



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΡΑΧΘΟΥ**

ΓΚΙΜΙΤΖΟΥΔΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΥΛΙΟΣ ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΡΤΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε.**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΡΑΧΘΟΥ**

ΓΚΙΜΙΤΖΟΥΔΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΥΛΙΟΣ ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΡΤΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017

**DESIGN OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM FOR
RIVER ARACHTHOS AREA**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

ΑΡΤΑ, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΣ ΣΤΥΛΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

2. Μέλος επιτροπής

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΓΓΕΛΗΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

3. Μέλος επιτροπής

ΠΕΤΡΟΣ ΚΑΡΒΕΛΗΣ, Δρ. Πανεπιστημιακός Υπότροφος

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

© ΓΚΙΜΙΤΖΟΥΔΗΣ, ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, 2017.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

ΓΚΙΜΙΤΖΟΥΔΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστώ τον καθηγητή κ. Στύλιο Χρυσόστομο για τις κατευθυντήριες και χρήσιμες συμβουλές του,

τον κ. Κολιό Σταύρο για την βοήθεια του κατά την ψηφιοποίηση της κοίτης του Αράχθου και την επεξήγηση εννοιών αναφορικά με τη χρήση της εφαρμογής QGIS.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη που μου παρείχε κατά το διάστημα εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα δούμε πως με την χρήση των λογισμικών **QGIS** και **GOOGLE EARTH** μπορούμε να φτιάξουμε ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών το οποίο θα απεικονίζει το μέγιστο ύψος της στάθμης του νερού στην κοίτη του ποταμού Αράχθου, κατόπιν επεξεργασίας των δεδομένων, τα οποία είναι αποθηκευμένα στην Βάση Δεδομένων την οποία δημιουργήσαμε κατά την ψηφιοποίηση του ποταμού.

Η ψηφιοποίηση τόσο στο **QGIS**, όσο και στο **AutoCAD**, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη απεικόνιση των αποτελεσμάτων, έγινε με την χρήση **vector layers** για καλύτερη απεικόνιση των στοιχείων σε μεγέθυνση μεγάλης κλίμακας

Για τον υπολογισμό της στάθμης του νερού θεωρήσαμε τρία σενάρια βάσει των οποίων έγινε η επεξεργασία της Βάσης Δεδομένων, ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε το πιθανό μέγιστο της στάθμης του νερού. Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων έγινε με την χρήση βαθμιδωτής κλίμακας και τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου της περιοχής γύρω από «Το γεφύρι της Άρτας» στο οποίο απεικονίζεται το ύψος της στάθμης για το κάθε σενάριο.

Η μελέτη των σεναρίων αλλά και των στατιστικών στοιχείων οδηγούν στο συμπέρασμα πως οι πιθανότητες για υπερχείλιση της κοίτης του ποταμού αυξάνονται σε περίοδο έντονων βροχοπτώσεων μιας και αυξάνεται ο όγκος υδάτων στον αποταμιεύτηρα του φράγματος. Ένας άλλος παράγοντας που αυξάνει τις πιθανότητες υπερχείλισης είναι η μορφολογία του εδάφους. Το έδαφος δεν έχει μεγάλες κλίσεις κατά μήκος του ποταμού, με αποτέλεσμα το νερό να μην αποκτάει μεγάλη ταχύτητα κινήσεως. Οι κυριότερες περιοχές που είναι επίφοβες σε περίπτωση πλημμύρας είναι οι περιοχές κοντά στην παλιά κοίτη του ποταμού, καθώς αυτές οι περιοχές έχουν μετατραπεί στην πλειοψηφία τους σε αγροτικές εκτάσεις.

Λέξεις-Κλειδιά: ύψος στάθμης, Άραχθος, Άρτα, «Το γεφύρι της Άρτας»

ABSTRACT

In this diploma thesis we analyze how to create a geographic information system by using the **QGIS** and the **GOOGLE EARTH** software. We represent the maximum height of the water level in the riverbed of Arachthos River, after processing the data stored in the Data Base which has been created during digitization of the river.

The digitization in both **QGIS** and **AutoCAD**, which is used for three-dimensional imaging results is done by using vector layers in order to display better large scale magnification elements.

To calculate the water level, we considered three scenarios on which the database was processed, so that we could calculate the probable maximum of the water level. The visualization of the results is done by using a graduated scale and a three-dimensional model of the area around "Arta's Bridge", in which is depicted the height of the level for each scenario.

The study of the scenarios and the statistical data lead us to the conclusion that the possibility of overflowing the riverbed, is increased during a period of intense rainfall as the quantity of water in the dam's reservoir increases. Another factor that influences the possibilities is the soil morphology. The soil does not have large gradients along the river, so water does not acquire high speed movement. The main areas that are in danger of a possible flood are areas near the old riverbed, since the majority of these lands have been converted into farmlands.

Key words: water level, Arachthos, Arta, "The bridge of Arta"

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
2. QGIS.....	16
2.1 Εισαγωγή στο QGIS.....	16
2.2 Προσχεδιασμός της διαδικασίας Ψηφιοποίησης.....	17
2.3 Παρουσίαση της διαδικασίας Ψηφιοποίησης.....	18
2.4 Δημιουργία κι εξαγωγή χάρτη.....	26
3. GOOGLE EARTH.....	31
4. AUTOCAD.....	34
4.1 Προσχεδιασμός για την κατασκευή του 3D μοντέλου.....	34
4.2 Παρουσίαση της διαδικασίας κατασκευής του 3D μοντέλου.....	34
5. ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	39
5.1 Γενικά Στοιχεία Μελέτης.....	39
5.2 Διαδικασία επεξεργασίας σεναρίων.....	40
5.3 Σενάριο 1.....	45
5.4 Σενάριο 2.....	48
5.5 Σενάριο 3.....	51
5.6 Ευάλωτες περιοχές έναντι πλημμύρας.....	53
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Χάρτης Ύψους Βροχοπτώσεων στην Ελλάδα	13
Εικόνα 1.2 Ύψη βροχόπτωσης ανά μήνα για την Άρτα	14
Εικόνα 2.1 Μενού Διαχείρισης Plugin	18
Εικόνα 2.2 Εγκατάσταση του OpenLayers Plugin	19
Εικόνα 2.3 Εισαγωγή ψηφιακού υποβάθρου	20
Εικόνα 2.4 Φόρτωση ψηφιακού υποβάθρου (Χάρτης)	20
Εικόνα 2.5 Εισαγωγή ψηφιακού υποβάθρου και δημιουργία layer ψηφιοποίησης	21
Εικόνα 2.6 Διαδικασία δημιουργίας του layer ψηφιοποίησης	22
Εικόνα 2.7 Επεξεργασία layer και δημιουργία πολυγώνων τμημάτων	23
Εικόνα 2.8 Ψηφιοποίηση (σχεδιασμός) τμήματος του ποταμού	24
Εικόνα 2.9 Συμπλήρωση τιμών στην Βάση Δεδομένων	24
Εικόνα 2.10 Το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης ενός τμήματος του ποταμού Αράχθου	25
Εικόνα 2.11 Επιλογή για εκτύπωση νέου χάρτη	26
Εικόνα 2.12 Το εργαλείο της σύνθεσης χαρτών (Composer)	27
Εικόνα 2.13 Εισαγωγή χάρτη στην σύνθεση	27
Εικόνα 2.14 Επεξεργασία χάρτη	28
Εικόνα 2.15 Εισαγωγή υπομνήματος	28
Εικόνα 2.16 Εισαγωγή υπομνήματος στον composer	29
Εικόνα 2.17 Εξαγωγή συνθέσεως χάρτη ως jpeg ή pdf	30
Εικόνα 2.18 Επιλογές Εξαγωγής χάρτη ως εικόνα	30
Εικόνα 3.1 Υπολογισμός απόστασης δύο σημείων	31
Εικόνα 3.2 Επιλογή προβολής υψομετρικού προφίλ της επιλεγμένης απόστασης σημείων	32
Εικόνα 3.3 Προβολή υψομετρικού προφίλ	33
Εικόνα 3.4 Αποθήκευση περιοχής ως Image file (Jpg)	33
Εικόνα 4.1 Εισαγωγή εικόνας στο AutoCAD	35
Εικόνα 4.2 Μενού εισαγωγής εικόνας στο AutoCAD	35
Εικόνα 4.3 Σχεδίαση τμημάτων βάσει υψομετρικών προφίλ	37
Εικόνα 4.4 Τρισδιάστατη απεικόνιση του τμήματος μελέτης (SW View)	37
Εικόνα 5.1 Επεξεργασία ιδιοτήτων του layer σχεδίασης	40
Εικόνα 5.2 Αλλαγή στον τρόπο απεικόνισης του layer σχεδίασης	41
Εικόνα 5.3 Επεξεργασία δεδομένων απεικόνισης	41
Εικόνα 5.4 Παρουσίαση δεδομένων με την μορφή Ιστογράμματος	42
Εικόνα 5.5 Άνοιγμα στη Βάση Δεδομένων του layer σχεδίασης	43
Εικόνα 5.6 Επεξεργασία δεδομένων στην Βάση δεδομένων του layer σχεδίασης	44
Εικόνα 5.7 Διαχωρισμός τμημάτων βάσει του ύψους της στάθμης (m) για το Σενάριο 1	45
Εικόνα 5.8 Το ύψος στάθμης της κοίτης ανά σχεδιαστικό τμήμα	46
Εικόνα 5.9 Το ύψος στάθμης της κοίτης του ποταμού Αράχθου στην περιοχή του Γεφυριού	47

Εικόνα 5.10 Διαχωρισμός τμημάτων βάσει του ύψους της στάθμης (m) για το Σενάριο 2	48
Εικόνα 5.11 Το ύψος στάθμης της κοίτης ανά σχεδιαστικό τμήμα	49
Εικόνα 5.12 Πιθανά τμήματα υπερχείλισης του ποταμού Αράχθου	50
Εικόνα 5.13 Το ύψος στάθμης της κοίτης του ποταμού Αράχθου στην περιοχή του Γεφυριού	51
Εικόνα 5.14 Διαχωρισμός τμημάτων βάσει του ύψους της στάθμης (m) για το Σενάριο 3	52
Εικόνα 5.15 Το ύψος στάθμης της κοίτης ανά σχεδιαστικό τμήμα	52
Εικόνα 5.16 Το ύψος στάθμης της κοίτης του ποταμού Αράχθου στην περιοχή του Γεφυριού	53
Εικόνα 5.17 Τμήματα του οδικού δικτύου που κινδυνεύουν από πιθανή πλημμύρα	54
Εικόνα 5.18 Σενάριο πλημμύρας στην περιοχή της Άρτας	55
Εικόνα 5.19 Τμήμα πλημμύρας από Κεραμάτες έως Ακροποταμιά	56
Εικόνα 5.20 Πλημμυρικά τμήματα κοντά στο Νεοχώρι	56
Εικόνα 5.21 Πιθανή έκταση της κάλυψης του νερού σε κατάσταση πλημμύρας	57
Εικόνα 5.22 Πιθανή πλημμύρα κοντά στην φοιτητική εστία	58
Εικόνα 5.23 Πιθανότητα πλημμύρας στον Αγ. Γεώργιο Γλυκόριζου	59
Εικόνα 5.24 Πιθανή πλημμύρα του κάμπου μεταξύ Παχυκάλαμου-Νεοχωρίου	60

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

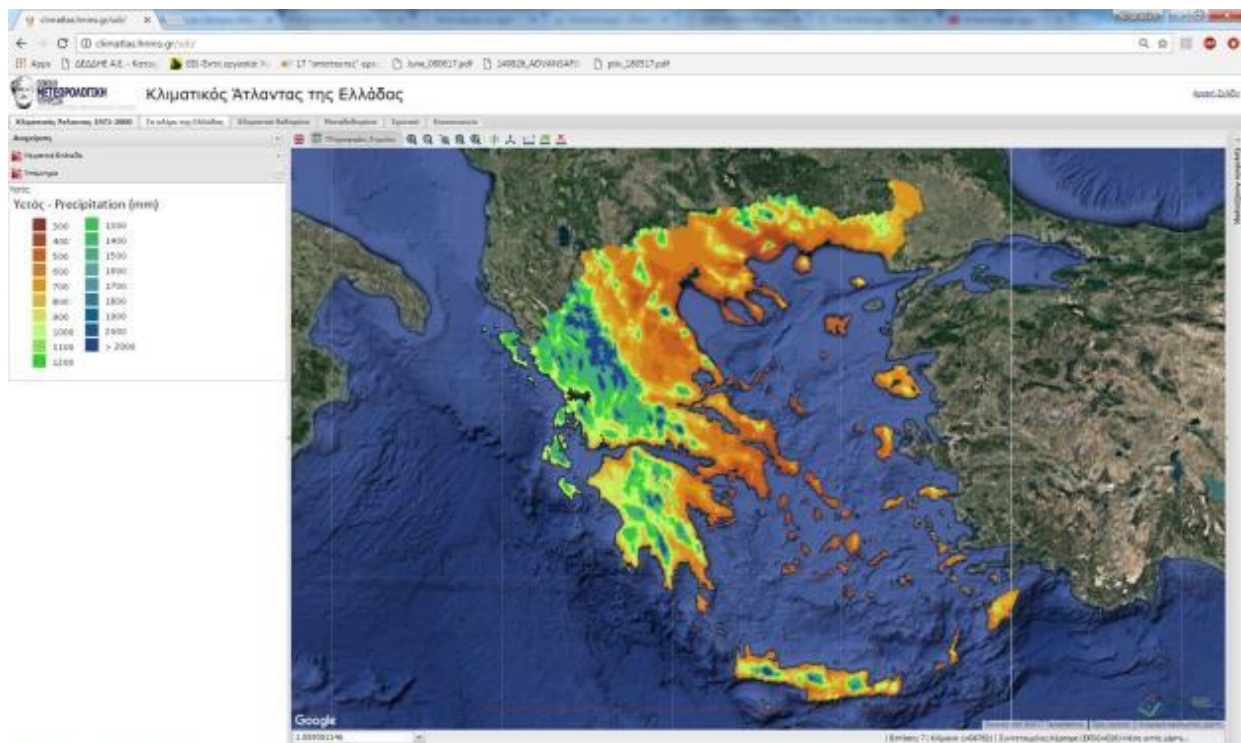
Το κλίμα της Ελλάδος είναι μεσογειακό. Δηλαδή ήπιοι και υγροί χειμώνες με θερμά και ξερά καλοκαίρια. Επίσης το κλίμα της χώρας μπορεί να χωριστεί σε τέσσερις υποκατηγορίες:

Α) υγρό μεσογειακό (Δυτική Ελλάδα, Δυτική Πελοπόννησος, πεδινά και ημιορεινά της Ηπείρου)

Β) ξηρό μεσογειακό (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, παραλιακή Κρήτη, Ανατολική Πελοπόννησος, Αττική)

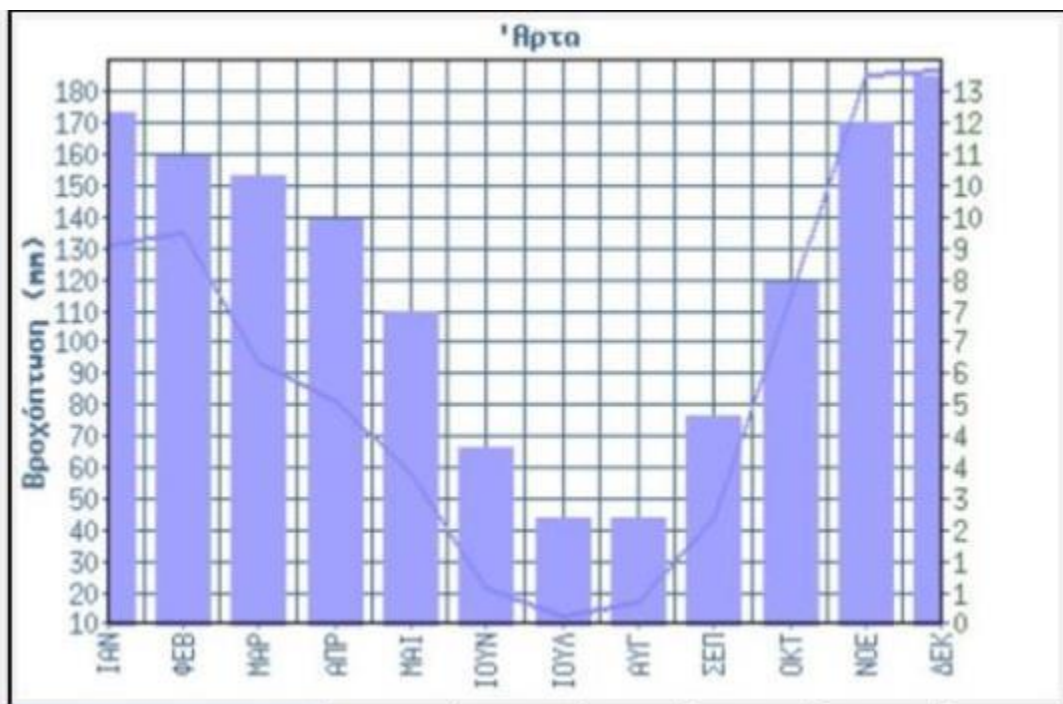
Γ) ηπειρωτικό (Δυτική Μακεδονία, Βόρειος Έβρος, εσωτερικά υψίπεδα ηπειρωτικής Ελλάδος)

Δ) ορεινό (ορεινές περιοχές με υψόμετρο >1500μ. για την Βόρεια Ελλάδα, >1800μ. για την Κεντρική Ελλάδα και >2000μ. στην Κρήτη).



Εικόνα 1.1 Χάρτης Ύψους Βροχοπτώσεων στην Ελλάδα (Πηγή: ΕΜΥ – Κλιματικός Άτλας Ελλάδος)

Όπως φαίνεται και από την εικόνα του χάρτη το ύψος των βροχοπτώσεων αλλά και η πιθανότητα βροχόπτωσης στην Ήπειρο είναι πολύ αυξημένες. Επιπρόσθετα στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Ηπείρου εμφανίζονται και υψηλά ποσά βροχόπτωσης.



Εικόνα 1.2 Ύψη βροχόπτωσης ανά μήνα για την Άρτα (Πηγή: ΕΜΥ-Κλίμα (Άρτα) – Περίοδος δεδομένων:1976-1997)

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα στην περιοχή της Άρτας κατά το διάστημα Οκτώβριος-Μάιος εκδηλώνονται έντονες βροχοπτώσεις με το ύψος αυτών να ξεπερνά τα δέκα (10) εκατοστά. Κατά την ίδιο διάστημα υπάρχουν περίοδοι έντονης βροχόπτωσης μικρής διάρκειας, αλλά και περίοδοι με συνεχή βροχόπτωση αλλά ασθενής έντασης.

Δυστυχώς όμως υπήρξαν και περιπτώσεις με έντονη και μεγάλης διάρκειας βροχόπτωση που είχαν ως αποτέλεσμα να πλημμυρίσουν τμήματα του ποταμού και να προκληθούν ζημιές, τόσο το 2005 όσο και πιο έντονα, το 2015.

Ο κ. Λέρης Γεώργιος, Μηχανολόγος Μηχανικός – Διευθυντής Διεύθυνσης Εκμετάλλευσης Υδρο/κων Σταθμών, αναφέρει στην εισήγηση του «Αντιμετώπιση πλημμυρών στα φράγματα της ΔΕΗ Α.Ε στους ποταμούς Αχελώο, Άραχθο και Νέστο», ότι το διάστημα από 28/12/2005 έως 1/1/2006 ήταν ένα πενήνήμερο συνεχών κι έντονων βροχοπτώσεων, οι οποίες είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση παροχής νερού στο αποταμιευτήρα του φράγματος. Εν συνεχεία για να μην υπάρξει πρόβλημα στο φράγμα, πραγματοποιήθηκε σταδιακή αύξηση της παροχής εκροής ώστε να αντιμετωπιστεί η αυξημένη εισροή και να μην ανέβει αρκετά η

στάθμη του ταμιευτήρα. Η διαδικασία ήταν επιτυχής και η στάθμη του ταμιευτήρα κρατήθηκε σταθερή και κάτω από τα επικίνδυνα όρια, αλλά υπήρξαν πλημμύρες στα πεδινά.

Αλλά και τον Φεβρουάριο του 2015 οι έντονες βροχοπτώσεις που διήρκησαν για αρκετές ημέρες είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των υδάτινων όγκων του ποταμού Άραχθου καθώς και των ποσοτήτων που συγκρατούνταν από το φράγμα Πουρναρίου.

Αποτέλεσμα αυτών των βροχοπτώσεων ήταν η κατάρρευση του μεγαλύτερου τοξωτού γεφυριού των Βαλκανίων στην Πλάκα, καθώς και η απελευθέρωση μεγάλων υδάτινων όγκων που συγκρατούνταν από το φράγμα για την αποφυγή κατάρρευσης του με αποτέλεσμα μεγάλο τμήμα του κάμπου να πλημμυρίσει και να εκκενωθούν ακόμα και χωριά.

Τέλος πρόβλημα υπήρξε και στο γνωστό «Γεφύρι της Άρτας» στο οποίο έγιναν ενισχύσεις στα θεμέλια του τους καλοκαιρινούς μήνες του ιδίου έτους.

Το πρόβλημα όμως έχει πολλές όψεις. Από την μία πλευρά πρέπει να ελεγχθεί η αντιπλημμυρική προστασία της πόλης, από την άλλη πρέπει να ελεγχθούν τυχόν καταπατήσεις στα όρια της παλιάς και της νέας κοίτης του ποταμού που αποτελούν τα σημεία που πλήττονται πρώτα από τις πλημμύρες. Επίσης πρέπει να συνυπολογιστούν και οι παράγοντες της ροής του νερού, η κλίση του εδάφους, οι χρήσεις γης, η ένταση της βροχόπτωσης και η γεωλογία, που μπορεί να ενισχύσουν μια πλημμύρα

Σκοπός λοιπόν της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι να μελετήσει την στάθμη του νερού του ποταμού Αράχθου σε διάφορα σενάρια και να εντοπίσει που υπάρχουν κίνδυνοι πλημμύρας και κάτω από ποιες συνθήκες.

Για την επίτευξη αυτού του σκοπού χρησιμοποιήσαμε τρία (3) προγράμματα.

1. Το QGIS, το οποίο είναι ένα ελεύθερο πρόγραμμα Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών,

2. Το AutoCAD, το οποίο είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα,

3. Το Google Earth το οποίο είναι πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της γης,

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε αυτά τα προγράμματα καθώς και τον τρόπο εργασίας μας.

2. QGIS

2.1 Εισαγωγή στο QGIS

Πριν αναφέρουμε τι είναι το QGIS, καλό θα ήταν να αναφέρουμε μερικά πράγματα για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.).

Παρά το ενδιαφέρον και την εξέλιξη που έχει σημειωθεί στην χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) τα τελευταία σαράντα χρόνια δεν υπάρχει ένας σαφής ορισμός για το τι είναι αλλά κυρίως ποιες είναι οι εφαρμογές τους. Από τη άλλη πλευρά έχει επικρατήσει μια νοοτροπία για «τοπικούς» ορισμούς οι οποίοι προκύπτουν αναλόγως με την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) κάτι το οποίο είναι μεν λάθος, αλλά έχει οδηγήσει σε μία ομαδοποίηση των ορισμών σε τρεις κύριες ομάδες, οι οποίες μεταξύ τους έχουν κοινά στοιχεία.

Η πρώτη ομάδα χαρακτηρίζεται από την διαχειριστική ικανότητα των συστημάτων. Η ικανότητα αυτή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) εμφανίζεται σε δύο πλευρές. Από την μια αφορά την δημιουργία και διαχείριση χαρτών και από την άλλη την χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) ως σύγχρονα συστήματα διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων.

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει αυτούς που θεωρούν πως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) χρησιμοποιούνται για ανάλυση χωρικών δεδομένων, κάτι το οποίο τα ξεχωρίζει από τα συστήματα που παράγουν χάρτες. Η τρίτη ομάδα θεωρεί πως εφόσον τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) χρησιμοποιούνται για χωρικό σχεδιασμό, βοηθούν στην επίλυση χωρικών προβλημάτων.

Ενώ λοιπόν οι υποστηρικτές θεωρούν τις ομάδες αντιφατικές μεταξύ τους, αυτές έχουν ως κοινό παράγοντα την χωρική διάσταση. Οπότε μπορούν να χαρακτηριστούν ως τμήματα μιας ολοκληρωμένης χωρικής προσέγγισης. Μολονότι ως τμήματα μιας χωρικής προσέγγισης απαιτούν διαχείριση Βάσης Δεδομένων, διαθέτουν μια σειρά από εργαλεία για τον μετασχηματισμό των στοιχείων και την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων.

Όπως αναφέρει και ο κ. Κουτσόπουλος Κωστής, Καθηγητής Ε.Μ.Π, ίσως τον καλύτερο ορισμό για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), έδωσε ο Burrough (1983), λέγοντας πως «Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) είναι ένα σύνολο εργαλείων για την συλλογή, αποθήκευση, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου.»

Άρα όπως μπορεί να καταλάβει κανείς το QGIS είναι ένα λογισμικό, ανοιχτού κώδικα, με το οποίο μπορεί να γίνει απεικόνιση, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση και σύνθεση χαρτών. Υποστηρίζει πληθώρα διανυσματικών (vector) και εικονιστικών (raster) πρότυπων καθώς και βάσεις δεδομένων.

Η προτίμηση του QGIS σε σχέση με την επικρατέστερη εφαρμογή για Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) ArcMap (ESRI) οφείλεται στο γεγονός πως διατίθεται δωρεάν. Η τρέχουσα έκδοση του λογισμικού είναι η **QGIS 2.18 Las Palmas** με την οποία έγινε και η ψηφιοποίηση του δικού μας χάρτη. Η έκδοση είναι διαθέσιμη στην ιστοσελίδα **Error! Hyperlink reference not valid.**

2.2 Προσχεδιασμός της διαδικασίας Ψηφιοποίησης

Για την πραγματοποίηση της ψηφιοποίησης του ποταμού Άραχθου έπρεπε να βρούμε ένα χάρτη της περιοχής. Την λύση μας έδωσε το πρόσθετο (plugin) openLayers, το οποίο μας παρέχει την δυνατότητα να «φορτώσουμε» τους χάρτες της Google, Bing ή OpenStreet στην εφαρμογή. Το πρόσθετο (plugin) είναι υποπρόγραμμα το οποίο προσθέτει κάποιες ιδιότητες στο κυρίως πρόγραμμα.

Στο επόμενο στάδιο έπρεπε να βρούμε τρόπο να απεικονίσουμε το ύψος της στάθμης του νερού. Είναι γνωστό πως η παροχή ενός υγρού σε έναν ανοιχτό ή κλειστό αγωγό δίνεται από τον τύπο

$$Q=A*u \text{ } m^3/sec,$$

όπου **Q** είναι η **παροχή**,

A το **εμβαδό της διατομής** του αγωγού και

u η **ταχύτητα** του υγρού.

Στο σημείο αυτό κάναμε την εικασία πως η διατομή του ποταμού είναι ορθογώνια. Επειδή η απεικόνιση της στάθμης του νερού κατά μήκος του ποταμού είναι δύσκολο να απεικονιστεί ανά σημείο, δημιουργήθηκαν περιοχές απεικόνισης. Το σύνολο των τμημάτων αυτών ανέρχεται σε 155 και προέκυψαν θέτοντας ως κριτήριο η μεταβολή της στάθμης του νερού, από την αρχή της περιοχής μέχρι το τέλος της, να είναι μικρή (μεταξύ 5~10cm).

Στην συνέχεια δημιουργήσαμε την βάση δεδομένων μας, την οποία θα κρατάμε για τα στοιχεία του κάθε τμήματος που φτιάξαμε κατά την διάρκεια της ψηφιοποίησης. Τα στοιχεία

αυτά είναι η παροχή του νερού, το πλάτος της κοίτης, η ταχύτητα του νερού και τέλος το ύψος στάθμης του νερού, το οποίο θα υπολογίζεται βάσει του τύπου που αναφέραμε παραπάνω.

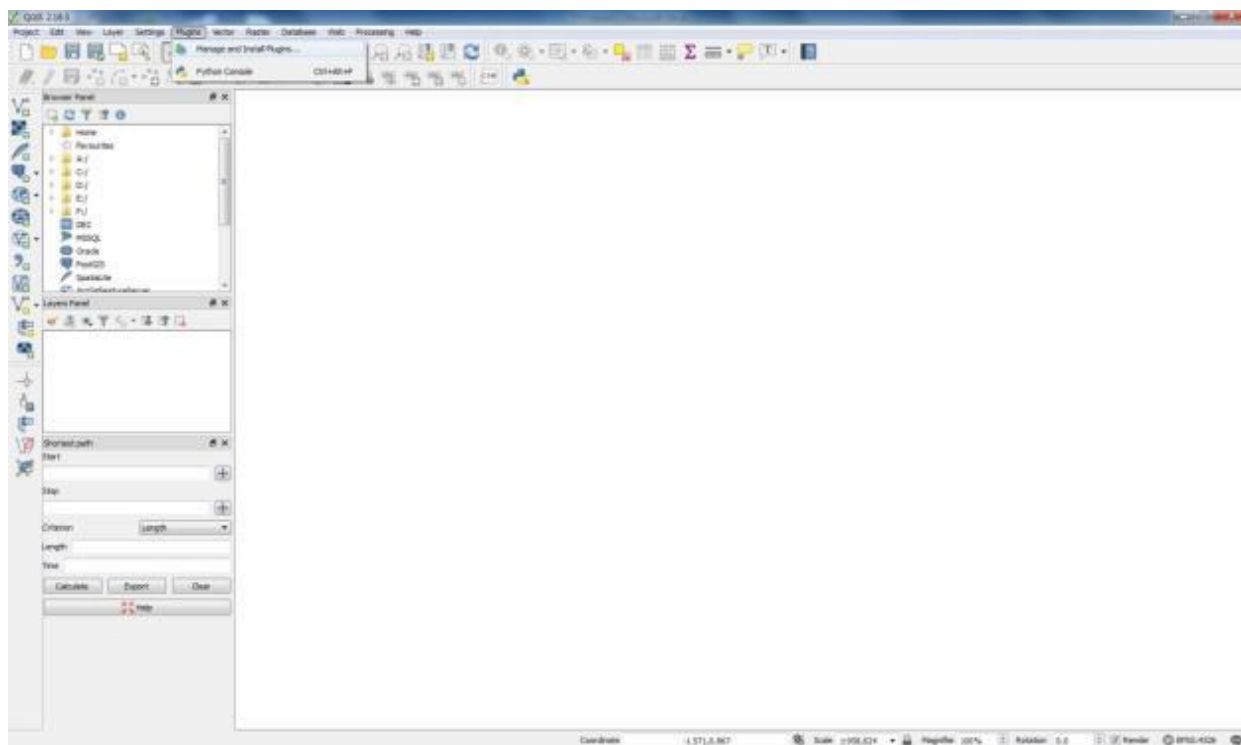
Τέλος για την παρουσίαση του αποτελέσματος χρησιμοποιήσαμε μια βαθμιδωτή απεικόνιση προκειμένου να δείξουμε το διαφορετικό ύψος στάθμης στο εκάστοτε τμήμα. Για τη βαθμιδωτή απεικόνιση επιλέχτηκε το μπλε χρώμα. Έτσι σημεία με πολύ μικρή στάθμη ύδατος απεικονίζονται με άσπρο χρώμα, το οποίο σκουραίνει και γίνεται πιο σκούρο σε περιοχές με μεγάλη στάθμη ύδατος.

2.3 Παρουσίαση της διαδικασίας ψηφιοποίησης

2.3.1. Εγκατάσταση του plugin

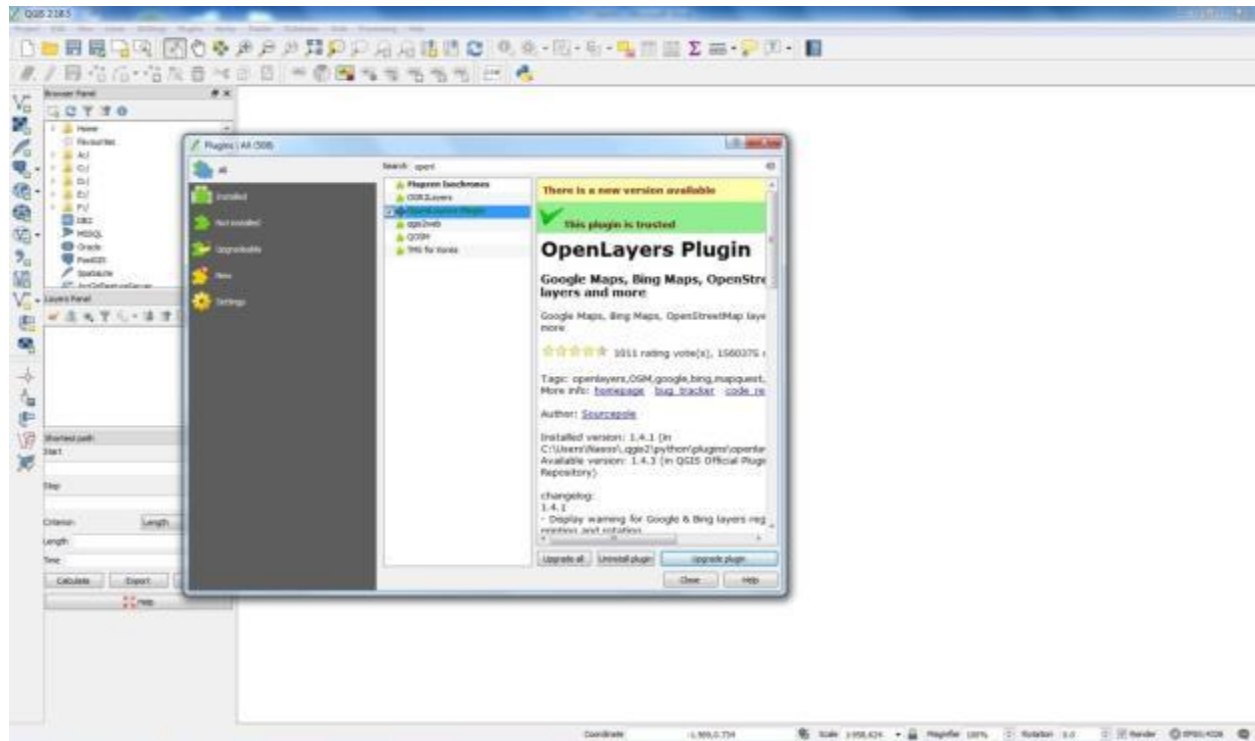
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το πρώτο βήμα ήταν να βρούμε χάρτη ο οποίος χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για να ψηφιοποιήσουμε τον ποταμό Άραχθο.

Μία από τις δυνατότητες του QGIS είναι η δυνατότητα εγκατάστασης διάφορων μικροεφαρμογών, πέραν των σταθερών εργαλείων, οι οποίες ονομάζονται plugins. Από το μενού και την επιλογή Plugins>Manage and Install Plugins κάνουμε εγκατάσταση το Plugin OpenLayers.



Εικόνα 2.1 Μενού Διαχείρισης Plugin

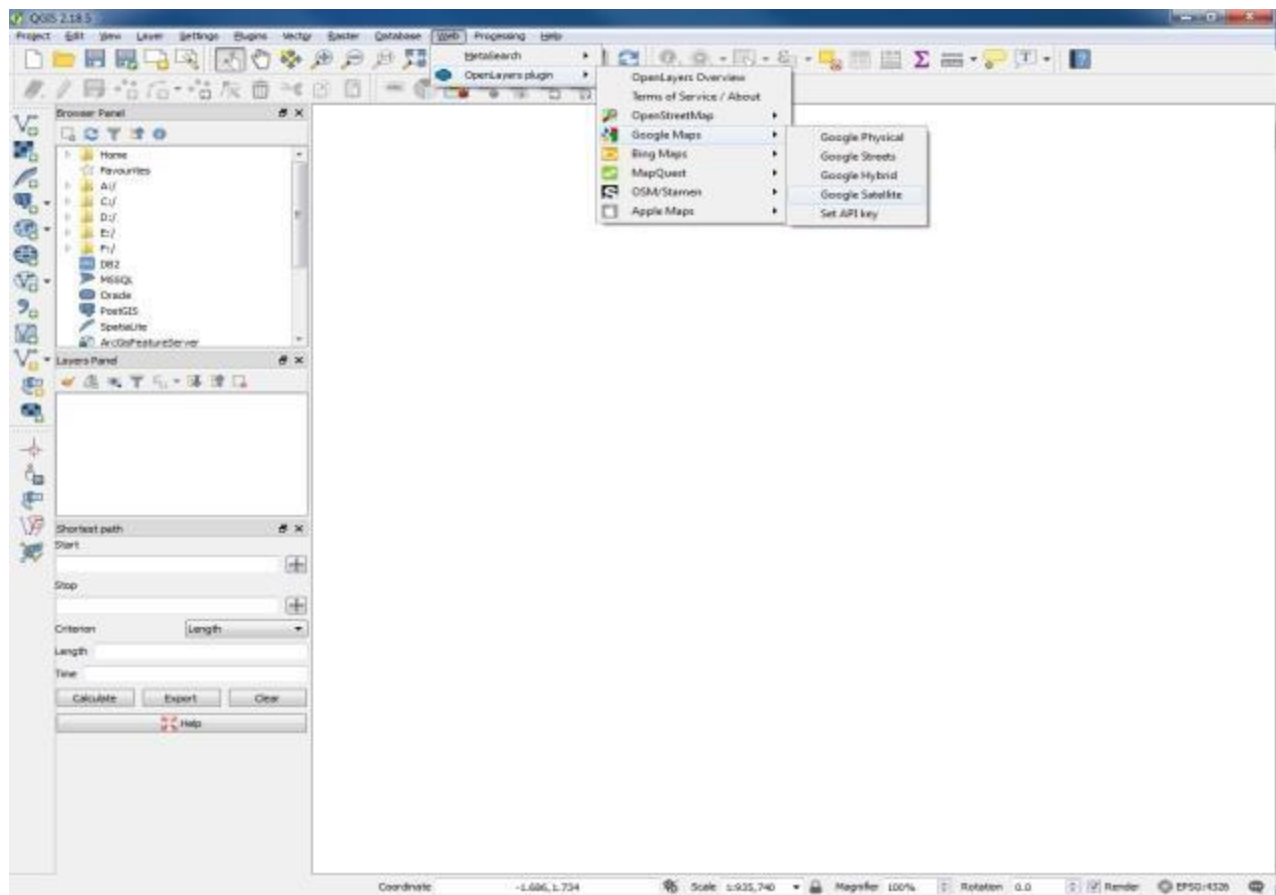
Κατόπιν στο πλαίσιο αναζήτησης ψάχνουμε το Plugin που προαναφέρθηκε. Το Plugin αυτό μας βοηθάει να φορτώσουμε στην εφαρμογή μας έναν παγκόσμιο χάρτη από τους διαθέσιμους των **Google Maps**, **Bing Maps** και **OpenStreetMaps**.



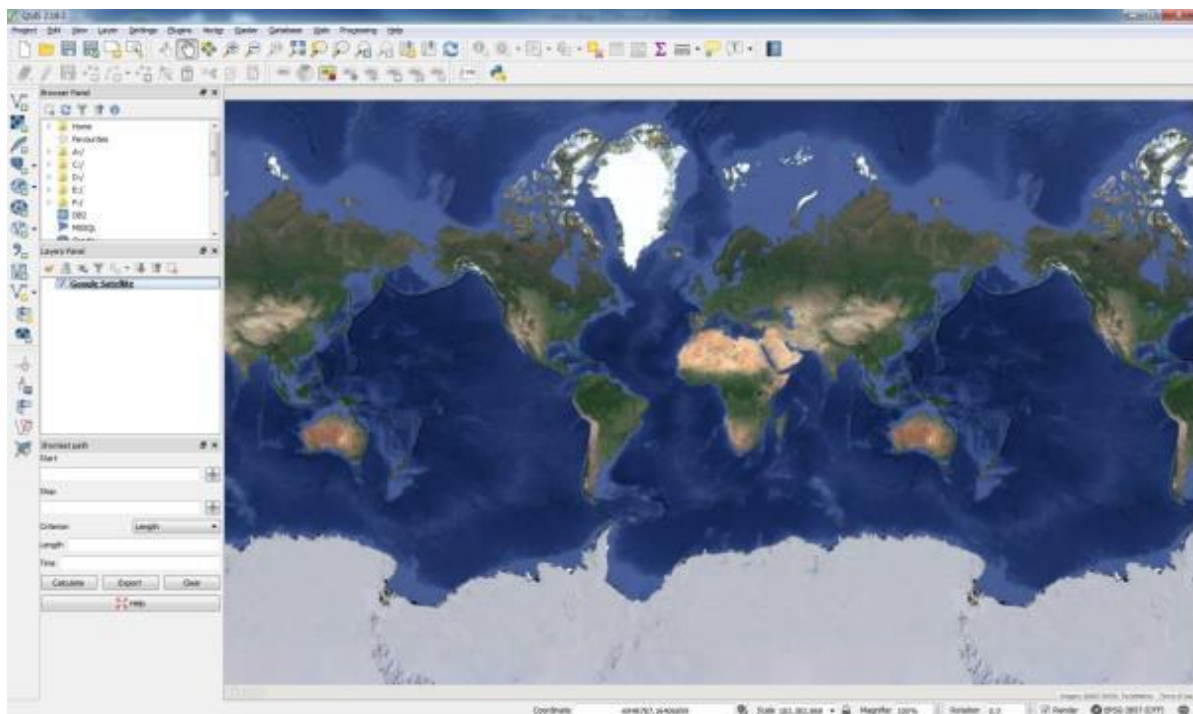
Εικόνα 2.2 Εγκατάσταση του OpenLayers Plugin

2.3.2 Εισαγωγή ψηφιακού υπόβαθρου και ψηφιοποίηση

Εφόσον εγκαταστήσαμε το OpenLayers plugin κάνουμε εισαγωγή το ψηφιακό υπόβαθρο-χάρτη, επιλέγοντας ένα από τους διαθέσιμους χάρτες , όπως φαίνεται και στην εικόνα 5. Εμείς επιλέξαμε τον χάρτη της **Google**, **Google Satellite**, γιατί παρείχε καλύτερη λεπτομέρεια για το εγχείρημα που θέλουμε να εκπονήσουμε.



Εικόνα 2.3 Εισαγωγή ψηφιακού υποβάθρου

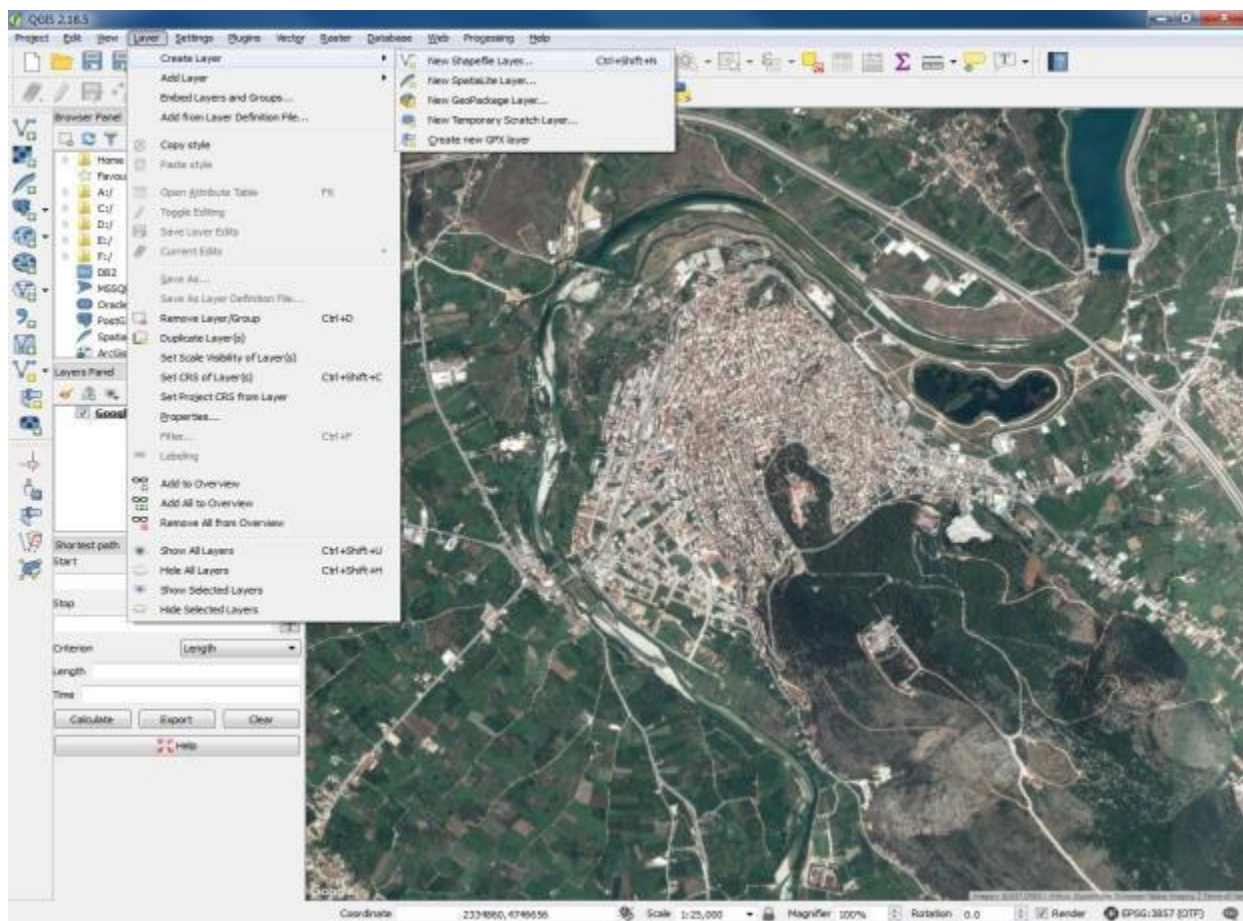


Εικόνα 2.4 Φόρτωση ψηφιακού υποβάθρου (Χάρτης)

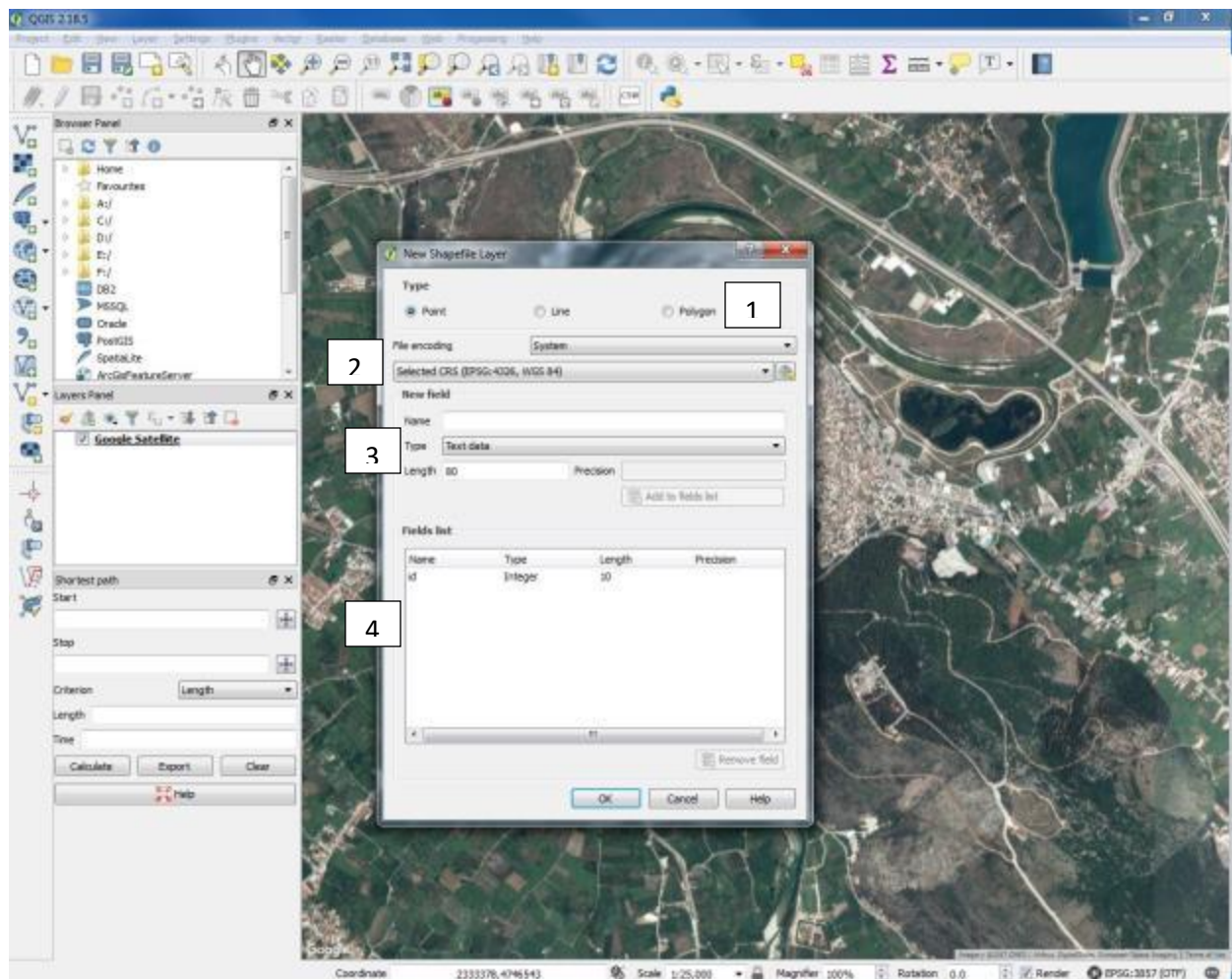
Εφόσον φορτωθεί το ψηφιακό υπόβαθρο (χάρτης), δημιουργούμε το layer το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για την ψηφιοποίηση (σχεδίαση) του ποταμού και ορίζουμε τα πεδία που θα δημιουργηθούν στην βάση δεδομένων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε τους δύο τύπους layer. Τα vector (διανυσματικά) και τα raster (εικονιστικά). Η βασική διαφορά των δύο layers είναι πως για την δημιουργία των raster layer χρησιμοποιούνται πολλά pixel για να διατηρήσουν την χρωματική πληροφορία, ενώ κατά τον σχεδιασμό των vector layer χρειάζονται μόνο τα σημεία για την σχεδίαση του περιγράμματος μιας και ο υπολογιστής με χρήση μαθηματικών σχεδιάζει το αντικείμενο και συμπληρώνει τις υπόλοιπες πληροφορίες.

Έτσι ενώ τα raster layer χρειάζονται μεγαλύτερο μέγεθος αρχείων για την αποθήκευση των δεδομένων τους, τα vector layer από την άλλη αποθηκεύουν μόνο τις πληροφορίες για την απεικόνιση των σημείων που χρειάζονται για την περιγραφή της περιοχής απεικόνισης. Επίσης τα vector layer έχουν καλύτερη παρουσίαση στην αυξομείωση της κλίμακας προβολής, αφού επανασχεδιάζονται σε κάθε αλλαγή της, σε αντίθεση με τα raster layer που θολώνουν (blur) κυρίως κατά την μείωση της κλίμακας (μεγέθυνση της εικόνας).

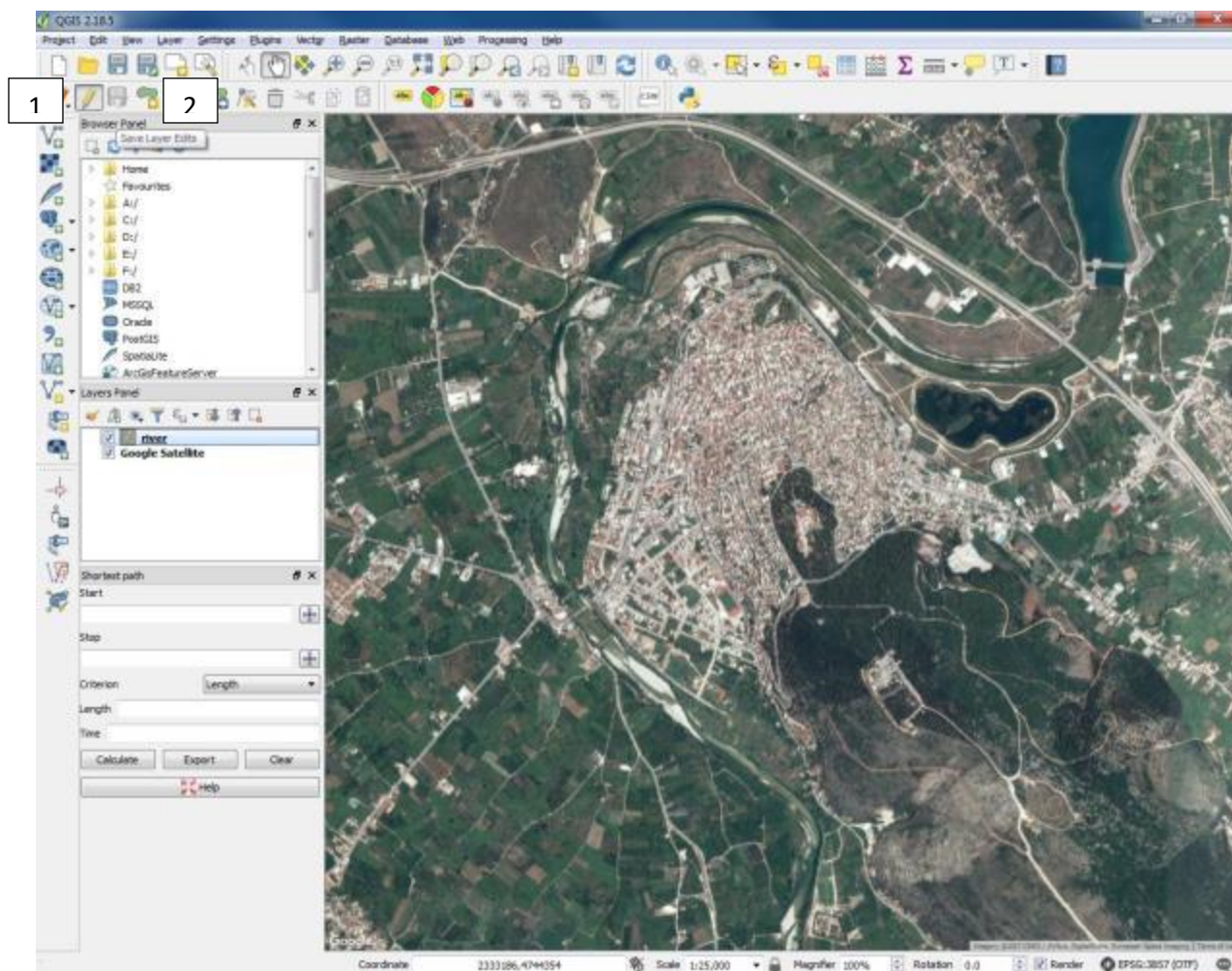


Εικόνα 2.5 . Εισαγωγή ψηφιακού υποβάθρου και δημιουργία layer ψηφιοποίησης



Εικόνα 2.6 . Διαδικασία δημιουργίας του layer ψηφιοποίησης

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.6, κατά την διαδικασία δημιουργίας ενός layer πρέπει να ορίσουμε το είδος (ευθεία, σημείο, πολύγωνο) (σημείο 1) και να ορίσουμε το σύστημα αναφοράς (σημείο 2) που χρησιμοποιήσαμε για την προτεινόμενη επιλογή. Στο σημείο 4 απεικονίζονται τα κελιά της βάσης δεδομένων που αφορούν το layer μας, τα οποία δημιουργούνται στο σημείο 3. Κατόπιν ορίζουμε το όνομα με το οποίο θα αποθηκευτεί το layer μας ως αρχείο.

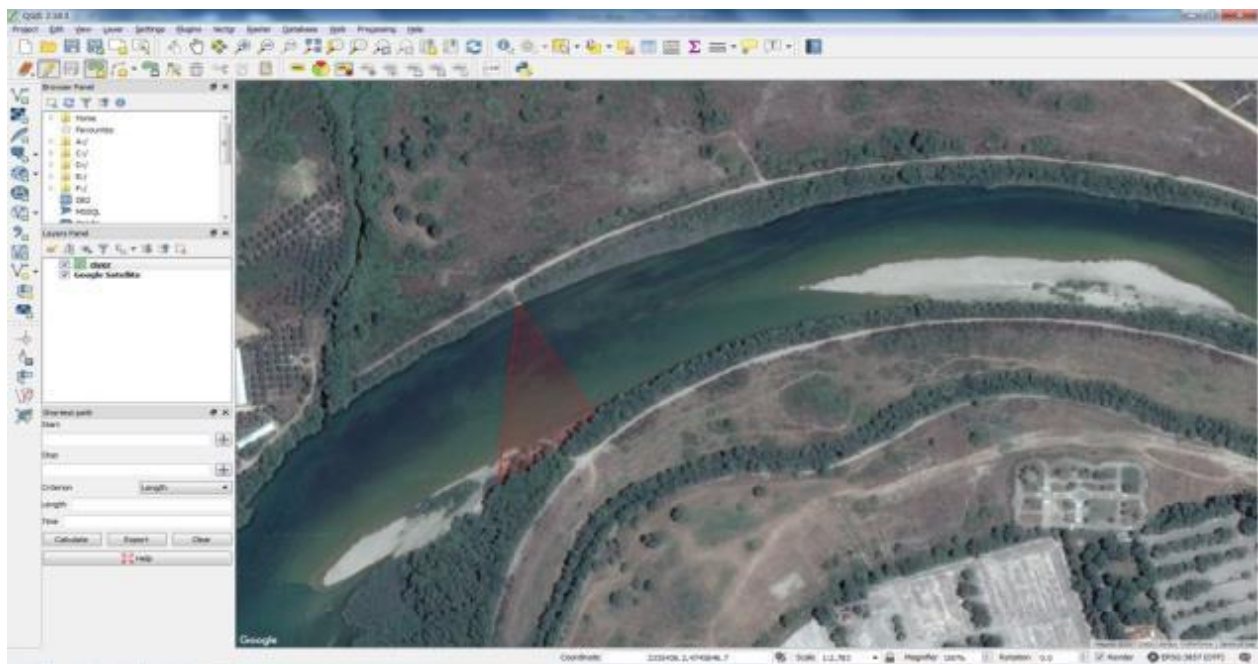


Εικόνα 2.7 . Επεξεργασία layer και δημιουργία πολυγώνων τμημάτων

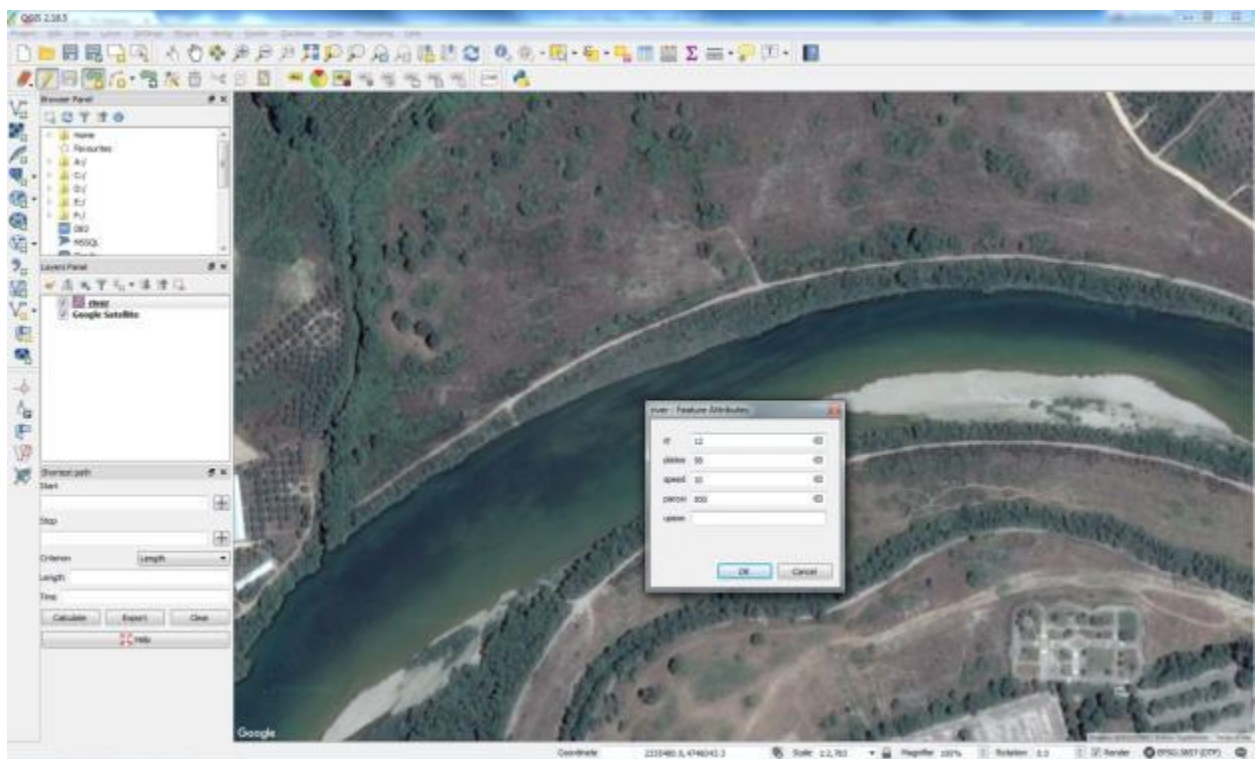
Όπως φαίνεται από την εικόνα 2.7 για να ξεκινήσουμε την διαδικασία της ψηφιοποίησης (σχεδίασης) του ποταμού πρέπει να κάνουμε τα εξής βήματα:

- 1) Ενεργοποίηση της διαδικασίας επιλέγοντας το μολυβάκι (σημείο 1)
- 2) Επιλέγουμε το κουμπί στο σημείο 2 για να δείξουμε στο πρόγραμμα ότι η περιοχή που θα ψηφιοποιήσουμε θα είναι πολύγωνο.
- 3) Αφού τελειώσουμε το κομμάτι που ψηφιοποιούμε κάνουμε δεξί κλικ, οπότε το πρόγραμμα μας παρουσιάζει την βάση δεδομένων του layer για να εισάγουμε τα δεδομένα για το τμήμα που σχεδιάσαμε.
- 4) Πατάμε αποθήκευση (η δισκέτα, δίπλα στο σημείο 1) για να αποθηκευθούν οι αλλαγές που κάναμε.

Κατά την διαδικασία της ψηφιοποίησης, ορίζουμε τα σημεία τα οποία θα οριοθετούν την περιοχή εντός της κοίτης του ποταμού και η μεταβολή της στάθμης του ύψους είναι εντός του ορίου μεταβολής, όπως φαίνεται στις επόμενες εικόνες.

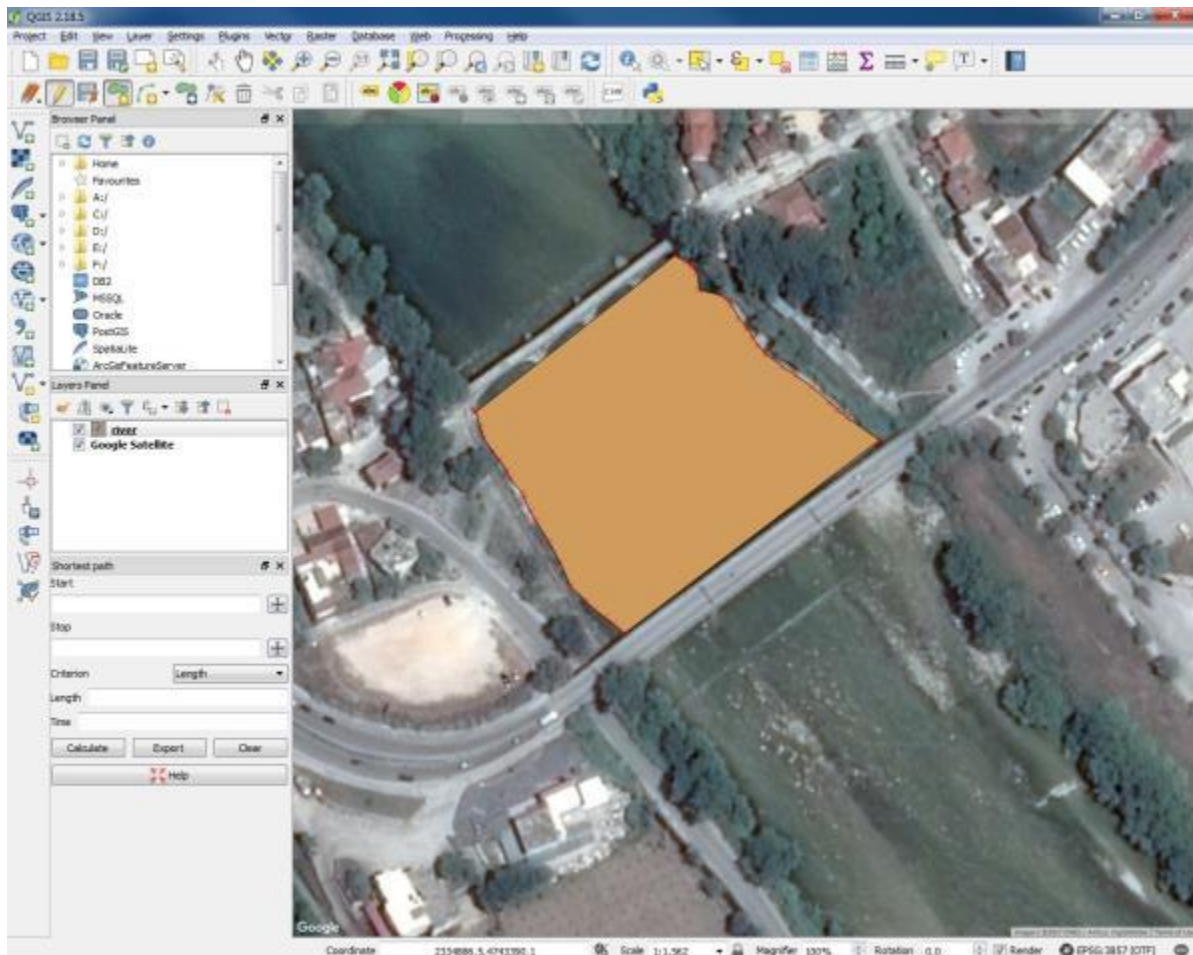


Εικόνα 2.8 . Ψηφιοποίηση (σχεδιασμός) τμήματος του ποταμού



Εικόνα 2.9 . Συμπλήρωση τιμών στην Βάση Δεδομένων

Όσον αφορά την συμπλήρωση των τιμών στην βάση δεδομένων, αυτή γίνεται για κάθε τμήμα που ψηφιοποιούμε ξεχωριστά. Αφού τελειώσει η ψηφιοποίηση, ανοίγουμε την βάση δεδομένων προκειμένου να κάνουμε επεξεργασία στο κελί που αναφέρεται στο ύψος της στάθμης ορίζοντας το να υπολογίζει αυτόματα τα δεδομένα βάσει του τύπου παροχή/(ταχύτητα*πλάτος) κι ενημερώνουμε όλα τα κελιά.

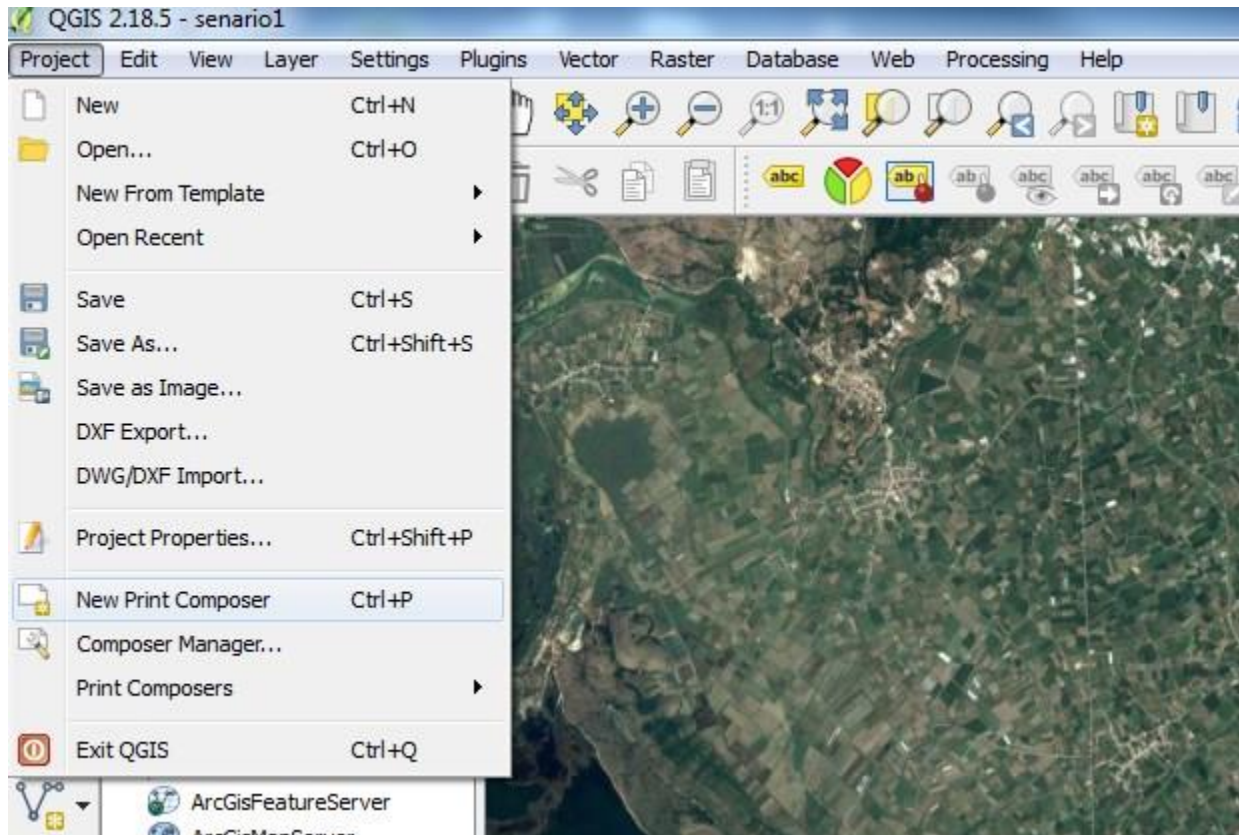


Εικόνα 2.10 Το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης ενός τμήματος του ποταμού Αράχθου

2.4 Δημιουργία και εξαγωγή χάρτη

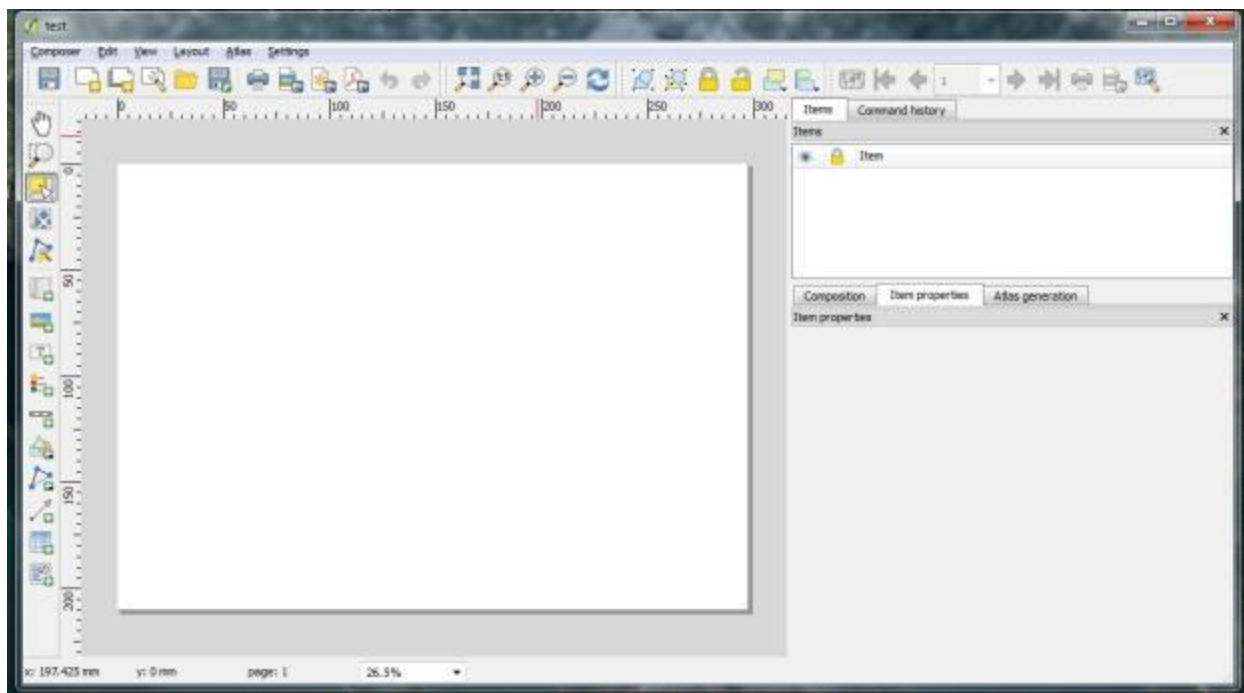
Το τελικό βήμα μετά την επεξεργασία του χάρτη είναι η εξαγωγή του, συνήθως με μορφή εικόνας (jpeg). Παρακάτω θα δούμε πως γίνεται αυτή η διαδικασία.

Πρωτίστως μεταβαίνουμε στο εργαλείο του QGIS για την σύνθεση χαρτών ,composer. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 2.11 από το μενού «Project» επιλέγουμε «New Print Composer» (Νέα εκτύπωση Σύνθεσης).



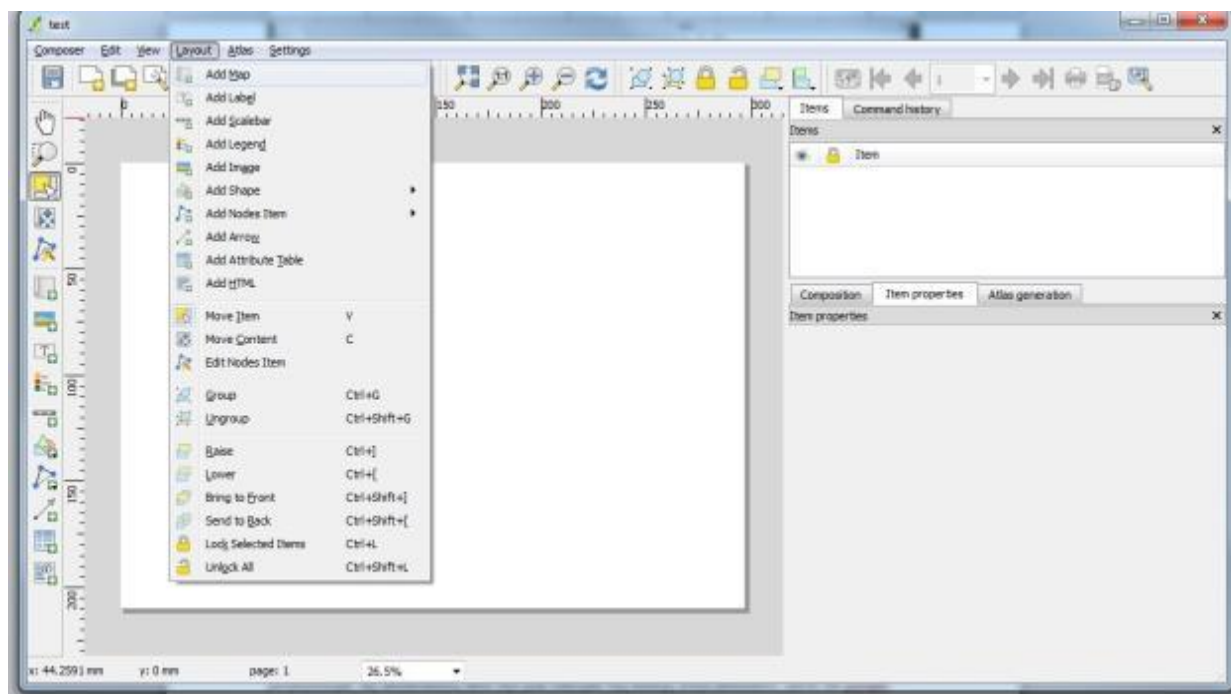
Εικόνα 2.11 Επιλογή για εκτύπωση νέου χάρτη

Αφού ορίσουμε ένα όνομα για την σύνθεση που θα δημιουργήσουμε εμφανίζεται το εργαλείο της σύνθεσης (composer).



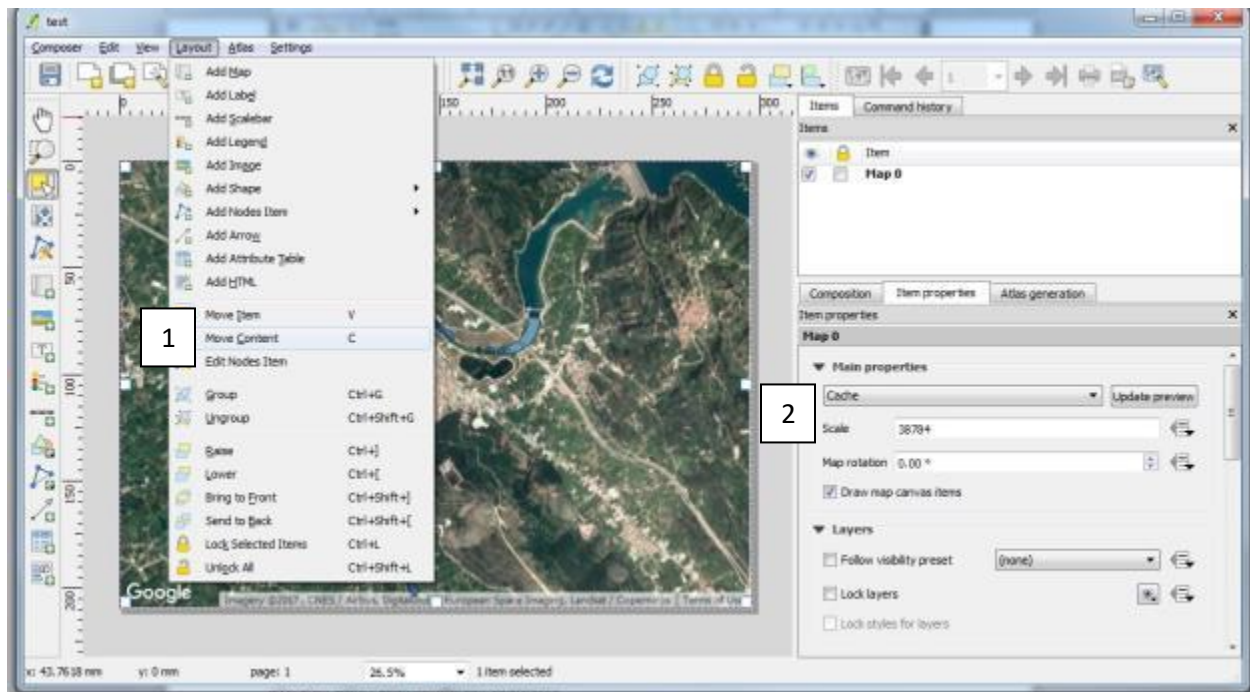
Εικόνα 2.12 Το εργαλείο της σύνθεσης χαρτών (Composer)

Εμείς δημιουργήσαμε έναν απλό χάρτη ο οποίος περιέχει δύο στοιχεία. Την περιοχή που καλύπτει ο Άραχθος ποταμός και ένα υπόμνημα με τα ύψη στάθμης του νερού. Σε πρώτη φάση θα δούμε πως εισάγουμε τον χάρτη μας και πως ορίζουμε την κλίμακα παρουσίασης.



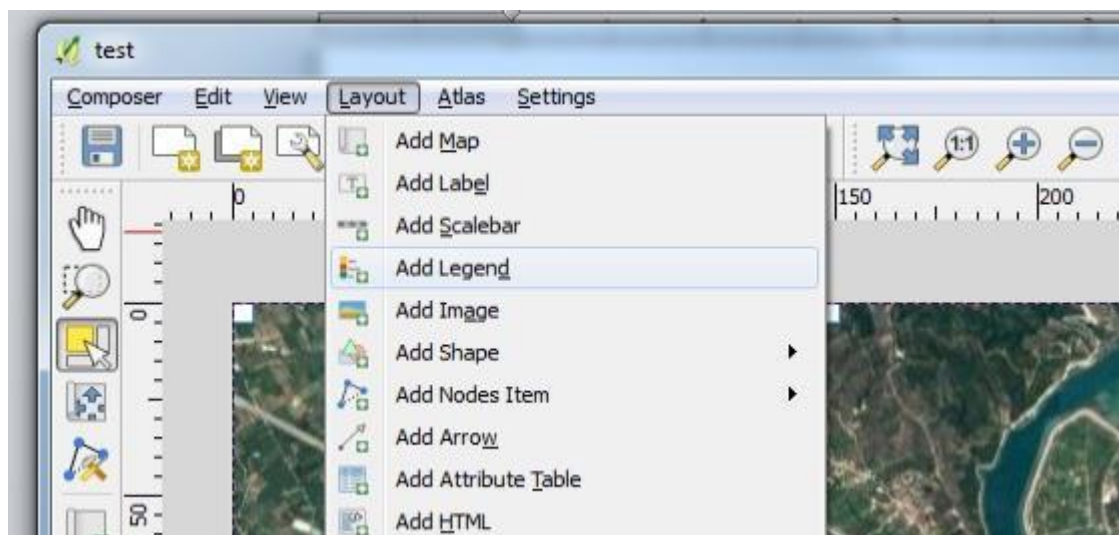
Εικόνα 2.13 Εισαγωγή χάρτη στην σύνθεση

Ορίζουμε την περιοχή στην οποία θα γίνει η εισαγωγή του χάρτη που επεξεργαζόμασταν. Ο ορισμός της περιοχής γίνεται με την δημιουργία ενός ορθογωνίου πλαισίου πάνω στον καμβά του composer.



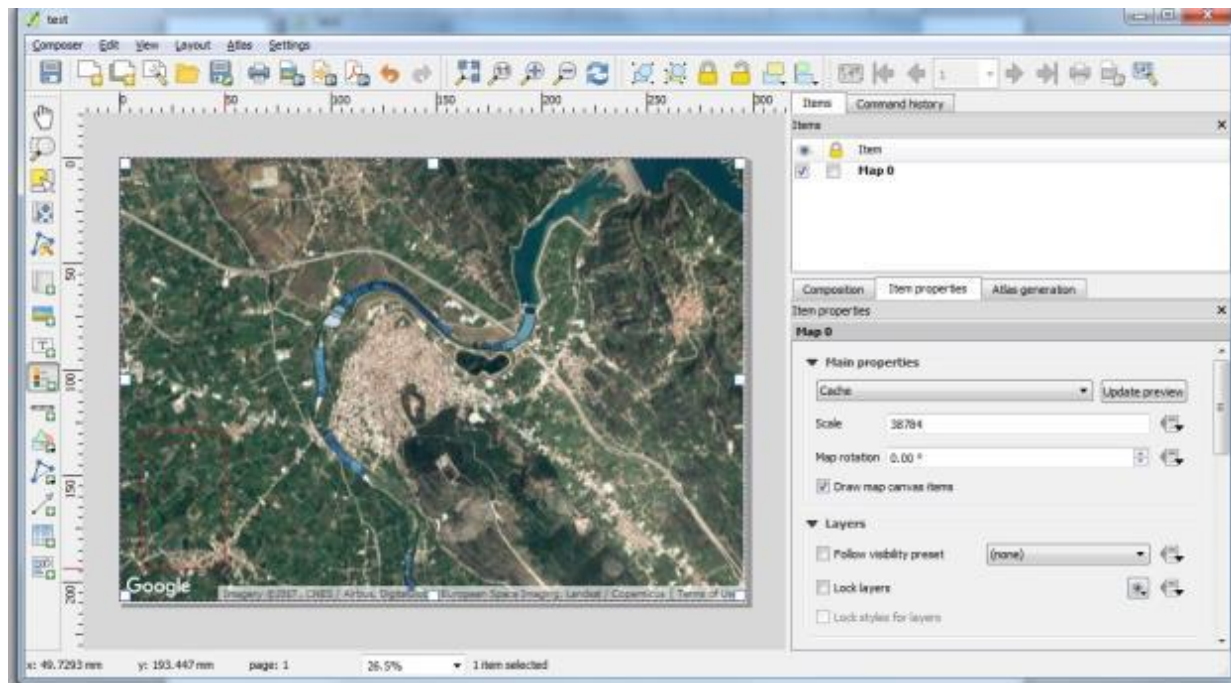
Εικόνα 2.14 Επεξεργασία χάρτη

Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.14 στο σημείο 1 υπάρχει η εντολή «Move Content» με την οποία μπορούμε να μετακινήσουμε τον χάρτη μας ώστε να εστιάσουμε καλύτερα στην επιθυμητή περιοχή απεικόνισης. Στο σημείο 2 μπορούμε να ορίσουμε την κλίμακα απεικόνισης του χάρτη και να κάνουμε «Update Preview» για να ενημερωθεί ο χάρτης με την αλλαγή.



Εικόνα 2.15 Εισαγωγή υπομνήματος

Από την επιλογή « Layout > Add Legend » όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.15 κάνουμε εισαγωγή το υπόμνημα το οποίο βασίζεται στα layers που χρησιμοποιήσαμε κατά την επεξεργασία του χάρτη στα προηγούμενα βήματα και στην συνέχεια ορίζουμε την περιοχή στην οποία θα εισαχθεί.

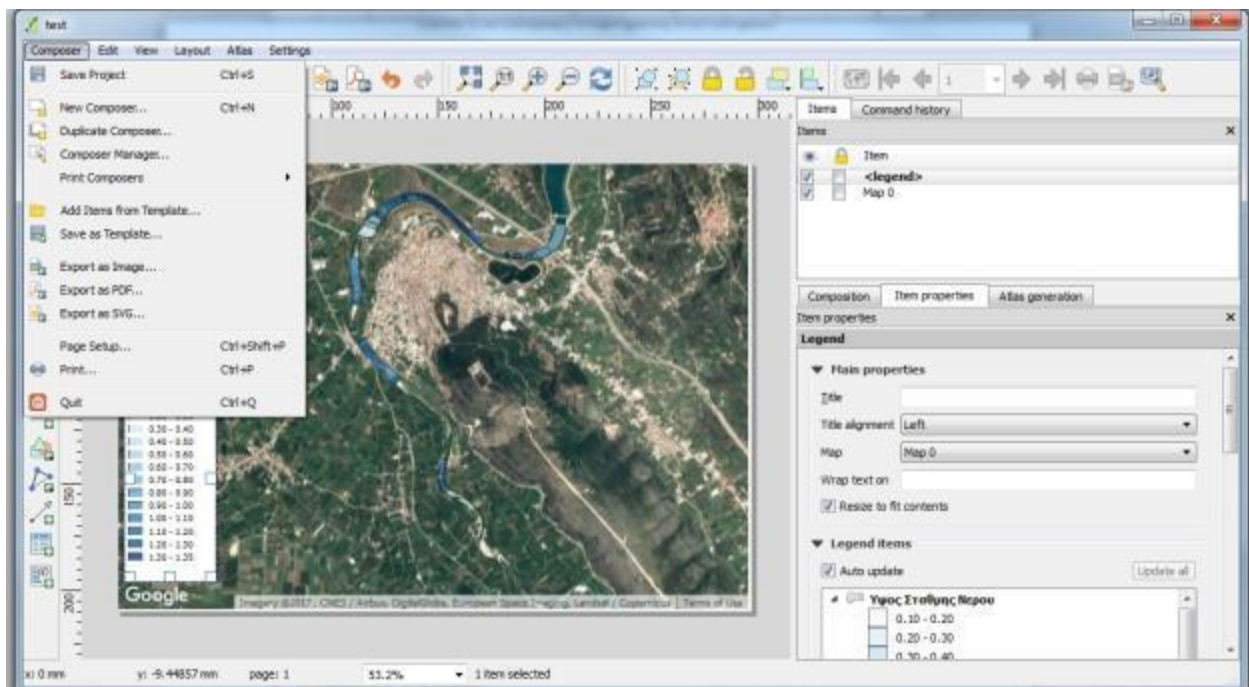


Εικόνα 2.16 Εισαγωγή υπομνήματος στον composer

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.16 το κόκκινο ορθογώνιο ορίζει την περιοχή στην οποία θα εισαχθεί το υπόμνημα του χάρτη μας.

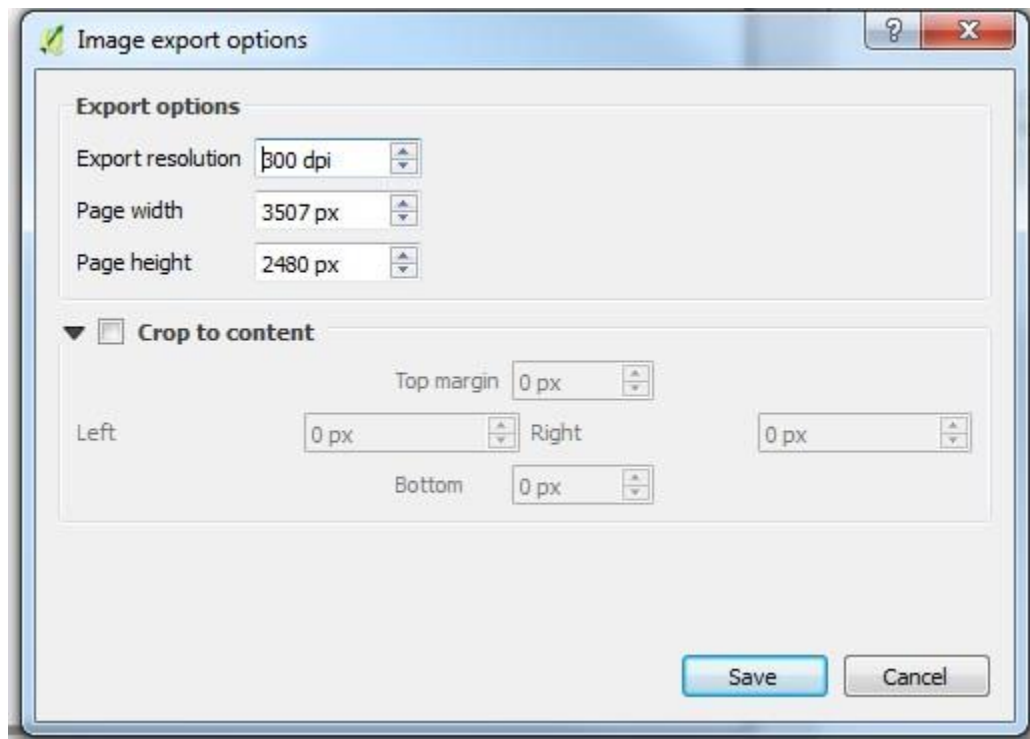
Επίσης το δεξιό κομμάτι της εικόνας χωρίζεται σε δύο περιοχές (άνω και κάτω). Στην άνω περιοχή εμφανίζονται τα αντικείμενα τα οποία έχουμε εισάγει για την σύνθεση του χάρτη (composer), ενώ στην κάτω εμφανίζονται οι δυνατές επιλογές για κάθε αντικείμενο. Στην προκειμένη περίπτωση για το αντικείμενο του χάρτη η μία από τις διαθέσιμες επιλογές είναι η κλίμακα προβολής.

Εφόσον τελειώσουμε με την επεξεργασία των στοιχείων και συνθέσουμε τον χάρτη στην μορφή που θέλουμε μπορούμε να εξάγουμε τον χάρτη είτε ως image (jpeg), είτε ως έγγραφο pdf.



Εικόνα 2.17 Εξαγωγή συνθέσεως χάρτη ως jpeg ή pdf

Αν επιλέξουμε την μορφή εικόνας (jpeg), μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε τόσο την ανάλυση της εικόνας, όσο και το μέγεθος αυτής, αλλά και τυχόν περιθώρια.

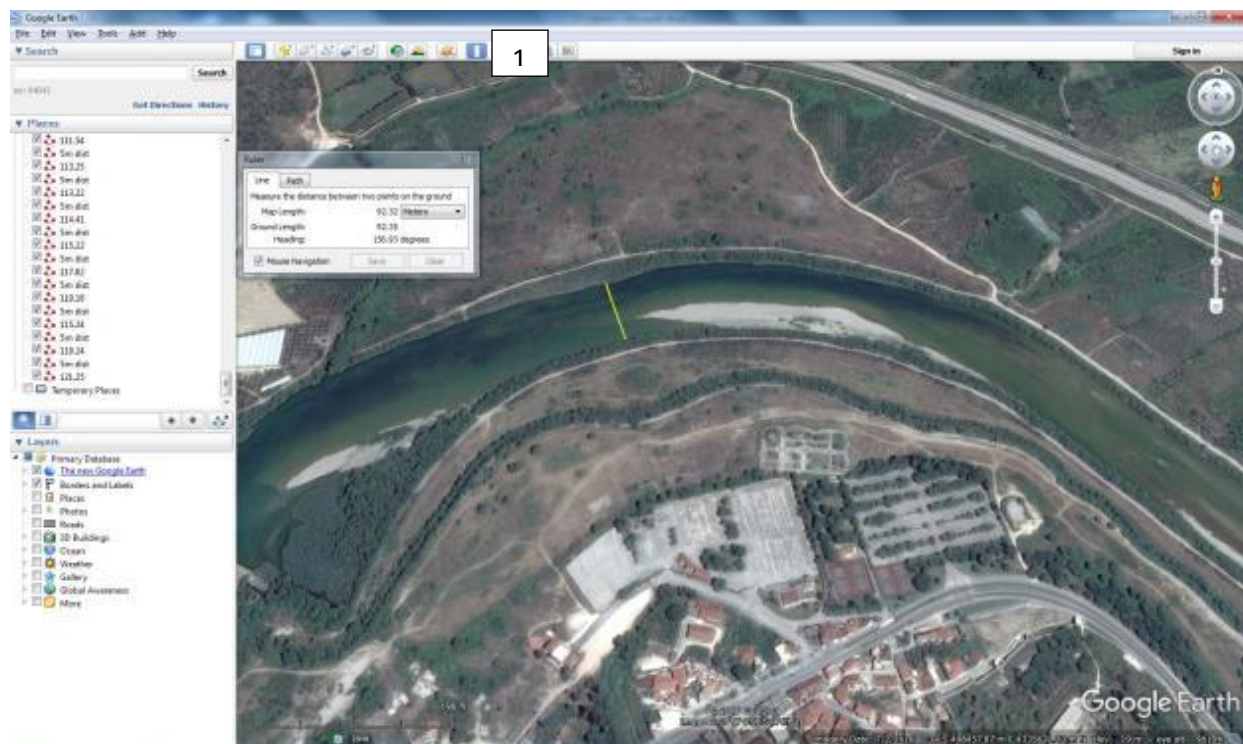


Εικόνα 2.18 Επιλογές Εξαγωγής χάρτη ως εικόνα

3. GOOGLE EARTH

Το Google Earth είναι ένα λογισμικό (γεωπεριηγητής) το οποίο έχει πρόσβαση τόσο σε δορυφορικές εικόνες και αεροφωτογραφίες, όσο και σε ωκεάνιες βαθυμετρήσεις κι άλλων ειδών γεωγραφικά δεδομένα τα οποία συνδυάζει για να δημιουργήσει μια τρισδιάστατη απεικόνιση της γης.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήσαμε το Google Earth προκειμένου να μετρήσουμε τις αποστάσεις από την μια πλευρά της κοίτης στην απέναντι, ώστε να μπορέσουμε να υπολογίζουμε το ύψος της στάθμης, καθώς επίσης και για να δούμε το «υψομετρικό προφίλ» της περιοχής που εξετάζουμε, ώστε να μπορέσουμε στη συνέχεια με την χρήση του AutoCAD να σχεδιάσουμε το τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής.

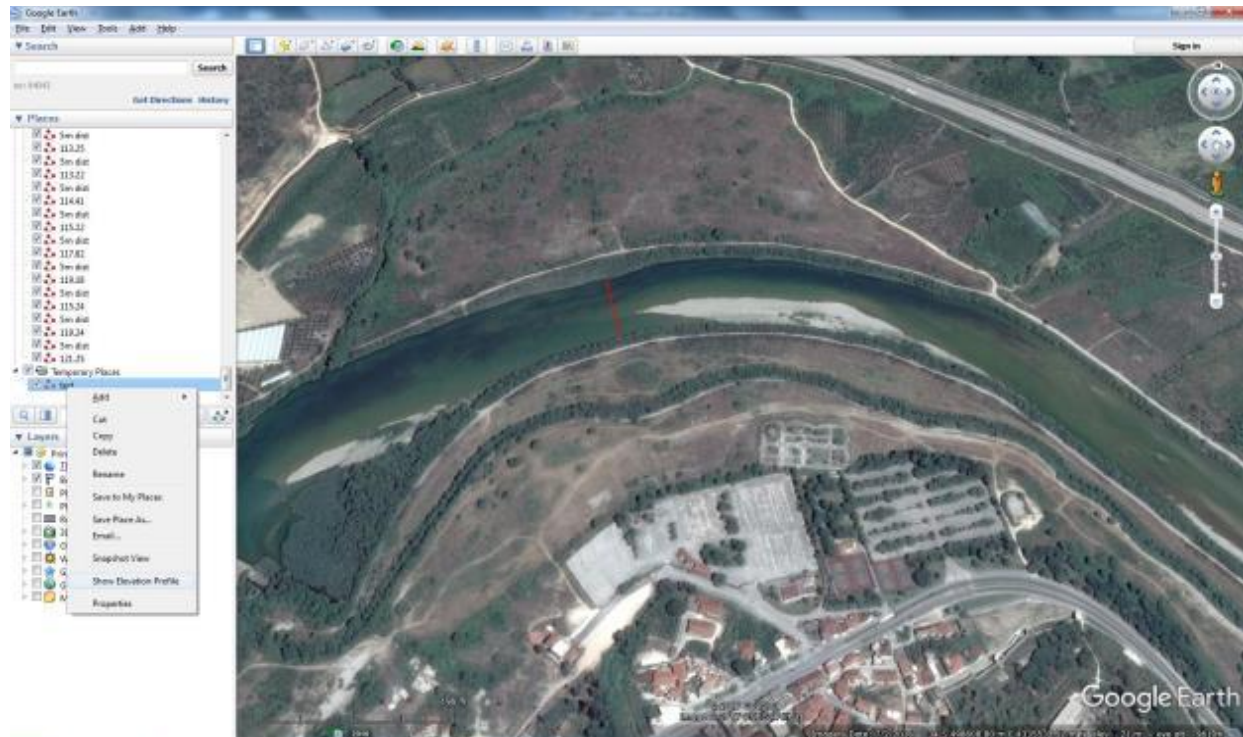


Εικόνα 3.1 Υπολογισμός απόστασης δύο σημείων

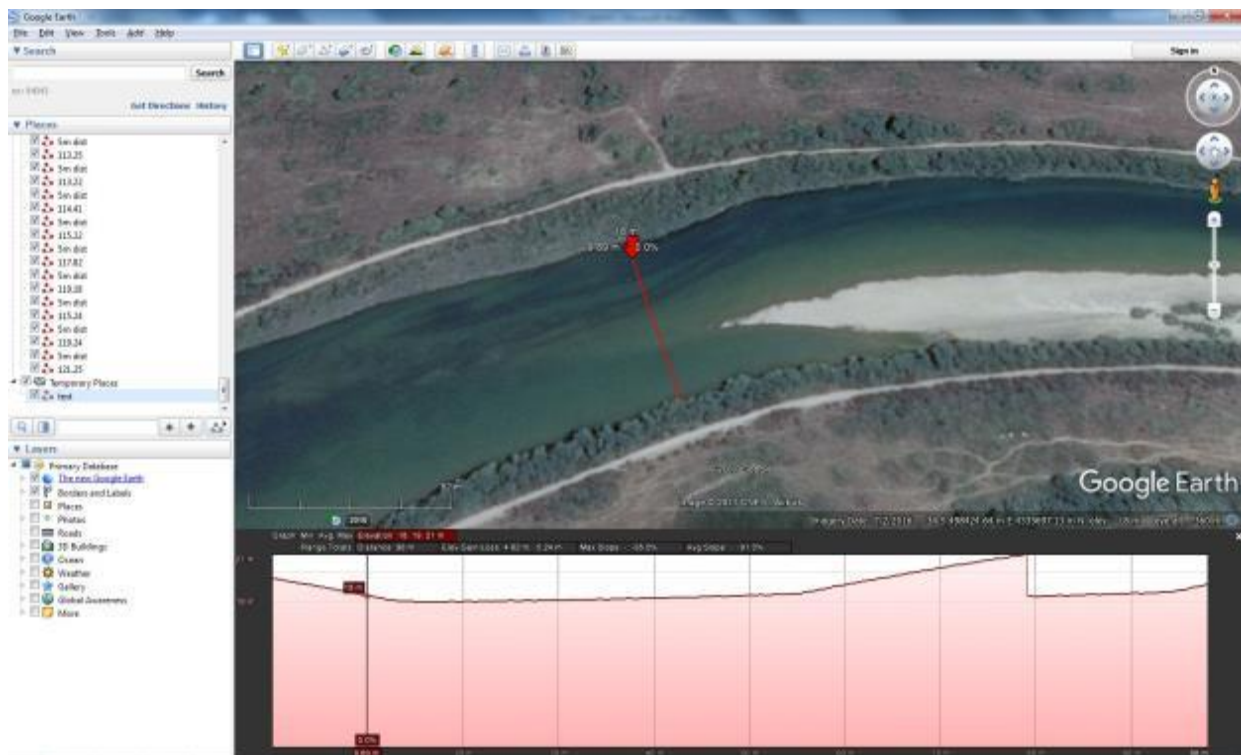
Για τον υπολογισμό της απόστασης δύο σημείων πάνω στον χάρτη, επιλέγουμε τον χάρακα (ruler, σημείο 1) και στη συνέχεια με την βοήθεια του ποντικιού ορίζουμε την αρχή και το τέλος της απόστασης που θέλουμε να μετρήσουμε. Η απόσταση που σχεδιάζεται επειδή είναι προσωρινή εμφανίζεται με κίτρινο χρώμα, εκτός αν αποθηκευτεί οπότε εμφανίζεται με κόκκινο. Για να μπορέσουμε να δούμε το υψομετρικό προφίλ της περιοχής πάνω στην ευθεία που μετρήσαμε την απόσταση, πρέπει υποχρεωτικά να αποθηκεύσουμε την μέτρηση μας και

στην συνέχεια από το πτυσσόμενο μενού που προκύπτει με δεξί κλικ διαλέγουμε την επιλογή «Show Elevation Profile», όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.2 .

Στην εικόνα 3.3 εμφανίζεται το αποτέλεσμα της παραπάνω ενέργειας. Στο κάτω 1/3 της οθόνης εμφανίζεται η οριζοντιογραφία της απόστασης που σχεδιάσαμε. Το τμήμα με το απαλό ροζ χρώμα απεικονίζει την γη και το άσπρο τμήμα την ελεύθερη επιφάνεια.



Εικόνα 3.2 Επιλογή προβολής υψομετρικού προφίλ της επιλεγμένης απόστασης σημείων



Εικόνα 3.3 Προβολή υψομετρικού προφίλ

Εμείς ορίσαμε όλες τις αποστάσεις και υπολογίσαμε τα υψόμετρα από τα υψομετρικά προφίλ που χρειαζόντουσαν για να παραχωρήσουμε στη σχεδίαση του τρισδιάστατου μοντέλου μας. Στην συνέχεια αποθηκεύσαμε την περιοχή με τις αποθηκευμένες αποστάσεις ως εικόνα από το μενού του λογισμικού την οποία και εισάγαμε αργότερα στο AutoCAD.



Εικόνα 3.4 Αποθήκευση περιοχής ως Image file (Jpg)

4. AUTOCAD

4.1 Προσχεδιασμός της διαδικασίας κατασκευής του 3D μοντέλου

Το AutoCAD είναι ένα από τα πιο γνωστά προγράμματα μηχανικού και αρχιτεκτονικού σχεδίου που στηρίζει τον τρόπο σχεδίασης σε διανυσματικά μεγέθη, τόσο για τις δύο αλλά και τις τρεις διαστάσεις

Εμείς χρησιμοποιήσαμε το AutoCAD για να δημιουργήσουμε ένα τρισδιάστατο μοντέλο της κοίτης του Αράχθου στην περιοχή γύρω από το «Γιοφύρι της Άρτας». Με την χρήση του Google Earth «πήραμε» μια φωτογραφία της περιοχής την οποία κάναμε εισαγωγή στο AutoCAD. Στην συνέχεια μετατρέψαμε την εικόνα σε 1:1 (φυσικό μέγεθος).

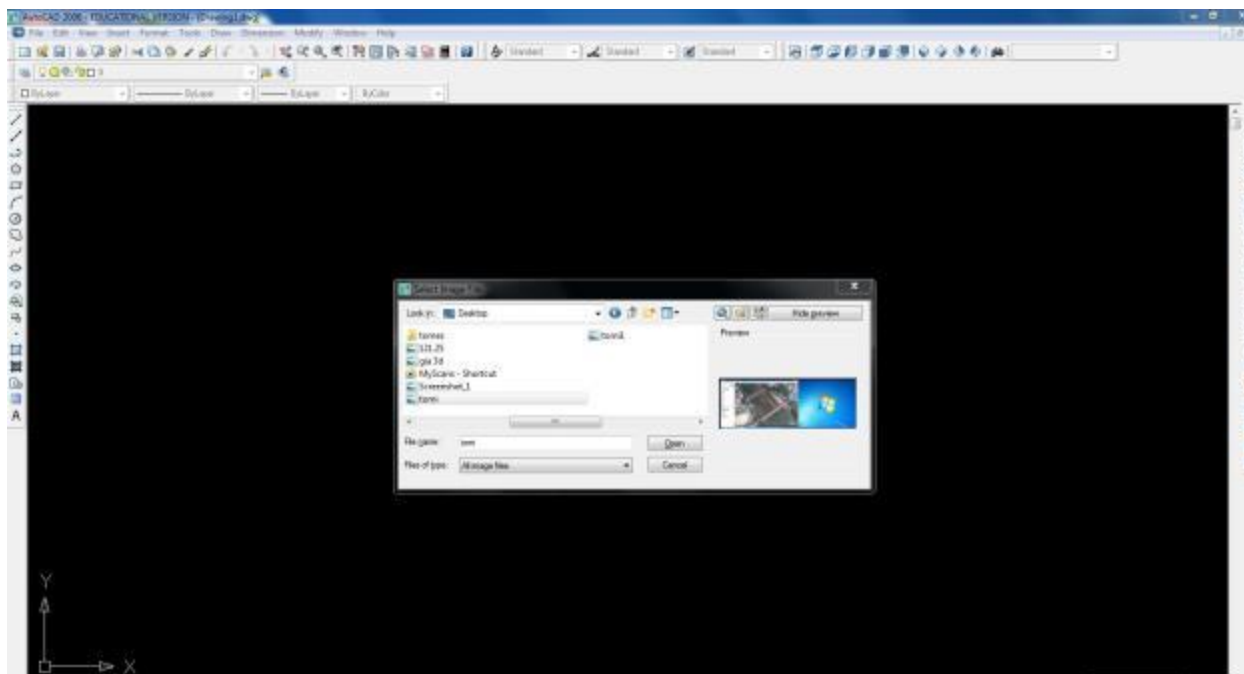
Για να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε το τρισδιάστατο μοντέλο χρησιμοποιήσαμε το Google Earth προκειμένου να μετρήσουμε αποστάσεις στην περιοχή γύρω από το γεφύρι και να μπορέσουμε να δούμε το υψομετρικό προφίλ τους. Με την βοήθεια αυτών των εικόνων δημιουργήσαμε τμήματα τόσο κατά μήκος όσο και κατά πλάτος του τμήματος του ποταμιού, τα οποία στην συνέχεια κάναμε τρισδιάστατα.

Τέλος «κόψαμε» τα τμήματα αυτά στις κλίσεις που είχαν τα υψομετρικά προφίλ και τα ενοποιήσαμε σε ένα ενιαίο κομμάτι. Ως τελικό βήμα δημιουργήσαμε κι ένα τμήμα που απεικονίζει το εκάστοτε ύψος στάθμης νερού για τα σενάρια μελέτης που θα δούμε παρακάτω.

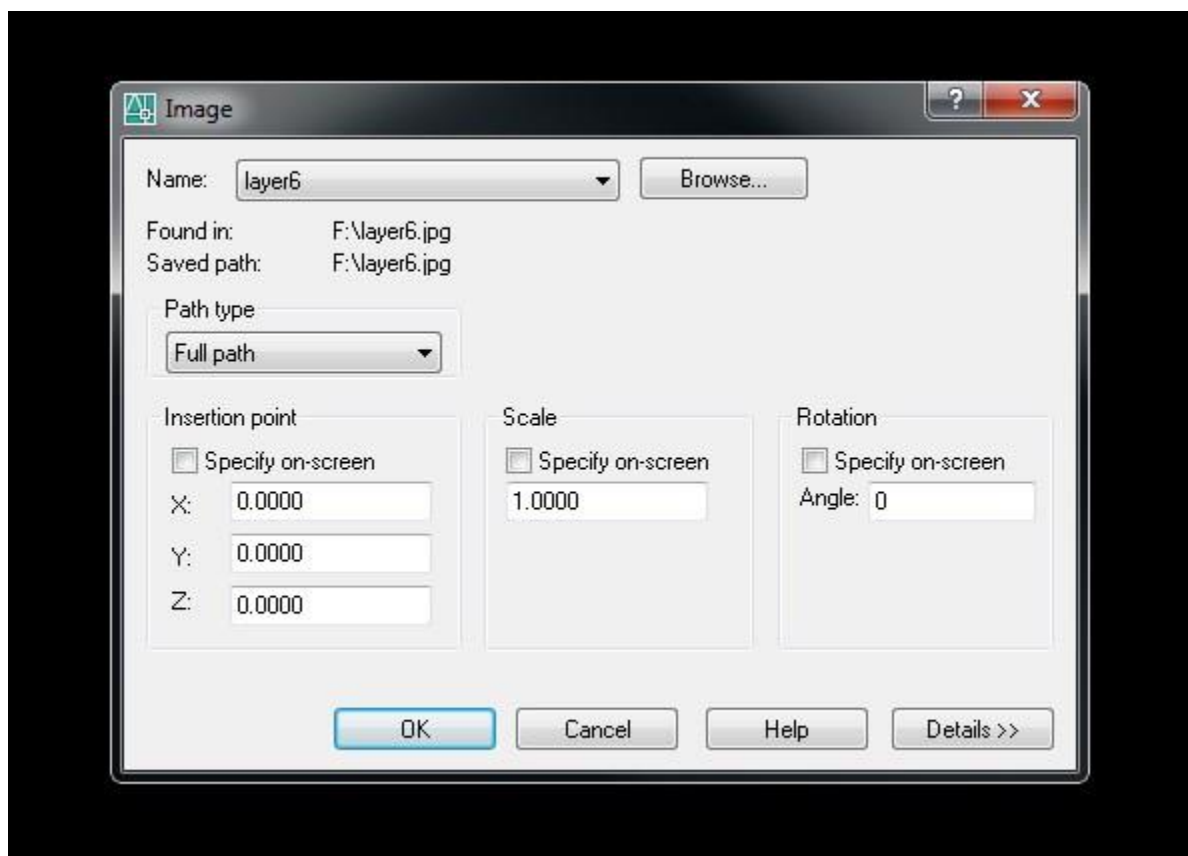
4.2 Παρουσίαση της διαδικασίας κατασκευής του 3D μοντέλου

4.2.1 Εισαγωγή εικόνας στο AutoCAD

Από το μενού Insert>Raster Image και το πλαίσιο διαλόγου που αναδύεται, επιλέγουμε την εικόνα που θα εισάγουμε στο AutoCAD. Στην συνέχεια καθορίζουμε το σημείο στο οποίο θα εισαχθεί καθώς και την κλίμακα της.



Εικόνα 4.1 Εισαγωγή εικόνας στο AutoCAD



Εικόνα 4.2 Μενού εισαγωγής εικόνας στο AutoCAD

Από το μενού της εισαγωγής παρατηρούμε τα εξής:

1) Εμφανίζεται το όνομα του αρχείου και η θέση του. Αν για κάποιο λόγο αλλάξει η θέση του αρχείου ή πρέπει να το δει κάποιος τρίτος υπάρχει η επιλογή να αλλαχθεί η τοποθεσία του αρχείου οπότε το AutoCAD μπορεί να την ξαναφορτώσει.

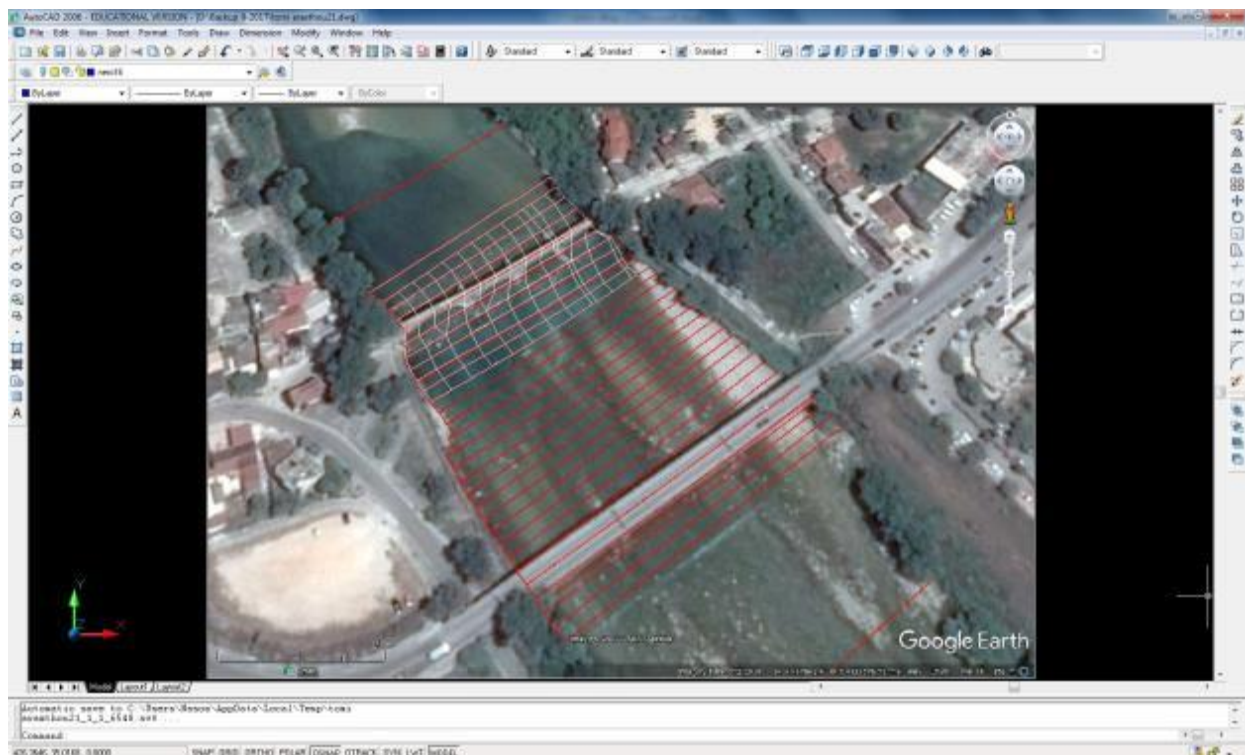
2) Σημείο εισαγωγής (Insertion Point), είναι το σημείο στο οποίο θα τοποθετηθεί η κάτω αριστερή εικόνα του αρχείου μας. Αν δεν θέλουμε να διαλέξουμε με το ποντίκι το σημείο εισαγωγής μπορούμε να την ορίσουμε πληκτρολογώντας την ή να αφήσουμε την προεπιλογή που είναι η αρχή των αξόνων.

3) Μπορούμε να ορίσουμε την κλίμακα (scale) , αν θέλουμε αλλιώς αφήνουμε την προεπιλογή που είναι το 1 και δηλώνει το φυσικό μέγεθος της εικόνας. Αν δεν ξέρουμε την κλίμακα της εικόνας, μετράμε μια γνωστή απόσταση πάνω στην εικόνα και με αναγωγή την μετατρέπουμε σε 1:1.

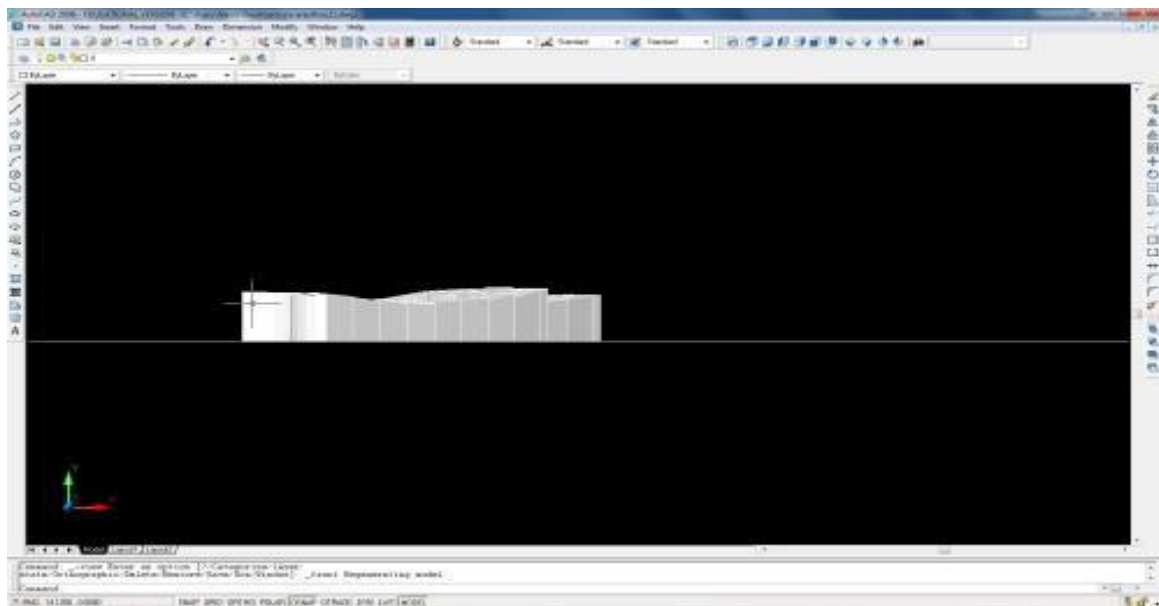
4) Μπορούμε να ορίσουμε γωνία περιστροφής της εικόνας. Η γωνία περιστροφής γίνεται με σταθερό σημείο την κάτω αριστερή γωνία της εικόνας. Η προεπιλογή είναι 0 μοίρες.

Στην εικόνα την οποία πήραμε από το Google Earth στην κάτω αριστερή γωνία φαίνεται και η κλίμακα στην οποία είναι. Οπότε με την απλή μέθοδο των τριών μπορούμε να την μετατρέψουμε σε 1:1. Στην συνέχεια βάσει των υψομετρικών προφίλ (στην εικόνα 4.3 είναι οι κόκκινες γραμμές) σχεδιάζουμε τα λευκά τμήματα όπως φαίνονται στην εικόνα 4.3 .

Στην συνέχεια δημιουργούμε τα τρισδιάστατα τμήματα και τα προσαρμόζουμε στις υψομετρικές τιμές των πλαισίων βάσει των υψομετρικών προφίλ που προέκυψαν από τις εικόνες που έχουμε πάρει από το Google Earth. Στην εικόνα 4.4 φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα από νοτιοδυτική γωνία.



Εικόνα 4.3 Σχεδίαση τμημάτων βάσει υψομετρικών προφίλ



Εικόνα 4.4 Τρισδιάστατη απεικόνιση του τμήματος μελέτης (SW View)

Για την δημιουργία του τρισδιάστατου αντικειμένου δουλέψαμε ως εξής. Στην αρχή σχεδιάσαμε την περιοχή που θα μετατρεπόταν από δισδιάστατη σε τρισδιάστατη με την εντολή **polyline**, έτσι ώστε το AutoCAD να το αναγνωρίζει ως ένα αντικείμενο. Κατόπιν με την εντολή **extrude** θα δίναμε όγκο στα αντικείμενα μας. Μόλις πληκτρολογηθεί η εντολή extrude μας ζητάει να επιλέξουμε το αντικείμενο που θα μετατραπεί σε τρισδιάστατο. Στην συνέχεια μας ζητάει να ορίσουμε το ύψος που θα έχει κι αν θα υπάρχει κάποια γωνία κλίσης(για μάς ήταν μηδέν).

Αφού φτιάξαμε τα τρισδιάστατα αντικείμενα μας, έπρεπε να δώσουμε τις σωστές κλίσεις σε αυτά. Εδώ μας βοήθησε η εντολή **slice** η οποία απλά δοσμένων τριών κορυφών από το αντικείμενο, δημιουργούσε 2 «φέτες» σε αυτό, οπότε σβήναμε αυτήν που δεν θέλαμε.

Άλλες δύο εντολές που χρησιμοποιήθηκαν είναι η **union** και **shade**, από τις οποίες η μεν πρώτη ενώνει όλα τα αντικείμενα σε ένα και η δε δεύτερη χρωματίζει τις επιφάνειες του αντικειμένου

5. ΣΕΝΑΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.1 Γενικά στοιχεία μελέτης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η παροχή ενός υγρού σε έναν ανοιχτό ή κλειστό αγωγό δίνεται από τον τύπο:

$$Q=A*u$$

που Q είναι η παροχή,

A το εμβαδό της επιφάνειας ροής και

u η ταχύτητα του υγρού.

Στη προκειμένη περίπτωση το εμβαδό της επιφάνειας θεωρήθηκε ως ένα ορθογώνιο, οπότε και το εμβαδό του προκύπτει από τον τύπο $E = \text{μήκος} * \text{πλάτος}$, όπου πλάτος θεωρούμε το ύψος στάθμης του νερού και μήκος την απόσταση από την μία πλευρά του ποταμού έως την απέναντι.

Άρα ο τύπος μας γίνεται:

$$Q=\text{πλάτος κοίτης} * \text{ύψος στάθμης νερού} * u.$$

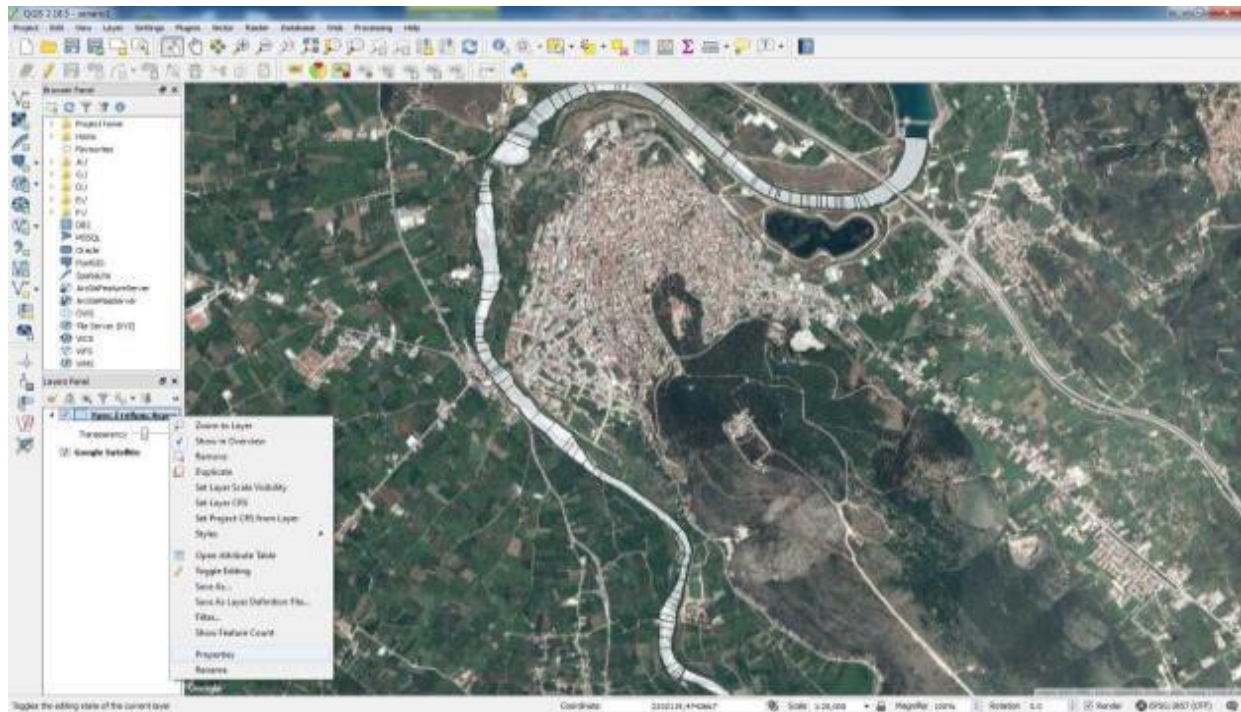
Επειδή το ζητούμενο είναι να βρούμε το ύψος στάθμης στα τμήματα που σχεδιάσαμε, η εξίσωση μας γίνεται:

$$\text{Ύψος στάθμης νερού} = Q / (\text{πλάτος κοίτης} * u)$$

Όπως μπορούμε να κατανοήσουμε, όσο αυξάνεται η παροχή αυξάνεται και το ύψος στάθμης του νερού. Από την άλλη η αύξηση του πλάτους κοίτης θα μείωνε το ύψος στάθμης του νερού, αλλά το πλάτος της κοίτης δεν είναι ένα μέγεθος που μπορεί κάποιος να αλλάξει εύκολα. Άρα το άλλο μέγεθος που μπορεί να αλλάξει είναι η ταχύτητα με την οποία το νερό περνάει από κάθε διατομή. Η ταχύτητα του νερού όμως επηρεάζεται από την υψομετρική διαφορά των σημείων από τα οποία περνάει, την μορφολογία της κοίτης του ποταμού αλλά και από την παροχή του νερού, όχι όμως με αναλογικό ρυθμό. Δηλαδή αν η παροχή αυξηθεί κατά 10% δεν σημαίνει πως και η ταχύτητα θα αυξηθεί κατά 10%. Σίγουρα η αύξηση θα είναι κατά πολύ μικρότερη του 10% και ίσως και μηδενική.

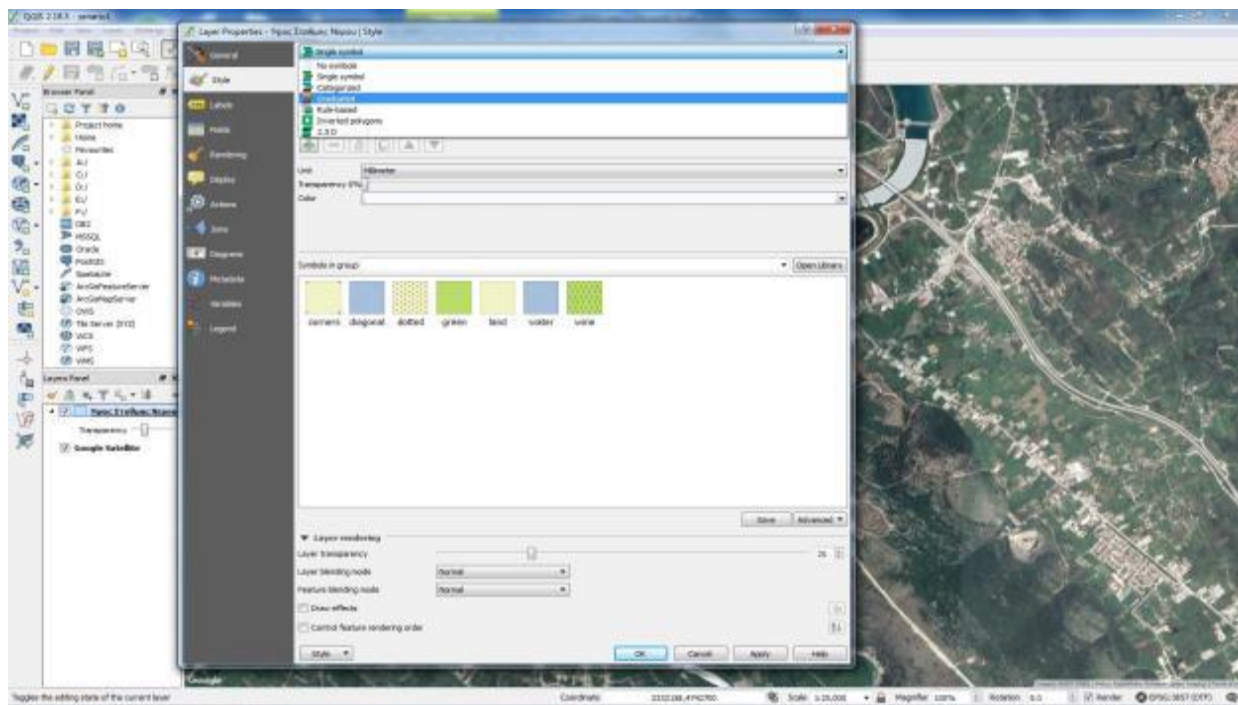
5.2 Διαδικασία επεξεργασίας σεναρίων

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση και παρουσίαση των σεναρίων, θα δούμε πως γίνεται αυτή η διαδικασία με την χρήση του QGIS. Πρώτα απ' όλα με δεξί κλικ στο layer σχεδίασης ανοίγουμε την καρτέλα με τις ιδιότητες του (layer properties).

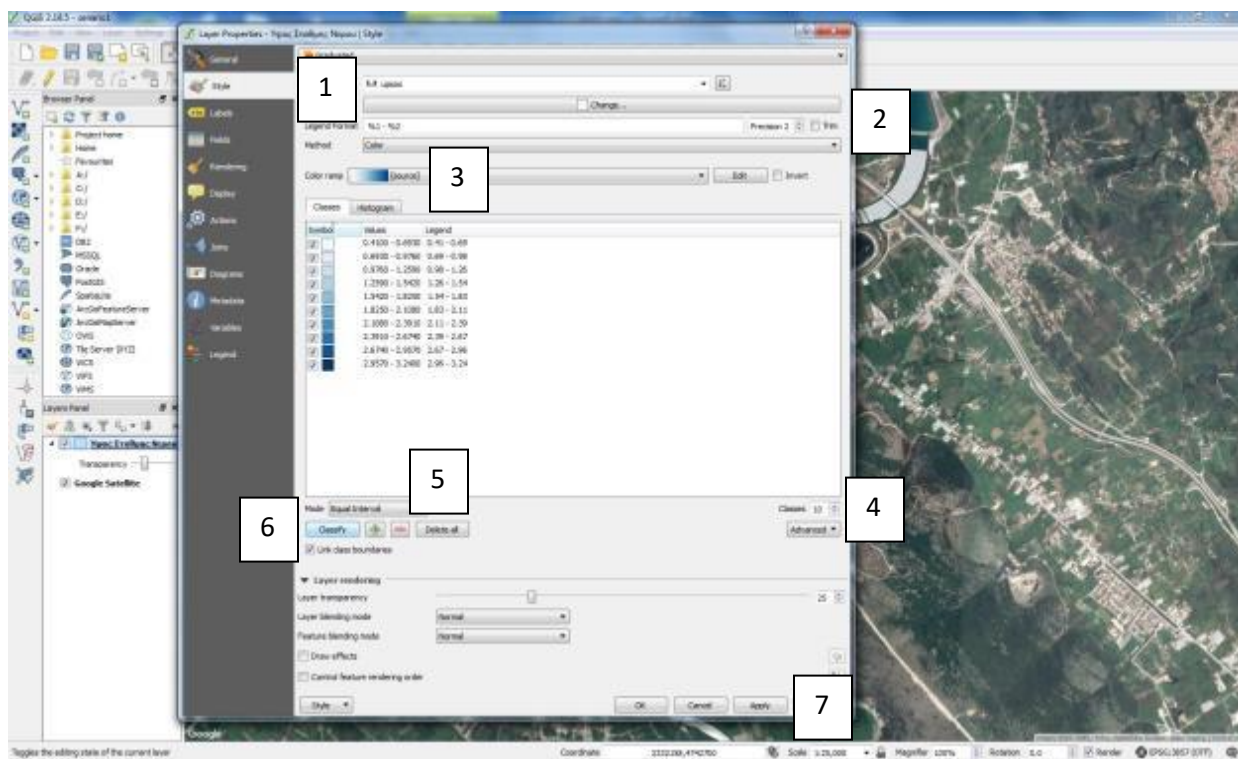


Εικόνα 5.1 Επεξεργασία ιδιοτήτων του layer σχεδίασης

Από την επιλογή για τον τρόπο εμφάνισης του layer (**style**), επιλέγουμε την κλιμακωτή απεικόνιση (**graduated**) και κάνουμε **apply** για να εφαρμοστούν οι αλλαγές.



Εικόνα 5.2 Αλλαγή στον τρόπο απεικόνισης του layer σχεδίασης



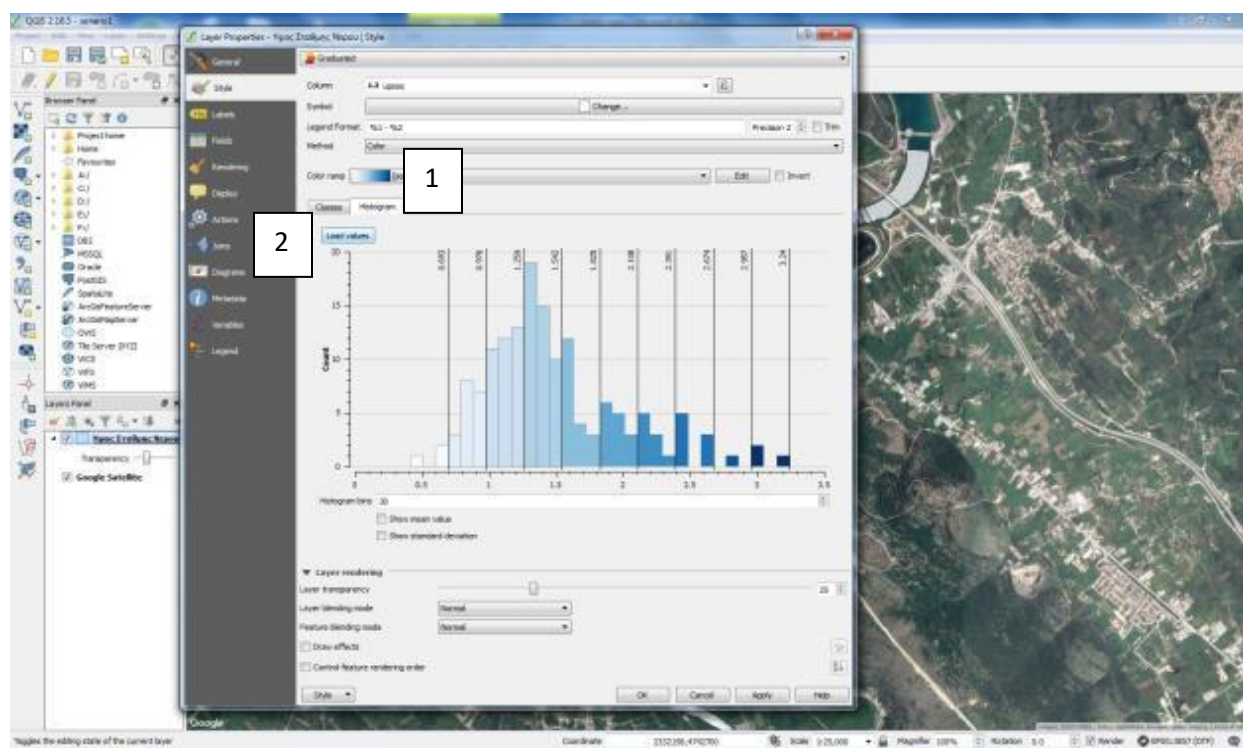
Εικόνα 5.3 Επεξεργασία δεδομένων απεικόνισης

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.3 για την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των δεδομένων που είναι για παρουσίαση πρέπει να εργαστούμε ως εξής:

- α) επιλέγουμε το χαρακτηριστικό του layer για παρουσίαση (σημείο 1)
- β) επιλέγουμε την ακρίβεια με την οποία θα εμφανίζονται τα νούμερα (σημείο 2)
- γ) επιλέγουμε τη χρωματική απόχρωση της ράμπας απεικόνισης (σημείο 3)
- δ) επιλέγουμε τον αριθμό κλάσεων στις οποίες θα χωριστούν τα δεδομένα (σημείο 4)
- ε) επιλέγουμε το πώς θα γίνει ο διαχωρισμός των σημείων (σημείο 5)

στ) επιλέγουμε το **“classify”** για να γίνει η φόρτωση των δεδομένων και ο διαχωρισμός του ώστε να μπορέσουν να απεικονιστούν με τον τρόπο που ορίσαμε στις επιλογές μας. Αφού φορτωθούν τα δεδομένα επιλέγουμε το **“apply”** για να αποθηκευτούν οι αλλαγές μας.

Ακόμα ένα στοιχείο που μπορούμε να πάρουμε από την επεξεργασία των δεδομένων της βάσης είναι η ποσοτική απεικόνιση των δεδομένων βάσει του κριτηρίου διαχωρισμού.



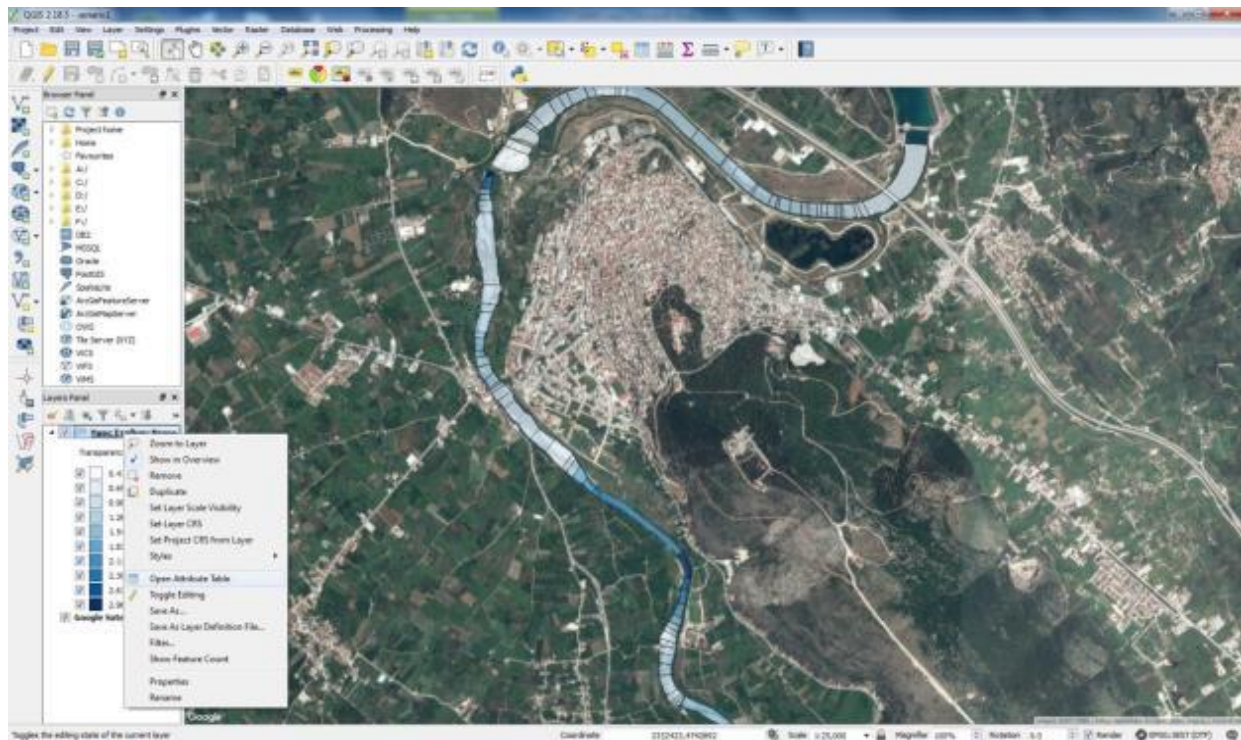
Εικόνα 5.4 Παρουσίαση δεδομένων με την μορφή Ιστογράμματος

Επιλέγοντας το κουμπί «Histogram» (σημείο 1), μεταφερόμαστε στην καρτέλα του ιστογράμματος κι επιλέγοντας το «Load Values» (σημείο 2) φορτώνονται από την βάση οι τιμές του πεδίου απεικόνισης ταξινομημένες βάσει του κριτηρίου διαχωρισμού. Έτσι στον άξονα Χ

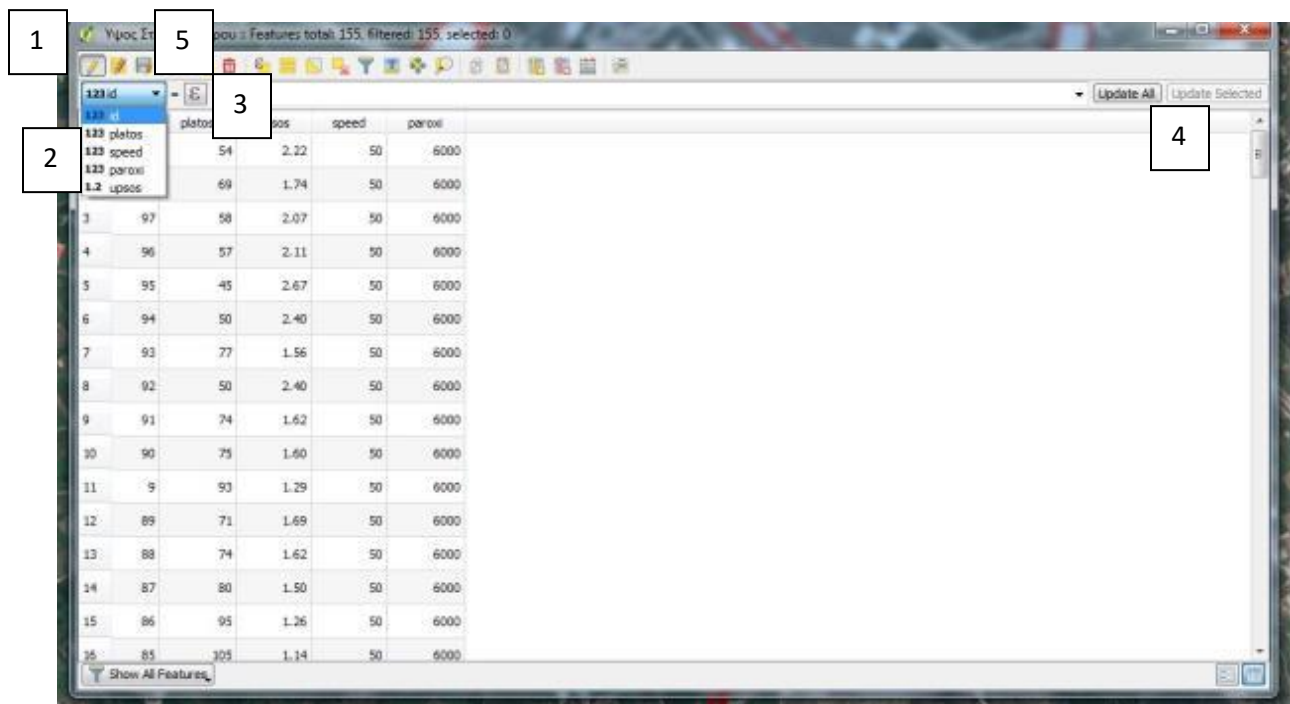
απεικονίζεται το ύψος της στάθμης του νερού, ενώ στον άξονα Y αναφέρεται το σύνολο των τμημάτων, από τα 155 που είναι στην συγκεκριμένη ομάδα, βάσει του διαχωρισμού.

Εφόσον είδαμε πως γίνεται η προετοιμασία για την απεικόνιση των δεδομένων μας, ας δούμε και πως μπορούμε να επεξεργαστούμε τα δεδομένα στην βάση δεδομένων μας. Τα δεδομένα αυτά, είναι αυτά που προσθέταμε μετά από την ολοκλήρωση της σχεδίασης του κάθε τμήματος μελέτης.

Με δεξί κλικ στο layer σχεδίασης επιλέγουμε να ανοίξουμε το πίνακα χαρακτηριστικών του layer (open attribute table)



Εικόνα 5.5 Άνοιγμα στη Βάση Δεδομένων του layer σχεδίασης



Εικόνα 5.6 Επεξεργασία δεδομένων στην Βάση δεδομένων του layer σχεδίασης

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.6 πρέπει να γίνει μία σειρά βημάτων για να μπορέσουμε να επεξεργαστούμε τα δεδομένα του layer σχεδίασης.

Πρώτα πρέπει να ενεργοποιούμε την βάση για επεξεργασία (σημείο 1). Στην συνέχεια επιλέγουμε ποιο πεδίο της βάσης θα επεξεργαστούμε (σημείο 2) και αλλάζουμε την νέα τιμή του πεδίου στην περιοχή του “ε” (σημείο 3) και κατόπιν επιλέγουμε αν θα ενημερώσουμε όλες τις τιμές της στήλης με την τιμή αυτή ή μόνο τη επιλεγμένη γραμμή (σημείο 4). Αφού ολοκληρώσουμε τις αλλαγές μας, πατάμε να γίνει αποθήκευση αυτών για να μην χαθούν (σημείο 5).

Κατόπιν επιστρέφουμε στις ιδιότητες του layer σχεδίασης και κάνουμε «**classify**» ξανά τα δεδομένα ώστε να φορτωθούν οι νέες τιμές βάσει των αλλαγών που κάναμε.

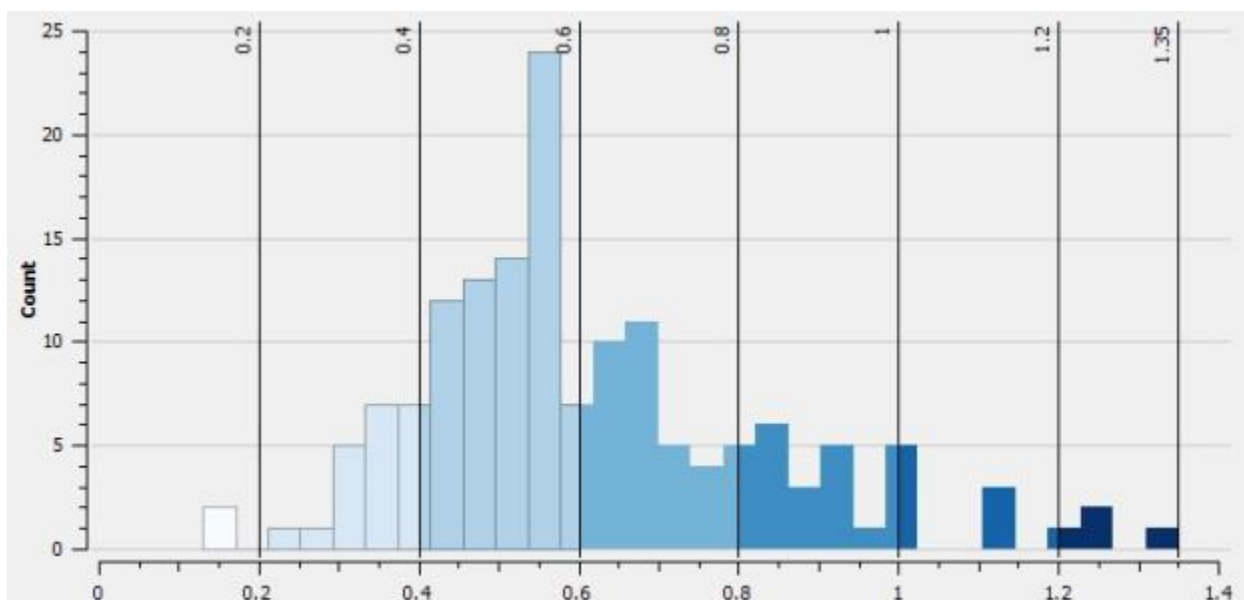
Η βαθμωτή απεικόνιση που χρησιμοποιούμε για την απεικόνιση του υψομέτρου δείχνει την μέγιστη τιμή της στάθμης σε μέτρα και αποτελεί την μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει σε κάθε τμήμα μελέτης. Οι τιμές που μπορεί να πάρει έχουν μόνο ως κάτω όριο το μηδέν ενώ το άνω όριο εξαρτάται από την παροχή και την ταχύτητα του νερού.

Έτσι τα τμήματα που το χρώμα τους πλησιάζει στο άσπρο έχουν το χαμηλότερο ύψος στάθμης νερού, ενώ όσο σκουραίνει η απόχρωση του μπλε το ύψος της στάθμης αυξάνεται.

5.3 Σενάριο 1

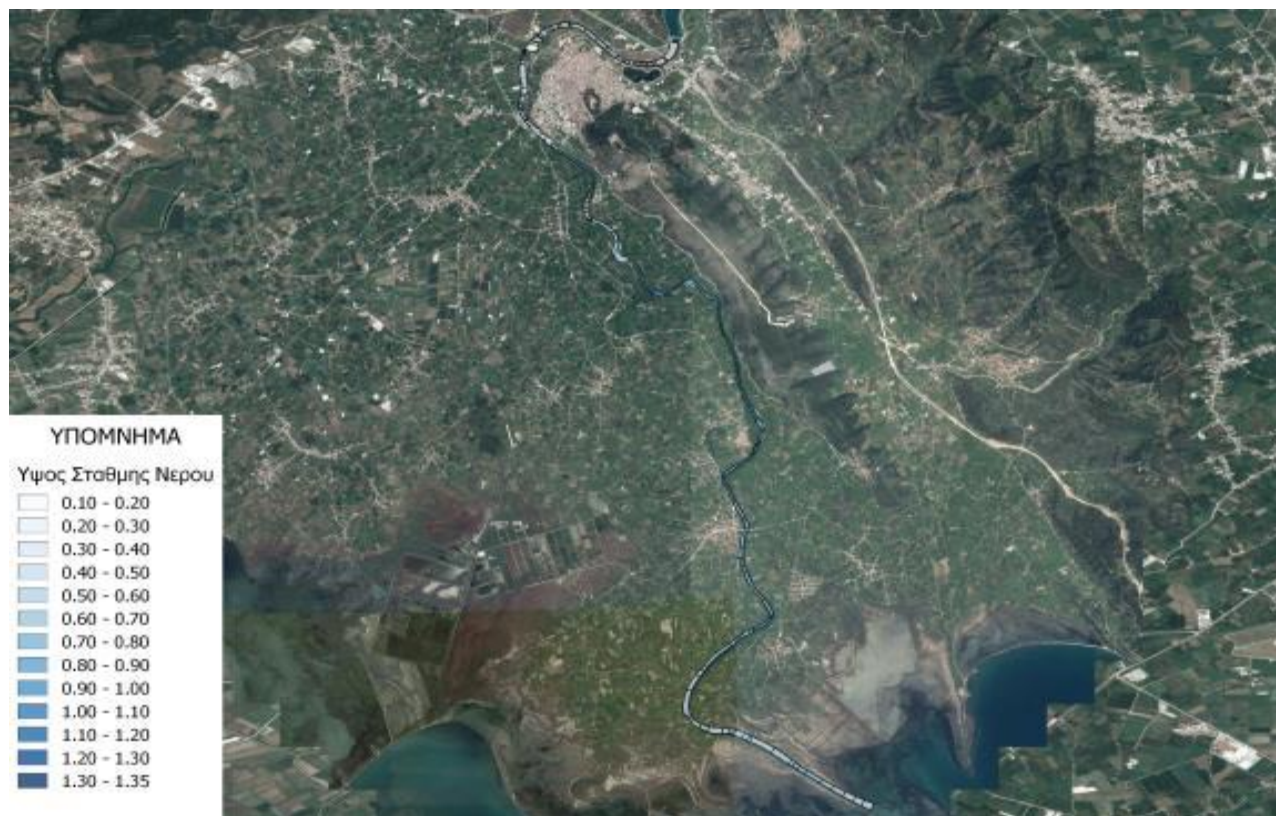
Σύμφωνα με αναφορές που έχουν γίνει αναφορικά με το φράγμα Πουρναρίου η ελάχιστη παροχή του είναι $500\text{m}^3/\text{sec}$. Επιπρόσθετα το πλάτος της κοίτης στα τμήματα που μελετάμε είναι γνωστό αφού έχουμε προχωρήσει στη μέτρηση τους με την χρήση του Google Earth. Τέλος θεωρούμε πως η ταχύτητα του νερού είναι $10\text{m}/\text{sec}$.

Εισάγουμε τις συνθήκες του σεναρίου που αναφέρονται παραπάνω σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στην ενότητα 5.2 της παρούσας εργασίας και δημιουργούμε την βαθμωτή απεικόνιση του ύψους της στάθμης του νερού. Το λογισμικό διαχωρίζει τα 155 τμήματα της κοίτης του ποταμού για τις ομάδες που επιλέξαμε και τις χρωματίζει ανάλογα. Στο ιστόγραμμα που δημιουργείται (Εικόνα 5.7), ο άξονας X αντιστοιχεί στο ύψος της στάθμης του νερού, ενώ ο άξονας Y στο πλήθος των τμημάτων που εντάχθηκαν στην εκάστοτε ομάδα.



Εικόνα 5.7 Διαχωρισμός τμημάτων βάσει του ύψους της στάθμης (m) για το Σενάριο 1

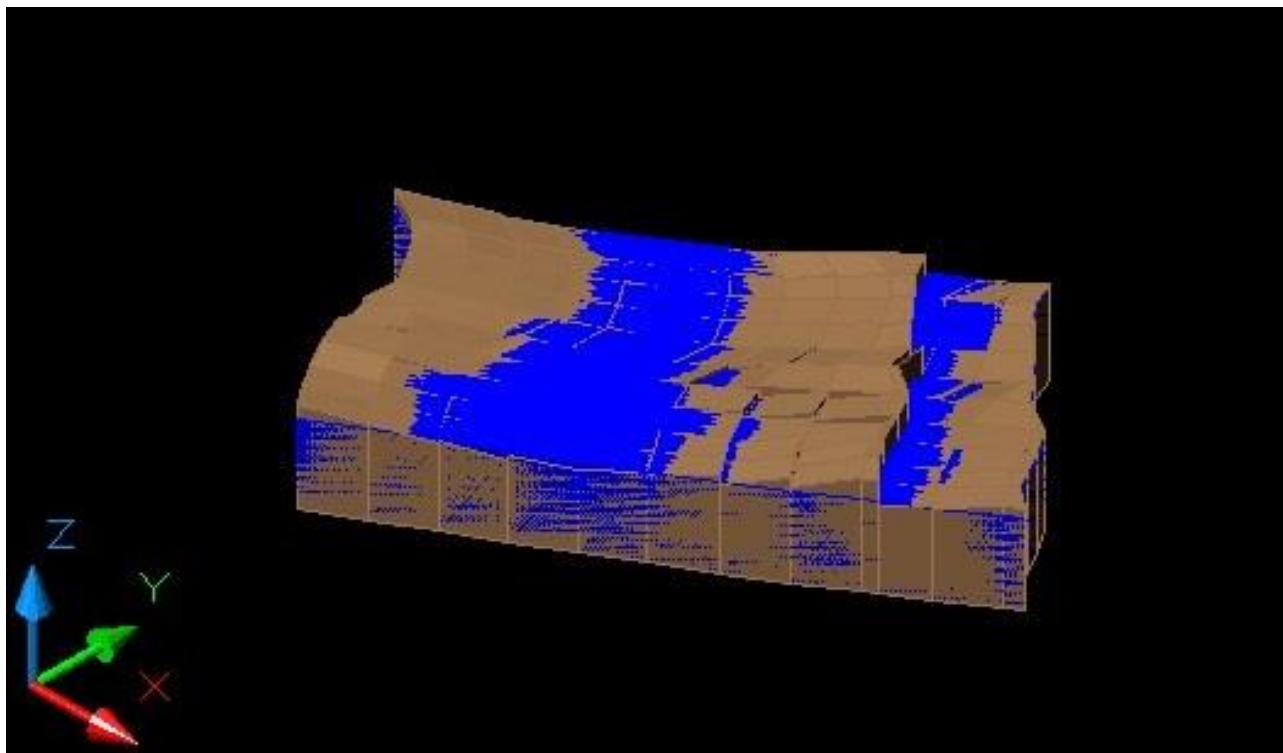
Όπως φαίνεται λοιπόν στο παραπάνω ιστόγραμμα, τα 155 τμήματα του ποταμού χωρίστηκαν σε ομάδες βάσει του ύψους στάθμης του νερού σε αυτά κι όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε τα περισσότερα τμήματα του ποταμού έχουν ένα ύψος στάθμης που κυμαίνεται μεταξύ των 0.4 έως 0.6 μέτρων. Τα τμήματα, τα οποία παρουσιάζουν ύψος της στάθμης του ποταμού πάνω από 1μ, χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας και είναι αναγκαίο να προσεχθούν ιδιαίτερα καθώς είναι αυτά που θα πλημμυρίσουν πρώτα σε μία πιθανή πλημμύρα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να υπενθυμίσουμε πως τα αποτελέσματα είναι απόρτια των εικασιών που κάναμε τόσο για την μορφολογία της κοίτης όσο και για την ταχύτητα του νερού. Τέλος, τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται εφόσον έχει γίνει η πλήρωση της κοίτης με νερό κι όχι σε πραγματικό χρόνο (real time).



Εικόνα 5.8 Το ύψος στάθμης της κοίτης ανά σχεδιαστικό τμήμα

Από την μελέτη των υψομετρικών προφίλ παρατηρήσαμε πως η συνήθης υψομετρική διαφορά του πυθμένα με το άνω όριο της κοίτης είναι μεταξύ του 1μ. και 2μ..Άρα, όπως καταλαβαίνουμε, τα τμήματα τα οποία έχουν ύψος στάθμης πάνω από 1 μέτρο χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής μιας και θα είναι τα πρώτα τα οποία θα πλημμυρίσουν σε πιο δυσμενείς συνθήκες.

Υπολογίζοντας λοιπόν το ύψος στάθμης για την περιοχή γύρω από το ιστορικό γεφύρι της Άρτας, δημιουργήσαμε ένα αντίστοιχο αντικείμενο στο AutoCAD και το απεικονίσαμε μαζί με το αντικείμενο της κοίτης όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα(Εικόνα 5.9).



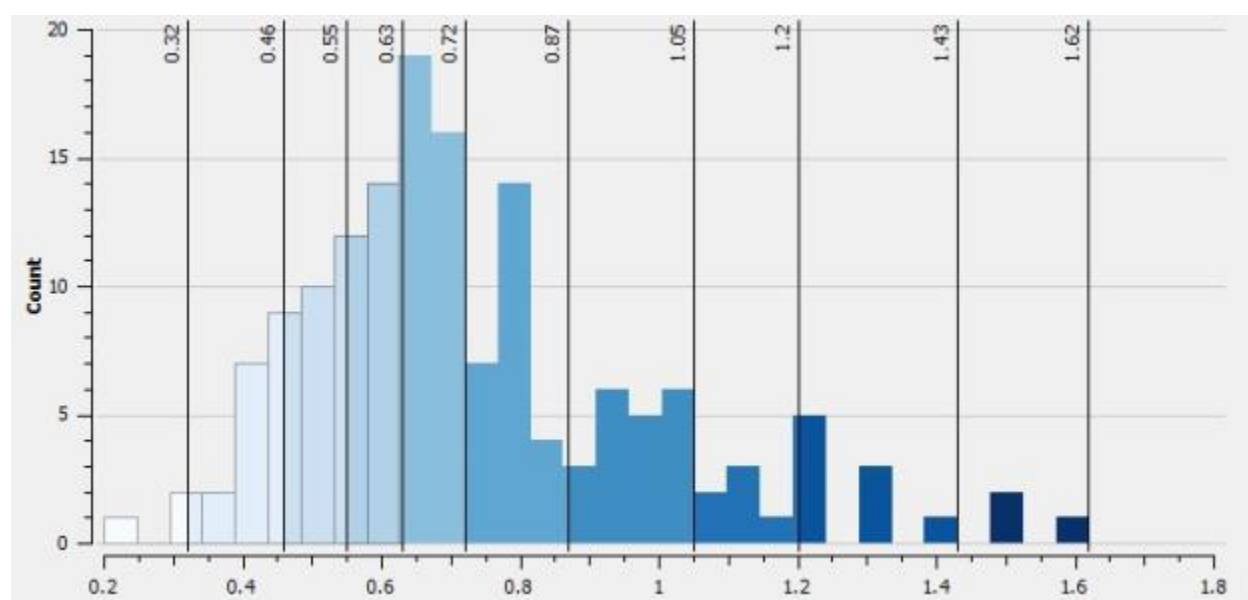
Εικόνα 5.9 Το ύψος στάθμης της κοίτης του ποταμού Αράχθου στην περιοχή του Γεφυριού

Σύμφωνα με τη ανωτέρω εικόνα είναι εύκολα αντιληπτό πως όταν η παροχή του φράγματος είναι στα $500\text{m}^3/\delta\epsilon\upsilon\tau.$ δεν υπάρχει κίνδυνος υπερχειλίσης στην περιοχή. Η συνολική κάλυψη της κοίτης εμφανίζεται με το μπλε χρώμα. Το ύψος στην άνω πλευρά του τρισδιάστατου σχήματος είναι πενήντα έξι εκατοστά, ενώ στην κάτω πλευρά είναι στα πενήντα δύο εκατοστά. Για να γίνει πιο αντιληπτό το τρισδιάστατο μοντέλο, ο άξονας X απεικονίζει το πλάτος της κοίτης του ποταμού, ο άξονας Y το μήκος της διατομής (την περιοχή που καλύπτει το τρισδιάστατο τμήμα), ενώ στον άξονα Z εμφανίζεται το υψόμετρο.

5.4 Σενάριο 2

Για το σενάριο 2 θεωρήσαμε πως το φράγμα αποδεσμεύει την μέγιστη ποσότητα νερού η οποία είναι $6000\text{m}^3/\text{δευτ.}$. Επίσης θεωρήσαμε πως μια τόσο μεγάλη παροχή, λόγω της ορμής της, θα επιφέρει και μεγάλη ταχύτητα στην υδάτινη μάζα. Οπότε θεωρήσαμε πως η ταχύτητα του νερού είναι τα $100\text{m}/\text{δευτ.}$

Προχωρώντας στην ενημέρωση της βάση δεδομένων του QGIS ενημερώνουμε τα αντίστοιχα πεδία με τις νέες τιμές και υπολογίζουμε το ύψος της στάθμης του νερού για κάθε τμήμα. Το αποτέλεσμα της ενέργειας μας απεικονίζεται στο συγκεντρωτικό ιστόγραμμα της εικόνας 5.10.

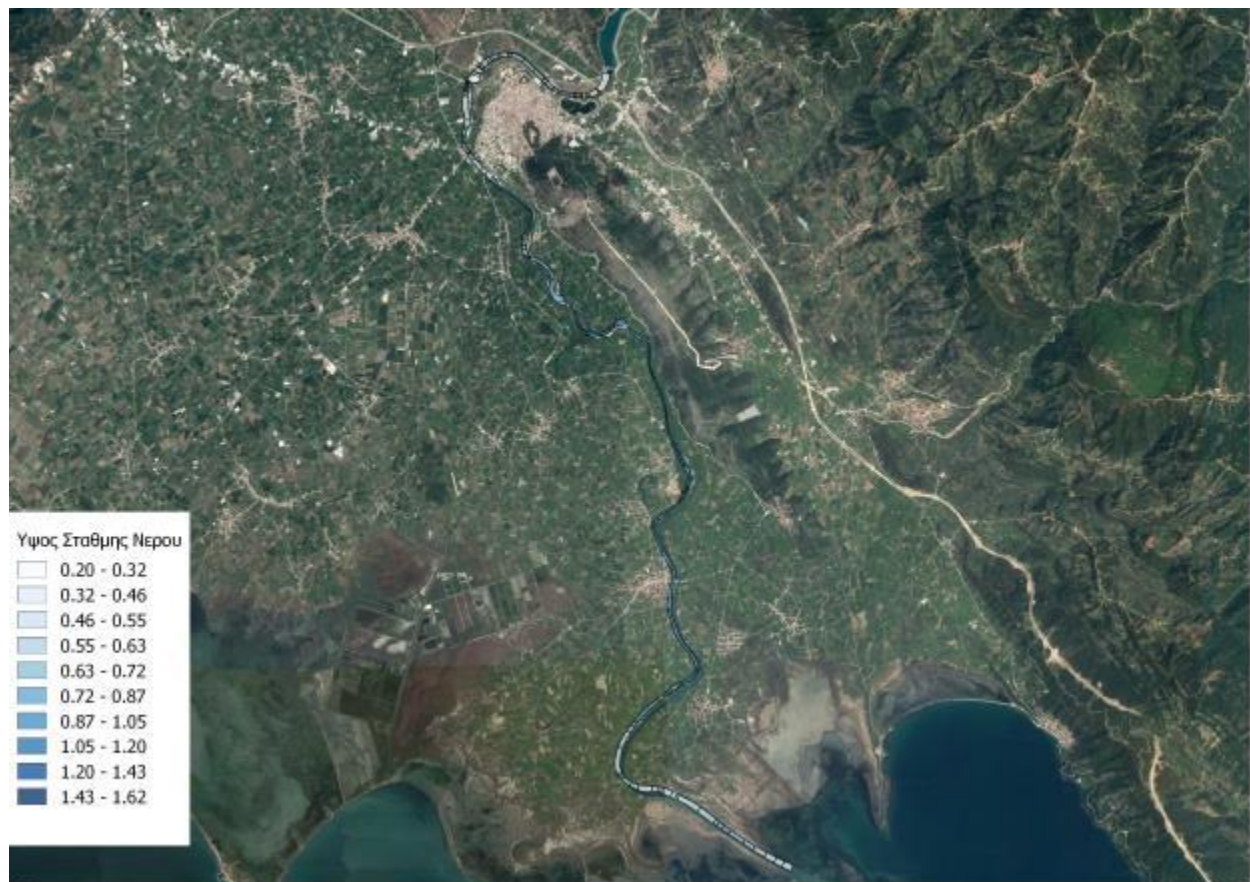


Εικόνα 5.10 Διαχωρισμός τμημάτων βάσει του ύψους της στάθμης (m) για το Σενάριο 2

Παρατηρούμε πως σε σχέση με το σενάριο 1 η παροχή του νερού έγινε δώδεκα φορές μεγαλύτερη και η ταχύτητα αυξήθηκε δέκα φορές. Έτσι ενώ στο σενάριο 1 η παροχή του νερού ήταν $500\text{m}^3/\text{δευτ.}$ στο σενάριο 2 η παροχή αυξήθηκε στις $6000\text{m}^3/\text{δευτ.}$ Η ταχύτητα από $10\text{m}/\text{δευτ.}$ στο σενάριο 1 αυξήθηκε σε $100\text{m}/\text{δευτ.}$ στο σενάριο 2. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το ύψος της στάθμης του νερού να αυξηθεί περίπου είκοσι εκατοστά σε κάθε τμήμα μελέτης. Υπενθυμίζουμε πως στον άξονα Χ απεικονίζεται το ύψος της στάθμης, ενώ στον άξονα Υ το σύνολο των τμημάτων ανά ομάδα διαχωρισμού.

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως μεγάλο ρόλο στο ύψος της στάθμης του νερού στην κοίτη του ποταμού Αράχθου, πέραν της γενικής παροχής, παίζει και η ταχύτητα με την οποία ταξιδεύει νερό. Δηλαδή όσο πιο δυνατή είναι η ορμή του νερού τόσο πιο γρήγορα περνάει από το τμήμα και δεν λιμνάζει.

Επιπρόσθετα, σημαντικό ρόλο στην ροή του νερού παίζει η κλίση του εδάφους αλλά και το πόσο καθαρή είναι η κοίτη του ποταμού, από εμπόδια τα οποία μπορεί να ανακόπτουν την ροή του νερού.



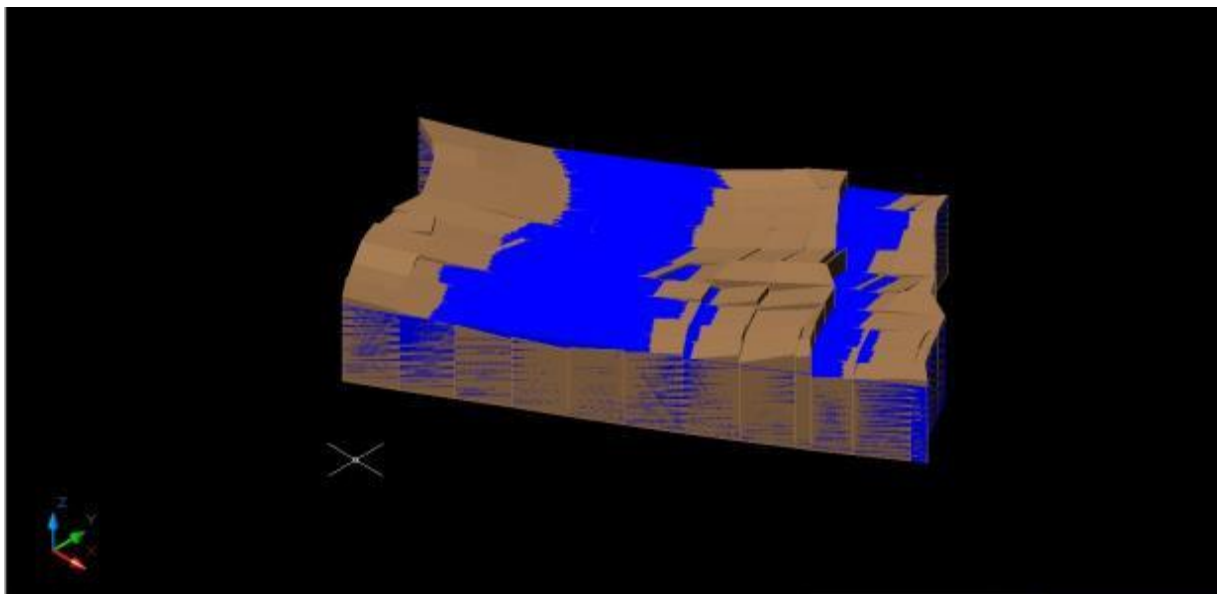
Εικόνα 5.11 Το ύψος στάθμης της κοίτης ανά σχεδιαστικό τμήμα

Στην εικόνα 5.11 παρατηρούμε ότι το ύψος της στάθμης της κοίτης του ποταμού αρχίζει να αυξάνεται αλλά σε πολλά σημεία εξακολουθεί να είναι κάτω του ορίου. Έτσι αξίζει να προσέξουμε τα σημεία που πλησιάζουν επικίνδυνα σε υπερχειλίση. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.12, στο σημείο 1, βρίσκεται μία περιοχή υποψήφια για υπερχειλίση. Αυτό οφείλεται στο ότι το πλάτος της κοίτης σε εκείνο το σημείο μικραίνει και για να διατηρηθεί σταθερή η εξίσωση παροχής (εφόσον θεωρήσαμε σταθερή την ταχύτητα) αυξάνεται το ύψος στο εν λόγω τμήμα μελέτης για να παραμείνει σταθερή η παροχή στα $6000\text{m}^3/\text{sec}$. Ένα άλλο τμήμα το που παρουσιάζει πρόβλημα υπερχειλίσης και απεικονίζεται στο σημείο 2 της εικόνας 5.12 ξεκινάει από το ύψος της φοιτητικής εστίας και έχει μήκος περίπου 2 χιλιόμετρα. Το εν λόγω τμήμα αποτελείται κυρίως από αγροτεμάχια.



Εικόνα 5.12 Πιθανά τμήματα υπερχειλίσσης του ποταμού Αράχθου

Όπως κάναμε προηγουμένως έτσι και τώρα, υπολογίζουμε το ύψος της στάθμης του νερού τόσο στην αρχή του τρισδιάστατου μοντέλου όσο και στο τέλος αυτού. Κατόπιν σχεδιάζουμε το τρισδιάστατο σχήμα του ύψους και το ενσωματώνουμε στην κοίτη του ποταμού. Σε αυτό το σενάριο τα ύψη στάθμης στην αρχή και στο τέλος της τρισδιάστατης τομής είναι εξήντα επτά και εξήντα δύο εκατοστά αντίστοιχα και το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην εικόνα 5.13. Υπενθυμίζουμε πως ο άξονας Χ απεικονίζει το πλάτος της κοίτης του ποταμού, ο άξονας Υ το μήκος της διατομής (την περιοχή που καλύπτει το τρισδιάστατο τμήμα), ενώ στον άξονα Ζ εμφανίζεται το υψόμετρο.



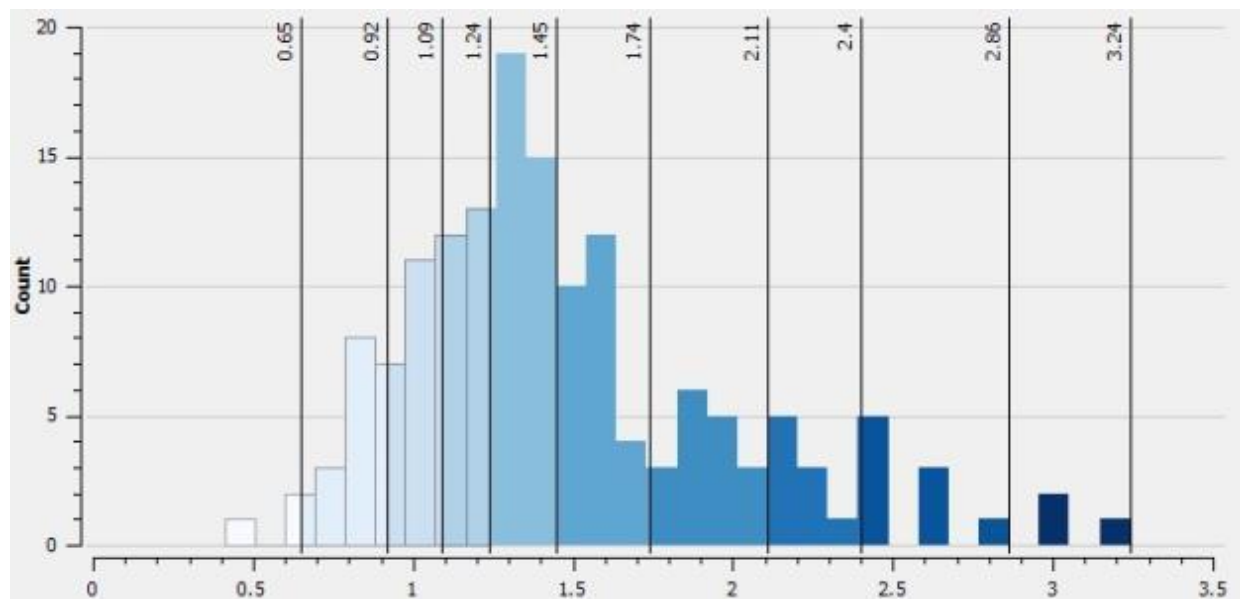
Εικόνα 5.13 Το ύψος στάθμης της κοίτης του ποταμού Αράχθου στην περιοχή του Γεφυριού

5.5 Σενάριο 3

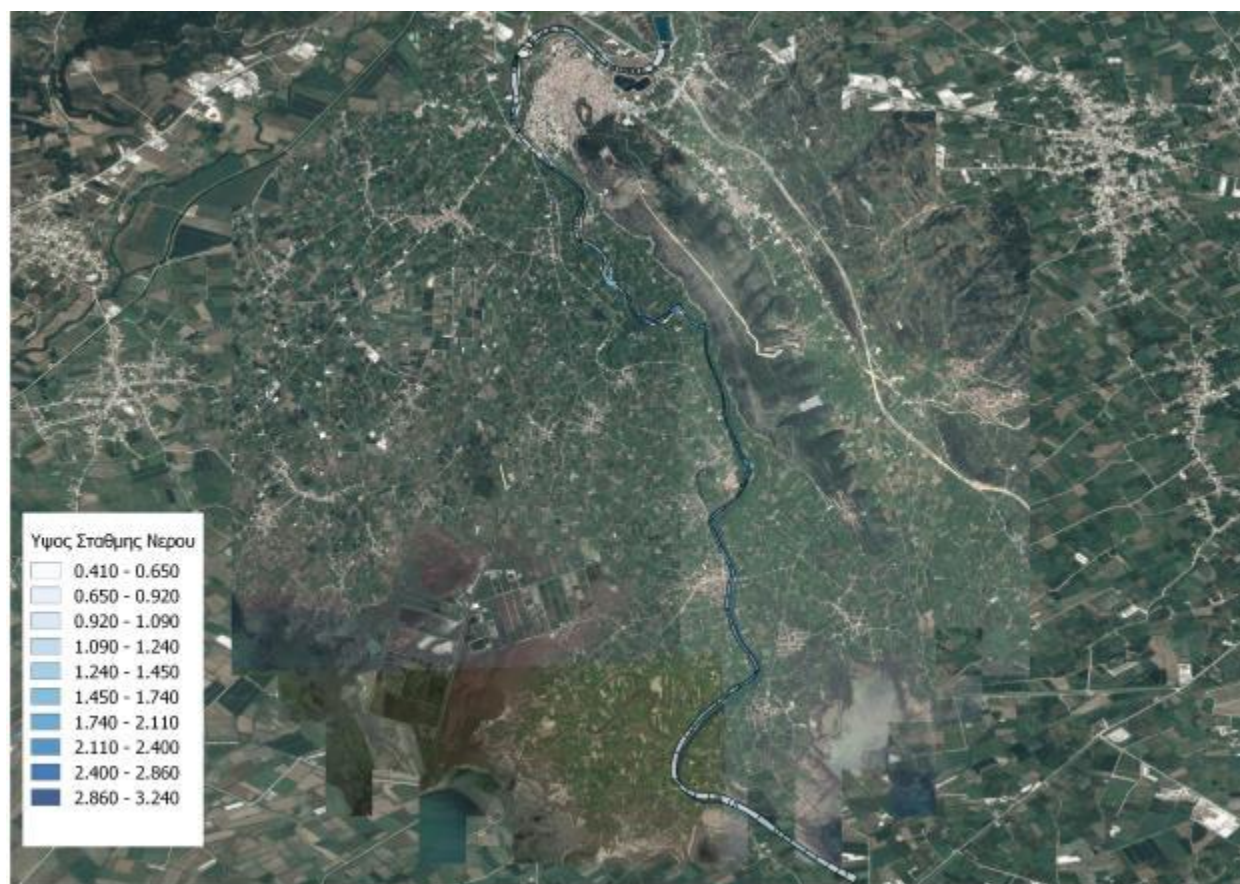
Στο προηγούμενο σενάριο είδαμε την συμπεριφορά του ύψους στάθμης όταν το φράγμα παρέχει την μέγιστη δυνατή παροχή ($6000\text{m}^3/\text{δευτ}$), ενώ η ταχύτητα του νερού είναι μεγάλη ($100\text{m}/\text{δευτ.}$). Γι αυτό το σενάριο θα διατηρήσουμε την παροχή στην μέγιστη τιμή της, ενώ θα μειώσουμε στο μισό την ταχύτητα του νερού ($u=50\text{m}/\text{δευτ.}$).

Όπως είναι λογικό και προκύπτει και από απλά μαθηματικά περιμένουμε το ύψος της στάθμης του νερού να διπλασιαστεί κατά μήκος της κοίτης του ποταμού, κάτι το οποίο επαληθεύει και το ιστόγραμμα της εικόνας 5.14. Πλέον ο μεγαλύτερος αριθμός των τμημάτων έχει μετακινηθεί σε ύψος στάθμης νερού πάνω από το 1 μέτρο κάτι το οποίο σηματοδοτεί και πιθανή πλημμύρα σε τμήματα του ποταμού. Υπενθυμίζουμε πως στον άξονα X απεικονίζεται το ύψος της στάθμης, ενώ στον άξονα Y το σύνολο των τμημάτων ανά ομάδα διαχωρισμού.

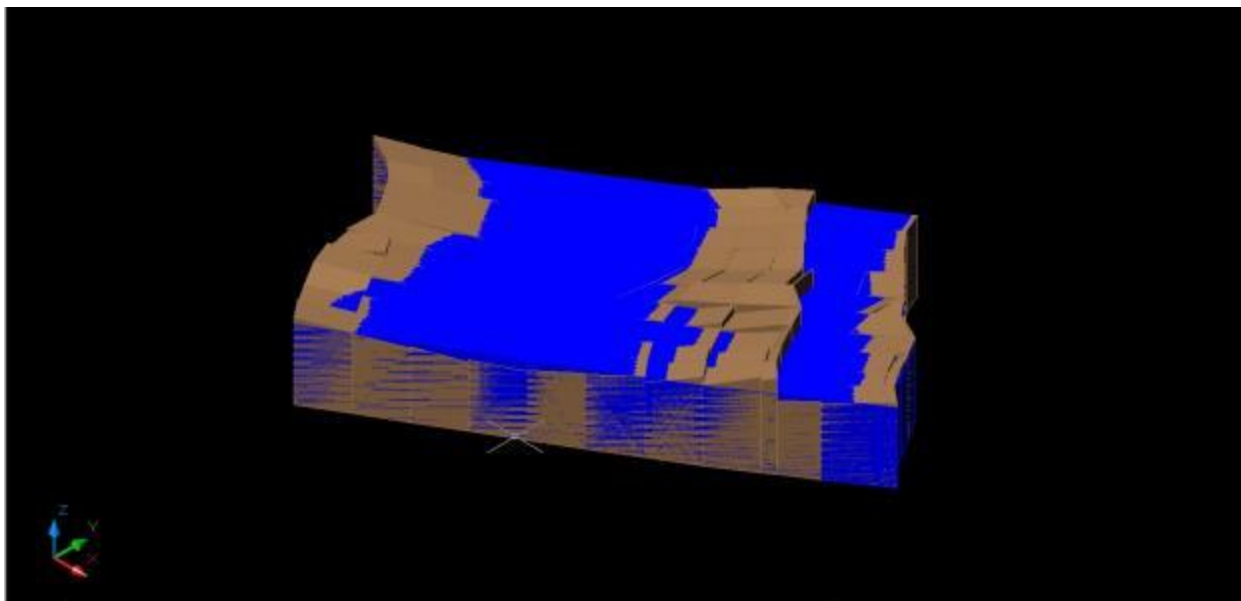
Πλέον είναι ορατό πως αρκετά τμήματα του ποταμού έχουν πλημμυρίσει και αρκετά από τα υπόλοιπα είναι σε οριακό σημείο. Όπως προείπαμε τα τελικά ύψη είναι υπολογισμένα εφόσον έχει γίνει τελειώς η πλήρωση της κοίτης.



Εικόνα 5.14 Διαχωρισμός τμημάτων βάσει του ύψους της στάθμης (m) για το Σενάριο 3



Εικόνα 5.15 Το ύψος στάθμης της κοίτης ανά σχεδιαστικό τμήμα



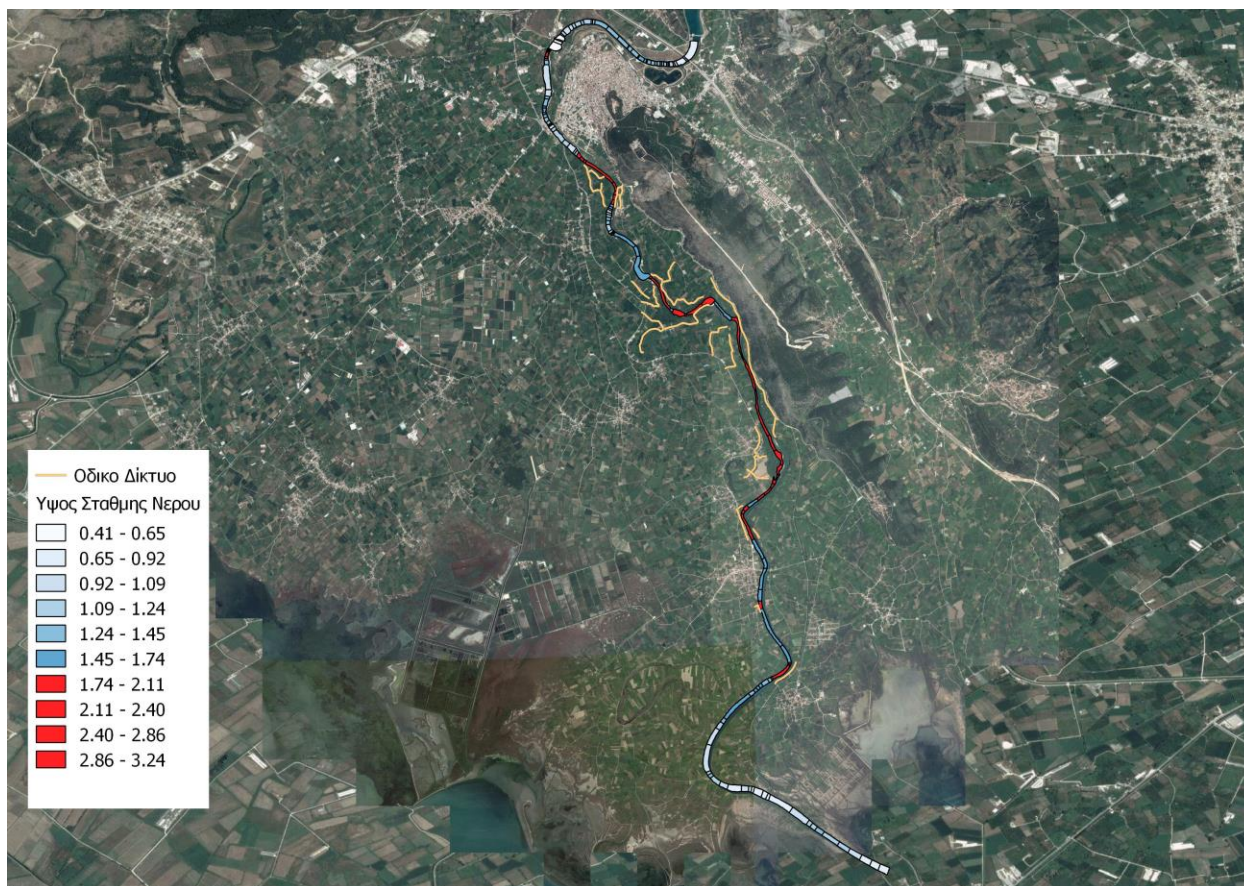
Εικόνα 5.16 Το ύψος στάθμης της κοίτης του ποταμού Αράχθου στην περιοχή του Γεφυριού

Το ύψος στάθμης του νερού για το τρισδιάστατο μοντέλο είναι για το σενάριο 3, εκατόν τριάντα τέσσερα εκατοστά στην αρχή του μοντέλου και εκατόν είκοσι τέσσερα στο τέλος του σύμφωνα με όσα απεικονίζονται στην εικόνα 5.16. Επίσης στην ίδια εικόνα φαίνεται πως η κοίτη έχει μεγάλο βαθμό πλήρωσης αλλά δεν υπάρχει κίνδυνος πλημμύρας. Υπενθυμίζουμε πως ο άξονας X απεικονίζει το πλάτος της κοίτης του ποταμού, ο άξονας Y το μήκος της διατομής (την περιοχή που καλύπτει το τρισδιάστατο τμήμα), ενώ στον άξονα Z εμφανίζεται το υψόμετρο.

5.6 Ευάλωτες περιοχές έναντι πλημμύρας

Όπως είδαμε στα πιθανά σενάρια σε μια έντονη και συνεχή βροχόπτωση η παροχή στην κοίτη του ποταμού θα αυξηθεί αρκετά. Αν κάποιος συνυπολογίσει πως η υψομετρική διαφορά κατά μήκος του ποταμού δεν είναι μεγάλη, κάτι το οποίο σημαίνει μικρές ταχύτητες για τον υδάτινο όγκο, το φαινόμενο της πλημμύρας είναι πολύ πιθανό.

Πέραν λοιπόν των τμημάτων τα οποία θα πλημμυρίσουν πρέπει να ελέγξουμε και σε ποια τμήματα το οδικό δίκτυο που είναι κοντά σε αυτά κινδυνεύει από πλημμύρα με πιθανό αποτέλεσμα την αδυναμία προσπέλασής του. Για τον λόγο αυτόν δημιουργήσαμε ένα χάρτη με το οδικό δίκτυο παραπλεύρως του ποταμού Άραχθου το οποίο πιθανώς να κινδυνεύσει σε περίπτωση πλημμύρας.



Εικόνα 5.17 Τμήματα του οδικού δικτύου που κινδυνεύουν από πιθανή πλημμύρα

Όπως φαίνεται από την εικόνα 5.17, τα κόκκινα τμήματα είναι αυτά που έχουν πλημμυρίσει, βάσει του σεναρίου 3, και με πορτοκαλί απεικονίζονται τα τμήματα του οδικού δικτύου που κινδυνεύουν άμεσα από την υπερχειλίση του ποταμού.

Επειδή η κλίμακα του χάρτη είναι μικρή (1:100000) θα παραθέσουμε κάποια ενδιαφέροντα κομμάτια σε μεγέθυνση (1:25000) για να φανούν πιο καθαρά οι ευάλωτες περιοχές καθώς και σε ποιον τομέα θα προκληθούν ζημιές



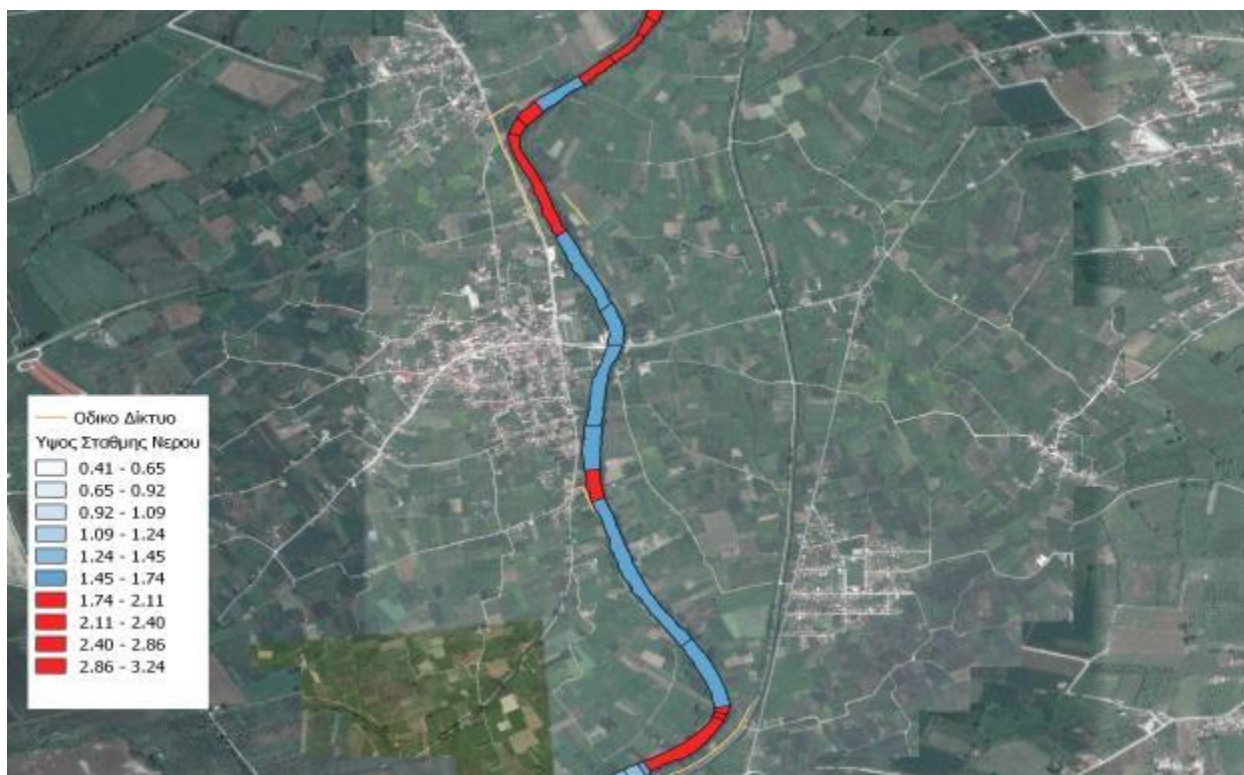
Εικόνα 5.18 Σενάριο πλημμύρας στην περιοχή της Άρτας

Όπως φαίνεται στην εικόνα 5.18 η πόλη της Άρτας δεν κινδυνεύει σε περίπτωση πλημμύρας, εκτός από ένα κομμάτι το οποίο βρίσκεται κοντά και πίσω από το δημοτικό parking στο τέλος της οδού Ελ. Βενιζέλου. Ο λόγος που πλημμυρίζει η περιοχή, κάτι που συνέβη και το 2015, είναι πως το πλάτος της κοίτης στο σημείο εκείνο μικραίνει αλλά και πως η περιοχή αποτελεί τμήμα της παλιάς κοίτης του ποταμού Αράχθου, άρα η υψομετρική διαφορά σε σχέση με την τωρινή κοίτη είναι ελάχιστη κι επιρρεπής σε πλημμυρικά φαινόμενα.

Το επόμενο τμήμα που κινδυνεύει σε περίπτωση πλημμύρας ξεκινάει περίπου από το ύψος της φοιτητικής εστίας στην Άρτα και εκτείνεται για τα επόμενα 2 χιλιόμετρα κατά μήκος του ποταμού. Στην περιοχή αυτή υπάρχει σημαντικός αριθμός αγροτεμαχίων που θα πληγούν από την υπερχείλιση του ποταμού αλλά και κομμάτια του επαρχιακού οδικού δικτύου της περιοχής. Το επόμενο και τελευταίο τμήμα που είναι ευάλωτο σε περίπτωση πλημμύρας, ξεκινάει κοντά στο χωρίο Κεραμάτες και τελειώνει στο Κομμένο (μια απόσταση περί των 15 χιλιομέτρων). (Εικόνα 5.19 και Εικόνα 5.20) Και σε αυτήν την περίπτωση οι ζημιές τόσο στις αγροτικές καλλιέργειες όσο και στο οδικό δίκτυο από μια πιθανή πλημμύρα θα είναι σημαντικές.



Εικόνα 5.19 Τμήμα πλημμύρας από Κεραμάτες έως Ακροποταμιά



Εικόνα 5.20 Πλημμυρικά τμήματα κοντά στο Νεοχώρι

Κατά την υπερχειλίση της κοίτης, το νερό διοχετεύετε πως την πλευρά της κοίτης με το χαμηλότερο υψόμετρο (σε σχέση με την θάλασσα), δημιουργώντας ένα νέο τεχνητό πλάτος κοίτης με το ύψος αυτήν την φορά να είναι το ύψος της κοίτης και η ταχύτητα 50χλμ/δευτ.

Για το τμήμα που είδαμε στην εικόνα 5.18, το πλάτος του τμήματος είναι 42μ και το βάθος της κοίτης 1μ περίπου. Με τα δεδομένα του σεναρίου 3 το ύψος της στάθμης προκύπτει ίσο με 2.86μ. Άρα το σημείο αυτό υπερχειλίζει. Ανατολικά της κοίτης όπως την κοιτάμε το υψόμετρο φθίνει, ενώ δυτικά της παραμένει σταθερό στα 21μ. Όποτε το νερό κατά την διάρκεια τη πλημμύρας θα κινηθεί προς τα ανατολικά (θα πλησιάζει την Άρτα). Στηριζόμενοι στον τύπο της παροχής πλέον κι αφού το ύψος είναι 1μ υπολογίζουμε το νέο πλάτος της κοίτης το οποίο προκύπτει 120μ. όπως φαίνεται με την κίτρινη γραμμή στην εικόνα 5.21.

Όπως βλέπουμε στην περίπτωση πλημμύρας για το εν λόγω τμήμα το νερό θα εισέλθει κατά 80μ μέσα στο έδαφος σε σχέση με την κοίτη του ποταμού καλύπτοντας τα πάντα. Στην προκειμένη περίπτωση η υπερχειλίση θα γίνει όλη από την ανατολική πλευρά του ποταμού λόγω της κλίσης του εδάφους. Στην περίπτωση που κλίση άλλαζε λόγω αύξησης ή το νερό συναντούσε εμπόδιο θα δημιουργούσε λίμνη και μόλις το ύψος της έφτανε στο ύψος της δυτικής πλευράς του ποταμού, η υπερχειλίση θα συνεχιζόταν από εκείνη την πλευρά μέχρι το νέο τεχνητό πλάτος έφτανες τα 120μ ή συναντούσε εκ νέου εμπόδιο.



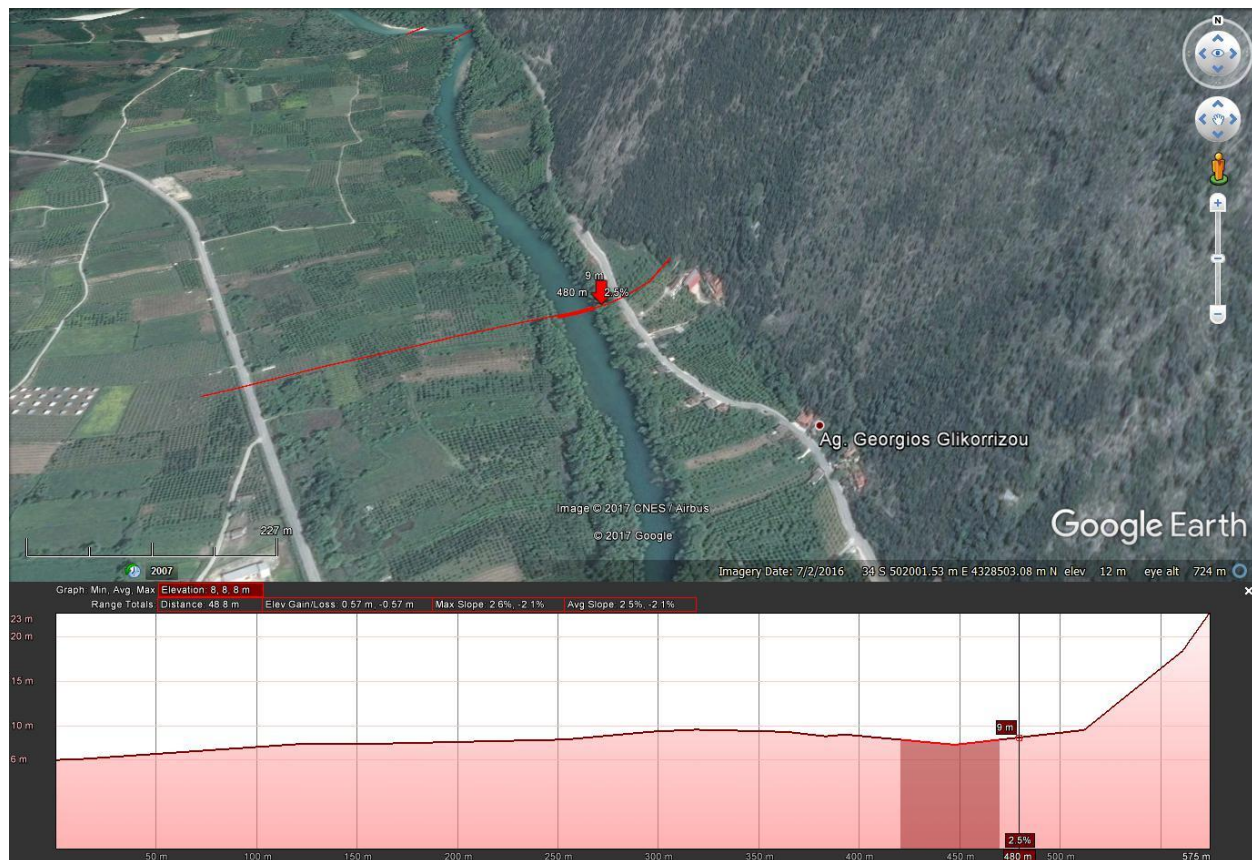
Εικόνα 5.21 Πιθανή έκταση της κάλυψης του νερού σε περίπτωση πλημμύρας



Εικόνα 5.22 Πιθανή πλημμύρα κοντά στην φοιτητική εστία

Στην εικόνα 5.22, οποία απεικονίζει την περιοχή του ποταμού κοντά στην φοιτητική εστία, το ύψος της όχθης από την κάτω όχθη είναι στα 14μ, ενώ στην άνω όχθη (προς την πλευρά της εστίας) είναι μόλις 12.5 με βάθος κοίτης περίπου 0.5μ. Είναι εύκολα αντιληπτό πως η κοίτη θα πλημμυρίσει και πως λόγω της κλίσης της κοίτης το νερό θα κατακλίσει την περιοχή ανάμεσα στον ποτάμι και την φοιτητική εστία. Το μήκος κατά το οποίο πιθανολογείται πως θα εισέλθει το νερό είναι 140μ. και συμβολίζεται με την κίτρινη γραμμή.

Αν επιβεβαιωθεί το σενάριο της πλημμύρας και ο τρόπος κατά το οποίο θα γίνει η πλημμύρα, η περιοχή που απεικονίζεται δεν θα υποστεί ζημιές μιας και σ' αυτό το τμήμα δεν υπάρχουν ούτε οικίες, ούτε αγροτικές εγκαταστάσεις, αλλά ούτε έργα υποδομής.



Εικόνα 5.23 Πιθανότητα πλημμύρας στον Αγ. Γεώργιο Γλυκόριζου

Στην εικόνα 5.23 πέρα από την εικόνα της περιοχής βλέπουμε και την μορφολογία του εδάφους που αφορά την κόκκινη γραμμή. Οι όχθες του ποταμού έχουν υψόμετρο γύρω στα 9μ, ενώ το μέγιστο υψόμετρο της περιοχής είναι στα 10μ. Στην περίπτωση της πλημμύρας το θεωρητικό πλάτος πρέπει να φτάσει τα 120μ., ενώ το πλάτος της κοίτης είναι 48μ.

Στην εικόνα με τα υψόμετρα (το κάτω τμήμα της εικόνας 5.23) το σκούρο τμήμα δείχνει την κοίτη του ποταμού. Στο σημείο δεξιά που η κλίση αυξάνει απότομα είναι και το τέλος του δόμου που απεικονίζεται δεξιά του ποταμού, ενώ αριστερά το υψόμετρο όλο φθίνει μετά από μία τοπική κορυφή στα 10μ.

Λόγω της μικρής κλίσης, κύριο παράγοντα για το πώς θα κινηθεί ο όγκος του νερού σε κατάσταση πλημμύρας θα παίξει το υψόμετρο, μιας κι εμείς έχουμε χοντρικές τιμές από το πρόγραμμα. Έτσι υπάρχουν δύο σενάρια. Στο πρώτο το νερό θα λιμνάσει ανάμεσα στα δύο υψηλά σημεία των 10μ. πλημμυρίζοντας τον δρόμο προς το Αγ. Γεώργιο Γλυκόριζου, ενώ στο δεύτερο θα υπερβεί το αριστερό «φράγμα» των 10μ. και θα κατακλίσει τις αγροτικές εκτάσεις αλλά και το οδικό δίκτυο προς Νεοχώρι.



Εικόνα 5.24 Πιθανή πλημμύρα του κάμπου μεταξύ Παχυκάλαμου-Νεοχωρίου

Στην εικόνα 5.24 απεικονίζεται στην πάνω πλευρά ο οικισμό Παχυκάλαμος ενώ στην κάτω πλευρά είναι τα πρώτα σπίτια του οικισμού Νεοχωρίου.

Σε περίπτωση πλημμύρας λοιπόν η κοίτη του ποταμού φαίνεται πως έχει μηδενικό βάθος, ενώ το υψόμετρο στην πεδιάδα είναι μόλις 1μ. και χαμηλότερο από αυτό του ποταμού που είναι στα 5μ. Επίσης ο οικισμό του Παχυκάλαμου βρίσκεται κι αυτός στα 5μ.

Είναι λοιπόν εύκολα αντιληπτό πως σε περίπτωση πλημμύρας η κοίτη ξεχειλίζει και μάλιστα πλημμυρίζει σίγουρα την πεδιάδα ανάμεσα στους δύο οικισμούς καθώς και τον δρόμο που τα ενώνει.

Τα κόστη που προκύπτουν από αυτήν την πλημμύρα δεν είναι εύκολα υπολογίσιμα μιας και θα πρέπει να υπολογιστούν οι δαπάνες για αποζημιώσεις σε περιπτώσεις πλημμυρισμένων σπιτιών, να υπολογιστούν οι αποζημιώσεις για τις εκτάσεις οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με την καλλιέργεια και την παραγωγή. Τέλος πρέπει να εκτιμηθούν οι δαπάνες για την αποκατάσταση των έργων υποδομής.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των τριών σεναρίων είδαμε πως σοβαρή πιθανότητα πλημμύρας υπάρχει όταν η παροχή του φράγματος είναι η μέγιστη ($6000\text{m}^3/\text{δευτ.}$) και η ταχύτητα του νερού δεν ξεπερνά τα $50\text{m}/\text{δευτ.}$ Επίσης είδαμε πως και τα δύο αυτά μεγέθη επηρεάζονται από άλλους παράγοντες, οι οποίοι θα πρέπει να ελέγχονται εξίσου μιας και ο συνδυασμός τους είναι αυτός που θα μας οδηγήσει στο τελικό πόρισμα.

Η παροχή του φράγματος εξαρτάται αποκλειστικά από την παροχή εισόδου στον αποταμιευτήρα της τεχνητής λίμνης του φράγματος, ώστε η στάθμη της να παραμένει σε κάθε περίπτωση κάτω από τα 120m . Από την άλλη πλευρά, η ταχύτητα του νερού εξαρτάται από την κλίση του εδάφους κατά μήκος της κοίτης του ποταμού. Όσο αυξάνει η κλίση αυξάνει και η ταχύτητα. Επίσης η καθαρότητα της κοίτης βοηθάει στην ομαλή ροή του νερού. Τέλος η ταχύτητα του νερού επηρεάζεται και από το πλάτος της κοίτης.

Εν κατακλείδι και προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία της ευρύτερης περιοχής της πόλης της Άρτας από την πιθανότητα πλημμύρας είναι αναγκαίο αρχικά να ελεγχθούν τυχόν καταπατήσεις στην παλιά κοίτη του ποταμού και τυχόν μετατροπή τους σε χωράφια, μιας και τα χωράφια αυτά βρίσκονται στο ίδιο ύψος με την κοίτη και είναι τα πρώτα που πλημμυρίζουν σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης. Επιπρόσθετα οι δημοτικές αρχές θα πρέπει να προχωρήσουν σε έλεγχο και συντήρηση της υπάρχουσας αντιπλημμυρικής προστασίας με ταυτόχρονη κατασκευή αντιπλημμυρικών έργων σε ευπαθή σημεία, ώστε να μην ξανασυμβούν τα γεγονότα της τελευταίας πλημμύρας του Φεβρουαρίου του 2015.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κουτσόπουλος Κωστής, Καθηγητής Ε.Μ.Π. , «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Και Ανάλυση Χώρου», Αθήνα 2002
2. Σούλης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής Δ.Π.Θ. , «Υδραυλική Ανοικτών Αγωγών», Ξάνθη 1999
3. Κωτσοβίνος Νικόλαος, Ph.D. Καθηγητής Υδραυλικής & Υδραυλικών Έργων Δ.Π.Θ. , «Μηχανική Ρευστών», Ξάνθη 2000
4. Κάππος Γιάννης, Δρ. Μηχανολόγος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, «Δουλέψτε με το AutoCAD 2002». Κλειδάριθμος 2001
5. Κουτσόπουλος Κωστής, Καθηγητής Ε.Μ.Π. & Ανδρουλάκης Νίκος, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π., «Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών Με χρήση του λογισμικού ArcGIS», Αθήνα 2003
6. Carol A Johnston « Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών στην Οικολογία» Εκδόσεις ΙΩΝ, 2005 (Μετάφραση-Επιμέλεια : Ιωάννης Ν. Βογιατζάκης & Αλέξανδρος Μαλούνης)
7. Donald Hearn & M. Pauline Baker «Computer Graphics with OpenGL», 3rd Edition, Prentice Hall, 2004
8. Hai-Min Lyu, Guo-Fu Wang, Jack Shuilong Shen, Lin-Hai Lu and Guo-Quan Wang. “Analysis and GIS Mapping of Flooding Hazards on 10 May 2016”, Guangzhou, China (<http://www.mdpi.com/2073-4441/8/10/447/htm>)
9. Kabir Uddin, Deo Raj Gurung, Amarnath Giriraj & Basanta Shrestha, “Application of Remote Sensing and GIS for Flood Hazard Management: A Case Study from Sindh Province, Pakistan”, Kathmandu, Nepal, 2012(<http://article.sapub.org/10.5923.j.aigis.20130201.01.html#Sec2>)
10. Ismail Elkhachy, “Flash Flood Hazard Mapping Using Satellite Images and GIS Tools: A case study of Najran City, Kingdom of Saudi Arabia (KSA)”, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, Volume 18, Issue 2, December 2015, Pages 261-278
11. https://live.osgeo.org/el/overview/qgis_overview.html
12. <https://www.qgis.org/en/site/about/index.html>
13. https://serc.carleton.edu/sp/library/google_earth/what.html

14. [http://www.korfonouni.eu/Τεχνητή Λίμνη Πουρναρίου](http://www.korfonouni.eu/Τεχνητή_Λίμνη_Πουρναρίου)
15. [Αντιμετώπιση πλημμυρών στα φράγματα της ΔΕΗ Α.Ε στους ποταμούς Αχελώο, Άραχθο και Νέστο](#)
16. <http://www.hnms.gr/hnms/greek/meteorology/ClimateOfGreece>
17. Κλιματικός Άτλας της Ελλάδος (<http://climatlas.hnms.gr/sdi/>)
18. Χατζηδάκη Αναστασία, «Πολυκριτηρική Ανάλυση σε περιβάλλον GIS για την χαρτογράφηση της πλημμύρας στην Βόρεια Ελλάδα», Βόλος, Ιούνιος 2013. Ανακτήθηκε από Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/41573/11780.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα εργασία ανακτήθηκαν από όλες τις ιστοσελίδες στις 6 Σεπτεμβρίου 2017.