοηθά να προσδιοριστούν οι προεπιλεγμένες ιδιότητες του Android project (όπως είναι η έκδοση του Android) (Zigurd et al., 2012). Πιο αναλυτικά:

- Αρχείο AndroidManifest.xml

Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες, οι οποίες θα πρέπει να καταστούν γνωστές στο σύστημα πριν πραγματοποιηθεί εκτέλεση οποιουδήποτε τμήματος του κώδικα της εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, το αρχείο αυτό παρέχει πληροφορίες όπως είναι το μοναδικό όνομα του πακέτου

java (java package) της εφαρμογής (application), τα συστατικά στοιχεία της εφαρμογής, όπως είναι οι δραστηριότητες και οι υπηρεσίες φόντου, τη δήλωση των αδειών που απαιτούνται προκειμένου να τρέξει η εφαρμογή καθώς και το ελάχιστο επίπεδο του Android API που απαιτεί η εφαρμογή για να λειτουργήσει. Ουσιαστικά το αρχείο Android Manifest.xml δηλώνει την έκδοση (version) της εφαρμογής. Η ορθή δήλωση της έκδοσης της εφαρμογής αποτελείται από δυο παραμέτρους. Αυτές είναι ο κωδικός της έκδοσης (version code) και το όνομα της έκδοσης (version name). Ο κώδικας έκδοσης είναι ένας ακέραιος αριθμός που αντιπροσωπεύει την έκδοση του κώδικα της εφαρμογής σε σχέση με άλλες εκδόσεις της εφαρμογής που αναπτύχθηκε. Αυτή η τιμή χρησιμοποιείται για να βοηθήσει άλλες εφαρμογές ως προς τη συμβατότητά τους με την εφαρμογή αυτή. Το όνομα της έκδοσης είναι μια τιμή συμβολοσειράς που αντιπροσωπεύει την έκδοση του κώδικα της εφαρμογής όπως θα πρέπει να εμφανίζεται στους χρήστες.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, εντός του εξεταζόμενου αρχείου πραγματοποιείται και η δήλωση αδειών της εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, η εφαρμογή ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο κατασκευάζεται είναι δυνατό να απαιτεί την πρόσβαση στο διαδίκτυο ή την πραγματοποίηση άλλων ενεργειών κατά την εκτέλεσή της. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ζητούνται οι κατάλληλες άδειες προσβάσεις, οι οποίες δηλώνονται εντός του εξεταζόμενου αρχείου. Οι πιο διαδεδομένες άδειες είναι η άδεια για πρόσβαση στο διαδίκτυο, η άδεια εγγραφής δεδομένων στη μνήμη του κινητού, η άδεια χρήσης της φωτογραφικής μηχανής του κινητού, η άδεια πρόσβασης στο GPS του κινητού για τον εντοπισμό της ακριβούς τοποθεσίας και, τέλος, η άδεια πρόσβασης στις λειτουργίες κατάστασης του ίδιου του τηλεφώνου, όπως είναι οι ήχοι κλήσεων κ.τ.λ.

#### - Αρχείο project.properties

Το αρχείο project.properties χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το ADT και το Eclipse. Περιέχει τις ρυθμίσεις της εφαρμογής (application) και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκάστοτε εφαρμογής.

### **3.2 Συστατικά Στοιχεία εφαρμογών Android.**

Μια εφαρμογή Android θα πρέπει να είναι ευέλικτη προκειμένου να ικανοποιεί κατά το βέλτιστο τρόπο το λόγο ανάπτυξής της. Το Android εισάγει μια πιο πλούσια αλλά και πιο σύνθετη προσέγγιση του κώδικα της εφαρμογής, η οποία υποστηρίζει τα πολλαπλά σημεία εισόδου στην εφαρμογή και όχι την ύπαρξη αποκλειστικά και μόνο ενός σημείου έναρξης των δραστηριοτήτων της. Τα προγράμματα που αφορούν εφαρμογές Android θα πρέπει να είναι δομημένα με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατό το σύστημα να ξεκινήσει από διάφορα σημεία και όχι από ένα συγκεκριμένο κάθε φορά. Με αυτή τη λογική το σύστημα πρέπει να είναι

προετοιμασμένο έτσι ώστε να δέχεται τις ενέργειες που θέλει να πραγματοποιήσει ο χρήστης με οποιαδήποτε σειρά απαιτεί ο ίδιος να εκτελεστούν, ανεξάρτητα από την κανονική ροή σύμφωνα με την οποία βρίσκονται γραμμένες εντός του κώδικα. Για το λόγο αυτό κάθε μια από τις ενέργειες θα πρέπει να παρουσιάζεται ως μια αυτοτελής μονάδα εντός του συστήματος.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, έχουν οριστεί τέσσερα διακριτά συστατικά στοιχεία της εφαρμογής. Αυτά είναι οι δραστηριότητες (activities), οι υπηρεσίες (services), οι πάροχοι περιεχομένου (content providers) και οι δέκτες αναμετάδοσης (broadcast receivers).

### **3.2.1 Δραστηριότητες (Activities).**

Μια δραστηριότητα αποτελεί μια μονάδα αλληλεπίδρασης με το χρήστη καθώς συμπληρώνει όλη την οθόνη της κινητής συσκευής Android αλλά ταυτόχρονα είναι και μια μονάδα εκτέλεσης. Όταν κατασκευάζεται μια εφαρμογή Android η διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής ξεκινά με κατηγοριοποιήσεις της αρχικής δραστηριότητας (Activity). Οι δραστηριότητες παρέχουν όλα τα επαναχρησιμοποιήσιμα, εναλλάξιμα τμήματα της ροής των στοιχείων UI σε όλες τις εφαρμογές Android.

Είναι φανερό ότι προκειμένου να υπάρχει ευελιξία και πολλαπλά σημεία εισόδου, ανάλογα με τις εκάστοτε επιλογές του χρήστη, θα πρέπει με κάποιο τρόπο να δηλώνεται στο σύστημα πρόθεση του χρήστη. Η επιτυχής αυτή επικοινωνία του συστήματος με τον χρήστη πραγματοποιείται μέσω της κλάσης πρόθεσης (Intent class). Η πρόθεση αποτελεί μια αφηρημένη περιγραφή μιας λειτουργίας που μία δραστηριότητα απαιτεί από μια άλλη την εκτέλεση, όπως γίνεται στη περίπτωση της λήψης μιας φωτογραφίας. Προθέσεις (Intents) αποτελούν τη βάση ενός συστήματος που επιτρέπει στις δραστηριότητες να ξεκινήσουν η μια την άλλη. Όταν μια εφαρμογή αποστέλλει μια πρόθεση, είναι πιθανό ότι πολλές διαφορετικές δραστηριότητες μπορεί να έχουν καταχωρηθεί προκειμένου να εκτελεστεί η επιθυμητή λειτουργία (Zigurd et al., 2012).

Η κλάση Activity είναι μία από τις πιο σημαντικές κατηγορίες στο σύστημα Android, προωθώντας τις σπονδυλωτές εφαρμογές οι οποίες επιτρέπουν να διαμοιράζεται η λειτουργικότητα σε όλα τα σημεία της εφαρμογής. Μια δραστηριότητα αλληλεπιδρά με το Android runtime για να εφαρμόσει τις βασικές πτυχές του κύκλου ζωής της εφαρμογής. Κάθε δραστηριότητα μπορεί επίσης να ρυθμιστεί ανεξάρτητα, μέσα από μια τάξη Πλαίσιο (Context class). Κάθε δραστηριότητα σε μια Android εφαρμογή είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητη από τις άλλες δραστηριότητες. Ο κώδικας που υλοποιεί μία δραστηριότητα δεν θέτει άμεσα και

άλλες μεθόδους οι οποίες οδηγούν στην υλοποίηση μιας άλλης δραστηριότητας (Android Developers – Application Fundamentals; Zigurd et al., 2012).

### **3.2.2 Δέκτες μετάδοσης (Broadcast Providers).**

Ένας δέκτης μετάδοσης (broadcast provider) είναι ένα στοιχείο που ανταποκρίνεται σε όλο το σύστημα μετάδοσης ανακοινώσεων. Πολλές ανακοινώσεις (broadcasts) προέρχονται από το σύστημα, όπως για παράδειγμα, μία εκπομπή η οποία ανακοινώνει ότι η οθόνη είναι απενεργοποιημένη, η μπαταρία είναι χαμηλή, ή μια εικόνα λήφθηκε. Σημειώνεται ότι ακόμα και εφαρμογές (applications) μπορεί να ξεκινήσουν αυτές τις μεταδόσεις ενημερώσεων. Συνήθως, ένας δέκτης εκπομπής είναι απλά μια "πύλη" προς κάποιο άλλο συστατικό στοιχείο της εφαρμογής και έχει ως στόχο να κάνει ένα πολύ μικρό ποσό της εργασίας. Ένας broadcast provider υλοποιείται ως μια υποκατηγορία των Broadcast Receiver και κάθε εκπομπή παραδίδεται ως ένα αντικείμενο πρόθεσης (Intent object) (Android Developers – Application Fundamentals; Zigurd et al., 2012).

### **3.2.3 Υπηρεσίες (Services).**

Μια υπηρεσία είναι ένα στοιχείο που εκτελείται στο παρασκήνιο για να εκτελεί μακροχρόνια πράξεις ή να εκτελέσει εργασίες που αφορούν την εκτέλεση διαδικασιών εξ αποστάσεως. Η υπηρεσία δεν είναι δυνατό να έρθει σε αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Σημειώνεται ότι κατά την εκτέλεση μιας υπηρεσίας είναι δυνατό να εκτελείται ταυτόχρονα κάποια άλλη δραστηριότητα χωρίς να επηρεάζεται ή να εμποδίζεται η λειτουργία της. Ένα άλλο συστατικό, όπως μια δραστηριότητα, μπορεί να ξεκινήσει την υπηρεσία, να την αφήσει να τρέξει ή να συνδεθεί με αυτή, ούτως ώστε να αλληλεπιδράσει με αυτή (Android Developers – Application Fundamentals).

### **3.2.4 Πάροχοι περιεχομένου (Content providers).**

Ένας πάροχος περιεχομένου διαχειρίζεται ένα σύνολο κοινόχρηστων δεδομένων της εφαρμογής. Τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν στο σύστημα αρχείων, σε μια βάση δεδομένων SQLite, στο διαδίκτυο, ή οποιαδήποτε άλλη μόνιμη θέση αποθήκευσης όπου οι εφαρμογή (app) μπορεί να έχει πρόσβαση. Μέσω του



παρόχου περιεχομένου, άλλες εφαρμογές μπορούν να διευρύνουν ή ακόμα και να τροποποιήσουν τα δεδομένα με την προϋπόθεση ότι ο πάροχος περιεχομένου το επιτρέπει. Για παράδειγμα, το σύστημα Android παρέχει μια υπηρεσία παροχής περιεχομένου που διαχειρίζεται τα στοιχεία επικοινωνίας που διαθέτει ο χρήστης. Έτσι, οποιαδήποτε εφαρμογή κάνοντας χρήση των κατάλληλων αδειών μπορεί να υποβάλει ερώτημα σε ένα μέρος του παρόχου περιεχομένου και κατά συνέπεια να μπορεί να διαβάζει και να γράφει πληροφορίες οι οποίες αφορούν μια συγκεκριμένη επαφή. Οι πάροχοι περιεχομένου είναι χρήσιμοι για την ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων τα οποία είναι ιδιωτικά στην εφαρμογή και δεν έχουν τεθεί σε κοινή χρήση (Android Developers – Application Fundamentals).

### 3.3 Σχεδιασμός περιβάλλοντος διεπαφής (User Interface).

Ένα από τα βασικής σημασίας τμήματα μιας εφαρμογής για κινητά (mobile application) είναι εκείνο της επικοινωνίας με τον χρήστη. Αυτό συμβαίνει καθώς το περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχούς ανάπτυξης, αφού πρέπει να είναι φιλική προς τον χρήστη, εύκολη στη λειτουργία της και κατανοητή. Ουσιαστικά, αποτελεί την τελική μορφή της εφαρμογής όπως αυτή παρουσιάζεται στον εκάστοτε χρήστη, μέσω της οποίας ο χρήστης δηλώνει στο σύστημα τις επιθυμίες του. Το περιβάλλον διεπαφής μπορεί να περιέχει:

- Ένα οπτικό περιβάλλον (χάρτη, εικόνα κ.τ.λ.)
- Έναν ή περισσότερους καταλόγους επιλογών (menu), οι οποίοι περιέχουν διάφορες εντολές προς το σύστημα.
- Ένα σύνολο κουμπιών (buttons), κατά το πάτημα των οποίων, με ελαφρά πίεση της οθόνης αφής, πραγματοποιείται η εντολή που έχει αντιστοιχηθεί στο καθένα.
- Ένα σύνολο περιγραφικών πληροφοριών, οι οποίες είναι δυνατό να παραμένουν στην οθόνη καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής.

Είναι φανερό, επομένως, ότι το τμήμα της διεπαφής με το χρήστη είναι ιδιαίτερος σημαντικό για την επιτυχία της εκάστοτε αναπτυσσόμενης εφαρμογής.

Η υλοποίηση και η μορφοποίηση της οθόνης διεπαφής με τον χρήστη πραγματοποιείται με τη χρήση κατάλληλου κώδικα, εντός του σώματος του προγράμματος της εφαρμογής. Όλα τα αρχεία, που αφορούν τη διάταξη των αντικειμένων στην οθόνη, βρίσκονται εντός του φακέλου res/layouts. Η διαμόρφωση αυτού του περιβάλλοντος ανάδρασης και επικοινωνίας με τον χρήστη, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μέσω δύο τρόπων:

- Με τη χρήση των αρχείων XML. Το περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη είναι δυνατό να δημιουργηθεί μέσω της ανάπτυξης ενός αρχείου XML το οποίο περιγράφει, με τη μορφή κώδικα, τη τελική διάταξη των αντικειμένων που περιέχονται στην οθόνη. Όταν δημιουργείτε ένα περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη, μερικές φορές πρέπει να τοποθετηθούν τα διάφορα συστατικά-αντικείμενα σε μια σχετική μεταξύ τους θέση ή σε έναν πίνακα ή υπό ορισμένες συνθήκες ακόμη και με απόλυτη, αυστηρή διάταξη μεταξύ τους. Για την επίτευξη αυτού του στόχου παρέχονται τα κατάλληλα εργαλεία. Οι διαθέσιμοι τύποι διάταξης των αντικειμένων στην οθόνη, οι οποίοι διατίθενται από το Android Software Development Kit (SDK), είναι εν συντομία οι εξής:
  - ✓ Γραμμική Διάταξη οθόνης (LinearLayout). Οργανώνει τα διάφορα αντικείμενα της σε μια ενιαία γραμμή ή στήλη.
  - ✓ Σχετική Διάταξη οθόνης (RelativeLayout). Αφήνει τις θέσεις των αντικειμένων να περιγράφονται σε σχέση με κάθε άλλο αντικείμενο που υπάρχει στη μητρική δομή.
  - ✓ Διάταξη Πλαίσιο οθόνης (FrameLayout). Αυτός ο τρόπος διάταξης είναι σχεδιασμένος για να μπλοκάρει μια περιοχή στην οθόνη ώστε σε εκείνη να εμφανίζεται ένα μεμονωμένο στοιχείο. Στη διάταξη αυτή είναι δυνατό να προστεθούν και άλλες όμοιες δομές διάταξης, ως «παιδιά» της αρχικής. Όλες οι δομές διάταξης, που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη συνολική μορφοποίηση της οθόνης, περιλαμβάνονται σε στοιβές, με σειρά ταξινόμησης από την πιο πρόσφατη προς τη παλαιότερη. Ένα κοινό χαρακτηριστικό όλων των δομών διάταξης είναι ότι βρίσκονται σε άμεση σύνδεση με την άνω αριστερή γωνία της οθόνης. (Zigurd et al., 2012).
  
- Χρησιμοποιώντας την οπτική σχεδίαση (visual designer). Με τη βοήθεια αυτού του εργαλείου είναι δυνατό να σχεδιαστεί το περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη έχοντας άμεσο έλεγχο του τελικού αποτελέσματος. Αυτό συμβαίνει διότι το τελικό αποτέλεσμα παρουσιάζεται εντός του επιλεγμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης της εφαρμογής. Η οπτική σχεδίαση προσφέρει όλα τα απαραίτητα εργαλεία σχεδίασης, τα οποία είναι διαθέσιμα για την εκάστοτε έκδοση λογισμικού της κινητής συσκευής ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τόσο της οθόνης, της μνήμης αλλά όσο και του επεξεργαστή της κινητής συσκευής στην οποία πρόκειται να εκτελεστεί η αναπτυσσόμενη εφαρμογή. Η δυνατότητα αυτή οδηγεί στην μείωση του χρόνου ανάπτυξης του περιβάλλοντος διεπαφής με τον χρήστη, εφόσον υπάρχει άμεση οπτική επαφή του αποτελέσματος, αλλά και στην αύξηση της αποτελεσματικής λειτουργίας αυτού.

### **3.4 Εντοπισμός και Χαρτογραφική απεικόνιση (Location and Mapping).**

Με την πάροδο των ετών, αυξάνονται οι ανάγκες για ανάπτυξη όλο και περισσότερων ειδών εφαρμογών. Έτσι, πραγματοποιούν την εμφάνιση τους ποικίλων ειδών εφαρμογές, οι οποίες ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο έχουν αναπτυχθεί κάνουν χρήση τόσο της εύρεσης της ακριβούς τοποθεσίας του χρήστη, όσο και την ένταξη αυτής σε χάρτη – υπόβαθρο, με τη βοήθεια του οποίου γίνεται πλήρως αντιληπτή η τοποθεσία εντοπισμού από τον εκάστοτε μηχανισμό εντοπισμού θέσης της κινητής συσκευής.

#### **3.4.1 Εντοπισμός (Location).**

Η εξέλιξη της τεχνολογίας που αφορά τον τομέα των κινητών τηλεφώνων, είχε ως επακόλουθο την εμφάνιση όλο και περισσότερων κινητών τηλεφώνων τα οποία διαθέτουν ενσωματωμένο αυτόνομο δέκτη GPS. Το γεγονός αυτό σηματοδοτεί μια νέα εποχή ανάπτυξης εφαρμογών, οι οποίες θα βασίζονται στο προσδιορισμό της τοποθεσίας του χρήστη. Οι εφαρμογές αυτές κατέχουν σημαντικό ρόλο στο τομέα της κινητής τηλεφωνίας ενώ ταυτόχρονα αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες σε αυτό τον τομέα αυτό, αφού βασίζονται στην ικανότητα του δικτύου της κινητής τηλεφωνίας να εντοπίζει τη θέση των συσκευών όσο και τη σχετική μετακίνησή τους στο χώρο.

Προκειμένου, να πραγματοποιηθεί ο εν λόγω εντοπισμός θέσης από τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούνται, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, ποικίλες μέθοδοι:

- Με βάση τον κωδικό της κυψέλης – κεραίας της κινητής τηλεφωνίας. Είτε χρησιμοποιείται το κινητό τηλέφωνο είτε βρίσκεται απλά σε ενεργή κατάσταση, βρίσκεται σε συνεχόμενη επικοινωνία με τις κεραίες της κινητής τηλεφωνίας. Αυτό συμβαίνει έτσι ώστε να είναι δυνατό να ανταποκριθεί ανά πάσα στιγμή σε οποιοδήποτε κάλεσμα. Σε περίπτωση όπου υπάρξει μετακίνηση της κινητής συσκευής στο χώρο, το κινητό πραγματοποιεί μετάβαση σε μια άλλη κυψέλη, μέσω της οποίας είναι δυνατό να αντλήσει τις πληροφορίες για τη τοποθεσία του. Κάθε κεραία κινητής τηλεφωνίας διαθέτει ένα μοναδικό κωδικό όνομα που αποτελεί τη κωδική ταυτότητα της στο σύνολο του δικτύου κεραιών, ενώ ταυτόχρονα διαθέτει πληροφορίες που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος, τα οποία προσδιορίζουν την θέση της στο γεωγραφικό χώρο. Έτσι ο προσδιορισμός της ακριβούς θέσης του εκάστοτε κινητού τηλεφώνου, γίνεται με αρκετή ευκολία.

- Εφαρμογή τριγωνισμού. Στη πλειονότητα των περιπτώσεων, το κινητό τηλέφωνο βρίσκεται σε περιοχή εντός της οποίας διαθέτει επικοινωνία με περισσότερους του ενός πύργους κινητής τηλεφωνίας. Σε 2G και νεότερες τεχνολογίες κινητής τηλεφωνίας, ο πύργος κυψέλη έχει την ικανότητα να προσδιορίσει από ποια κατεύθυνση προέρχεται το σήμα. Εάν υπάρχουν δύο ή τρεις πύργοι, οι οποίοι μπορούν να εντοπίσουν την κινητή συσκευή, τότε για προσδιορισμό της ακριβούς τοποθεσίας πραγματοποιείται τριγωνισμός μεταξύ αυτών ως προς τη τοποθεσία της κινητής συσκευής. Με τη βοήθεια ορισμένων διαχειριστών, το κινητό τηλέφωνο είναι δυνατό να υποβάλλει ερωτήσεις στο δίκτυο προκειμένου να του αποδοθεί η τοποθεσία στην οποία εντοπίστηκε από τις κεραιές της κινητής τηλεφωνίας. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να φαίνεται παλαιική. Παρόλα αυτά, διαθέτει δυο σημαντικά πλεονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι δεν αποτελεί κάποια δαπανηρή διαδικασία και το δεύτερο ότι δεν απαιτεί κάποιο επιπλέον λειτουργικό –hardware στη συσκευή, προκειμένου να λειτουργήσει (Zigurd et al., 2012).
- Χρήση GPS (Global Positioning System). Το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS - Global Positioning System) κατέχει πρωταρχική θέση στη καθημερινότητα καθώς χρησιμοποιείται ευρέως σε μονάδες πλοήγησης αυτοκινήτου, φορητούς πλοηγούς και κινητά τηλέφωνα. Με τη χρήση του GPS, το κινητό τηλέφωνο μπορεί να προσδιορίσει τη θέση του με μεγάλη ακρίβεια. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στο προσδιορισμό της θέσης είναι δυνατό να συμπεριληφθεί και το υψόμετρο, το οποίο μπορεί να αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο για κάποια εφαρμογή. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετά μειονεκτήματα, που αφορούν τη χρήση του GPS για τον εντοπισμό της ακριβούς τοποθεσίας τα οποία αξίζει να αναφερθούν (Zigurd et al., 2012). Τα μειονεκτήματα είναι:
  - Αυξημένο κόστος. Η τεχνολογία του GPS, αυξάνει σημαντικά το κόστος παραγωγής κινητών τηλεφώνων τα οποία διαθέτουν αυτή τη δυνατότητα.
  - Μειωμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Κατά καιρούς έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές προσπάθειες οι οποίες έχουν ως στόχο τη μείωση του ποσού της ενέργειας (της μπαταρίας) που απαιτείται προκειμένου να λειτουργήσει το εν λόγω σύστημα εντοπισμού θέσης. Στη μείωση αυτής της δαπάνης συμβάλλει η επιλογή, που διαθέτουν τα κινητά τηλέφωνα, για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση του από το χρήστη.
  - Αναξιόπιστη διαθεσιμότητα. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι φανερό ότι προκειμένου να λειτουργήσει κατάλληλα το σύστημα του GPS, θα πρέπει το κινητό τηλέφωνο να βρίσκεται σε άμεση επικοινωνία με τον ανοιχτό ορίζοντα, προκειμένου να είναι σε θέση να επικοινωνήσει με τον απαραίτητο αριθμό δορυφόρων, ώστε να προσδιορισθούν οι συντεταγμένες της θέσης του. Έτσι, αν για παράδειγμα, η κινητή συσκευή βρίσκεται εντός κτιρίου, που

περιβάλλεται από οπλισμένο σκυρόδεμα, δεν θα είναι σε θέση να εντοπίσει την ακριβή θέση καθώς δεν θα βρίσκεται σε άμεση επικοινωνία με τον ορίζοντα.

Παρόλα τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, το GPS αποτελεί έναν από τους δημοφιλέστερους τρόπους εντοπισμού της ακριβούς θέσης, ο οποίος είναι φιλικός προς τον χρήστη και συμβάλλει στην οικονομία χρόνου κατά την εκτέλεση μιας εφαρμογής (application), καθώς αποδίδει άμεσα τις ζητούμενες γεωγραφικές συντεταγμένες. Σημειώνεται, ότι για τον προσδιορισμό της ακριβούς τοποθεσίας είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί συνδυασμός των προαναφερόμενων μεθόδων.

### **3.4.2 Χαρτογραφική απεικόνιση (Mapping-MapView).**

Η ανάγκη οπτικοποίησης του χώρου, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των εφαρμογών (applications) οι οποίες διαθέτουν τοπογραφικό, χαρτογραφικό ή απλά εποπτικό χαρακτήρα. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο, να αναπτυχθεί η δυνατότητα εκείνη κατά την οποία επιτυγχάνεται η προσθήκη κάποιου είδους υποβάθρου (background basemap) επί του οποίου θα εξελίσσετε η εκάστοτε εφαρμογή, η δομή και η εκτέλεση της οποίας απαιτούν την ύπαρξη αυτής της δυνατότητας. Η δυνατότητα αυτή έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε ποικιλία εφαρμογών για κινητά (mobile applications) και κυρίως για εφαρμογές πλοήγησης.

Η δυνατότητα προσθήκης ενός χαρτογραφικού υποβάθρου σε μια εφαρμογή για κινητά έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως κυρίως από τη Google, η οποία έχει αναπτύξει ένα σύνολο από χαρτογραφικά υπόβαθρα, τους Google Maps, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρα σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Εκτός όμως από την Google η δυνατότητα προσθήκης ενός τέτοιου χαρτογραφικού υποβάθρου έχει αναπτυχθεί και από άλλες εταιρείες, όπως είναι η ESRI.

Πιο αναλυτικά, είναι δυνατό μια εφαρμογή να απαιτεί να προστεθούν επικαλύψεις-υπόβαθρα, που δείχνουν τις εκάστοτε θέσεις εργασίας στην περιοχή μελέτης. Έτσι, αντί να χρησιμοποιηθεί ως υπόβαθρο κάποιος από τους χάρτες της Google Maps, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η προβολή ενός χάρτη (MapView) η οποία μπορεί να επικαλύψει με γραφικά ένα τμήμα της οθόνης προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος. Ουσιαστικά η προβολή χάρτη (MapView) αποτελεί μια ιδιαίτερα ισχυρή γεωγραφική λειτουργία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνετε στο πλαίσιο της εκάστοτε αναπτυσσόμενης εφαρμογής. Ωστόσο, για τη χρήση του MapView υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις: θα πρέπει να έχουν εισαχθεί στο περιβάλλον ανάπτυξης οι κατάλληλες βιβλιοθήκες, να υπάρχει κατάλληλα διαμορφωμένη δήλωση – άδεια εντός του κώδικα του προγράμματος για τη χρησιμοποίηση ενός

συγκεκριμένου υποβάθρου. Αυτή η ενέργεια είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια ενός αρχείου XML, το οποίο θα εισαχθεί αυτούσιο στο σύνολο των φακέλων του προγράμματος ή με τη μορφή κώδικα εντός του κύριου σώματος του κώδικα του προγράμματος.

Το MapView είναι δυνατό να αποτελέσει υπόβαθρο επί του οποίου μπορούν να επιτεθούν επιπλέον επίπεδα πληροφορίας (layers) εμπλουτίζοντας το εύρος των πληροφοριών που μπορεί να προσφέρει (τοποθεσία του χρήστη, εικόνες, τοπωνύμια, τοπογραφικές πληροφορίες κ.τ.λ.) Έτσι, κατά την προσθήκη του MapView είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί θέαση του χάρτη καθώς και μεγέθυνση ή σμίκρυνση του ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Αυτό πραγματοποιείται με τη χρήση μιας απλής εντολής, που δίνεται απευθείας από το σύστημα για την ενέργεια αυτή και πιο συγκεκριμένα μέσω της ανάλογης κίνησης των δακτύλων επί της οθόνης αφής.

## 4 Εργαλεία Ανάπτυξης της ESRI.

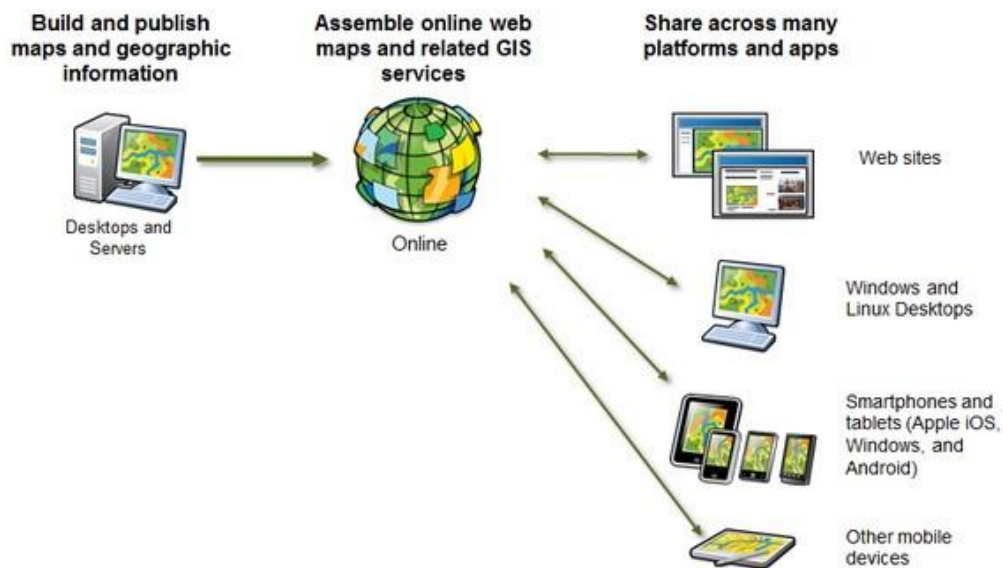
Για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής απαιτούνται, εκτός από το περιβάλλον ανάπτυξης, τα κατάλληλα εργαλεία που θα οδηγήσουν με επιτυχία στο τελικό αποτέλεσμα. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύσσεται μια εφαρμογή για κινητά για την οποία είναι απαραίτητη η δημιουργία υποβάθρου, διάφορων θεματικών επιπέδων (layers) εντός των οποίων θα αποθηκεύεται η εκάστοτε πληροφορία (γραφική ή περιγραφική), μια ποικιλία γραφικών εργαλείων καθώς και η χρήση ενός server μέσω του οποίου όλα τα δεδομένα της εφαρμογής θα είναι άμεσα διαθέσιμα στο χρήστη, εφόσον ο τελευταίος διαθέτει σύνδεση στο διαδίκτυο. Προκειμένου να υλοποιηθεί η εφαρμογή αυτή έγινε χρήση σχετικών προϊόντων και εργαλείων τα οποία προσφέρονται από την εταιρεία ESRI (Environmental Systems Research Institute).

### 4.1 Γενικά.

Η ESRI είναι μια διεθνής εταιρεία προμηθεύτρια λογισμικού Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS), web GIS καθώς και εφαρμογών οι οποίες αφορούν την διαχείριση γεωβάσεων. Η έδρα της εταιρείας βρίσκεται στο Redlands της Καλιφόρνια. Η εταιρεία ιδρύθηκε ως Ινστιτούτο Ερευνών Περιβαλλοντικών Συστημάτων, το 1969, προκειμένου να αποτελέσει μια εταιρεία συμβούλων χρήσης γης. Τα προϊόντα της ESRI (ιδιαίτερα ArcGIS Desktop) κατέχουν σημαντικό τμήμα της αγοράς και πιο συγκεκριμένα το 40,7% του παγκόσμιου μεριδίου αγοράς.

Η ESRI χρησιμοποιεί το όνομα ArcGIS για να αναφερθεί στο σύνολο των προϊόντων λογισμικού GIS, τα οποία αναφέρονται σε desktop (επιτραπέζιες), server αλλά και κινητές πλατφόρμες. Το ArcGIS περιλαμβάνει ένα σύνολο προϊόντων τα οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την ανάπτυξη εφαρμογών από κατασκευαστές (developer products) καθώς και ένα σύνολο διαδικτυακών υπηρεσιών (web services).

## The ArcGIS System



Εικόνα 4.1: Διαδικασία λειτουργίας ενός ArcGIS Συστήματος (Πηγή: ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.)

Ορισμένα από τα βασικά προϊόντα της ESRI, παρατίθενται συνοπτικά στη συνέχεια (Wikipedia, the free encyclopedia-ESRI) :

- **Desktop GIS.** Από το Δεκέμβριο 2014 αντιπροσωπεύεται από το ArcGIS for Desktop (έκδοση 10.3). Τα συστατικά στοιχεία που το απαρτίζουν είναι το ArcMap, το ArcCatalog και το ArcToolbox, με τη βοήθεια των οποίων επιτρέπεται στους χρήστες να συγγράφουν, να αναλύουν, να κατασκευάζουν χάρτες, να διαχειρίζονται, να μοιράζονται και να δημοσιεύουν ποικίλα σύνολα γεωγραφικών πληροφοριών. Αυτό το πακέτο λογισμικού είναι διαθέσιμο σε τρία επίπεδα αδειοδότησης: το ArcView, το ArcEditor και το ArcInfo. Το ArcView παρέχει ένα βασικό σύνολο των δυνατοτήτων GIS κατάλληλο για πολλές εφαρμογές GIS. Το ArcEditor, το οποίο έχει πρόσθετο κόστος, επιτρέπει την πιο εκτεταμένη επεξεργασία των δεδομένων ενώ ακόμα περιλαμβάνει και την επιμέλεια του server της γεωβάσης. Τέλος, το ArcInfo, το οποίο έχει το υψηλότερο κόστος, παρέχει πλήρη και προηγμένη ανάλυση και διαχείριση των δεδομένων και των δυνατοτήτων, συμπεριλαμβανομένων της γεωστατιστικής και των τοπογραφικών εργαλείων ανάλυσης.
- **GIS for Server (GIS διακομιστή).** Τα προϊόντα GIS for Server (διακομιστή) παρέχουν στο GIS μεγαλύτερη λειτουργικότητα καθώς και τη δυνατότητα ανάπτυξης δεδομένων από ένα κεντρικό περιβάλλον. Το ArcGIS for Server είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία, η οποία χρησιμοποιείται για να επεκτείνει τη



λειτουργικότητα του λογισμικού ArcGIS for Desktop σε ένα ευρύτερο περιβάλλον το οποίο βασίζεται σε ένα πρόγραμμα περιήγησης. Το ArcGIS for Desktop είναι διαθέσιμο για λειτουργικά συστήματα Solaris, Linux και Windows.

- **Mobile GIS.** Το Mobile GIS συνδυάζει τις δυνατότητες του GIS, τις υπηρεσίες εντοπισμού θέσης, τους φορητούς υπολογιστές και την όλο και αυξανόμενη διαθεσιμότητα των γεωγραφικών δεδομένων. Η τεχνολογία του ArcGIS είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα κινητών συσκευών, από τις πιο απλές έως τις πιο σύνθετες φορητές συσκευές, οι οποίες βρίσκονται διαθέσιμες στην αγορά. Πιο αναλυτικά, αναφέρεται σε συσκευές PDA, φορητούς υπολογιστές καθώς και Tablet PC. Τα προϊόντα της εταιρείας ESRI τα οποία έχουν ήδη αναπτυχθεί και εκτελούνται σε διάφορες κινητές συσκευές είναι το ArcPad, το ArcGIS για κινητά τηλέφωνα, το ArcGIS για Server (προσανατολισμένα APIs ως προς τον διακομιστή), ArcWeb Υπηρεσίες (διαδικτυακά προσανατολισμένα APIs) και γεωγραφικές βάσεις δεδομένων. Ακόμη, το ArcGIS για κινητά (ADF) αποτελεί μια διεπαφή εφαρμογών προγραμματισμού (API) η οποία αποσκοπεί στην ανάπτυξη εφαρμογών για διάφορες συσκευές Windows Mobile και Windows Embedded πλατφόρμες (PocketPC, smartphone, υπερ-φορητών συσκευών, κ.λπ).
- **GIS για ανάπτυξη εφαρμογών (Developer GIS).** Το προϊόν αυτό παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης νέων εξειδικευμένων εφαρμογών GIS. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερως χρήσιμη καθώς οι ήδη υπάρχουσες εφαρμογές, οι οποίες παρέχονται από την ESRI, δεν είναι δυνατό να ανταποκρίνονται σε όλο το εύρος των πιθανών πρακτικών εφαρμογών. Οι εφαρμογές αυτές μπορεί να είναι desktop εφαρμογές ή εφαρμογές οι οποίες κάνουν χρήση του διακομιστή του GIS αυξάνοντας ακόμα περισσότερο τη λειτουργικότητα του. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν τα κατάλληλα προσανατολισμένα APIs, με τη βοήθεια των οποίων δομείται η εκάστοτε εφαρμογή. Τα σχετικά προϊόντα της εταιρείας είναι το Esri Developer Network (Δίκτυο συνεργατών) ή EDN, ArcEngine (Desktop-προσανατολισμένα APIs), το ArcGIS για Server (προσανατολισμένα APIs στον διακομιστή-server και ADF ανάπτυξης ιστοσελίδων που αποτελεί μέρος του ArcGIS for Server) και το ArcWeb Services (διαδικτυακά προσανατολισμένα APIs).
- **ArcGIS Online.** Αυτή η πλατφόρμα ArcGIS ενσωματώνει όλες τις δυνατότητες του διαδικτύου σε όλα τα προϊόντα λογισμικού της ESRI. Οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσω του ArcGIS Online, περιλαμβάνουν APIs διαδικτύου, χάρτες και υπηρεσίες γεωπεξεργασίας καθώς και ένα πρόγραμμα διαμοιρασμού δεδομένων από τον χρήστη. Αξίζει να αναφερθεί ότι το ArcGIS Online διαθέτει μια ποικιλία έτοιμων υποβάθρων, γεγονός που αποτελεί το σήμα κατατεθέν του.

## 4.2 Πλατφόρμα ArcGIS Online.

Το ArcGIS Online αποτελεί ένα από τα βασικά προϊόντα της ESRI, το οποίο είναι ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης τόσο των κατασκευαζόμενων χαρτών όσο και των αντίστοιχων εφαρμογών, που είναι δυνατό να αναπτύξουν οι χρήστες του. Το ArcGIS Online παρέχει τη δυνατότητα διαδικτυακού διαμοιρασμού των χαρτών αλλά και των γεωγραφικών δεδομένων που τους συνοδεύουν με ένα σύνολο χρηστών. Οι τελευταίοι είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουν αυτά τα δεδομένα προκειμένου να τροφοδοτήσουν τις GIS εφαρμογές (applications) τους. Σημειώνεται, ότι προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο εν λόγω διαμοιρασμός είναι απαραίτητο οι χρήστες να συνδεθούν στο ArcGIS Online Cloud της ESRI (ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.).



Εικόνα 4.2: ArcGIS Online ως πηγή τροφοδότησης μεγάλης ποικιλίας εφαρμογών (Πηγή: ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.)

Το ArcGIS Online χρησιμοποιείται από επαγγελματίες προκειμένου να δημοσιεύσουν τις ποικίλων ειδών γεωγραφικές πληροφορίες που έχουν συλλέξει και, κατ' επέκταση, διαθέτουν. Αυτό πραγματοποιείται με το διαμοιρασμό χαρτών και γεωγραφικών πληροφοριών, οι οποίες προσφέρουν την υπάρχουσα γεωγραφική γνώση στους χρήστες. Προκειμένου να λάβουν οι χρήστες τις πληροφορίες αυτές θα πρέπει να πληρούνται δύο βασικές προϋποθέσεις: να διαθέτουν πρόσβαση στο διαδίκτυο και να διαθέτουν την url (http) διεύθυνση, η οποία αφορά στον εκάστοτε χάρτη ή γεωγραφική πληροφορία.

Επομένως, ότι το ArcGIS Online είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί από μεγάλο εύρος χρηστών ενώ ταυτόχρονα μπορεί να τροφοδοτήσει ποικίλων ειδών εφαρμογές, όπως διαδικτυακές (web apps), εφαρμογές για κινητά (mobile apps), windows εφαρμογές κ.τ.λ. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ArcGIS Online αποτελεί μια πλατφόρμα ιδιαίτερη φιλική στο χρήστη ακόμα και αν αυτός δεν διαθέτει γνώσεις GIS. Αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε χρήστης θελήσει να χρησιμοποιήσει τις δυνατότητες της μελετώμενης πλατφόρμας, είναι δυνατό να το κάνει είτε χρησιμοποιώντας ήδη υπάρχοντες χάρτες και θεματικά επίπεδα (layers) είτε πραγματοποιώντας ορισμένες απλές αλλαγές σε αυτά (ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.).

Η πρόσβαση στη πλατφόρμα του ArcGIS Online είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μέσω web browsers, κινητών τηλεφώνων, desktop εφαρμογών και οποιουδήποτε άλλου συστατικού μέλους του ArcGIS. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η πρόσβαση στη πλατφόρμα, θα πρέπει αρχικά να κατασκευαστεί κατάλληλος λογαριασμός (account), ο οποίος παρέχει τα βασικά δικαιώματα χρήσης του ArcGIS Online από την εταιρία παραγωγής του. Προκειμένου οι χρήστες να λάβουν την αναφερόμενη άδεια χρήσης είναι απαραίτητο να καταβάλουν ένα χρηματικό ποσό, που καθορίζεται από τον αριθμό των χρηστών και τα credits που αυτοί χρειάζονται προκειμένου να αξιοποιήσουν εκείνες τις δυνατότητες της εξεταζόμενης πλατφόρμας, οι οποίες ικανοποιούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις ανάγκες τους. Τα credits αποτελούν το νόμισμα του ArcGIS Online, τα οποία καταναλώνονται από τους χρήστες μέσω της χρησιμοποίησης των διάφορων εργαλείων χωρικής ανάλυσης που διαθέτει, όπως είναι η γεωκωδικοποίηση, η χωρική ανάλυση, η προσθήκη ανεξάρτητων δεδομένων καθώς και μια ποικιλία εφαρμογών, όπως είναι ο collector for ArcGIS, το Web AppBuilder for ArcGIS, ο Explorer for ArcGIS κ.α. Τα credits τα οποία προσδίδονται μαζί με την αγορά της άδειας, θα πρέπει να καταναλωθούν εντός 12 μηνών, ενώ εκείνα που αγοράζονται εκ των υστέρων εντός 24 μηνών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι προκειμένου ο χρήστης να γνωρίσει τις δυνατότητες τις οποίες του προσφέρει η αναφερόμενη πλατφόρμα, διατίθεται από την ESRI δοκιμαστική δίμηνη άδεια καθώς και ένα ποσό credits με τη βοήθεια των οποίων ο εκάστοτε χρήστης είναι δυνατό να περιηγηθεί σε όλες τις δυνατότητες που του προσφέρει το ArcGIS Online.

#### **4.2.1 Είδη και ρόλοι χρηστών.**

Το ArcGIS Online δεν διαθέτει κάποιο περιορισμό ως προς είδος των χρηστών οι οποίοι μπορούν να γίνουν μέλη του. Οποιοσδήποτε θελήσει είναι δυνατό να αποτελέσει μέλος της διαδικτυακής αυτής πλατφόρμας. Από τη στιγμή που ο

χρήστης εισέλθει στο λογαριασμό του μπορεί να διαχειριστεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες με οποιοδήποτε μέσο διαθέτει (σταθερό υπολογιστή, κινητή συσκευή, εφαρμογές διαδικτύου κ.ο.κ.). Ουσιαστικά το ArcGIS Online επιτρέπει σε μια μεγάλη ποικιλία χρηστών να δουν αλλά και να διαχειριστούν τις γεωγραφικές πληροφορίες που διαθέτει. Πιο αναλυτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- Από άπειρους χρήστες.
- Από κατασκευαστές ιστοσελίδων – προγραμματιστές, οι οποίοι προσπαθούν να συνδυάσουν τη γεωγραφική πληροφορία με διάφορα εργαλεία προκειμένου να κατασκευάσουν ιστοσελίδες ή ακόμα και εφαρμογές, οι οποίες θα διαθέτουν την εν λόγω πληροφορία
- Από χρήστες που δεν διαθέτουν γνώσεις λογισμικού GIS.
- Από ειδικούς γνώστες GIS, προκειμένου να επιτευχθεί η ανταλλαγή λεπτομερών δεδομένων, μοντέλων ανάλυσης τόσο μεταξύ τους όσο και με την ευρύτερη κοινότητα των χρηστών.
- Από κατασκευαστές και προγραμματιστές, που επιθυμούν να ενσωματώσουν τη χαρτογράφηση και τη γεωγραφική λειτουργικότητα του συστήματος στις συγκεκριμένες ανάγκες των εφαρμογών που αναπτύσσουν.

Η πρόσβαση στη πλατφόρμα του ArcGIS Online διαχωρίζεται σε τρία ξεχωριστά επίπεδα, κάθε ένα από τα οποία προσφέρει διαφορετικά δικαιώματα και υποχρεώσεις στον εκάστοτε χρήστη. Τα επίπεδα πρόσβασης είναι τα εξής(ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.):

- Ανώνυμη πρόσβαση. Το πρώτο επίπεδο πρόσβασης επιτρέπει την ανώνυμη πρόσβαση. Στο επίπεδο αυτό, οποιοσδήποτε είναι δυνατό να συνδεθεί με το ArcGIS Online προκειμένου να βρει, να δει και να αλληλεπιδράσει με μια ποικιλία χαρτών και δεδομένων τα οποία έχουν διαμοιραστεί δημοσίως. Παρόλα αυτά, προκειμένου να κατασκευάσει και να μοιραστεί χάρτες ο ίδιος, θα πρέπει να αποκτήσει ιδιωτικό λογαριασμό.
- Προσωπική/ Ατομική πρόσβαση. Το είδος αυτό της πρόσβασης είναι δυνατό να αποκτηθεί από οποιοδήποτε πρόσωπο δημιουργήσει αυτόνομο λογαριασμό στο ArcGIS Online. Έτσι είναι δυνατό ο εκάστοτε χρήστης, να δημιουργήσει χάρτες, να διαμοιραστεί γεωγραφικές πληροφορίες με άλλους χρήστες ή κοινότητες. Ταυτόχρονα είναι δυνατό να εμπλακεί και σε διάφορες διαδικασίες εμπλουτισμού των υφιστάμενων γεωγραφικών πληροφοριών, που παρέχονται από άλλους χρήστες ή οργανισμούς. Η τελευταία δυνατότητα μπορεί να λειτουργήσει και προς όφελος του ίδιου του χρήστη, μέσω του εμπλουτισμού των δικών του γεωγραφικών πληροφοριών από άλλους χρήστες ή κοινότητες. Είναι φανερό, ότι σε αυτό το επίπεδο πρόσβασης, ο χρήστης αποκτά ένα τμήμα στη πλατφόρμα του ArcGIS Online στο οποίο είναι δυνατό να αποθηκεύει, να διαχειρίζεται και να διαμοιράζει τις δικές του πληροφορίες και χάρτες.

- Πρόσβαση σε επίπεδο Οργανισμού. Όταν ληφθεί από τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο μια συνδρομή για έναν οργανισμό, το ArcGIS Online παρέχει ηλεκτρονικό λογαριασμό για τον αναφερόμενο οργανισμό προκειμένου να εκμεταλλευτεί ολόκληρη τη δύναμη του περιεχομένου του GIS ώστε ο οργανισμός να είναι σε θέση να μοιραστεί τη δουλειά του με όλα τα μέλη που περιλαμβάνονται σε αυτόν. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, δίνεται η δυνατότητα στον οργανισμό να οργανώνει και να διαχειρίζεται μια γκαλερί του περιεχομένου των δεδομένων του σε απευθείας σύνδεση με το διαδίκτυο. Ακόμα, το σύστημα διαθέτει τη δυνατότητα καθορισμού του επιπέδου πρόσβασης κάθε μέλους σε κάθε πληροφορία του οργανισμού, προκειμένου να διατηρήσει και να ελέγξει την ταυτότητά του ως εκδότη, διαχειριστή ή απλού χρήστη. Αυτή η δυνατότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς κάθε ένας από τους παραπάνω ρόλους διαθέτει διαφορετικά δικαιώματα επί των δεδομένων του οργανισμού.

Αξίζει στο σημείο αυτό να πραγματοποιηθεί μια περαιτέρω ανάλυση του επιπέδου πρόσβασης για κάποιον οργανισμό. Είναι φανερό, ότι σε επίπεδο οργανισμού η πρόσβαση στα δεδομένα πραγματοποιείται από ένα πλήθος χρηστών-μελών του οργανισμού. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητος ο ορισμός των ρόλων που κάθε ένας από αυτούς είναι δυνατό να διαθέτουν. Ένας ρόλος ορίζει τα προνόμια που ένα μέλος έχει μέσα στον οργανισμό. Η ESRI ορίζει ένα σύνολο προνομίων για τους ρόλους: Χρηστών, Εκδοτών και Διαχειριστών. Επιπλέον, οι οργανισμοί μπορούν να καθορίσουν προνόμια σε αναλυτικότερο επίπεδο με τη δημιουργία και την ανάθεση προσαρμοσμένων ρόλων σε ορισμένα από τα μέλη. Πιο αναλυτικά:

- Απλός χρήστης. Ένας απλός χρήστης του οργανισμού διαθέτει το προνόμιο να χρησιμοποιεί χάρτες και εφαρμογές, να δημιουργεί και να προσθέτει αντικείμενα στο περιεχόμενο του οργανισμού, να μοιράζεται χάρτες και εφαρμογές και τέλος να διαχειρίζεται και να τροποποιεί χαρακτηριστικά των ήδη υπαρχόντων πληροφοριών.
- Εκδότης. Ένας εκδότης διαθέτει όλα τα προνόμια ενός απλού χρήστη καθώς επίσης το δικαίωμα να δημοσιεύει διαδικτυακά θεματικά επίπεδα (hosted web layers) και το δικαίωμα να πραγματοποιεί διαδικασίες ανάλυσης επί των δεδομένων.
- Διαχειριστής. Ο διαχειριστής διαθέτει όλα τα προνόμια των ανωτέρω επιπέδων και επιπλέον δικαιώματα με τα οποία διαχειρίζεται ιστοσελίδες ανοιχτών δεδομένων, προσκαλεί χρήστες στον οργανισμό, διαχειρίζεται τις πηγές δεδομένων του οργανισμού, παρακολουθεί τη κατάσταση της συνδρομής στη πλατφόρμα, διευθετεί διάφορα θέματα στον ιστότοπο, δημιουργεί προσαρμοζόμενους ρόλους και τέλος διαθέτει το ρόλο του παρόχου στην αγορά του ArcGIS.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί.

Privilege	User	Publisher	Administrator	Custom
Use maps and apps	✓	✓	✓	✓
Create content	✓	✓	✓	Optional
Share maps and apps	✓	✓	✓	Optional
Join and create groups	✓	✓	✓	Optional
Edit features	✓	✓	✓	Optional
Publish hosted web layers		✓	✓	Optional
Perform analysis		✓	✓	Optional
Manage Open Data sites			✓	Optional
Invite users to organization			✓	Optional
Manage organization resources			✓	Optional
View subscription status			✓	Optional
Configure website			✓	
Create custom roles			✓	
ArcGIS Marketplace provider (requires organization authorization)			✓	

Πίνακας 4.1: Είδη και ρόλοι χρηστών στη πλατφόρμα του ArcGIS Online (Πηγή: ArcGIS Online – Organizational Roles)

#### 4.2.2 Τύποι συμβατών γεωγραφικών δεδομένων και πληροφοριών.

Το ArcGIS Online υποστηρίζει πολλά διαφορετικά είδη γεωγραφικών πληροφοριών μέσω ενός ανοιχτού προτύπου πληροφοριών. Πιο αναλυτικά το σύστημα υποστηρίζει τη δημιουργία (ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1):

- Διαδικτυακών χαρτών (web maps), οι οποίοι είναι δυνατό να ενσωματώσουν ένα σύνολο υποβάθρων (χαρτογραφικών υποβάθρων ή ακόμα και εικόνες), επιχειρησιακών θεματικών στρωμάτων (operational layers), όπως στρώματα χαρακτηριστικών (feature layers), θεματικά στρώματα (thematic overlays) και στρώματα που περιλαμβάνουν αποτελέσματα ανάλυσης χώρου. Επίσης, είναι δυνατό να ενσωματωθούν γραφικά στοιχεία, που σε απευθείας σύνδεση με το διαδίκτυο οι χρήστες μπορούν να προσθέτουν στους χάρτες τους. Τέτοια στοιχεία είναι για παράδειγμα, αρχεία CSV, υπολογιστικά φύλλα του Excel, KML, Shapefiles, κ.α.
- Υπηρεσίες χαρτών (Map Services), στις οποίες ισχύουν τα διάφορα χαρτογραφικά είδη των προτύπων και μπορούν να διαχειριστούν τα επίπεδα λεπτομέρειας του εκάστοτε χάρτη (tile caches).
- Υπηρεσιών χαρακτηριστικών (Feature Services), οι οποίες διαμορφώνουν και διαχειρίζονται μια συλλογή γεωγραφικών αντικειμένων μέσω των

- χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των αντικειμένων τα οποία περιέχονται στη συλλογή.
- Πρότυπες υπηρεσίες διαδικτυακών χαρτών (Standard web mapping services). Τέτοιου είδους υπηρεσίες είναι για παράδειγμα το Open GIS Consortium (OGC) WMS και WTMS.
  - Πρότυπα διαδικτυακά στοιχεία, τα οποία είναι δυνατό να χαρτογραφηθούν ή να διαχειριστούν ως πληροφορία, από το σύστημα. Τέτοια στοιχεία είναι δεδομένα σε μορφή CSV, KML, SHP, GPX, PDF, ZIP κ.α.
  - Έτοιμες προς χρήση εφαρμογές ποικίλων ειδών. Οι εφαρμογές αυτές μπορεί να έχουν ή όχι συνημμένο τον πηγαίο κώδικα τους.

#### **4.2.3 Διαθέσιμες Υπηρεσίες (ArcGIS Hosted Services).**

Το ArcGIS Online αποτελεί μια πλατφόρμα εντός της οποίας οι χρήστες είναι δυνατό να αποθηκεύσουν αλλά και να διαχειριστούν τις δικές τους γεωγραφικές και μη, πληροφορίες. Προκειμένου να δοθεί στους χρήστες αυτή η δυνατότητα θα πρέπει αρχικά να πραγματοποιηθεί μια άλλη ενέργεια, που είναι η δημοσίευση των αντικειμένων των χρηστών στο ArcGIS Online. Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να είναι χάρτες ή άλλου είδους δεδομένα, τα οποία δημοσιεύονται ως φιλοξενούμενες διαδικτυακές υπηρεσίες στη πλατφόρμα του ArcGIS Online. Δεδομένου, επομένως, ότι αυτές οι υπηρεσίες φιλοξενούνται στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, ονομάζονται φιλοξενούμενες υπηρεσίες (Hosted services). Οι εν λόγω φιλοξενούμενες υπηρεσίες είναι προσβάσιμες από ποικίλων ειδών εφαρμογές (desktop, web, mobile applications) εφόσον υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο και έχει παραχωρηθεί άδεια χρήσης τους από τις εφαρμογές αυτές. Οι υπηρεσίες αυτές είναι δυνατό να δημοσιευθούν απευθείας από τον υπολογιστή στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, χωρίς να είναι απαραίτητη η δημιουργία ιδιωτικού server από την πλευρά του ενδιαφερόμενου χρήστη. Το γεγονός αυτό κατατάσσεται στα πλεονεκτήματα της πλατφόρμας καθώς δεν απαιτεί τη δημιουργία ενός νέου server αλλά αντίθετα προσφέρει προς αξιοποίηση έναν υπάρχοντα.

Το ArcGIS Online φιλοξενεί τις υπηρεσίες του χρήστη και είναι χρήσιμο όταν ο τελευταίος θέλει να εκθέσει ένα χάρτη ή ένα σύνολο δεδομένων στο διαδίκτυο αλλά δεν έχει το δικό του server GIS. Είναι, επίσης, ένας εύκολος τρόπος για διαμοιρασμό ορισμένων χαρτών με το κοινό του Internet (public). Είναι φανερό, ότι προκειμένου να πραγματοποιηθούν αυτές οι ενέργειες υπάρχουν δύο βασικές προϋποθέσεις. Η πρώτη είναι ότι ο χρήστης θα πρέπει να διαθέτει λογαριασμό στο ArcGIS Online μέσω ενός οργανισμού, να διαθέτει δικαιώματα εκδότη ή διαχειριστή και τέλος να διαθέτει την έκδοση 10.3 του ArcMap μέσω του οποίου θα κατασκευαστούν αρχικά οι εκάστοτε υπηρεσίες.

Οι Hosted Services του ArcGIS Online έχουν σχεδιαστεί για την απεικόνιση χαρτών, την επεξεργασία των δεδομένων και την ανάθεση ερωτημάτων (κυρίως τοπολογικών) στο σύστημα. Υπάρχουν δύο κατηγορίες hosted services (ArcGIS Resources-ArcGIS Hosted Services):

- Feature services. Αυτές οι υπηρεσίες υποστηρίζουν διαδικασίες ερωτημάτων, απεικόνισης και επεξεργασίας δεδομένων. Αυτού του είδους οι υπηρεσίες είναι κατάλληλες προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετα επίπεδα πληροφορίας (overlays) στο χάρτη του υποβάθρου. Η δημοσίευση των feature services μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με τη βοήθεια των υπηρεσιών από την ιστοσελίδα ArcGIS.com (δημοσιεύοντας ένα αρχείο shapefile ή CSV) ή από το ArcGIS 10.1 για Desktop (δημοσιεύοντας ένα έγγραφο ArcMap).
- Tiled map services. Αυτές οι υπηρεσίες υποστηρίζουν την ταχεία απεικόνιση χάρτη, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο επιπέδων (πλακιδίων) χάρτη (tiles). Αυτά τα επίπεδα χάρτη (tiles) δημιουργούνται και αποθηκεύονται στο διακομιστή (server) μετά την αποστολή των δεδομένων σε αυτόν. Οι Tiled Map Services είναι κατάλληλες για τη δημιουργία υποβάθρων προσδίδοντας γεωγραφικό πλαίσιο στους διαδικτυακούς χάρτες.

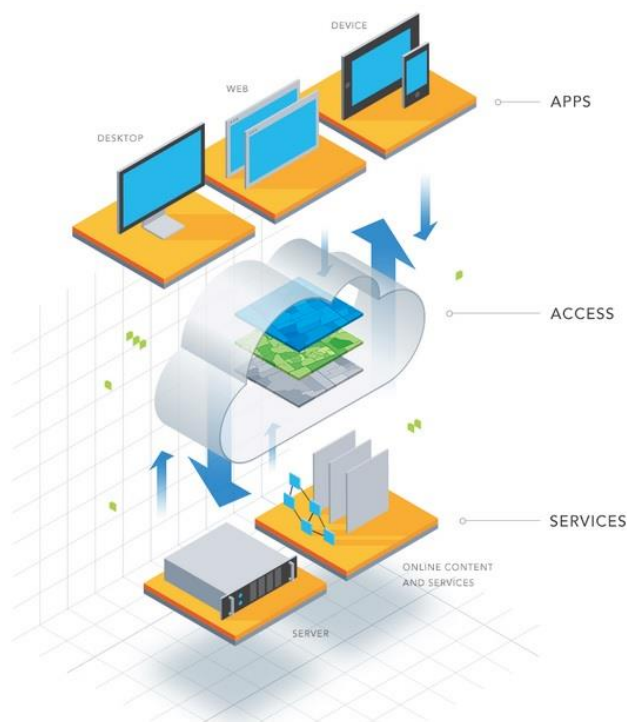
Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που μπορεί να δημιουργηθεί μια Tiled map service στο ArcGIS, εφόσον είναι εφικτή η σύνδεση στο διαδίκτυο. Ο πρώτος τρόπος είναι να 'ανέβει' ο χάρτης και τα δεδομένα στο ArcGIS Online και στη συνέχεια, μέσω αυτού, να δημιουργηθούν τα διάφορα επίπεδα (tiles). Ένας δεύτερος τρόπος είναι να κατασκευαστούν τα επίπεδα (tiles) στο ArcGIS για Desktop ή στο ArcMap και στη συνέχεια, μέσω αυτού, να αποσταλούν στο διακομιστή (server) του ArcGIS Online. Ένας άλλος τρόπος είναι να δημιουργηθούν tiles για ένα υπάρχον feature layer. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν, τελικά, δυο υπηρεσίες, δηλαδή feature service και Tiled map service για το εκάστοτε αντικείμενο που μελετάται. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί, ότι δεδομένου τα επίπεδα λεπτομερειών του χάρτη (tiles) είναι προκατασκευασμένα, δεν είναι δυνατό να τροποποιηθούν.

### 4.3 ArcGIS for Developers.

Η ανάπτυξη εφαρμογών GIS ποικίλων ειδών, έχει λάβει ιδιαίτερως μεγάλη έκταση, αφού είναι δυνατό να αναπτυχθούν εφαρμογές οι οποίες προσαρμόζονται κάθε φορά σε ένα συγκεκριμένο σκοπό. Η δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών GIS παρέχεται από την ESRI, μέσω των ArcGIS API's τα οποία προσφέρει. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας GIS εφαρμογών σε οποιαδήποτε πλατφόρμα δεδομένων επιλέξει ο εκάστοτε κατασκευαστής. Συνεπώς, είναι δυνατή η



κατασκευή εφαρμογών διαδικτύου, επιχειρησιακών εφαρμογών, εφαρμογών για κινητά κ.α, στη βάση μιας ανοιχτής και σύγχρονης αρχιτεκτονικής.



Εικόνα 4.3: Ροή δεδομένων μεταξύ εφαρμογών και της πλατφόρμας του ArcGIS Online (Πηγή: ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1)

Είναι δυνατό να αναπτυχθούν εφαρμογές που εφαρμόζονται καλύτερα σε μια συγκεκριμένη πλατφόρμα λογισμικού. Συνεπώς, υφίστανται ArcGIS API's τα οποία αναφέρονται:

- σε Android, για ανάπτυξη εστιασμένων εφαρμογών GIS για κινητές συσκευές Android, χρησιμοποιώντας το ArcGIS Runtime SDK για Android που προσφέρεται από την ESRI.
- σε Arcobjects, για τη δημιουργία add-in εργαλείων τόσο για το ArcGIS for Desktop όσο και για το ArcGIS for Server τα οποία θα είναι κατασκευασμένα είτε σε Java είτε σε .NET. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα κατασκευής εξ αρχής, εφαρμογών για σταθερούς υπολογιστές (desktop applications), σε γλώσσα .NET, Java ή στη βάση της πλατφόρμας C++.
- σε iOS, για δυνατότητα κατασκευής GIS εφαρμογών σε συσκευές iPad ή iPhone χρησιμοποιώντας το ArcGIS Runtime SDK for iOS.
- σε Java, για να δημιουργηθούν υψηλής ταχύτητας και ελαφριές εφαρμογές με τη χρήση του πακέτου ArcGIS Runtime SDK for Java.
- σε JavaScript, για να δημιουργηθούν εφαρμογές με τη χρήση του πακέτου ArcGIS Runtime SDK for Java.

- σε Python, για τη δημιουργία εργαλείων γεωπεξεργασίας τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια ως add-ins στο ArcGIS, για τη διεύρυνση των δυνατοτήτων του.
- Εκτός από τα προαναφερόμενα APIs υπάρχουν και άλλα τα οποία αναφέρονται σε Flex, REST, SharePoint, Silverlight, SOAP, SQL, Windows Mobile, Windows Phone και WPF (ArcGIS Resources- Developing with ArcGIS).

### 4.3.1 ArcGIS Runtime SDK για Android.

Το ArcGIS Runtime για Android SDK (Software Development Kit) περιλαμβάνει ένα σύνολο εργαλείων για την αξιοποίηση του ArcGIS στην εκάστοτε Android εφαρμογή. Αυτό το πακέτο λογισμικού υποστηρίζει εφαρμογές που κατασκευάζονται για κινητές συσκευές Android (mobile, tablet), οι οποίες διαθέτουν Android v2.3.3 API 10 ή νεώτερης έκδοσης. Ουσιαστικά, το SDK περιλαμβάνει:

- Ένα plug-in για το περιβάλλον προγραμματισμού του Eclipse, εντός του οποίου περιλαμβάνονται όλα τα εργαλεία ανάπτυξης που απαιτούνται για την κατασκευή μιας εφαρμογής.
- Ένα java API, το οποίο παρέχει συγκεκριμένες κλάσεις οι οποίες επιτρέπουν την εισαγωγή των δυνατοτήτων του ArcGIS στην αναπτυσσόμενη εφαρμογή. Το μοντέλο προγραμματισμού που ακολουθείται για την ανάπτυξη των εφαρμογών, είναι παρόμοιο με άλλα ήδη υπάρχοντα διαδικτυακά APIs, γεγονός που ευνοεί την αξιοποίηση των υπάρχοντων γνώσεων των προγραμματιστών.
- Δείγματα κώδικα, τα οποία χρησιμεύουν προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητός ο τρόπος χρήσης των APIs, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί τελικά η κατασκευή της επιθυμητής εφαρμογής.
- Εννοιολογική τεκμηρίωση για να εξηγήσει πώς τα δείγματα εργασίας χρησιμοποιούνται και να προσφέρει περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο χρήσης του API.

Το SDK επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών οι οποίες διαθέτουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με το ArcGIS Online και ArcGIS Server. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατό η αναπτυσσόμενη εφαρμογή να χρησιμοποιήσει χάρτες υποβάθρων, οι οποίοι είναι αποθηκευμένοι είτε στη πλατφόρμα του ArcGIS Online είτε στη πλατφόρμα του ArcGIS Server. Ασφαλώς, παρέχει εργαλεία με τη βοήθεια των οποίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπόβαθρα, τα οποία βρίσκονται αποθηκευμένα τοπικά στη κινητή συσκευή.

Πιο αναλυτικά, με τη χρήση του SDK για Android συσκευές είναι δυνατό να προστεθούν στην εφαρμογή χάρτες από το ArcGIS Online, το ArcGIS Portal ή το

ArcGIS Server. Αυτοί οι χάρτες μπορεί να είναι χάρτες που διαθέτει η ίδια η ESRI ή χάρτες τους οποίους έχει κατασκευάσει ο χρήστης και τους έχει ανεβάσει στον ιδιωτικό λογαριασμό του ή στο λογαριασμό του οργανισμού στον οποίον ανήκει.

Με δεδομένο το υπόβαθρο, το οποίο θα αποτελέσει τη βάση επί της οποίας θα αναπτυχθεί η GIS εφαρμογή, είναι δυνατό να κατασκευαστεί ένα σύνολο από εργαλεία, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να επεξεργαστεί τα δεδομένα στο πεδίο. Συνεπώς, με τη βοήθεια κατάλληλου κώδικα αλλά και των εργαλείων του SDK, μπορεί να αναπτυχθούν γραφικά, μετρητικά κ.α. εργαλεία, τα οποία επιτρέπουν στον εκάστοτε χρήστη της εφαρμογής να επεξεργάζεται, να ελέγχει και να αποθηκεύει τα δεδομένα του, σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο.

Δεδομένου ότι οι κινητές συσκευές αποτελούν αυτόνομες συσκευές, ανεξάρτητα από το σκοπό της εφαρμογής που πρόκειται να αναπτυχθεί, είναι φανερό ότι διαθέτουν ένα σύνολο δυνατοτήτων, οι οποίες μπορεί να αξιοποιηθούν από προς όφελος την αναπτυσσόμενη εφαρμογή. Τέτοιου είδους δυνατότητα, αποτελεί το σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) το οποίο διαθέτει η κινητή συσκευή. Με τη βοήθεια αυτού, αλλά και των εργαλείων που προσφέρει το SDK, είναι δυνατό να εντοπιστεί η θέση του χρήστη και να παρουσιαστεί στο εκάστοτε υπόβαθρο, αλλά και να πραγματοποιηθούν διάφορων ειδών υπολογισμοί προκειμένου να δοθούν απαντήσεις σε ποικίλων ειδών χωρικά ερωτήματα, τα οποία εμπλέκονται άμεσα με τη θέση του χρήστη, κάθε χρονική στιγμή.

Είναι φανερό ότι η ύπαρξη μόνο του υποβάθρου δεν επαρκεί προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εύρεση, η καταγραφή και η περιγραφή των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί ή πρόκειται να συλλεχθούν από τον χρήστη στο πεδίο. Για το λόγο αυτό, το SDK προσφέρει εργαλεία τα οποία βοηθούν στον προσδιορισμό χαρακτηριστικών στο χάρτη με τη χρήση αναδυόμενων παραθύρων συγγραφής χαρακτηριστικών, στη προσθήκη γραφικών επί του χάρτη προκειμένου να εντοπιστούν τα χαρακτηριστικά στην ορθή τους θέση και στην εκτέλεση γεωμετρικών εργασιών, με τη βοήθεια των ανωτέρω γραφικών. Το SDK προσφέρει τα κατάλληλα εργαλεία με τα οποία είναι δυνατό να προστεθούν γραφικά, μετρητικά κ.α. εργαλεία εντός της εφαρμογής με την προϋπόθεση ότι έχει αναπτυχθεί ανάλογο τμήμα του κώδικα εντός του προγράμματος, το οποίο περιγράφει αναλυτικά τη λειτουργία του κάθε ενός από αυτά.

Ανακεφαλαιώνοντας, με τη βοήθεια των βιβλιοθηκών και των εργαλείων που περιέχονται στο SDK, είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες λειτουργίες:

- εμφάνιση και χρήση χαρτών καθώς και ένα σύνολο λειτουργιών που προσφέρονται από το ArcGIS Online και ArcGIS Server
- εμφάνιση διαδικτυακών χαρτών (web maps), οι οποίοι βρίσκονται αποθηκευμένοι στη πλατφόρμα του ArcGIS Online ή στο Portal του ArcGIS

- εκτέλεση εξειδικευμένων εργασιών γεωπεξεργασίας και εμφάνιση των αποτελεσμάτων τους
- αναζήτηση χαρακτηριστικών, μέσω χωρικών ή SQL ερωτημάτων
- εμφάνιση πληροφοριών μέσω αναδυόμενων παραθύρων
- γραφική εμφάνιση της θέσης του χρήστη στο χάρτη με τη χρήση του GPS, ή ακόμα και εμφάνιση μιας άλλης θέσης μετά από επιλογή της από τον χρήστη
- αντιστοίχιση διεύθυνσης με θέση πάνω στο εκάστοτε υπόβαθρο ή το αντίστροφο
- εκτέλεση γεωμετρικών πράξεων και υπολογισμός των χωρικών σχέσεων μεταξύ ενός συνόλου γεωμετριών, οι οποίες επιλέγονται από τον χρήστη.

Συνεπώς, το ArcGIS Runtime SDK για Android έχει καίρια συμβολή στη διαδικασία ανάπτυξης μιας GIS εφαρμογής για κινητές συσκευές Android.

#### 4.3.2 Πηγές Δεδομένων - Υπόβαθρα και Θεματικά Επίπεδα.

Το API, που αφορά τις εφαρμογές για κινητές συσκευές Android, παρέχει ορισμένες πηγές δεδομένων οι οποίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν στις Android εφαρμογές που πρόκειται να αναπτυχθούν. Οι πηγές αυτές είναι οι εξής:

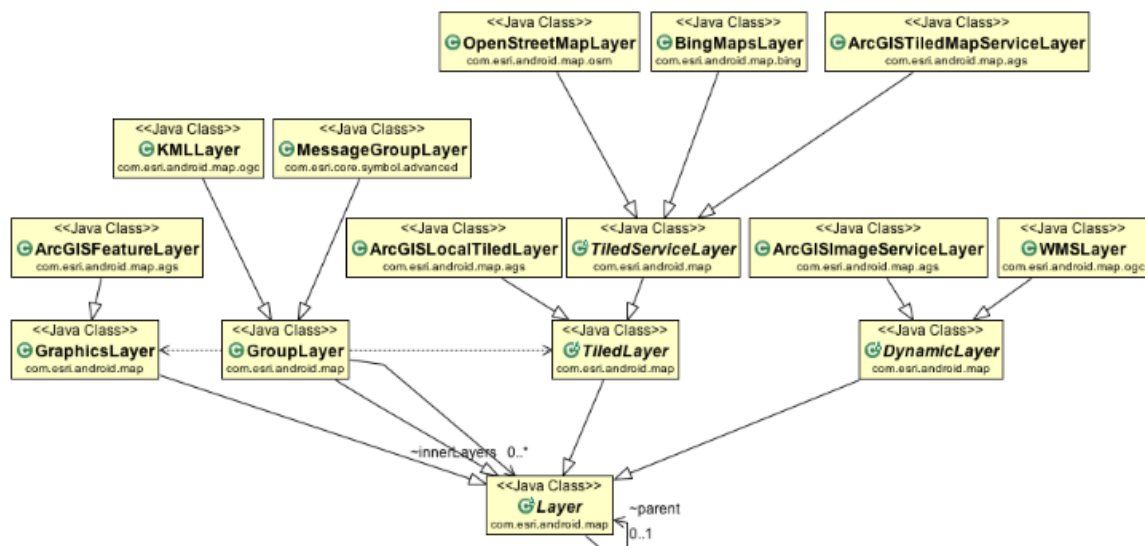
- Θεματικά επίπεδα (Layers). Το API υποστηρίζει την εμφάνιση χαρακτηριστικών σε επίπεδα, όπου ανάλογα με τη μεγέθυνση εμφανίζεται διαφορετική απεικόνιση του επιπέδου λεπτομέρειας των χαρακτηριστικών. Μέσω του ArcGIS Online είναι δυνατόν να αναπτυχθούν πολλαπλά θεματικά επίπεδα (ArcGIS Tiled Map Layers), δυναμικά θεματικά επίπεδα (ArcGIS Dynamic Map Layers) και θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών (ArcGIS Feature Layers). Με το ArcGIS Runtime SDK για Android είναι δυνατή η εμφάνιση των θεματικών επιπέδων σε όλες τις υποστηριζόμενες χαρτογραφικές προβολές.
- Χάρτες (Maps). Το API υποστηρίζει δυναμική απεικόνιση χαρακτηριστικών μέσω χαρτών (συνήθως Web Maps), οι οποίοι περιέχουν περισσότερα του ενός θεματικά επίπεδα και οι οποίοι είναι δυνατό να αναπτυχθούν στο περιβάλλον του ArcGIS Online.
- Γραφικά θεματικά επίπεδα (Graphic Layers). Το API υποστηρίζει τη δημιουργία και την εμφάνιση γραφικών στην οθόνη της εκάστοτε κινητής συσκευής, μέσω γραφικών θεματικών επιπέδων τα οποία προστίθενται στο υπόβαθρο. Τα γραφικά επίπεδα χρησιμοποιούνται για τη πληροφόρηση του χρήστη, για την απεικόνιση χαρακτηριστικών η αποτελούν απαντήσεις χωρικών ερωτημάτων κ.τ.λ.

Προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας κάθε μιας από τις προαναφερόμενες πηγές δεδομένων κρίνεται απαραίτητη η ανάλυση κάθε μιας ξεχωριστά.

### 1. Θεματικά επίπεδα (Layers).

Μια GIS εφαρμογή προκειμένου να λειτουργήσει ορθά, είναι απαραίτητο να διαθέτει το κατάλληλο υπόβαθρο. Ο ορισμός του υποβάθρου, πραγματοποιείται εντός του κώδικα του προγράμματος με τις κατάλληλες εντολές. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, ως υπόβαθρο μπορεί να τεθεί κάποιος χάρτης ο οποίος βρίσκεται αποθηκευμένος στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, έχει αναρτηθεί μέσω του ArcGIS for Server ή βρίσκεται στη μνήμη της ίδια της κινητής συσκευής.

Ένας χάρτης αποτελεί ουσιαστικά έναν καμβά, επί του οποίου είναι δυνατό να επιτεθούν διαφόρων ειδών θεματικά επίπεδα, τα οποία τελικά θα αποτελέσουν το υπόβαθρο. Υπάρχουν διαφόρων ειδών τέτοια θεματικά επίπεδα, γεγονός που διευρύνει τις δυνατότητες μιας εφαρμογής GIS. Οι χάρτες περιέχονται συνήθως στο server διαδικτυακών υπηρεσιών, όπως είναι διάφοροι GIS servers, ArcGIS Servers, Bing Maps, Open Street Maps κ.ο.κ. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί διαχωρισμός ως προς το είδος και τις δυνατότητες του καθενός από τα θεματικά επίπεδα, που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν, είναι σκόπιμο να παρουσιαστεί η κατηγοριοποίησή τους (ArcGIS Resources-ArcGIS Runtime SDK for Android).



Εικόνα 4.4: Κατηγοριοποίηση θεματικών επιπέδων (layers) μέσω του ArcGIS Runtime SDK for Android (Πηγή: ArcGIS Resources-Layers)

Τα θεματικά επίπεδα, τα οποία είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρα, είναι ποικίλων ειδών, αλλά χωρίζονται κατά βάση σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα δυναμικά θεματικά επίπεδα (Dynamic Layers) και τα πολλαπλά θεματικά επίπεδα (Tiled Layers). Πιο αναλυτικά:

- Dynamic Map Layers. Τα δυναμικά θεματικά επίπεδα αποτελούν εικόνες χαρτών, που προβάλλονται on-the-fly, οι οποίες παρέχονται από διαδικτυακές υπηρεσίες, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες του χρήστη. Αποτελούν ένα ικανοποιητικό υπόβαθρο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ποικίλες εφαρμογές.
- Tiled Map Layers. Τα πολλαπλά θεματικά επίπεδα, αποτελούν εικόνες χαρτών οι οποίες διαθέτουν ένα είδος στρωματοποίησης. Κάθε μία εικόνα αποτελείται από μια σειρά εικόνων ολοένα αυξανόμενης λεπτομέρειας. Αυτό συμβαίνει προκειμένου να δοθεί η δυνατότητα μεγαλύτερης ευκρίνειας στο χρήστη όσο η κλίμακα της εικόνας μειώνεται. Τα πολλαπλά θεματικά επίπεδα αποτελούν ουσιαστικά ένα σύνολο από «πλακάκια», τα οποία επιτίθενται το ένα πάνω στο άλλο, παρέχοντας τη μέγιστη δυνατή ευκρίνεια σε κάθε επίπεδο της κλίμακας. Τα αναφερόμενα επίπεδα έχουν δημιουργηθεί εκ των προτέρων, μέσω κατάλληλης επεξεργασίας (tilling scheme). Τα πολλαπλά θεματικά επίπεδα, παρέχονται από διαδικτυακές υπηρεσίες μετά από την έκφραση της επιθυμίας του χρήστη.

Είναι φανερό ότι είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν από τον χρήστη και οι δύο κατηγορίες θεματικών επιπέδων. Παρόλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι τα πολλαπλά θεματικά επίπεδα (Tiled Layers), προσφέρουν μια καλύτερη απόδοση του χάρτη σε σχέση με τα δυναμικά θεματικά επίπεδα, καθώς αποτελούνται από στρώματα εικόνων με ολοένα αυξανόμενο επίπεδο λεπτομέρειας. Τα πολλαπλά θεματικά επίπεδα, όμως, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν θα πρέπει αρχικά να πραγματοποιηθεί η κατάλληλη διαδικασία στρωματοποίησης της εικόνας σε αντίθεση με τα δυναμικά θεματικά επίπεδα, τα οποία είναι άμεσα διαθέσιμα στον εκάστοτε χρήστη αφού αποτελούν μια αυτούσια εικόνα.

Η πλειοψηφία των θεματικών επιπέδων που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη εφαρμογών GIS, παρέχονται από διαφόρων ειδών διαδικτυακές υπηρεσίες, πραγματοποιώντας χρήση του αντίστοιχου server της υπηρεσίας. Το ArcGIS Online αποτελεί μια πλατφόρμα η οποία είναι δυνατό να φιλοξενήσει τέτοιου είδους θεματικά επίπεδα, τα οποία στη συνέχεια παρέχονται για την ανάπτυξη ποικίλων ειδών εφαρμογών. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του ArcGIS Online είναι δυνατόν να αναπτυχθούν πολλαπλά θεματικά επίπεδα (ArcGIS Tiled Map Layers), δυναμικά θεματικά επίπεδα (ArcGIS Dynamic Map Layers) και θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών (ArcGIS Feature Layers).

- ArcGIS Tiled Map Layers

Τα θεματικά επίπεδα πολλαπλών στρωμάτων παρέχονται διαδικτυακά από υπηρεσίες (services) του ArcGIS Server ή του Bing. Ουσιαστικά τα επίπεδα πολλαπλών στρωμάτων αποτελούνται από εικόνες χάρτη κάθε μια από τις οποίες διαθέτει μια προκαθορισμένη κλίμακα. Η εκάστοτε κλίμακα προσδιορίζεται με βάση το σύστημα δόμησης των στρωμάτων (tilling scheme) που επιλέχθηκε κατά τη κατασκευή των στρωμάτων. Συνήθως, οι

κλίμακες σύμφωνα με τις οποίες κατασκευάζονται τα στρώματα της εικόνας προσδιορίζονται από τον server, στον οποίο είναι αποθηκευμένες οι εικόνες. Ουσιαστικά κάθε ένα από τα αναφερόμενα στρώματα είναι μια ψηφιδωτή (raster) εικόνα, η οποία έχει ενταχθεί στη προβολή του χάρτη. Δεδομένου ότι τα επίπεδα κλίμακας τα οποία ακολουθούν τα στρώματα της εκάστοτε εικόνας χάρτη είναι προκαθορισμένα, είναι φανερό ότι δεν είναι δυνατή η αλλαγή της κλιμάκωσης αυτής μέσω του κώδικα του προγράμματος. Η κλιμάκωση αλλάζει μόνον αν πραγματοποιηθεί κάποια ανανέωση των επιπέδων εντός του server. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι τα επίπεδα κλίμακας είναι δυνατό να προσδιοριστούν από τον εκάστοτε χρήστη, πραγματοποιώντας τις κατάλληλες ενέργειες προτού αποθηκεύσει την εικόνα χάρτη εντός της πλατφόρμας του ArcGIS Online. Εξαιτίας της ευελιξίας που παρέχουν αυτά τα θεματικά στρώματα, χρησιμοποιούνται ευρέως προκειμένου να αποτελέσουν υπόβαθρο για μια αναπτυσσόμενη εφαρμογή (ArcGIS Resources-Layers).

- ArcGIS Dynamic Map Layers

Τα δυναμικά θεματικά επίπεδα αποτελούν συστατικά ενός χάρτη, και παρουσιάζονται ως μια ενιαία εικόνα raster. Τα δυναμικά στρώματα χάρτη παρέχονται διαδικτυακά από τις υπηρεσίες του ArcGIS Server. Σε κάθε αίτηση παροχής του χάρτη, από τον χρήστη της εφαρμογής, ο ArcGIS Server δημιουργεί μια εικόνα χάρτη on-the-fly. Ο χρόνος απόδοσης εξαρτάται από την ποσότητα και την πολυπλοκότητα των δεδομένων στο χάρτη. Ωστόσο, ο χρόνος θα πρέπει να είναι σχετικά σύντομος και πάντως μεγαλύτερος από το άθροισμα των χρόνων για την ξεχωριστή παροχή των tiles θεματικών επιπέδων από τις διαδικτυακές υπηρεσίες. Ως εκ τούτου, αποτελεί ένα χρήσιμο τρόπο για την προβολή χαρακτηριστικών τα οποία μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου.

- ArcGIS Feature Layers

Τα θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών, περιέχουν πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία του χάρτη. Παρέχουν με γραφικό τρόπο πληροφορίες οι οποίες αφορούν στα στοιχεία τα οποία παρουσιάζονται στον εκάστοτε χάρτη. Η μορφή παρουσίασης αυτών των γραφικών στοιχείων είναι προκαθορισμένη ή προσδιορίζεται εντός του κώδικα του προγράμματος της αναπτυσσόμενης εφαρμογής. Τα θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών αυξάνουν τη λειτουργικότητα του χάρτη, καθώς παρέχουν τη δυνατότητα περιγραφής όλων των χαρακτηριστικών, που εμφανίζονται στον χάρτη. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι δυνατό να δημιουργηθούν από τον ArcGIS Server, και πιο συγκεκριμένα από το ArcGIS Online, μετά από την κατασκευή ενός θεματικού επιπέδου χαρακτηριστικών (feature layer) και προσθήκη

διαφόρων στοιχείων σε αυτό (σημείων, γραμμών, γενικών πληροφοριών κ.τ.λ.). Εκτός όμως από τον ArcGIS Server είναι δυνατό να δημιουργηθούν από την εκάστοτε εφαρμογή, με τη βοήθεια κατάλληλων εντολών οι οποίες παρέχονται από το API της ESRI, δηλαδή να δημιουργηθούν από τον εκάστοτε χρήστη της αναπτυσσόμενης εφαρμογής. Σημειώνεται, ότι όλα τα αναφερόμενα χαρακτηριστικά είναι δυνατό να επεξεργαστούν μέσω του ArcGIS Online πραγματοποιώντας αλλαγές στο κατάλληλο θεματικό επίπεδο χαρακτηριστικών, που χρησιμοποιεί η εκάστοτε εφαρμογή. Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί ότι τα αποθηκευμένα στοιχεία στα θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών είναι δυνατό να υποβληθούν σε ερωτήματα τόσο χωρικά όσο και ερωτήματα χαρακτηριστικών. Τα θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών προσφέρουν υψηλή λειτουργικότητα και χαμηλό κόστος δεδομένου ότι είναι μικρός ο χρόνος επικοινωνίας με τον ArcGIS Server για την ανανέωση των χαρακτηριστικών του θεματικού επιπέδου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα απόδοσης των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι πληροφορίες για κάθε χαρακτηριστικό επιστρέφονται από τον διακομιστή (server), αναλύονται, υποβάλλονται σε επεξεργασία και τελικά εμφανίζονται τόσο στην οθόνη της κινητής συσκευής όσο και στην οθόνη του υπολογιστή, μέσω του ArcGIS Online. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα εύκολου και γρήγορου ελέγχου όλων των χαρακτηριστικών, τα οποία δημιουργήθηκαν από τον χρήστη, καθώς προσφέρεται άμεση εποπτική εικόνα όλων αυτών. Προκειμένου να προσαρμοστούν τα θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών στις εκάστοτε ανάγκες του χρήστη χρησιμοποιούνται ορισμένες ρυθμίσεις, οι οποίες παρέχονται μέσω του ArcGIS for Android feature layer. Ουσιαστικά αυτές οι ρυθμίσεις αποτελούν ορισμένες ενέργειες οι οποίες μπορεί να εκτελεστούν επί των feature layer και αφορούν τόσο στην εξαγωγή ορισμένων χαρακτηριστικών τους όσο και στον τρόπο εμφάνισης και επεξεργασίας τους. Οι λειτουργίες αυτές ορίζονται εντός του κώδικα του προγράμματος με κατάλληλες εντολές.

## II. Χάρτες (Web Maps).

Ένας διαδικτυακός χάρτης δεν αποτελεί έναν μεμονωμένο χάρτη. Είναι δυνατό να αποτελείται από περισσότερα του ενός θεματικά επίπεδα, κάθε ένα από τα οποία διαθέτει καθοριστικό ρόλο για την τελική απεικόνιση του χάρτη. Ένας διαδικτυακός χάρτης μπορεί να δημιουργηθεί και να αποθηκευτεί στη πλατφόρμα του ArcGIS Online και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί από τον εκάστοτε χρήστη. Η πρόσβαση του χρήστη στον αναφερόμενο χάρτη πραγματοποιείται μέσω της διεύθυνσης URL (Uniform Resource Locator) που αυτός διαθέτει. Στο χάρτη είναι δυνατό ανά πάσα στιγμή να προστεθούν ή να αφαιρεθούν θεματικά επίπεδα.



Ένας διαδικτυακός χάρτης μπορεί να κοινοποιηθεί εντός ενός οργανισμού ή μιας ομάδας ατόμων ή να κοινοποιηθεί δημόσια με αποτέλεσμα να είναι προσιτός σε οποιονδήποτε χρήστη. Διαφέρει από έναν απλό χάρτη καθώς είναι δυνατό να αποτελείται από παραπάνω του ενός θεματικά επίπεδα αλλά και από το γεγονός ότι ανά πάσα στιγμή είναι δυνατό να αλλάξουν οι αρχικές ρυθμίσεις ή η σύσταση των θεματικών επιπέδων χωρίς να απαιτείται κάποια αλλαγή στη δομή του κώδικα της εφαρμογής η οποία τους χρησιμοποιεί, καθώς το URL του διαδικτυακού χάρτη παραμένει τα ίδιο.

### III. Γραφικά Θεματικά Επίπεδα (Graphic Layers).

Τα γραφικά θεματικά επίπεδα χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές και έχουν σχεδιαστεί προκειμένου να χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση χαρακτηριστικών με τη βοήθεια των διαθέσιμων συμβόλων και επικαλύψεων που προσφέρονται από το εκάστοτε χρησιμοποιούμενο SDK. Είναι δυνατό να περιλαμβάνουν σημειακούς, γραμμικούς κ.α. συμβολισμούς κάθε ένας από τους οποίους είναι ικανή να ανταποκριθεί καλύτερα στην αναπαράσταση ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού. Το γραφικό θεματικό επίπεδο, είναι υπεύθυνο ώστε να σχεδιάζονται γραφικά στοιχεία ακλουθώντας τη χωρική αναφορά του υποβάθρου. Δεν είναι σχεδιασμένο να καταγράφει χαρακτηριστικά τα οποία δεν διαθέτουν χωρική αναφορά, όπως είναι το σήμα του βορρά κ.α.

Εφόσον, το θεματικό επίπεδο περιλαμβάνει χαρακτηριστικά για τα οποία διαθέτει πληροφορίες, όπως είναι οι συντεταγμένες τους όπως παρουσιάζονται στο σύστημα, είναι δυνατό να υποβληθούν σε ερωτήματα με τη χρήση της μεθόδου `getGraphics()`. Είναι δυνατό επίσης να παρέμβουμε στη κλίμακα παρουσίασης τους θέτοντας μια μέγιστη και μια ελάχιστη κλίμακα απεικόνισης με τη βοήθεια των λειτουργιών `setMaxScale()` και `setMinScale()`. Σημειώνεται ότι, δεν συνίσταται να προστίθεται μεγάλο ποσό γραφικών σε ένα γραφικό θεματικό επίπεδο. Παρόλα αυτά, είναι ικανοποιητικό για απλές εργασίες απεικόνισης χαρακτηριστικών.

### **4.3.3 Δημιουργία γραφικών και ενημέρωση δεδομένων στον διακομιστή (synchronized editing).**

Μια εφαρμογή GIS για να είναι λειτουργική θα πρέπει να είναι σε θέση να δημιουργεί, να επεξεργάζεται και να αποθηκεύει γραφικά και περιγραφικά στοιχεία, τα οποία αναφέρονται στο σύνολο των χαρακτηριστικών του υποβάθρου. Η δημιουργία νέων χαρακτηριστικών (features), προϋποθέτει τη δημιουργία σημειακών, γραμμικών κ.α. γραφικών χαρακτηριστικών, εντός ενός θεματικού επιπέδου. Είναι φανερό όμως, ότι για την επίτευξη αυτού του στόχου θα πρέπει

αρχικά να κατασκευαστεί ένα εργαλείο το οποίο θα είναι σε θέση να δημιουργήσει κατάλληλου είδους χαρακτηριστικά ώστε να αντιστοιχούν στο είδος της γεωμετρίας του θεματικού επιπέδου, το οποίο πρόκειται να τα φιλοξενήσει. Στη περίπτωση που το αναφερόμενο εργαλείο είναι διαδραστικό (δηλαδή απαιτεί τη συμμετοχή του χρήστη για τη δημιουργία του) τότε απαιτείται η σύνδεση της επιφάνειας μελέτης, που περιέχεται ο χάρτης (MapView), με τη δυνατότητα του λογισμικού της κινητής συσκευής να αναγνωρίζει τα γεγονότα επαφής (touch events) με την οθόνη αυτής, παρέχοντας έτσι τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τη θέση του εκάστοτε χαρακτηριστικού, ως προς το σύστημα αναφοράς της οθόνης και κατ' επέκταση το σύστημα αναφοράς του χρησιμοποιούμενου χάρτη. Στη περίπτωση όπου το αναφερόμενο εργαλείο, πραγματοποιεί χρήση του συστήματος εντοπισμού της κινητής συσκευής (GPS), προκειμένου να μπορέσει να εμφανίσει τη θέση του χρήστη επί του χάρτη, τότε θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σύνδεση του προγράμματος με τις υπηρεσίες Location Services, οι οποίες παρέχονται από την κινητή συσκευή (ESRI, 2014).

Εφόσον δημιουργηθεί ένα γραφικό χαρακτηριστικό (σημείο, γραμμή κ.τ.λ) μπορεί να οριστεί ο τρόπος εμφάνισης της, χρησιμοποιώντας όλα τα διαθέσιμα είδη που παρέχονται από το API για το εκάστοτε θεματικό επίπεδο. Εφόσον ρυθμιστεί και αυτή η τελευταία λεπτομέρεια εμφάνισης των χαρακτηριστικών, απαιτείται η αποθήκευση αυτών στο διακομιστή (server) προκειμένου να είναι δυνατή η εκ των υστέρων επεξεργασία αλλά και γενικότερα η θέαση των χαρακτηριστικών τα οποία λήφθηκαν κατά την εκτέλεση των δυνατοτήτων της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο στο πεδίο. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού και την αποστολή των χαρακτηριστικών στο διακομιστή, χρησιμοποιείται η λειτουργία `applyEdits()`, με τη βοήθεια της οποίας αποθηκεύονται τα γραφικά χαρακτηριστικά σε ένα θεματικό επίπεδο χαρακτηριστικών (`ArcGISFeatureLayer`), το οποίο βρίσκεται αποθηκευμένο στον διακομιστή του ArcGIS Online.

Για τη δημιουργία χαρακτηριστικών με την επιλογή τους μετά από άγγιγμα στη οθόνη, είναι απαραίτητο να προστεθεί ακροατής αγγιγμάτων (`listener`) στη MapView – επιφάνεια του χάρτη. Αυτό συμβαίνει ώστε να είναι δυνατός ο εντοπισμός της θέσης κάθε ενός από τα χαρακτηριστικά, τα οποία ο χρήστης θα αγγίξει επί της οθόνης. Έτσι, για την καταγραφή απλών σημείων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος `OnSingleTapListener()`, ενώ για την καταγραφή πολυγώνων ή γραμμών η μέθοδος `MapOnTouchListener()` ή μια πιο σύνθετη μορφή της μεθόδου `OnSingleTapListener()` η οποία καταγράφει μια σειρά αγγιγμάτων στην οθόνη της κινητής συσκευής. Σημειώνεται, ότι το νέο χαρακτηριστικό που δημιουργείται είναι δυνατό να κατασκευαστεί αρχικά σε ένα γραφικό θεματικό επίπεδο (`graphic layer`), προκειμένου ο χρήστης να επεξεργαστεί τη θέση του χαρακτηριστικού και στη συνέχεια να αποθηκευτεί στο τελικό θεματικό επίπεδο χαρακτηριστικών του διακομιστή (`ArcGISFeatureLayer`).

Εφόσον, εντοπιστεί και συλλεχθεί το τελικό στοιχείο προς αποθήκευση, καλείται η μέθοδος `ArcGISFeatureLayer.applyEdits()`, με τη βοήθεια της οποίας αποθηκεύονται τα χαρακτηριστικά στο θεματικό επίπεδο του διακομιστή με συγχρονισμό των ήδη υπαρχόντων χαρακτηριστικών με τα νέα. Αυτή η ασύγχρονη μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσθέσει νέα χαρακτηριστικά, να διαγραφούν αλλά και να ενημερώσετε τα υπάρχοντα χαρακτηριστικά. Τα αναφερόμενα χαρακτηριστικά προστίθενται ως γραφικά αντικείμενα τα οποία συνοδεύονται από τον τύπο της γεωμετρίας με την οποία απεικονίζονται, τις ιδιότητες και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά καθώς και από τον αντίστοιχη μορφή απεικόνισης τους (χρώμα κ.τ.λ.). Εκτός από τα παραπάνω στοιχεία σε κάθε μια από τις εγγραφές των χαρακτηριστικών προσδίδεται και ένα `ObjectID` αυτόματα από τον server (ESRI (2014). ArcGIS for Developers).

Η προαναφερόμενη διαδικασία πραγματοποιείται προγραμματιστικά εντός του κώδικα της αναπτυσσόμενης εφαρμογής και διαθέτει την ακόλουθη μορφή:

```
mMapView = (MapView)findViewById(R.id.map); // Get the MapView from the
layout
mMapView.setOnSingleTapListener(new OnSingleTapListener() { // Set a
single tap listener

    @Override
    public void onSingleTap(float x, float y) {
        // Obtain the clicked point from a single tap on the map
        Point mapPt = map.toMapPoint(x, x);

        // Create a map of attributes (keys must match fields in the
feature layer)
        Map<String, Object> attributes = new HashMap<String, Object>();
        attributes.put("Type", "Park");
        attributes.put("Description", "Editing...");

        // Create a Graphic from the point and attributes, and set a
symbol.
        Graphic newFeatureGraphic = new Graphic(mapPt, new
SimpleMarkerSymbol(Color.RED, 10, STYLE.CIRCLE), attributes, 0);

        // Add the graphic to an array ready to pass to applyEdits.
        Graphic[] adds = {newFeatureGraphic};

        featureLayer.applyEdits(adds, null, null, new
CallbackListener<FeatureEditResult[][]>() {

            public void onError(Throwable error) {
                // Implement error handling code here
            }

            public void onCallback(FeatureEditResult[][] editResult) {
                // Check the response for success or failure
            }
        }
    }
}
```

```

    if (editResult[0] != null && editResult[0][0] != null &&
editResult[0][0].isSuccess()) {
        // Implement any required success logic here
    }
}
});

```

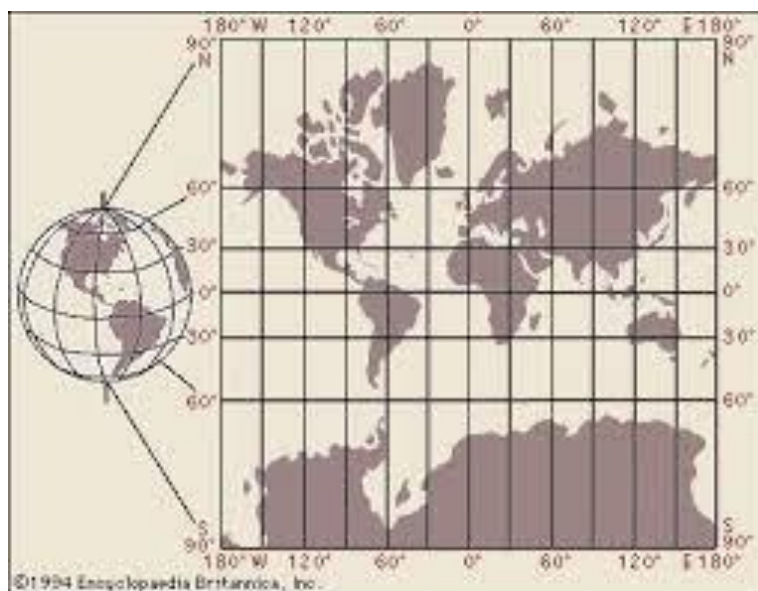
Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ασύγχρονη απόκριση που δημιουργείται από τη μέθοδο `applyEdits()`, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί νέα `CallbackListener` μέθοδος, η οποία είναι σε θέση να διαχειριστεί την αναφερόμενη δυσλειτουργία. Η μέθοδος αυτή λαμβάνει έναν πολυδιάστατο πίνακα `FeatureEditResult[ ][ ]`, ο οποίος περιέχει αντικείμενα τα οποία αφορούν κάθε μια από τις προσθήκες, διαγραφές ή ανανεώσεις των στοιχείων του εκάστοτε θεματικού επιπέδου. Πιο αναλυτικά, στον παραπάνω κώδικα, το `editResult [0]` θα παρέχει αποτελέσματα που αφορούν τα προστιθέμενα στοιχεία, το `editResult [1]` θα παρέχει αποτελέσματα για τα στοιχεία που διαγράφηκαν ενώ το `editResult [2]` θα παρέχει αποτελέσματα για την ανανέωση των υπαρχόντων στοιχείων- χαρακτηριστικών του θεματικού επιπέδου. Η μέθοδος `onCallback ()` καλείται ακόμη και αν υπάρχει κάποιο λάθος με τις αλλαγές, έτσι είναι φανερό ότι θα πρέπει να προστεθεί ένα τέτοιο τμήμα κώδικα στην αναπτυσσόμενη εφαρμογή προκειμένου να ελεγχθεί η επιτυχία ή η αποτυχία ενημέρωσης των δεδομένων του εκάστοτε θεματικού επιπέδου. Τέλος, σημειώνεται ότι η μέθοδος `OnError ()` θα ενεργοποιηθεί μετά από αυτή τη μέθοδο, εάν υπήρξε σφάλμα. Είναι φανερό, λοιπόν, ότι με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η ενημέρωση των χαρακτηριστικών που περιέχονται στο εκάστοτε θεματικό επίπεδο ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται η ενημέρωση επιτυχίας ή αποτυχίας της όλης διαδικασίας συσκευή (ESRI (2014). ArcGIS for Developers).

#### 4.4 Σύστημα Αναφοράς.

Η πλατφόρμα του ArcGIS Online, όπως και κάθε άλλος πάροχος διαδικτυακών χαρτών, έχει υιοθετήσει ως προβολικό σύστημα των δεδομένων της, εκείνο της `Web Mercator Auxiliary Sphere`, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για παγκόσμιους χάρτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέσω διαδικτύου. Δεδομένου ότι διαθέτει παγκόσμια εφαρμογή, είναι φανερό ότι υφίστανται αρκετά σφάλματα και ανακρίβειες κατά την εφαρμογή της σε τοπικό επίπεδο.

#### 4.4.1 Web Mercator Auxiliary Sphere.

Το σύστημα αναφοράς το οποίο χρησιμοποιεί η ESRI και κατ' επέκταση το ArcGIS Online, εντός του οποίου βρίσκονται αποθηκευμένα τα δεδομένα της αναπτυσσόμενης εφαρμογής, διαθέτουν ως σύστημα αναφοράς εκείνο της Web Mercator Auxiliary Sphere. Η προβολή αυτή αποτελεί μια παραλλαγή της προβολής Mercator και αποτελεί προβολή πρότυπο για εφαρμογές χαρτογράφησης στο διαδίκτυο (Web). Η προβολή αυτή έγινε ευρέως γνωστή όταν χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους χάρτες της Google, το 2005. Πλέον, χρησιμοποιείται από όλους σχεδόν τους μεγάλες παρόχους διαδικτυακών χαρτών συμπεριλαμβανομένων των Google Maps όπως είναι οι Bing Maps, οι Mapquest, οι Mapbox, οι OpenStreetMap κ.α.



Εικόνα 4.5: Μερκατορική Προβολή – Web Mercator Auxiliary Sphere (Πηγή: Web Mercator – google images)

Η προβολή Web Mercator αποτελεί παραλλαγή της προβολής Mercator, με μικρές διαφορές, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε προγράμματα χαρτογράφησης τα οποία βασίζονται στο διαδίκτυο (Web-based). Χρησιμοποιεί τους ίδιους τύπους, όπως η πρότυπη προβολή Mercator, ενώ εφαρμόζεται ορθότερα σε χάρτες μικρής κλίμακας. Ωστόσο, η Web Mercator με επίπεδο αναφοράς τη σφαίρα χρησιμοποιείται για την προβολή χαρτών σε όλες τις κλίμακες, ενώ για τη προβολή χαρτών μεγάλης κλίμακας, χρησιμοποιείται εκείνη η μορφή της που διαθέτει ως επίπεδο αναφοράς το ελλειψοειδές. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο μορφών είναι ανεπαίσθητη σε παγκόσμια κλίμακα, αλλά επηρεάζει ιδιαίτερα τη προβολή χαρτών τοπικών περιοχών με αποτέλεσμα να υπάρχει απόκλιση από το ελλειψοειδές της πρότυπης προβολής της Mercator σε χάρτες ίδιας κλίμακας. Η

απόκλιση αυτή γίνεται ιδιαίτερα έντονη όσο απομακρυνόμαστε από τον ισημερινό και είναι δυνατό να φτάσει και τα 335 χιλιόμετρα στο έδαφος. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι οι τύποι που χρησιμοποιούνται από την εξεταζόμενη προβολή αναφέρονται στη σφαιρική μορφή της προβολής, ενώ οι γεωγραφικές συντεταγμένες που χρησιμοποιούνται αναφέρονται στο ελλειψοειδές επίπεδο αναφοράς του WGS84. Το γεγονός αυτό, αναπτύσσει μια παραπάνω ασυνέπεια της μορφής με αποτέλεσμα εκείνη να είναι ελαφρώς μη σύμμορφη.

Η προβολή Web Mercator, διαθέτει ορισμένες ιδιότητες όμοιες με εκείνης της πρότυπης προβολής Mercator. Πιο συγκεκριμένα, ο Βορράς είναι πάντα προς τα πάνω, οι μεσημβρινοί απεικονίζονται από ισαπέχουσες κάθετες γραμμές ενώ πλησιάζοντας προς τους πόλους οι παραμορφώσεις του εμβαδού αυξάνονται. Σε αντίθεση με την ελλειψοειδή και τη σφαιρική μορφή της προβολής. Η Web Mercator δεν αποτελεί απόλυτα σύμμορφη προβολή. Αυτό οφείλεται στη χρήση ελλειψοειδούς επιπέδου αναφοράς για τη λήψη των συντεταγμένων το οποίο είναι αντίθετο ως προς τη σφαιρική μορφή, την οποία υποστηρίζει κατά κύριο λόγο η Web Mercator. Έτσι, οι λοξοδρομίες δεν αποτελούν ευθείες γραμμές αλλά αντίθετα καμπύλες γραμμές.

Παρόλα τα μειονεκτήματα, που παρουσιάζει η εξεταζόμενη προβολή, διαθέτει ευρεία εφαρμογή για τη χαρτών μέσω διαδικτύου οι οποίοι διαθέτουν παγκόσμιο χαρακτήρα. Το γεγονός ότι ακολουθεί τη σφαιρική μορφή για την πραγματοποίηση των υπολογισμών, την καθιστά ιδιαιτέρως εύκολη στη χρήση εντός ποικίλων υπολογιστικών συστημάτων καθώς οι εξισώσεις της δεν είναι πολύπλοκες όπως οι εξισώσεις της ελλειψοειδούς μορφής. Ωστόσο, δεδομένων των παραμορφώσεων που προκαλεί σε χάρτες μεγάλης κλίμακας προτείνεται όλοι οι υπολογισμοί που εκτελούνται να πραγματοποιούνται σε μια άλλη χαρτογραφική προβολή και στη συνέχεια τα προκύπτοντα στοιχεία να προβάλλονται στην Web Mercator. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να μειωθούν κατά το δυνατό, τα σφάλματα στα δεδομένα, τα οποία πραγματοποιούνται εξαιτίας της προβολής της Web Mercator Auxiliary Sphere (Wikipedia, the free encyclopedia –Web Mercator).

#### **4.4.2 Εισαγωγή χαρτών στο ArcGIS Online.**

Η πλατφόρμα του ArcGIS Online, όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιείται προκειμένου να φιλοξενεί τους χάρτες και γενικότερα τα δεδομένα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια από την αναπτυσσόμενη εφαρμογή. Η πλατφόρμα αυτή όμως, χρησιμοποιεί ως προβολή εκείνη της Web Mercator Auxiliary Sphere, η οποία αποτελεί την ευρέως διαδεδομένη προβολή για διαδικτυακή χρήση καθώς παρέχει παγκόσμια κάλυψη. Ωστόσο η προβολή αυτή, παρουσιάζει ορισμένα

σφάλματα όσο αφορά χάρτες κυρίως μεγάλης κλίμακας και περιοχές οι οποίες είναι αποκρυσμένες από τον ισημερινό και πλησιάζουν προς τους πόλους.

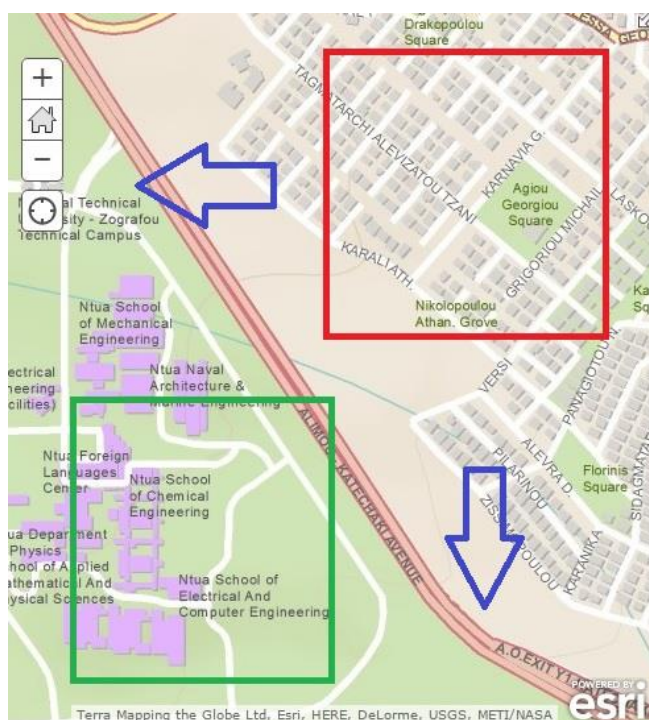
Είναι φανερό ότι μια GIS εφαρμογή, προκειμένου να εκπληρώσει με επιτυχία το σκοπό της ανάπτυξής της, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει όλα τα δεδομένα εκείνα τα οποία συμβάλλουν προς αυτή τη κατεύθυνση. Αυτό σημαίνει, ότι θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν υπόβαθρα-χάρτες, οι οποίοι παρουσιάζουν όλα τα μελετώμενα χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής μελέτης. τα αναφερόμενα υπόβαθρα, όμως, εφόσον αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, είναι φανερό ότι δεν θα ακολουθούν στο σύστημα αναφοράς της Web Mercator αλλά κάποιο άλλο σύστημα αναφοράς ακόμα και κάποιο τοπικό σύστημα.

Φαίνεται, λοιπόν, ότι θα πρέπει να πραγματοποιηθεί προβολή του εκάστοτε υποβάθρου στη προβολή της Web Mercator, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση του στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, η οποία υποστηρίζει μόνο της αναφερόμενη προβολή. Ο μετασχηματισμός του συστήματος αναφοράς προκειμένου να μεταβληθεί στη Web Mercator, πραγματοποιείται αυτόματα κατά την εισαγωγή του εκάστοτε υποβάθρου στη πλατφόρμα του ArcGIS Online. Αυτή η διαδικασία είναι δυνατή καθώς η πλατφόρμα του ArcGIS Online, βρίσκονται αποθηκευμένοι ένα σύνολο μετασχηματισμών μεταξύ διαφορετικών συστημάτων αναφοράς. Έτσι κατά την εισαγωγή του εκάστοτε υποβάθρου στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, αναγνωρίζεται το σύστημα αναφοράς αυτού και στη συνέχεια μέσω του κατάλληλου μετασχηματισμού, προβάλλεται στο επίπεδο της Web Mercator, έτσι ώστε να είναι δυνατή η προβολή, η διαχείριση και η αποθήκευση από την πλατφόρμα του ArcGIS Online.

Κατά την αναφερόμενη εισαγωγή του επιθυμητού υποβάθρου, είναι δυνατό να εμφανιστούν ορισμένα σφάλματα. Τα σφάλματα αυτά, οφείλονται τόσο στις ιδιότητες της ίδια της προβολής Web Mercator όσο και στην ύπαρξη ή μη των μετασχηματισμών από το ένα σύστημα αναφοράς στο άλλο. Το ArcGIS Online, παρέχει ένα σύνολο μετασχηματισμών μεταξύ των συστημάτων αναφοράς αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι είναι δυνατό να διαθέτει απειρία τέτοιου είδους μετασχηματισμών. Είναι φυσικό, επομένως, να υπάρχει έλλειψη ορισμένων μετασχηματισμών, με αποτέλεσμα ο εκάστοτε χάρτης να τοποθετείται στο προβολικό επίπεδο της Web Mercator διαθέτοντας ένα συστηματικό σφάλμα σε όλα τα σημεία αυτού.

Έτσι, αν για παράδειγμα το χρησιμοποιούμενο υπόβαθρο διαθέτει ως σύστημα αναφοράς το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς – ΕΓΣΑ87 τότε κατά την εισαγωγή του στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, θα υπάρξει μια συστηματική μετατόπιση του χάρτη τόσο ως προς τον άξονα Χ όσο και ως προς τον άξονα Υ. Αυτό συμβαίνει καθώς δεν υφίσταται κατάλληλος μετασχηματισμός μεταξύ του ΕΓΣΑ' 87 και της Web Mercator, με αποτέλεσμα η τοποθέτηση του αναφερόμενου

υποβάθρου να είναι μετατοπισμένη σε σχέση με την αντίστοιχη ορθή θέση του, όπως αυτή παρουσιάζεται από έναν παγκόσμιο χάρτη που διαθέτει ως σύστημα αναφοράς εκείνο της Web Mercator (εικόνα 4.6). Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι όσο αφορά την περιοχή της Ελλάδος η μετατόπιση αυτή είναι σταθερή για όλο το εύρος της και είναι δυνατό να υπολογιστεί, προκειμένου να προληφθούν τα σφάλματα που προκύπτουν από την έλλειψη του εν λόγω μετασχηματισμού.



Εικόνα 4.6: Εμφάνιση ορθής θέσης (πράσινο πλαίσιο) και μετατοπισμένης θέσης (κόκκινο πλαίσιο) του υποβάθρου, κατά την εισαγωγή του στο ArcGIS Online.

Δεδομένου, ότι η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά στον ελλαδικό χώρο, πραγματοποιήθηκε μέτρηση της εν λόγω μετατόπισης, προκειμένου να είναι δυνατή η πρόληψη των σφαλμάτων η οποία προκαλείται από αυτό το γεγονός. Προκειμένου να υπολογιστεί η αναφερόμενη μετατόπιση πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των συντεταγμένων αρκετών σημείων στο σύστημα του ΕΓΣΑ'87, τόσο με τη χρήση της πλατφόρμας του ArcGIS Online, όσο και με τη χρήση προγράμματος το οποίο δεν προκαλεί τέτοιου είδους μετατοπίσεις στα δεδομένα (ArcMap). Μετά τη μέτρηση των συντεταγμένων όμοιων σημείων σε κάθε μια από τις ανωτέρω περιπτώσεις υπολογίστηκε ο μέσος όρος των διαφορών ως προς τον άξονα X και ως προς τον άξονα Y, και τελικά προέκυψε ότι η μετατόπιση είναι της τάξης των  $X=149.59m$  και  $Y=288.04m$ . Η αναφερόμενη διαφορά είναι σταθερή για τον ελλαδικό χρόνο και είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να πραγματοποιηθεί πρόληψη σφαλμάτων κατά τη διαχείριση δεδομένων μέσω της πλατφόρμας του ArcGIS Online.



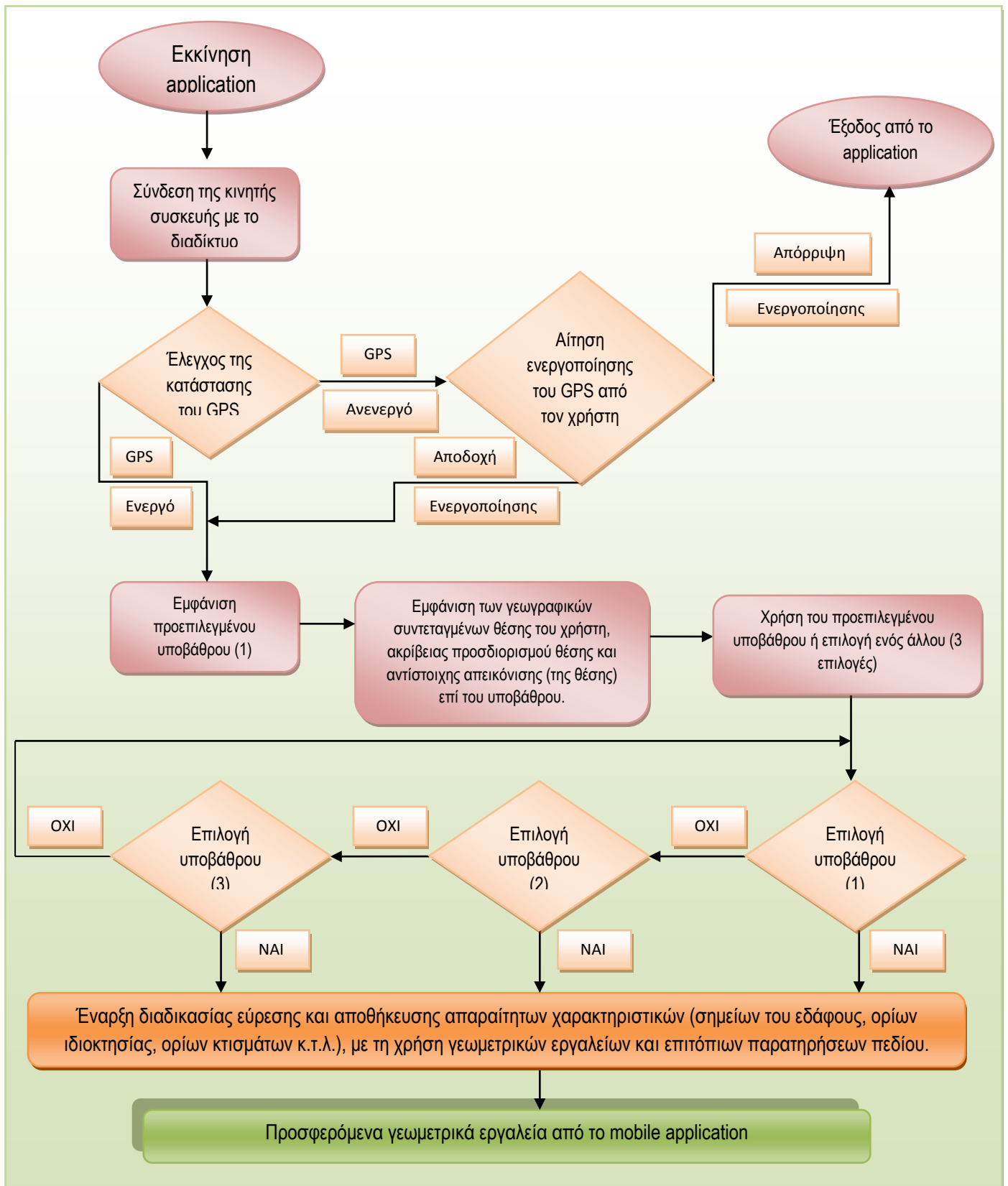
## 5 Περιγραφή δόμησης του Mobile Application.

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται περιγραφή του mobile application, με ονομασία MG\_app, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας και έχει ως στόχο την ενημέρωση μιας κτηματολογικής βάσης δεδομένων και υπαρχόντων τοπογραφικών διαγραμμάτων με τη βοήθεια ορθοφωτογραφιών αλλά και επιτόπιων παρατηρήσεων. Αναφέρεται ο εξοπλισμός και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κινητής συσκευής με τη βοήθεια της οποίας κατασκευάστηκε το mobile application, οι κατηγορίες υποβάθρων που μπορεί να δεχτεί, τα εργαλεία που αναπτύχθηκαν για την εύρεση και καταγραφή χαρακτηριστικών καθώς ο τρόπος και η θέση αποθήκευσης των δεδομένων.

### 5.1 Γενική Περιγραφή mobile application.

Το mobile application, αναπτύσσεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να αποτελέσει ένα εύχρηστο μέσο καταγραφής χαρακτηριστικών του εδάφους αλλά και των επικείμενων αυτού. Η καταγραφή των απαραίτητων χαρακτηριστικών πραγματοποιείται με τη χρήση μιας κινητής συσκευής και των δυνατοτήτων οι οποίες προσφέρονται από το αναπτυσσόμενο mobile application (γεωμετρικά, σχεδιαστικά και εργαλεία αποθήκευσης). Για την καταγραφή των χαρακτηριστικών, προσφέρονται στο χρήστη ένα ή περισσότερα (έως τρία) υπόβαθρα, επί των οποίων θα πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών. Η ύπαρξη και η χρήση κατάλληλων υποβάθρων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο κατά τη διαδικασία καταγραφής των χαρακτηριστικών, καθώς αποτελεί τη βάση συλλογής των χαρακτηριστικών. Η χρήση περισσότερων του ενός υποβάθρων, συμβάλλει στην βέλτιστη καταγραφή της θέσης κάθε χαρακτηριστικού καθώς είναι δυνατή η διαχρονική παρατήρηση. Πιθανές κατηγορίες υποβάθρων για κτηματολογικές καταγραφές, μπορεί να είναι είτε ορθοφωτογραφίες είτε υπάρχοντα τοπογραφικά. Η χρήση ορθοφωτογραφιών είναι απαραίτητη καθώς αποτελούν το βασικό υπόβαθρο το οποίο χρησιμοποιεί το Κτηματολόγιο.

Σημαντικό στοιχείο στη διαδικασία καταγραφής, είναι ο προσδιορισμός της ακριβούς θέσης του χρήστη αλλά και της ακρίβειας με την οποία πραγματοποιείται εν λόγω εντοπισμός. Αυτός επιτυγχάνεται με την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της κινητής συσκευής και πιο συγκεκριμένα, με τη χρήση του συστήματος εντοπισμού θέσης (GPS) που διαθέτει. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του GPS, προσδιορίζεται η θέση του χρήστη πάνω στο υπόβαθρο, γεγονός που βοηθά στον προσανατολισμό του στο πεδίο. Με την εκκίνηση του mobile application, παρουσιάζεται στο χρήστη το σύνολο των υποβάθρων που είναι διαθέσιμα, καθώς και η ακριβή θέση του επί αυτών. Η αναλυτική διαδικασία, που εκτελείται κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.1.



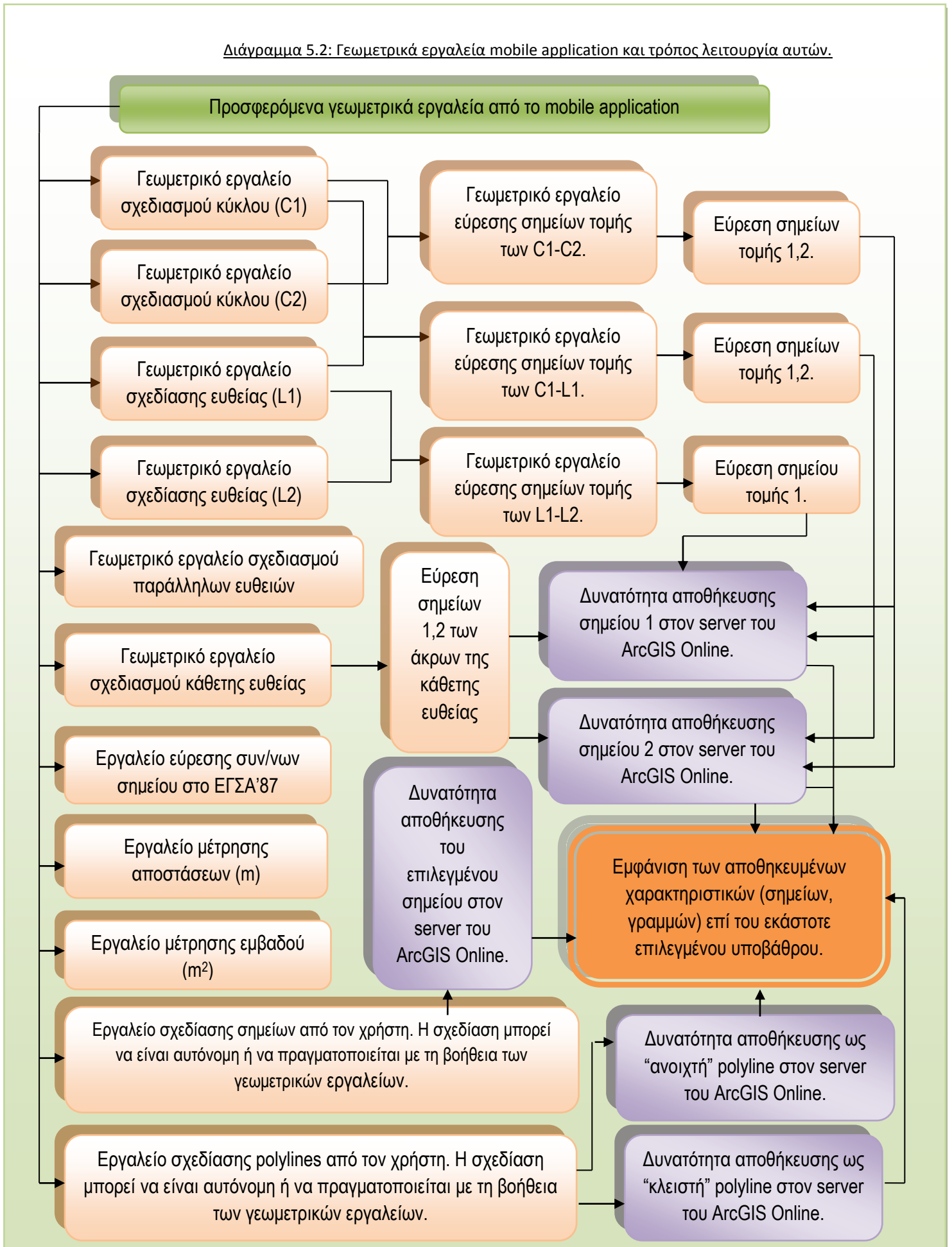
Διάγραμμα 5.1: Διάγραμμα ροής εργασιών mobile application

Σύμφωνα με το διάγραμμα ροής 5.1, κατά την εκκίνηση της εφαρμογής θα πρέπει να έχει ενεργοποιηθεί η σύνδεση της κινητής συσκευής με το διαδίκτυο, ώστε να

υπάρχει πρόσβαση στα αρχικά δεδομένα (υπόβαθρο κ.τ.λ), που βρίσκονται στη πλατφόρμα του ArcGIS Online. Σημαντικό ρόλο διαθέτει, επίσης, η ενεργοποίηση του GPS, ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί η ακριβής θέση της κινητής συσκευής (χρήστη). Για το λόγο αυτό, παρουσιάζεται στο χρήστη προειδοποιητικό μήνυμα σε περίπτωση όπου η λειτουργία του GPS δεν είναι ενεργοποιημένη, προτρέποντας τον να το ενεργοποιήσει. Σε περίπτωση όπου ο χρήστης, δεν επιλέξει τελικά να ενεργοποιήσει της λειτουργία του GPS, το application τερματίζει τη λειτουργία του. Στη συνέχεια εμφανίζεται στο χρήστη ένα από τα υπόβαθρα, το οποίο έχει οριστεί ως αρχικό υπόβαθρο από τον προγραμματιστή. Ταυτόχρονα με την εμφάνιση του υποβάθρου, παρουσιάζονται οι γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ,η) της θέσης του χρήστη, η ακρίβεια προσδιορισμού αυτής αλλά και το αντίστοιχο στίγμα του επί του υποβάθρου. Στο σημείο αυτό, είναι δυνατό να ξεκινήσει η διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών με τη χρήση των γεωμετρικών, σχεδιαστικών εργαλείων και των εργαλείων αποθήκευσης. Σημειώνεται ότι ο χρήστης είναι δυνατό ανά πάσα στιγμή να αλλάξει το υπάρχον υπόβαθρο, και να επιθέσει ένα από τα υπολειπόμενα δύο, προκειμένου να συνεχίσει τις διαδικασίες καταγραφής των χαρακτηριστικών.

Η χρήση των γεωμετρικών εργαλείων, είναι απαραίτητη σε προβληματικές περιπτώσεις, όπως η κάλυψη κάποιου χαρακτηριστικού από βλάστηση. Προκειμένου, να είναι δυνατός ο εντοπισμός των προβληματικών χαρακτηριστικών τίθενται δεσμεύσεις ως προς σταθερά σημεία τα οποία είναι ορατά στο εκάστοτε υπόβαθρο. Οι δεσμεύσεις αυτές μπορεί να αναφέρονται σε αποστάσεις από σταθερά σημεία (η τιμή των οποίων προσδιορίζεται από τον χρήστη και εισάγεται σε κατάλληλο πεδίο στην οθόνη της κινητής συσκευής), παραλληλίες, ευθυγραμμίες, καθετότητες μεταξύ ορίων ιδιοκτησιών ή συνδυασμός όλων αυτών. Εκτός από το σύνολο των γεωμετρικών εργαλείων κατασκευάστηκε και ένα σύνολο εργαλείων αποθήκευσης, για τη διατήρηση των συλλεγόμενων δεδομένων. Τα εργαλεία αυτά έχουν τοποθετηθεί σε κατάλληλα κατασκευασμένες λίστες επιλογών και αποσκοπούν στην εύρεση, τη περιγραφή και τελικά την αποθήκευση των απαραίτητων χαρακτηριστικών. Το σύνολο των αναφερόμενων εργαλείων αλλά και ο τρόπος χρήσης τους παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.2.

Διάγραμμα 5.2: Γεωμετρικά εργαλεία mobile application και τρόπος λειτουργία αυτών.



Σύμφωνα με το διάγραμμα ροής 5.2, μετά την επιλογή του αρχικού υποβάθρου μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα αναπτυσσόμενα γεωμετρικά εργαλεία. Σημειώνεται ότι η χρήση των γεωμετρικών εργαλείων σχεδιασμού κύκλων, ευθειών, παράλληλων ευθειών, κάθετης ευθείας, υπολογισμού συντεταγμένων σημείων, μέτρησης αποστάσεων, μέτρησης εμβαδού, σχεδιασμού σημείου και polyline, είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή είναι δυνατό να εκτελεστούν ταυτόχρονα και να εμφανιστούν τα αποτελέσματά τους επί του υποβάθρου. Αντίθετα, η χρήση των γεωμετρικών εργαλείων εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ κύκλων και ευθειών, είναι εξαρτημένη από τα εργαλεία σχεδίασης κύκλων και ευθειών, καθώς χωρίς την αρχικά χρήση αυτών, η επιλογή τους δεν οδηγεί σε κάποιο αποτέλεσμα. Εφόσον πραγματοποιηθεί η εύρεση των απαραίτητων χαρακτηριστικών (σημείων, γραμμών, περιγραφικών πληροφοριών) μπορεί να πραγματοποιηθεί αποθήκευση αυτών, με τη χρήση των κατάλληλων εντολών (εργαλείων αποθήκευσης) στον server του ArcGIS Online (ο οποίος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων κατά την ανάπτυξη του Mobile Application), ώστε να είναι δυνατή η μετέπειτα αξιοποίηση τους.

## 5.2 Απαιτούμενο Λογισμικό Ανάπτυξης.

Για την ανάπτυξη του Mobile Application, πραγματοποιήθηκε λήψη και εγκατάσταση ενός συνόλου εργαλείων λογισμικού τα οποία είναι απαραίτητα για την έναρξη της διαδικασίας δόμησης του application. Πιο αναλυτικά:

- Πραγματοποιήθηκε η λήψη και η εγκατάσταση του Eclipse, το οποίο αποτέλεσε το περιβάλλον ανάπτυξης του application.
- Πραγματοποιήθηκε λήψη και εγκατάσταση του πακέτου ανάπτυξης Java, Oracle JDK 6 (Java Development Kit). Υπάρχουν διάφορες εκδοχές του JDK, όμως στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε το Oracle JDK, καθώς αποτελεί πρωτότυπη υλοποίηση JDK και υποστηρίζει μεγάλο εύρος από πλατφόρμες.
- Πραγματοποιήθηκε λήψη και εγκατάσταση του Android SDK Manager (για API level 19), η οποία περιλαμβάνει εργαλεία ανάπτυξης SDK για το συγκεκριμένο επίπεδο Android, επεκτείνοντας τις δυνατότητες της κινητής συσκευής.
- Πραγματοποιήθηκε η λήψη και εγκατάσταση του ArcGIS Runtime SDK for Android της ESRI, το οποίο προσθέτει τη λειτουργία του ArcGIS στην αναπτυσσόμενη εφαρμογή μέσω των βιβλιοθηκών (με μεγάλη ποικιλία μεθόδων και λειτουργιών), που περιέχει και υποστηρίζει.
- Τέλος, για την αποθήκευση και τη διαχείριση των δεδομένων (χαρτών και θεματικών επιπέδων), χρησιμοποιήθηκε ο Server του ArcGIS Online.

### 5.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά κινητής συσκευής.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη του mobile application θα πρέπει αρχικά να οριστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά που απαιτείται να διαθέτει η εκάστοτε κινητή συσκευή, ώστε να είναι σε θέση να το υποστηρίξει και στη συνέχεια να το εκτελέσει. Αυτά τα χαρακτηριστικά αφορούν τις εξής παραμέτρους:

- Επίπεδο λειτουργικού συστήματος Android.
- Διαστάσεις οθόνης.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε ανάπτυξη και σχεδιασμός του application ώστε να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά της συσκευής η οποία χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο ανάπτυξης και λειτουργίας του. Πιο συγκεκριμένα, το mobile application εφαρμόστηκε στη κινητή συσκευή Samsung Galaxy Grand 2 SM-G7105, η οποία διαθέτει λειτουργικό σύστημα Android 4.4.2 (KitKat) – API level 19, διάσταση οθόνης 5.25 ίντσες (720x1280 pixel) και συνολική μνήμη 8GB.

#### I. Επίπεδο λειτουργικού συστήματος Android

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά, το οποίο πρέπει να δηλωθεί κατά την ανάπτυξη του application είναι το επίπεδο του λειτουργικού συστήματος Android το οποίο υποστηρίζει όλες τις λειτουργίες του application. Το μέγιστο και το ελάχιστο επίπεδο του λειτουργικού συστήματος Android που θα πρέπει να διαθέτει η εκάστοτε κινητή συσκευή, για να είναι σε θέση να εκτελεστεί η εφαρμογή, δηλώνεται στο αρχείο AndroidManifest.xml του προγράμματος. Η δήλωση των επιπέδων Android που υποστηρίζουν την εν λόγω εφαρμογή πραγματοποιείται με της δήλωσης <uses-sdk>. Το αρχείο AndroidManifest.xml διαθέτει τη μορφή που παρουσιάζεται στην εικόνα 6.1.

Σύμφωνα με τη εικόνα 5.1, όπως παρουσιάζεται στο περιγεγραμμένο τμήμα του αρχείου, τίθεται ως ελάχιστο επίπεδο λειτουργικού συστήματος Android το API level 19 – Android 4.4.2 (KitKat), μέσω της δήλωσης minSdkVersion, το οποίο αποτελεί το επίπεδο της χρησιμοποιηθείσας κινητής συσκευής για την ανάπτυξη του mobile application. Σημειώνεται, ότι το mobile application μπορεί να εκτελεστεί σε συσκευή με διαφορετικό επίπεδο Android, μετά από αλλαγή του API level στο αρχείο AndroidManifest.xml. Η δήλωση αυτή αποτελεί το μοναδικό κριτήριο που μπορεί να ελεγχθεί προτού πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση του application σε μια κινητή συσκευή και συμβάλλει στη πρόληψη αστοχιών κατά την εγκατάσταση.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="MG.tile.namespace"
    android:versionCode="1"
    android:versionName="1.0">

    <uses-sdk android:minSdkVersion="19" />

    <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
    <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
    <uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
    <uses-feature android:glEsVersion="0x00020000" android:required="true"/>

    <application android:icon="@drawable/ic_launcher" android:label="@string/app_name">
        <activity android:name=".MG_app_tileActivity"
            android:label="@string/app_name">
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>
</manifest>

```

Εικόνα 5.1: Δομή αρχείου AndroidManifest.xml

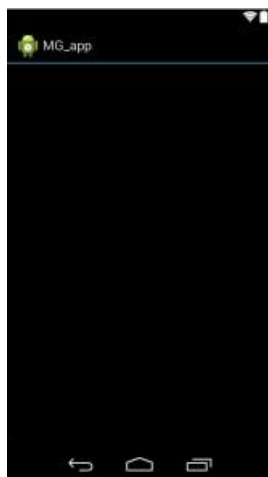
## II. Διαστάσεις οθόνης κινητής συσκευής

Η οθόνη αποτελεί το περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη του application διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο για την εκτέλεση και τελικά την επιτυχή λειτουργία του. Σε ArcGIS εφαρμογές, που διαθέτουν χαρτογραφικό υπόβαθρο και απαιτούν μεγάλη ακρίβεια, η ύπαρξη και χρήση μιας οθόνης μεγάλων διαστάσεων είναι αναγκαία. Καθορίζει το εύρος εντός του οποίου θα τοποθετηθεί το σύνολο των λειτουργιών οι οποίες συνθέτουν το αναπτυσσόμενο application.

Στο περιβάλλον ανάπτυξης του Eclipse, σχεδιάζεται η αρχική επιφάνεια του application είτε με χρήση κώδικα είτε με τη βοήθεια του σχεδιαστικού εργαλείου για τον σχεδιασμό της διάταξης της οθόνης εντός του υποφακέλου layout του αρχείου main.xml. Το σχεδιαστικό εργαλείο προσφέρει στον προγραμματιστή το αρχικό περιβάλλον της οθόνης του application ως ένα κενό καμβά, που μπορεί να οριστεί:

- Το είδος της διάταξης (οριζόντια στοίχιση, κάθετη στοίχιση, σχετική στοίχιση θέσεων κ.τ.λ).
- Το είδος των widgets που μπορεί να εισάγει, ανάλογα με το επίπεδο του λειτουργικού συστήματος (κουμπιά, κείμενο, πεδία εισαγωγής δεδομένων κ.τ.λ).
- Την εισαγωγή διαφόρων γραφικών στοιχείων, όπως είναι εικόνες, γραφική απεικόνιση της ώρας ή της ημερομηνίας κ.τ.λ.

Το αρχικό περιβάλλον με βάση το οποίο πραγματοποιείται η σχεδίαση της διάταξης του περιβάλλοντος διεπαφής με τον χρήστη, με τη βοήθεια του εργαλείου σχεδίασης του Eclipse, διαθέτει μορφή η οποία παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.2: Αρχικό (κενό) περιβάλλον διεπαφής.

## 5.4 Υπόβαθρο Mobile Application.

Κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής ArcGIS, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο ορισμός και η χρήση του κατάλληλου υποβάθρου, αφού, η καταγραφή των χαρακτηριστικών του εδάφους, των κτισμάτων, των ιδιοκτησιών πραγματοποιείται σε αυτό κατά τη διάρκεια εργασίας στο πεδίο.

### 5.4.1 Τύποι Υποβάθρων.

Η αναπτυσσόμενη εφαρμογή διαθέτει τοπογραφικό χαρακτήρα, γεγονός που σημαίνει ότι τα υπόβαθρα που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να παρουσιάζουν την υπάρχουσα κατάσταση του εδάφους ή την προ ετών κατάσταση, ώστε να μπορεί να γίνει η καταγραφή νέων χαρακτηριστικών είτε με άμεση αναγνώριση επί της εικόνας είτε με δεσμεύσεις από παλαιά χαρακτηριστικά σημεία των οποίων η θέση παραμένει αμετάβλητη και είναι ορατή στο υπόβαθρο.

Κατάλληλα είδη υποβάθρων αποτελούν παλαιά ή νέα τοπογραφικά διαγράμματα, πρόσφατες ή παλαιότερες ορθοφωτογραφίες εφόσον δεν επηρεάζονται από εκτροπές λόγω αναγλύφου, οι οποίες διαστρεβλώνουν την ορθή θέση των χαρακτηριστικών επί του εδάφους. Απαιτείται η γεωαναφορά των εκάστοτε υποβάθρων, για την σωστή τοποθέτησή τους στον χώρο. Ως επιθυμητό σύστημα αναφορά τίθεται το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ' 87,αθώς η



πλειοψηφία των διαθέσιμων υποβάθρων εκφράζονται σε αυτό. Το γεγονός αυτό δεν απαγορεύσει τη χρήση υποβάθρων τα οποία είναι εκφρασμένα σε άλλα συστήματα αναφοράς καθώς είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μετασχηματισμός αυτών εκ των προτέρων και στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί η χρήση τους από το mobile application.

### 5.4.2 Σύνθεση Υποβάθρων και Εισαγωγή στο ArcGIS Online

Η πλατφόρμα του ArcGIS Online, προσφέρει διάφορων ειδών υπόβαθρα, τα οποία είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ως υπόβαθρα για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές. Παρόλη αυτή τη δυνατότητα από την ESRI, οι χάρτες από την συλλογή του ArcGIS Online δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλων των ειδών τις εφαρμογές. Συνεπώς απαιτείται η δημιουργία ενός υποβάθρου, το οποίο να προσαρμόζεται με τον καλύτερο τρόπο στο σκοπό της εκάστοτε αναπτυσσόμενης εφαρμογής.

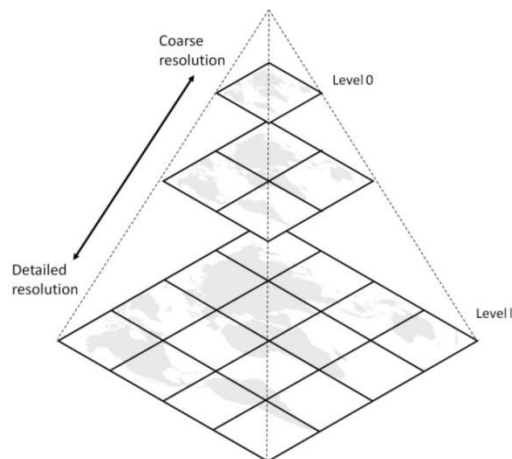
Ο ορισμός ενός χάρτη ως υπόβαθρο, στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, θα πρέπει να διαθέτει μια συγκεκριμένη μορφή (format) ώστε κατά την εισαγωγή του στη πλατφόρμα του ArcGIS Online να λάβει τη μορφή ενός tile layer, το οποίο αποτελεί τη μόνη συμβατή μορφή θεματικού επιπέδου που μπορεί να τεθεί ως υπόβαθρο. Το ArcGIS Online, αναγνωρίζει και δέχεται tile packages των επιθυμητών χαρτών και στη συνέχεια μέσω αυτών δημιουργεί tile layers, τα οποία είναι δυνατό να τεθούν ως υπόβαθρα. Εκτός των θεματικών επιπέδων των υποβάθρων στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, είναι δυνατό να κατασκευαστούν θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών τα οποία μπορούν να τεθούν επί του υποβάθρου για να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο επίπεδο πληροφοριών.

#### I. Δημιουργία tile packages

Τα tile packages αποτελούν πακέτα εικόνων, οι οποίες συνθέτουν τον τελικό χάρτη που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Με τη δημιουργία ενός tile package ενός χάρτη, δημιουργείται ένα σύνολο από εικόνες από τον αρχικό χάρτη κάθε μια από τις οποίες περιγράφει μια συγκεκριμένη περιοχή με διαφορετικό επίπεδο λεπτομέρειας κάθε φορά. Ουσιαστικά το tile package, αποτελεί μια πυραμίδα (εικόνα 5.3) εικόνων κάθε επίπεδο της οποίας προσφέρει διαφορετικό μέγεθος ανάλυσης.

Τα tile packages διαθέτουν tile package format (.tpk) και η κατασκευή τους απαιτεί τις εξής προϋποθέσεις:

- Το χάρτη που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως υπόβαθρο και τη γεωαναφορά του.
- Το πρόγραμμα ArcMap, για τη δημιουργία του tile package.



Εικόνα 5.3: Επίπεδα λεπτομερειών (tiles) ενός tile package (Πηγή: google)

Σύμφωνα, επομένως με τα παραπάνω, το πρώτο βήμα για τη κατασκευή ενός tile package, είναι η εύρεση και η γεωαναφορά του κατάλληλου υποβάθρου. Στη συνέχεια είναι απαραίτητο να οριστεί το tiling scheme του tile package. Το tiling scheme ορίζει το σύνολο των κλιμάκων τις οποίες θα υποστηρίζει το κατασκευαζόμενο tile package. Ουσιαστικά, ορίζει τη τιμή της μέγιστης και της ελάχιστης μεγέθυνσης του χάρτη κατά τη χρήση του στα πλαίσια της αναπτυσσόμενης εφαρμογής.

Μετά την εκτέλεση της εν λόγω διαδικασίας το προκύπτον (tile package) .tpk αρχείο εισάγεται στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, όπου αυτόματα δημιουργείται ένα θεματικό επίπεδο tile layer, με πηγή το αρχείο αυτό. Το αναφερόμενο θεματικό επίπεδο τίθεται ως υπόβαθρο, μετά από την επιλογή της κατάλληλης εντολής από το ArcGIS Online.

## II. Δημιουργία Θεματικών επιπέδων χαρακτηριστικών.

Στο θεματικό επίπεδο του υποβάθρου είναι δυνατό να προστεθούν κι άλλα θεματικά επίπεδα με αποτέλεσμα να κατασκευαστεί ένας πλήρης χάρτης ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την αναπτυσσόμενη εφαρμογή ArcGIS. Τέτοιου είδους θεματικά επίπεδα αποτελούν τα θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών (σημειακών, γραμμικών, επιφανειακών). Διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία συλλογής. Κάθε ένα από αυτά είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση χαρακτηριστικών συγκεκριμένου τύπου καθώς και ποικίλων περιγραφικών πληροφοριών που συνδέονται με αυτό. Η δημιουργία τους, πραγματοποιείται από τη πλατφόρμα του ArcGIS Online, εφόσον εισαχθεί σε αυτή ο κατάλληλος τύπος αρχείου. Η πλατφόρμα του ArcGIS Online δέχεται αρχεία τύπου shapefile (.shp), με τη βοήθεια των οποίων κατασκευάζει στη συνέχεια θεματικά επίπεδα χαρακτηριστικών (σημειακά, γραμμικά, επιφανειακά), feature layers. Η κατασκευή των αναφερόμενων αρχείων πραγματοποιείται μέσω του προγράμματος ArcMap.

Σημειώνεται ότι κατά την εισαγωγή τόσο των tile packages όσο και των shapfiles, στην πλατφόρμα του ArcGIS Online, πραγματοποιείται προβολή τους στο σύστημα αναφοράς της Web Mercator. Συνεπώς, η λήψη στοιχείων που αναφέρονται σε κάποιο άλλο σύστημα αναφοράς, όπως το ΕΓΣΑ'87, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μετά την εκτέλεση κατάλληλου μετασχηματισμού εντός του κώδικα της ArcGIS εφαρμογής (mobile application).

### 5.4.3 Ορισμός Υποβάθρου εντός του κώδικα του προγράμματος.

Ο ορισμός του υποβάθρου, αποτελεί συνδυασμό δύο ενεργειών, του ορισμού του τμήματος της οθόνης που θα καταλαμβάνει και του ορισμού του συγκεκριμένου υποβάθρου που θα παρουσιάζεται στη θέση αυτή. Συνεπώς πρέπει να τροποποιηθεί το αρχείο main.xml, για τον ορισμό του τμήματος της οθόνης που θα καταλαμβάνεται από το χαρτογραφικό υπόβαθρο αλλά και το αρχείο του υποφακέλου src, MG\_app\_tileActivity.java, το οποίο περιλαμβάνει τη κύρια δραστηριότητα του προγράμματος ή διαφορετικά το κύριο σώμα του.

#### 1. Παρέμβαση στο αρχείο main.xml

Ο ορισμός αυτού του τμήματος πραγματοποιείται εντός του αρχείου main.xml με την προσθήκη της γεωγραφικής λειτουργίας MapView, η οποία προσφέρεται από τις βιβλιοθήκες του ArcGIS Runtime SDK 10.2.5 for Android της ESRI, με σκοπό την προσθήκη χαρτογραφικού υποβάθρου στην αναπτυσσόμενη εφαρμογή. Πραγματοποιείται δέσμευση ενός τμήματος της οθόνης, προσδιορίζοντας εντός του κώδικα τις διαστάσεις του. Το τμήμα του κώδικα στο αρχείο main.xml, που αναφέρεται στον ορισμό του τμήματος της οθόνης, είναι το εξής:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<LinearLayout

xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent"
    android:orientation="vertical">

<!-- MapView layout and initial extent -->

    <com.esri.android.map.MapView
        android:id="@+id/map"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="346dp"
        android:layout_weight="0.61">
    </com.esri.android.map.MapView>
```

</LinearLayout>

Ως βασική διάταξη ολόκληρης της οθόνης τίθεται η γραμμική (Linear Layout), ενώ το δεσμευμένο τμήμα αυτής διαθέτει ύψος (`layout_height` - κάθετη διάσταση της οθόνης από την πάνω αριστερή γωνία) 346dp και πλάτος (`layout_width`) ίσο προς το πλάτος της οθόνης (`match_parent`). Ως χαρακτηριστικό όνομα (`id`) του τμήματος της οθόνης, δίνεται η ονομασία `map`, με την οποία καλείται από διάφορα τμήματα του κώδικα του προγράμματος προκειμένου να πραγματοποιείται η απεικόνιση του εκάστοτε υποβάθρου.

Το τελικό αποτέλεσμα, παρουσιάζεται στην εικόνα 5.4, ως το γραμμοσκιασμένο τμήμα της οθόνης.



Εικόνα 5.4: Ορισμός τμήματος περιβάλλοντος διεπαφής που θα καταλαμβάνει το εκάστοτε υπόβαθρο.

## II. Πρόσβαση στο αρχείο MG\_app\_tileActivity.java

Εντός του αρχείου της κύρια δραστηριότητας του application (`MG_app_tileActivity.java`), ορίζεται ο τρόπος κλήσης των υποβάθρων από τον Server του ArcGIS Online και ο τρόπος σύνδεσης με το δεσμευμένο τμήμα της οθόνης για την απεικόνισή τους.

- Αρχικά, δηλώνεται η μεταβλητή που περιγράφει το τμήμα εντός του οποίου θα προβάλλεται το χαρτογραφικό υπόβαθρο.

```
MapView mMapView;
```

- Συνεχίζοντας, πραγματοποιείται σύνδεση μεταξύ του σώματος του κύριου προγράμματος και του αρχείου `main.xml`.

```
setContentView(R.layout.main);
```

```
mMapView = (MapView) findViewById(R.id.map);
```

Οι εντολές αυτές περιέχονται στη δραστηριότητας `OnCreate()`, του αρχείου `MG_app_tileActivity.java`, και εκτελούνται κάθε φορά που πραγματοποιείται εκκίνηση της εφαρμογής. Αναλυτικότερα:

- `setContentView(R.layout.main)` : Με την εντολή αυτή τίθεται ως περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη εκείνο το οποίο περιγράφεται από το αρχείο `main.xml`.
  - `mMapView = (MapView) findViewById(R.id.map)`: Με την εντολή αυτή πραγματοποιείται σύνδεση της μεταβλητής `mMapView`, με το τμήμα της οθόνης που εμφανίζονται τα χαρτογραφικά υπόβαθρα.
- Η κλήση ενός χάρτη από το, πραγματοποιείται μέσω του URL, που του αντιστοιχεί (στον Server). Η λήψη του εκάστοτε χάρτη και ο ορισμός του ως υπόβαθρο, γίνεται με την εξής εντολή (εντός της βασικής δραστηριότητας `OnCreate()`):

```
mMapView.addLayer(new  
ArcGISTiledMapServiceLayer("http://tiles.arcgis.com/....."));
```

Ο χάρτης προστίθεται ως θεματικό επίπεδο `tile layer` (του ArcGIS Online), στο τμήμα της οθόνης που ορίζει η μεταβλητή `mMapView`.

- Τα θεματικά επίπεδα χάρτη που προστίθενται στη `MapView`, διαθέτουν προκαθορισμένα επίπεδα κλίμακας. Για την ομαλή λειτουργία του `mobile application` πραγματοποιείται θέσπιση της μέγιστης και της ελάχιστης κλίμακας εμφάνισης του χάρτη μέσω των εντολών :

```
mMapView.setMaxScale(125);  
mMapView.setMinScale(2000);
```

Η εντολή `mMapView.setMaxScale()`, θέτει τη μέγιστη τιμή της κλίμακας, με τη χρήση του ακεραίου που αντιπροσωπεύει το στοιχείο  $\chi$  της δήλωσης 1:χ. Κατά όμοιο τρόπο ορίζεται και η ελάχιστη κλίμακα, μέσω της εντολής `mMapView.setMinScale()`.

Για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του αναπτυσσόμενου `mobile application`, κρίνεται απαραίτητο να δομηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να προσφέρει στον εκάστοτε χρήστη τη δυνατότητα παρατήρησης των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών σε περισσότερα του ενός υπόβαθρα (έως τρία), εφόσον αυτά είναι διαθέσιμα. Η δυνατότητα εναλλαγής υποβάθρων δίνεται μέσω της χρήσης ενός `widget`, που υποστηρίζεται από το χρησιμοποιούμενο λογισμικό Android API 19, και πιο συγκεκριμένα εκείνο το `widget` δημιουργίας κουμπιών, επί της οθόνης της κινητής συσκευής. Η τοποθέτηση των κουμπιών απαιτεί την τροποποίηση του αρχείου `main.xml` καθώς και του αρχείου `MG_app_tileActivity.java`.

### III. Τροποποίηση του αρχείου main.xml για τη δημιουργία κουμπιών (buttons).

Η τοποθέτηση των κουμπιών γίνεται στον κενό χώρο της οθόνης που απομένει, μετά τον ορισμό του τμήματος που θα καλύπτεται από τον εκάστοτε χάρτη. Ο κενός χώρος οργανώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να διαχειρίζεται όλα τα αντικείμενα τα οποία πρόκειται να προστεθούν στο κενό τμήμα της οθόνης, προκειμένου να βρίσκονται σε μια σχετική θέση μεταξύ τους. Δημιουργείται μια σχετική διάταξη αντικειμένων (Relative Layout), εντός της γραμμικής (Linear Layout). Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, τοποθετείται το ακόλουθο τμήμα κώδικα εντός του Linear Layout (main.xml):

```
<RelativeLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="106dp"
    android:layout_weight="0.57"
    android:orientation="vertical" >
</RelativeLayout>
```

Ο προσανατολισμός της σχετικής διάταξης είναι κατακόρυφη (android:orientation="vertical") ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζονται οι διαστάσεις της οθόνης στις οποίες εφαρμόζεται αυτή η διάταξη. Εντός αυτής τοποθετούνται στο κάτω μέρος της οθόνης τρία κουμπιά, και περιγράφονται εντός του κώδικα ως εξής:

```
<Button
    android:id="@+id/button1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentBottom="true"
    android:layout_alignParentLeft="true"
    android:layout_below="@+id/editText2"
    android:text="Basemap 1" />
```

Τα αντιπροσωπευτικά χαρακτηριστικά κάθε κουμπιού είναι τα εξής:

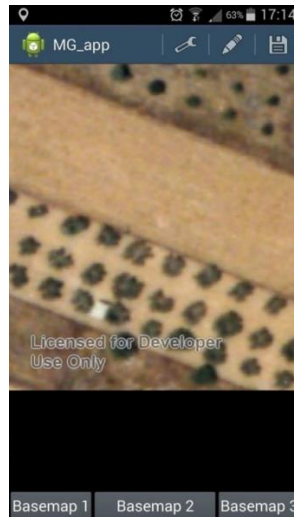
- android:id="@+id/button"  
Η δήλωση αυτή, προσδίδει ένα κωδικό (id) στο κουμπί μέσω του οποίου καλείται από το κύριο σώμα του προγράμματος.
- android:layout width="wrap\_content"  
Η δήλωση αυτή, προσδιορίζει ότι το πλάτος κάθε κουμπιού θα διαθέτει τέτοιο μέγεθος, έτσι ώστε να προσαρμόζεται στο μέγεθος του κειμένου που αναγράφεται επί αυτού, και αποτελεί την ονομασία του.
- android:layout height="wrap\_content"  
Η δήλωση αυτή, προσδιορίζει ότι το ύψος κάθε κουμπιού θα διαθέτει τέτοιο μέγεθος, έτσι ώστε να προσαρμόζεται στο μέγεθος του κειμένου που αναγράφεται επί αυτού, και αποτελεί την ονομασία του.
- android:layout alignParentBottom="true"  
Η δήλωση αυτή, σημαίνει ότι κάθε ένα από τα κατασκευαζόμενα κουμπιά τοποθετούνται στο κάτω μέρος της οθόνης της κινητής συσκευής.
- android:layout alignTop="@+id/button1",android:layout toLeftOf="@+id/button2", android:layout toRightOf="@+id/button1"

Οι δηλώσεις αυτές, αναφέρονται στη σχετική θέση του εκάστοτε κουμπιού σχετικά με τα αντικείμενα τα οποία βρίσκονται σε διάταξη.

- `android:text="Basemap 3"`

Η δήλωση αυτή, προσδιορίζει την ονομασία που αναγράφεται πάνω στο κάθε κουμπί και είναι ορατή στο χρήστη του αναπτυσσόμενου mobile application.

Μετά τις παραπάνω αλλαγές, η οθόνη θα διαθέτει την ακόλουθη μορφή (εικόνα 5.5):



Εικόνα 5.5:Εμφάνιση εικόνας υποβάθρου στη προδιαγεγραμμένη θέση.

#### IV. Τροποποίηση του αρχείου MG app tileActivity.java για την ανάθεση δραστηριότητας σε κάθε κουμπί (button).

Κάθε ένα κουμπί συνδέεται με την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης ενέργειας, που προσδιορίζεται με τη χρήση του κατάλληλου κώδικα εντός του κύριου σώματος του προγράμματος, στο αρχείο MG\_app\_tileActivity.java. Οι μεταβολές που πρέπει να πραγματοποιηθούν στο κύριο σώμα του προγράμματος είναι οι εξής:

- Δήλωση της ονομασίας μέσω της οποίας θα καλείται το εκάστοτε κουμπί εντός του σώματος του κύριου προγράμματος.

```
//Buttons
```

```
private Button btn1;  
private Button btn2;  
private Button btn3;
```

- Δημιουργία συναρτήσεων εντός της δραστηριότητας onCreate(), που καλούνται μετά την ενεργοποίηση του αντίστοιχου κουμπιού για την εκτέλεση μιας ενέργειας. Οι συναρτήσεις είναι διαθέσιμες από τη στιγμή εκκίνησης του application.

```
//Listeners to Buttons

addListenerOnButton1();
addListenerOnButton2();
addListenerOnButton3();
```

- Ανάπτυξη κώδικα, που περιέχεται στις συναρτήσεις και προσδιορίζει επακριβώς τις ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν, μετά το πάτημα του εκάστοτε κουμπιού. Έτσι κατά τη το πάτημα του Button1 καλείται η συνάρτηση `addListenerOnButton1()`, η οποία διαθέτει την ακόλουθη μορφή:

```
private void addListenerOnButton1 () {

    btn1 = (Button) findViewById(R.id.button1);

    btn1.setOnClickListener(new OnClickListener () {

        public void onClick(View v) {

            mMapView = (MapView) findViewById(R.id.map);

mMapView.addLayer(new
ArcGISTiledMapServiceLayer("http://tiles.arcgis.com/tiles/... "));

            mMapView.setMaxScale(125);
            mMapView.setMinScale(2000);

        }

    });
}
```

Πιο αναλυτικά:

- Με την εντολή `btn1 = (Button) findViewById(R.id.button1);`, πραγματοποιείται σύνδεση μεταξύ της μεταβλητής `btn1` και του κουμπιού με `id : button1`, όπως αυτό παρουσιάζεται στο αντίστοιχο τμήμα του κώδικα στο αρχείο `main.xml`.
- Τίθεται ακροατής (listener) στο εκάστοτε κουμπί, για την αναγνώριση του συμβάντος (event) πατήματός του, από τον χρήστη, προκειμένου να εκτελεστεί η αντίστοιχη δραστηριότητα.
- Τέλος, προστίθεται με μορφή κώδικα η ενέργεια που θα εκτελεί το πάτημα του κουμπιού, δηλαδή την εναλλαγή των υποβάθρων, μέσω του URL.

```
mMapView.addLayer(new
ArcGISTiledMapServiceLayer("http://tiles.arcgis.com/
tiles/... "));
```



Πραγματοποιείται όμοια διαδικασία, ώστε να τεθεί διαφορετικό tile layer ως υπόβαθρο και στη συνέχεια να εμφανιστεί στο αντίστοιχο τμήμα της οθόνης. Το μόνο που διαφέρει, είναι το γεγονός ότι ανάλογα με το εκάστοτε κουμπί που θα επιλεγεί από τον χρήστη, καλείται διαφορετικό υπόβαθρο από την πλατφόρμα του ArcGIS Online, δηλαδή διαφέρει η διαδικτυακή διεύθυνση που αντιπροσωπεύει κάθε ένα από τα χρησιμοποιούμενα υπόβαθρα.

## 5.5 Αξιοποίηση του συστήματος εντοπισμού θέσης (G.P.S).

Επόμενο βήμα κατά την ανάπτυξη του mobile application, αποτελεί η δυνατότητα πρόσβασης στο σύστημα εντοπισμού θέσης – GPS (Global Positioning System), που διαθέτει η κινητή συσκευή, ώστε να είναι γνωστή η γεωγραφική θέση του χρήστη του application, ανά πάσα χρονική στιγμή τόσο ποιοτικά (αριθμητικά) όσο και γραφικά (επί του υποβάθρου). Απαραίτητη προϋπόθεση, αποτελεί η ενεργή κατάσταση του GPS. Σε αντίθετη περίπτωση, πραγματοποιείται υπενθύμιση ενεργοποίησης στο χρήστη μέσω ειδοποιητικών παράθυρων. Έτσι, πραγματοποιούνται κατάλληλες προσθήκες κώδικα στα αρχεία AndroidManifest.xml, main.xml, strings.xml και MG\_app\_tileActivity.java.

### 5.5.1 Πρόσβαση στο GPS και εύρεση παραμέτρων.

Για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης του χρήστη, απαιτούνται οι εξής ενέργειες:

#### I. Μεταβολή του αρχείου AndroidManifest.xml

Η δυνατότητα πρόσβασης στις ενημερώσεις που αφορούν τη θέση της κινητής συσκευής Android, πραγματοποιούνται μέσω κατάλληλη δήλωση άδειας στο αρχείο AndroidManifest.xml.

```
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
```

Σημειώνεται ότι ο προσδιορισμός της ακριβούς θέσης πραγματοποιείται τόσο με τη βοήθεια του GPS όσο και με τη βοήθεια των πύργων της κινητής τηλεφωνίας ή των συστημάτων Wi-Fi ή συνδυασμό αυτών (Andoid Developers – Manifest.permission).

## II. Μεταβολή του αρχείου MG app tileActivity.java

Κατά τη σχεδίαση του κύριου σώματος του προγράμματος, ορίζονται οι μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ,η WGS84 και ακρίβεια εντοπισμού- accuracy).

```
private LocationManager locationManager;  
private double longitude;  
private double latitude;  
private double altitude;  
private double accuracy;
```

Εντός της βασικής δραστηριότητας, onCreate(), πραγματοποιείται αναφοράς της κλάσης του LocationManager, που παρέχει πρόσβαση στις υπηρεσίες εντοπισμού του συστήματος της κινητής συσκευής. Οι υπηρεσίες αυτές επιτρέπουν στο εκάστοτε application, να αποκτά περιοδικές ενημερώσεις της γεωγραφικής θέσης της συσκευής, ή ενεργοποιούν μια καθορισμένη ενέργεια όταν η συσκευή εισέρχεται στην εγγύτητα μιας συγκεκριμένης γεωγραφικής τοποθεσίας. Για την πρόσβαση στις υπηρεσίες αυτές (services), καλείται η μέθοδος getSystemService(), με τη βοήθεια της οποίας ζητείται η πρόσβαση στις υπηρεσίες τοποθεσίας (LOCATION\_SERVICES).

```
locationManager=(LocationManager) getSystemService(LOCATION_SERVICE);
```

Στη συνέχεια, η αίτηση για την ενημέρωση της θέσης της κινητής συσκευής, πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου requestLocationUpdates(), που απευθυνόμενη προς το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS, και έχει την εξής μορφή:

```
locationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.GPS_PROVIDER,  
500, 0, locationManager);
```

Σύμφωνα με τη μορφή της μελετώμενης μεθόδου, είναι φανερό ότι προκειμένου να λειτουργήσει είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός ορισμένων παραμέτρων εισόδου. Η πρώτη παράμετρος αφορά τη σταθερά του παρόχου δεδομένων που χρησιμοποιείται, ο οποίος στη δεδομένη περίπτωση είναι το GPS της κινητής συσκευής. Η δεύτερη παράμετρος, προσδιορίζει το χρόνο που απαιτείται να μεσολαβήσει μεταξύ των διαδοχικών ενημερώσεων της τοποθεσίας, εκφρασμένο σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (milliseconds). Προκειμένου να υφίστανται συνεχόμενες ενημερώσεις της θέσης, θεωρήθηκε ως ελάχιστος χρόνος μεταξύ των ενημερώσεων, εκείνος του μισού δευτερολέπτου, δηλαδή 500ms. Η επόμενη παράμετρος, αφορά την ελάχιστη απόσταση εκφραζόμενη σε μέτρα, η οποία πρέπει να μεσολαβήσει ώστε να πραγματοποιηθεί ενημέρωση της τοποθεσίας της κινητής συσκευής. Στη δεδομένη περίπτωση, επιλέχθηκε ως ελάχιστη απόσταση, η μηδενική (0m) έτσι ώστε η ενημέρωση να είναι συνεχόμενη (Android Developers – Location Manager).

Η τελευταία παράμετρος που χρησιμοποιείται είναι εκείνη του Location Listener που αποτελεί μια διεπαφή (Interface), η οποία χρησιμοποιείται για τη λήψη των ενημερώσεων του locationManager(), κάθε φορά που αλλάζει η τοποθεσία ή περάσει χρονικό διάστημα ίσο προς μισό δευτερόλεπτο, μέσω της μεθόδου requestLocationUpdates(). Το αντίστοιχο τμήμα του κώδικα είναι το εξής:

```
final LocationListener locationListener=new LocationListener() {  
  
    public void onLocationChanged(Location location) {  
  
        longitude = location.getLongitude();  
        latitude = location.getLatitude();  
        altitude = location.getAltitude();  
        accuracy=location.getAccuracy();  
        TextView  
Longitude_value=(TextView) findViewById(R.id.Longitude_value);  
        TextView  
Latitude_value=(TextView) findViewById(R.id.Latitude_value);  
        TextView  
altitude_value=(TextView) findViewById(R.id.altitude_value);  
        TextView  
accuracy_value=(TextView) findViewById(R.id.accuracy_value);  
  
        Longitude_value.setText(Double.toString(longitude));  
        Latitude_value.setText(Double.toString(latitude));  
        altitude_value.setText(Double.toString(altitude));  
        accuracy_value.setText(Double.toString(accuracy));  
  
    }  
.....  
.....  
}
```

Σύμφωνα με το παραπάνω τμήμα του κώδικα, μέσω της κλήσης της μεθόδου onLocationChanged(), καταχωρούνται στις αντίστοιχες μεταβλητές οι τιμές που αφορούν το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος, το γεωμετρικό υψόμετρο και τέλος την ακρίβεια με την οποία προσδιορίζονται οι τιμές των αναφερόμενων μεταβλητών, με επίπεδο εμπιστοσύνης 68%. Οι τιμές αυτές εμφανίζονται στο στην οθόνη της κινητής συσκευής, όπως αυτό έχει οριστεί με κατάλληλο τμήμα κώδικα εντός του αρχείου main.xml. Η ανάθεση των τιμών στις κατάλληλες θέσεις της οθόνης γίνεται με τη μέθοδο setText(), στο αντίστοιχο πεδίο τιμών του αρχείου stings.xml.

Κατά της κλήση του Location Listener, εκτός από τη μέθοδο onLocationChanged(), καλούνται επιπλέον τρεις μέθοδοι. Αυτές είναι η onProviderDisabled(), η οποία καλείται όταν το GPS είναι απενεργοποιημένο, η onPrviderEnable(), η οποία καλείται όταν το GPS ενεργοποιείται από τον χρήστη και η onStatusChanged(), η οποία καλείται όταν η κατάσταση του παρόχου μεταβάλλεται(Android Developers). Από τις παραπάνω αναφερόμενες μεθόδους, χρησιμοποιείται μόνο η onProviderDisabled(). Οι τρεις αυτές μέθοδοι συμπληρώνουν το σώμα του Location Listener ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται όλες.

Μέσω της μεθόδου OnProviderDisable(), πραγματοποιείται προτροπή του χρήστη για την ενεργοποίηση του GPS (σε περίπτωση όπου αυτό είναι απενεργοποιημένο), μέσω της χρήσης προειδοποιητικών παραθύρων (alert dialog), που αναπτύσσονται από την μέθοδο AlertDialogDisabledGPS(). Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void AlertDialogDisabledGPS() {
    AlertDialog.Builder builder= new AlertDialog.Builder(this);
    builder.setMessage(R.string.dialog_gps_disabled_message);
    builder.setTitle(R.string.dialog_gps_disabled_title);
    builder.setPositiveButton(R.string.enable_gps,
        DialogInterface.OnClickListener() {

            public void onClick(DialogInterface dialog, int id) {
                enableLocationSettings();
                System.exit(0);
            }
        });
    builder.setNegativeButton(R.string.dont_enable_gps,new
        DialogInterface.OnClickListener() {

            public void onClick(DialogInterface dialog, int id) {
                areYouSure();
            }
        });

    final AlertDialog alert = builder.create();
    alert.show();
}

private void areYouSure() {
    AlertDialog.Builder builder= new AlertDialog.Builder(this);
    builder.setMessage(R.string.are_you_sure_message);
    builder.setTitle(R.string.are_you_sure_title);
    builder.setPositiveButton(R.string.enable_gps,
        DialogInterface.OnClickListener() {

            public void onClick(DialogInterface dialog, int id) {
                enableLocationSettings();
                System.exit(0);
            }
        });
    builder.setNegativeButton(R.string.Leave_the_app,new
        DialogInterface.OnClickListener() {

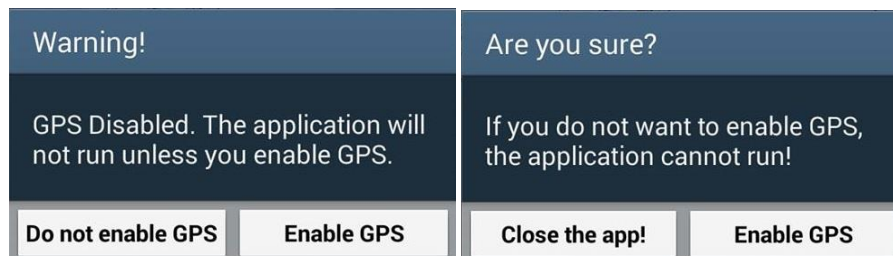
            public void onClick(DialogInterface dialog, int id) {
                System.exit(0);
            }
        });

    final AlertDialog alert = builder.create();
    alert.show();
}

private void enableLocationSettings() {
    Intent intent=new Intent(Settings.ACTION_LOCATION_SOURCE_SETTINGS);
    startActivity(intent);
}
```

Σύμφωνα με το παραπάνω τμήμα του κώδικα, με τη βοήθεια των μεθόδων setMessage(), setTitle(), setPositiveButton() και setNegativeButton() προσδιορίζεται

το κείμενο το οποίο τίθεται εντός του προειδοποιητικού παραθύρου, επί της επικεφαλίδας του προειδοποιητικού παραθύρου καθώς και τα μηνύματα που εμφανίζονται στο εκάστοτε θετικό ή αρνητικό κουμπί, με τη βοήθεια των οποίων ο χρήστης δέχεται την ενεργοποίηση ή όχι του GPS. Το κείμενο που αντιστοιχεί σε κάθε μια από τις ανωτέρω επιλογές, περιέχεται στο αρχείο `string.xml`. Όταν ο εκάστοτε χρήστης πατά το θετικό κουμπί, δηλαδή συμφωνεί στην ενεργοποίηση του GPS, τότε ενεργοποιείται η μέθοδος `enableLocationSettings()`, με την οποία εμφανίζονται στο χρήστη οι ρυθμίσεις τοποθεσίας της κινητής συσκευής με τη βοήθεια των οποίων πραγματοποιείται η επιλογή της ενεργοποίησης του GPS. Στη συνέχεια, ο χρήστης πραγματοποιεί επανεκκίνηση του `application` για τη συνέχιση της. Στη περίπτωση όπου ο χρήστης, πατήσει το αρνητικό κουμπί, δηλαδή επιλέξει να συνεχίσει χωρίς της ενεργοποίησης του GPS, καλείται η μέθοδος `areYouSure()`, με τη βοήθεια της οποίας εμφανίζεται ένα δεύτερο παράθυρο προειδοποίησης. Το δεύτερο αυτό παράθυρο προειδοποίησης χρησιμοποιεί επίσης τις μεθόδους `setMessage()`, `setTitle()`, `setPositiveButton()` και `setNegativeButton()`, με τη βοήθεια των οποίων παροτρύνει το χρήστη να ενεργοποιήσει το GPS ή διαφορετικά να εγκαταλείψει το `application`. Στη περίπτωση, όπου ο χρήστης πατήσει το θετικό κουμπί οδηγείται στις ρυθμίσεις της κινητής συσκευής για την ενεργοποίηση του GPS, διαφορετικά στη περίπτωση όπου πατήσει το αρνητικό κουμπί, πραγματοποιείται έξοδος από το `application`. Στη συνέχεια παρουσιάζονται στην εικόνα 5.6, τα αναφερόμενα παράθυρα προειδοποιήσεων.



Εικόνα 5.6: Προειδοποιητικά παράθυρα ενημέρωσης της κατάστασης του GPS.

### III. Μεταβολή του αρχείου `main.xml`

Εντός του αρχείου `main.xml` δημιουργούνται συνολικά οκτώ `TextView` (μορφή κειμένου) εντός της διάταξης `RelativeLayout`. Τα πρώτα τέσσερα `TextViews` χρησιμοποιούνται για την αναγραφή της ονομασίας της εκάστοτε εμφανιζόμενης τιμής (δηλαδή αποτελούν τα ονόματα των στοιχείων που αφορούν την τοποθεσία-γεωγραφικό μήκος, πλάτος, γεωμετρικό υψόμετρο και ακρίβεια προσδιορισμού), ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα χρησιμοποιούνται για την αναγραφή των αριθμητικών τιμών των μεταβλητών οι οποίες λαμβάνονται από το GPS της κινητής συσκευής. Κάθε ένα από τα πεδία των `TextViews`, εμφανίζεται στο περιβάλλον διεπαφής με

τον χρήστη (οθόνη) και παρατίθενται εντός του αρχείου main.xml, με μορφή κώδικα ως εξής:

```
// TextView που προσδιορίζει τη τιμή του γεωγραφικού πλάτους που αντιστοιχεί στη θέση του χρήστη.
```

```
<TextView
    android:id="@+id/Longitude_Label"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentLeft="true"
    android:layout_alignParentTop="true"
    android:hint="@string/Longitude"
    android:text="@string/Longitude"
    android:textSize="16sp" />
```

#### IV. Μεταβολή του αρχείου strings.xml

Στο αρχείο αυτό, αναγράφεται το κείμενο το οποίο παρουσιάζεται στην οθόνη του application αλλά και στα προειδοποιητικά παράθυρα που εμφανίζονται. Οι απαραίτητες προσθήκες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

##### **Strings.xml**

```
<string name="Longitude">Longitude:</string>
<string name="Latitude">Latitude:</string>
<string name="Altitude">Altitude:</string>
<string name="Accuracy">Accuracy:</string>
<string name="empty"></string>

<string name="action_settings">Settings</string>
<string name="dialog_gps_disabled_title">Warning!</string>
<string name="dialog_gps_disabled_message">GPS Disabled. The application will not run unless you enable GPS. </string>
<string name="enable_gps">Enable GPS</string>
<string name="dont_enable_gps">Do not enable GPS</string>
<string name="are_you_sure_message">If you do not want to enable GPS, the application cannot run!</string>
<string name="are_you_sure_title">Are you sure?</string>
<string name="Leave_the_app">Close the app!</string>
```

### 5.5.2 Εμφάνιση τοποθεσίας επί του Υποβάθρου

Οι συντεταγμένες οι οποίες προσδιορίζουν τη θέση της κινητής συσκευής είναι το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος εκφρασμένες στο WGS84 και επομένως εκφράζονται σε μοίρες. Για να επιτευχθεί, η εμφάνιση της θέσης της κινητής συσκευής επί του υποβάθρου πρέπει:

- να πραγματοποιηθεί κατάλληλος μετασχηματισμός των συντεταγμένων που περιγράφουν τη θέση της κινητής συσκευής, στο σύστημα συντεταγμένων που

χρησιμοποιεί το υπόβαθρο, δηλαδή στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς – ΕΓΣΑ' 87

- να κατασκευαστεί ο γραφικός συμβολισμός (με χρήση κώδικα) της θέσης του χρήστη και να επιτεθεί του υποβάθρου ως θεματικό επίπεδο (layer), το οποίο χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την εμφάνιση της τρέχουσας τοποθεσίας επί του υποβάθρου.

#### I. Μετασχηματισμός συστήματος αναφοράς θέσης χρήστη

Με τη βοήθεια των βιβλιοθηκών του ArcGIS Android 10.2.5 API της ESRI, μπορεί να πραγματοποιηθεί ο απαιτούμενος μετασχηματισμός συντεταγμένων μέσω της κλάσης του GeometryEngine(). Η κλάση αυτή παρέχει μια σειρά από στατικές μεθόδους προκειμένου να είναι δυνατή η εκτέλεση γεωμετρικών λειτουργιών σε περίπτωση γεωμετρικών ζητημάτων. Μια από τις μεθόδους οι οποίες παρέχονται από τη κλάση αυτή αποτελεί η μέθοδος project(), η οποία δέχεται ως παραμέτρους έναν γεωμετρικό σχήμα (σημείο, ευθεία κ.τ.λ), το κωδικό αριθμό που αντιπροσωπεύει το αρχικό σύστημα αναφοράς και το κωδικό αριθμό που αντιπροσωπεύει το σύστημα αναφοράς στο οποίο ζητείται να γίνει ο μετασχηματισμός. Με τη βοήθεια της μεθόδου αυτής μπορεί να πραγματοποιηθεί μετασχηματισμός της θέσης της κινητής συσκευής από το WGS84 στο ΕΓΣΑ87 (ArcGIS Android 10.2.5 API).

Η εύρεση των κωδικών που αντιπροσωπεύουν τα συστήματα αναφοράς, πραγματοποιείται μέσω του EPSG (Geodetic Parameter Dataset) γεωδαιτικού παραμετροποιημένου συστήματος δεδομένων, που περιλαμβάνει ένα δομημένο σύνολο συστημάτων αναφοράς και μετασχηματισμών μέσω της διαδικτυακής σελίδας της IOGP's του ESPG. Η γεωγραφική κάλυψη των συστημάτων αναφοράς που προσφέρει είναι παγκόσμια, με αποτέλεσμα να διαθέτει παραμετροποιημένα στοιχεία για κάθε ένα από τα επίσημα συστήματα αναφοράς που διαθέτει κάθε χώρα. Η πρόσβαση στη παραμετροποίηση η οποία αντιπροσωπεύει το εκάστοτε χρησιμοποιούμενο σύστημα αναφοράς πραγματοποιείται με τη χρήση κωδικών, κάθε ένας από τους οποίους είναι μοναδικός. Σημειώνεται, ότι το ESPG προσφέρει ένα κατάλογο με τις κωδικοποιημένες ονομασίες κάθε ενός συστήματος αναφοράς, προκειμένου να είναι δυνατή εύρεση του κωδικού, ο οποίος αντιπροσωπεύει το εκάστοτε χρησιμοποιούμενο σύστημα αναφοράς (ESPG – Geodetic Parameter Dataset). Με τη βοήθεια, του καταλόγου αυτού, βρέθηκε ότι ο κωδικός αριθμός που αντιστοιχεί στο σύστημα του WGS84, είναι ο κωδικός 4326, ενώ εκείνος που αντιστοιχεί στο σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87, είναι ο κωδικός 2100.

Για την πραγματοποίηση του μετασχηματισμού δομείται αρχικά το γεωμετρικό σχήμα ενός δισδιάστατου σημείου, που θα απεικονίζει τελικά τη θέση του χρήστη. Η κατασκευή του σημείου πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου Point(), η οποία

δέχεται ως παραμέτρους τις συντεταγμένες που προσδιορίζουν τη θέση της κινητής συσκευής. Σε περίπτωση γεωγραφικού συστήματος συντεταγμένων (όπως το WGS84), η συντεταγμένη X είναι το γεωγραφικό μήκος και το Y είναι το γεωγραφικό πλάτος.

Τέλος, σημειώνεται ότι το τμήμα του κώδικα, που αναπτύσσεται για την επίτευξη του στόχου αυτού, τοποθετείται εντός της μεθόδου `onLocationChanged()`, προκειμένου να λαμβάνει όλες τις διαδοχικές θέσεις που προσδιορίζονται από το GPS της κινητής συσκευής, ανά πάσα στιγμή, ώστε το `application` να είναι σε θέση να παρουσιάζει τη τοποθεσία του χρήστη επί του υποβάθρου σε πραγματικό χρόνο.

## II. Εμφάνιση της τοποθεσίας επί του Υποβάθρου

Η εμφάνιση της τοποθεσίας επί του υποβάθρου πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός γραφικού θεματικού επιπέδου (`graphic layer`), που προστίθεται επί του υποβάθρου για τη δυναμική γραφική παρουσίαση της θέσης της κινητής συσκευής.

Το πρώτο βήμα για την επίτευξη του αναφερόμενου στόχου, είναι η δήλωση του θεματικού επιπέδου. Η ονομασία που δόθηκε στο αναφερόμενο θεματικό επίπεδο είναι `MyPosition`, ενώ η δήλωσή του πραγματοποιήθηκε ως εξής:

```
GraphicsLayer MyPosition;
```

Η επίθεση του θεματικού επιπέδου στο εκάστοτε υπόβαθρο, γίνεται εντός της δραστηριότητας `OnCreate()`, προκειμένου να πραγματοποιείται κάθε φορά που η εφαρμογή εκκινεί. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια των ακόλουθων εντολών.

```
MyPosition = new GraphicsLayer();  
mMapView.addLayer(MyPosition);
```

Για την παρουσίαση της τοποθεσίας επί του υποβάθρου πραγματοποιείται η δημιουργία γραφικής απεικόνισης ενός σημείου με τη βοήθεια του `SimpleMarkerSymbol`. Ένα `SimpleMarkerSymbol` προσδιορίζει τη μορφή με την οποία είναι δυνατό να εμφανίζεται επί του γραφικού θεματικού επιπέδου, ένα σημείο, μέσω μιας πεπερασμένης λίστας συμβόλων (κύκλος, σταυρός, διαμάντι, τετράγωνο, ή x). Εκτός από τον καθορισμό του σχήματος είναι δυνατό να προσδιοριστεί το μέγεθος, το χρώμα, και προαιρετικά ένα περίγραμμα, το οποίο μπορεί να εμφανιστεί γύρω από το σύμβολο. Ένα `SimpleMarkerSymbol` δημιουργείται καθορίζοντας το χρώμα, το σχήμα και το μέγεθος του. Η γεωγραφική θέση του σημείου αντιπροσωπεύεται από ένα αντικείμενο `Point` (σημείο – θέση). Το γραφικό σύμβολο και η γεωγραφική θέση του σημείου, χρησιμοποιούνται μαζί για να δημιουργήσουν ένα `Graphic` (γραφικό) αντικείμενο, το οποίο στη συνέχεια προστίθεται στο στρώμα γραφικών (ESRI (2014). *ArcGIS for Developers*). Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στο ακόλουθο απόσπασμα του κώδικα:



```

// create a symbol for point
SimpleMarkerSymbol sms = new SimpleMarkerSymbol(Color.BLUE,
15, SimpleMarkerSymbol.STYLE.CIRCLE);

// add point and symbol to Graphic
Graphic gMarker = new Graphic(mapPoint2, sms);

// add graphics to graphics layer
MyPosition.addGraphic(gMarker);

```

Σύμφωνα με το παραπάνω απόσπασμα του κώδικα, δημιουργείται ένα γραφικό σημειακό αντικείμενο με μορφή κύκλου και χρώματος μπλε, το οποίο θα απεικονίζει επί του υποβάθρου την εκάστοτε θέση του χρήστη (εικόνα 5.7). Σημειώνεται, ότι το παραπάνω τμήμα του κώδικα τοποθετείται εντός της μεθόδου `onLocationChanged()`, προκειμένου να λαμβάνει όλες τις διαδοχικές θέσεις που προσδιορίζονται από το GPS της κινητής συσκευής, ανά πάσα στιγμή, έτσι ώστε το application να είναι σε θέση να παρουσιάζει τη τοποθεσία του χρήστη επί του υποβάθρου σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 5.7: Εμφάνιση τοποθεσίας χρήστη επί του εκάστοτε υποβάθρου.

## 5.6 Δημιουργία γεωμετρικών εργαλείων σχεδίασης.

Τα γεωμετρικά εργαλεία συμβάλλουν στη διαδικασία εντοπισμού χαρακτηριστικών, μέσω επιτόπιων μετρήσεων και παρατηρήσεων. Αποτελούν απλά γεωμετρικά σχήματα και απλές γεωμετρικές διαδικασίες οι οποίες είναι δυνατό να προγραμματιστούν, μέσω της ανάπτυξης κατάλληλου κώδικα εντός του κυρίου σώματος του προγράμματος.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, κατασκευάστηκαν εργαλεία τα οποία εκτελούν τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Δημιουργία κύκλου, με κέντρο και ακτίνα που προσδιορίζονται από τον χρήστη.
- Δημιουργία ευθείας, τα άκρα της οποίας προσδιορίζονται από τον χρήστη.
- Δημιουργίας παράλληλων ευθειών, σε δεδομένη από τον χρήστη απόσταση, από ευθεία η οποία έχει οριστεί εκ των προτέρων από τον χρήστη.
- Δημιουργία κάθετης ευθείας, με μήκος επιλεγμένο από τον χρήστη, σε ευθεία η οποία προσδιορίζεται από τον χρήστη.
- Δημιουργία εργαλείου, με τη βοήθεια του οποίου είναι δυνατή η εύρεση των συντεταγμένων οποιουδήποτε σημείου του υποβάθρου, στο σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87.
- Δημιουργία εργαλείου με δυνατότητα μέτρησης μιας απόστασης επί του υποβάθρου.
- Δημιουργία εργαλείου με δυνατότητα μέτρησης ενός εμβαδού επί του υποβάθρου.
- Δημιουργία εργαλείου με τη βοήθεια του οποίου είναι δυνατός ο σχεδιασμός σημείων επί του υποβάθρου.
- Δημιουργία εργαλείου, με τη βοήθεια του οποίου είναι δυνατό να σχεδιαστεί μια polyline επί του υποβάθρου.
- Δημιουργία εργαλείου αυτόματης εύρεση των σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων.
- Δημιουργία εργαλείου αυτόματης εύρεση των σημείων τομής μεταξύ μιας ευθείας και ενός κύκλου.
- Δημιουργία εργαλείου αυτόματης εύρεση των σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών.

Σημειώνεται ότι τα γεωμετρικά εργαλεία, δημιουργούνται με σκοπό να βοηθήσουν τη διαδικασία εύρεσης των απαραίτητων χαρακτηριστικών επί του υποβάθρου, δηλαδή η λειτουργία τους περιγράφεται από απλά γραφικά γεωμετρικά σχήματα, τα οποία δεν αποθηκεύονται στη διαδικτυακή βάση δεδομένων αλλά αντίθετα είναι δυνατό να εμφανιστούν και να απομακρυνθούν από την οθόνη, με τη χρήση γραφικών θεματικών επιπέδων (graphic layers).

### **5.6.1 Ανάπτυξη εργαλείων σχετικών με το σχεδιασμό κύκλου.**

Η κατασκευή του εργαλείου σχεδίασης κύκλου πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου circle(), η οποία καλείται από το κύριο σώμα του προγράμματος όταν επιλεγθεί η αντίστοιχη εντολή, από το μενού επιλογών (το οποίο θα αναπτυχθεί στη συνέχεια). Το αναφερόμενο εργαλείο, κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι δυνατή η επιλογή της θέσης του κέντρου του και της ακτίνας του από τον χρήστη. Δεδομένου ότι το μελετώμενο εργαλείο διαθέτει βοηθητικό ρόλο στην όλη

διαδικασία, είναι φανερό ότι για τη παρουσίαση του επί του υποβάθρου θα χρησιμοποιηθεί ένα γραφικό θεματικό επίπεδο (graphic layer), το οποίο θα επιτίθεται στο υπόβαθρο. Για τη δημιουργία του εξεταζόμενου εργαλείου, πραγματοποιούνται μετατροπές στα αρχεία MG\_app\_tileActivity.java και main.xml.

### I. Επέμβαση στο αρχείο main.xml

Για την έναρξη της διαδικασίας σχεδίασης των γραφικών του κύκλου, είναι αναγκαία η επικοινωνία του προγράμματος με τον χρήστη, ώστε να προσδιοριστεί η ακτίνα του. Η τιμή της ακτίνας ( $m$ ) δίνεται στο πρόγραμμα μέσω της ανάπτυξης κατάλληλου πεδίου εισαγωγής τιμών στο περιβάλλον διεπαφής (οθόνη) με τον χρήστη (main.xml). Για την επίτευξη του στόχου αυτού, τοποθετείται σε κατάλληλη θέση εντός του RelativeLayout ένα EditText, το οποίο αποτελεί πεδίο εισαγωγής των εκάστοτε επιθυμητών τιμών, και ενός TextView, το οποίο θα προσδιορίζει το αναφερόμενο πεδίο του EditText προσδίδοντας του μια ονομασία.

```
<TextView
    android:id="@+id/input"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:layout_alignParentTop="true"
    android:layout_marginRight="15dp"
    android:hint="@string/Input"
    android:text="@string/Input"
    android:textSize="16sp" />

<EditText
    android:id="@+id/editText1"
    android:layout_width="100dp"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignBottom="@+id/accuracy_value"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:ems="10"
    android:inputType="numberDecimal" >

    <requestFocus />
</EditText>
```

Η ονομασία που δίνεται στο πεδίο εισόδου είναι input (m), όπου η τιμή εντός της παρένθεσης υπενθυμίζει στον χρήστη τη μονάδα μέτρησης (μέτρα) τη εκάστοτε απόστασης που πρόκειται να εισάγει. Δεδομένου ότι η απόσταση που εισάγει ο χρήστης μπορεί να διαθέτει δεκαδικά ψηφία (για την αύξηση της ακρίβειας), δηλώνεται ως inputType εκείνη των αριθμών με δυνατότητα δεκαδικών ψηφίων, μέσω της αναφοράς numberDecimals. Τέλος, σημειώνεται ότι το προαναφερόμενο πεδίο εισαγωγής τιμών, χρησιμοποιείται από όλα τα εργαλεία που απαιτούν για το σχεδιασμό τους, μια δοθείσα απόσταση από τον χρήστη.

### II. Επέμβαση στο αρχείο MG\_app\_tileActivity.java

Η απεικόνιση του γραφικού του κύκλου, πραγματοποιείται με τη βοήθεια του γραφικού θεματικού επιπέδου *mGraphicsLayer*, το οποίο δημιουργείται και επιτίθεται στο υπόβαθρο κατά την έναρξη του mobile application (εντός της *OnCreate()*).

Η ανάπτυξη της μεθόδου *circle()*, βασίζεται στη γνώση τριών βασικών στοιχείων:

- του μεγέθους της ακτίνα του,
- του σημείο του κέντρου του κύκλου , και
- των σημείων τα οποία απαρτίζουν την περιφέρεια του, ώστε να είναι δυνατή η σχεδίαση τους.

- Η ακτίνα του κύκλου δίνεται από τον χρήστη, μέσω της εκχώρησης μιας τιμής εντός του αντίστοιχου πεδίου. Η τιμή αυτή αποθηκεύεται προσωρινά, σε μια μεταβλητή (*distance*).

```
distance = (EditText) findViewById(R.id.editText1);
```

Η μεταβλητή *distance*, δηλώνεται στην αρχή του κύριου σώματος του προγράμματος με τη δήλωση:

```
private EditText distance;
```

Σημειώνεται ότι η απόσταση που πρόκειται να δοθεί από τον χρήστη θα εκφράζει τη φυσική γήινη επιφάνεια (δηλαδή θα αποτελεί επιτόπια μέτρηση) και όχι το χρησιμοποιούμενο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ'87. Συνεπώς, πραγματοποιούνται οι απαραίτητες αναγωγές, με τη βοήθεια του συντελεστή κλίμακας *k*, ώστε η απόσταση να αναφέρεται στο προβολικό επίπεδο του ΕΓΣΑ'87. Η ανηγμένη τιμή της ακτίνας είναι η εξής:

```
p=input;  
double k=0.9996;  
p=p*k;
```

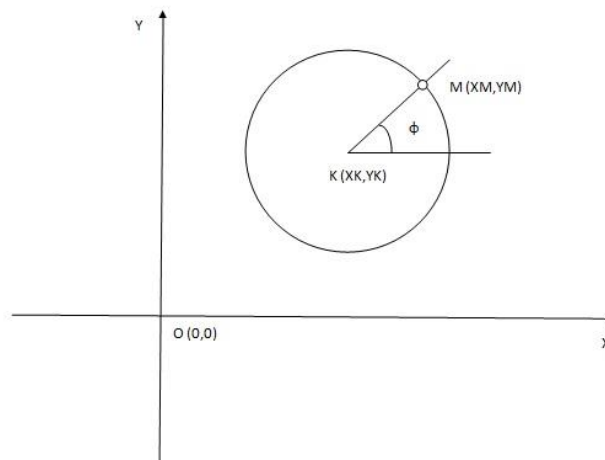
Σημειώνεται ότι στη προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε ως τιμή του συντελεστή κλίμακα, εκείνη η οποία αντιστοιχεί στην Αττική, καθώς η πρακτική εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε περιλαμβάνονταν γεωγραφικά σε αυτή. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι είναι δυνατή η μεταβολή της προαναφερόμενης τιμής, ώστε να προσαρμόζεται στην εκάστοτε περιοχή μελέτης.

Τέλος, σημειώνεται ότι προλαμβάνεται το σφάλμα που είναι δυνατό να εμφανιστεί στη περίπτωση όπου ο χρήστης επιχειρεί τον σχεδιασμό γραφικού κύκλου χωρίς να έχει δώσει μια αρχική ακτίνα ως είσοδο. Στην περίπτωση αυτή, τοποθετείται αυτόματα ως ακτίνα, η μηδενική.

- Η επιλογή του κέντρου του κύκλου, πραγματοποιείται από τον χρήστη αγγίζοντας το επιθυμητό σημείο επί της οθόνης της κινητής συσκευής. Τη στιγμή του συμβάντος (*event*) του αγγίγματος της οθόνης, ενεργοποιείται η

μέθοδος `onSingleTap()`, εφόσον στην επιφάνεια του υποβάθρου `mMapView` έχει τεθεί αρχικά η δυνατότητα της αναγνώρισης των συμβάντων αγγίγματος, με τη χρήση της μεθόδου `setOnSingleTapListener()`. Πιο αναλυτικά, μετά το άγγιγμα της οθόνης η μέθοδος `onSingleTap()` δέχεται ως παραμέτρους, τις συντεταγμένες του αγγίγματος στο σύστημα αναφοράς της οθόνης. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια αυτών των συντεταγμένων δημιουργείται ένα σημειακό αντικείμενο, το οποίο είναι δυνατό να προβληθεί μέσω του `graphic layer` του κύκλου στην οθόνη. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διαδικασία αυτή, πραγματοποιείται αρχικά μετασχηματισμός του σημείου αυτού στο σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87, μέσω της μεθόδου του `GeometryEngine()`.

- Ο προσδιορισμός των σημείων της περιφέρειας του κύκλου, γίνεται με τη χρήση των παραμετρικών εξισώσεων, και με τη βοήθεια μιας επαναληπτικής διαδικασίας η οποία υπολογίζει τις συντεταγμένες όλων των σημείων της περιφέρειας του κύκλου τα οποία απέχουν μεταξύ τους γωνιακή απόσταση μίας μοίρας, ξεκινώντας από εκείνο το οποίο σχηματίζει με τον κύριο άξονα γωνία  $90^\circ$ . Πιο αναλυτικά, ακολουθείται η λογική της εικόνας 5.8 και χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις (a),(b):



Εικόνα 5.8: Θεωρητικό υπόβαθρο σχεδίασης εργαλείου κατασκευής κύκλου.

$$X = X_0 + R * \cos(\phi) \quad (a)$$

$$Y = Y_0 + R * \sin(\phi) \quad (b)$$

όπου  $(X,Y)$  : οι ζητούμενες συντεταγμένες των σημείων της περιφέρειας του κύκλου

R: η δεδομένη από τον χρήστη, ακτίνα του κύκλου εφόσον διορθωθεί από τα προαναφερόμενα σφάλματα.

φ: η επίκεντρη γωνία που σχηματίζεται από τον οριζόντιο άξονα και την ευθεία που ενώνει το κέντρο του κύκλου με το εκάστοτε σημείο της περιφέρειας του κύκλου.

Τελικά, προκύπτει το σύνολο των ζητούμενων συντεταγμένων των σημείων, που ανήκουν στη περιφέρεια του κύκλου. Εφόσον οι συντεταγμένες του κέντρου του κύκλου είναι εκφρασμένες στο ΕΓΣΑ'87 και η απόσταση της ακτίνας έχει διορθωθεί λόγω προβολής, είναι φανερό ότι οι προκύπτουσες συντεταγμένες είναι εκφρασμένες στο ΕΓΣΑ'87.

Δεδομένου ότι τα σημεία της περιφέρειας του κύκλου υπολογίζονται κατά τη διάρκεια μιας επαναληπτικής διαδικασίας, αποθηκεύονται προσωρινά σε μια λίστα σημείων, προκειμένου να είναι δυνατή η μετέπειτα απεικόνισή τους. Για το λόγο αυτό, δηλώνεται και δημιουργείται μια λίστα τιμών:

```
ArrayList<Point> mArrayList; (Δήλωση)
```

```
mArrayList = new ArrayList<Point>(); (Δημιουργία)
```

Η γραφική απεικόνιση της περιφέρειας του κύκλου γίνεται μέσω μιας polyline η οποία διέρχεται από αυτά. Η απλούστερη Polyline είναι μια polyline, η οποία αποτελείται από δύο κορυφές. Πιο σύνθετες Polylines μπορεί να αποτελούνται από αρκετές κορυφές. Οι Polylines μπορεί να προστεθούν σε ένα γραφικό θεματικό επίπεδο και εμφανίζονται με τη βοήθεια του SimpleLineStyle. Το SimpleLineStyle, επιτρέπει τη γραφική εμφάνιση των polylines χρησιμοποιώντας μια πεπερασμένη λίστα τύπων συμβόλων (παύλα, παύλα - τελεία, τελεία - κενό). Ακόμη, μπορεί να οριστεί το σύμβολο, καθορίζοντας ένα πλάτος και ένα χρώμα (ESRI, 2014). Έτσι η δημιουργία και η προσθήκη των παραπάνω αναφερόμενων γραφικών στο graphic layer, πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του ακόλουθου τμήμα του κώδικα.

```
Polyline polyline = new Polyline();

polyline.startPath(mArrayList.get(0));
for (int j = 1; j < mArrayList.size(); j++) {
    polyline.lineTo(mArrayList.get(j));
}

// add point and symbol to Graphic
Graphic gMarker = new Graphic(mapPoint, sms);

Graphic graphic = new Graphic(polyline, new
SimpleLineStyle(Color.BLUE, 4));

mGraphicsLayer.addGraphics(new Graphic[] { graphic ,
gMarker});
```

Σημειώνεται, ότι η δημιουργία του γραφικού συμβόλου που απεικονίζει το κέντρο του κύκλου πραγματοποιείται με τη βοήθεια του SimpleMarkerSymbol και της θέσης του εκάστοτε σημείου.

Η διαδικασία υπολογισμού των απαραίτητων στοιχείων για την ανάπτυξη του γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κύκλου παρουσιάζεται στο διάγραμμα 5.3.



Διάγραμμα 5.3: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας, γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κύκλου.

Η μορφή που διαθέτει το εν λόγω εργαλείο, κατά την εκτέλεση του στα πλαίσια του application για μια τυχαία ακτίνα, είναι εκείνη της εικόνας 5.9.



Εικόνα 5.9: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κύκλου στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.

Αναφέρεται, ότι κάθε φορά που ο χρήστης δίνει ένα διαφορετικό σημείο ως κέντρο του κύκλου, με το άγγιγμα του σημείου αυτού στην οθόνη, τότε επαναυπολογίζονται τα σημεία της περιφέρειας του κύκλου και απεικονίζεται ο

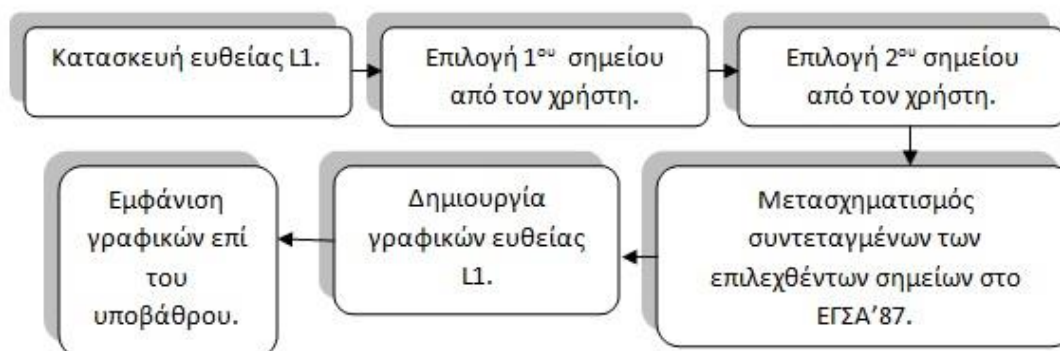
νέος κύκλος επί του εκάστοτε υποβάθρου. Τέλος, για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του αναπτυσσόμενου application, δημιουργείται και ένα δεύτερο εργαλείο σχεδίασης κύκλου όμοια κατασκευασμένο με το πρώτο. Το δεύτερο αυτό εργαλείο, θα ενεργοποιείται μετά το αίτημα ενεργοποίησης του από το πρόγραμμα προκειμένου να εκτελεστεί η μέθοδος circle\_2(), η οποία είναι πανομοιότυπη της πρώτης όσο αφορά τη διαδικασία, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί διαφορετικά θεματικά επίπεδα και λίστες σημείων, ώστε η λειτουργία της να είναι ανεξάρτητη από τη λειτουργία της μεθόδου circle().

### 5.6.2 Ανάπτυξη εργαλείων σχετικών με τη σχεδίαση ευθείας.

Ένα άλλο χρήσιμο σχεδιαστικό εργαλείο είναι εκείνο το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να σχεδιάσει μια ευθεία επί της οθόνης με τη κλήση της μεθόδου Line\_L(). Η δημιουργία του εργαλείου αυτού ακολουθεί παρόμοια λογική με εκείνη της δημιουργίας του εργαλείου του κύκλου, όσο αφορά στη θέσπιση των κορυφών της ευθείας με το άγγισμα του χρήστη στην οθόνη, στη μετατροπή των συντεταγμένων των σημείων στο σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87 καθώς και στη γραφική παρουσίαση της ευθείας με τη χρήση Polyline. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός, ότι προκειμένου να δημιουργηθεί μια απλή ευθεία και όχι polyline, τίθεται ένας περιορισμός, σύμφωνα με τον οποίο η ευθεία δημιουργείται αποκλειστικά από τα σημεία των δύο πρώτων αγγιγμάτων στην οθόνη.

Έτσι, αποθηκεύονται οι συντεταγμένες των σημείων αυτών σε κατάλληλο πίνακα και στη συνέχεια δημιουργείται η γραφική απεικόνιση αυτών και της ευθείας που τα ενώνει, με σκοπό τη παρουσίαση τους επί του υποβάθρου.

Η διαδικασία υπολογισμού της γεωμετρίας της ευθείας L1, παρουσιάζεται μέσω του διαγράμματος 5.4.



Διάγραμμα 5.4: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης ευθείας.



Η μορφή που διαθέτει το εν λόγω εργαλείο, κατά την εκτέλεση του στα πλαίσια του application, είναι εκείνη της εικόνας 5.10.



Εικόνα 5.10: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης ευθείας στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.

Για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του αναπτυσσόμενου application, δημιουργείται ένα δεύτερο εργαλείο σχεδίασης ευθείας όμοια κατασκευασμένο με το πρώτο. Το δεύτερο αυτό εργαλείο, ενεργοποιείται μετά το αίτημα ενεργοποίησης του από το πρόγραμμα προκειμένου να εκτελεστεί η μέθοδος `Line_L2()`, η οποία είναι πανομοιότυπη της πρώτης όσο αφορά τη διαδικασία, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί διαφορετικά θεματικά επίπεδα και λίστες σημείων, ώστε η λειτουργία της να είναι ανεξάρτητη από τη λειτουργία της μεθόδου `Line_L()`.

### 5.6.3 Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών.

Ένα άλλο χρήσιμο σχεδιαστικό εργαλείο, είναι εκείνο με τη βοήθεια του οποίου ο χρήστης μπορεί να φέρει παράλληλες ευθείες, σε συγκεκριμένη απόσταση, εκατέρωθεν μιας αρχικής δοθείσας ευθείας. Η κατασκευή του αναφερόμενου εργαλείου πραγματοποιείται με την κατασκευή της μεθόδου `offset()`, η οποία εκτελεί την ενέργεια αυτή κάθε φορά που καλείται από κάποιο σημείο του κύριου προγράμματος. Η ανάπτυξη του εργαλείου αυτού, απαιτεί τη μεταβολή του αρχείου `MG_app_tileActivity.java`, ενώ χρησιμοποιεί το πεδίο εισαγωγής τιμών που δημιουργήθηκε εντός του αρχείου `main.xml` και χρησιμοποιήθηκε και από το εργαλείο σχεδίασης κύκλου.

## I. Επέμβαση στο αρχείο MG\_app\_tileActivity.java

- Δήλωση μεταβλητών. Προτού, δημιουργηθεί η μέθοδος offset(), κρίνεται απαραίτητο εντός του σώματος του κύριου προγράμματος να πραγματοποιηθούν οι δηλώσεις, που αναφέρονται στο γραφικό επίπεδο εμφάνισης των παράλληλων γραμμών, στην λίστα προσωρινής αποθήκευσης των σημείων της αρχικής ευθείας, στη polyline που θα σχεδιαστεί και στο δείκτη εντοπισμού μεταβολών των κορυφών της.

```
GraphicsLayer offsetmGraphicsLayer;  
ArrayList<Point> offsetmArrayList;  
Polyline offsetpolyline;  
int undo=0;
```

Ο δείκτης undo λαμβάνει τη τιμή 0 όταν δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια μεταβολή, ενώ λαμβάνει τη τιμή 1 όταν έχει πραγματοποιηθεί εκ των υστέρων επιλογή νέων κορυφών και βοηθά, στη κατασκευή μιας μεθόδου η οποία προσφέρει τη δυνατότητα επανεπιλογής μιας κορυφής της αρχικής ευθείας από τον χρήστη.

- Εισαγωγή απόστασης παράλληλων ευθειών. Η μέθοδος offset(), χρησιμοποιεί το πεδίο input(m), για τη λήψη της απόστασης από την αρχική δοθείσα ευθεία, στην οποία πρόκειται να σχεδιαστούν οι παράλληλες ευθείες. Σημειώνεται, ότι και σε αυτή την περίπτωση πραγματοποιούνται οι απαραίτητες αναγωγές στο προβολικό επίπεδο του ΕΓΣΑ'87, όπως στη περίπτωση του εργαλείου σχεδίασης κύκλου. Πραγματοποιείται, επίσης, πρόληψη και του σφάλματος, που μπορεί να προκληθεί στη περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει να κατασκευάσει γραφικό παράλληλων ευθείας χωρίς να έχει δώσει μια αρχική απόσταση ως είσοδο. Στη τελευταία περίπτωση, τοποθετείται αυτόματα ως δοθείσα απόσταση, η μηδενική.
- Δημιουργία και εμφάνιση αρχικής ευθείας. Εντός της μεθόδου offset(), πραγματοποιείται χρήση της μεθόδου onSingleTap() σύμφωνα με την οποία αναγνωρίζονται αυτόματα οι συντεταγμένες των σημείων, τα οποία ο χρήστης αγγίζει πάνω στην οθόνη της κινητής συσκευής. Τα σημεία αυτά, αποθηκεύονται προσωρινά σε μια λίστα σημείων (ArrayList<Point>), εφόσον μετασχηματιστούν μέσω της μεθόδου project() στο σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87, έτσι ώστε να είναι δυνατή στη συνέχεια η κατασκευή του γραφήματος της ευθείας. Δεδομένου ότι μια ευθεία αποτελείται από δύο σημεία, τίθεται ένας περιορισμός εντός της μεθόδου offset(), με τη χρήση της δομής ελέγχου if (αν), με τη βοήθεια της οποίας ολοκληρώνεται η συλλογή των σημείων από το άγγιγμα του χρήστη, εφόσον ο αριθμός αυτών γίνει ίσος με 2 (δηλαδή δύο αγγίγματα). Εφόσον, η λίστα σημείων διαθέτει δύο στοιχεία, δημιουργείται η γραφική απεικόνιση μιας polyline με τη βοήθεια των σημείων της offsetmArrayList. Ο τρόπος εμφάνισης προσδιορίζεται με τη βοήθεια του

SimpleLineStyle, και η εμφάνιση της πραγματοποιείται μέσω του graphic layer offsetmGraphicsLayer, επί του εκάστοτε υποβάθρου. Όλα τα παραπάνω εμφανίζονται αναλυτικά στο παρακάτω τμήμα του κώδικα:

```
offsetpolyline = new Polyline();
offsetpolyline.startPath(offsetmArrayList.get(0));
for (int j = 1; j < offsetmArrayList.size(); j++) {
    offsetpolyline.lineTo(offsetmArrayList.get(j));
}

//project from coord. system mapview into web Mercator
Polyline newPoly = (Polyline)
GeometryEngine.project(offsetpolyline, sp,
mMapView.getSpatialReference());

// add point and symbol to Graphic
Graphic gMarker = new Graphic(mapPoint, sms);
Graphic graphic = new Graphic(newPoly, new
SimpleLineStyle(Color.BLUE, 4));

offsetmGraphicsLayer.addGraphics(new Graphic[] { graphic ,
gMarker});
```

- Δημιουργία παράλληλων ευθειών εκατέρωθεν της αρχικής. Η σχεδίαση των παράλληλων ευθειών, εκατέρωθεν της αρχικής ευθείας πραγματοποιείται με τη βοήθεια της μεθόδου geodesicOffset() της κλάσης GeometryEngine, η οποία προσφέρεται μέσω του χρησιμοποιούμενου ArcGIS SDK. Πιο αναλυτικά με δεδομένη τη γεωμετρία της αρχικής ευθείας (offsetpolyline), της χωρική αναφορά (ΕΓΣΑ'87) και την ανηγμένης απόσταση  $p$ , είναι δυνατό να δημιουργηθεί το ζητούμενο γράφημα της μιας από τις δύο παράλληλες ευθείες και να επιτεθεί στο υπόβαθρο, ως εξής:

```
Polyline offset=(Polyline)
GeometryEngine.geodesicOffset(offsetpolyline, sp, p);

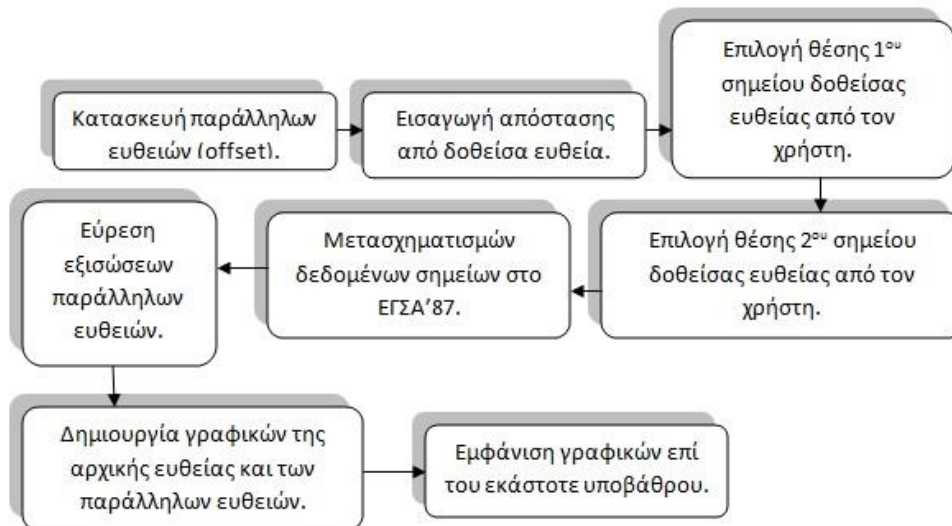
Polyline newoffset = (Polyline) GeometryEngine.project(offset, sp,
mMapView.getSpatialReference());

Graphic graphic2 = new Graphic(newoffset, new
SimpleLineStyle(Color.BLUE, 4));
offsetmGraphicsLayer.addGraphic(graphic2);
```

Σημειώνεται ότι ο προσδιορισμός της διεύθυνσης προς την οποία θα κατασκευαστεί η εκάστοτε παράλληλη ευθεία επηρεάζεται από τη φορά σχεδίασης της αρχικής δοθείσας ευθείας. Προκειμένου, να είναι το application πιο εύκολο στη χρήση κρίνεται απαραίτητο να σχεδιάζονται και οι δύο υποψήφιος παράλληλες ευθείες λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο πιθανές φορές σχεδίασης της αρχικής ευθείας από τον χρήστη. Με τον τρόπο, δημιουργούνται δύο παράλληλες ευθείες προς την αρχική, με αποτέλεσμα μια από αυτές να αποτελεί τη ζητούμενη ευθεία. Πιο αναλυτικά, δημιουργείται μια δεύτερη polyline, η οποία χρησιμοποιεί τα επιλεγθέντα σημεία από τον χρήστη, ως άκρα της, με τη διαφορά ότι διαθέτει αντίθετη διεύθυνση σχεδίασης. Έτσι, εφόσον

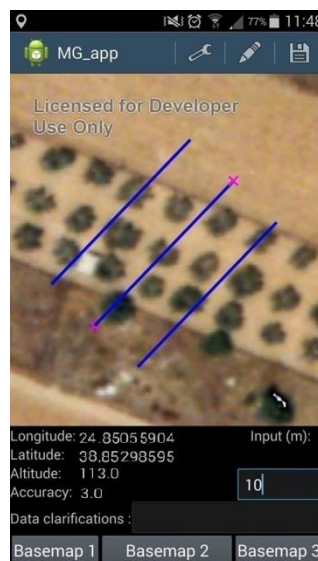
κατασκευαστούν οι γεωμετρίες των παράλληλων ευθειών της δοθείσας, είναι δυνατή η εμφάνισή τους, με τη βοήθεια του `offsetmGraphicsLayer`.

Η διαδικασία υπολογισμού και κατασκευής των παράλληλων ευθειών (ως προς την εκάστοτε δοθείσα ευθεία από τον χρήστη), παρουσιάζεται στο διάγραμμα 5.5.



Διάγραμμα 5.5: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών.

Με τη χρήση, επομένως της παραπάνω μεθόδου, προκύπτει το γραφικό αποτέλεσμα, επί της οθόνης, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.11.



Εικόνα 5.11: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη

## 5.6.4 Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας.

Ένα άλλο σημαντικό εργαλείο είναι εκείνο κατά το οποίο μπορεί να σχεδιαστεί μια κάθετη ευθεία, δεδομένου μήκους, ως προς μια δοθείσα από αυτόν ευθεία από τον χρήστη. Η κατασκευή του αναφερόμενου εργαλείου πραγματοποιείται μέσω της δημιουργία της μεθόδου `ortho()`, η οποία εκτελεί την ενέργεια μετά την κλήση της. Η δημιουργία της, ακολουθεί παρόμοια λογική με εκείνη του εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών. Απαιτείται μεταβολή του αρχείου `MG_app_tileActivity.java` και χρησιμοποιείται το πεδίο που κατασκευάστηκε στο αρχείο `main.xml`, για την λήψη των τιμών του μήκους της κάθετης ευθείας.

### I. Επέμβαση στο αρχείο `MG_app_tileActivity.java`

- Δήλωση μεταβλητών. Προτού, δημιουργηθεί η μέθοδος `ortho()`, κρίνεται απαραίτητο εντός του σώματος του κύριου προγράμματος να πραγματοποιηθούν οι δηλώσεις, που αναφέρονται στο γραφικό επίπεδο εμφάνισης της κάθετης ευθείας, στην λίστα προσωρινής αποθήκευσης των σημείων της αρχικής ευθείας και στο δείκτη εντοπισμού μεταβολών των κορυφών της αρχικής ευθείας.

```
GraphicsLayer orthomGraphicsLayer;  
ArrayList<Point> orthomArrayList;  
GraphicsLayer orthoverticalLine;  
int undoOR=0;
```

Ο δείκτης εντοπισμού μεταβολών, λαμβάνει τη τιμή 0 όταν δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια μεταβολή, ενώ λαμβάνει τη τιμή 1 όταν έχει πραγματοποιηθεί εκ των υστέρων επιλογή νέων κορυφών. Βοηθά στη κατασκευή μιας μεθόδου η οποία δίνει τη δυνατότητα επανεπιλογής μιας κορυφής της αρχικής ευθείας από τον χρήστη.

- Δημιουργία αρχικής ευθείας από τον χρήστη. Η αρχική δοθείσα ευθεία δημιουργείται με πανομοιότυπο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε κατά τη δημιουργία της αρχικής δοθείσας ευθείας, κατά την ανάπτυξη του γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης παράλληλων ευθειών.
- Δημιουργία κάθετης ευθείας, ως προς την αρχική. Εφόσον, ληφθούν τα δύο σημεία για τη κατασκευή της αρχικής ευθείας, ο χρήστης μέσω ενός επιπλέον αγγίγματος επί της οθόνης να προσδιορίσει το σημείο της αρχικής ευθείας στο οποίο επιθυμεί να φέρει κάθετη. Προκειμένου, το αναπτυσσόμενο πρόγραμμα να αντιληφθεί το αναφερόμενο άγγιγμα, χρησιμοποιείται μια δομή ελέγχου `if`, η οποία ελέγχει το μέγεθος της λίστας `orthomArrayList`. Έτσι όταν το μέγεθος της λίστας αυτής ξεπεράσει τα δύο σημεία, εκτελείται μια νέα διαδικασία, με τη

βοήθεια της οποία λαμβάνεται κάθε νέο άγγιγμα του χρήστη, ως η θέση του σημείο στο οποίο ζητείται να σχεδιαστεί κάθετη. Προκειμένου να σχεδιαστεί η ζητούμενη κάθετη ευθεία, πραγματοποιείται η εξής διαδικασία:

- Μετασχηματίζονται οι συντεταγμένες του τρίτου αγγίγματος του χρήστη στην οθόνη, στο ΕΓΣΑ'87, και στη συνέχεια λαμβάνονται οι συντεταγμένες Χ, Υ μέσω κατάλληλων εντολών:

```
// get map point
Point orthomapPoint = mMapVew.toMapPoint(screenX, screenY);
SpatialReference sp = SpatialReference.create(2100);
Point orthoaux = (Point) GeometryEngine.project(orthomapPoint,
mMapView.getSpatialReference(), sp);
```

```
double X3=orthoaux.getX();
double Y3=orthoaux.getY();
```

- Λαμβάνονται τα σημεία των άκρων της αρχικής ευθείας, από τη λίστα προσωρινής αποθήκευσης και εκχωρούνται οι συντεταγμένες του σε νέες μεταβλητές. Ταυτόχρονα, βρίσκεται ο συντελεστής διεύθυνσης της αρχικής ευθείας με απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς:

```
Point point1= orthomArrayList.get(1);
Point point2= orthomArrayList.get(2);
```

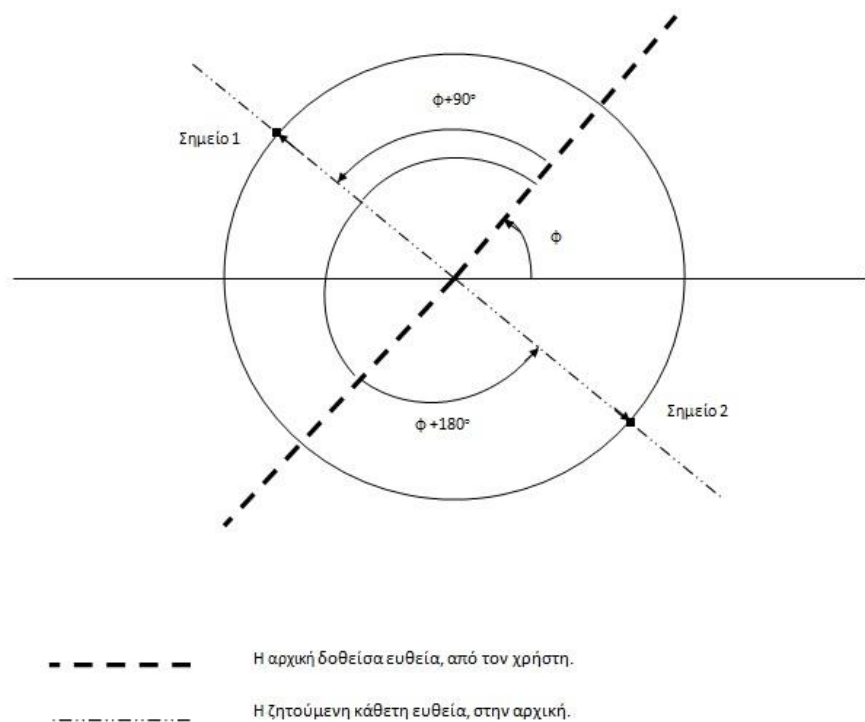
```
double X1=point1.getX();
double Y1=point1.getY();
```

```
double X2=point2.getX();
double Y2=point2.getY();
```

```
double l= (X2-X1)/(Y2-Y1);
```

- Στη συνέχεια, βρίσκονται τα σημεία της κάθετης ευθείας τα οποία που απέχουν απόσταση από το τρίτο σημείο που επιλέχθηκε από τον χρήστη, ίση με τη δοθείσα, ώστε να σχεδιαστεί η κάθετη ευθεία. Ο προσδιορισμός των σημείων αυτών πραγματοποιείται με τη βοήθεια των παραμετρικών εξισώσεων κύκλου, οι οποίες λαμβάνουν ως συντεταγμένες κέντρου, εκείνες του τρίτου σημείου που δίνεται από τον χρήστη. Σημειώνεται ότι ως επίκεντρες γωνίες για την εύρεση των ακραίων σημείων της κάθετης ευθείας, λαμβάνονται εκείνες, που διαθέτουν τέτοιο μέγεθος ώστε να τοποθετούν το εκάστοτε σημείο σε διεύθυνση κάθετη ως προς την ευθεία, δεδομένου ότι η αρχή μέτρησης των γωνιών εντός του συστήματος Android, βρίσκεται στο τέλος του πρώτου τεταρτημορίου του κύκλου. Πιο αναλυτικά, για τον υπολογισμό των σημείων 1 και 2 της κάθετης ευθείας, λαμβάνονται υπόψη οι γωνίες  $\phi + (\phi+90^\circ)$  και  $\phi + (\phi+180^\circ)$ , όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στην ακόλουθη εικόνα 5.12.

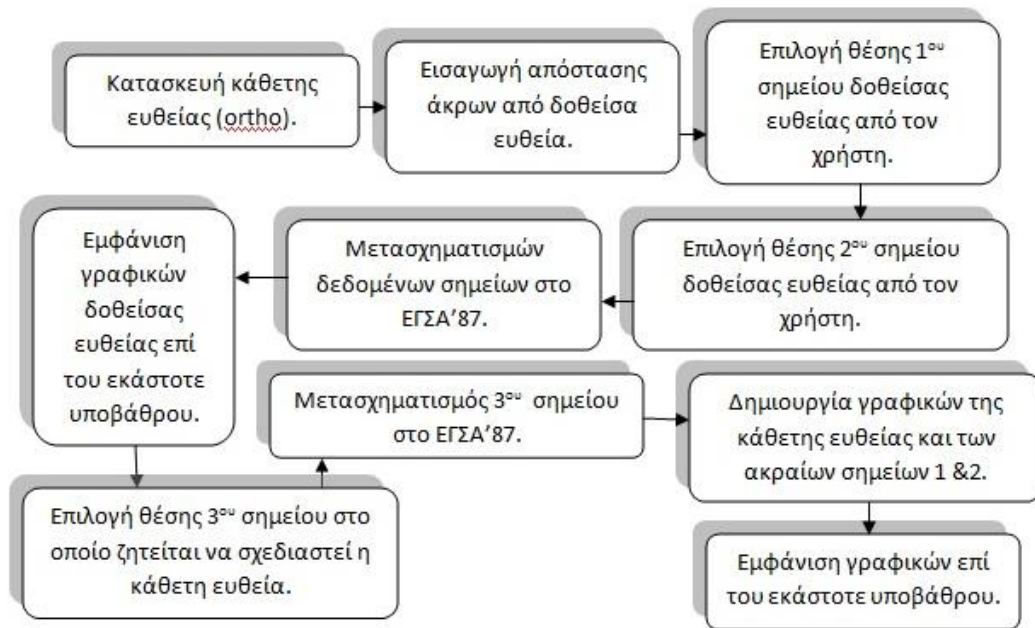
- Τέλος, σχεδιάζεται η polyline η οποία διέρχεται από τα σημεία 1 , 2 και από το κέντρο του υποτιθέμενου κύκλου, το οποίο αποτελεί ουσιαστικά το σημείο το οποίο επέλεξε ο χρήστης ώστε να σχεδιαστεί η κάθετη ευθεία. Εφόσον, δημιουργηθεί η polyline και προσδιοριστεί ο τρόπος εμφάνισης της, πραγματοποιείται εμφάνισή της κάθετης ευθείας επί του χάρτη, με τη βοήθεια του γραφικού θεματικού επιπέδου orthoverticalLine.



Εικόνα 5.12: Θεωρητικό υπόβαθρο δόμησης γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας.

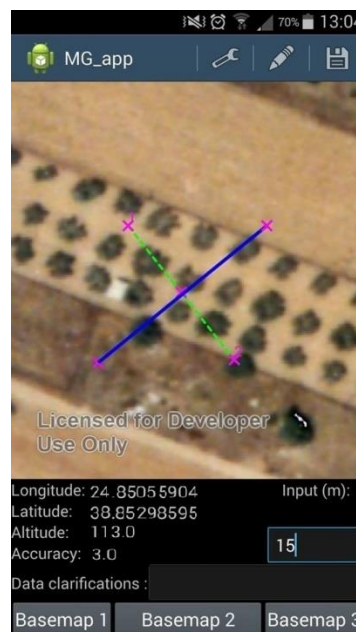
Σημειώνεται, ότι κατά την εμφάνιση της κάθετης ευθείας δημιουργούνται και εμφανίζονται γραφικά σημεία, που προσδιορίζουν τα άκρα της και αριθμούνται με τους αριθμούς 1 και 2. Το γεγονός αυτό, χρησιμεύει στη περίπτωση όπου ο εκάστοτε χρήστης θελήσει να αποθηκεύσει ένα από τα δύο άκρα της κάθετης ευθείας ως χαρακτηριστικών σημείο.

Η διαδικασία υπολογισμού και κατασκευής της κάθετης ευθείας (ως προς μία δοθείσα από τον χρήστη ευθεία), παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.6.



Διάγραμμα 5.6: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας.

Το τελικό αποτέλεσμα εμφάνισης του εξεταζόμενου γραφικού εργαλείου παρουσιάζεται στην εικόνα 5.13, όπου με μπλε χρώμα παρουσιάζεται η ευθεία η οποία προσδιορίστηκε από τον χρήστη και με πράσινο χρώμα, εκείνη η οποία υπολογίστηκε από το αναπτυσσόμενο application.



Εικόνα 5.13: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης κάθετης ευθείας, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.



### 5.6.5 Ανάπτυξη εργαλείου εύρεσης συντεταγμένων θέσης.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, αναπτύχθηκε και ένα εργαλείο για τον προσδιορισμό και την εμφάνιση των συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ'87, ενός επιλεγμένου σημείου από τον χρήστη. Η δημιουργία του εργαλείου αυτού πραγματοποιήθηκε μέσω της μεθόδου `point_coord()`, η οποία εκτελεί την ανωτέρω ενέργεια μετά από τη κλήση της εντός του προγράμματος. Για την κατασκευή της αναφερόμενης μεθόδου πραγματοποιήθηκαν αλλαγές εντός του αρχείου `MG_app_tileActivity.java`.

- Δήλωση γραφικού επιπέδου εμφάνισης τιμών. Αρχικά, πραγματοποιείται δήλωση του `graphic layer`, με τη βοήθεια του οποίου θα προβληθούν οι εκάστοτε συντεταγμένες.

```
GraphicsLayer gl = null;
```

- Επιλογή επιθυμητού σημείου. Η επιλογή του εκάστοτε σημείου πραγματοποιείται μέσω ενός αγγίγματος στη οθόνη, ενώ ο εντοπισμός των αντίστοιχων συντεταγμένων μέσω της κλήσης της μεθόδου `onSingleTap()`. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μετατροπή των εν λόγω συντεταγμένων στο σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87, με χρήση της μεθόδου `project()`, της κλάσης του Geometry Engine. Τέλος, δημιουργούνται τα γραφικά απεικόνισης του σημείου και του κειμένου, το οποίο αντιπροσωπεύει τις εκάστοτε συντεταγμένες X και Y και στη συνέχεια όλα τα δημιουργούμενα γραφικά εισάγονται στο θεματικό επίπεδο `gl`, το οποίο είναι το `graphic layer` για τον σχεδιασμό του εξεταζόμενου εργαλείου.

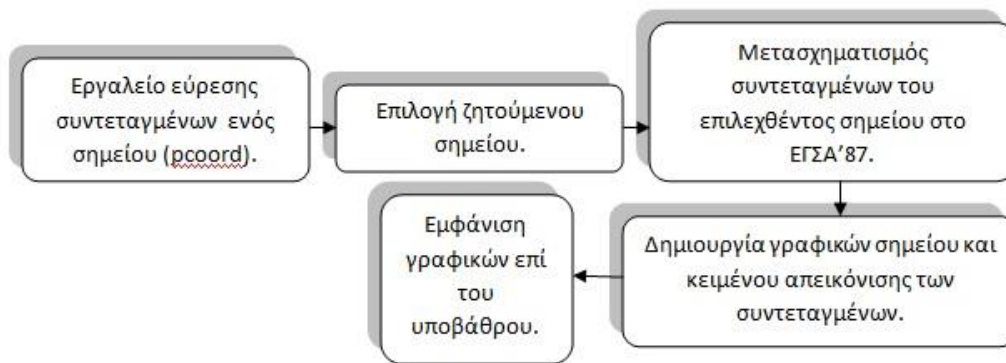
```
private void point_coord() {  
  
    // on single tap convert the map coordinates to grid reference  
    mMapView.setOnSingleTapListener(new OnSingleTapListener() {  
  
        private static final long serialVersionUID = 1L;  
  
        public void onSingleTap(float screenX, float screenY) {  
            // remove any previous graphics  
            gl.removeAll();  
            // get map point  
            Point mapPoint = mMapView.toMapPoint(screenX, screenY);  
            SpatialReference sp = SpatialReference.create(2100);  
            Point aux = (Point) GeometryEngine.project(mapPoint,  
mMapView.getSpatialReference(), sp);  
            // create a symbol for point  
            SimpleMarkerSymbol sms = new  
SimpleMarkerSymbol(Color.MAGENTA, 15, SimpleMarkerSymbol.STYLE.X);  
            // create a text symbol for point coordinates  
            TextSymbol txtSym = new TextSymbol(18,  
"X="+String.format("%.2f", aux.getX())+" "+"Y="+String.format("%.2f",  
aux.getY()), Color.BLUE);  
  
            txtSym.setOffsetX(10);  
        }  
    }  
}
```

```

// add point and symbol to Graphic
Graphic gMarker = new Graphic(mapPoint, sms);
// add text symbol to graphic
Graphic gText = new Graphic(mapPoint, txtSym);
// add graphics to graphics layer
gl.addGraphics(new Graphic[] { gMarker, gText });
    }
});
}

```

Σημειώνεται ότι η παράθεση των τελικών συντεταγμένων, πραγματοποιείται με τη χρήση δύο δεκαδικών ψηφίων. Η διαδικασία υπολογισμού και εμφάνισης των συντεταγμένων ενός επιλεγμένου σημείου του υποβάθρου, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.7.



Διάγραμμα 5.7: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας εργαλείου παρουσίασης συντεταγμένων, ενός σημείου.

Το τελικό αποτέλεσμα του αναφερόμενου εργαλείου παρουσιάζεται στην εικόνα 5.14.



Εικόνα 5.14: Μορφή εργαλείου παρουσίασης συντεταγμένων ενός επιλεγμένου σημείου.

### 5.6.6 Ανάπτυξη εργαλείου μέτρησης αποστάσεων.

Ένα χρήσιμο εργαλείο, το οποίο αναπτύσσεται στη διπλωματική εργασία, είναι εκείνο με τη βοήθεια του οποίου ο χρήστης μπορεί να μετρήσει αποστάσεις επί του υποβάθρου. Για τη κατασκευή του, δημιουργήθηκε η μέθοδος `calcdist()`, η οποία εκτελεί την ανωτέρω ενέργεια όταν καλείται από τα πρόγραμμα, πραγματοποιώντας αλλαγές στο αρχείο `MG_app_tileActivity.java`.

- Πραγματοποίηση δηλώσεων. Οι αρχικές δηλώσεις που πραγματοποιούνται αφορούν στοιχεία τα οποία συμβάλλουν στη δημιουργία και εμφάνιση της ευθείας της οποία ζητείται το μήκος. Οι δηλώσεις πραγματοποιούνται με πανομοιότυπο τρόπο με εκείνο που αναφέρθηκε κατά την ανάπτυξη του γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης ευθείας.

```
GraphicsLayer distancemGraphicsLayer;  
ArrayList<Point> distancemArrayList;  
Polyline line;
```

- Σχεδίαση και εμφάνιση αρχικής ευθείας. Η δημιουργία και η γραφική εμφάνιση της ευθείας, που θα προσδιοριστεί το μήκος, πραγματοποιείται κατά όμοιο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε κατά την ανάπτυξη του γεωμετρικού εργαλείου σχεδίασης ευθείας (της μεθόδου `Line_L()`).
- Υπολογισμός μήκους. Ο υπολογισμός του μήκους της ευθείας πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου `distance()`, της κλάσης `GeometryEngine`. Η μέθοδος αυτή υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο δοθέντων σημείων αφού λάβει υπόψη το σύστημα αναφοράς αυτών. Με τη βοήθεια, επομένως, των σημείων των άκρων της αρχικής ευθείας, τα οποία είναι αποθηκευμένα στη λίστα `distancemArrayList`, υπολογίζεται η αντίστοιχη απόστασης σε μέτρα. Η εντολή που πραγματοποιεί τον υπολογισμό αυτό, εντός της `calcdist()`, είναι η εξής:

**double**

```
calcdist=GeometryEngine.distance(distancemArrayList.get  
(0), distancemArrayList.get(1), sp);
```

- Αναγωγή του υπολογισθέντος μήκους στη φυσική γήινη επιφάνεια. Δεδομένου ότι το σύστημα αναφοράς του υποβάθρου είναι το ΕΓΣΑ'87, πραγματοποιείται κατάλληλος μετασχηματισμός του αποτελέσματος, προκειμένου να δοθεί στον χρήστη εκείνο της φυσικής γήινης επιφάνειας. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης μπορεί να μετρήσει στο πεδίο την εν λόγω απόσταση ώστε να ελέγξει ή να επιβεβαιώσει μια παρατήρηση. Ο μετασχηματισμός αυτός γίνεται ως εξής:

```
double k=0.9996;  
calcdist=calcdist/k;
```

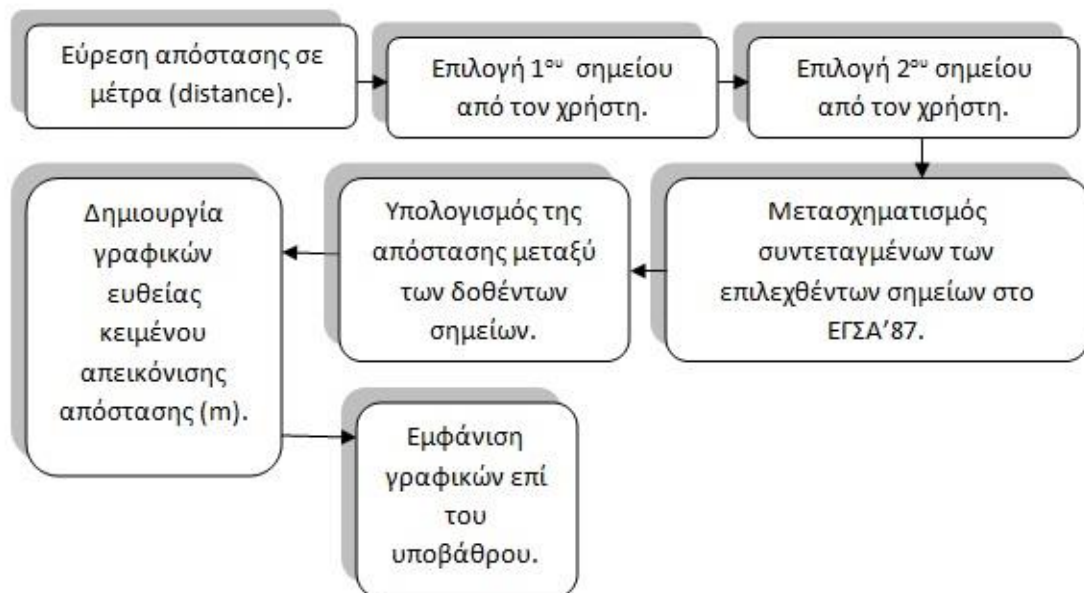
- Γραφική εμφάνιση υπολογιζόμενης απόστασης. Για τη δημιουργία των κατάλληλων γραφικών, επιλέγεται ένα από τα δύο σημεία της ευθείας ως εκείνο στο οποίο θα εμφανίζεται η υπολογιζόμενη απόσταση. Ως σημείο εμφάνισης της απόστασης, επιλέγεται εκείνο το σημείο που άγγιξε τελευταίο ο χρήστης επί της οθόνης. Όλα τα παραπάνω, παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια:

```

Point                p2                =                (Point)
GeometryEngine.project(distanceArrayList.get(1),                sp,
MapView.getSpatialReference());
TextSymbol                txtSym                =                new
TextSymbol(18,String.format("%.2f",calcdist)+"m", Color.BLUE);
Graphic gText = new Graphic(p2, txtSym);
// add graphics to graphics layer
distanceGraphicsLayer.addGraphic(gText);

```

Η διαδικασία υπολογισμού της απόστασης (σε μέτρα) μεταξύ δύο δοθέντων σημείων από τον χρήστη, παρουσιάζεται στο διάγραμμα 5.8.



Διάγραμμα 5.8: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας εργαλείου μέτρησης αποστάσεων.

Το οπτικό αποτέλεσμα του αναφερόμενου εργαλείου, παρουσιάζεται στην εικόνα 5.15.



Εικόνα 5.15: Μορφή εργαλείου μέτρησης αποστάσεων, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.

### 5.6.7 Ανάπτυξη εργαλείου μέτρησης εμβαδού.

Εκτός από τη κατασκευή εργαλείου μέτρησης αποστάσεων, κρίνεται χρήσιμη η κατασκευή ενός εργαλείου μέτρησης εμβαδών (σε τετραγωνικά μέτρα) επί του εκάστοτε υποβάθρου. Το αναφερόμενο εργαλείο κατασκευάζεται, με τη δημιουργία της μεθόδου `calcarea()` και εκτελείται μετά τη κλήση αυτής, στο εσωτερικό του προγράμματος. Προκειμένου να επιτευχθεί η κατασκευή της, πραγματοποιούνται μεταβολή του αρχείου `MG_app_tileActivity.java`.

- Πραγματοποίηση δηλώσεων. Αρχικά πραγματοποιούνται οι απαραίτητες δηλώσεις όμοια με το εργαλείο μέτρησης αποστάσεων.  
`GraphicsLayer areamGraphicsLayer;`  
`ArrayList<Point> areamArrayList;`
- Επιλογή κορυφών πολυγώνου. Κατά όμοιο τρόπο με τα προαναφερόμενα εργαλεία πραγματοποιείται η επιλογή των κορυφών του πολυγώνου μέσω της οθόνης της κινητής συσκευής.
- Υπολογισμός εμβαδού. Με τη βοήθεια των σημείων που δόθηκαν ως είσοδος από τον χρήστη, πραγματοποιείται η δημιουργία ενός πολυγώνου. Ο υπολογισμός του εμβαδού γίνεται μέσω της χρήσης της μεθόδου `calculateArea2D()`, η οποία δίνεται από τις βιβλιοθήκες του χρησιμοποιούμενου ArcGIS SDK. Η διαδικασία που ακολουθείται παρουσιάζεται αναλυτικά στη συνέχεια.

```
//δημιουργία πολυγώνου

Polygon areapolygon = new Polygon();

areapolygon.startPath(areamArrayList.get(0));
for (int j = 1; j < areamArrayList.size(); j++) {
    areapolygon.lineTo(areamArrayList.get(j));
}
```

```

}

//υπολογισμός 2D εμβαδού που περικλείεται στη
Γεωμετρία του πολυγώνου.

double area= areapolygon.calculateArea2D();

```

- Αναγωγή του υπολογισθέντος εμβαδού στη φυσική γήινη επιφάνεια. Δεδομένου ότι το σύστημα αναφοράς του υποβάθρου είναι το ΕΓΣΑ'87, πραγματοποιείται κατάλληλος μετασχηματισμός του αποτελέσματος, προκειμένου να δοθεί στον χρήστη εκείνο της φυσικής γήινης επιφάνειας. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης μπορεί να μετρήσει στο πεδίο το εν λόγω εμβαδό ώστε να ελέγξει ή να επιβεβαιώσει μια παρατήρηση. Ο μετασχηματισμός αυτός γίνεται ως εξής:

```

double k=0.9996;
area=area/(k*k);

```

- Δημιουργία γραφικού πολυγώνου και εμφάνιση αποτελεσμάτων. Η διαδικασία δημιουργίας της γραφικού πολυγώνου, είναι παρόμοια με εκείνη της δημιουργίας γραφικού γραμμής, με τη διαφορά ότι όλα τα σημεία συνδέονται μεταξύ τους με κλειστές γραμμές. Για τη δημιουργία της γραφικής απεικόνισης του πολυγώνου χρησιμοποιείται το SimpleFillSymbol με τη βοήθεια του οποίου επιλέγεται ο τρόπος εμφάνισης του (χρώμα, σκιαγράφηση κ.τ.λ) μέσω από μια συλλογή προτύπων. Ακόμα με την εντολή setOutline είναι δυνατό να προσδιοριστεί το είδος του περιγράμματος αυτού.

```

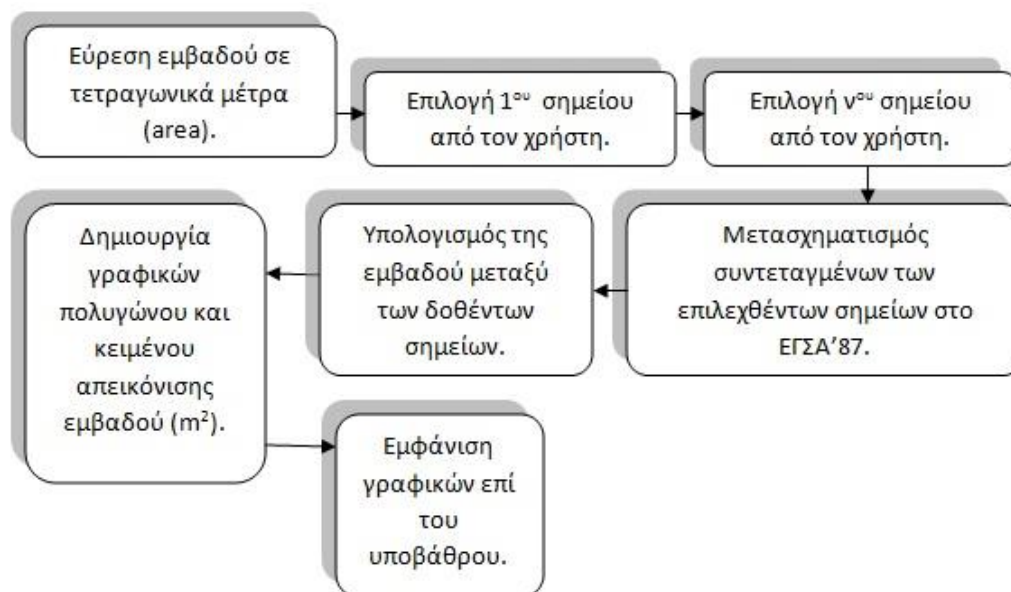
// create a line symbol for the polygon outline (this is optional)
SimpleLineSymbol polygonOutline = new SimpleLineSymbol(Color.GREEN, 3, SimpleLineSymbol.STYLE.SOLID);

// create the polygon symbol // if an outline is not needed put
"null" instead of "polygonOutline"
SimpleFillSymbol fillSymbol = new SimpleFillSymbol(Color.GREEN, SimpleFillSymbol.STYLE.NULL);
fillSymbol.setOutline(polygonOutline);

```

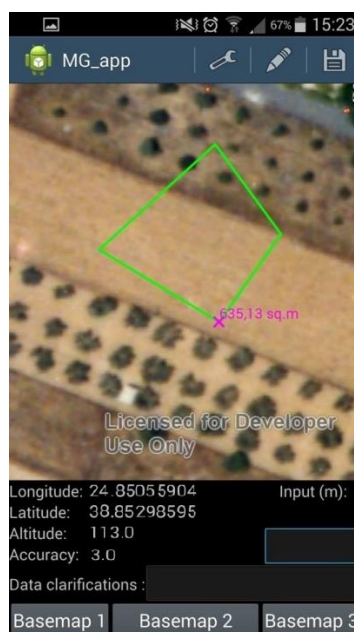
Εφόσον δημιουργηθεί η γεωμετρία του πολυγώνου και προσδιοριστούν ο τρόπος εμφάνισης τόσο του ίδιου του πολυγώνου όσο και του αποτελέσματος του εμβαδού (σε τετραγωνικά μέτρα), είναι δυνατή η εμφάνιση του αποτελέσματος στην οθόνη, με τη βοήθεια του graphic layer areamGraphicsLayer. Σημειώνεται, ότι στη μέθοδο αυτή δεν τίθεται όριο του αριθμού των κορυφών που είναι δυνατό να δώσει ο χρήστης ως είσοδο. Αντίθετα, η μέθοδος εκτελείται συνεχόμενα, και επαναυπολογίζει το τελικό εμβαδό του πολυγώνου, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση κάθε νέας κορυφής επί του υποβάθρου.

Η διαδικασία υπολογισμού του εμβαδού (σε τετραγωνικά μέτρα) του πολυγώνου το οποίο σχηματίζεται με κορυφές, οι οποίες προσδιορίζονται από τον χρήστη, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.9.



Διάγραμμα 5.9: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας εργαλείου μέτρησης εμβαδού.

Το οπτικό αποτέλεσμα του αναφερόμενου εργαλείου, παρουσιάζεται στην εικόνα 5.16.



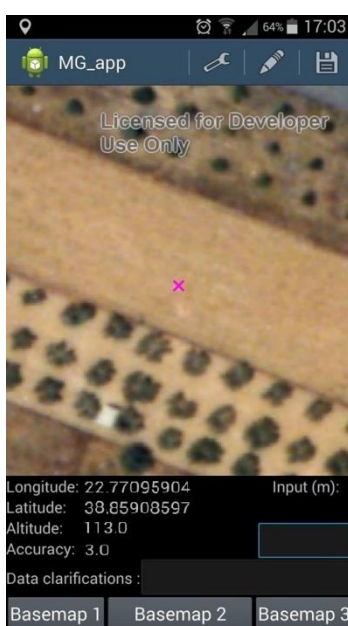
Εικόνα 5.16: Μορφή εργαλείου μέτρησης εμβαδού, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.

### 5.6.8 Ανάπτυξη εργαλείου σχεδίασης σημείου.

Ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση χαρακτηριστικών σημείων επί του υποβάθρου, είναι εκείνο της δημιουργίας γραφικών σημείων. Το εργαλείο αυτό κατασκευάζεται μέσω της δημιουργίας της μεθόδου `point()`. Προκειμένου να υλοποιηθεί θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κατάλληλες αλλαγές εντός του αρχείου `MG_app_tileActivity.java`. Σημειώνεται το συγκεκριμένο εργαλείο ενεργοποιείται, μετά από κλήση του εντός του προγράμματος.

Η γραφική απεικόνιση του σημείου εμφανίζεται με τη βοήθεια του γραφικού επιπέδου `pointmGraphicsLayers`, ενώ ο τρόπος επιλογής του, η εύρεση των συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ'87, η δημιουργία κατάλληλου γραφικού και τελικά η εμφάνιση του επί του υποβάθρου, πραγματοποιείται με παρόμοιο τρόπο με εκείνο που πραγματοποιήθηκε η δημιουργία και παρουσίαση σημείων κατά την ανάλυση των προαναφερόμενων γεωμετρικών εργαλείων.

Συνεπώς, μετά τη κλήση της μεθόδου `point()` και του αγγίγματος της οθόνης από τον χρήστη, προκύπτει το αποτέλεσμα που παρουσιάζεται στη εικόνα 5.17.



Εικόνα 5.17: Μορφή εργαλείου σχεδίασης σημείου, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.

Το εργαλείο σχεδίασης σημείων είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς συμβάλλει στη συλλογή χαρακτηριστικών του εδάφους, τα οποία είναι δυνατό να επιλεχθούν αυτόνομα από τον χρήστη και είναι χρήσιμα στη συνολική διαδικασία καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης, της περιοχής μελέτης.



### 5.6.9 Ανάπτυξη εργαλείου σχεδίασης polyline.

Εκτός από το εργαλείο κατασκευής σημείων, ένα άλλο βοηθητικό εργαλείο το οποίο κατασκευάστηκε, είναι εκείνο με τη βοήθεια του οποίου είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί κατασκευή polylines ή διαφορετικά πολυγραμμών. Οι polylines διαθέτουν γεωμετρία γραμμής με τη διαφορά ότι είναι δυνατό να περιλαμβάνουν περισσότερες των δύο κορυφών. Η κατασκευή του αναφερόμενου εργαλείου πραγματοποιείται μέσω της ανάπτυξης της μεθόδου polyline(). Για την κατασκευή της μεθόδου αυτής, πραγματοποιούνται μεταβολές στο αρχείο MG\_app\_tileActivity.java. Η ενεργοποίηση της πραγματοποιείται μετά από κλήση της μέσα από τα κύριο σώμα του προγράμματος.

- Πραγματοποίηση δηλώσεων. Προτού ξεκινήσει η διαδικασία κατασκευής της μεθόδου πραγματοποιούνται οι απαραίτητες δηλώσεις, εντός του κύριου προγράμματος. Οι αναφερόμενες δηλώσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια.

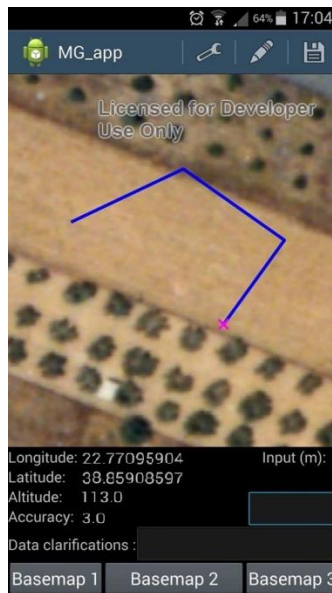
```
GraphicsLayer polylinemGraphicsLayer;  
ArrayList<Point> polylinemArrayList;  
Polyline savepolyline;  
int undo=0;
```

Η λογική με βάση την οποία πραγματοποιούνται οι δηλώσεις είναι όμοια με εκείνη των δηλώσεων που αφορά το γεωμετρικό εργαλείο σχεδίασης ευθείας.

Δημιουργία Polyline. Η λογική της δημιουργίας της μεθόδου αυτής, είναι όμοια με τη λογική που ακολουθήθηκε κατά τη δημιουργία της Line\_L(). Η διαφορά έγκειται στο γεγονός, ότι στη περίπτωση αυτή δεν τίθεται περιορισμός όσο αφορά τον αριθμό των κορυφών. Αυτό σημαίνει ότι η γεωμετρία της polyline υπολογίζεται και εμφανίζεται γραφικά, όσο ο χρήστης θέτει επιπλέον σημεία με το άγγιγμα της οθόνης.

Η γραφική απεικόνιση του εργαλείου, μετά από κλήση του από το κύριο σώμα του προγράμματος αποκτά τη μορφή που παρουσιάζεται στην εικόνα 5.18.

Το εργαλείο σχεδίασης polyline είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς συμβάλλει στη συλλογή χαρακτηριστικών του εδάφους, τα οποία είναι δυνατό να επιλεχθούν αυτόνομα από τον χρήστη και είναι χρήσιμα στη συνολική διαδικασία καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης, της περιοχής μελέτης. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να είναι ποικίλων ειδών και να περιγράφουν όρια ιδιοκτησιών, κτισμάτων κ.τ.λ.



Εικόνα 5.18: Μορφή εργαλείου σχεδίασης polyline, στην επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη.

### 5.6.10 Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου εύρεση σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων.

Ένα άλλο εργαλείο το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας είναι εκείνο, το οποίο είναι υπολογίζει και εμφανίζει με γραφικό τρόπο επί της οθόνης, τα σημεία τομής μεταξύ δύο κύκλων. Η δημιουργία του αναφερόμενου εργαλείου είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς κατά την εργασία στο πεδίο μπορεί να απαιτηθεί η εύρεση ενός σημείου, το οποίο δεν είναι εμφανές στο υπόβαθρο αλλά αντίθετα είναι γνωστές οι αποστάσεις του από δυο σταθερά σημεία. Προκειμένου να αναπτυχθεί το αναφερόμενο εργαλείο πραγματοποιούνται οι κατάλληλες μεταβολές στο αρχείο MG\_app\_tileActivity.java. Η κατασκευή του επιτυγχάνεται μέσω της ανάπτυξης μια νέας μεθόδου, της intersect\_C1C2(). Για να λειτουργήσει η μέθοδος, πραγματοποιείται χρήση δύο άλλων μεθόδων οι οποίες έχουν δημιουργηθεί. Οι μέθοδοι αυτοί είναι η circle() και η circle\_2().

- Δήλωση απαραίτητων μεταβλητών και γραφικών επιπέδων. Οι απαραίτητες δηλώσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια.

```
GraphicsLayer Intersect1;
```

```
double X1=0;
double Y1=0;
double X2=0;
double Y2=0;
double R1=0;
double R2=0;
```

```
double A=0;
double B=0;
```

```

double C=0;
double A1=0;
double B1=0;
double C1=0;
double a=0;
double b=0;
double c=0;
double D=0;

Point T1;
Point T2;
double XT1=0;
double YT1=0;
double XT2=0;
double YT2=0;

```

Η πρώτη δήλωση αφορά το graphic layer, που χρησιμοποιείται για την εμφάνιση των σημείων τομής. Το επόμενο σύνολο δηλώσεων, είναι μεταβλητές που αφορούν τα δεδομένα εισόδου τα οποία είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των εκάστοτε σημείων τομής, δηλαδή, αποτελούν μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν τις συντεταγμένες του κέντρου κάθε ενός από τους δύο κύκλους καθώς και την αντίστοιχη ακτίνα. Το τρίτο σύνολο μεταβλητών προσδιορίζει το σύνολο των παραμέτρων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση του συστήματος μεταξύ των δύο κύκλων και την τελική εύρεση του αποτελέσματος. Τέλος, το τέταρτο σύνολο των δηλώσεων αφορούν τα σημεία τομής (T1, T2) καθώς και τις αντίστοιχες μεταβλητές στις οποίες θα αποθηκεύονται οι συντεταγμένες τους.

Δημιουργία εξισώσεων κύκλου και επίλυση συστήματος. Η λογική δημιουργίας του εργαλείου αυτού, βασίστηκε σε απλά μαθηματικά. Για την εύρεση των σημείων τομής, δημιουργήθηκαν αρχικά οι εξισώσεις κύκλου, που απεικονίζουν κάθε έναν (με βάση τις συντεταγμένες του κέντρου και την ακτίνα του) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε επίλυση του συστήματός τους, για την εύρεση των κοινών σημείων. Για την εύρεση των εξισώσεων των κύκλων, χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές X1,Y1,R1 και X2,Y2,R2 οι οποίες τοποθετούνται εντός των μεθόδων circle() και circle\_2() αντίστοιχα, προκειμένου να λαμβάνουν κάθε φορά τις συντεταγμένες του κέντρου και την ακτίνα που προσδιορίζει ο χρήστης για τον κάθε κύκλο. Έτσι, εντός της circle() τοποθετούνται οι ακόλουθες εντολές, εντός της μεθόδου onSingleTap() μετά τη μετατροπή του εντοπισμένου σημείου στο ΕΓΣΑ'87:

```

double X0=aux.getX();
double Y0=aux.getY();
X1=X0;
Y1=Y0;

```

ενώ στο τμήμα που αφορά την αναγνώριση του μεγέθους εισόδου, που δόθηκε ως ακτίνα από τον χρήστη, και τις απαραίτητες μετατροπές αυτού του μήκους μέσω του συντελεστή κλίμακας k, τοποθετείται η ακόλουθη εντολή:

```
R1=p;
```

Κατά όμοιο τρόπο πραγματοποιούνται οι κατάλληλες μεταβολές στο σώμα της μεθόδου `circle_2()`, ως εξής:

```
double X0=aux.getX();  
double Y0=aux.getY();  
X2=X0;  
Y2=Y0;
```

```
R1=p;
```

Με δεδομένα τα παραπάνω είναι δυνατό να δομηθούν οι εξισώσεις κάθε ενός από τους δύο κύκλους ως εξής:

$$(1) \text{ Κύκλος με κέντρο } K_1(X_1, Y_1) \text{ και ακτίνα } R_1 : (X-X_1)^2 + (Y-Y_1)^2 = R_1^2$$

$$(2) \text{ Κύκλος με κέντρο } K_2(X_2, Y_2) \text{ και ακτίνα } R_2 : (X-X_2)^2 + (Y-Y_2)^2 = R_2^2$$

Με τη βοήθεια των εξισώσεων (1) και (2), είναι δυνατό να προσδιοριστούν τα ζητούμενα σημεία τομής μεταξύ των δύο κύκλων, με την επίλυση του συστήματος των εξισώσεων, οι οποίες προκύπτουν με την ανάλυση των εξισώσεων (1) και (2) και διαθέτουν τη μορφή (3) και (4), αντίστοιχα.

$$(3) x^2 + y^2 + A_1x + B_1y + \Gamma_1 = 0$$

$$(4) x^2 + y^2 + A_2x + B_2y + \Gamma_2 = 0$$

ή ισοδύναμα, των εξισώσεων (5) και (6):

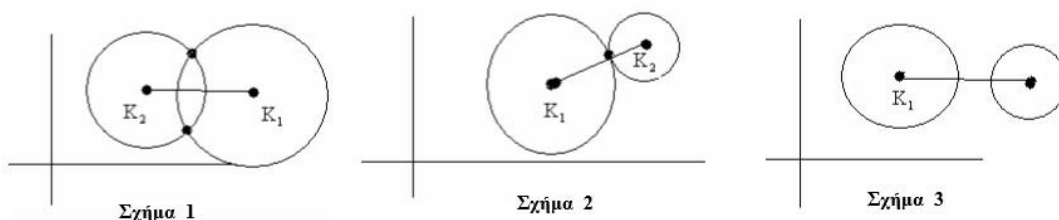
$$(1) x^2 + y^2 + A_1x + B_1y + \Gamma_1 = 0$$

$$(2) (A_1-A_2)x + (B_1-B_2)y + (\Gamma_1-\Gamma_2) = 0$$

Όπου  $A_1, B_1, \Gamma_1$  και  $A_2, B_2, \Gamma_2$  οι παράμετροι, το μέγεθος των οποίων προκύπτει από την ανάπτυξη των εξισώσεων (1) και (2) εφόσον πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αντικαταστάσεις των γνωστών μεγεθών (συντεταγμένων και ακτίνας κάθε κύκλου) και οι αντίστοιχες παραγοντοποιήσεις.

Η παρρη ή όχι σημείων τομής μεταξύ των δύο κύκλων, επηρεάζεται άμεσα από τη σχετική τους θέση. Αυτό σημαίνει ότι οι δύο κύκλοι είναι δυνατό (εικόνα 5.19):

- Να τέμνονται, και επομένως να διαθέτουν δύο κοινά σημεία (σχήμα 1).
- Να εφάπτονται, και επομένως να διαθέτουν ένα κοινό σημείο (σχήμα 2).
- Να μην διαθέτουν επαφή μεταξύ τους, και επομένως να μην διαθέτουν κάποιο κοινό σημείο (σχήμα 3).

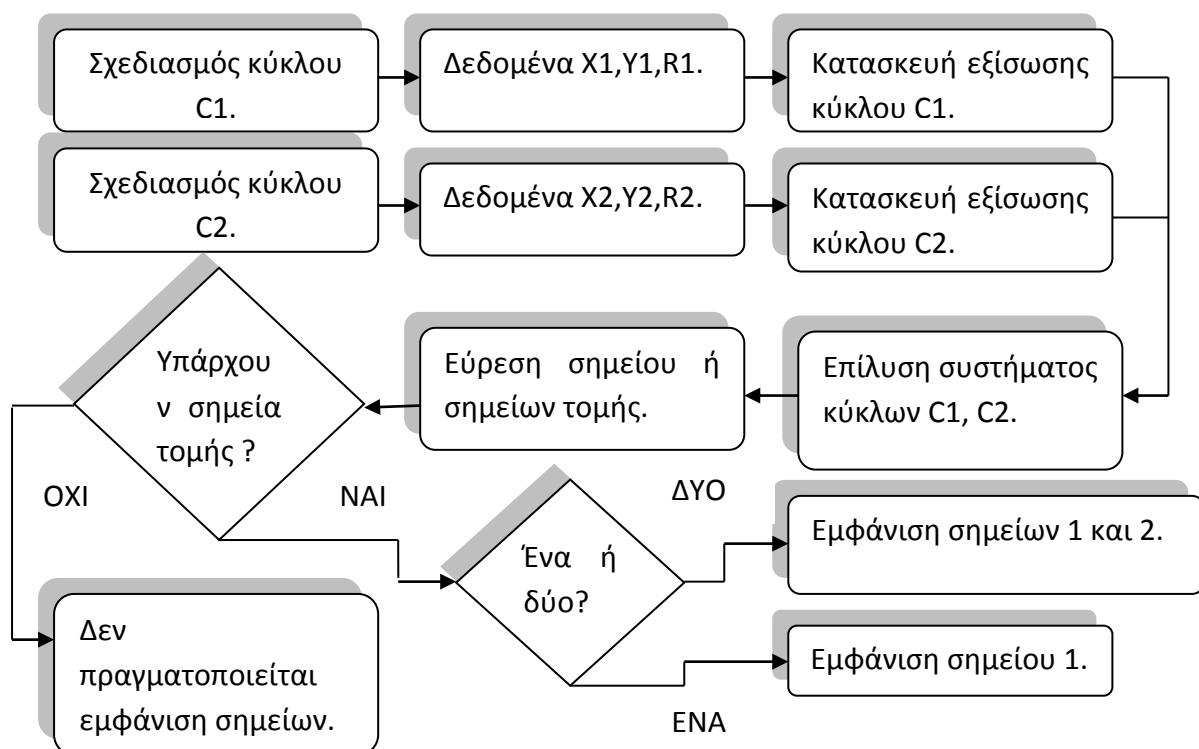


Εικόνα 5.19: Παρουσίαση σχετικών θέσεων μεταξύ δύο κύκλων.

Εξαιτίας της διαπίστωσης αυτής, θα πρέπει εντός του κώδικα να ληφθούν υπ' όψη οι προαναφερόμενες περιπτώσεις, έτσι ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα σφάλματος κατά τη διαδικασία εύρεσης των κοινών σημείων.

- Εμφάνιση γραφικών απεικόνισης των σημείων τομής. Μετά την εύρεση των ζητούμενων συντεταγμένων, είναι δυνατή η παρουσίαση τους μέσω γραφικών επί του εκάστοτε υποβάθρου με τη βοήθεια του `graphic layer intersect1`. Σημειώνεται ότι εκτός από τη δημιουργία των γραφικών που αφορούν το εκάστοτε σημείο τομής, δημιουργούνται και γραφικά κειμένου, με τη βοήθεια των οποίων αριθμούνται τα σημεία τομής (1 και 2), με σκοπό να είναι δυνατή η επιλογή του επιθυμητού από τον χρήστη.

Η διαδικασία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.10.



Διάγραμμα 5.10: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων.

Η τελική γραφική απεικόνιση του αναφερόμενου εργαλείου, παρουσιάζεται στην εικόνα 5.20.



Εικόνα 5.20: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.

### 5.6.11 Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ κύκλου και ευθείας.

Εκτός από το εργαλείο εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων, ένα άλλο χρήσιμο γεωμετρικό εργαλείο είναι το εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ ενός κύκλου και μιας ευθείας. Το εργαλείο αυτό είναι χρήσιμο για τον εντοπισμό σημείων κατά την παρεύρεση στο πεδίο, που δεν είναι εμφανή στο υπόβαθρο αλλά βρίσκονται επί μιας ευθυγραμμίας (η οποία γίνεται αντιληπτή με επιτόπιες παρατηρήσεις) και απέχουν συγκεκριμένη απόσταση από ένα γνωστό σημείο, το οποίο είναι εμφανές στο υπόβαθρο (ή έχει υπολογιστεί εκ των προτέρων μέσω της χρήσης ενός άλλου εργαλείου). Για την κατασκευή του αναφερόμενου εργαλείου, πραγματοποιείται μεταβολή στο αρχείο `MG_app_tileActivity.java` μέσω της ανάπτυξης της μεθόδου `intersectC1L1()`. Για την ανάπτυξη της αναφερόμενης μεθόδου, πραγματοποιείται χρήση δύο άλλων μεθόδων οι οποίες αναπτύχθηκαν ωρίτερα. Αυτές είναι η μέθοδος `circle()` και η μέθοδος `Line_L()`.

- Δήλωση μεταβλητών και γραφικών επιπέδων. Κατά όμοιο τρόπο με εκείνον που περιγράφηκε κατά την ανάπτυξη του εργαλείου εύρεση σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων, πραγματοποιείται η δήλωση των απαραίτητων μεταβλητών.
- Διαδικασία εύρεσης σημείων τομής. Είναι φανερό, ότι για την εύρεση των ζητούμενων σημείων τομής, θα πρέπει αρχικά να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες ενέργειες προκειμένου να βρεθούν οι εξισώσεις που απεικονίζουν τόσο τον κύκλο όσο και την ευθεία. Για την εύρεση της εξίσωσης του κύκλου πραγματοποιείται όμοια διαδικασία με εκείνη που εκτελέστηκε κατά την

ανάπτυξη του εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων. Για την εύρεση της εξίσωσης μια ευθείας αρκεί να είναι γνωστά δύο σημεία αυτής, που λαμβάνονται μέσω της μεθόδου `Line_L()`, ως εκείνα τα σημεία τα οποία επιλέγει ο χρήστης ως άκρα της σχεδιαζόμενης ευθείας. Οι συντεταγμένες των σημείων αυτών βρίσκονται εκφρασμένες στο ΕΓΣΑ'87, και εκχωρούνται στις αντίστοιχες μεταβλητές οι οποίες δηλώνονται στην αρχή του προγράμματος με την ακόλουθη δήλωση.

```
double XL1=0;
double YL1=0;
double XL2=0;
double YL2=0;
```

Η αρχικοποίηση των μεταβλητών, γίνεται εντός της μεθόδου `Line_L()`, με εντολές εκχώρησης των συντεταγμένων των άκρων της ευθείας, σε αυτές.

```
XL1=aux1.getX();
YL1=aux1.getY();

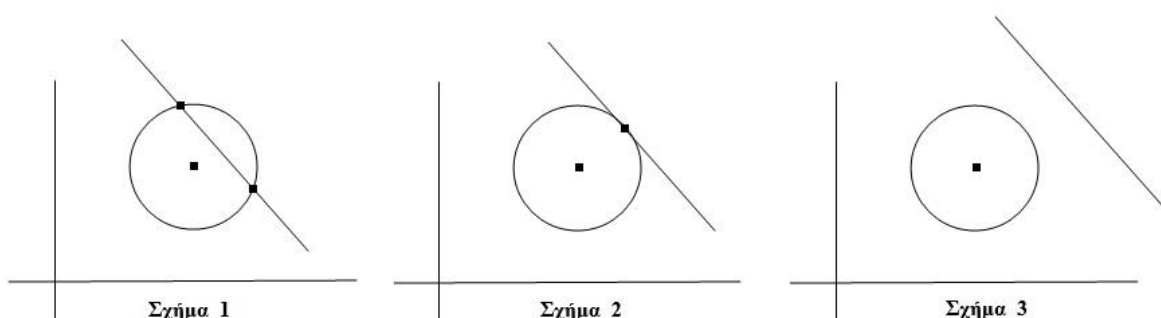
XL2=aux2.getX();
YL2=aux2.getY();
```

Στο σημείο αυτό δημιουργούνται οι εξισώσεις του κύκλου (εξίσωση α) και της ευθείας (εξίσωση β) και στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί επίλυση του συστήματος:

$$(\alpha) : (X-X1)^2 + (Y-Y1)^2 = R1^2$$

$$(\beta) : Y=\alpha X+\beta$$

Η ύπαρξη ή όχι σημείων τομής μεταξύ του κύκλου και της ευθείας, επηρεάζεται άμεσα από τη σχετική τους θέση. Αυτό σημαίνει ότι οι δύο γεωμετρίες είναι δυνατό (εικόνα 5.21):



Εικόνα 5.21: Παρουσίαση πιθανών θέσεων, μεταξύ μίας ευθείας και ενός κύκλου.

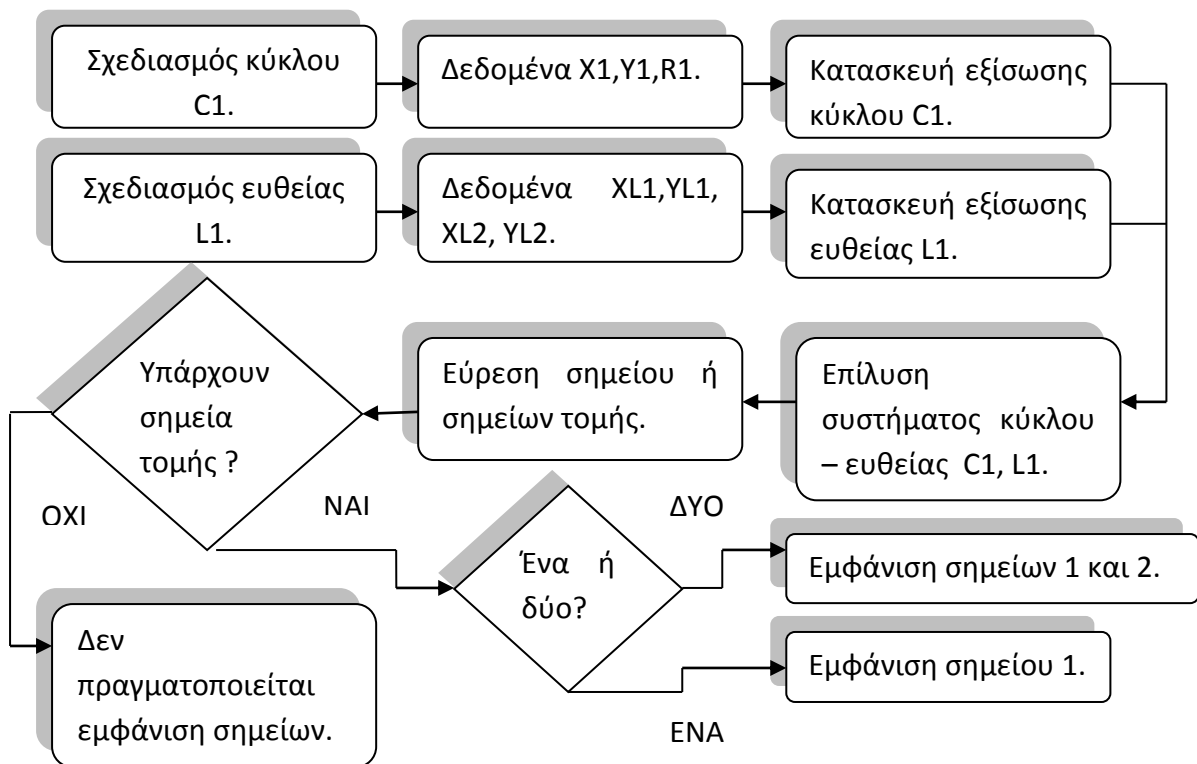
- Να τέμνονται, και επομένως να διαθέτουν δύο κοινά σημεία (σχήμα 1).
- Να εφάπτονται, και επομένως να διαθέτουν ένα κοινό σημείο (σχήμα 2).

- Να μην διαθέτουν επαφή μεταξύ τους, και επομένως να μην διαθέτουν κάποιο κοινό σημείο (σχήμα 3).

Οι διαπιστώσεις αυτές λαμβάνονται υπόψη, ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα σφάλματος κατά τη διαδικασία εύρεσης των κοινών σημείων. Η επίλυση του συστήματος οδηγεί στη δημιουργία παραμετρικών εξισώσεων με τη βοήθεια των οποίων προσδιορίζονται οι ζητούμενες συντεταγμένες.

- Εμφάνιση γραφικών σημείων τομής. Η παρουσίαση των σημείων τομής, πραγματοποιείται μέσω του graphic layer intersect2. Εκτός, από τη δημιουργία των γραφικών που αφορούν το εκάστοτε σημείο τομής, δημιουργούνται και γραφικά κειμένου, με τη βοήθεια των οποίων αριθμούνται τα σημεία τομής (1 και 2), με σκοπό να είναι δυνατή η επιλογή του επιθυμητού από τον χρήστη.

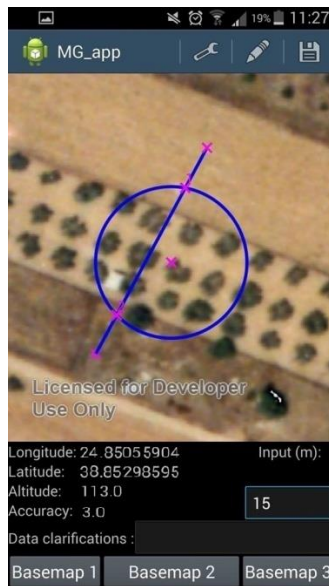
Η διαδικασία γίνεται πλήρως κατανοητή με τη βοήθεια του ακόλουθου Διαγράμματος 5.11 .



Διάγραμμα 5.11: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ ενός κύκλου και μιας ευθείας.

Η τελική γραφική απεικόνιση του αναφερόμενου εργαλείου, παρουσιάζεται στην εικόνα 5.22.





Εικόνα 5.22: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης σημείων τομής μεταξύ ενός κύκλου και μιας ευθείας, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.

### 5.6.12 Ανάπτυξη γεωμετρικού εργαλείου εύρεση σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών.

Αυτό το γεωμετρικό εργαλείο αναπτύσσεται με τη βοήθεια της μεθόδου `intersectL1L2()`, πραγματοποιώντας τις κατάλληλες μεταβολές στο αρχείο `MG_app_tileActivity()`. Διαθέτει παρόμοια λογική με τις προαναφερόμενες μεθόδους, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί τις συντεταγμένες των άκρων των ευθειών που προκύπτουν από τις μεθόδους `Line_L()` και `Line_L2()`.

- Πραγματοποίηση δηλώσεων. Οι δηλώσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν στην αρχή του προγράμματος είναι οι ακόλουθες.

```
GraphicsLayer Intersect3;
```

```
double e1=0;
double e2=0;
double e3=0;
double e4=0;
```

Η πρώτη αφορά το `graphic layer` μέσω του οποίου θα εμφανιστούν τα γραφικά στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη (οθόνη) και η δεύτερη τις παραμέτρους της λύσης του συστήματος.

- Διαδικασία εύρεσης σημείων τομής. Με τη βοήθεια των συντεταγμένων, που προσδιορίζονται από τις μεθόδους `Line_L()` και `Line_L2()`, μπορεί να βρεθεί η εξίσωση κάθε μιας από τις ευθείες και στη συνέχεια να επιλυθεί το σύστημα μεταξύ των 2 ευθειών. Οι αναφερόμενες εξισώσεις των ευθειών, διαθέτουν την ακόλουθη μορφή:

$$(a) : Y = a_1X + b_1$$

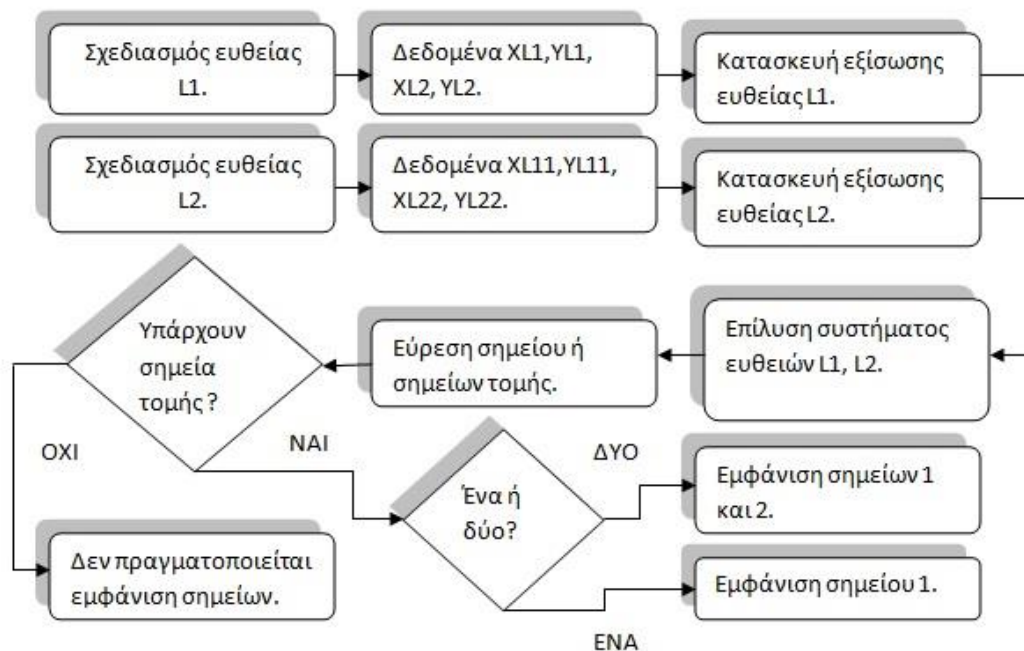
$$(b) : Y = a_2X + b_2$$

Σημειώνεται ότι οι παράμετροι  $a_1, a_2, b_1, b_2$  υπολογίζονται με τη βοήθεια των συντεταγμένων των ακραίων σημείων κάθε μίας από τις ευθείες, οι οποίες προσφέρονται από τις μεθόδους  $\text{Line\_L}()$  και  $\text{Line\_L2}()$ .

Ασφαλώς, κατά την επίλυση του συστήματος των εξισώσεων  $a, b$  είναι προφανές ότι ο μέγιστος αριθμός των σημείων τομής είναι ένα. Αυτό σημαίνει ότι κατά την επίλυση του γραμμικού συστήματος των δύο εξισώσεων, οι δεδομένες ευθείες είναι δυνατό να διαθέτουν ένα ή κανένα κοινό σημείο. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να τεθούν οι κατάλληλες συνθήκες, εντός της αναπτυσσόμενης μεθόδου, έτσι ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίσει κάθε μια από τις προαναφερόμενες περιπτώσεις.

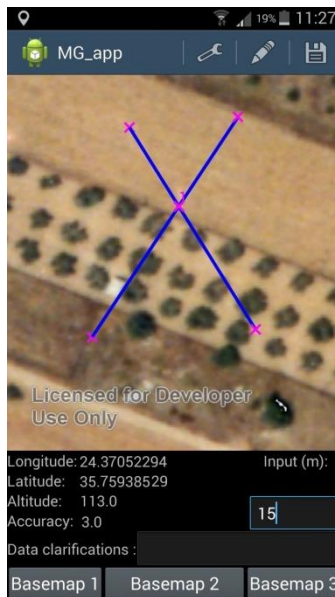
Εμφάνιση γραφικών σημείων τομής. Μετά την εύρεση των τελικών αποτελεσμάτων, είναι δυνατή η εμφάνιση του σημείου τομής επί του υποβάθρου. Η ενέργεια αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων γραφικών απεικόνισης του σημείου. Εκτός όμως από το γραφικό απεικόνισης του σημείου, δημιουργείται γραφικό κειμένου το οποίο αριθμεί το σημείο τομής (1).

Η διαδικασία υπολογισμού του σημείου τομής, παρουσιάζεται στο Διαγράμματος 5.12.



Διάγραμμα 5.12: Διαδικασία κατασκευής και λειτουργίας γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών.

Η μορφή, του εξεταζόμενου εργαλείου παρουσιάζεται στην εικόνα 5.23.



Εικόνα 5.23: Μορφή γεωμετρικού εργαλείου εύρεσης των σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών, στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη.

### 5.6.13 Ανάπτυξη μεθόδων απομάκρυνσης των γραφικών των γεωμετρικών εργαλείων.

Η αποτελεσματική χρήση των αναπτυσσόμενων εργαλείων έγκειται και στη δυνατότητα απομάκρυνσης των γραφικών του, μετά από επιθυμία του χρήστη. Η ενέργεια αυτή πραγματοποιείται μέσω της δημιουργίας μεθόδων, οι οποίες απομακρύνουν όλα τα γραφικά που περιέχονται στο graphic layer του εκάστοτε εργαλείου. Έτσι για κάθε ένα από τα εργαλεία που κατασκευάστηκαν, αναπτύχθηκαν οι παρακάτω αναφερόμενες μέθοδοι:

- Εργαλείο κατασκευής κύκλου. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `clear_circle()` και πραγματοποιεί απομάκρυνση όλων των γραφικών από το γραφικό θεματικό επίπεδο και αναδημιουργία του πίνακα τιμών (ώστε να είναι κενός για επόμενη χρήση του εργαλείου), με την προϋπόθεση ότι το γραφικό θεματικό επίπεδο δεν είναι κενό. Η αναφερόμενη μέθοδος παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void clear_circle() {
    if (mGraphicsLayer != null) {
        mArrayList = new ArrayList<Point>();
        mGraphicsLayer.removeAll();
    }
}
```

Κατά όμοιο τρόπο κατασκευάστηκε το εργαλείο απομάκρυνσης των γραφικών της μεθόδου `circle_2()`.

- Εργαλείο σχεδίασης ευθείας. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `remove_line()` και πραγματοποιεί απομάκρυνση όλων των γραφικών από το γραφικό θεματικό επίπεδο και αναδημιουργία του πίνακα τιμών (ώστε να είναι κενός για επόμενη χρήση του εργαλείου), με την προϋπόθεση ότι το γραφικό θεματικό επίπεδο δεν είναι κενό. Η αναφερόμενη μέθοδος παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void remove_line() {
    if(LinemGraphicsLayer!=null){
        LinemArrayList = new ArrayList<Point>();
        LinemGraphicsLayer.removeAll();
    }
}
```

Κατά όμοιο τρόπο κατασκευάστηκε το εργαλείο απομάκρυνσης των γραφικών της μεθόδου `Line_L2()`.

- Εργαλείο δημιουργίας παράλληλων ευθειών. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `clear_offset()` και πραγματοποιεί απομάκρυνση όλων των γραφικών από το γραφικό θεματικό επίπεδο και αναδημιουργία του πίνακα τιμών (ώστε να είναι κενός για επόμενη χρήση του εργαλείου), με την προϋπόθεση ότι το γραφικό θεματικό επίπεδο δεν είναι κενό. Η αναφερόμενη μέθοδος παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void clear_offset() {
    if(offsetmGraphicsLayer!=null){
        offsetmGraphicsLayer.removeAll();
        offsetmArrayList=new ArrayList<Point>();
    }
}
```

- Εργαλείο δημιουργίας κάθετης ευθείας. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `clear_ortho()` και πραγματοποιεί απομάκρυνση όλων των γραφικών από το γραφικό θεματικό επίπεδο και αναδημιουργία του πίνακα τιμών (ώστε να είναι κενός για επόμενη χρήση του εργαλείου), με την προϋπόθεση ότι το γραφικό θεματικό επίπεδο δεν είναι κενό. Η αναφερόμενη μέθοδος παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void clear_ortho() {
    if (orthomGraphicsLayer!=null ) {
        orthomGraphicsLayer.removeAll();
        orthomArrayList=new ArrayList<Point>();
    }
    if(orthoveticalLine!=null){
        orthoveticalLine.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο εύρεσης συντεταγμένων. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `clear_pcoord()` και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void clear_pcoord() {
    if (gl!=null){
        gl.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο μέτρησης αποστάσεων. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `clear_calcdist()` και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void clear_calcdist() {
    if (distancemGraphicsLayer!=null){
        distancemArrayList = new ArrayList<Point>();
        distancemGraphicsLayer.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο μέτρησης εμβαδού. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `clear_calcareas()` και παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void clear_calcareas() {
    if (areamGraphicsLayer!=null){
        areamArrayList = new ArrayList<Point>();
        areamGraphicsLayer.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο απεικόνισης σημείου. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάζεται `remove_point()` και μετά την επιλογή της, απομακρύνει όλα τα γραφικά που περιέχονται στο `graphic layer pointmGraphicsLayer`, μέσω του οποίου απεικονίζονται τα σημεία επί του υποβάθρου. Η μέθοδος αυτή διαθέτει τη δομή που παρατίθεται στη συνέχεια.

```
private void remove_point() {
    if (pointmGraphicsLayer!=null){
        pointmGraphicsLayer.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο κατασκευής polyline. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `remove_pline()` και πραγματοποιεί απομάκρυνση όλων των γραφικών από το γραφικό θεματικό επίπεδο και αναδημιουργία του πίνακα τιμών (ώστε να είναι κενός για επόμενη χρήση του εργαλείου), με την προϋπόθεση ότι το γραφικό θεματικό επίπεδο δεν είναι κενό. Η αναφερόμενη μέθοδος παρουσιάζεται στη συνέχεια.

```
private void remove_pline() {
    if (polylinemGraphicsLayer!=null){
        polylinemGraphicsLayer.removeAll();
        undo=0;
    }
}
```

- Εργαλείο εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο κύκλων. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `remove_int_C1C2()` και με τη κλήση της απομακρύνονται από την οθόνη τα γραφικά που αφορούν τα σημεία τομής μεταξύ των δύο κύκλων, δηλαδή όλα τα γραφικά τα οποία περιέχονται στο `graphic layer intersect1`. Η μέθοδος αυτή διαθέτει τη μορφή που ακολουθεί.

```
private void remove_int_C1C2() {
    if (Intersect1 != null) {
        Intersect1.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο εύρεσης σημείων τομής μεταξύ κύκλου και ευθείας. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `remove_int_C1L()` και με τη κλήση της απομακρύνονται από την οθόνη τα γραφικά που αφορούν τα σημεία τομής μεταξύ του εκάστοτε κύκλου και της ευθείας, δηλαδή όλα τα γραφικά τα οποία περιέχονται στο `graphic layer intersect2`. Η μέθοδος αυτή διαθέτει τη μορφή που ακολουθεί.

```
private void remove_int_C1L() {
    if (Intersect2 != null) {
        Intersect2.removeAll();
    }
}
```

- Εργαλείο εύρεσης σημείων τομής μεταξύ δύο ευθειών. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε για το σκοπό αυτό, ονομάστηκε `remove_int_L1L2()` και με τη κλήση της απομακρύνονται από την οθόνη τα γραφικά που αφορούν τα σημεία τομής μεταξύ των δύο ευθειών, δηλαδή όλα τα γραφικά τα οποία περιέχονται στο `graphic layer intersect3`. Η μέθοδος αυτή διαθέτει τη μορφή που ακολουθεί.

```
private void remove_int_L1L2() {
    if (Intersect3 != null) {
        Intersect3.removeAll();
    }
}
```

Τέλος, αναπτύχθηκαν δύο επιπλέον μέθοδοι οι οποίες προσφέρουν τη δυνατότητα μαζικής απομάκρυνσης των γραφικών από την οθόνη. Οι αναφερόμενες μέθοδοι είναι οι ακόλουθες:

- `clear_all()`. Με τη κλήση της μεθόδου αυτής, απομακρύνονται όλα τα γραφικά στοιχεία που απεικονίζονται στην οθόνη τη στιγμή της κλήσης της και έχουν κατασκευαστεί από τα εργαλεία σχεδίασης κύκλου, ευθειών, παράλληλων γραμμών, κάθετης γραμμής, εύρεσης συντεταγμένης ενός σημείου, μέτρηση αποστάσεων και μέτρησης εμβαδού. Σημειώνεται ότι με τη μέθοδο αυτή δεν απομακρύνονται όλα τα γραφικά στοιχεία αλλά μόνο τα προαναφερόμενα. Αυτό συμβαίνει καθώς τα ανωτέρω αναφερόμενα εργαλεία, έχουν ομαδοποιηθεί

προκειμένου να περιέχονται σε ένα από τα τρία menu επιλογών που θα αναπτυχθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

- remove\_all(). Με τη κλήση της μεθόδου αυτής, απομακρύνονται όλα τα γραφικά στοιχεία που απεικονίζονται στην οθόνη τη στιγμή της κλήσης της και έχουν κατασκευαστεί από τα εργαλεία σχεδίασης σημείου, polyline και εύρεση σημείων τομής μεταξύ γεωμετρικών σχημάτων (ευθείας, κύκλου). Σημειώνεται ότι με τη μέθοδο αυτή δεν απομακρύνονται όλα τα γραφικά στοιχεία αλλά μόνο τα προαναφερόμενα. Αυτό συμβαίνει καθώς τα ανωτέρω αναφερόμενα εργαλεία, έχουν ομαδοποιηθεί προκειμένου να περιέχονται σε ένα από τα τρία menu επιλογών που θα αναπτυχθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

#### **5.6.14 Ανάπτυξη μεθόδων απομάκρυνσης λανθασμένων σημείων – κορυφών.**

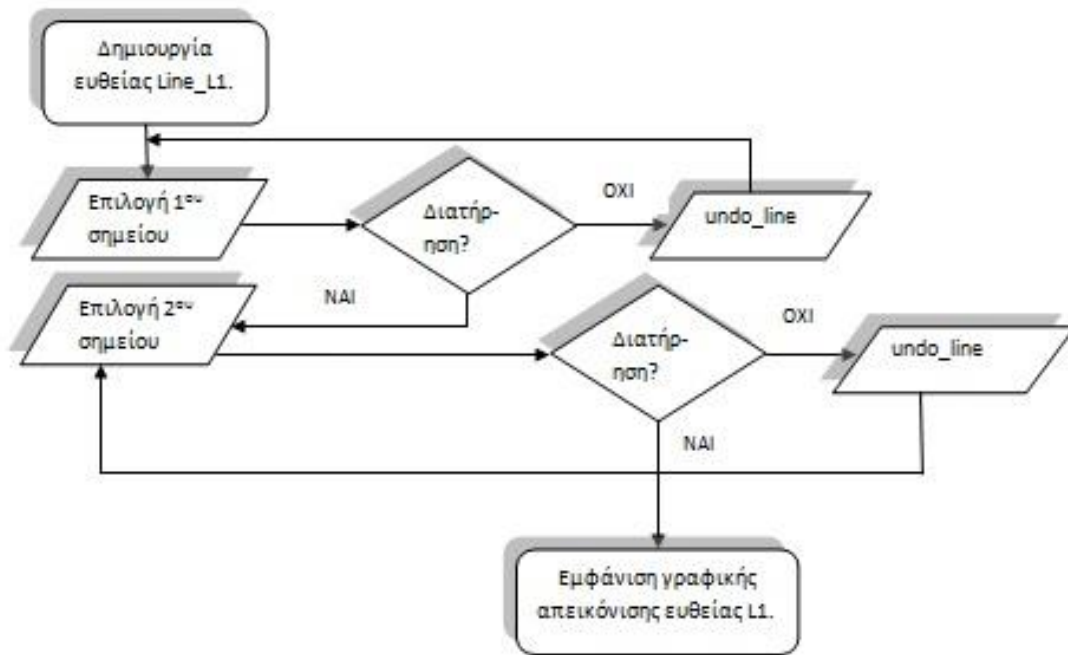
Κατά την εργασία στο πεδίο, ο χρήστης καλείται να ορίσει ορισμένα σημεία επί της οθόνης, τα οποία μπορεί να αποτελούν ένα χαρακτηριστικό του εδάφους ή τη κορυφή μιας γραμμής ή polyline. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητο να δομηθούν κατάλληλες μέθοδοι οι οποίες είναι δυνατό να απομακρύνουν την εκάστοτε λανθασμένη επιλογή με σκοπό τον επαναπροσδιορισμό της από τον χρήστη. Οι μέθοδοι αυτές, αναπτύχθηκαν για εκείνα τα εργαλεία τα οποία απαιτούν από τον χρήστη τον προσδιορισμό (με άγγιγμα επί της οθόνης) των κορυφών ενός ευθύγραμμου τμήματος ή μιας polyline. Πιο αναλυτικά, αναπτύχθηκαν μέθοδοι απομάκρυνσης λανθασμένων κορυφών, για τα εξής εργαλεία:

- Εργαλείο σχεδίασης γεωμετρίας ευθείας. Η δυνατότητα απομάκρυνσης ενός σημείου της ευθείας, δίνεται με τη μέθοδο `undo_line()`. Σύμφωνα με αυτή, αφαιρείται το τελευταίο σημείο εισόδου του πίνακα προσωρινής αποθήκευσης τιμών, ο οποίος χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό της ευθείας μέσω της μεθόδου `Line_L()`. Η ενέργεια αυτή εκτελείται με τη βοήθεια της εντολής:

```
LinemArrayList.remove(LinemArrayList.size()-1);
```

Μετά την απομάκρυνση του ανεπιθύμητου σημείου, πραγματοποιείται κλήση της συνάρτησης `Line_L()`, προκειμένου να συνεχιστεί η διαδικασία σχεδίασης της εκάστοτε ευθείας.

Η διαδικασία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.13. Σημειώνεται, ότι η ίδια διαδικασία ακολουθείται για την μέθοδο `Line_L2()` με την ανάπτυξη της μεθόδου `undo_line2()`.



Διάγραμμα 5.13: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση γραμμής με το εργαλείο Line\_L1.

- Εργαλείο δημιουργίας παράλληλων ευθειών. Και σε αυτή τη περίπτωση, κατά την επιλογή των σημείων της αρχικής ευθείας από τον χρήστη, είναι πιθανή η επιλογή ενός λανθασμένου σημείου. Για το λόγο αυτό δημιουργείται η μέθοδος `undo_offset()`, η οποία επεμβαίνει στη λίστα προσωρινής αποθήκευσης των σημείων της ευθείας (`offsetmArrayList`). Η διαδικασία που ακολουθείται είναι όμοια με εκείνη της `Line_L1()`.

```

offsetmArrayList.remove(offsetmArrayList.size()-1);

offset();

```

Η διαδικασία παρουσιάζεται σχηματικά στο Διάγραμμα 5.14.

- Εργαλείο δημιουργίας κάθετης ευθείας. Ομοίως με τη μέθοδο `undo_offset()`, δημιουργείται η μέθοδος `undo_ortho()`, που απομακρύνει το τελευταίο σημείο της λίστας `orthomArrayList` και συνεχίζει τη εκτέλεση του εργαλείου `ortho`:

```

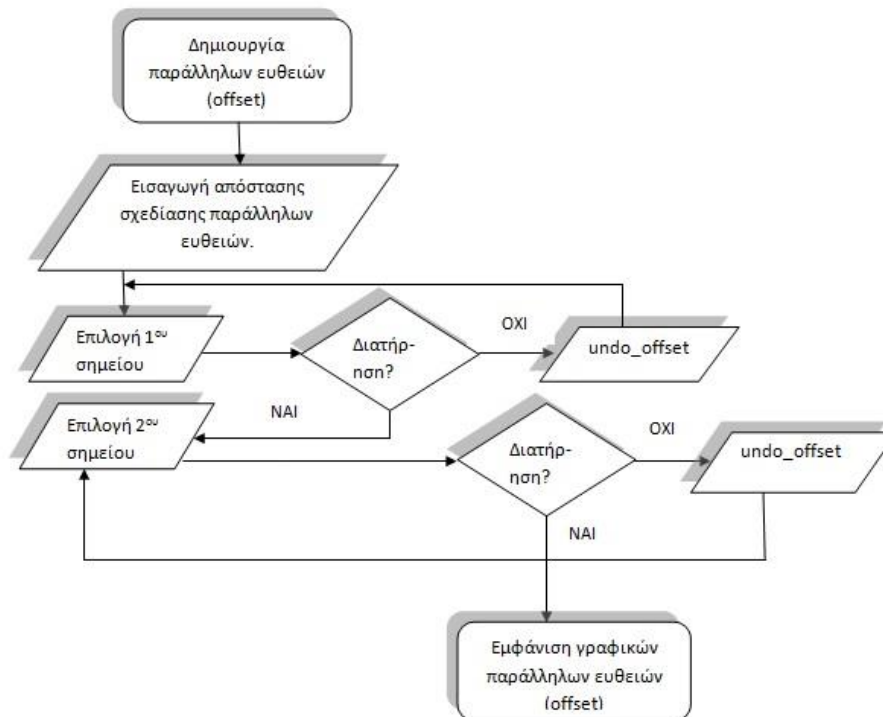
orthomArrayList.remove(orthomArrayList.size()-1);

ortho();

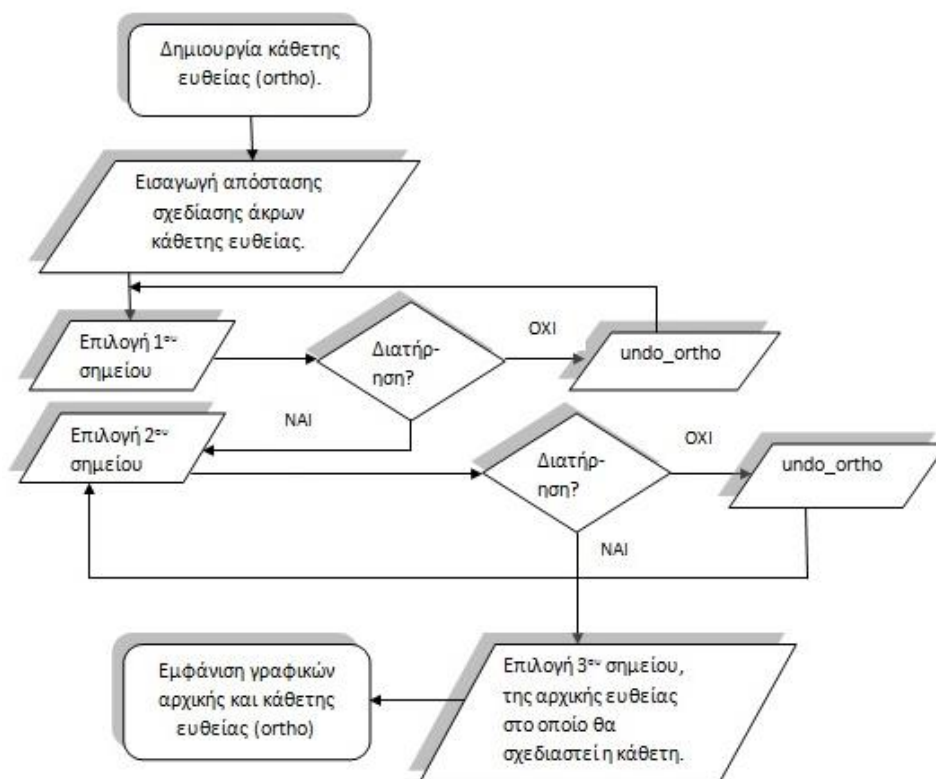
```

Η διαδικασία παρουσιάζεται σχηματικά στο Διάγραμμα 5.15.





Διάγραμμα 5.14: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση αρχικής ευθείας με το γεωμετρικό εργαλείο offset.



Διάγραμμα 5.15: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση αρχικής ευθείας με το γεωμετρικό εργαλείο ortho.

- Εργαλείο κατασκευής polyline. Κατά όμοια λογική δομείται το εργαλείο `undo_pline()` `undo_pline()`.

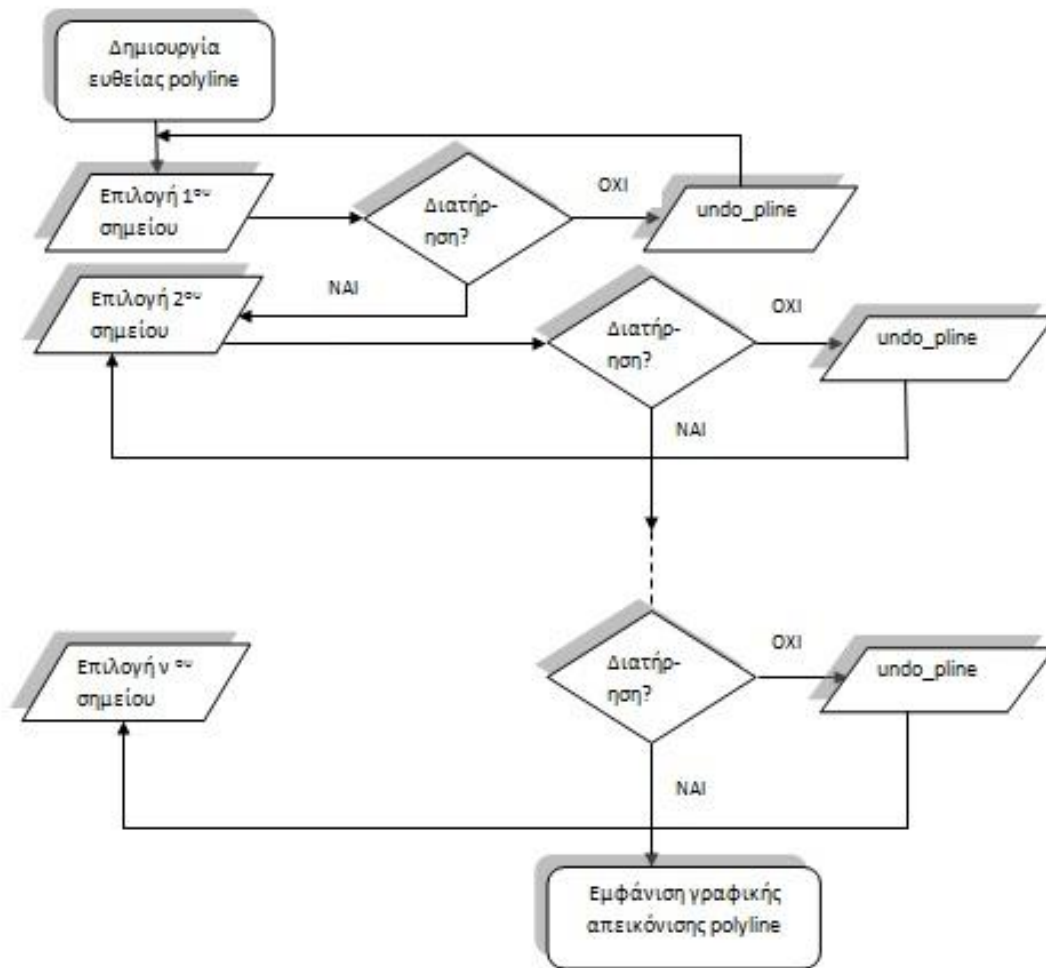
```

polylineArrayList.remove(polylineArrayList.size()-1);

polyline();

```

Η διαδικασία παρουσιάζεται σχηματικά στο Διάγραμμα 5.16.



Διάγραμμα 5.16: Διαδικασία απομάκρυνσης λανθασμένης κορυφής, κατά τη σχεδίαση polyline με το γεωμετρικό εργαλείο polyline.

## 5.7 Αποθήκευση χαρακτηριστικών.

Κύριο ρόλο στην αποτελεσματική λειτουργία του αναπτυσσόμενου application, διαδραματίζει η δυνατότητα αποθήκευσης χαρακτηριστικών τα οποία συλλέγονται

κατά την εργασία στο πεδίο. Παρέχεται η δυνατότητα αποθήκευσης, στον Server του ArcGIS Online:

- Σημείων. Τα σημεία μπορεί να αποτελούν απλά σημεία τα οποία ο χρήστης επέλεξε με το άγγιγμα επί της οθόνης ή σημεία τα οποία προέκυψαν ως σημεία τομής γεωμετρικών σχημάτων.
- Γραμμών. Οι γραμμές αυτές αποτελούν polylines και είναι δυνατή η αποθήκευση του σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τις ανοιχτές polyline (open pline), οι οποίες μπορεί να περιγράψουν γραμμές χαρακτηριστικών και επομένως μπορεί να παραμένουν και ανοιχτές. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τις κλειστές polylines (close plines), οι οποίες μπορεί να περιγράψουν γραμμές ορίων και επομένως να απαιτείται η ταύτιση του τέλους με την αρχή της polyline.

Η αποθήκευση των χαρακτηριστικών αυτών πραγματοποιείται με τη βοήθεια του διαδικτύου και των ArcGISFeatureLayer. Προκειμένου, λοιπόν, να είναι δυνατή η αποθήκευση των εκάστοτε χαρακτηριστικών, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες δηλώσεις εντός του αρχείου MG\_app\_tileActivity.java. Πιο αναλυτικά:

```
ArcGISFeatureLayer pointmFeatureLayer;  
boolean mIsMapLoaded;  
String pointmFeatureServiceURL;  
Point mapPtaux;  
Point mapPtaux2;  
double XP;  
double YP;  
double XP2;  
double YP2;  
  
ArcGISFeatureLayer polylinemFeatureLayer;  
boolean polylinemIsMapLoaded;  
String polylinemFeatureServiceURL;  
ArcGISFeatureLayer closepolylinemFeatureLayer;  
String closepolylinemFeatureServiceURL;  
Polyline savepolyline;  
Polyline savepolyline2;
```

Οι παραπάνω δηλώσεις παρουσιάζουν τις ονομασίες των ArcGISFeatureLayer εντός των οποίων θα αποθηκευτούν τα εκάστοτε χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιούνται τρία ξεχωριστά ArcGISFeatureLayer κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία κατηγορία χαρακτηριστικών. Κατά την έναρξη της λειτουργίας του mobile application, πραγματοποιείται σύνδεση του κάθε ArcGISFeatureLayer με το αντίστοιχο που βρίσκεται στη πλατφόρμα του ArcGIS Online και στη συνέχεια κάθε ένα από τα αναφερόμενα θεματικά επίπεδα επιτίθενται του υποβάθρου. Έτσι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα οπτικής παρατήρησης των περιεχομένων των ArcGISFeatureLayer, ώστε να είναι σε θέση να παρατηρεί τα χαρακτηριστικά που έχει αποθηκεύσει στη βάση δεδομένων κατά την παρεύρεση του στο πεδίο (real-time). Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται εντός της μεθόδου OnCreate(), στο κύριο πρόγραμμα ως εξής:

```
// Get the feature service URL from values->strings.xml
pointmFeatureServiceURL =
this.getResources().getString(R.string.pointfeatureServiceURL);

// Add Feature layer to the MapView - shapefile_points
pointmFeatureLayer = new ArcGISFeatureLayer(pointmFeatureServiceURL,
ArcGISFeatureLayer.MODE.SNAPSHOT);
    mapView.addLayer(pointmFeatureLayer);
```

Η διεύθυνση URL καθενός ArcGISFeatureLayer βρίσκεται αποθηκευμένη στο αρχείο strings.xml μέσω κατάλληλης δήλωσης.

```
<string name="pointfeatureServiceURL">http://services6.arcgis.com/...
</string>
```

Κατά την αποθήκευση των χαρακτηριστικών δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα να συμπεριλάβει ορισμένα περιγραφικά στοιχεία, τα οποία θα αποτελούν μια επιπλέον πληροφορία για το εκάστοτε συλλεγόμενο χαρακτηριστικό. Για το λόγο αυτό δημιουργείται ένα πεδίο εισαγωγής διευκρινήσεων, το οποίο θα τοποθετηθεί στο περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη, δηλαδή στην αρχική οθόνη. Για τη κατασκευή του αναφερόμενου πεδίου εισαγωγής πραγματοποιούνται κατάλληλες μετατροπές του αρχείου main.xml. Προστίθεται, επομένως, το ακόλουθο τμήμα κώδικα στη διάταξη RelativeLayout.

```
<EditText
    android:id="@+id/editText2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:layout_below="@+id/accuracy_value"
    android:layout_toRightOf="@+id/textView1"
    android:ems="10"
    android:inputType="textMultiLine" />

<TextView
    android:id="@+id/textView1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignBaseline="@+id/editText2"
    android:layout_alignBottom="@+id/editText2"
    android:layout_alignParentLeft="true"
    android:text="Data clarifications :"
    android:textSize="16sp" />
```

Έτσι, με τη βοήθεια του EditText, δημιουργείται ένα πεδίο εισαγωγής περιγραφικής πληροφορίας για το εκάστοτε χαρακτηριστικό, ενώ με τη βοήθεια ενός TextView, προσδίδεται μια ονομασία σε αυτό (Data clarifications), που υποδηλώνει το είδος της πληροφορίας που ο χρήστης πρέπει να εισάγει στο πεδίο.

Επισημαίνεται ότι κατά τη διαδικασία της αποθήκευσης των χαρακτηριστικών, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η σταθερή μετατόπιση που υφίστανται οι χάρτες (υπόβαθρα) κατά την εισαγωγή τους στο ArcGIS Online και διαθέτει μέγεθος ίσο με ΔΧ=+149.59m και ΔΥ=+288.04m. Αυτό σημαίνει ότι οι συντεταγμένες των σημείων

(ή των κορυφών των polylines) οι οποίες προκύπτουν μέσω της μεθόδου project(), μετά από το άγγιγμα της οθόνης από τον χρήστη, θα πρέπει να διορθώνονται κατάλληλα έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευσή τους στην ορθή τους θέση. Απαιτείται, δηλαδή, διπλή αποθήκευση των δεδομένων. Πιο αναλυτικά:

- Απαιτείται αποθήκευση των σημείων, στην θέση στην οποία προσδιορίζονται με τη χρήση της μεθόδου project(), έτσι ώστε να είναι ορατή η θέση τους επί του μετατοπισμένου υποβάθρου κατά τη διάρκεια των εργασιών πεδίου.
- Απαιτείται η αποθήκευση των σημείων στην ορθή τους θέση, δηλαδή αποθήκευση τους μετά από τη διόρθωση των συντεταγμένων τους. Η διαδικασία αυτή, είναι απαραίτητη προκειμένου τα σημεία να είναι δυνατό να τοποθετηθούν στην ορθή τους θέση επί του υποβάθρου, μετά από την εξαγωγή του αρχείου sharefile (που περιέχονται) από την πλατφόρμα του ArcGIS Online και την εισαγωγή του στο ArcMap ως θεματικό επίπεδο του εκάστοτε υποβάθρου (σε ΕΓΣΑ'87), για την περεταίρω επεξεργασία τους.

Σημειώνεται, ότι η διαδικασία αυτή αφορά τόσο τα σημεία όσο και τις polylines. Στη περίπτωση των polylines διορθώνονται οι συντεταγμένες των κορυφών τους και στη συνέχεια δημιουργείται η σωστή γεωμετρία τους, με τη χρήση των διορθωμένων κορυφών.

### 5.7.1 Ανάπτυξη εργαλείων αποθήκευση γεωμετρίας σημείου.

Χρησιμοποιώντας τα γεωμετρικά εργαλεία που αναπτύχθηκαν στη παρούσα διπλωματική εργασία, είναι δυνατή η εύρεση χαρακτηριστικών σημείων είτε μέσω της αυτόνομης επιλογής τους από τον χρήστη (με το άγγιγμα της οθόνης), είτε με την επιλογή ενός από τα σημεία τομής μεταξύ των γεωμετρικών σχηματισμών. Πιο αναλυτικά, οι αναφερόμενες μέθοδοι είναι δυνατό να αναπτύξουν τις ακόλουθες κατηγορίες σημείων:

- Απλό σημείο. Ένα απλό σημείο, μπορεί να επιλεγθεί από τον χρήστη με τη χρήση της μεθόδου point(). Με τη χρήση της μεθόδου αυτής αποθηκεύονται οι εκάστοτε επιλεγθείσες συντεταγμένες (σε ΕΓΣΑ'87) από τον χρήστη (με το άγγιγμα του σημείου την οθόνη), στις μεταβλητές XP, YP, οι οποίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν από κάθε τμήμα του προγράμματος.
- Σημείο τύπου 1 ή 2. Με τη χρήση των μεθόδων intersectC1C2(), intersectC1L1() και intersectL1L2() προσδιορίζονται σημεία τομής μεταξύ των εκάστοτε γεωμετρικών σχημάτων. Κάθε ένα από τα σημεία, συνοδεύεται από μια διευκρινιστική αρίθμηση, η οποία εμφανίζεται γραφικά στον χρήστη. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν δύο είδη σημείων τομής. Εκείνα τα οποία προσδιορίζονται με τον αριθμό 1 και εκείνα τα οποία προσδιορίζονται με τον αριθμό 2. Σημεία τύπου 1 ή 2, δημιουργούνται και από το γεωμετρικό εργαλείο

σχεδίασης κάθετης ευθείας, απεικονίζοντας τα άκρα της κάθετης ευθείας. Οι συντεταγμένες (σε ΕΓΣΑ'87) των σημείων που προσδιορίζονται με τον αριθμό 1 εκχωρούνται στις δημόσιες μεταβλητές ΧΤ1,ΥΤ1, ενώ εκείνα με τον αριθμό 2, στις ΧΤ2, ΥΤ2.

Είναι φανερό, λοιπόν, ότι θα πρέπει να κατασκευαστούν τρεις μέθοδοι αποθήκευσης, κάθε μια από τις οποίες θα φροντίζει για την αποθήκευση κάθε ενός από τους προαναφερόμενους τύπους σημείων. Οι μέθοδοι που κατασκευάστηκαν για το σκοπό αυτό είναι η `save_point()`, η `save_point_1()` και η `save_point_2()`. Εντός κάθε μιας από τις αναφερόμενες μεθόδους, δημιουργείται μια νέα μεταβλητή, η οποία περιέχει την ορθή τιμή των συντεταγμένων του εκάστοτε σημείου, δηλαδή εκείνη κατά την οποία έχει αφαιρεθεί η δεδομένη μετατόπιση. Στη συνέχεια δημιουργούνται με τη βοήθεια της μεθόδου `Point()`, σημειακά σύμβολα τόσο της λανθασμένης όσο και της ορθής θέσης των σημείων. Τελικά, τα αναφερόμενα σημεία αποθηκεύονται στο αντίστοιχο `ArcGISFeatureLayer` (σημειακό) μέσω της μεθόδου `applyEdits()`, συνοδευόμενα από τις εκάστοτε δοθείσες ιδιότητες (`attributes`). Στα σημεία προσδίδονται ως `attributes`, οι συντεταγμένες της θέσης τους αλλά και η εκάστοτε πληροφορία που έχει εισαχθεί στο πεδίο `clarifications`, από τον χρήστη. Η δομή όλων των μεθόδων είναι όμοια με μόνη διαφορά τον τύπο των συντεταγμένων αποθήκευσης (απλού σημείου ή σημείου τύπου 1 ή 2).

Η παραπάνω διαδικασία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.17.



Διάγραμμα 5.17: Διαδικασία αποθήκευσης γεωμετρίας σημείου και συνοδευόμενων περιγραφικών πληροφοριών.

### 5.7.2 Ανάπτυξη εργαλείων αποθήκευσης γεωμετρίας *polyline*.

Αντίστοιχες μέθοδοι αποθήκευσης αναπτύσσονται και για τις *polylines*. Οι μέθοδοι αυτές είναι η `save_open_polyline()` και η `save_close_polyline()`. Η πρώτη μέθοδος

χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της polyline στο ArcGISFeatureLayer των ανοιχτών polylines (polylinefeaturelayer), ενώ η δεύτερη για την αποθήκευση σε εκείνο των κλειστών polylines (closepolylinefeaturelayer).

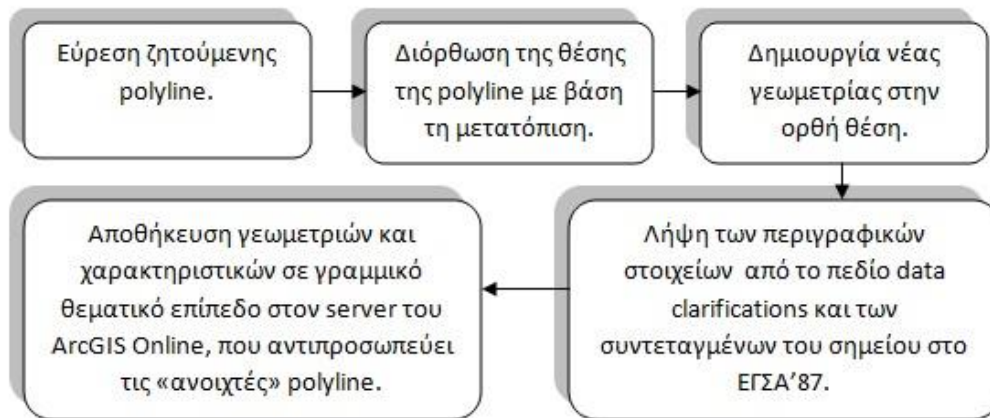
Κάθε μία από τις μεθόδους αυτές χρησιμοποιεί ως είσοδο, τα γραφικά στοιχεία που παρέχονται από τη μέθοδο σχεδιασμού polylines, polyline(). Εντός της μεθόδου polyline(), δημιουργείται η savepolyline, χρησιμοποιώντας ως κορυφές της, εκείνες που προσδιορίζει ο χρήστης με το άγγιγμα των σημείων στην οθόνη της κινητής συσκευής. Η θέση όμως των αναφερόμενων κορυφών δεν είναι η σωστή. Για το λόγο αυτό δημιουργείται μια δεύτερη γεωμετρία savepolyline2, η οποία έχει κατασκευαστεί με τις διορθωμένες συντεταγμένες των κορυφών, εντός της μεθόδου polyline(). Το τμήμα του κώδικα που αντιπροσωπεύει τη διαδικασία αυτή και βρίσκεται εντός της μεθόδου polyline(), είναι το ακόλουθο.

```
XL=XL-149.59;
YL=YL-288.04;
Point movedpoint=new Point (XL,YL) ;
polylineArrayList2.add(movedpoint);

savepolyline2 = new Polyline();
savepolyline2.startPath(polylineArrayList2.get(0));
    for (int j = 1; j < polylineArrayList2.size(); j++) {
        savepolyline2.lineTo(polylineArrayList2.get(j));
    }
```

Εφόσον, κατασκευαστούν και οι δύο polylines, παρέχεται στο χρήστη η δυνατότητα αποθήκευσης τους, είτε ως κλειστές είτε ως ανοιχτές polylines, καλώντας την αντίστοιχη μέθοδο αποθήκευσης. Κατά τη διαδικασία αποθήκευσης το χαρακτηριστικό της polyline μπορεί να συνοδεύεται και από περιγραφικές πληροφορίες (attributes), οι οποίες έχουν δοθεί από τον χρήστη μέσω του πεδίου data clarifications. Η αποθήκευση και των δύο polylines, πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου applyEdits(). Σημειώνεται ότι η μορφή της μεθόδου αποθήκευσης κλειστών polylines είναι πανομοιότυπη με εκείνη των ανοιχτών polyline, με μόνη διαφορά ότι αποθηκεύεται σε διαφορετικό ArcGISFeatureLayer από εκείνο των ανοιχτών polylines.

Η διαδικασία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.18. Σημειώνεται, ότι όμοια διαδικασία ακολουθείται και για την αποθήκευση των «κλειστών» polyline.



Διάγραμμα 5.18: Διαδικασία αποθήκευσης γεωμετρίας polyline και συνοδευόμενων περιγραφικών πληροφοριών.

## 5.8 Δημιουργία καταλόγου επιλογής ενεργειών (Menu).

Μετά τη δημιουργία όλων των προαναφερόμενων μεθόδων, προσδιορίζεται ο τρόπος με τον οποίο όλες οι ενέργειες αυτές θα γίνονται διαθέσιμες στο χρήστη ώστε να είναι σε θέση να τις επιλέξει. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται με τη χρήση των menu. Τα μενού αποτελούν ένα γνωστό περιβάλλον διεπαφής το οποίο αξιοποιείται από πολλούς τύπους εφαρμογών. Ουσιαστικά αποτελεί μια παρέμβαση στη άνω γραμμή εργασιών, που διαθέτει η κινητή συσκευή. Πιο αναλυτικά, είναι δυνατό να τοποθετηθούν στη γραμμή εργασιών (toolbar) έως τρία εικονίδια, τα οποία διαθέτουν την χρήση κουμπιών. Με την επιλογή κάθε ενός από τα τρία αυτά κουμπιά από τον χρήστη, εμφανίζεται μια αναδιπλούμενη λίστα η οποία περιέχει το σύνολο των μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί στη παρούσα διπλωματική. Ουσιαστικά κάθε μέθοδος αποτελεί ένα αντικείμενο της αναδιπλούμενης λίστας. Με την επιλογή ενός αντικειμένου, πραγματοποιείται ενεργοποίηση (κλήση) της αντίστοιχης μεθόδου, την οποία αντιπροσωπεύει. Η χρήση menu, διευκολύνει τη χρήση του εκάστοτε application το οποίο την χρησιμοποιεί, καθώς συμβάλλει στην εξοικονόμηση χώρου στην επιφάνεια της οθόνης της κινητής συσκευής στην οποία εφαρμόζεται.

Προκειμένου να επιτευχθεί η δημιουργία των menu επιλογών, δημιουργείται ένα αρχείο menu.xml στο φάκελο layout, του συνολικού προγράμματος. Εντός του αρχείου αυτού πραγματοποιούνται δηλώσεις που αφορούν τον αριθμό των menu, το περιεχόμενο (επιλογών) κάθε menu αλλά και του εικονιδίου το οποίο θα αντιπροσωπεύει το κάθε ένα από τα δημιουργούμενα menu. Όσο αφορά στο αναπτυσσόμενο application, δημιουργήθηκαν τρία menu επιλογών, εκ των οποίων το πρώτο περιέχει τα σχεδιαστικά εργαλεία που αναπτύχθηκαν, το δεύτερο περιέχει



τα εργαλεία σχεδίασης των σημείων αποθήκευσης (τα οποία κάνουν χρήση των μεθόδων του πρώτου menu) και το τρίτο menu περιέχει τις επιλογές αποθήκευσης.

Είναι φανερό ότι εντός της αναδιπλούμενης λίστας εμφανίζονται όλες οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν, μέσω μιας συγκεκριμένης ονομασίας. Η αναφερόμενη ονομασία, προσδίδεται μέσω του αρχείου strings.xml, το οποίο περιέχει την ακριβή ονομασία κάθε μεθόδου, όπως εκείνη παρουσιάζεται στον χρήστη. Στη συνέχεια, παρατίθεται ένα απόσπασμα του αναφερόμενου αρχείου.

```
<string name="circle">circle C1</string>
<string name="clear_circle">clear C1</string>
<string name="offset">offset</string>
<string name="undo_offset">undo offset</string>
<string name="clear_offset">clear offset</string>
```

Τέλος, απαραίτητη ενέργεια για την ολοκλήρωση της κατασκευής των menu ενεργειών, είναι η κατάλληλη τροποποίηση του αρχείου MG\_app\_tileActivity.java. Πιο συγκεκριμένα, τοποθετείται το ακόλουθο τμήμα κώδικα εντός του αναφερόμενου αρχείου, ώστε να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες αλλαγές στη γραμμή εργασιών (toolbar) της κινητής συσκευής, για την επίτευξη της δημιουργίας των menu επιλογών.

```
// Create Menu
@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is
    present.
    getMenuInflater().inflate(R.menu.menu, menu);
    return true;
}

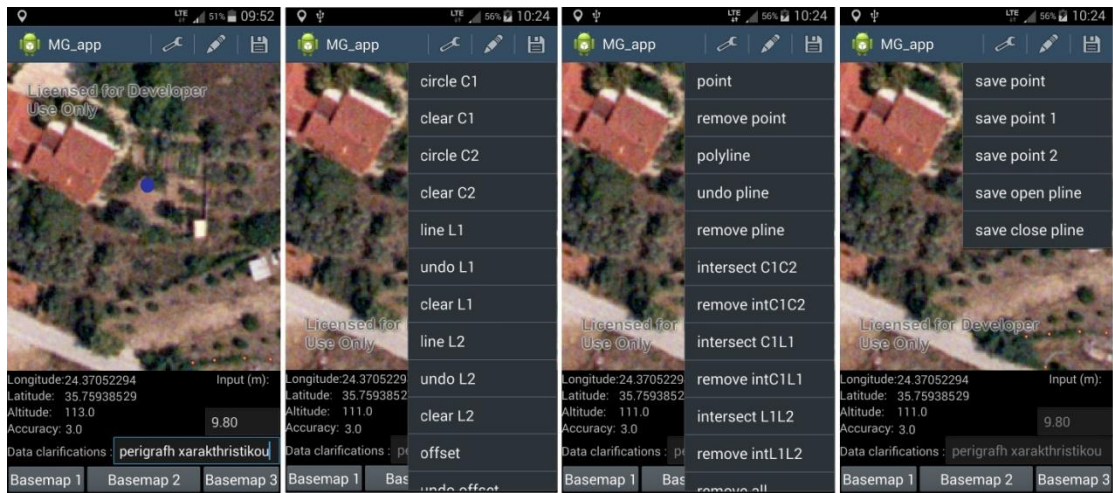
@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    // Handle item selection
    switch (item.getItemId()) {
        case R.id.circle:
            circle();
            return true;

            .....

        default:
            return super.onOptionsItemSelected(item);
    }
}
```

Με τη βοήθεια του παραπάνω κώδικα, πραγματοποιείται σύνδεση μεταξύ των αντικειμένων του κάθε menu επιλογών, με τη μέθοδο στην οποία αναφέρεται.

Στο σημείο αυτό, ολοκληρώθηκε η κατασκευή του mobile application. Το τελικό περιβάλλον διεπαφής με το χρήστη καθώς και οι λίστες επιλογών των επιμέρους εργαλείων – λειτουργιών, παρουσιάζεται στην εικόνα 5.24.



Εικόνα 5.24: Τελική μορφή επιφάνειας διεπαφής με τον χρήστη και λίστες εργαλείων – λειτουργιών, του mobile application το οποίο αναπτύσσεται στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

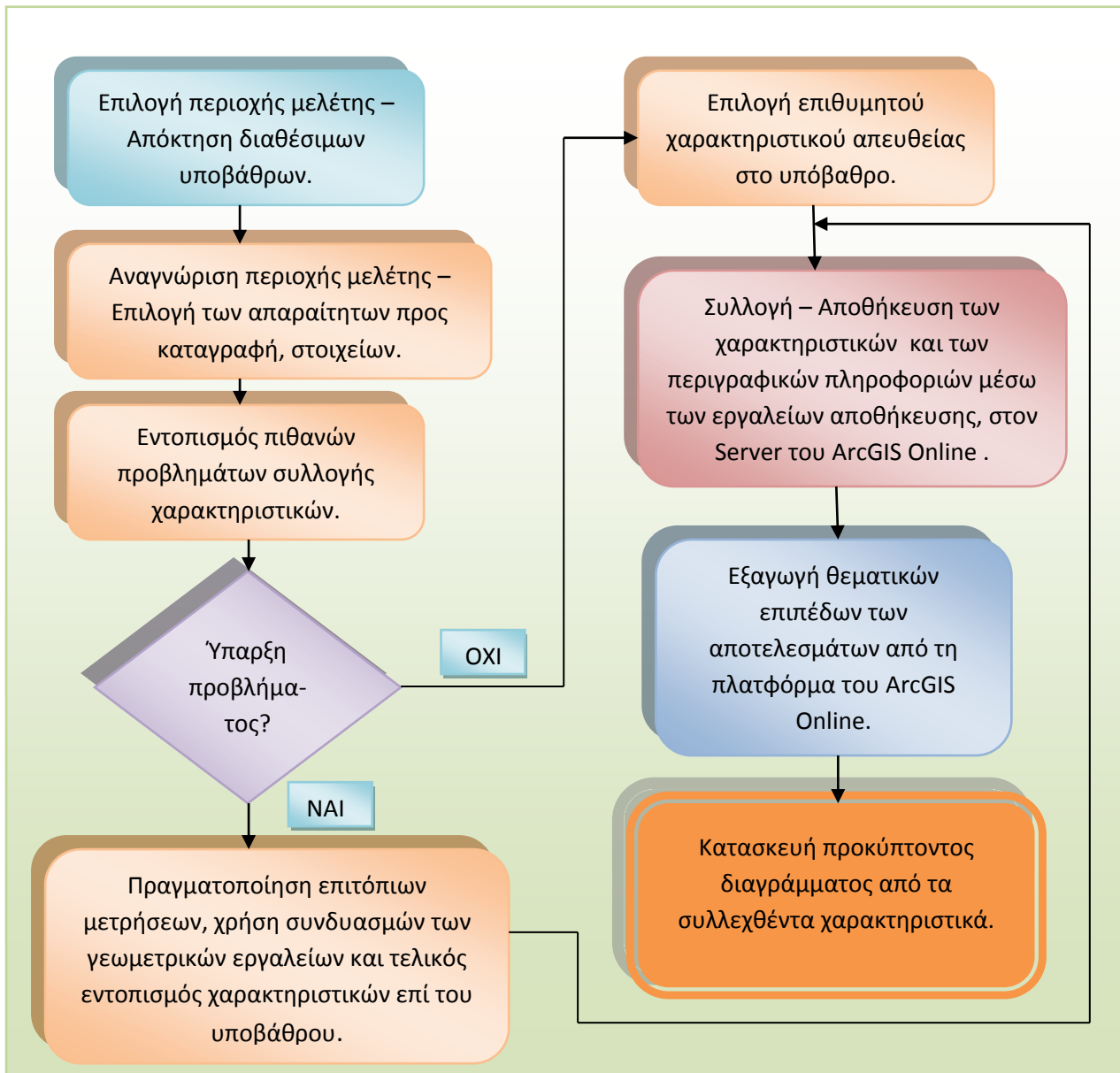
## **6 Πρακτική Εφαρμογή.**

Προκειμένου να αξιολογηθεί η επιτυχής ανάπτυξη του mobile application το οποίο κατασκευάστηκε στη παρούσα διπλωματική εργασία, κρίνεται απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μια εφαρμογή, η οποία αξιοποιεί όλες τις παρεχόμενες δυνατότητες του. Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται περιγραφή της πρακτικής εφαρμογής που εκτελέστηκε και στη συνέχεια αξιολογείται με βάση τη λειτουργικότητα, την ακρίβεια προσδιορισμού των αποτελεσμάτων, του χρόνου της διαδικασίας συλλογής των χαρακτηριστικών καθώς και της πληρότητας της.

### **6.1 Περιγραφή της πρακτικής εφαρμογής.**

Προκειμένου να αναπτυχθεί η αναφερόμενη εφαρμογή, επιλέχθηκε ως περιοχή μελέτης ένα μικρό τμήμα μιας περιαστικής περιοχής, με σημαντική οικιστική ανάπτυξη και μεγάλο αριθμό εξοχικών και μόνιμων κατοικιών, αλλά σχετικά αραιή δόμηση. Στόχος της εφαρμογής, είναι η συλλογή των απαραίτητων χαρακτηριστικών και περιγραφικών πληροφοριών, με τη χρήση του αναπτυσσόμενου mobile application, με σκοπό τη δημιουργία ενός κτηματολογικού διαγράμματος, το οποίο θα απεικονίζει την υπάρχουσα κατάσταση ως προς τα όρια των ιδιοκτησιών, τα κτίσματα, τους δρόμους κ.τ.λ. Η διαδικασία ανάπτυξης των εργασιών παρουσιάζεται στο διάγραμμα 6.1.

Από το διάγραμμα 6.1 προκύπτει ότι για να επιτευχθεί η κατασκευή του επιθυμητού διαγράμματος, θα πρέπει αρχικά να πραγματοποιηθεί ένα σύνολο ενεργειών από τον εκάστοτε χρήστη, οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια.



Διάγραμμα 6.1: Διάγραμμα ροής εργασιών, κατά την εκτέλεση εργασιών πεδίου με τη χρήση του mobile application.

### 6.1.1 Διαθέσιμα υπόβαθρα.

Πρώτο βήμα για την εκτέλεση της εφαρμογής, αποτελεί η εύρεση των απαραίτητων υποβάθρων, που απεικονίζουν την περιοχή μελέτης. Κατά την ανάπτυξη της παρούσας πρακτικής εφαρμογής βρέθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα χαρτογραφικά υπόβαθρα:

- Πρόσφατο τοπογραφικό διάγραμμα, σε κλίμακα 1:100, το οποίο απεικονίζει τα όρια των ιδιοκτησιών και των περιεχόμενων κτισμάτων σε ΕΓΣΑ 87 (εικόνα 6.1).



Εικόνα 6.1: Τοπογραφικό διάγραμμα περιοχής μελέτης.

- Ορθοφωτογραφία σε ΕΓΣΑ 87, που συντάχθηκε από την ΕΚΧΑ Α.Ε, το έτος σύνταξης 2007, σε κλίμακα 1:15.000, και η οποία απεικονίζει την ευρύτερη περιοχή μελέτης (απόσπασμα δίνεται στην Εικόνα 6.2) .



Εικόνα 6.2: Ορθοφωτογραφία (2007) ευρύτερης περιοχής μελέτης (Πηγή:ΕΚΧΑ Α.Ε).

- Παλαιότερη ορθοφωτογραφία (έτους 2001), σε κλίμακα 1:10.000 σε ΕΓΣΑ 87, της ευρύτερης περιοχής, εντός της οποίας παρουσιάζονται οι προς αποτύπωση ιδιοκτησίες (εικόνα 6.3).





Εικόνα 6.3: Ορθοφωτογραφία (2001) ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Διατίθενται, επομένως, τρία χαρτογραφικά υπόβαθρα, τα οποία βρίσκονται εκφρασμένα στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ' 87. Τα υπόβαθρα αυτά ικανοποιούν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις, όπως τίθενται από το αναπτυσσόμενο mobile application, ως προς τον αριθμό και το σύστημα αναφοράς, και συνεπώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών.

Η έναρξη των εργασιών απαιτεί την εισαγωγή των υποβάθρων και τη δημιουργία θεματικών επιπέδων (ενός σημειακού και δύο γραμμικών) συλλογής χαρακτηριστικών, στη πλατφόρμα του ArcGIS Online. Για το σκοπό αυτό, δημιουργείται κατάλληλος λογαριασμός από τον διαχειριστή του mobile application, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμα τα δεδομένα αυτά, στον χρήστη για την εκτέλεση των επιθυμητών εργασιών πεδίου.

### **6.1.2 Αναγνώριση περιοχής μελέτης.**

Προτού ξεκινήσει, η καταγραφή των επιθυμητών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε αναγνώριση της περιοχής μελέτης. Κατά την εύρεση στο πεδίο, ο χρήστης του mobile application, καλείται να αναγνωρίσει κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ των υποβάθρων και της πραγματικότητας, ώστε να είναι δυνατό να προσανατολιστεί και στη συνέχεια να εκτελέσει τις απαιτούμενες ενέργειες για τη καταγραφή χαρακτηριστικών, με τη βοήθεια της κινητής συσκευής του, και κατ'

επέκταση του mobile application. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το ίδιο το mobile application, καθώς κατά την εκκίνηση του, εντοπίζει και παρουσιάζει επί του υποβάθρου, την τοποθεσία του χρήστη με ιδιαίτερα καλή ακρίβεια, με τη χρήση του GPS της κινητής συσκευής. Σημειώνεται, ότι κατά την έναρξη της διαδικασίας αναγνώρισης της περιοχής, η ακρίβεια προσδιορισμού της ακριβούς θέσης της κινητής συσκευής ήταν ιδιαίτερα καλή, δεδομένου ότι το μέγεθος της ήταν μεταξύ  $\pm 1-3$  μέτρα (ανάλογα με την ποιότητα του σήματος που διέθετε).

Η περιοχή μελέτης, στην οποία εκτελέστηκε η εφαρμογή παρουσιάζεται, εντός κόκκινου πλαισίου, στην εικόνα 6.4, ενώ οι ιδιοκτησίες που αποτυπώθηκαν παρουσιάζονται στην εικόνα 6.5 ( με πορτοκαλί χρώμα η ιδιοκτησία 1, με πράσινο η ιδιοκτησία 2, με μπλε η ιδιοκτησία 3 και με κίτρινο η ιδιοκτησία 4).



Εικόνα 6.4: Περιοχή μελέτης – εκτέλεση εφαρμογής.



Εικόνα 6.5: Προσδιορισμός ιδιοκτησιών 1 (πορτοκαλί περίγραμμα), 2 (πράσινο περίγραμμα), 3 (μπλε περίγραμμα) και 4 (κίτρινο περίγραμμα).



Η περιοχή μελέτης απαρτίζεται από ένα σύνολο κτισμάτων τα οποία βρίσκονται αραιά τοποθετημένα στο χώρο, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται ότι υπάρχει αρκετή βλάστηση, γεγονός το οποίο είναι δυνατό να δυσχεραίνει τη διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών.

Στη πρακτική εφαρμογή, πρόκειται επιχειρήθηκε η καταγραφή των ορίων τεσσάρων ιδιοκτησιών και των περιεχόμενων κτισμάτων σε δύο από αυτές. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί λεπτομερής περιγραφή της διαδικασίας συλλογής στοιχείων που ακολουθήθηκε σε κάθε μία από τις προαναφερόμενες περιπτώσεις, κρίνεται απαραίτητη η μελέτη κάθε μιας ιδιοκτησίας ξεχωριστά.

### 6.1.3 Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 1.

Κατά την εύρεση στο πεδίο επιχειρήθηκε, αρχικά, η αποτύπωση της ιδιοκτησίας 1, η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 6.6, εντός του κόκκινου πλαισίου. Σημειώνεται ότι το κόκκινο πλαίσιο της εικόνας δεν περιγράφει τα ακριβή όρια τη ιδιοκτησίας, απλά προσδιορίζει τη θέση της συγκριτικά με τις γειτονικές.



Εικόνα 6.6: Όρια ιδιοκτησίας 1.

Παρατηρώντας την εικόνα 6.6, φαίνεται ότι τα ακριβή όρια της ιδιοκτησίας δεν είναι δυνατό να εντοπιστούν απευθείας, με τη χρήση της ορθοφωτογραφίας. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της έντονης βλάστησης η οποία δυσχεραίνει την επιλογή της ορθής θέσης τους. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται με επιτόπιες παρατηρήσεις – μετρήσεις καθώς και με τη χρήση των γεωμετρικών εργαλείων του mobile application. Για την καταγραφή των ορίων της ιδιοκτησίας 1, αρκεί να συλλεχθούν εκείνα τα σημεία τα οποία αποτελούν τις κορυφές της οριογραμμής, η οποία προσδιορίζει τα όρια της μελετώμενης ιδιοκτησίας.





Εικόνα 6.7: Κτίσμα 1 Ιδιοκτησίας 1.

Εικόνα 6.8: Κτίσμα 2 Ιδιοκτησίας 1.

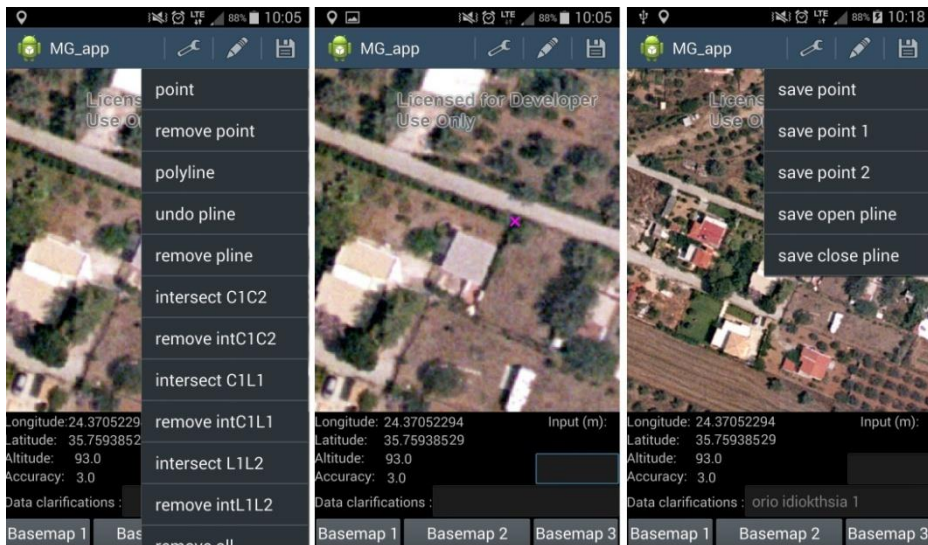
Μετά από επιτόπια παρατήρηση αλλά και με τη χρήση του mobile application, στο οποίο είχε τεθεί ως υπόβαθρο εκείνο που παρουσιάζεται στην εικόνα 6.4, ήταν δυνατός ο προσδιορισμός ορισμένων σημείων των ορίων απευθείας από τον χρήστη, καθώς θεωρήθηκε ότι ήταν εμφανή στο υπόβαθρο. Τα σημεία αυτά, είναι τα σημεία 1,2,3 και 4 τα οποία παρουσιάζονται προσεγγιστικά, στην εικόνα 6.6.

Για τη επιλογή και την αποθήκευση των σημείων στη βάση δεδομένων, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία από τον χρήστη του mobile application:

- Εντοπισμός του εκάστοτε σημείου του ορίου επί της ορθοφωτογραφίας.
- Επιλογή του εργαλείου point, για την επιλογή σημείων επί του υποβάθρου.
- Επιλογή του επιθυμητού σημείου μέσω αγγίγματος επί της οθόνης.
- Εισαγωγή απαραίτητης περιγραφής στο πεδίο data clarifications.
- Επιλογή αποθήκευσης του ως ανεξάρτητα επιλεγμένο σημείο, μέσω του εργαλείου save point.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε με τη βοήθεια του mobile application, παρουσιάζεται αναλυτικά στην εικόνα 6.9.

Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας ορισμού των ορίων της μελετώμενης ιδιοκτησίας, θα πρέπει να οριστούν και τα υπόλοιπα σημεία των ορίων, τα οποία δεν είναι δυνατό να εντοπιστούν απευθείας στο δεδομένο χαρτογραφικό υπόβαθρο καθώς η έντονη βλάστηση εμποδίζει την ορατότητα και επομένως καθιστά αδύνατη την επιλογή του εκάστοτε ορθού σημείου. Για την επίλυση του προβλήματος αυτού, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός των γεωμετρικών εργαλείων τα οποία προσφέρονται από το χρησιμοποιούμενο mobile application.



Εικόνα 6.9: Διαδικασία απευθείας προσδιορισμού χαρακτηριστικών σημείων, από το υπόβαθρο.

Κατά αυτόν τον τρόπο ο ορισμός του σημείου 5 (εικόνα 6.6), μπορεί να οριστεί με τη χρήση των γεωμετρικών εργαλείων του mobile application. Το σημείο 5, βρίσκεται επί της ευθυγραμμίας των σημείων 3 και 4, τα οποία έχουν ήδη οριστεί, και απέχει από το σημείο 4 απόσταση ίση με εκείνη που μετράται από τον χρήστη στο πεδίο. Η θέση του σημείου 5, μπορεί να οριστεί ως το σημείο τομής μεταξύ της ευθυγραμμίας που ορίζουν τα σημεία 3 και 4 και ενός κύκλου με κέντρο το σημείο 4 και ακτίνα ίση με την απόσταση των 4 και 5. Για τον σχεδίαση της ευθυγραμμίας (επί του υποβάθρου) χρησιμοποιείται το εργαλείο polyline ενώ για τη σχεδίαση του κύκλου, το εργαλείο circle C1. Τελικά το ζητούμενο σημείο τομής επιλέγεται από τον χρήστη με το εργαλείο point (με άγγιγμα του σημείου τομής) και αποθηκεύεται με το εργαλείο save point, εφόσον δοθεί κατάλληλη (διευκρινιστική) περιγραφή στο πεδίο data clarifications.

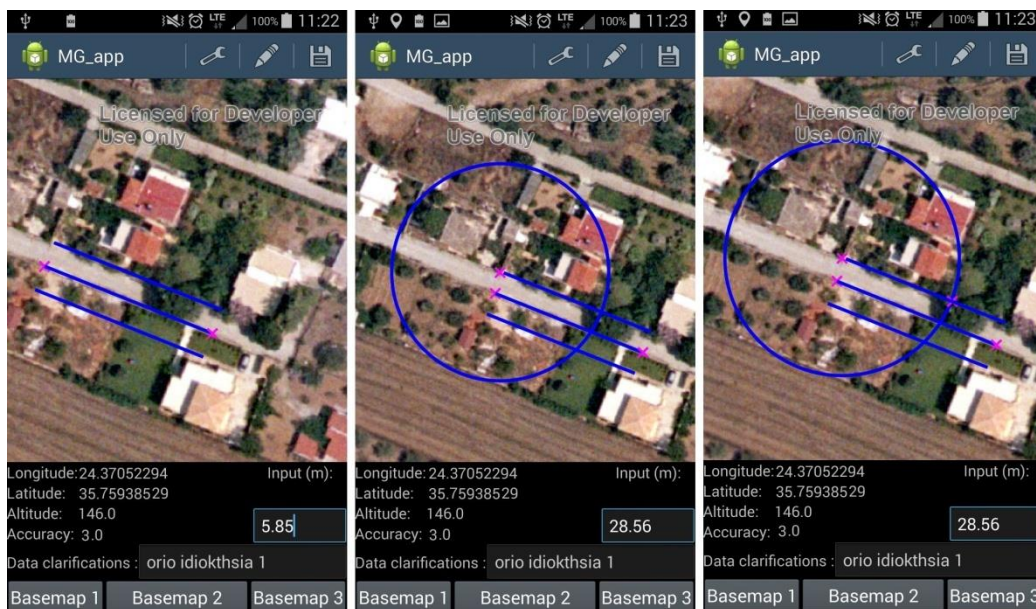
Ο προσδιορισμός του σημείου 7 (εικόνα 6.6), πραγματοποιείται με παρόμοιο τρόπο. Το σημείο 7, βρίσκεται επί της ευθυγραμμίας που ορίζει η οριογραμμή του δρόμου, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί κοινό όριο με την γειτονική ιδιοκτησία 2 (εικόνα 6.5). Για τον προσδιορισμό του, ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- Αρχικά ορίζεται η ευθυγραμμία επί της οποίας ανήκει το σημείο 7. Ο ορισμός πραγματοποιείται με τη βοήθεια του εργαλείου offset, δίνοντας ως αρχική ευθεία την απέναντι οριογραμμή του δρόμου (καθώς μπορεί να διακριθεί και να οριστεί με τη βοήθεια του υποβάθρου και θεωρείται παράλληλη εκείνης στην οποία ανήκει το σημείο 7) και ως απόσταση σχεδίασης των παράλληλων ευθειών εκείνη του πλάτους του δρόμου, όπως μετρήθηκε στο πεδίο.
- Συνεχίζοντας, η θέση του σημείου 7 είναι δυνατό να δεσμευτεί από ένα δεύτερο όριο της ιδιοκτησίας 2, το οποίο είναι ορατό στο υπόβαθρο και

βρίσκεται επί της ίδιας ευθυγραμμίας με αυτό. Η δέσμευση του σημείου 7 πραγματοποιείται μέσω της απόστασης του από το δεύτερο όριο της ιδιοκτησίας 2, που βρίσκεται στην ίδια ευθυγραμμία (εικόνα 6.5). Με τη βοήθεια του σημείου αυτού και της απόστασης του από το ζητούμενο σημείο 7, είναι δυνατό να οριστεί κύκλος με τη βοήθεια του εργαλείου circle C1.

- Το σημείο 7, προκύπτει ως το σημείο τομής της ευθυγραμμίας και του κύκλου, επιλέγεται με το εργαλείο point από τον χρήστη και τελικά αποθηκεύεται μαζί με την αντίστοιχη περιγραφική πληροφορία.

Η παραπάνω αναφερόμενη διαδικασία παρουσιάζεται σχηματικά με τη βοήθεια της εικόνας 6.10, η οποία παρουσιάζει τα αντίστοιχα βήματα της διαδικασίας που πραγματοποιήθηκε στο πεδίο, για την εύρεση του σημείου 7 (εικόνα 6.6).



Εικόνα 6.10: Διαδικασία εύρεσης χαρακτηριστικού σημείου 7, με τη βοήθεια του mobile application.

Κατά όμοιο τρόπο πραγματοποιείται και ο προσδιορισμός του σημείου 6, η θέση του οποίου δεν είναι εμφανής στο υπόβαθρο εξαιτίας της κάλυψης του από δέντρο. Προσδιορίστηκε η ευθυγραμμία επί της οποίας ανήκει το σημείο 6 και στη συνέχεια δεσμεύτηκε η θέση του επί αυτής, μέσω της σταθερής απόστασης του από το σημείο 7.

Συνεχίζοντας, πραγματοποιείται μελέτη του τμήματος που περιλαμβάνεται μεταξύ των ορίων 1 και 7. Παρατηρώντας την ορθοφωτογραφία, μπορεί να υποθεθεί ότι το όριο της ιδιοκτησίας 1 μεταξύ των σημείων 1 και 7 (εικόνα 6.6), προσδιορίζεται ως ένα ευθύγραμμο τμήμα, δηλαδή ως ένα τμήμα το οποίο δεν διαθέτει εναλλαγές διευθύνσεων. Μετά από επιτόπια παρατήρηση προκύπτει ότι αυτή η υπόθεση δεν ισχύει. Αντίθετα υπάρχει μια εναλλαγή του ορίου, σχήματος Γ. Η αναφερόμενη



εναλλαγή παρουσιάζεται με τη βοήθεια του διαθέσιμου τοπογραφικού διαγράμματος, τα οποία χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των εργασιών που πραγματοποιούνται στο πεδίο. Πιο αναλυτικά το τμήμα του ορίου της ιδιοκτησίας 1, το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ των σημείων 1 και 7, διαθέτει μορφή, η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 6.11.



Εικόνα 6.11: Μορφή ορίου ιδιοκτησίας 1, μεταξύ των σημείων ορίου 1 και 7.

Προκειμένου να προσδιοριστούν τα σημεία εναλλαγής, 8 και 9 (εικόνα 6.11), μεταξύ των σημείων 1 και 7 θα ακολουθηθεί η εξής διαδικασία:

- Για τον προσδιορισμό του σημείου 8, θεωρείται ότι η διεύθυνση που ορίζεται από τα σημεία 7 και 8, είναι κάθετη σε εκείνη που ορίζεται από τα σημεία 6 και 7 (εικόνα 6.6). Για τον προσδιορισμό του σημείου 8, χρησιμοποιείται το γεωμετρικό εργαλείο ortho, με τη βοήθεια του οποίου ορίζεται αρχικά η διεύθυνση των σημείων 6 και 7, και στη συνέχεια σχεδιάζεται κάθετη ευθεία προς αυτή, με μήκος ίσο με εκείνο των 7 και 8 (όπως μετρήθηκε στο πεδίο). Σημειώνεται ότι με τη χρήση του εργαλείου ortho, δημιουργούνται δύο κάθετες ευθείες εκατέρωθεν της αρχικής διεύθυνσης, σε απόσταση ίση με τη δοθείσα. Τελικά, επιλέγεται προς αποθήκευση εκείνο το άκρο της κάθετης ευθείας (1 ή 2), το οποίο αντιστοιχεί στο ζητούμενο σημείο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγεται το άκρο 2. Η αποθήκευση πραγματοποιείται αντίστοιχα με τη χρήση του εργαλείου save point 2, συνοδευόμενο με μια περιγραφική πληροφορία (data clarifications) (εικόνα 6.12).

- Κατά όμοιο τρόπο πραγματοποιείται η εύρεση της θέσης του σημείου 9, χρησιμοποιώντας ως αρχική διεύθυνση εκείνη των 7 και 8, και ως απόσταση εκείνη των 8 και 9, όπως μετρήθηκε στο πεδίο.



Εικόνα 6.12: Χρήση γεωμετρικού εργαλείου ortho, για την εύρεση του χαρακτηριστικού σημείου 8.

Στο σημείο αυτό ολοκληρώθηκε η διαδικασία καταγραφής των ορίων της ιδιοκτησίας 1. Στη συνέχεια, πρόκειται να πραγματοποιηθεί καταγραφή των ορίων των περιεχόμενων κτισμάτων.

### **Κτίσμα 1**

Όπως φαίνεται στην εικόνα 6.7, το κτίσμα 1 αποτελεί ένα κτίσμα απλής γεωμετρίας και μπορεί να περιγραφεί σχηματικά από ένα απλό τετράπλευρο. Για την καταγραφή του αρκεί να προσδιοριστούν οι κορυφές του τετράπλευρου. Με τη βοήθεια του υποβάθρου και του εργαλείου point, πραγματοποιείται καταγραφή και αποθήκευση των εν λόγω κορυφών. Μετά όμως από επιτόπια παρατήρηση, προέκυψε ότι οι κορυφές οι οποίες παρουσιάζονται στο υπόβαθρο, δεν αποτελούν τις κορυφές του κυρίου σώματος του κτίσματος αλλά αντίθετα τα σημεία των προεξοχών που δημιουργεί η οροφή αυτού. Προκειμένου, να περιγραφούν τα όρια του κύριου σώματος του κτίσματος 1, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία (εικόνα 6.13):

- Πραγματοποιήθηκε μέτρηση των προεξοχών της οροφής, σε κάθε μία από τις τέσσερις πλευρές του κτίσματος 1.
- Με τη βοήθεια του εργαλείου offset, δημιουργήθηκαν παράλληλες ευθείες προς εκείνη η οποία οριζόταν από τα άκρα της προεξέχουσας οροφής, στην αντίστοιχη πλευρά. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε σε κάθε μια από τις τέσσερις πλευρές του κτίσματος 1.

- Τέλος, πραγματοποιήθηκε αποθήκευση της επιθυμητής παράλληλης ευθείας, μέσω της χρήσης του εργαλείου polyline. Πιο συγκεκριμένα, μετά από την επιλογή της προς καταγραφή ευθείας, σχηματιζόταν επί αυτής όμοια polyline από τον χρήστη (με την επιλογή των άκρων της επί της οθόνης) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε αποθήκευση αυτής ως ανοιχτή polyline, με τη χρήση του εργαλείου αποθήκευσης save open poly. Κατά την διαδικασία της αποθήκευσης πραγματοποιήθηκε κατάλληλη περιγραφή εντός του πεδίου data clarifications, η οποία προσδιόριζε ότι οι προς αποθήκευση ευθείες, αποτελούν όρια του κτίσματος 1.



Εικόνα 6.13: Χρήση γεωμετρικού εργαλείου offset, για την εύρεση των ορίων του κτίσματος 1, τα οποία αποκρύπτονται από τις προεξοχές της οροφής του.

## **Κτίσμα 2**

Όπως φαίνεται στην εικόνα 6.8, το κτίσμα 2 αποτελεί ένα κτίσμα πιο περίπλοκης γεωμετρίας σε σχέση με το κτίσμα 1. Προκειμένου να επιτευχθεί η αποτύπωση του με τη χρήση του mobile application, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

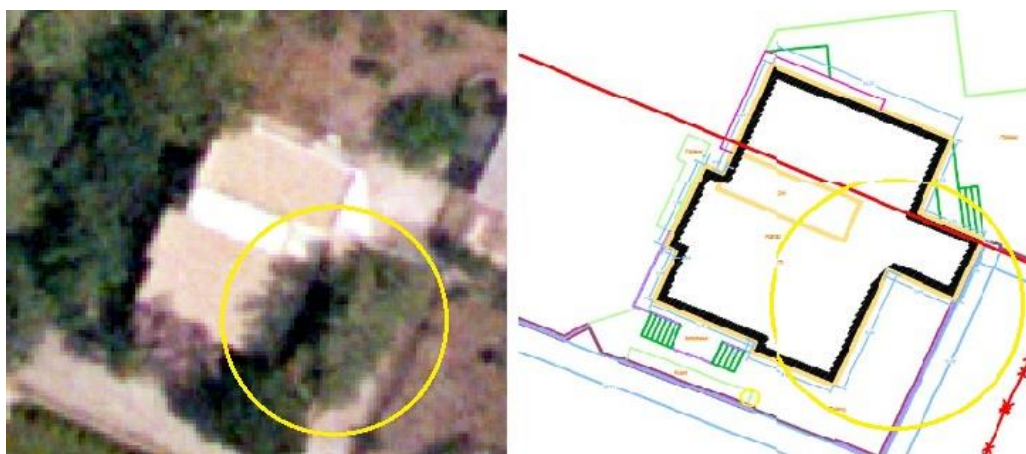
- Αρχικά, μέσω επιτόπιων παρατηρήσεων και παρατηρήσεων του διαθέσιμου υποβάθρου (ορθοφωτογραφίας), επισημάνθηκαν τα χαρακτηριστικά του κτιρίου, τα οποία είναι ορατά στο υπόβαθρο και επομένως είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί λήψη τους απευθείας από αυτό (με τη χρήση του εργαλείου point και στη συνέχεια του save point).
- Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν μέσω επιτόπιων παρατηρήσεων τα χαρακτηριστικά εκείνα, τα οποία δεν είναι ορατά στην ορθοφωτογραφία αλλά αποτελούν καίριας σημασία χαρακτηριστικά, προκειμένου να οριστούν τα όρια του μελετώμενου κτίσματος. Μετά την εύρεση των προβληματικών σημείων,

πραγματοποιήθηκε καταγραφή αυτών στην βάση δεδομένων, μέσω της χρήσης των γεωμετρικών εργαλείων, σε συνδυασμό με επιτόπιες μετρήσεις.

Τα σημεία του κτίσματος 2, τα οποία ήταν δυνατό να ληφθούν απευθείας από το διαθέσιμο υπόβαθρο, αποτελούσαν χαρακτηριστικά σημεία του κτίσματος τα οποία δεν καλύπτονταν από κάποιο είδος δενδροφύτευσης καθώς και σημεία του δώματος το οποίο βρίσκεται επί του κτίσματος 2, και παρουσιάζεται στο διαθέσιμο υπόβαθρο. Τα σημεία αυτά, παρουσιάζονται στην εικόνα 6.14, όπου τα σημεία 1,2,7 και 8 αποτελούν σημεία του κτίσματος 2, ενώ τα σημεία 3,4,5 και 6 αποτελούν σημεία του δώματος.



Εικόνα 6.14: Χαρακτηριστικά σημεία κτίσματος 2 και δώματος επί αυτού.



Εικόνα 6.15: Προβληματικά σημεία κτίσματος 2, για τη καταγραφή χαρακτηριστικών.

Για την καταγραφή της μορφής του κτίσματος 2, απαιτείται η εύρεση της θέσης των σημείων 9-17, όπως αυτά παρουσιάζονται στην εικόνα 6.14. Αναφέρεται ότι η

χρήση των γεωμετρικών εργαλείων είναι καθοριστικής σημασίας για τον ορισμό της θέσης των απαραίτητων χαρακτηριστικών σημείων, γεγονός που γίνεται εμφανές στη περικυκλωμένη περιοχή της εικόνας 6.15, όπου όλα τα χαρακτηριστικά σημεία του κτίσματος 2 είναι καλυμμένα από τα υπάρχοντα δέντρα. Πιο αναλυτικά, για την εύρεση καθενός από τα παραπάνω αναφερόμενα σημεία ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

- Η θέση του χαρακτηριστικού σημείου 9 (εικόνα 6.14), δεσμεύτηκε μέσω των αποστάσεων του από τα σημεία 2 και 3. Η θέση του προσδιορίζεται ως σημείο τομής μεταξύ δύο κύκλων, με κέντρο ένα από τα σημεία 2 και 3 και ακτίνα ίση με την αντίστοιχη μετρούμενη απόσταση. Για το σχεδιασμό των δύο κύκλων χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία circle C1 και circle C2, ενώ για την εύρεση των σημείων τομής, το εργαλείο Intersect C1C2. Στη συνέχεια, επιλέχθηκε το επιθυμητό εκ των δύο σημείων (1 ή 2) από τον χρήστη και αποθηκεύτηκε στη βάση δεδομένων συνοδευόμενο από κατάλληλη περιγραφή.
- Η θέση του χαρακτηριστικού σημείου 10 (εικόνα 6.14), προσδιορίστηκε ως εκείνο το σημείο το οποίο βρίσκεται σε διεύθυνση κάθετη, ως προς εκείνη που ορίζουν τα σημεία 7 και 8, και απέχει από εκείνη απόσταση ίση με την απόσταση των σημείων 8 και 10, όπως αυτή μετρήθηκε στο πεδίο. Συνεπώς η θέση του σημείου 9, προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του εργαλείου ortho, θεωρώντας ως αρχική ευθεία εκείνη που ορίζουν τα σημεία 7 και 8 και ως απόσταση την απόσταση των σημείων 8 και 10. Σημειώνεται ότι ως επιθυμητό σημείο της αρχικής ευθείας, στην οποία πρόκειται να σχεδιαστεί η κάθετη ευθεία, επιλέχθηκε το σημείο 8. Τέλος, επιλέγεται το επιθυμητό εκ των δύο σημείων από τον χρήστη και αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων συνοδευόμενο από κατάλληλη περιγραφή.
- Η εύρεση της θέσης του σημείου 11 (εικόνα 6.14), πραγματοποιήθηκε κατά παρόμοιο τρόπο με εκείνον σύμφωνα με τον οποίο προσδιορίστηκε και αποθηκεύτηκε η θέση του σημείου 10, χρησιμοποιώντας ως αρχική διεύθυνση εκείνη που ορίζουν τα σημεία 8 και 10, και ως επιθυμητή απόσταση εκείνη που μετρήθηκε κατά την εργασία στο πεδίο, μεταξύ των σημείων 10 και 11. Ως επιθυμητό σημείο της αρχικής ευθείας, στην οποία πρόκειται να σχεδιαστεί η κάθετη ευθεία, επιλέχθηκε το σημείο 10.
- Ομοίως με τα σημεία 10 και 11, προσδιορίστηκε και αποθηκεύτηκε η θέση των σημείων 12 και 13 (εικόνα 7.11), λαμβάνοντας υπόψη τις αντίστοιχες καθετότητες μεταξύ των πλευρών καθώς και τις αντίστοιχες αποστάσεις μεταξύ αυτών. Έτσι, με δεδομένα τα προαναφερθέντα στοιχεία είναι τη χρήση του γεωμετρικού εργαλείου ortho, προσδιορίζεται τελικά η ζητούμενη θέση τους.
- Ομοίως με τα σημεία 10 και 11, προσδιορίστηκε η θέση του σημείου 17 (εικόνα 7.11), λαμβάνοντας υπόψη τη καθετότητα της πλευράς, η οποία προσδιορίζεται από τα σημεία 1 και 2, ως προς τη πλευρά στην οποία ανήκει το σημείο 17 και



προσδιορίζεται από τα σημεία 1 και 17. Ως επιθυμητό σημείο της αρχικής ευθείας, στην οποία πρόκειται να σχεδιαστεί η κάθετη ευθεία, επιλέχθηκε το σημείο 1.

- Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η εύρεση του χαρακτηριστικού σημείου 16 (εικόνα 6.14). Μετά από επιτόπιες παρατηρήσεις, συμπεράθηκε ότι τα ζητούμενο σημείο βρίσκεται επί της ευθυγραμμίας του ορίου της ιδιοκτησίας, η οποία δημιουργείται από τα σημεία 5 και 6 των ορίων της ιδιοκτησίας (εικόνα 6.6). Για τον προσδιορισμό του, χρησιμοποιήθηκε το γεωμετρικό εργαλείο Line L1, με το οποίο σχεδιάστηκε η ευθυγραμμία των 5 και 6 από τον χρήστη, και το γεωμετρικό εργαλείο circle C1, με τη βοήθεια του οποίου σχεδιάστηκε κύκλος με κέντρο το σημείο 5 και ακτίνα ίση με την απόσταση των 5 και 16. Το ζητούμενο σημείο, προέκυψε ως σημείο τομής της ευθυγραμμίας με τον κύκλο με τη βοήθεια του εργαλείου Intersect C1L1. Το εργαλείο αυτό προσδιορίζει δύο πιθανές θέσεις (1,2) του ζητούμενου σημείου. Η επιλογή της σωστής πραγματοποιείται από τον χρήστη μέσω του εργαλείου αποθήκευσης save point 1 ή save point 2, συνοδευόμενο από την αντίστοιχη περιγραφική πληροφορία (data clarifications). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται στην εικόνα 6.16 και σημειώνεται ότι στη δεδομένη περίπτωση ως επιθυμητό σημείο επιλέγεται το σημείο τομής 2.
- Εφόσον πραγματοποιήθηκε η εύρεση του σημείου 16 είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί εύρεση του σημείου 15. Το ζητούμενο σημείο βρίσκεται επί της διεύθυνσης που σχηματίζουν τα σημεία 15 και 16, που είναι κάθετη ως προς εκείνη του ορίου της ιδιοκτησίας, που ορίζουν τα σημεία 5 και 6 (εικόνα 6.6). Η εύρεση του σημείου 15 πραγματοποιείται με το γεωμετρικό εργαλείο ortho, σύμφωνα με το οποίο επιλέγεται ως αρχική διεύθυνση, η διεύθυνση του ορίου της ιδιοκτησίας μεταξύ των σημείων 5 και 6 και στη συνέχεια ζητείται να φερθεί κάθετη στο σημείο 16, με μήκος ίσο προς την απόσταση των σημείων 15 και 16. Στη συνέχεια, επιλέχθηκε το επιθυμητό εκ των δύο σημείων από τον χρήστη και αποθηκεύτηκε στη βάση δεδομένων συνοδευόμενο από κατάλληλη περιγραφή.
- Τέλος, η εύρεση του σημείου 14, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των αποτυπωμένων σημείων 13 και 15. Πιο αναλυτικά μετρήθηκαν στο πεδίο οι αποστάσεις του ζητούμενου σημείου από τα σημεία 13 και 15 και στη συνέχεια με τη βοήθεια των εργαλείων circle C1 και circle C2, κατασκευάστηκαν δύο κύκλοι με κέντρα τα σημεία 13 και 15 αντίστοιχα, και ακτίνες ίσες με εκείνες που μετρήθηκαν στο πεδίο. Με το εργαλείο intersect C1C2, προσδιορίστηκαν τα σημεία τομής μεταξύ των δύο κύκλων και επιλέχθηκε το επιθυμητό εκ των δύο σημείων από τον χρήστη. Τέλος, το σημείο που επιλέχθηκε, αποθηκεύτηκε στη βάση δεδομένων με τη χρήση του αντίστοιχου εργαλείου αποθήκευσης save point 1 ή save point 2,

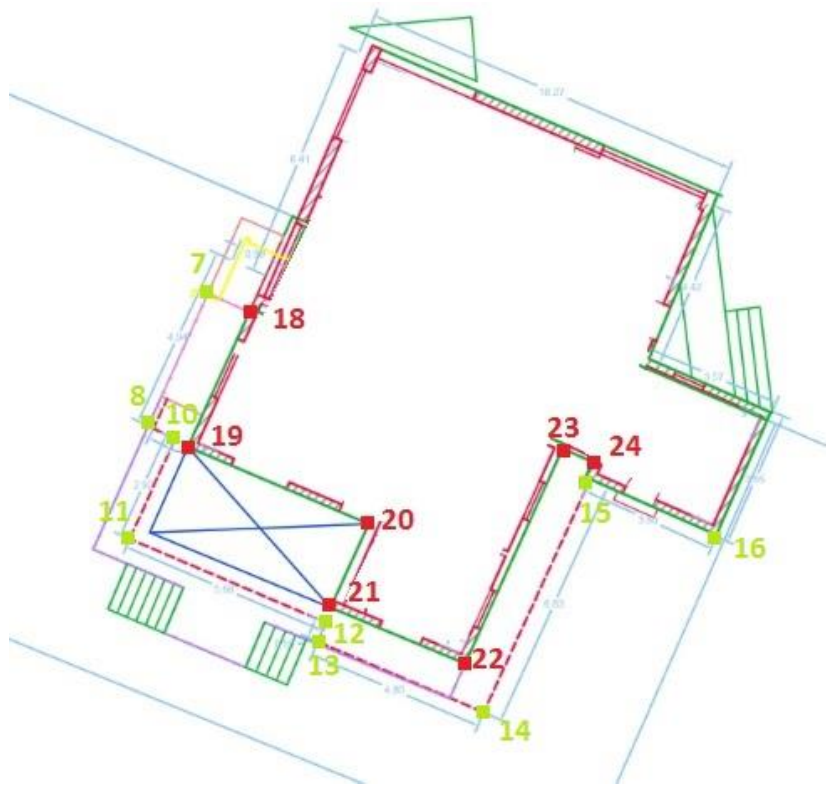
συνοδευόμενο από μια περιγραφική πληροφορία η οποία διευκρίνιζε ότι το συγκεκριμένο σημείο ανήκε στο κτίσμα 2.



Εικόνα 6.16: Χρήση γεωμετρικών εργαλείων circle 1, Line 1 και Intersect C1L1 για την εύρεση του χαρακτηριστικού σημείου 16.

Τα σημεία τα οποία περιγράφηκαν παραπάνω, αναφέρονται στον εξωτερικό όγκο του κτιρίου, όπως αυτός παρουσιάζεται στη μελετώμενη ορθοφωτογραφία (υπόβαθρο). Αυτό σημαίνει, ότι υπάρχει πιθανότητα να υφίστανται χαρακτηριστικά της κάτοψης του κτιρίου τα οποία αποκρύπτονται κατά τη θέαση του κτιρίου μέσω της ορθοφωτογραφίας, καθώς περιλαμβάνονται σε ένα χαμηλότερο επίπεδο από εκείνο που εμφανίζεται στο διαθέσιμο υπόβαθρο. Τα σημεία αυτά πρέπει να καταγραφούν καθώς αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της περιγραφής του όγκου του μελετώμενου, κτίσματος 2. Ο προσδιορισμός τους πραγματοποιείται με τη βοήθεια των ήδη ληφθέντων σημείων του ανώτερου επιπέδου του κτίσματος (οροφή). Προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητή η αναφερόμενη απόκρυψη χαρακτηριστικών, παρατίθεται η εικόνα 6.17, η οποία παρουσιάζει την κάτοψη των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κτιρίου.

Στην εικόνα 6.17, παρουσιάζονται τα σημεία των οποίων πραγματοποιήθηκε η καταγραφή (7,8 και 10-16) καθώς και εκείνα τα οποία αποκρύπτονται (18-24). Η αποτύπωση επί του διατιθέμενου υποβάθρου, των αποκρυμμένων σημείων 18-24, πραγματοποιείται με τη βοήθεια των ήδη ληφθέντων σημείων με τη χρήση των γεωμετρικών εργαλείων του mobile application. Ο προσδιορισμός καθενός από τα αποκρυμμένα σημεία παρουσιάζεται αναλυτικά στη συνέχεια.



Εικόνα 6.17: Κάτοψη κτίσματος 2.

Ο προσδιορισμός του σημείου 18 (εικόνα 6.17), πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- Μετά από επιτόπια παρατήρηση, προκύπτει ότι το σημείο 18 βρίσκεται επί μιας ευθυγραμμίας η οποία είναι παράλληλη σε εκείνη που ορίζουν τα σημεία 7 και 8.
- Η ευθυγραμμία αυτή, προσδιορίζεται με το γεωμετρικό εργαλείο offset, δίνοντας ως αρχική διεύθυνση εκείνη των 7 και 8, και ως απόσταση εκείνη των 7 και 18 (μετρήθηκε στο πεδίο). Έτσι προσδιορίζεται η διεύθυνση που βρίσκεται το σημείο 18, και αποθηκεύεται με τη βοήθεια του εργαλείου polyline, ως ανοιχτή polyline (save open pline), ώστε να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό άλλων σημείων.
- Το ζητούμενο σημείο 18 βρίσκεται στην ίδια ευθεία με το σημείο 7 και σε απόσταση από αυτό ίση με εκείνη μεταξύ των δύο ευθυγραμμιών. Συνεπώς για τον επακριβή προσδιορισμό του ζητούμενου σημείου χρησιμοποιείται το γεωμετρικό εργαλείο ortho, για να σχεδιαστεί η κάθετη στη διεύθυνση που σχηματίζουν τα σημεία 7 και 8, στο σημείο 7.
- Το σημείο 18, προκύπτει ως το σημείο τομής μεταξύ της κάθετης και της ευθυγραμμίας που προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του εργαλείου offset. Μετά την επιλογή του τελικού σημείου από τον χρήστη, είναι δυνατή η αποθήκευση του, με τη βοήθεια του κατάλληλου εργαλείου αποθήκευσης και της αντίστοιχης περιγραφικής πληροφορίας.

Στη συνέχεια είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός του σημείου 19 (εικόνα 7.14), ως εξής:

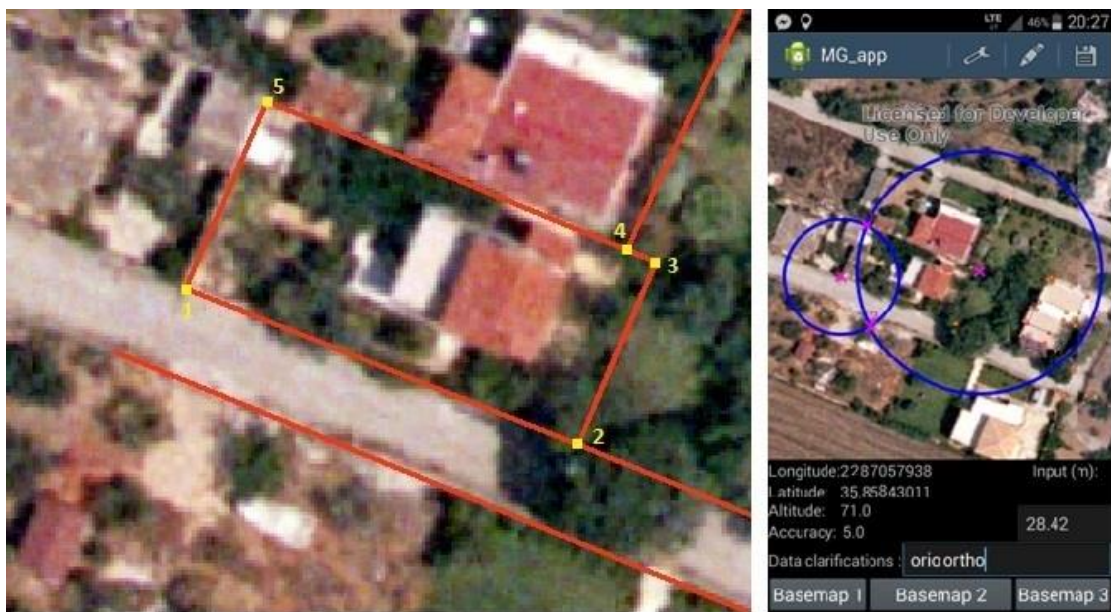
- Το ζητούμενο σημείο είναι δυνατό να προσδιοριστεί ως σημείο τομής μεταξύ ενός κύκλου με κέντρο το σημείο 18 και ακτίνα ίση προς την μετρούμενη απόσταση μεταξύ των σημείων 18 και 19, και της ευθυγραμμίας η οποία υλοποιήθηκε νωρίτερα (με την polyline). Η δημιουργία του κύκλου, πραγματοποιείται με τη βοήθεια του γεωμετρικού εργαλείου circle C1.
- Η επιλογή του σημείου πραγματοποιείται από τον χρήστη από τον χρήστη με το σχεδιαστικό εργαλείου point, μέσω του αγγίγματος του σημείου αυτού επί της οθόνης.
- Τέλος, η αποθήκευση γίνεται με το εργαλείο save point, εφόσον καταγραφεί και ένα περιγραφικό χαρακτηριστικό αυτού, στο πεδίο data clarifications (ώστε να είναι δυνατός ο μετέπειτα διαχωρισμός του από τα υπόλοιπα επιλεχθέντα σημεία).

Μετά τον προσδιορισμό των σημείων 18 και 19, είναι δυνατός ο προσδιορισμός των σημείων 20, 21 και 22 (εικόνα 6.17) με χρήση της δέσμευσης της καθετότητας μεταξύ των αντίστοιχων πλευρών, στις οποίες ανήκει κάθε ένα από τα αναφερόμενα σημεία. Έτσι, με τη χρήση του γεωμετρικού εργαλείου ortho, αλλά και με την επιτόπια μέτρηση των αποστάσεων μεταξύ των κορυφών, πραγματοποιείται ο προσδιορισμός και τελικά η αποθήκευση των αναφερόμενων σημείων.

Τέλος, σημειώνεται ότι η εύρεση των σημείων 23 και 24 (εικόνα 6.17) πραγματοποιείται με τη βοήθεια του υπολογισθέντος σημείου 15. Με δεδομένη τη θέση του σημείου 15, προσδιορίζεται η απόσταση των σημείων 15 και 24 κατά τη διάρκεια της εργασίας στο πεδίο. Τα σημεία 15 και 24 βρίσκονται επί της ίδιας διεύθυνσης η οποία όμως, είναι κάθετη στη διεύθυνση την οποία ορίζουν τα σημεία 15 και 16. Ο προσδιορισμός του σημείου 24 γίνεται με τη βοήθεια του γεωμετρικού εργαλείου offset, και την χρήση των προαναφερθέντων στοιχείων. Με όμοιο τρόπο πραγματοποιείται και ο προσδιορισμός της θέσης του σημείου 23 καθώς βρίσκεται σε διεύθυνση κάθετη σε εκείνη που ορίζουν τα σημεία 15 και 24, και σε απόσταση από το σημείο 24 η οποία μετρείται κατά την εύρεση στο πεδίο. Έτσι μετά τον προσδιορισμό των αναφερόμενων σημείων, πραγματοποιείται αποθήκευση αυτών με τη χρήση του κατάλληλου εργαλείου save, συνοδευόμενα από αντίστοιχη περιγραφική πληροφορία η οποία τίθεται από τον χρήστη στο πεδίο data clarification της αρχικής οθόνης του mobile application.

#### 6.1.4 Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 2.

Η ιδιοκτησία 2 αποτελεί γειτονική ιδιοκτησία, της ιδιοκτησίας 1, διαθέτοντας κοινά όρια με αυτή. Για την μελετώμενη ιδιοκτησία πραγματοποιείται αποτύπωση μόνο των ορίων της ιδιοκτησίας. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 6.6, ορισμένα όρια της μελετώμενης ιδιοκτησίας έχουν προσδιοριστεί κατά την αποτύπωση των ορίων της ιδιοκτησίας 1 (όρια 1,2,3,4 – εικόνα 6.18). Συνεπώς, δεν απαιτείται επαναπροσδιορισμός τους, αλλά αντίθετα, τα σημεία αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη καταγραφή των υπολειπόμενων χαρακτηριστικών της μελετώμενης ιδιοκτησίας. Πιο συγκεκριμένα, για την ολοκλήρωση της μελέτης της ιδιοκτησίας 2 απομένει να προσδιοριστεί ένα σημείο του ορίου της (σημείο ορίου 5 – εικόνα 6.18). Η ακριβής θέση του ορίου, δεσμεύεται μέσω των αποστάσεων του από δύο άλλες κορυφές των ορίων (1 και 3 – εικόνα 6.18), οι οποίες προσδιορίστηκαν νωρίτερα. Ο προσδιορισμός του πραγματοποιείται με τη χρήση του εργαλείου intersect C1C2 του mobile application, ως σημείο τομής μεταξύ δύο κύκλων οι οποίοι διαθέτουν ως κέντρο τα εκατέρωθεν αυτού γνωστά σημεία (1 και 3) και ως ακτίνες τις αντίστοιχες αποστάσεις του από αυτά, όπως μετρήθηκαν κατά την εργασία στο πεδίο. Έτσι, μετά την αναφερόμενη διεργασία ο χρήστης επιλέγει το επιθυμητό εκ των δύο σημείων τομής (επιλογή σημείου 1) που προκύπτουν και το αποθηκεύει με τη χρήση της κατάλληλης εντολής (save point 1), στη βάση δεδομένων. Η διαδικασία προσδιορισμού παρουσιάζεται στην εικόνα 6.18.



Εικόνα 6.18: Διαδικασία προσδιορισμού χαρακτηριστικού σημείου 5, του ορίου της ιδιοκτησίας 2.



### 6.1.5 Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 3.

Η ιδιοκτησία 3 (εικόνα 6.19), αποτελεί γειτονική ιδιοκτησία των παραπάνω ιδιοκτησιών. Δεν διαθέτει όμως κοινά όρια, με αυτές. Για τη μελετώμενη ιδιοκτησία, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός των ορίων της, χωρίς να πραγματοποιηθεί αποτύπωση των ορίων του περιεχόμενου κτίσματος. Για να προσδιοριστούν οι θέσεις των ορίων τους, πραγματοποιήθηκε επιλογή αυτών απευθείας από το υπόβαθρο, όπου ήταν δυνατό. Μετά από επιτόπιες παρατηρήσεις των ορίων της, προέκυψε ότι ορισμένα από τα όρια της δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστούν απευθείας στο υπόβαθρο καθώς η έντονη βλάστηση, κάλυπτε τα την ακριβή θέση αυτών, επί της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας. Για την εύρεση των σημείων αυτών, πραγματοποιήθηκε χρήση των γεωμετρικών εργαλείων του mobile application σε συνδυασμό με επιτόπιες μετρήσεις και παρατηρήσεις. Τελικά επιλέχθηκαν τα επιθυμητά (ορθά) σημεία από τον χρήστη και αποθηκεύτηκαν στη πλατφόρμα του ArcGIS Online, συνοδευόμενα από κάποια περιγραφική πληροφορία.



Εικόνα 6.19: Ιδιοκτησία 3.



Εικόνα 6.20: Ιδιοκτησία 4.

### **6.1.6 Διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών Ιδιοκτησίας 4.**

Η ιδιοκτησία 4 (εικόνα 6.20), αποτελεί τη μεγαλύτερη σε έκταση από τις μελετώμενες ιδιοκτησίες. Αποτελεί γειτονική ιδιοκτησία των παραπάνω μελετώμενων ιδιοκτησιών χωρίς όμως να διαθέτει κοινά όρια με εκείνες. Για τη μελετώμενη ιδιοκτησία, πραγματοποιήθηκε συλλογή των χαρακτηριστικών των ορίων της καθώς και του περιεχόμενου κτίσματος, σε αυτή. Η καταγραφή των ορίων της ιδιοκτησίας, πραγματοποιήθηκε με παρόμοιο τρόπο με εκείνο κατά τον οποίο λήφθηκαν τα χαρακτηριστικά στις ανωτέρω περιγραφόμενες ιδιοκτησίες. Πιο αναλυτικά, με συνδυασμό επιτόπιων παρατηρήσεων και με τη χρήση του mobile application ήταν δυνατός ο προσδιορισμός αρκετών σημείων του ορίου της ιδιοκτησίας καθώς και του περιεχόμενου κτίσματος. Σημειώνεται, ότι εξαιτίας της έντονης βλάστησης, δεν ήταν δυνατός ο προσδιορισμός του συνόλου των σημείων απευθείας από το διαθέσιμο υπόβαθρο. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε, χρήση των προσφερόμενων γεωμετρικών εργαλείων, του mobile application, σε συνδυασμό με επιτόπιες μετρήσεις. Εφόσον ολοκληρώθηκε ο προσδιορισμός των απαραίτητων σημείων, πραγματοποιήθηκε αποθήκευση αυτών με τη χρήση των εργαλείων αποθήκευσης, ενώ παράλληλα κάθε ένα από τα στοιχεία συνοδεύονταν από μια περιγραφική πληροφορία, ώστε να διευκολυνθεί η μετέπειτα επεξεργασία του.

### **6.2 Αποτελέσματα πρακτικής εφαρμογής.**

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας καταγραφής των απαραίτητων χαρακτηριστικών, με τη βοήθεια του mobile application το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, εξάγονται τα ληφθέντα δεδομένα από τη πλατφόρμα του ArcGIS Online. Η εξαγωγή των θεματικών επιπέδων, πραγματοποιήθηκε σε μορφή shapfile, τα οποία στη συνέχεια πρόκειται να εισαχθούν στο περιβάλλον του ArcMap, ώστε να υποστούν την απαιτούμενη επεξεργασία. Μετά από την εισαγωγή των αναφερόμενων αποτελεσμάτων στο ArcMap, είναι δυνατό να παρουσιαστούν όλα τα χαρακτηριστικά τα οποία συλλέχθηκαν μέσω του mobile application κατά την διάρκεια της εργασίας στο πεδίο (εικόνα 6.21).

Παρατηρώντας την εικόνα 6.21 (αριστερά), γίνεται πλήρως αντιληπτή η μετατόπιση μεταξύ των συστημάτων αναφοράς του ΕΓΣΑ'87 και του συστήματος της Web Mercator, η οποία χρησιμοποιείται από τη πλατφόρμα του ArcGIS Online.

Με δεδομένο το σύνολο των παραπάνω αναφερόμενων χαρακτηριστικών καθώς και των περιγραφικών πληροφοριών που τα συνοδεύουν, πραγματοποιείται κατασκευή του συνολικού διαγράμματος, εντός του οποίου παρουσιάζονται τα όρια

των ιδιοκτησιών και των κτισμάτων, τα οποία αποτυπώθηκαν στο πεδίο από τον χρήστη του mobile application (εικόνα 6.21 - δεξιά). Παρατηρώντας προσεκτικά το διάγραμμα το οποίο προέκυψε από τις διαδικασίες συλλογής με τη χρήση του mobile application, είναι φανερό ότι αποτελεί μια πιστή αναπαράσταση της πραγματικότητας. Προκειμένου, όμως να εξαχθούν επακριβή συμπεράσματα, τα οποία αφορούν την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια με την οποία πραγματοποιήθηκε η εν λόγω αποτύπωση, κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθεί μια σειρά συγκρίσεων. Οι συγκρίσεις, αφορούν συγκρίσεις με ήδη υπάρχοντα δεδομένα, τα οποία απεικονίζουν την ακριβή θέση των ληφθέντων χαρακτηριστικών (διαθέσιμα τοπογραφικά διαγράμματα και κατόψεις κτισμάτων) καθώς και συγκρίσεις με δεδομένα, τα οποία εξάγονται αυτόνομα από το διαθέσιμο υπόβαθρο (ορθοφωτογραφία), χωρίς τη πραγματοποίηση επιτόπιων παρατηρήσεων καθώς και χωρίς τη χρήση του mobile application.



Εικόνα 6.21: Αποτελέσματα διαδικασίας συλλογής δεδομένων με τη βοήθεια του mobile application.

### 6.2.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων με δεδομένα αναφοράς.

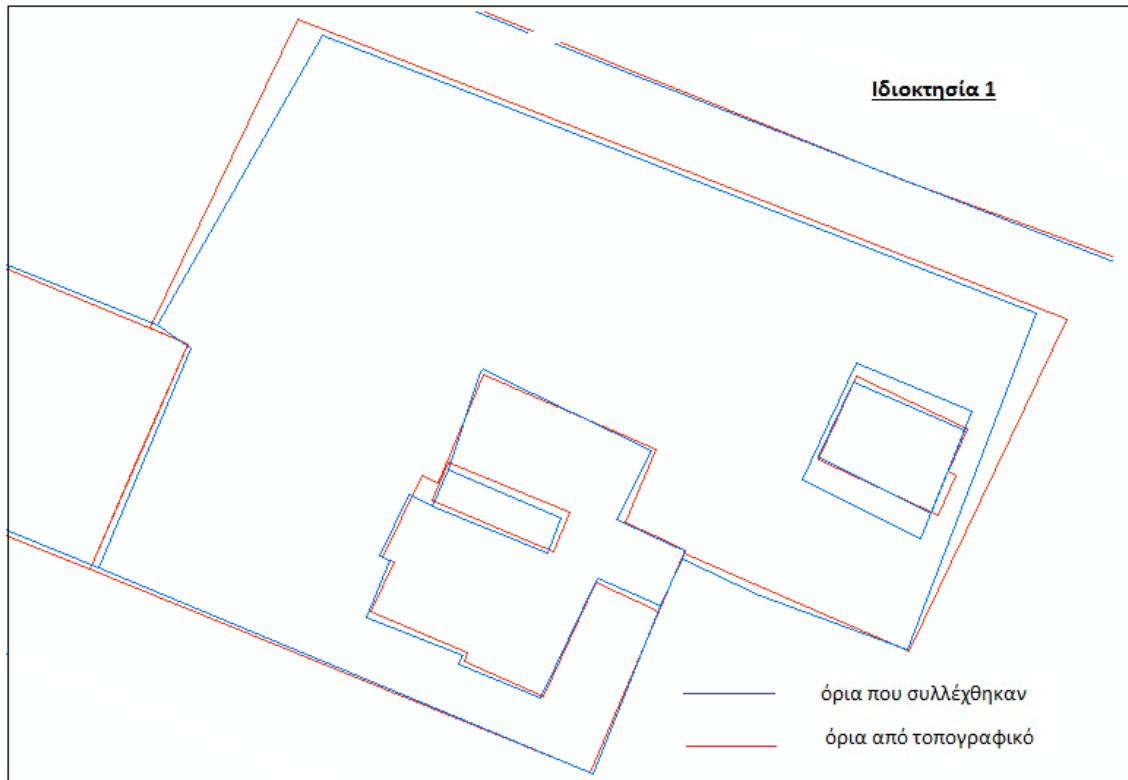
Μετά την εισαγωγή των δεδομένων στο περιβάλλον του ArcMap και τη κατασκευή του προκύπτοντος διαγραμμάτων των ορίων των ιδιοκτησιών οι οποίες αποτυπώθηκαν, πραγματοποιείται και εισαγωγή του διαθέσιμου τοπογραφικού διαγράμματος. Μετά την εισαγωγή του στο περιβάλλον του ArcMap, δημιουργείται ένα γραμμικό θεματικό επίπεδο, στο οποίο πραγματοποιείται η καταγραφή των ορίων των μελετώμενων ιδιοκτησιών, όπως παρουσιάζονται στο τοπογραφικό διάγραμμα. Εφόσον ολοκληρωθεί η κατασκευή αυτού του θεματικού επιπέδου, πραγματοποιείται επίθεση του προκύπτοντος θεματικού επιπέδου, επί εκείνου το οποίο εξάχθηκε από τα συλλεγόμενα δεδομένα. Το αποτέλεσμα της αναφερόμενης επίθεσης, παρουσιάζεται στην εικόνα 6.22.



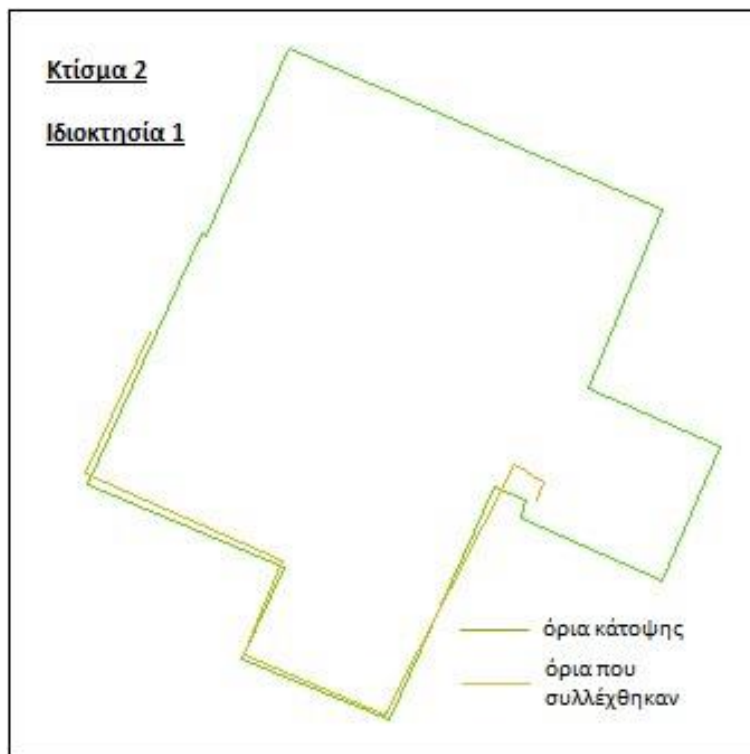


Εικόνα 6.22: Σύγκριση αποτελεσμάτων με ορθά ( από τοπογραφικό διάγραμμα).

Παρατηρώντας τα εξαγόμενα αποτελέσματα της σύγκρισης με το διαθέσιμο τοπογραφικό διάγραμμα (εικόνα 6.22), προκύπτει ότι τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τη βοήθεια του mobile application, δεν διαφέρουν ιδιαίτερα από εκείνα που συλλέχθηκαν με κατάλληλες τοπογραφικές διαδικασίες ακριβείας. Πιο αναλυτικά, παρατηρώντας τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν για την ιδιοκτησία 1 (εικόνα 6.23), με τη χρήση του mobile application διαθέτουν μικρές διαφορές συγκριτικά με τις ορθές τους θέσεις, όπως παρουσιάζονται στο τοπογραφικό διάγραμμα. Η μέγιστη απόκλιση που εντοπίζεται, κατά τη μέτρηση των αποκλίσεων των ορίων της ιδιοκτησίας 1, διαθέτει τιμή 1.63 μέτρων, και εντοπίζεται στα σημεία των ορίων, που λήφθηκαν απευθείας από το υπόβαθρο, γεγονός που σημαίνει ότι η απόκλιση επηρεάζεται άμεσα από την κριτική ικανότητα του χρήστη. Η ελάχιστη απόκλιση, όμως, που παρατηρείται είναι ίση με 29cm, δηλαδή, παρόλη τη δυσκολία κατά τη διαδικασία της συλλογής των χαρακτηριστικών, επιτεύχθηκε και η συλλογή στοιχείων ιδιαίτερα κοντά στην ορθή τους θέση.



Εικόνα 6.23: Σύγκριση αποτελεσμάτων του mobile application με τα ορθά (τοπογραφικό διάγραμμα) για την ιδιοκτησία 1.



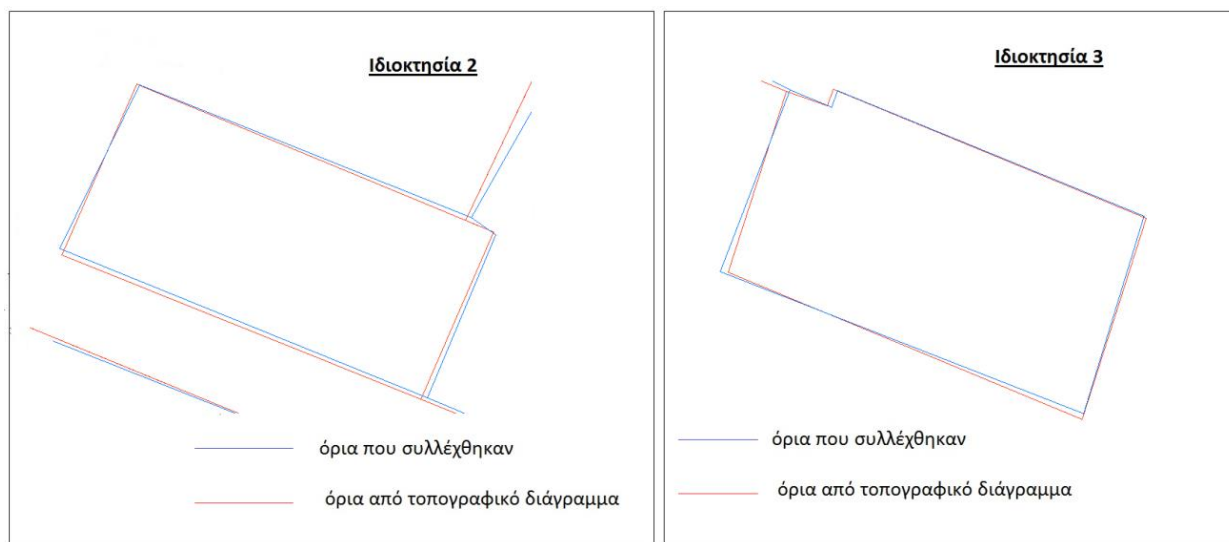
Εικόνα 6.24: Σύγκριση αποτελεσμάτων mobile application (εσωτερικών σημείων του κτίσματος 2), με τα ορθά (από κάτοψη κτίσματος 2).

Αξίζει να αναφερθούν και οι αποκλίσεις που εντοπίστηκαν στα αποτελέσματα των μετρήσεων που αφορούν τα περιεχόμενα κτίσματα της ιδιοκτησίας 1. Πιο αναλυτικά, η μέγιστη τιμή της απόκλισης η οποία εντοπίστηκε στο κτίσμα 1 διαθέτει τιμή 41 cm, ενώ η ελάχιστη απόκλιση διαθέτει τιμή 16cm. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν το κτίσμα 1, προέκυψε ότι αυτό προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 27cm. Αντίστοιχα, για το κτίσμα 2 της ιδιοκτησίας 1, προέκυψε ότι η τιμή της μέγιστης απόκλισης των συλλεχθέντων σημείων από τις ορθές τους θέσεις διαθέτει τιμή ίση με 1.30m, ενώ η ελάχιστη τιμή των αποκλίσεων διαθέτει τιμή 18 cm. Η μέγιστη τιμή των αποκλίσεων εμφανίζεται σε σημείο του κτίσματος 2, που λήφθηκε απευθείας από το υπόβαθρο ενώ η θέση του δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί επακριβώς εξαιτίας της υφιστάμενης βλάστησης. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν το κτίσμα 2, προέκυψε ότι αυτό προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 46cm. Ακόμα, σημειώνεται ότι στο κτίσμα 2, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και ορισμένων σημείων τα οποία αποτελούν σημεία του πρώτου εκ των δύο επιπέδων τα οποία αποτελούν το κτίσμα 2 (εικόνα 6.24). Οι ορθές θέσεις των αναφερόμενων σημείων προκύπτουν από τη διαθέσιμη κάτοψη του κτίσματος 2. Αντίστοιχα, λοιπόν, προέκυψε ότι η τιμή της μέγιστης απόκλισης των συλλεχθέντων σημείων από τις ορθές τους θέσεις διαθέτει τιμή ίση με 71cm, ενώ η ελάχιστη τιμή των αποκλίσεων διαθέτει τιμή 13cm. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν τα εξεταζόμενο επίπεδο του κτίσματος 2, προέκυψε ότι αυτό προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 35cm.

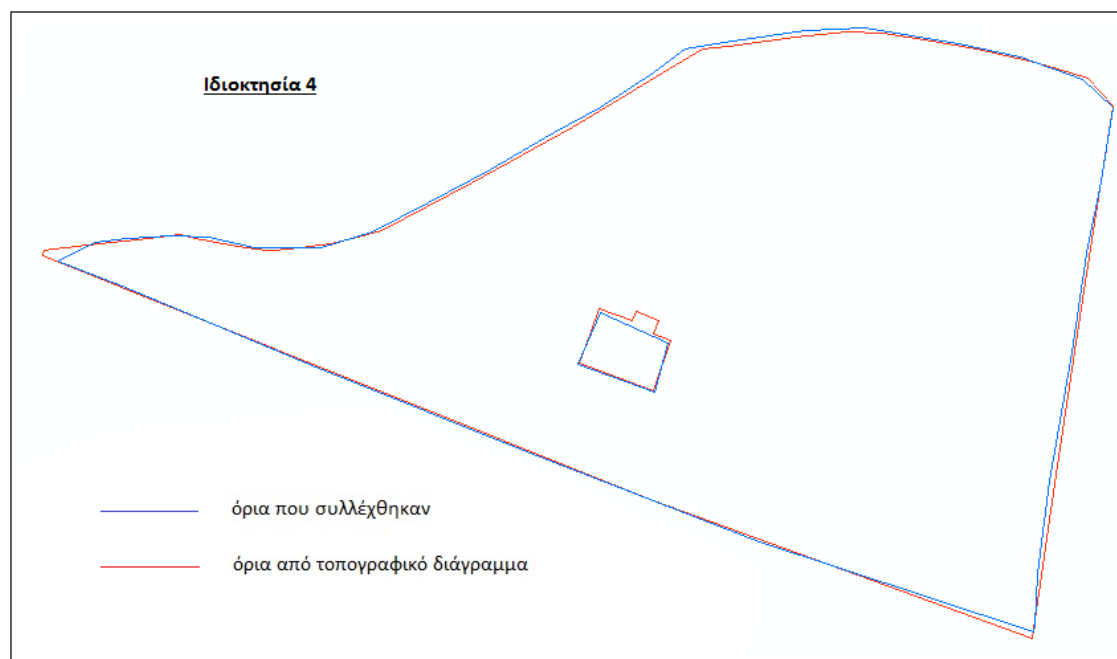
Ακολουθώντας όμοια λογική, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση των αποκλίσεων που αφορούν τα συλλεχθέντα όρια των υπόλοιπων ιδιοκτησιών που μελετήθηκαν. Πιο αναλυτικά, κατά τη συλλογή των ορίων της ιδιοκτησίας 2 (εικόνα 6.25), εντοπίστηκε μέγιστη απόκλιση με τιμή 51cm, και ελάχιστη απόκλιση με τιμή 20 cm. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν την ιδιοκτησία 2 (εικόνα 6.25), προέκυψε ότι αυτή προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 39cm. Συνεχίζοντας, κατά τη μελέτη των αποκλίσεων οι οποίες εντοπίστηκαν στην ιδιοκτησία 3 (εικόνα 6.25), προέκυψε ότι η μέγιστη τιμή αυτών διέθετε μέγεθος ίσο προς 84cm ενώ η ελάχιστη τιμή αυτού διέθετε μέγεθος 30 cm. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν το κτίσμα 1, προέκυψε ότι αυτό προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 55cm.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε μέτρηση των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν την ιδιοκτησία 4 (εικόνα 6.26). Με τη διενέργεια των απαραίτητων μετρήσεων, προέκυψε ότι η τιμή της μέγιστης απόκλισης η οποία εντοπίστηκε στα όρια της ιδιοκτησίας 4, διέθετε τιμή ίση με 1.70m, ενώ η ελάχιστη τιμή της απόκλισης διέθετε τιμή ίση με τη μηδενική. Η μέγιστη τιμή της απόκλισης εντοπίστηκε σε θέση του ορίου της ιδιοκτησίας 4, η οποία καλυπτόταν πλήρως από βλάστηση. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν την ιδιοκτησία 4,

προέκυψε ότι αυτή προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 39cm. Τέλος, πραγματοποιώντας αντίστοιχες μετρήσεις για το περιεχόμενο κτίσμα της ιδιοκτησίας 4, προέκυψε ότι η μέγιστη απόκλιση η οποία εντοπίστηκε διέθετε μέγεθος ίσο προς 59cm, ενώ η ελάχιστη απόκλιση διέθετε μέγεθος ίσο προς 14cm. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν το περιεχόμενο κτίσμα της ιδιοκτησίας 4, προέκυψε ότι αυτό προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 38cm.



Εικόνα 6.25: Σύγκριση αποτελεσμάτων του mobile application με τα ορθά (τοπογραφικό διάγραμμα) για τις ιδιοκτησίες 2 (αριστερά) και 3 (δεξιά).



Εικόνα 6.26: Σύγκριση αποτελεσμάτων του mobile application με τα ορθά (τοπογραφικό διάγραμμα) για την ιδιοκτησία 4.

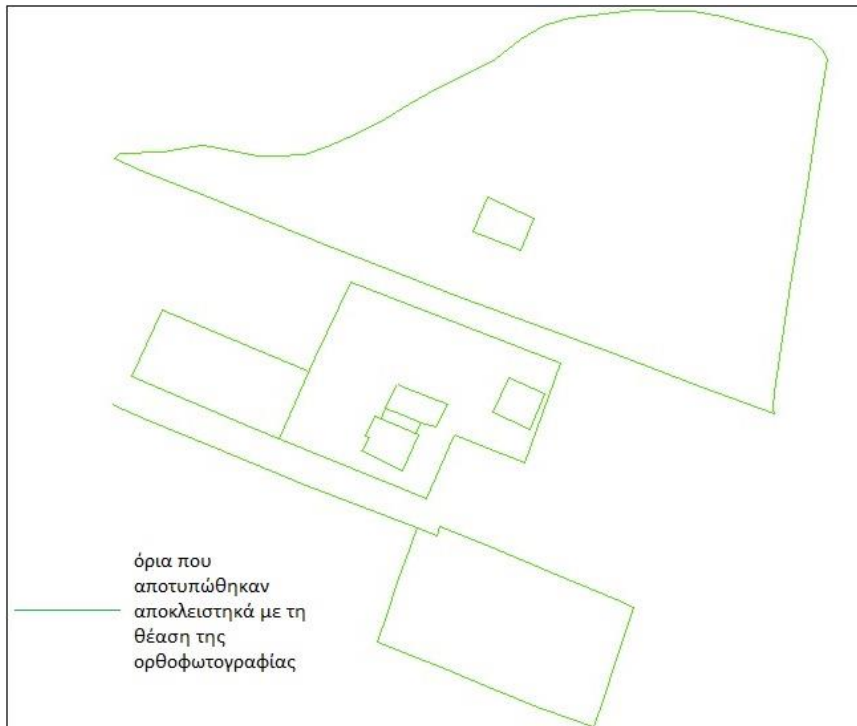
Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παραπάνω σύγκρισης, για όλα τα στοιχεία τα οποία συλλέχθηκαν με τη βοήθεια του mobile application, προκύπτει ότι ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκε με ικανοποιητική ακρίβεια δεδομένων των διαθέσιμων μέσων αποτύπωσης (κινητή συσκευή, mobile application, επιτόπιες μετρήσεις και παρατηρήσεις). Το γεγονός αυτό, διαπιστώνεται και από το μέγεθος της μέσης τιμής των αποκλίσεων της συνολικής εργασίας στο πεδίο, η οποία διαθέτει μέγεθος ίσο προς 43cm.

### **6.2.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων με εξαγόμενα χαρακτηριστικά χωρίς τη χρήση του mobile application.**

Για την εξαγωγή των απαραίτητων συμπερασμάτων, όσο αφορά στην αποτελεσματικότητα και στην χρησιμότητα του mobile application που αναπτύχθηκε, θα πρέπει να εξεταστεί η αναγκαιότητα του. Το mobile application χρησιμοποιεί ως υπόβαθρο για την καταγραφή των απαιτούμενων χαρακτηριστικών, διαθέσιμο χαρτογραφικό υλικό και κυρίως ορθοφωτογραφίες, οι οποίες απεικονίζουν τη φυσική επιφάνεια. Δεδομένου ότι η καταγραφή των χαρακτηριστικών πραγματοποιείται με την αναγνώριση των εκάστοτε επιθυμητών χαρακτηριστικών επί του υποβάθρου, σύμφωνα με την κρίση του χρήστη, θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα συλλογής των επιθυμητών στοιχείων χωρίς τη χρήση του mobile application απευθείας από την παρατήρηση του υποβάθρου, της ορθοφωτογραφίας.

Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των επιθυμητών χαρακτηριστικών των εξεταζόμενων ιδιοκτησιών και κτισμάτων, απευθείας από το υπόβαθρο της ορθοφωτογραφίας (του 2007), στο περιβάλλον του ArcMap. Μετά τη συλλογή των αναγκαίων χαρακτηριστικών, δημιουργήθηκε το προκύπτον διάγραμμα με βάση το οποίο πρόκειται να πραγματοποιηθούν ορισμένες συγκρίσεις (εικόνα 6.27).

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα, το διάγραμμα το οποίο προέκυψε με τη χρήση των δεδομένων τα οποία συλλέχθηκαν με τη βοήθεια του mobile application, δεν παρουσιάζει πολύ μεγάλες αποκλίσεις συγκριτικά με το διάγραμμα το οποίο προέκυψε με βάση τοπογραφικές εργασίες. Αυτό σημαίνει ότι με τη χρήση του mobile application, ήταν δυνατό να κατασκευαστεί ένα αρκετά καλής ποιότητας διάγραμμα με μικρές αποκλίσεις από τη πραγματικότητα. Σε αντίθεση, τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση τα δεδομένα που λήφθηκαν μόνο με τη χρήση της ορθοφωτογραφίας, παρουσιάζουν έντονες διαφορές συγκριτικά τόσο με εκείνα που προκύπτουν από το υπάρχον τοπογραφικό διάγραμμα, όσο και με εκείνα που προέκυψαν με τη χρήση του mobile application (εικόνα 6.22). Στη συνέχεια κρίνεται απαραίτητο να εξεταστούν οι αναφερόμενες διαφορές για κάθε μια από τις μελετώμενες ιδιοκτησίες.

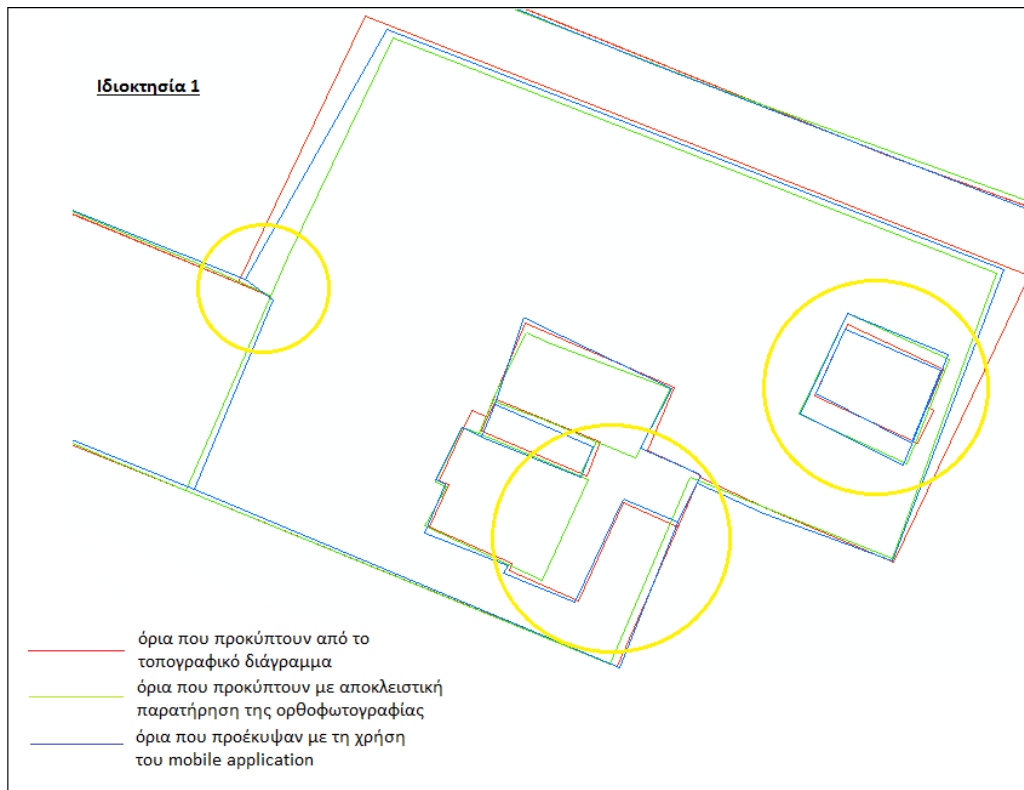


Εικόνα 6.27: Αποτελέσματα συλλογής χαρακτηριστικών αποκλειστικά με τη θέαση του υποβάθρου (ορθοφωτογραφίας).

Παρατηρώντας προσεκτικά τα αποτελέσματα της σύγκρισης, οι μεγαλύτερες διαφορές εντοπίζονται στη περίπτωση της ιδιοκτησίας 1. Παρατηρούνται αστοχίες καταγραφής των επιθυμητών χαρακτηριστικών των ορίων της ιδιοκτησίας αλλά και αστοχίες αποτύπωσης των ορίων των περιεχόμενων κτισμάτων (εικόνα 6.28 και 6.29).



Εικόνα 6.28: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 1, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).



Εικόνα 6.29: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 1, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).

Τα όρια της ιδιοκτησίας 1, όπως προκύπτουν από την καταγραφή τους μόνο με τη παρατήρηση της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας, δεν αποτελούν ακριβή περιγραφή των ορίων της. Το γεγονός αυτό, οφείλεται στην έντονη φυτοκάλυψη που υφίσταται περιμετρικά της ιδιοκτησίας 1 και αποκρύπτει τα χαρακτηριστικά που περιγράφουν τα όρια της. Συνεπώς, χωρίς τη βοήθεια των επιτόπιων παρατηρήσεων και μετρήσεων, δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί ακριβής καταγραφή των επιθυμητών ορίων καθώς αυτά δεν είναι ορατά στο αντίστοιχο τμήμα της ορθοφωτογραφίας. Παρόλα αυτά, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός των χαρακτηριστικών που η θέση τους ήταν διακριτή με βάση την διαθέσιμη ορθοφωτογραφία.

Τα χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν με τον τρόπο αυτό, διαθέτουν μέγιστες αποκλίσεις συγκριτικά με τις ορθές τους θέσεις (όπως αυτές προκύπτουν από το τοπογραφικό διάγραμμα), της τάξης των 2.27m ενώ ελάχιστες αποκλίσεις της τάξης των 50cm. Σημειώνεται, ότι οι μέγιστες αποκλίσεις εντοπίστηκαν στα σημεία εκείνα όπου η ορατότητα των απαραίτητων χαρακτηριστικών δεν ήταν εμφανής, εξαιτίας της έντονης βλάστησης. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν τα όρια της ιδιοκτησίας 1, προέκυψε ότι αυτή προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 1.53m. Είναι φανερό, λοιπόν, ότι υφίστανται μεγάλα σφάλματα κατά

αυτό τον τρόπο προσδιορισμού των ορίων της ιδιοκτησίας 1, τα οποία οφείλονται κυρίως στις επικαλύψεις των χαρακτηριστικών.

Αναφέρεται ότι το εξεταζόμενο διάγραμμα, προσεγγίζει ιδιαίτερα, σε ορισμένα σημεία, εκείνο το οποίο προέκυψε με τη χρήση του mobile application. Αυτό συμβαίνει καθώς κατά την εκτέλεση της εργασίας στο πεδίο, με τη χρήση του mobile application, πραγματοποιήθηκε λήψη σημείων απευθείας από το διαθέσιμο υπόβαθρο, στα σημεία εκείνα όπου κατά την εκάστοτε κρίση του χρήστη το επιθυμητό χαρακτηριστικό ήταν ορατό. Για το λόγο αυτό, εμφανίζονται ελάχιστες αποκλίσεις, της τάξης των 48cm. Ασφαλώς, στις θέσεις όπου πραγματοποιήθηκε χρήση των γεωμετρικών εργαλείων του mobile application, το προκύπτον διάγραμμα από τις εργασίες πεδίου, προσεγγίζει εκείνο που προκύπτει από το τοπογραφικό διάγραμμα. Για το λόγο αυτό οι αποκλίσεις του από το εξεταζόμενο αυξάνονται και λαμβάνουν μέγεθος έως και 1.96m. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν τα όρια της ιδιοκτησίας 1, μεταξύ του προκύπτοντος διαγράμματος από τις εργασίες πεδίου και του εξεταζόμενου, προέκυψε ότι η μέση απόκλιση μεταξύ αυτών ήταν της των 80cm.

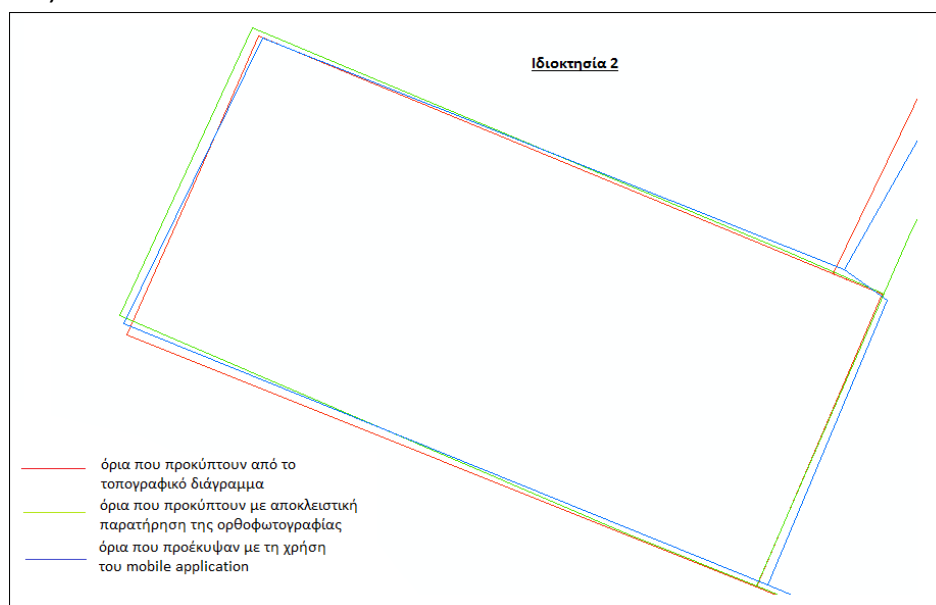
Εκτός όμως από τη μελέτη των αποκλίσεων οι οποίες εμφανίζονται στα όρια της ιδιοκτησίας 1, κρίνεται απαραίτητη η μελέτη των αντίστοιχων αποκλίσεων που εντοπίζονται σε κάθε ένα από τα περιεχόμενα κτίσματα αυτής. Πιο συγκεκριμένα, μελετώντας τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν για το κτίσμα 1, είναι φανερό ότι και σε αυτή τη περίπτωση υφίσταται ανακρίβειες, εξαιτίας επικαλύψεων. Οι αναφερόμενες επικαλύψεις δεν αφορούν επικαλύψεις λόγω υπάρχουσας βλάστησης, αλλά επικαλύψεις του κυρίου σώματος του κτίσματος 1, εξαιτίας των προεξοχών οι οποίες παρουσιάζονται στο τμήμα της οροφής του. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη θέαση της ορθοφωτογραφίας είναι ορατά μόνο τα όρια τα οποία προσδιορίζονται από τις προεξοχές της οροφής του κτίσματος, με αποτέλεσμα τα τελευταία να θεωρούνται ως όρια του κτίσματος 1, γεγονός που οδηγεί σε σφάλμα. Έτσι, οι αποκλίσεις οι οποίες εντοπίζονται μεταξύ του εξεταζόμενου διαγράμματος και του ορθού τοπογραφικού διαγράμματος διαθέτουν μέγιστη τιμή 1.5 m και ελάχιστη 0.69m. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν τα όρια του κτίσματος 1, προέκυψε ότι αυτό προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 1.11m.

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μελέτη του κτίσματος 2 της ιδιοκτησίας 1. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 6.29, η μορφή του κτίσματος 2 όπως προκύπτει μόνο από τη θέαση της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας, περιγράφει λανθασμένα τα όρια του. Αυτό συμβαίνει καθώς το μεγαλύτερο τμήμα του κτίσματος 2 βρίσκεται καλυμμένο από την υφιστάμενη δενδροκάλυψη, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατό να γίνει αντιληπτή η θέση των ορίων του και επομένως η επιλογή αυτών να επαφίεται στη κρίση του μελετητή. Εκτός αυτού, σημειώνεται ότι με απλή παρατήρηση της



διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας, δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμών χαρακτηριστικών του κτίσματος 2, τα οποία βρίσκονται σε χαμηλότερο επίπεδο εκείνου που παρουσιάζεται στην ορθοφωτογραφία. Ο προσδιορισμός των ορίων του κτίσματος 2, πραγματοποιείται λανθασμένα μέσω της αποκλειστικής παρατήρησης της ορθοφωτογραφίας, με αποτέλεσμα τα προκύπτοντα αποτελέσματα να διαφωνούν τόσο με εκείνα που προκύπτουν από το διαθέσιμο τοπογραφικό διάγραμμα, όσο και με εκείνα τα οποία προκύπτουν από τις εργασίες πεδίου με τη χρήση του mobile application.

Ακολουθώντας όμοια λογική με τη παραπάνω, πραγματοποιήθηκε μελέτη και των υπόλοιπων ιδιοκτησιών. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα που αφορούν την ιδιοκτησία 2 (εικόνα 6.30), είναι φανερό ότι ο προσδιορισμός των ορίων της δεν διέθετε μεγάλες αποκλίσεις συγκριτικά με την ορθή τους θέση, όπως παρουσιάζεται από το διαθέσιμο τοπογραφικό διάγραμμα. Πιο αναλυτικά, οι μέγιστες αποκλίσεις που εντοπίστηκαν ήταν της τάξης των 80cm ενώ οι ελάχιστες διέθεταν μέγεθος 6cm. Μετά από μέτρηση του συνόλου των αποκλίσεων οι οποίες αφορούν τα όρια της ιδιοκτησίας 2, προέκυψε ότι αυτή προσδιορίστηκε με ακρίβεια της τάξης των 41cm, με τη βοήθεια των απλών παρατηρήσεων μέσω της ορθοφωτογραφίας. Αναφέρεται, ότι τα αποτελέσματα, δεν διαφέρουν ιδιαίτερα από εκείνα που προέκυψαν με τη χρήση του mobile application. Αυτό συμβαίνει καθώς κατά την εκτέλεση των εργασιών πεδίου, ορισμένα από τα χαρακτηριστικά της ιδιοκτησίας 2 συλλέχθηκαν απευθείας από το υπόβαθρο χωρίς να πραγματοποιηθούν επιπλέον μετρήσεις.



Εικόνα 6.30: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 2, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).

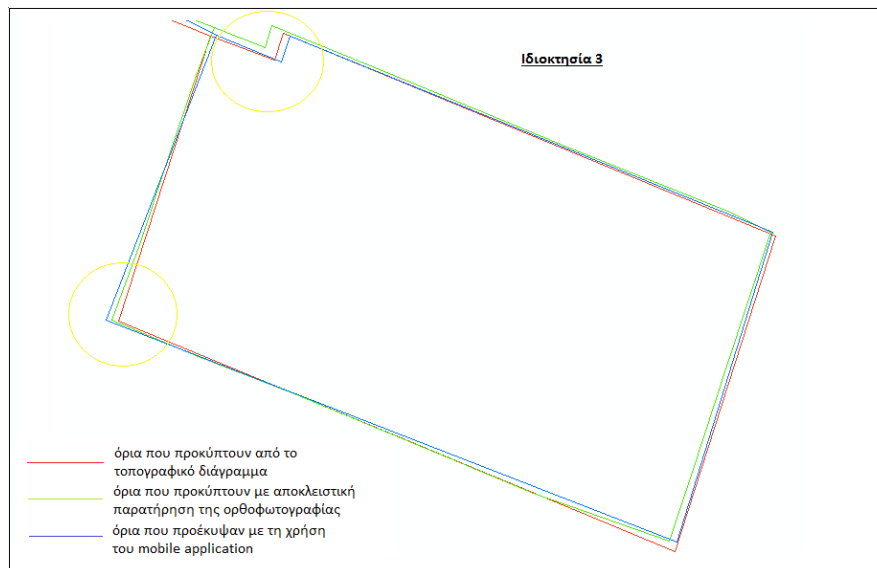
Συγκρίνοντας τα εξεταζόμενα αποτελέσματα (από επιλογή μέσω της ορθοφωτογραφίας) με εκείνα που προέκυψαν με τη χρήση του mobile application,

προέκυψε ότι οι μέγιστες αποκλίσεις που παρουσιάζονται διαθέτουν μέγεθος 59cm, ενώ οι ελάχιστες 28cm. Ασφαλώς, το μέγεθος των αναφερόμενων αποκλίσεων επηρεάζεται άμεσα από τη κρίση του μελετητή. Ωστόσο, σε περιπτώσεις παρόμοιες με εκείνη της ιδιοκτησίας 2, όπου τα όρια της ιδιοκτησίας είναι ορατά στο εκάστοτε υπόβαθρο, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί προσδιορισμός αυτών αποκλειστικά με τη χρήση του υποβάθρου, με σχετικά ικανοποιητική ακρίβεια.

Όμοια με τη μελέτη της ιδιοκτησίας 2, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μελέτη των αποτελεσμάτων τα οποία προκύπτουν για την ιδιοκτησία 3. Σύμφωνα με την εικόνα 6.31, με απλή παρατήρηση της ορθοφωτογραφίας, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν επακριβώς οι θέσεις των επιθυμητών χαρακτηριστικών καθώς αυτά καλύπτονται από την υπάρχουσα βλάστηση. Προκύπτει, επομένως, ότι ο προσδιορισμός των ορίων που πραγματοποιήθηκε είναι προσεγγιστικός και επηρεάζεται άμεσα από την κρίση του μελετητή. Κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με εκείνα του τοπογραφικού διαγράμματος (εικόνα 6.32), προκύπτει ότι οι μέγιστες αποκλίσεις που εμφανίζονται είναι της τάξης των 1.13 m και οι ελάχιστες, της τάξης των 36cm. Η ύπαρξη δενδροκάλυψης επηρεάζει σημαντικά τη διαδικασία συλλογής χαρακτηριστικών καθώς αποκρύπτει την πραγματική τους θέση, με αποτέλεσμα να υπάρξουν σημαντικά σφάλματα. Στο σημείο αυτό αξίζει να πραγματοποιηθεί ανάλογος σχολιασμός των αποτελεσμάτων, συγκριτικά με εκείνα τα οποία προέκυψαν με τη χρήση του mobile application. Μετά από κατάλληλες μετρήσεις προέκυψε ότι οι μέγιστες αποκλίσεις που διαπιστώθηκαν είναι της τάξης των 1.54 m και οι ελάχιστες της τάξης των 11cm.



Εικόνα 6.31: Αδυναμία προσδιορισμού ακριβών ορίων της ιδιοκτησίας 3, μόνο με τη χρήση της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας.



Εικόνα 6.32: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 3, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).

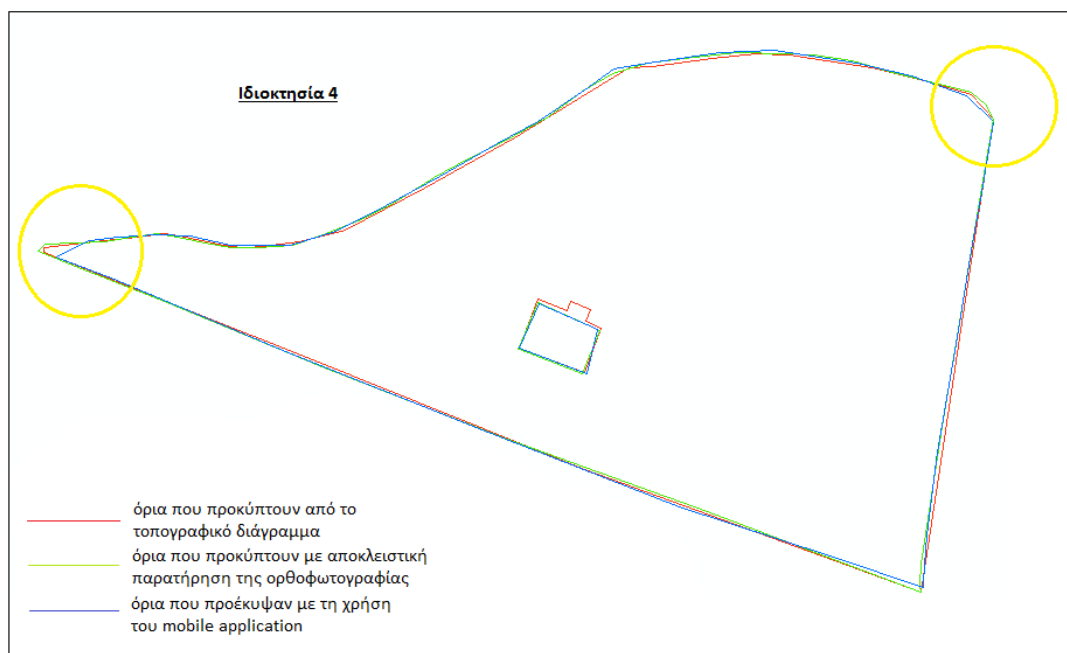
Τέλος, πραγματοποιείται μελέτη των αποτελεσμάτων τα οποία προέκυψαν για την ιδιοκτησία 4. Σύμφωνα με την εικόνα 6.33, είναι φανερό ότι με απλή παρατήρηση αποκλειστικά της ορθοφωτογραφίας, είναι δυνατή η καταγραφή ενός αρκετά μεγάλου πλήθους χαρακτηριστικών των ορίων της ιδιοκτησίας καθώς αυτά είναι ορατά στη πλειοψηφία τους. Παρόλα αυτά, σε ορισμένα σημεία των ορίων αντιμετωπίζεται πρόβλημα ακριβούς καταγραφής των απαραίτητων ορίων καθώς βρίσκονται καλυμμένα από την υφιστάμενη βλάστηση. Μετά από τη σύγκριση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων από την αναφερόμενη διαδικασία, πραγματοποιείται σύγκριση τους με τα στοιχεία εκείνα που έχουν ληφθεί από το διαθέσιμο τοπογραφικό διάγραμμα (εικόνα 6.34). Έτσι, κατά τη σύγκριση των στοιχείων προκύπτει ότι οι μέγιστες αποκλίσεις που εμφανίζονται είναι της τάξης των 1.0 m και οι ελάχιστες, της τάξης των 14cm. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας των αναφερόμενων μετρήσεων της απόκλισης προέκυψε, ότι τα όρια της ιδιοκτησίας 4 προσδιορίστηκαν με σχετικά μικρές αποκλίσεις ως προς την ορθή τους θέση, καθώς η μέση τιμή των μετρούμενων αποκλίσεων διέθετε τιμή 42cm, η οποία είναι ικανοποιητική για την δεδομένη διαδικασία συλλογής των χαρακτηριστικών.

Στο σημείο αυτό αξίζει να πραγματοποιηθεί ανάλογος σχολιασμός των αποτελεσμάτων, συγκριτικά με εκείνα τα οποία προέκυψαν με τη χρήση του mobile application. Μετά από κατάλληλες μετρήσεις προέκυψε ότι οι μέγιστες αποκλίσεις που διαπιστώθηκαν είναι της τάξης των 1.5 m και οι ελάχιστες της τάξης των 0 cm. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας των αναφερόμενων μετρήσεων της απόκλισης προέκυψε, ότι τα όρια της ιδιοκτησίας 4 προσδιορίστηκαν με σχετικά μικρές αποκλίσεις ως προς εκείνη που προσδιορίστηκε στο πεδίο, καθώς η μέση τιμή των μετρούμενων αποκλίσεων διέθετε τιμή 37cm.

Εκτός, όμως από τη μελέτη των αποτελεσμάτων τα οποία προέκυψαν για τα όρια της ιδιοκτησίας 4, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί αντίστοιχη μελέτη η οποία αφορά το περιεχόμενο κτίσμα της ιδιοκτησίας 4. Πιο συγκεκριμένα, μελετώντας τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν για το περιεχόμενο κτίσμα, είναι φανερό ότι υφίστανται ορισμένες ασυνέπειες ως προς τον προσδιορισμό της ακριβούς θέσης του κτίσματος. Αυτό συμβαίνει καθώς ο περιβάλλοντας χώρος του μελετώμενου κτίσματος διαθέτει παραπλήσιους χρωματισμούς με εκείνους του κτίσματος, με αποτέλεσμα να μην υφίσταται σαφής διαχωρισμός μεταξύ αυτών και η επιλογή των ορίων να επαφίεται στη κρίση του μελετητή. Το ίδιο πρόβλημα υπήρχε και κατά τη διάρκεια συλλογής των αποτελεσμάτων με τη χρήση του mobile application. Έτσι, κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με εκείνα τα οποία προκύπτουν με τη βοήθεια του τοπογραφικού διαγράμματος, προκύπτει ότι οι μέγιστες αποκλίσεις είναι της τάξης των 43cm ενώ οι ελάχιστες είναι της τάξης των 25cm. Κατά όμοιο τρόπο υπολογίστηκαν και οι αποκλίσεις οι οποίες υπάρχουν με το διάγραμμα που προέκυψε μετά από επιτόπιες παρατηρήσεις. Έτσι, κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων, προκύπτει ότι οι μέγιστες αποκλίσεις είναι της τάξης των 59cm ενώ οι ελάχιστες είναι της τάξης των 12cm. Φαίνεται, επομένως, ότι το μέγεθος των αποκλίσεων που εντοπίστηκαν δεν διαθέτουν ιδιαίτερα μεγάλο μέγεθος αλλά είναι ικανοποιητικές με βάση τη τεχνική συλλογής που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ορίων.



Εικόνα 6.33: Αδυναμία προσδιορισμού ακριβών ορίων της ιδιοκτησίας 4, μόνο με τη χρήση της διαθέσιμης ορθοφωτογραφίας.



Εικόνα 6.34: Αστοχίες καταγραφής χαρακτηριστικών στην ιδιοκτησία 3, με τη χρήση αποκλειστικά του διαθέσιμου υπόβαθρου (ορθοφωτογραφίας).

### 6.3 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων.

Εφόσον ολοκληρώθηκε η διαδικασία επεξεργασίας των αποτελεσμάτων καθώς και η διαδικασία των διαδοχικών συγκρίσεων με το σύνολο των διαθέσιμων δεδομένων, εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα που αφορούν το χρόνο συλλογής των δεδομένων, τη λειτουργικότητα, την αποτελεσματικότητα αλλά και την ακρίβεια εκτέλεσης του συνόλου της διαδικασίας. Οι παράγοντες αυτοί, διαθέτουν υψίστη σημασία για την αξιολόγηση του mobile application, το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

#### 6.3.1 Λειτουργικότητα του mobile application.

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί εκτέλεση της ανωτέρω αναφερόμενης εφαρμογής πραγματοποιήθηκε χρήση, του mobile application το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας. Το mobile application είναι ανεπτυγμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να παρουσιάζει ένα φιλικό περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη. Η αρχική επιφάνεια διεπαφής με τον χρήστη παρουσιάζει το σύνολο των διαθέσιμων υπόβαθρων καθώς και τις βασικές πληροφορίες, που αφορούν στην ακριβή τοποθεσία του χρήστη. Το σύνολο των εργαλείων, που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των απαραίτητων ενεργειών κατά την εργασία στο πεδίο, είναι οργανωμένα σε επιμέρους λίστες ενεργειών, με σκοπό την

ομαδοποίηση τους ανάλογα το είδος των λειτουργιών που προσφέρουν. Πιο συγκεκριμένα, το mobile application, διαθέτει μια λίστα με το σύνολο των γεωμετρικών εργαλείων, μια λίστα με το σύνολο των σχεδιαστικών εργαλείων και τέλος μια λίστα με το σύνολο των εργαλείων αποθήκευσης των επιθυμητών χαρακτηριστικών. Προκειμένου να επιλεγεί και να εκτελεστεί οποιαδήποτε ενέργεια με τη βοήθεια των εργαλείων του mobile application αρκεί η επιλογή της μέσω της κατάλληλης λίστας εργαλείων, με ένα απλό άγγιγμα της οθόνης της χρησιμοποιούμενης κινητής συσκευής. Είναι φανερό, επομένως, ότι το αναφερόμενο mobile application δεν είναι δύσκολο στη χρήση ούτε απαιτεί πολύπλοκους χειρισμούς για την εκτέλεση των διαδικασιών καταγραφής των επιθυμητών χαρακτηριστικών. Είναι φιλικό προς κάθε είδους χρήστη, με μόνη απαίτηση την εξοικείωση του εκάστοτε χρήστη με την τεχνολογία της οθόνης αφής.

Κατά τη παρέυρεση στο πεδίο και την χρήση των δυνατοτήτων του mobile application, ήταν δυνατή η ταυτόχρονη χρήση περισσότερων του ενός γεωμετρικών εργαλείων. Το γεγονός αυτό προσφέρει στο χρήστη μεγάλη ποικιλία επιλογών ως προς τον τρόπο με τον οποίο πρόκειται να πραγματοποιηθεί ο προσδιορισμός των επιθυμητών χαρακτηριστικών. Η δυνατότητα αυτή δεν περιορίζει τις δυνατότητες του χρήστη κατά τη χρήση των επιμέρους εργαλείων, γεγονός που συμβάλλει και υποστηρίζει τον τρόπο σκέψης και τη λογική προσδιορισμού ενός χαρακτηριστικού, σύμφωνα με τον εκάστοτε τρόπο ο οποίος διευκολύνει τον χρήστη. Με βάση τη δυνατότητα αυτή, φαίνεται ότι το αναφερόμενο mobile application είναι ιδιαίτερα εύχρηστο ενώ ταυτόχρονα προσαρμόζεται στις ανάγκες αλλά και στο τρόπο σκέψης του εκάστοτε χρήστη.

Αναφέρεται, ότι το σύνολο των γεωμετρικών εργαλείων, αποτελούν σχέσεις μεταξύ απλών γεωμετρικών σχημάτων. Η χρήση τους δεν απαιτεί πολύπλοκο τρόπο σκέψης ούτε πραγματοποίηση πολύπλοκων υπολογισμών. Η επιλογή των επιθυμητών χαρακτηριστικών, πραγματοποιείται με απλή επιλογή τους από την οθόνη μέσω ενός αγγίγματος επί αυτής. Σύμφωνα, λοιπόν, με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω το mobile application είναι απλό στη χρήση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μεγάλο εύρος χρηστών, οι οποίοι δεν απαιτείται να διαθέτουν ειδικές γνώσεις για να το χρησιμοποιήσουν. Προσφέρει πολλές δυνατότητες στον εκάστοτε χρήστη χωρίς να περιορίζει τις επιλογές της συνδυασμένης χρήσης αυτών, με αποτέλεσμα να διευρύνει ακόμα περισσότερο τις δυνατότητες εντοπισμού και σχεδιασμού, των επιθυμητών χαρακτηριστικών, από αυτόν. Τα στοιχεία αυτά, αποτελούν τα συστατικά που συνθέτουν την λειτουργικότητα του mobile application, το οποίο αναπτύσσεται στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας.



### 6.3.2 Χρόνος συλλογής των στοιχείων.

Ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας, που επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής, είναι εκείνος του απαιτούμενου χρόνου ολοκλήρωσης των εργασιών ή διαφορετικά, της ολοκλήρωσης της διαδικασίας συλλογής των απαραίτητων χαρακτηριστικών των ιδιοκτησιών, με τη χρήση του mobile application. Ο χρόνος συλλογής επηρεάζεται άμεσα από:

- Τη πολυπλοκότητα του σχήματος, που παρουσιάζει η εκάστοτε ιδιοκτησία.
- Το μέγεθος της εκάστοτε ιδιοκτησίας.
- Τα προβλήματα εντοπισμού των απαραίτητων χαρακτηριστικών επί του υποβάθρου, εξαιτίας ύπαρξης επικαλύψεων και ποικίλων ειδών εμποδίων (βλάστηση κ.τ.λ.).
- Την δυνατότητα προσανατολισμού, που διαθέτει ο εκάστοτε χρήστης.
- Τη δυσκολία του εκάστοτε χρήστη να επιλέξει την ορθή θέση του ενός σημείου επί της οθόνης με άγγιγμα αυτής.

Σύμφωνα με την πρακτική εφαρμογή του mobile application, που πραγματοποιήθηκε, μπορεί να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα που αφορούν στη χρονική διάρκεια της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων.

Πιο συγκεκριμένα, στη περίπτωση όπου απαιτείται η αποτύπωση των ορίων μιας ιδιοκτησίας (χωρίς αποτύπωση τυχόν περιεχόμενου κτίσματος), τα περισσότερα εκ των οποίων είναι δυνατό να προσδιοριστούν απευθείας από το διατιθέμενο υπόβαθρο χωρίς να πραγματοποιηθούν επιπλέον επιτόπιες μετρήσεις, τότε ο απαιτούμενος χρόνος είναι σχετικά μικρός. Στη κατηγορία αυτή ανήκει η διαδικασία καταγραφής των ορίων της ιδιοκτησίας 3, όπου η καταγραφή των απαιτούμενων σημείων των ορίων της πραγματοποιήθηκε απευθείας από την επιλογή τους στην ορθοφωτογραφία, ενώ για έναν μικρό αριθμό εξ αυτών πραγματοποιήθηκε χρήση των προσφερόμενων γεωμετρικών εργαλείων του mobile application. Ο χρόνος καταγραφής των ορίων της ιδιοκτησίας 3, πραγματοποιήθηκε εντός χρονικού διαστήματος 15 λεπτών, με τη βοήθεια επιτόπιων παρατηρήσεων.

Στη περίπτωση όμως, που υπάρχουν έντονες επικαλύψεις των χαρακτηριστικών της ιδιοκτησίας και έντονη πολυπλοκότητα της μορφής των ορίων προς καταγραφή, ο χρόνος της διαδικασίας συλλογής αυξάνεται σημαντικά. Στη κατηγορία αυτή ανήκει η διαδικασία καταγραφής της ιδιοκτησίας 1, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ορίων αυτής αλλά και των περιεχόμενων κτισμάτων. Δεδομένου ότι το τα προς καταγραφή όρια δεν ήταν ορατά στο διαθέσιμο υπόβαθρο λόγω επικαλύψεων τους από την υπάρχουσα βλάστηση και του ότι τα όρια διακρινόντουσαν από έντονη πολυπλοκότητα σχήματος (εναλλαγές κατευθύνσεων, πολλαπλά επίπεδα κ.τ.λ.), είναι φανερό ότι ο χρόνος καταγραφής τους ήταν

ιδιαίτερα μεγάλος. Η λεπτομερής καταγραφή των ορίων της ιδιοκτησίας και των περιεχόμενων αυτής κτισμάτων, πραγματοποιήθηκε εντός χρονικού διαστήματος 2.5 ωρών. Ο αυξημένος χρόνος της διαδικασίας δικαιολογείται από το πλήθος των δεδομένων προς καταγραφή. Ωστόσο, βρίσκεται εντός των λογικών πλαισίων χωρίς να θεωρείται υπερβολικός.

Στη περίπτωση όπου η έκταση της εκάστοτε μελετώμενης ιδιοκτησίας είναι ιδιαίτερα μεγάλη αλλά δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός εμποδίων, τότε η καταγραφή των δεδομένων είναι δυνατό να ολοκληρωθεί σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Στη κατηγορία αυτή, ανήκει η αποτύπωση της ιδιοκτησίας 4, η οποία διαθέτει ιδιαίτερα μεγάλη έκταση. Παρόλα αυτά δεν διαθέτει πολλές επικαλύψεις των ορίων της εξαιτίας της υπάρχουσας βλάστησης με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η διαδικασία καταγραφής των επιθυμητών χαρακτηριστικών. Εκτός αυτού, η γεωμετρία του περιεχόμενου κτίσματος είναι σχετικά απλή, με αποτέλεσμα η αποτύπωση του να είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί με χρήση απλών γεωμετρικών εργαλείων και επιτόπιων μετρήσεων. Πιο συγκεκριμένα, η χρονική διάρκεια της καταγραφής των χαρακτηριστικών της ιδιοκτησίας 4 ήταν περίπου 1.5 ώρα, γεγονός το οποίο δικαιολογείται εξαιτίας της έκτασης της.

Στη περίπτωση της καταγραφής των ορίων της ιδιοκτησίας 2 (χωρίς την αποτύπωση του περιεχόμενου κτίσματος), ο χρόνος καταγραφής ήταν ιδιαίτερα μικρός. Αυτό συμβαίνει, καθώς αποτελεί γειτονική ιδιοκτησία της ιδιοκτησίας 1 με αποτέλεσμα να διαθέτουν κοινά όρια. Εκτός αυτών των χαρακτηριστικών, ο υπολογισμός των εναπομεινάντων πραγματοποιήθηκε με απλή μέτρηση αποστάσεων στο πεδίο. Είναι φανερό, λοιπόν, ότι η διαδικασία συλλογής των χαρακτηριστικών στη περίπτωση αυτή, διήρκησε τον μικρότερο χρόνο και πιο συγκεκριμένα χρόνο μικρότερο των 15 λεπτών.

Ασφαλώς, εκτός των προαναφερόμενων, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ικανότητα του χρήστη να επιλέγει (με άγγιγμα στην οθόνη της κινητής συσκευής) γρήγορα, την ορθή θέση του εκάστοτε επιθυμητού σημείου επί της οθόνης. Σε αντίθετη περίπτωση, η διαδικασία της επιλογής θα πρέπει να επαναλαμβάνεται συνεχώς μέχρις ότου επιλεγεί η σωστή θέση του εκάστοτε χαρακτηριστικού, σύμφωνα με την κρίση του χρήστη του mobile application. Παρόλα αυτά ο απαιτούμενος χρόνος καταγραφής των χαρακτηριστικών, κυμαίνεται εντός των λογικών πλαισίων και ασφαλώς διαθέτει μικρότερο μέγεθος από αντίστοιχες τοπογραφικές εργασίες. Ασφαλώς, ο τρόπος αυτός συλλογής των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιείται σε μικρότερο χρονικό διάστημα αλλά δεν διαθέτει αποτελέσματα μεγάλης ακρίβειας.

Ανακεφαλαιώνοντας, ο απαιτούμενος χρόνος για τη συλλογή των δεδομένων επηρεάζεται άμεσα από τη πολυπλοκότητα του προς καταγραφή αντικειμένου καθώς και από τις δυσκολίες τις οποίες επιφέρει η παρουσία έντονης βλάστησης, η



οποία αποκρύπτει τη θέση των προς αποτύπωση χαρακτηριστικών. Έτσι, είναι φανερό ότι ο χρόνος καταγραφή αντικειμένων με αρκετά έντονη πολυπλοκότητα ή πολύ μεγάλης έκτασης, κυμαίνεται από 1 – 2.5 ώρες. Σημειώνεται, ότι το αναφερόμενο μέγεθος είναι λογικό, καθώς κατά τη διαδικασία της συλλογής των χαρακτηριστικών, ο χρήστης καλείται να αναγνωρίσει τα προς αποτύπωση χαρακτηριστικά και να ξεπεράσει τις δυσκολίες αποτύπωσης τους με τη χρήση των γεωμετρικών εργαλείων που προσφέρει το mobile application. Ασφαλώς ο χρόνος αυτός είναι ενδεικτικός, καθώς επηρεάζεται από τις δυσκολίες τις οποίες είναι δυνατό να αντιμετωπίσει ο εκάστοτε χρήστης και οφείλονται τόσο στη πολυπλοκότητα του αντικειμένου που πρόκειται να αποτυπώσει όσο και στα φυσικά και μη, εμπόδια τα οποία μπορεί να υφίστανται στη περιοχή μελέτης. Τέλος, ο χρόνος καταγραφής αντικειμένων απλής γεωμετρία, τα οποία δεν παρεμποδίζονται από ποικίλων ειδών επικαλύψεις, είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σε μικρό χρονικό διάστημα, της τάξης των 15 λεπτών, καθώς εκτός από επιτόπιες παρατηρήσεις είναι δυνατή η επιλογή των επιθυμητών χαρακτηριστικών απευθείας από το εκάστοτε διαθέσιμο υπόβαθρο, χωρίς εκτέλεση γεωμετρικών εργασιών μέσω των προσφερόμενων γεωμετρικών εργαλείων του mobile application.

### **6.3.3 Πληρότητα των συλλεγομένων στοιχείων με χρήση του mobile application.**

Η ολοκληρωμένη αξιολόγηση του mobile application, απαιτεί τη πραγματοποίηση σχολιασμού ως προς τη πληρότητα του. Πιο αναλυτικά, το αναφερόμενο mobile application αποτελεί ένα σύστημα καταγραφής γεωγραφικών και περιγραφικών πληροφοριών. Ανήκει στη κατηγορία των GIS mobile applications και επομένως θα πρέπει να διαθέτει τα βασικά χαρακτηριστικά αυτών. Πιο αναλυτικά, προσφέρει στο χρήστη:

- Κατάλληλο χαρτογραφικό υπόβαθρο (διαθέσιμες ορθοφωτογραφίες, τοπογραφικά διαγράμματα κ.τ.λ.) και τη δυνατότητα εναλλαγής του.
- Αναλυτικά στοιχεία τα οποία αφορούν στην θέση του χρήστη στο χώρο καθώς και στην ακρίβεια προσδιορισμού της με τη χρήση του ενσωματωμένου συστήματος GPS της κινητής συσκευής.
- Δυνατότητα επεξεργασίας και ανανέωσης της υπάρχουσας βάσης δεδομένων, με νέα στοιχεία τα οποία μπορεί να συλλέξει κατά τη παρουσία στο πεδίο. Πιο αναλυτικά, παρέχει στο χρήστη ένα σύνολο εργαλείων με τη βοήθεια των οποίων είναι δυνατό να προσδιοριστούν οι θέσεις των επιθυμητών χαρακτηριστικών είτε με τη βοήθεια ήδη αποθηκευμένων στοιχείων της χρησιμοποιούμενης βάσης

δεδομένων είτε με τη λήψη νέων και τη πραγματοποίηση απλών επιτόπιων μετρήσεων (κυρίων αποστάσεων).

- Δυνατότητα αποθήκευσης των επιθυμητών χαρακτηριστικών στη βάση δεδομένων της πλατφόρμας του ArcGIS Online, συνοδευόμενα με κατάλληλη περιγραφική πληροφορία την οποία ο χρήστης είναι δυνατό να εισάγει στο περιβάλλον διεπαφής με του mobile application. η δυνατότητα αποθήκευσης παρέχεται από τα παρεχόμενα εργαλεία αποθήκευσης του mobile application.
- Δυνατότητα απευθείας απόδοσης των συλλεγόμενων στοιχείων αλλά και των ήδη αποθηκευμένων στοιχείων της βάσης δεδομένων, επί του εκάστοτε υποβάθρου (ύπαρξη ελέγχου μεταξύ των ληφθέντων στοιχείων). Η δυνατότητα αυτή διευκολύνει τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων καθώς παρουσιάζει στο χρήστη σε πραγματικό χρόνο, τα χαρακτηριστικά τα οποία έχουν ληφθεί, προκειμένου να πραγματοποιηθεί συνέχιση της διαδικασίας συλλογής χαρακτηριστικών με τρόπο γρήγορο, ορθό και απαλλαγμένο από όμοιες επαναλαμβανόμενες μετρήσεις χαρακτηριστικών οι οποίες αλλοιώνουν το τελικό αποτέλεσμα.

Συνεπώς, το mobile application, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας διαθέτει αρκετά από τα χαρακτηριστικά ενός ολοκληρωμένου GIS. Αυτό σημαίνει ότι το mobile application αποτελεί μια απλή αλλά παράλληλα πλήρης μορφή ενός GIS συστήματος, που χρησιμεύει για τη καταγραφή χαρακτηριστικών ορίων ιδιοκτησιών ή κτισμάτων, από άτομα τα οποία δεν διαθέτουν ειδικές γνώσεις αλλά απλά συμμετέχουν στη διαδικασία καταγραφής των ιδιοκτησιών.

Τέλος, σημειώνεται ότι μετά την ολοκλήρωση των διαδικασιών συλλογής των επιθυμητών χαρακτηριστικών, είναι δυνατή η εξαγωγή αυτών από τη πλατφόρμα του ArcGIS Online και η περαιτέρω επεξεργασία τους με τη χρήση κατάλληλων προγραμμάτων, όπως είναι το ArcMap. Με τη χρήση των δεδομένων που λαμβάνονται από το mobile application, μπορεί να κατασκευαστούν ποικίλων ειδών διαγράμματα, με τη βοήθεια των οποίων μπορούν να πραγματοποιηθούν εργασίες, όπως είναι ο ορισμός των ορίων ιδιοκτησιών και κτισμάτων καθώς και του αντίστοιχου ιδιοκτησιακού καθεστώτος αυτών. Ανακεφαλαιώνοντας, το mobile application διακρίνεται από πληρότητα όσο αφορά στη δομή του αλλά και στις προσφερόμενες δυνατότητες του.

### **6.3.4 Ακρίβεια των αποτελεσμάτων του mobile application.**

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου ήταν δυνατό να εξαχθούν και να ελεγχθούν τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τη χρήση του mobile application για τη καταγραφή των επιθυμητών ορίων των μελετώμενων

ιδιοκτησιών. Μετά από τη μελέτη των εξαγόμενων αποτελεσμάτων (διαγράμματος παρουσίασης ορίων ιδιοκτησιών και κτισμάτων), προέκυψε ότι τα προκύπτοντα αποτελέσματα προσεγγίζουν ιδιαίτερα τα ορθά διαθέτοντας μέση τιμή αποκλίσεων της τάξης των 43cm. Η τιμή της μέγιστης απόκλισης που παρουσιάστηκε κατά τη μελέτη των αποτελεσμάτων, ήταν της τάξης των 1.70m. Η αναφερόμενη απόκλιση διαθέτει αρκετά μεγάλο μέγεθος αλλά σημειώνεται ότι εντοπίστηκε σε περιπτώσεις όπου είτε ο χρήστης επέλεξε αυτόνομα το επιθυμητό χαρακτηριστικό απευθείας από το διαθέσιμο υπόβαθρο, χωρίς τη διενέργεια των απαιτούμενων μετρήσεων και τη χρήση των προσφερόμενων γεωμετρικών εργαλείων, είτε υπήρχαν ποικίλων ειδών εμπόδια τα οποία δυσκόλευαν τη διαδικασία συλλογής των απαιτούμενων χαρακτηριστικών. Ακόμη, σημειώνεται ότι η τιμή της ελάχιστης απόκλισης που εντοπίστηκε είναι ίση με τη μηδενική (περίπτωση επιλογής της ορθής θέσης του εκάστοτε χαρακτηριστικού).

Η αναφερόμενη τιμή της ακρίβειας των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική, καθώς η διαδικασία συλλογής των δεδομένων οδηγεί σε αποτελέσματα ικανοποιητικής ακρίβειας, όχι απαραίτητα υψηλής. Αυτό συμβαίνει καθώς η διαδικασία συλλογής των επιθυμητών στοιχείων βασίζεται σε επιτόπιες παρατηρήσεις και επιλογή των στοιχείων επί των διαθέσιμων χαρτογραφικών υποβάθρων. Δεδομένου ότι η επιλογή των στοιχείων εισόδου για την εκτέλεση των εκάστοτε γεωμετρικών εργασιών που προσφέρει το mobile application, πραγματοποιείται από τον εκάστοτε χρήστη, είναι φανερό ότι η τελική ακρίβεια προσδιορισμού των απαιτούμενων χαρακτηριστικών επηρεάζεται άμεσα από την κριτική ικανότητα του χρήστη, που πραγματοποιεί την αρχική επιλογή των απαραίτητων στοιχείων εισόδου στο σύστημα του mobile application. Συνεπώς, οι παραπάνω αναφερόμενες αποκλίσεις είναι πλήρως δικαιολογημένες ενώ ταυτόχρονα διαθέτουν ικανοποιητικό μέγεθος, καθώς το σύνολο των εργασιών πρόκειται να πραγματοποιείται από άπειρους χρήστες με χρήση απλών συστημάτων καταγραφής, όπως είναι το κινητό τηλέφωνο.

### **6.3.5 Αποτελεσματικότητα του mobile application.**

Τέλος για την ολοκλήρωση της αξιολόγησης του mobile application, πραγματοποιείται κατάλληλος σχολιασμός της αποτελεσματικότητας του. Η καταγραφή των απαιτούμενων χαρακτηριστικών για την αποτύπωση των επιθυμητών ορίων, απευθείας από το διαθέσιμο υπόβαθρο οδηγεί σε λανθασμένα αποτελέσματα. Αυτό σημαίνει ότι η ορθή και πλήρης καταγραφή των απαραίτητων χαρακτηριστικών δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί απευθείας, με τη χρήση ενός χαρτογραφικού υποβάθρου.

Η καταγραφή των επιθυμητών χαρακτηριστικών επηρεάζεται άμεσα τόσο από την κλίμακα των διαθέσιμων δεδομένων όσο και από και από τις επιμέρους επικαλύψεις που αυτά περιέχουν. Η κλίμακα του εκάστοτε χαρτογραφικού υποβάθρου επηρεάζει έντονα την ανάλυση αυτών. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί αποτύπωση σε επίπεδο κτίσματος ή ιδιοκτησίας απαιτείται η χρήση υποβάθρων μεγάλης κλίμακας, τα οποία δεν είναι δυνατό να είναι πάντοτε διαθέσιμα. Η απαίτηση υποβάθρων μεγάλης κλίμακας, προσδιορίζεται από την ανάγκη για τη καταγραφή των λεπτομερειών που παρουσιάζει το σχήμα των εκάστοτε προς αποτύπωση χαρακτηριστικών. Το επίπεδο λεπτομέρειας χάνεται με τη χρήση υποβάθρων χαμηλής ανάλυσης καθώς στη περίπτωση αυτή, αυξάνοντας τη μεγέθυνση του υποβάθρου δεν παρουσιάζονται τα επιθυμητά σημεία λεπτομερειών αλλά αντίθετα εμφανίζονται τα εικονοστοιχεία (pixel) τα οποία συνθέτουν την ψηφιακή εικόνα του υποβάθρου. Στη περίπτωση αυτή, δεν είναι δυνατή η συλλογή των σημείων λεπτομερειών, με αποτέλεσμα να επιβάλλονται οι διαδικασίες επιτόπιων παρατηρήσεων για την καταγραφή των αναφερόμενων σημείων λεπτομερειών.

Εκτός του προβλήματος της ανάλυσης, ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα το οποίο παρουσιάζεται κατά τη διαδικασία καταγραφής των επιθυμητών χαρακτηριστικών απευθείας από το χαρτογραφικό υπόβαθρο, είναι οι επικαλύψεις οι οποίες υφίστανται και οι οποίες αποκρύπτουν βασικά χαρακτηριστικά της γεωμετρίας των μελετώμενων αντικειμένων, με αποτέλεσμα τη λανθασμένη καταγραφή της θέσης και του σχήματος του προς αποτύπωση αντικειμένου. Εκτός αυτού, κατά τη διαδικασία λήψης των χαρακτηριστικών με τη χρήση αποκλειστικά των διαθέσιμων υποβάθρων δεν είναι δυνατή η πλήρης αντίληψη των υφιστάμενων όγκων του εκάστοτε αντικειμένου (κτιρίου), με αποτέλεσμα τη λανθασμένη καταγραφή και τον λανθασμένο χαρακτηρισμό αυτών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, τέτοιου είδους σφάλματος, αποτελεί η ύπαρξη δώματος (κτίσμα 2 – ιδιοκτησία 1), που δεν είναι δυνατό να γίνει αντιληπτή με τη θέαση του υποβάθρου καθώς παρουσιάζεται ως ένα επίπεδο τμήμα της οροφής του εκάστοτε κτίσματος και όχι ως ένα ξεχωριστός όγκος.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι φανερό ότι προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απαιτούμενη καταγραφή των δεδομένων, πρέπει να πραγματοποιηθούν επιτόπιες παρατηρήσεις και μετρήσεις που βασίζονται στα διαθέσιμα υπόβαθρα. Η δυνατότητα αυτή προσφέρεται από το mobile application, που αναπτύχθηκε στη διπλωματική εργασία. Με τη βοήθεια αυτού είναι δυνατό να ξεπεραστούν τα ανωτέρω προβλήματα, με επιτόπιες παρατηρήσεις, απλές μετρήσεις και χρήση των γεωμετρικών εργαλείων, που συμβάλλουν στην αύξηση της ακρίβειας της συλλογής των δεδομένων. Είναι φανερό, ότι το mobile application οδηγεί στην ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής διαδικασίας συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών ενώ παράλληλα φροντίζει για την αποθήκευση

αυτών με τη χρήση του διαδικτύου, στο διακομιστή του ArcGIS Online από τον οποίο είναι δυνατό στη συνέχεια να εξαχθούν για περαιτέρω μελέτη.

Το mobile application, προσφέρει τη δυνατότητα διαμοιρασμού των ληφθέντων πληροφοριών στους εκάστοτε χρήστες αυξάνοντας έτσι τις δυνατότητες ανάπτυξης και διαχείρισης σε πραγματικό χρόνο, μιας μεγάλης εύρους βάσεως δεδομένων. Ανακεφαλαιώνοντας, το mobile application είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό καθώς προσφέρει τρόπους αντιμετώπισης των πιθανών προβλημάτων, εργαλεία εύρεσης, μέτρησης και καταγραφής ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών σε πραγματικό χρόνο (real time).



## 7 Συμπεράσματα και Προτάσεις.

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνεται το σύνολο των συμπερασμάτων που προέκυψαν στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας και αφορούν την ανάπτυξη του G.I.S Mobile Application. Παρουσιάζονται συνολικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτού, ενώ πραγματοποιούνται και προτάσεις που αφορούν στην εξέλιξη του.

### 7.1 Συμπεράσματα Αναπτυσσόμενου Mobile Application.

Στόχος του Mobile Application, που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, αποτελεί η εύκολη και γρήγορη συλλογή γεωγραφικών και περιγραφικών πληροφοριών, που αφορούν ιδιοκτησίες και κτίσματα, χωρίς πολύπλοκες διαδικασίες, με χρήση γεωμετρικών εργαλείων, από άτομα χωρίς ειδικές τοπογραφικές γνώσεις. Ουσιαστικά, επιχειρείται η ανάπτυξη ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών, που να περιέχει ένα σύνολο κτηματολογικών πληροφοριών, οι οποίες συμβάλλουν τόσο στην ενημέρωση υπαρχόντων δεδομένων (τοπογραφικών διαγραμμάτων κ.τ.λ.) όσο και στη βέλτιστη διοίκηση της γης. Η εφαρμογή δομείται γύρω από τη λογική του Crowdsourcing, δηλαδή προωθεί τη συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες συλλογής των δεδομένων και πληροφοριών.

Η ανάπτυξη του Mobile Application αξιοποιεί τις δυνατότητες των σύγχρονων τεχνολογιών, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, του διαδικτύου, καθώς και εκείνες που προσφέρονται από το λειτουργικό σύστημα Android που διαθέτουν. Η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια ενώ χρησιμοποιείται ευρέως και για την ανάπτυξη G.I.S εφαρμογών, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του Mobile G.I.S, με τη βοήθεια των οποίων είναι δυνατό να εκτελεστούν διαδικασίες συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών μέσω των κινητών τηλεφώνων, εύκολα και γρήγορα. Η λογική της συλλογής γεωγραφικών δεδομένων, βασίζεται άμεσα στο σύστημα εντοπισμού θέσης που διαθέτουν οι κινητές συσκευές είτε με τη χρήση του G.P.S, είτε με τη χρήση δεδομένων από τις κεραιές της κινητής τηλεφωνίας ή ακόμα και με συνδυασμό αυτών. Η συντεταγμένες που προκύπτουν είναι γεωγραφικές συντεταγμένες εκφρασμένες στο WGS84. Στη πιο διαδεδομένη της μορφή μια αποτελεσματική G.I.S εφαρμογή βασίζεται στη τεχνολογία των Mashups, με τη βοήθεια των οποίων είναι δυνατή η πρόσβαση και η παρουσίαση σε χάρτες, στο κινητό, των γεωγραφικών πληροφοριών που δημιουργήθηκαν από τον εκάστοτε χρήστη. Οι χάρτες μπορεί να είναι διαφόρων ειδών ανάλογα με το είδος της

εφαρμογής. Σε τοπογραφικές εφαρμογές, όπως η παρούσα, επιλέγεται η χρήση ορθοφωτογραφιών ως υπόβαθρο, όμοια με το Κτηματολόγιο.

Κατά τη παρεύρεση στο πεδίο η χρήση του υποβάθρου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία συλλογής πληροφοριών, καθώς πραγματοποιούνται επιτόπιες παρατηρήσεις του μελετώμενου αντικειμένου. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία αυτή. Τέτοιου είδους παράγοντες αποτελούν η ποιότητα του υποβάθρου (ανάλυση), η ικανότητα επιλογής χαρακτηριστικών από τον χρήστη, η πολυπλοκότητα των σχημάτων των αντικειμένων καθώς και η δενδροκάλυψη χαρακτηριστικών. Τα προβλήματα αυτά, επιλύονται με τη βοήθεια των γεωμετρικών εργαλείων που προσφέρει το Mobile Application, γεγονός που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του. Σημειώνεται, ότι η ανάπτυξη των γεωμετρικών εργαλείων βασίζεται στη λογική της επιβολής γεωμετρικών δεσμεύσεων στα χαρακτηριστικά (καθετότητας, παραλληλίας κ.τ.λ), οι οποίες θεωρούνται ότι ισχύουν μετά από επιτόπια παρατήρηση από τον χρήστη. Οι συνθήκες αυτές μπορεί να μην ισχύουν κατ' απόλυτη τιμή, γεγονός όμως που δεν επηρεάζει τη διαδικασία συλλογής καθώς η εφαρμογή που αναπτύχθηκε προσφέρει αποτελέσματα ικανοποιητικής αλλά όχι απαραίτητα, πολύ υψηλής ακρίβειας.

Η συλλογή και η διατήρηση των πληροφοριών πραγματοποιείται μέσω του Server του ArcGIS Online, στο οποίο βρίσκονται αποθηκευμένα το σύνολο των δεδομένων και των υποβάθρων που χρησιμοποιούνται από το Mobile Application. Το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς ο Server του ArcGIS Online της ESRI, προσφέρει ευελιξία, ασφάλεια στα δεδομένα καθώς και ένα σύνολο διαδικτυακών υπηρεσιών. Τα δεδομένα αυτά, είναι δυνατό να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία τόσο εντός του ArcGIS Online όσο και εκτός αυτού, σε περιβάλλοντα επεξεργασίας όπως το ArcMap. Το σύνολο των δεδομένων μπορούν να επεξεργαστούν και να αξιοποιηθούν από Τοπογράφους Μηχανικούς με σκοπό των προσδιορισμό τόσο του γεωμετρικού όσο και του ιδιοκτησιακού καθεστώτος μιας περιοχής.

Το Mobile Application, προσφέρει ένα φιλικό περιβάλλον διεπαφής προς τον χρήστη, εύκολο στη χρήση, με μεγάλη ευελιξία για την εκτέλεση των εργασιών πεδίου, με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα χωρίς ειδικές γνώσεις, με σκοπό τη μείωση του χρόνου συλλογής πληροφοριών στο πεδίο και την κινητοποίηση των πολιτών για την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης βάσης πληροφοριών. Ασφαλώς, σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες συλλογής με τον τρόπο αυτό, διαδραματίζει η κινητοποίηση των πολιτών, η οποία είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί μέσω ποικίλων ειδών κινήτρων, όπως είναι η χρηματική ανταμοιβή.

Φυσικά, κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί ποικίλων ειδών εφαρμογές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συλλογή κτηματολογικών και άλλων



πληροφοριών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί ο Collector for ArcGIS της ESRI, ο οποίος προσφέρει παρόμοιο περιβάλλον διεπαφής με εκείνο του Mobile Application που αναπτύχθηκε. Παρόλα αυτά, το περιβάλλον του Collector είναι περιορισμένο όσο αφορά στη χρήση εργαλείων γεωμετρικών δεσμεύσεων, γεγονός το οποίο είναι δυνατό να ξεπεραστεί μέσω του αναπτυσσόμενου Mobile Application, το οποίο εκτός της δυνατότητας αυτής περιέχει και το σύνολο των δυνατοτήτων που προσφέρονται από τον Collector.

## 7.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του Mobile Application και την εκτέλεση της πρακτικής εφαρμογής, είναι δυνατό να εξαχθούν ορισμένα γενικά συμπεράσματα, που αφορούν τόσο στη δομή όσο και στα αποτελέσματα της χρήσης του. Πιο αναλυτικά, προκύπτει ότι το Mobile Application που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, διαθέτει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Διαθέτει λειτουργικότητα, καθώς προσφέρει ένα οργανωμένο περιβάλλον διεπαφής, φιλικό προς τον χρήστη.
- Διαθέτει ευελιξία, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα συνδυασμού των γεωμετρικών εργαλείων, ανάλογα με την κρίση του χρήστη.
- Αποτελεί ένα πλήρες G.I.S.
- Προσφέρει τη δυνατότητα ταυτόχρονης παρατήρησης του αντικειμένου τόσο στο χρησιμοποιούμενο υπόβαθρο όσο και στο πεδίο (real-time), γεγονός που οδηγεί στη μείωση των σφαλμάτων συλλογής πληροφοριών.
- Προωθεί τη συμμετοχή των πολιτών στη διαδικασία συλλογής πληροφοριών γης.
- Διαθέτει μειωμένο κόστος, συγκριτικά με τις τοπογραφικές διαδικασίες συλλογής, καθώς δεν απαιτούν εξοπλισμό υψηλού κόστους (μόνο τη κινητή συσκευή).
- Προσφέρει οικονομία χρόνου, συγκριτικά με τις τοπογραφικές διαδικασίες ακριβείας.
- Διαθέτει αρκετά καλή σχετική ακρίβεια, όσο αφορά στη διατήρηση των σχημάτων που απεικονίζουν τα προς καταγραφή αντικείμενα.
- Είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για τη συλλογή κτηματολογικών πληροφοριών, και να βοηθήσει στις διαδικασίες διοίκησης γης.

Εκτός όμως, από τα πλεονεκτήματα διαθέτει και ορισμένα πλεονεκτήματα. Αυτά είναι τα εξής:

- Δεν διαθέτει απαραίτητα υψηλή ακρίβεια, όπως οι τοπογραφικές διαδικασίες. Αυτό οφείλεται στον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και στην

κριτική ικανότητα του εκάστοτε χρήστη. Παρόλα αυτά, προσφέρει ικανοποιητική ακρίβεια για τις δυνατότητες της.

- Σημαντικός παράγοντας επιτυχίας, αποτελεί το ενδιαφέρον των χρηστών – εθελοντών για την ορθή συλλογή των πληροφοριών.
- Η απουσία σύνδεσης στο διαδίκτυο δυσχεραίνει τη διαδικασία συλλογής.

### **7.3 Προτάσεις εξέλιξης.**

Το Mobile Application, που αναπτύχθηκε δεν διαθέτει συμπαγή μορφή, με την έννοια ότι μπορεί να εμπλουτιστεί με νέα στοιχεία τα οποία μπορεί να διευρύνουν τις δυνατότητές του καθώς και να συνεργαστεί με άλλες εφαρμογές ώστε να αποτελέσει μια πηγή δεδομένων για αυτές.

Ο εμπλουτισμός του Mobile Application, μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της ανάπτυξης νέων γεωμετρικών εργαλείων, που εκτελούν διαφόρων ειδών γεωμετρικές εργασίες, όπως είναι μέτρηση γωνιών ή σχεδιασμός ευθειών με συγκεκριμένη κλίση ως προς μια δοθείσα ευθεία στο σύστημα. Εκτός αυτού, είναι δυνατό να αναπτυχθεί και με τη χρήση ενός άλλου server, πέρα εκείνου που προσφέρει το ArcGIS Online, ώστε να αποκτήσει μια δομή ανεξάρτητη των περιορισμών που επιβάλλει χρησιμοποιούμενος Server, απαλλαγμένη από τα σφάλματα τα οποία επιφέρει η προβολή όλων των δεδομένων στη Web Mercator Auxiliary Sphere.

Η χρήση του, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες υπάρχουσες εφαρμογές και να οδηγήσει στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων πληροφοριών γης, ευρείας κλίμακας, με τη βοήθεια των πολιτών μέσω της μεθόδου του Crowdsourcing. Με τη χρήση του, μπορεί να διευκολυνθούν οι κτηματολογικές διαδικασίες καθώς και το σύνολο των τοπογραφικών εργασιών με ικανοποιητική ακρίβεια (όχι απαραίτητα υψηλή).

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Αποστολόπουλος, Κ., 2014. “Εφαρμογές CroudSourcing στο Κτηματολόγιο και στη Διοίκηση της Γής”, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα.

Basiouka, S., 2010. “The use of Dynamic maps and Volunteered Geographic Information in Greece” Proceedings (CD) of the FIG Commission 3 Annual Meeting on “Information and Land Management. A Decade after the Millenium”, 14-17 November, Sofia,Bulgaria.

Batty, M., 2007. “The real-time academy: anyplace, anywhere, anytime”. Environment and Planning B: Planning and Design. volume 34. pages 947 – 948.

Βερυκόκου, Σ., 2012. “Ανάπτυξη Εφαρμογής σε Λειτουργικό Σύστημα ANDROID”, Μάθημα – Θέμα 9<sup>ου</sup> Εξαμήνου, Εφαρμογές Διασυνδεδεμένων Ψηφιακών Συστημάτων, Αθήνα.

Βεσκούκης, Β., Κουτουμάνος, Α., 2000. “ Εισαγωγή στη γλώσσα Java”. Σημειώσεις για το μάθημα Αντικειμενοστραφής Σχεδιασμός και Προγραμματισμός, Πανεπιστήμιο Πειραιά, Τμήμα Τεχνολογικής Εκπαίδευσης.

Burt, B., 2012. “Android Application Development All-In-One for Dummies, 8 books in one”, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Cadenhead, R., 2012. “Sams Teach Yourself Java in 24 Hour”. USA: Sams Publishing.

Chilton, S.,2009. “CrowdSourcing is radically changing the Geodata Landscape: Case Study of Openstreetmap.

Ciepluch, B., Money, P., “Future fusion of VGI and sensor-based information sources”, Department of Computer Science, National University of Ireland Maynooth.

Cinar, O.,2012. “Android Apps with Eclipse”. Apress.

Cotfas, L., Diosteanu, A., 2010. “Evaluating Accessibility in Crowdsourcing GIS”, Journal of Applied Collaborative Systems. [http://eeyem.eap.gr/sites/default/files/ara\\_ver2.pdf](http://eeyem.eap.gr/sites/default/files/ara_ver2.pdf) (ανακτήθηκε Ιούνιο 2015).

Deitel, H. M., Deitel, P. J., 2006. “Java Προγραμματισμός”. Απόδοση: Χ.Α. Κουτρομπά. Αθήνα: Μ. Γκιούρδας.

Elwood S., 2008. “Critical GIS perspectives on volunteered geographic information”.

ESRI, 2010. "GeoServices REST Specification Version 1.0", Esri® White Paper, United States of America.

ESRI, 2014. Support - HowTo: Set a custom scale range for a tile service in ArcGIS Online., <http://support.esri.com/en/knowledgebase/techarticles/detail/43247> (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

FIG Publications. <http://www.fig.net/pub/figub/index.htm>

Ζεντέλης Π., 2011. "Περί Κτημάτων Λόγος και Κτηματολόγιο". Εκδ. Παπασωτήριου. Αθήνα.

Ghosh, S., Raju, P.P., Saibaba, J., Varadan, G., 2012. "CyberGIS and Crowdsourcing—A new approach in E". Advanced Data Processing Research Institute (ADRIN). India. <http://geospatialworld.net/Paper/Application/ArticleView.aspx?aid=24738>

Guibo, S., 2009. "Using Mobile GIS as Volunteered GI Provider". Liaoning Technical University.

Πετρέλη, Π., 2015. «Κτηματολόγιο στο Cloud με τη χρήση του CroudSourcing», Διπλωματική εργασία, Αθήνα.

Schildt, H. (2007). "Οδηγός της Java 2". Μ. Γκιούρδας. Απόδοση: Αγαμέμνων Μήλιος, Αθήνα.

Shaner, J., 2014. Using your own Basemap layers with Collector for ArcGIS., από <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2014/03/23/using-your-own-basemap-layers-with-collector-for-arcgis/> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Συλαίου, Σ., Μπασιούκα, Σ., Πότσιου, Χ., Πατιάς, Π., 2012. "Επισκόπηση Εφαρμογών της Εθελοντικής Γεωγραφικής Πληροφορίας με Έμφαση στην Πολιτιστική Κληρονομιά." ΧΩΡΟΓραφίες, Τόμος 3, Απ 1, 2012. ISS 1792-3913.

Τσολάκης, Δ., 2013. "GIS: Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών". Σημειώσεις Σεμιναρίου, Εκπαιδευτική Ενότητα 4, Συλλογή Δεδομένων, Πηγές & Εισαγωγή τους σε GIS.

Turner, J.A., (2006). "An Introduction to Neogeography". Short Cuts, O'Reilly Media, ISBN 978-0-596-52995.

van Every, S., 2009. "Pro Android Media: Developing Graphics, Music, Video, and Rich Media Apps for Smartphones". United States of America: Apress.

Wahl, M.A., 2013. "Mapping native plants: a mobile GIS application for sharing indigenous knowledge in southern california", Thesis, University of Southern California, California.

Westin, A.F., 1967. "Privacy and Freedom". New York : Atheneum.

Williamson, I.P., Enemark, S., Wallace, J. and Rajabifard, A., 2010. "Land Administration for Sustainable Development". ESRI Press Academic, Redlands, California. ISBN 978-1-58948-041-4. 497 p.  
[http://www.fig.net/news/news\\_shortstories.htm](http://www.fig.net/news/news_shortstories.htm)

Zigurd, M., Laird, D.G., Blake, M., Masumi, N., 2012. "Programming Android". USA: O'Reilly.

Zinn, N., 2010. "Web Mercator: Non-Conformal, Non-Mercator".  
[http://www.hydrometronics.com/downloads/Web%20Mercator%20-%20Non-Conformal,%20Non-Mercator%20\(notes\).pdf](http://www.hydrometronics.com/downloads/Web%20Mercator%20-%20Non-Conformal,%20Non-Mercator%20(notes).pdf)

"Εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού Java". Αθήνα: Εργαστήριο Πολυμέσων, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, ΕΜΠ.

## ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

Android Developers-Action Bar.

<https://developer.android.com/guide/topics/ui/actionbar.html> (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Android Developers- <activity>.

<https://developer.android.com/guide/topics/manifest/activity-element.html> (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers-Android SDK. <https://developer.android.com/sdk/index.html> (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers- <application>.

<https://developer.android.com/guide/topics/manifest/application-element.html> (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers-Application Fundamentals.

<http://developer.android.com/guide/components/fundamentals.html> (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers-Input Events.

<https://developer.android.com/guide/topics/ui/ui-events.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers-Installing the Eclipse Plugin.

[https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_position.html](https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_position.html) (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers-Intent.

<http://developer.android.com/reference/android/content/Intent.html> (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers- Linear Layout.

<https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/linear.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers-Location and Maps.

<https://developer.android.com/guide/topics/location/index.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers-LocationListener.

<http://developer.android.com/reference/android/location/LocationListener.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

Android Developers-Menus.

<https://developer.android.com/guide/topics/ui/menus.html> (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Android Developers- <permission>.

<https://developer.android.com/guide/topics/manifest/permission-element.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers-Position Sensors.

[https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors\\_position.html](https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_position.html) (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers-Providing Resources.

<http://developer.android.com/guide/topics/resources/providing-resources.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers- Relative Layout.

<https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/relative.html> (ανάκτηση Δεκέμβριος 2014).

Android Developers- User Interface.

<https://developer.android.com/guide/topics/ui/index.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

Android Developers- <uses-permission>.

<https://developer.android.com/guide/topics/manifest/uses-permission-element.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

Android Developers- <uses-sdk>.

<https://developer.android.com/guide/topics/manifest/uses-sdk-element.html>

(ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API – Angular Unit.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Geometry.html>

(ανάκτηση Μάρτιος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –ArcGIS Feature Layer.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/ags/ArcGISFeatureLayer.html>

(ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –ArcGIS Feature Layer.Option.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/ags/ArcGISFeatureLayer.Options.html>

(ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –ArcGIS Tiled Map Service Layer.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/ags/ArcGISTiledMapServiceLayer.html>

(ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –CoordinatesConversion.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/CoordinateConversion.html>

(ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API – Feature Layer.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/FeatureLayer.html>

(ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API – GeographicTransformation.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/GeographicTransformation.html>

(ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Geometry.

<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Geometry.html>

(ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –GeometryEngine.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/GeometryEngine.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Graphic Layer.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/GraphicsLayer.html>(ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Layer.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/Layer.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Line.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Line.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –LinearUnit.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/LinearUnit.html> (ανάκτηση Μάρτιος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Line Symbol.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/symbol/LineSymbol.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –LocationDisplayManager.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/LocationDisplayManager.html> (ανάκτηση Μάρτιος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –MapOnTouchListener.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/MapOnTouchListener.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API – MapOptions.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/MapOptions.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).



ArcGIS Android 10.2.5 API – MapView.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/MapView.html> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Marker Symbol.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/symbol/MarkerSymbol.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Point.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Point.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Polygon.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Polygon.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Polyline.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Polyline.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –ProjectionTransformation.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/ProjectionTransformation.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Simple Fill Symbol.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/symbol/SimpleFillSymbol.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API – Simple Line Symbol.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/symbol/SimpleLineSymbol.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Simple Marker Symbol.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/symbol/SimpleMarkerSymbol.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –SpatialRefence.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/SpatialReference.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Text Symbol.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/symbol/TextSymbol.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Tiled Layer.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/android/map/TiledLayer.html> (ανάκτηση Μάρτιος 2015).

ArcGIS Android 10.2.5 API –Unit.  
<https://developers.arcgis.com/android/api-reference/reference/com/esri/core/geometry/Unit.html> (ανάκτηση Φεβρουάριος 2015).

ArcGIS Online – Organizational Roles.  
<https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/roles.htm> (ανάκτηση Ιούνιος 2015).

ArcGIS Resources-ArcGIS Help 10.1.  
<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//00v200000014000000> (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

ArcGIS Resources-ArcGIS Hosted Services.  
[http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What\\_are\\_ArcGIS\\_Online\\_hosted\\_services/01sr00000008000000/](http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/What_are_ArcGIS_Online_hosted_services/01sr00000008000000/) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

ArcGIS Resources-ArcGIS Runtime SDK for Android.  
[http://resources.arcgis.com/en/help/android-sdk/concepts/index.html#/What\\_s\\_new\\_in\\_version\\_10\\_1\\_1/01190000003r000000/](http://resources.arcgis.com/en/help/android-sdk/concepts/index.html#/What_s_new_in_version_10_1_1/01190000003r000000/) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

ArcGIS Resources- Developing with ArcGIS.  
[http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/Developing\\_with\\_ArcGIS/01w200000002000000/](http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/Developing_with_ArcGIS/01w200000002000000/) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

ArcGIS Resources-Layers.  
[http://resources.arcgis.com/en/help/android-sdk/concepts/index.html#/Layers\\_Overview/01190000001n000000/](http://resources.arcgis.com/en/help/android-sdk/concepts/index.html#/Layers_Overview/01190000001n000000/) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Βικιπαιδεία – Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών.  
[https://el.wikipedia.org/wiki/Σύστημα\\_Γεωγραφικών\\_Πληροφοριών](https://el.wikipedia.org/wiki/Σύστημα_Γεωγραφικών_Πληροφοριών) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

ESRI (2014). ArcGIS for Desktop. <http://desktop.arcgis.com/en/> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ESRI (2014). ArcGIS for Developers. <https://developers.arcgis.com/en/> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ESRI (2014). ArcGIS for Server. <http://server.arcgis.com/en/> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ESRI (2014). ArcGIS Online. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline> (ανάκτηση Ιανουάριος 2015).

ESRI (2014). Products. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcpad> (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia – Android History Version.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Android\\_version\\_history](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia- CrowdSourcing.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Crowdsourcing> (ανάκτηση Ιούνιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia – Eclipse (software).  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(software)) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia - ESRI. <https://en.wikipedia.org/wiki/Esri> (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia - Java.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_\(programming\\_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language)) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia - Java Development Kit.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Java\\_Development\\_Kit](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_Development_Kit) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia - Open Handset Alliance.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_Handset\\_Alliance](https://en.wikipedia.org/wiki/Open_Handset_Alliance) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia-Operation System Android.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Android\\_\(operating\\_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)) (ανάκτηση Ιούνιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia –Software Development Kit.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_development\\_kit](https://en.wikipedia.org/wiki/Software_development_kit) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).

Wikipedia, the free encyclopedia –Web Mercator.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_Mercator](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Mercator) (ανάκτηση Απρίλιος 2015).