

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

**« ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΒΑΛΣΑΜΙΩΤΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ
ΧΑΝΙΩΝ, ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ »**



**ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΤΟΥ ΕΠΙΚΟΥΡΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΗ κ.
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΒΟΥΔΟΥΡΗ**

ΚΟΥΤΟΥΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ ΑΕΜ: 4160

ΧΑΝΙΑ 2009

Αφιερωμένο στην οικογένεια μου για τη βοήθειά τους και την συμβολή τους στην ολοκλήρωση της εργασίας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Γνωρίζοντας το μέγεθος της δυσκολίας που χαρακτηρίζει την εύρεση και συλλογή ορισμένων στοιχείων θα επιθυμούσα στο σημείο αυτό να ευχαριστήσω κάποια άτομα χωρίς την παρουσία και την συμβολή των οποίων η πορεία αυτής της διπλωματικής αμφισβητείται.

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επίκουρο καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Βουδούρη για την διευκόλυνση επιλογής του θέματος στον τόπο διαμονής μου ,την επιστημονική προσφορά του και καθοδήγησή του.

Θερμά επίσης θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ηθική συμπαράσταση, οικονομική ενίσχυση και την ουσιαστική βοήθειά τους καθ' όλη την διάρκεια ολοκλήρωσης της εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τον κ. Σ. Λαμπαθάκη, Γεωλόγο Ο.Α.ΔΥ.Κ για την παροχή υδρογεωλογικών στοιχείων, πρόσβαση στις γεωλογικές μελέτες και την θετική συνεργασία με στόχο την πραγματοποίηση της εργασίας και τον Δρ. Πολιτικό Μηχανικό κ. Γ. Χαραρά για την πολύτιμη βοήθεια και παροχή χαρτών και φωτογραφιών από την εταιρεία κατασκευής του έργου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	5
2. Γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής	10
2.1. Περιοχή μελέτης - Πληθυσμός	10
2.2. Κλίμα της περιοχής	10
2.3. Υδρολογικά στοιχεία της περιοχής	10
3. Λεκάνη απορροής	17
3.1. Γεωμορφολογία της λεκάνης απορροής	17
3.2. Γεωλογία της λεκάνης απορροής	19
3.3. Τεκτονική δομή της λεκάνης απορροής	23
4. Λεκάνη κατάκλυσης (Ταμειυτήρας)	25
4.1. Γεωλομορφολογία της λεκάνης κατάκλυσης	25
4.2. Γεωλογία της λεκάνης κατάκλυσης	25
4.3. Τεκτονική δομή της λεκάνης κατάκλυσης	26
4.4. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες	28
5. Ιστορικό του φράγματος	31
6. Γεωμορφολογία της θέσης του φράγματος	33
6.1. Δεξιό αντέρεισμα	33
6.2. Αριστερό αντέρεισμα	33
6.3. Ευρεία κοίτη	33
7. Γεωλογία της θέσης του φράγματος	34
7.1. Δεξιό αντέρεισμα	34
7.2. Αριστερό αντέρεισμα	35
7.3. Περιοχή κοίτης	35
8. Υδρογεωλογικές συνθήκες	37
8.1. Γενικά	37
8.2. Υδρογεωλογικές συνθήκες στο δεξιό αντέρεισμα	38
8.3. Υδρογεωλογικές συνθήκες στο αριστερό αντέρεισμα	38
8.4. Υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή της ευρείας κοίτης	39
9. Σύνοψη - Συμπεράσματα	40
10. Βιβλιογραφία	45
11. Παράρτημα φωτογραφίες του φράγματος κατά την κατασκευή του	46

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Το ασβεστολιθικό ορεινό συγκρότημα των Λευκών Ορέων είναι ο κύριος υδροφορέας της Δυτικής Κρήτης. Τα νερά της βροχής και κυρίως αυτά που προέρχονται από την τήξη των χιονιών κατεισδύουν στις έντονα τεκτονισμένες και καρστικοποιημένες ασβεστολιθικές μάζες και στη συνέχεια κινούνται υπόγεια και ένα μεγάλο τμήμα τους εκφορτίζεται από τις μεγάλες πηγές που πηγάζουν στη βόρεια περίμετρο των Λευκών Ορέων (Κωλένη, Μεσκλά, Αγυιά, Αναβάλλοντα, Στύλου, Αρμένων, Κούρνα, Αργυρούπολη κ.α.) συνολικής μέσης ετήσιας παροχής $350 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Από τον όγκο αυτό του νερού ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποιείται, ενώ το υπόλοιπο ρέει ανεκμετάλλευτο προς την θάλασσα.

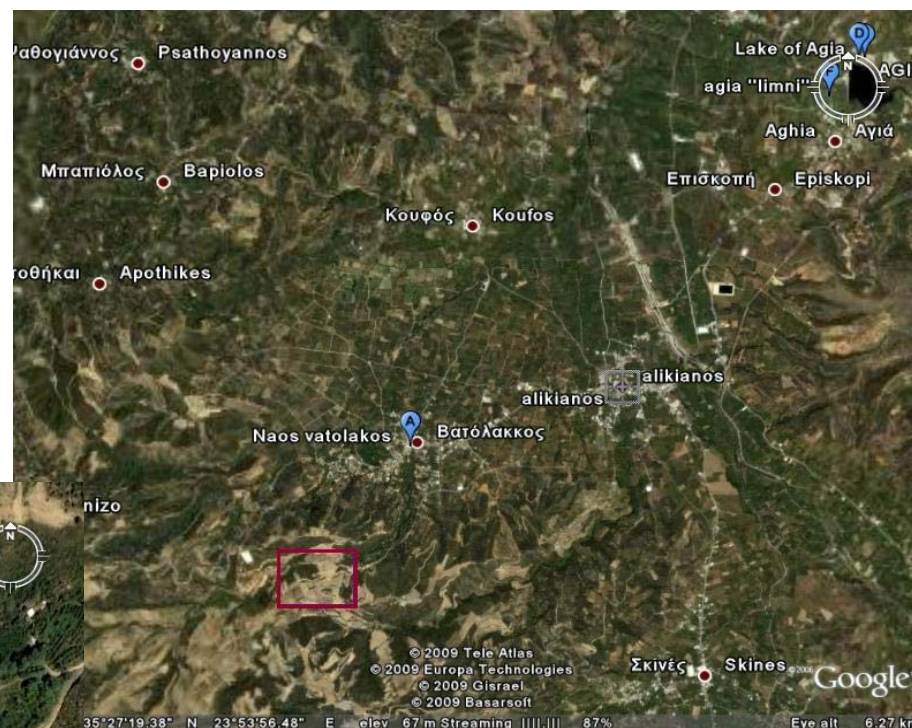
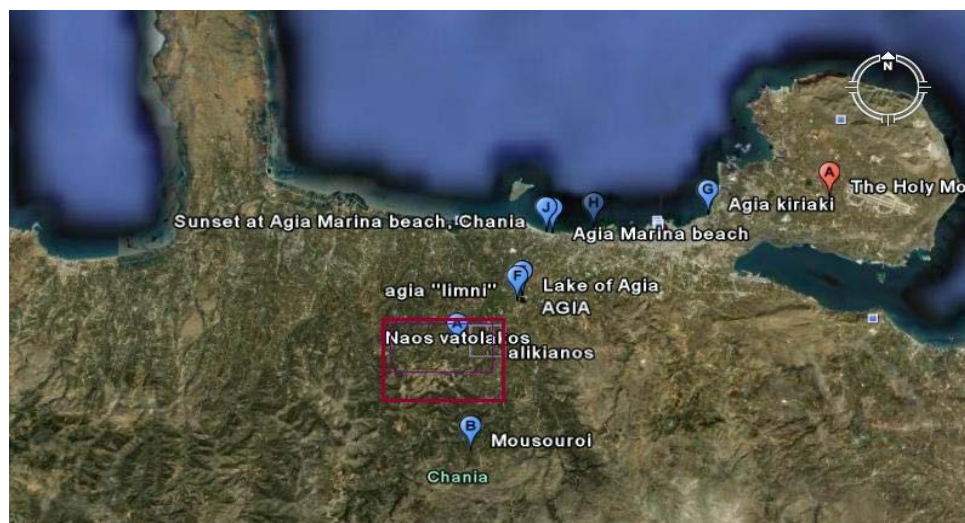
Η αισθητή αύξηση του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού των πηγών μπορεί να επιτευχθεί με την αναρρύθμιση των παροχών τους αλλά και κυρίως με την αποθήκευση των χειμερινών παροχών σε ταμιευτήρες. Για την αύξηση αυτή αλλά και την ορθολογική διαχείρισή του, έχει μελετηθεί (μελετητές Π. Παυλάκης, ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ κ.α.) ένα ενιαίο σύστημα διακίνησης και διαχείρισης των νερών, το οποίο κατασκευάζει ο Ο.Α.ΔΥ.Κ. κατά μήκος των ακτών της Δυτικής Κρήτης. Πρόκειται για τα δυο φράγματα Αλικιανού και Βαλσαμιώτη. Τα φράγματα αυτά θα πληρούνται με νερό καθ' ένα από την δική του λεκάνη και επιπλέον από την πλεονάζουσα χειμερινή παροχή των πηγών Μεσκλών που θα μεταφέρεται σε αυτά με χρήση του υφιστάμενου κύριου αγωγού μεταφοράς νερού Μεσκλά-Αγυιά. Τα δυο φράγματα-ταμιευτήρες θα λειτουργούν σαν υδατικοί πόροι αιχμής και ασφάλειας στο ενιαίο σύστημα διακίνησης του νερού.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας αυτής είναι η μελέτη των γεωτεχνικών και υδρογεωλογικών συνθηκών του φράγματος Βαλσαμιώτη. Οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο εκπόνησης της εργασίας είναι:

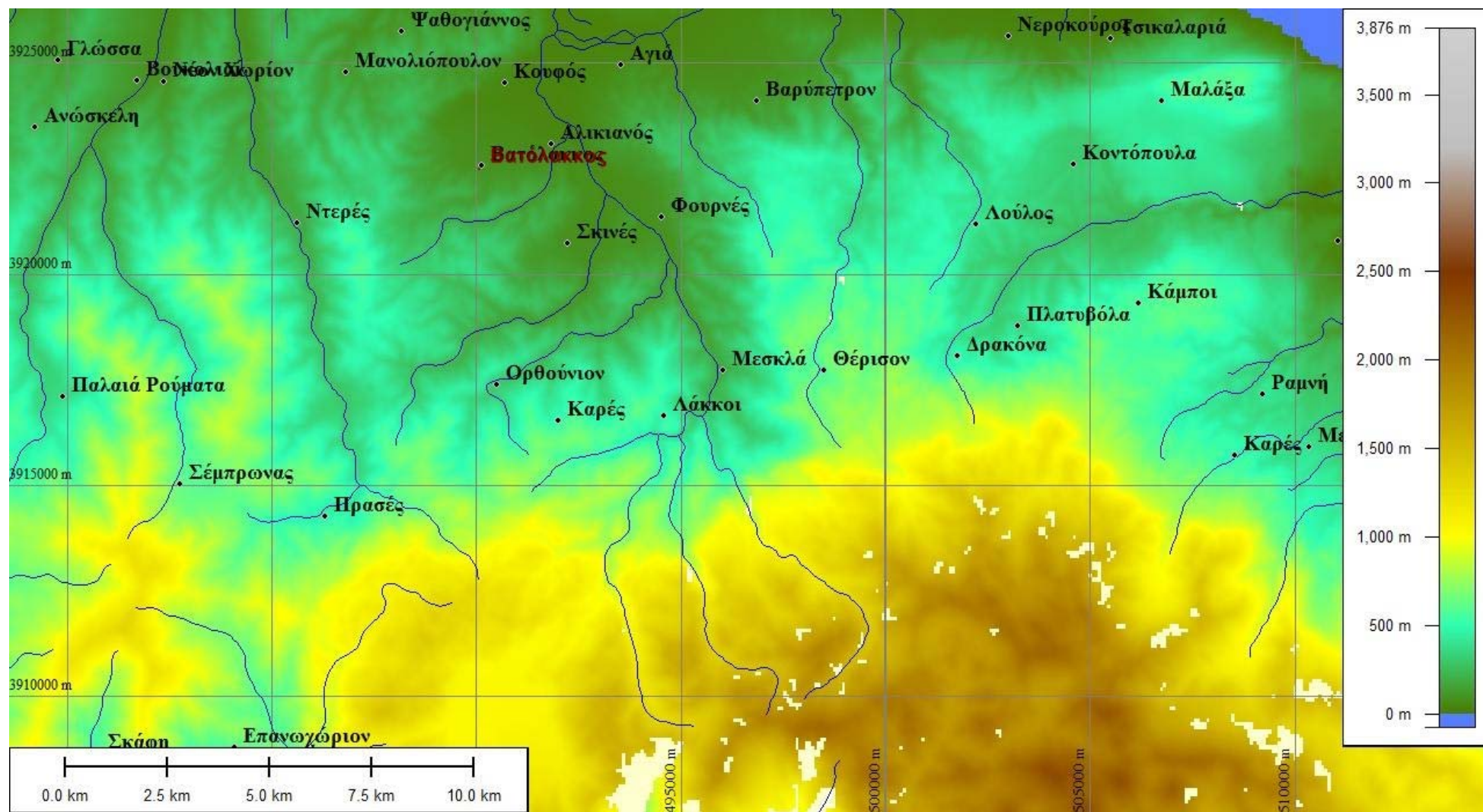
- Συλλογή και επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων από σταθμούς της ευρύτερης περιοχής.
- Σύνταξη τοπογραφικού και γεωλογικού χάρτη της ευρύτερης περιοχής.

- Επίσκεψη στη θέση του φράγματος και επιτόπου μελέτη των γεωλογικών συνθηκών.
- Καθώς και συλλογή γεωτεχνικών στοιχείων.

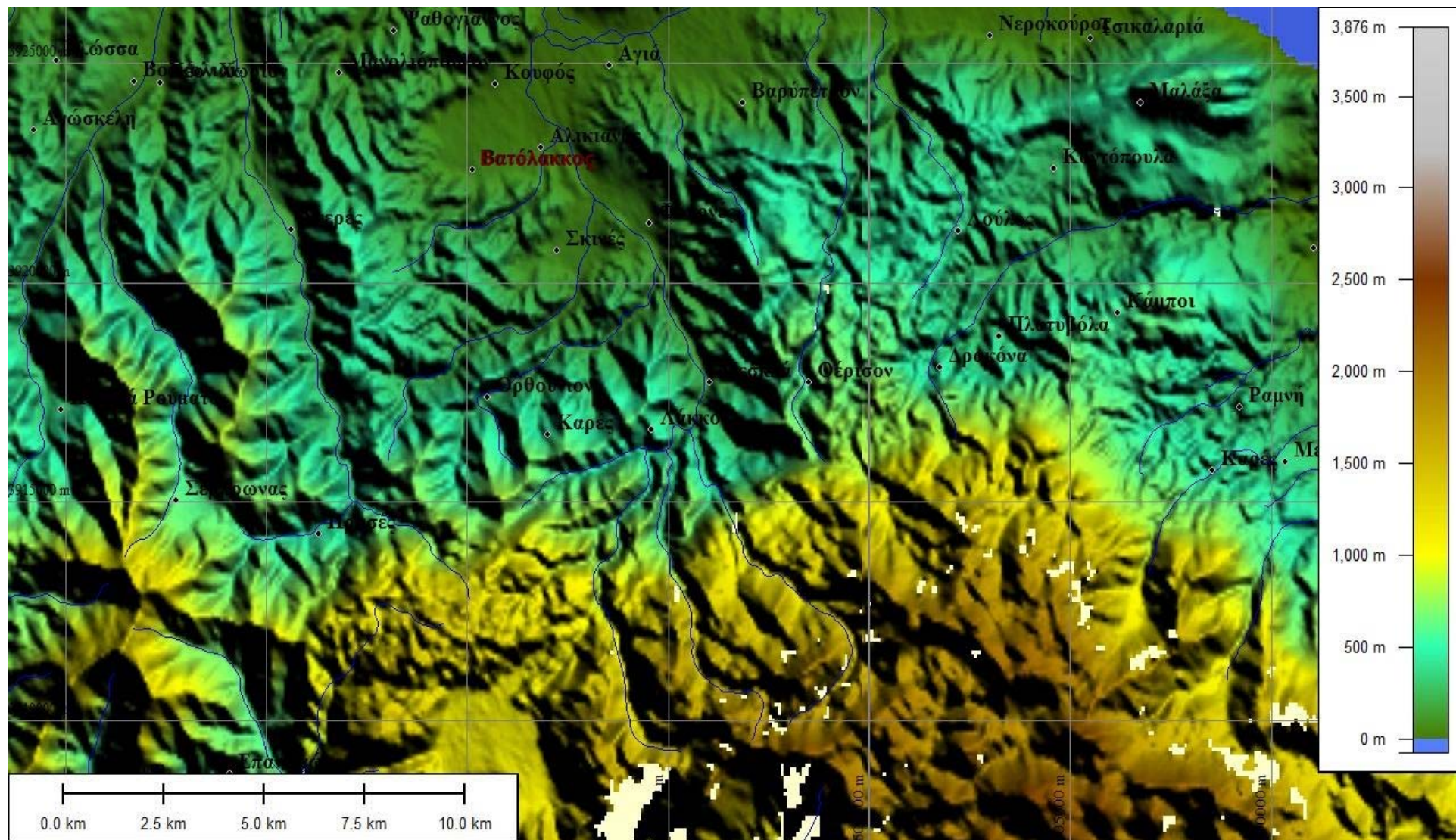
Τα περισσότερα στοιχεία για την εργασία αυτή ελήφθησαν από την γεωλογική μελέτη του Ο.Α.ΔΥ.Κ. για το φράγμα του Βαλσαμιώτη, από την οριστική μελέτη σε στάδιο εφαρμογής, της εταιρίας κατασκευής του φράγματος καθώς επίσης και στοιχεία από διάφορες εργασίες οι οποίες αναφέρονται στην γεωλογία και τεκτονική της Κρήτης και ειδικότερα για το νομό Χανίων, στον οποίο εδράζεται το φράγμα Βαλσαμιώτη.



Εικ. 1: Γενική άποψη της περιοχής α) του χωριού Βατόλακκος και β,γ) της θέσης του φράγματος Βαλσαμιώτη νοτιοδυτικά του χωριού όπως φαίνεται σε ψηφιοποιημένη δορυφορική εικόνα (Google Earth).



Εικ.2: Χάρτης υδρογραφικού συστήματος ευρύτερης περιοχής.



Εικ.3: Χάρτης τοπικού αναγλύφου ευρύτερης περιοχής.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

2.1. Πληθυσμός - Περιοχή μελέτης.

Ο Δήμος Μουσούρων βρίσκεται στο κέντρο του νομού Χανίων και έχει σαν έδρα το χωριό Αλικιανός. Πρόκειται για ημιορεινό δήμο, το νότιο τμήμα του οποίου βρίσκεται στους πρόποδες των Λευκών Ορέων. Σύμφωνα με την απογραφή του 2001 ο δήμος έχει συνολικά 4.755 κατοίκους και έκταση 191.744 στρέμματα. Τα περισσότερα από αυτά τα στρέμματα είναι καλλιεργημένα με ελαιόδεντρα και εσπεριδοειδή, ενώ δεν λείπουν και οι φυτεύσεις διαφόρων κηπευτικών ανάλογα με την εποχή.

Ο δήμος περιλαμβάνει 12 δημοτικά διαμερίσματα ένα εκ των οποίων είναι το χωριό Βατόλακκος, με οικισμούς αυτόν του Βατόλακκου και του Σκονίζο. Ο Βατόλακκος είναι το χωριό στο οποίο εδράζεται το φράγμα του Βαλσαμιώτη, με πληθυσμό 754 κατοίκους, ενώ απέχει 14.5 Km από την πόλη των Χανίων.

2.2. Κλίμα της περιοχής.

Η Κρήτη ανήκει στη Μεσογειακή Κλιματολογική ζώνη που δίνει τον κύριο χαρακτήρα στο κλίμα της. Το κλίμα στην Κρήτη χαρακτηρίζεται εύκρατο. Η ατμόσφαιρα μπορεί να είναι αρκετά υγρή, ανάλογα με την εγγύτητα στη θάλασσα. Ο χειμώνας είναι αρκετά ήπιος και υγρός με αρκετές βροχοπτώσεις - περισσότερες στα δυτικά τμήματα της Κρήτης. Η χιονόπτωση, είναι σπάνια στις πεδινές εκτάσεις, αλλά αρκετά συχνή στις ορεινές περιοχές. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, οι μέσες θερμοκρασίες είναι 25 με 30 βαθμοί (Κελσίου), οπωσδήποτε χαμηλότερες από αυτές της ηπειρωτικής Ελλάδας.

2.3. Υδρολογικά στοιχεία της περιοχής.

➤ Βροχόπτωση.

Από την Περιφερειακή Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων Κρήτης, ελήφθησαν τα δεδομένα των μετρήσεων των τιμών του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής κατά τη χρονική περίοδο 1996-2003, όπως αυτά

καταγράφηκαν στους μετεωρολογικούς σταθμούς Ασκύφου (+740 m) και Παλαιών Ρουμάτων (+ 316 m).

Οι σταθμοί αυτοί είναι οι πιο αντιπροσωπευτικοί που υπάρχουν, επειδή βρίσκονται στην περιοχή, η οποία με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα τα οποία δέχεται, τροφοδοτεί τον υπόγειο υδροφόρο της Αγυιάς. Ιδιαίτερα, ο μετεωρολογικός σταθμός Ασκύφου είναι ο σταθμός με το υψηλότερο υψόμετρο της ευρύτερης περιοχής.

Οι μετρήσεις των τιμών του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής των παραπάνω σταθμών, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες Π-1 και Π-2, που ακολουθούν.

Με βάση τα δεδομένα των μετρήσεων αυτών, έγινε η επεξεργασία τους και η σύνταξη των διαγραμμάτων «μέσου μηνιαίου ύψους βροχής σε συνάρτηση με το χρόνο», τα οποία και αποδίδονται παρακάτω.

Από την αξιολόγηση των στοιχείων των παρακάτω διαγραμμάτων, προκύπτει ότι:

➤ Οι βροχοπτώσεις στην περιοχή έρευνας εκδηλώνονται κυρίως κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου έως Απριλίου, που αντιπροσωπεύουν την υγρή περίοδο του έτους, ενώ, κατά τη διάρκεια των μηνών Μαΐου έως Αυγούστου δεν εκδηλώνονται βροχοπτώσεις και αντιπροσωπεύουν υδρολογικά την ξηρή περίοδο του έτους.

➤ Η υψηλότερη τιμή του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής που έχει καταγραφεί στον σταθμό Παλιών Ρουμάτων, ανέρχεται σε 486,2 mm και αντιστοιχεί στο μήνα Δεκέμβριο του 1998.

➤ Η υψηλότερη τιμή του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής που έχει καταγραφεί στον σταθμό Ασκύφου, ανέρχεται σε 1.402 mm και αντιστοιχεί στο μήνα Δεκέμβριο του 2001.

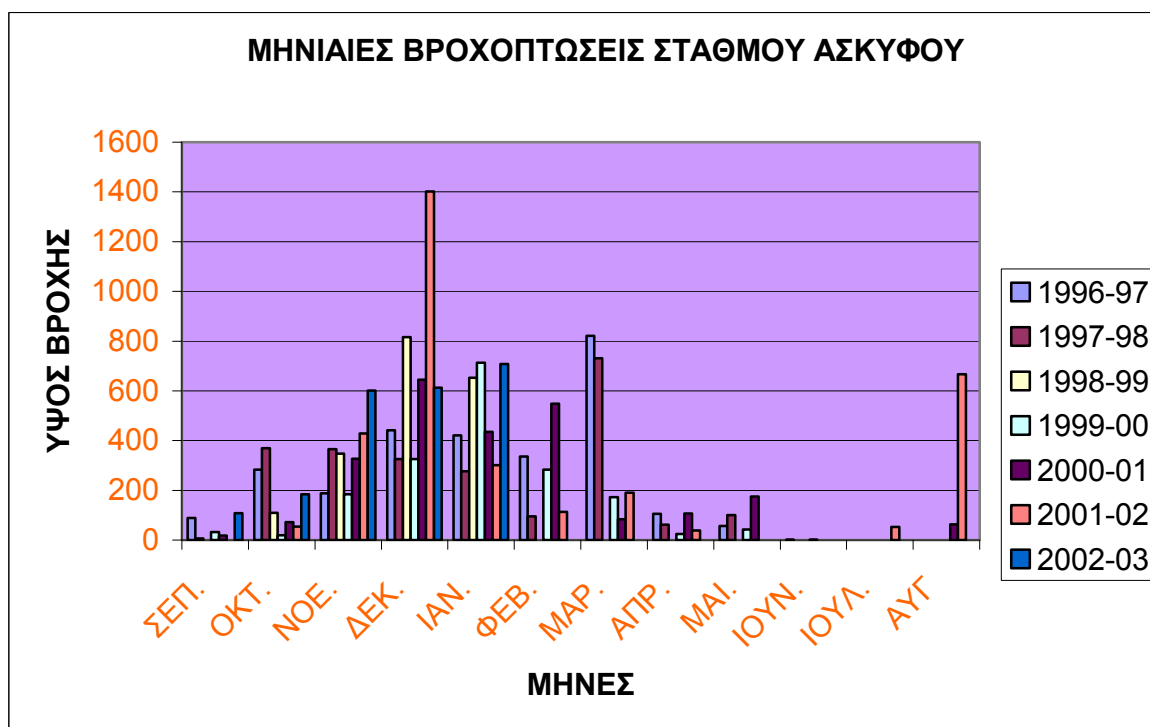
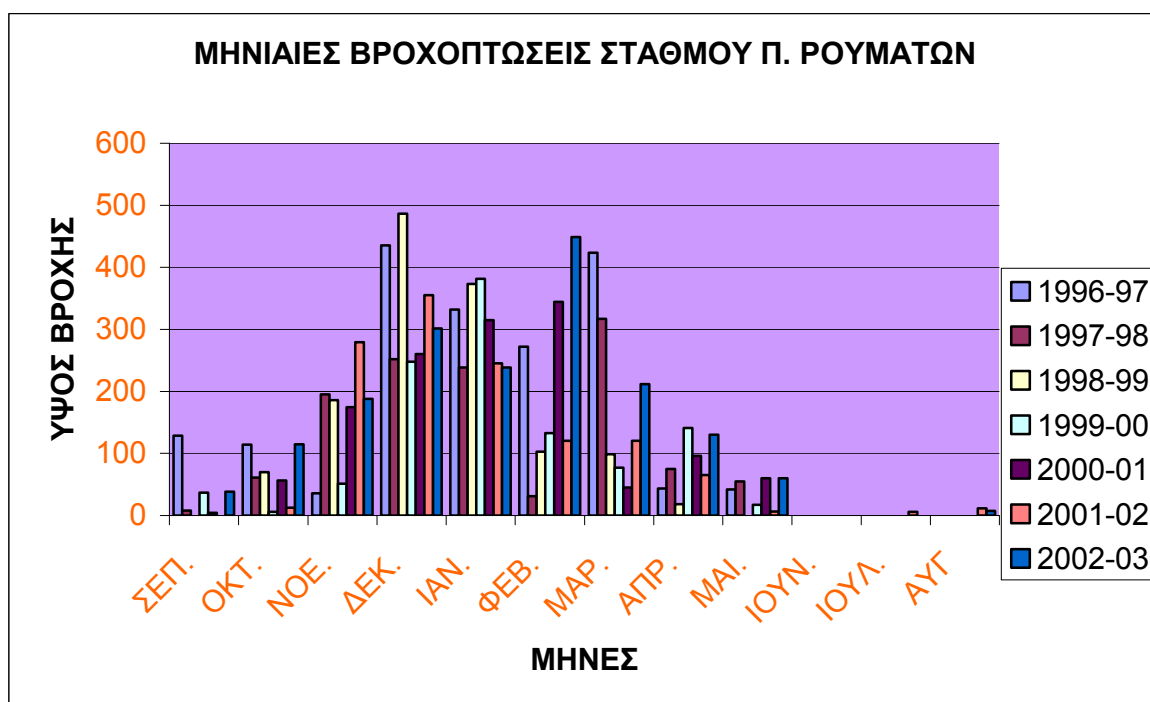
➤ Το μέσο ύψος βροχής στην περιοχή έρευνας αυξάνεται εντυπωσιακά με την αύξηση του υψομέτρου όπως αυτό προκύπτει από τη συναξιολόγηση των διαγραμμάτων.

Πίνακας Π-1. Μετρήσεις των μέσων μηνιαίων τιμών του ύψους βροχής σε mm, με βάση τις καταγραφές τους στο μετεωρολογικό σταθμό Παλαιών Ρουμάτων νομού Χανίων κατά τη χρονική περίοδο 1996-2003.

	ΣΕΠ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΥΝΟΛΟ
1996-97	128,6	114,3	35,8	435,1	332,2	272,3	423,4	43,5	42,0	0,0	0,0	0,0	1827,2
1997-98	7,5	61,1	195,1	252,0	238,7	31,1	317,0	75,0	54,6	0,0	0,0	0,0	1232,1
1998-99	0,0	69,7	186,1	486,2	373,3	103,0	98,6	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1334,9
1999-00	36,7	5,6	51,1	247,7	381,6	132,8	76,9	141,0	17,1	0,0	0,0	0,0	1090,5
2000-01	4,0	56,5	174,3	260,1	314,8	344,6	45,1	96,2	60,0	0,0	0,0	0,0	1355,6
2001-02	0,0	12,5	279,2	355,0	245,1	120,1	120,5	64,9	6,2	0,0	5,5	11,5	1220,5
2002-03	38,2	114,4	187,9	301,5	238,3	448,5	211,9	130,0	60,0	0,0	0,0	7,0	1737,7

Πίνακας Π-2. Μετρήσεις των μέσων μηνιαίων τιμών του ύψους βροχής σε mm, με βάση τις καταγραφές τους στο μετεωρολογικό σταθμό Ασκύφου νομού Χανίων κατά τη χρονική περίοδο 1996-2003.

	ΣΕΠ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΥΝΟΛΟ
1996-97	89,0	283,5	188,0	441,0	420,5	336,0	821,8	106,0	56,0	1,5	0,0	0,0	2743,3
1997-98	6,5	370,0	365,0	326,0	277,0	95,0	731,0	62,0	100,0	0,0	0,0	0,0	2332,5
1998-99	0,0	110,0	347,0	816,0	653,0							0,0	1926,0
1999-00	32,3	19,0	183,6	326,3	713,2	282,6	172,2	23,9	42,1	1,1	0,0	0,0	1796,3
2000-01	17,5	71,5	327,0	644,5	435,0	548,5	83,5	107,0	174,5	0,0	0,0	62,5	2471,5
2001-02	0,0	53,5	429,0	1402,0	301,0	113,0	191,0	38,5	0,0	0,0	52,5	667,0	3247,5
2002-03	108,5	184,0	601,0	613,0	708,0								2214,5



➤ Θερμοκρασία.

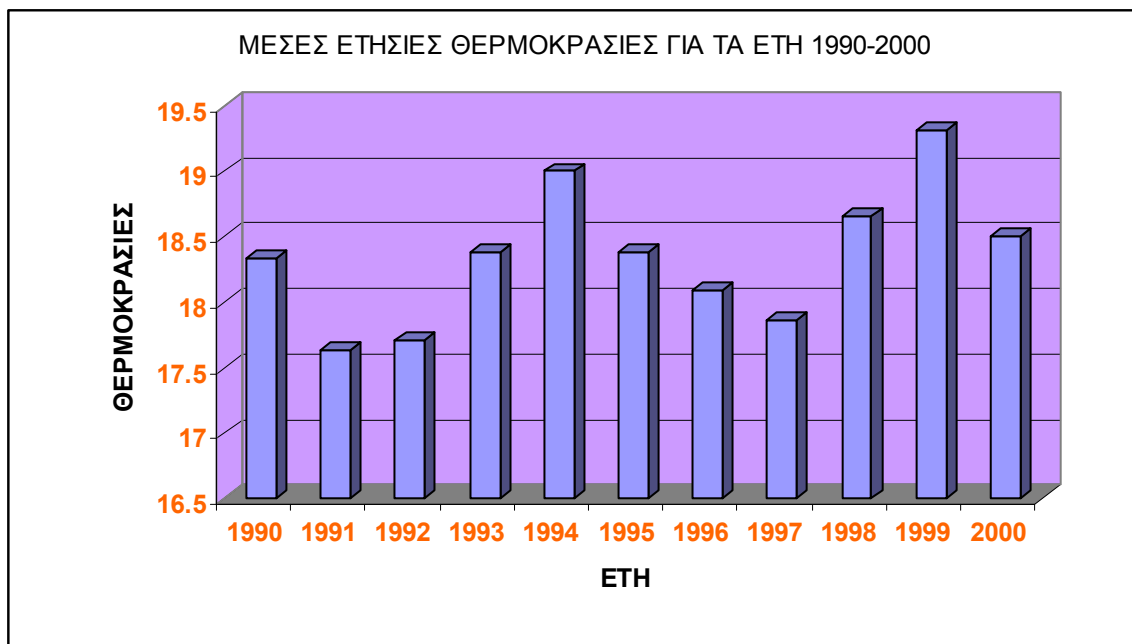
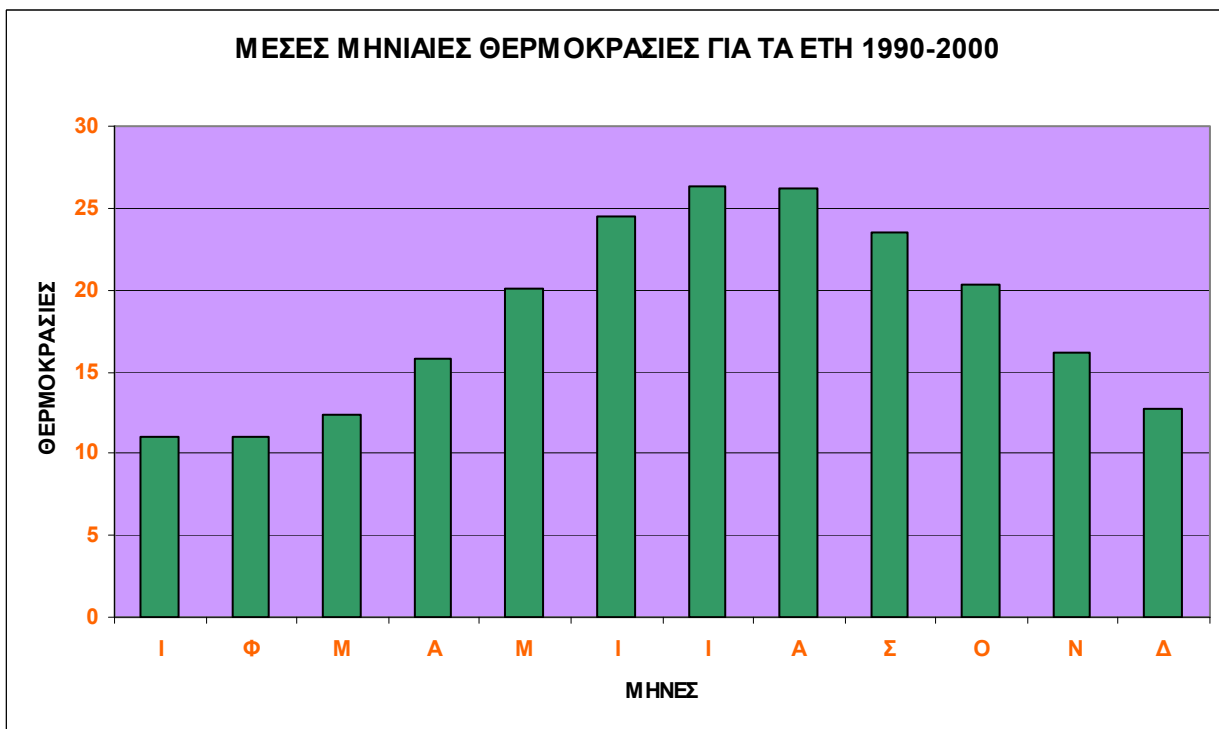
Σύμφωνα με τα δεδομένα των μετρήσεων που συλλέχθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανίων, για τις τιμές της μέσης μηνιαίας Θερμοκρασίας κατά τη χρονική περίοδο 1990-2000, έγινε η επεξεργασία τους και η σύνταξη διαγραμμάτων <<μέσης μηνιαίας Θερμοκρασίας>> και <<μέση ετήσια Θερμοκρασία>> τα οποία αποδίδονται παρακάτω.

Από την αξιολόγηση των παρακάτω πίνακα και διαγραμμάτων, προκύπτει ότι:

1. Η υψηλότερη τιμή της μέσης μηνιαίας Θερμοκρασίας που έχει καταγραφεί από τον σταθμό Χανίων ανέρχεται στους 27,7 °C και αντιστοιχεί στο μήνα Αύγουστο για το έτος 1994 και στον μήνα Ιούλιο για το έτος 2000.
2. Η χαμηλότερη τιμή της μέσης μηνιαίας Θερμοκρασίας είναι αντίστοιχα 8,76 °C για τον μήνα Φεβρουάριο του 1992.
3. Κατά μέσο όρο για την συγκεκριμένη δεκαετία 1990-2000 οι Θερμοκρασίες την χειμερινή περίοδο κυμαίνονται στους 11-16°C ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες 20-26°C, αντίστοιχα. Δηλαδή μεταβολή περίπου 10 βαθμών ανά περίοδο.
4. Για τη χρονική περίοδο 1990-2000 η τιμή με την μεγαλύτερη, κατά μέσο όρο Θερμοκρασία, παρουσιάζεται το έτος 1999.

Πίνακας Π-3. Μετρήσεις των μέσων μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας, με βάση τις καταγραφές τους στο μετεωρολογικό σταθμό Χανίων κατά τη χρονική περίοδο 1990-2000.

	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΣΥΝΟΛΟ
1990	9,71	11,4	13,73	16,57	19,86	23,86	26,06	24,68	23,4	19,83	17,78	13,12	18,33
1991	10,55	10,72	13,28	14,97	18,21	23,92	25,25	25,45	23,15	21,25	15,59	9,3	17,64
1992	10,38	8,76	11,83	15,82	18,22	23,92	24,86	25,69	22,01	23,28	16,58	11,18	17,71
1993	10,7	9,13	12	15,95	19,75	24,58	26,28	26,36	23,88	21,57	15,94	14,39	18,38
1994	12,54	11,9	13	17,32	21,33	23,77	26,09	27,7	25,64	21,65	15,19	11,89	19,00
1995	12,03	12,68	12,95	14,86	19,82	25,94	26,34	26,13	24,47	17,89	14,07	13,34	18,38
1996	11,23	11,42	11,23	14,64	21,42	24,18	26,13	26,31	23,08	18,12	15,48	13,9	18,10
1997	11,67	10,92	11,51	13,3	20,18	24,99	26,97	25,09	21,43	18,66	16,06	13,56	17,86
1998	11,5	12,2	10,77	17,15	19,57	24,46	27,58	27,17	23,75	20,92	16,75	12,05	18,66
1999	11,37	11,57	13,45	16,72	21,7	25,52	26,46	27,6	24,03	21,78	17,23	14,38	19,32
2000	9,53	10,54	12,3	16,96	20,34	24,12	27,7	25,96	24,27	19,26	17,61	13,44	18,50
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	11,02	11,02	12,36	15,84	20,04	24,48	26,34	26,19	23,56	20,38	16,21	12,78	



3. ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

3.1. Γεωμορφολογία της λεκάνης απορροής.

Η λεκάνη απορροής του φράγματος Βαλσαμιώτη εκτείνεται στους πρόποδες της βορειοδυτικής πλευράς του ορεινού συγκροτήματος των Λευκών Ορέων (+2.461 m) με κύρια ανάπτυξη ΝΔ-ΒΑ.

Η υδροκριτική γραμμή της λεκάνης διέρχεται από υψόμετρα που κυμαίνονται από 500m έως 100m . Η συνολική έκταση που καταλαμβάνει η λεκάνη απορροής ανάντη της θέσης του φράγματος ανέρχεται σε 2.610 στρεμ .

Το κύριο ρέμα του Βαλσαμιώτη ξεκινά από το ΝΔ τμήμα της λεκάνης έχοντας διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, συνεχίζει στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης με διεύθυνση Δ-Α και τέλος στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης το κύριο ρέμα κάμπτεται και με διεύθυνση Ν-Β διασχίζει το χωριό Βατόλακκος.

Το ανάγλυφο της λεκάνης αντιστοιχεί στην ημιορεινή ζώνη της Κρήτης, είναι γενικά τραχύ, ενώ οι κλίσεις των φυσικών πρανών παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές με μέσο όρο περίπου 45%. Ειδικότερα στο ανατολικό τμήμα οι κλίσεις κυμαίνονται από 35% έως 50% περίπου, ενώ στο δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα παρουσιάζονται ισχυρότερες κλίσεις με τιμές που ανέρχονται έως και 70% περίπου.

Η λεκάνη απορροής του ρέματος Βαλσαμιώτη καθ' όλη σχεδόν την έκτασή της καλύπτεται από πλούσια θαμνώδη βλάστηση. Εξαίρεση αποτελεί μέρος του κεντρικού-δυτικού τμήματος αυτής, όπου επικρατούν κατά τόπους ορισμένες ελαιοκαλλιέργειες.

Η σημερινή μορφολογική εικόνα της λεκάνης, φαίνεται να είναι αποτέλεσμα κυρίως διαβρωσιγενών εργασιών και όχι τόσο τεκτονικών που θα μπορούσαν να επιδράσουν αρνητικά στο υπό μελέτη φράγμα. Κατά θέσεις ωστόσο στο κεντρικό-δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης και κατά μήκος του δευτερευόντως δυτικού ρέματος παρατηρούνται ενδείξεις παλαιότερων κατολισθήσεων τοπικού χαρακτήρα.



Εικ. 4: Απεικόνιση της λεκάνης απορροής του ρέματος.

3.2. Γεωλογία της λεκάνης απορροής.

Από γεωλογικής άποψης, η λεκάνη απορροής δομείται κυρίως από τους σχηματισμούς της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας Περμοτριάδικης ηλικίας, που αποτελούν και το βαθύτερο τεκτονικό ορίζοντα της λεκάνης.

Σε μικρή έκταση παρουσιάζονται υπό μορφή εμφανίσεως μικρού πάχους: τα νεογενή κροκαλοπαγή, τα πλευρικά κορήματα και ο μανδύας διάβρωσης του Τεταρτογενούς και οι ολοκαινικές ποταμοχειμάρειες αποθέσεις.

Οι σχηματισμοί αυτοί περιγράφονται στην συνέχεια αναλυτικά.

Α) Φυλλιτική-χαλαζιτική ενότητα.

Η ενότητα φυλλιτών-χαλαζιτών δομεί το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης απορροής του ρέματος Βαλσαμιώτη και συγκεκριμένα, σχεδόν εξ' ολοκλήρου το δυτικό, νοτιοδυτικό και κεντρικό τμήμα αυτής, καθώς και το μεγαλύτερο ποσοστό του ανατολικού και βορειοανατολικού τμήματός της.

Η ενότητα αυτή συνίσταται σε εναλλαγές σερικιτικών χαλαζιτών και σερικιτικών-χλωριτικών-γραφιτικών φυλλιτών. Συναντώνται επίσης παρεμβολές μεταψαμμιτών, ενώ τοπικά παρατηρούνται και παρεμβολές μεταβασιτών σε συμφωνία ή και ασυμφωνία προς την κύρια σχιστότητα. Σε πολύ μικρό ποσοστό συμμετέχουν -μικρού πάχους και έκτασης- φακοειδείς ενστρώσεις από ανθρακικά έντονα ανακρυσταλλωμένα πετρώματα.

Στην συγκεκριμένη περιοχή μελέτης κυριαρχούν τα φυλλιτικά πετρώματα ή οι εναλλαγές φυλλιτών και λεπτών ενστρώσεων χαλαζιτών, οι οποίες έχουν πάχος από μερικά εκατοστά έως δύο μέτρα περίπου. Χαρακτηριστική είναι σε αυτές τις περιπτώσεις η έντονη μορφολογική υπεροχή των χαλαζιτών έναντι των φυλλιτικών ενστρώσεων, που οφείλεται στην μικρότερη αποσάθρωση που υφίστανται λόγω της σύστασής τους οι χαλαζίτες έναντι των φυλλιτών.

Η ηλικία της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας υπολογίζεται ως Περμοτριάδική, ενώ λιθοφασικά αποτελεί ένα φλυσχοειδή σχηματισμό που μεταμορφώθηκε αρχικά σε συνθήκες υψηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας και στην συνέχεια ανάδρομα, στις συνθήκες της κάτω πρασινοσχιστολιθικής φάσης.

Β) Τα Νεογενή κροκαλοπαγή.

Στο βορειοανατολικό άκρο της λεκάνης απορροής Βαλσαμιώτη εμφανίζονται κροκαλοπαγή Νεογενούς ηλικίας, τα οποία επικάθονται ασύμφωνα στην φυλλιτική-χαλαζιτική ενότητα, με πάχος ανάπτυξης που κατά θέσεις υπερβαίνει τα 15m.

Αποτελείται από ποικίλου μεγέθους λατύπες και κροκάλες που προέρχονται από το φυλλιτικό-χαλαζιτικό υπόβαθρο, με συνδετική ύλη που συνίσταται κυρίως από αργιλοαμμώδες υλικό ερυθρού χρώματος. Υπάρχουν σημαντικές λιθολογικές αλλαγές τόσο ως προς την οριζόντια ανάπτυξη, όσο και ως προς την κατακόρυφη ανάπτυξη.

Συχνά, οι κροκαλοπαγείς ορίζοντες εναλλάσσονται με στρώματα ή φακούς άμμων, αμμούχων μαργών, μαργών-αργίλων και ψηφίτοπαγών, πάχους από μερικά εκατοστά έως μερικά μέτρα.

Ο όλος σχηματισμός εμφανίζεται με μια χαρακτηριστική ερυθρωπή απόχρωση. (Κίλιας *et al.*, 1986).

Γ) Πλευρικά κορήματα - αποθέσεις υλικών αποσάθρωσης.

Σε αρκετές θέσεις επί των πρανών του ρέματος Βαλσαμιώτη, αλλά και στην βάση τους συναντάμε τα πλευρικά κορήματα, τα οποία τοποθετούνται με ασυμφωνία πάνω στην φυλλιτική-χαλαζιτική ενότητα, με πάχος ανάπτυξης που κυμαίνεται από 1 μέτρο έως 20 μέτρα περίπου. Οι πιο χαρακτηριστικές εμφανίσεις παρουσιάζονται: α) στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής, επί της νότιας πλευράς του ρέματος, όπου το πάχος της ανέρχεται σε 10 m περίπου και β) στο δυτικό άκρο της λεκάνης απορροής, στη συμβολή πέντε δευτερευουσών ρεμάτων με το κύριο ρέμα του Βαλσαμιώτη. Εδώ το μέγιστο πάχος της εμφάνισης αυτής των κορημάτων υπολογίζεται ότι φτάνει τα 25 m.

Τα πλευρικά αυτά κορήματα συνίσταται σε χαλαρούς κροκαλολατυποπαγείς σχηματισμούς Τεταρτογενούς ηλικίας, που αποτελούνται από κροκάλες και λατύπες, που προέρχονται από τα υλικά διάβρωσης της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας. Στις περιπτώσεις που αποκτούν σημαντική ανάπτυξη, εμφανίζονται αρκετά συμπαγή και συνεκτικά με ενδιάμεσο συνδετικό υλικό αργιλοψαμμιτικής σύστασης.

Τα υλικά αυτά θεωρούνται ως από τα πλέον επιρρεπή στις κατολισθήσεις με αποτέλεσμα να προκαλούνται συχνά φαινόμενα τοπικών

ολισθήσεων των μαζών τους, ιδίως όταν υπονομεύεται η βάση τους από νερό του ρέματος. Τέτοιες εικόνες, που οφείλονται σε παρελθοντικές διεργασίες, εμφανίζονται στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής και συγκεκριμένα στα πρηνή εκατέρωθεν των δευτερευόντων ρεμάτων.

Δ) Ποταμοχειμάρεις αποθέσεις.

Την περιοχή της κοίτης του ρέματος Βαλσαμιώτη, καθώς επίσης και τις κοίτες των δευτερευόντων ρεμάτων καλύπτει ένας αλλουβιακός μανδύας που αποτελείται από τα πρόσφατα ποτάμια υλικά. Αυτά συνίστανται σε ποικίλου μεγέθους κροκάλες και λατύπες με διάμετρο από μερικά εκατοστά έως και 1 m περίπου που είναι αναμεμειγμένα με χαλίκια και άμμο. Το κύριο υλικό τροφοδοσίας προέρχεται από την διάβρωση της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας.

Το πάχος του αλλουβιακού αυτού μανδύα είναι σχετικά μικρό φθάνοντας κατά τόπους τα 1,5-2 μέτρα.

Υπόμνημα του παρακάτω γεωλογικού χάρτη.

	Ολόκαινο (Αλλούβιο) Σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις. Τύρφη Φιλίππων (Tb). Παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων. Πλευρικά κορήματα. Holocene (Alluvium) Alluvial deposits in valleys, plains and coastal deposits. Peat of Philippi (Tb). Alluvial fans and older talus cones. Scree.		Μεσοζωϊκό - Ηώκαινο Ασβεστόλιθοι και δολομίτες μη διαχωριζόμενοι. Mesozoic - Eocene Limestones and dolomites, undivided.
	Μειοπλειόκαινο (Ανώτ. Μειόκαινο - Πλειόκαινο) Λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις: κροκαλοπαγή, άμμοι, μάργες, κοκκινοχώματα, μαργαίκοι ασβεστόλιθοι, άργιλοι. Ενίοτε λιγνίτες. Θαλάσσιες αποθέσεις: τα παραπάνω κλαστικά ιζήματα και ενίοτε στρώματα γύψου. Συνήθως απουσιάζουν τα κοκκινοχώματα. Περιλαμβάνονται και αποθέσεις υφάλμυρης φάσεως. Mio-Pliocene (Upper Miocene - Pliocene) Lacustrine and terrestrial deposits: conglomerates, sand, marls, clayey material, marly limestones, and clays. Sometimes lignite beds. Marine deposits: the above detrital sediments and occasionally gypsum beds. Usually no red clayey material. Brackish facies deposits are also included.		Ιουρασικό - Ηώκαινο Όλη η σειρά των «πλακών ασβεστολίθων» μη διαχωριζόμενων. Jurassic - Eocene The «platy limestones» series (Plattenkalk), undivided.
	Ανώτ. Μειόκαινο (ενίοτε και Μέσο) Θαλάσσιες αποθέσεις: κυρίως μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, άργιλοι και γύψοι (G). Λιμναίες αποθέσεις: τα προηγούμενα κλαστικά ιζήματα, τοπικά με στρώματα λιγνιτών. Upper Miocene (and sometimes Middle Miocene) Marine deposits: mainly marls, clays, sandstones, conglomerates, clays and gypsum (G). Lacustrine deposits: the above detrital sediments, locally with lignite beds.		Τριαδικό (?) - Λιάσιο Ασβεστόλιθοι φάσεως «Παντοκράτορος». Triassic (?) - Lias Limestones of the «Pantokrator» facies.
	Ακουϊτάνιο - Τορτόνιο Στη Μεσοελληνική Αύλακα (σειρά Τστυλίου), μολάσσα: κυρίως κροκαλοπαγή και ψαμμίτες. Στη Κρήτη: αδρομερή λατυποπαγή και κοκκινοχώματα. Aquitanian - Tortonian In the Mesohellenic Trench (Tsotylon series), molasse: mainly conglomerates and sandstones. Coarse breccias and red clayey material in Crete.		

3.3. Τεκτονική δομή της λεκάνης απορροής.

Η φυλλιτική-χαλαζιτική ενότητα που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής, εμφανίζεται έντονα τεκτονισμένη, ώστε συχνά και σε συνδυασμό με τη διάβρωση, το πέτρωμα εμφανίζεται επιφανειακά εντελώς κατακερματισμένο και χαλαρό σχηματίζοντας, κατά τόπους, έναν λεπτό, κροκαλο-λατυποπαγή μανδύα από τα υλικά διάβρωσης του (σχ.1).

Η κύρια συμμεταμορφική S1-σχιστότητα των φυλλιτών-χαλαζιτών αναπτύσσεται με σημαντική διασπορά, προφανώς αποτέλεσμα των αλληπάλληλων τεκτονικών γεγονότων που παραμόρφωσαν την περμοτριάδική, φυλλιτική-χαλαζιτική ενότητα.

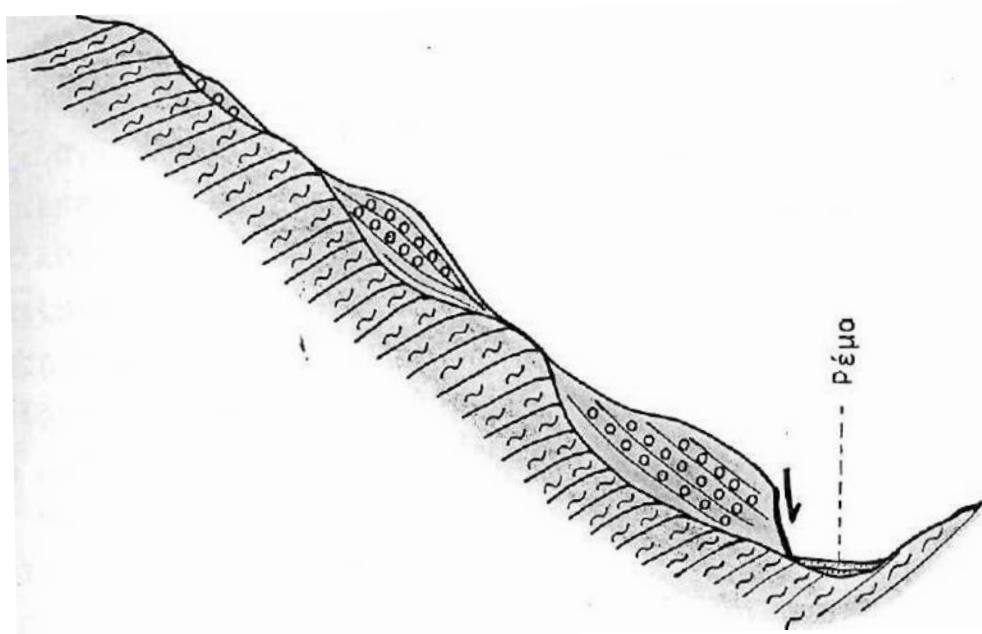
Αξίζει να τονισθεί η παρουσία σε όλη τη μάζα των φυλλιτών-χαλαζιτών, ζωνών έντονης διάτμησης ημιπλαστικής παραμόρφωσης με μικρή γωνία κλίσης (10° - 30°) και διεύθυνση κλίσης προς Βορρά ή Νότο. Οι ζώνες αυτές, λόγω της μικρής γωνίας κλίσης τους και μυλωνιτίωσης που αναπτύσσεται κατά μήκος τους, αποτελούν ευπαθείς περιοχές της λεκάνης απορροής και ίσως επιρρεπείς στις κατολισθήσεις μαζών.

Η μεγάλη συγκέντρωση των κροκαλο-λατυποπαγών υλικών διάβρωσης του υπόβαθρου στο δυτικό άκρο της λεκάνης απορροής, τοποθετείται ασύμφωνα πάνω στη φυλλιτική-χαλαζιτική ενότητα, ακολουθώντας, σε γενικές γραμμές τις μορφολογικές κλίσεις των πρανών. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι κροκαλο-λατυποπαγείς αποθέσεις αποκτούν μεταβαλλόμενο πάχος που από 1-2 m στα μέσα υψόμετρα των πρανών αυξάνει ραγδαία προς τη βάση των πρανών και φθάνει τα 25 m κατά θέσεις στην κοίτη του ρέματος Βαλσαμιώτη.

Λόγω της ασταθούς αυτής δομής των κροκαλο-λατυποπαγών αποθέσεων και της χαλαρής συνοχής τους γενικά ο σχηματισμός τους κρίνεται ιδιαίτερα επιρρεπής σε κατολισθήσεις και ιδίως στις θέσεις που υποσκάπτεται από το νερό των ρεμάτων.

N

B



Σχ. 1: Απεικονίζεται η τοποθέτηση των πλευρικών κορημάτων και των υλικών αποσάθρωσης των φυλλιτών-χαλαζιτών, σε συμφωνία με τη μορφολογία. (Μουντράκης Δ., Κίλιας Αδ., Παυλάκη Κ. << Γεωλογική μελέτη φραγμάτων Αλικιανού και Βαλσαμιώτη>>).

4. ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ (ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ)

4.1. Γεωμορφολογία της λεκάνης κατάκλυσης.

Η λεκάνη κατάκλυσης του φράγματος Βαλσαμιώτη καταλαμβάνει το κεντρικό-κεντρικοανατολικό τμήμα της Λεκάνης Απορροής. Αντιστοιχεί στον κύριο κλάδο του Βαλσαμιώτη ποταμού που αναπτύσσεται σε στενή λεκάνη με διεύθυνση περίπου Δ-Α, ενώ στο δυτικό τμήμα παρουσιάζει ΝΔ-ΒΑ διεύθυνση (Φωτ. 1).

Το χαμηλότερο σημείο του ταμιευτήρα βρίσκεται στην ισοϋψή των 132 m ενώ το ανώτερο στην ισοϋψή των 180 m περίπου. Μορφολογικά, χαρακτηρίζεται από ημιορεινό ανάγλυφο με απότομα φυσικά πρηνή που οι κλίσεις τους κυμαίνονται από 35% έως 55% περίπου (σχ. 2). Η όλη έκταση καλύπτεται από πλούσια θαμνώδη βλάστηση, ενώ απουσιάζουν τελείως οι καλλιέργειες.

Η κλίση κατά μήκος της κοίτης του ρέματος του Βαλσαμιώτη που αντιστοιχεί στην λεκάνη κατάκλυσης, παρουσιάζει πολύ μικρή τιμή της τάξης του 4% περίπου, με αποτέλεσμα να έχουμε πολύ μικρή μεταφορική ικανότητα των νερών και κατ' επέκταση να αναμένεται μικρό ποσοστό απόθεσης φερτών υλικών στον ταμιευτήρα. Στο ΝΔ άκρο μόνο, επί των νοτίων πρηνών εκεί όπου παρατηρείται ένα μικρός δευτερεύον κλάδος, παρουσιάζεται μία παλαιότερη κατολίσθηση μικρής σχετικά έκτασης με συγκέντρωση χαλαρών κροκαλολατυποπαγών.

Γενικά, η λεκάνη κατάκλυσης, χαρακτηρίζεται ως δημιουργήμα περισσότερο μορφογενετικών διαδικασιών (αποσάθρωση-διάβρωση) παρά τεκτογενετικών.

4.2. Γεωλογία της λεκάνης κατάκλυσης.

Η λεκάνη κατάκλυσης Βαλσαμιώτη δομείται κυρίως από τους σχηματισμούς της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας, που όπως έχουμε ήδη αναφέρει αποτελούν και τον βαθύτερο τεκτονικό ορίζοντα αυτής. Κυριαρχούν οι εναλλαγές αργιλικών και σερικιτικών φυλλιτών και σερικιτικών χαλαζιτών, που το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως 2 m περίπου.

Ασύμφωνα πάνω στο φυλλιτικό-χαλαζιτικό υπόβαθρο και ακολουθώντας τη μορφολογική κλίση των πρανών (σχ. 1) τοποθετούνται κατά θέσεις τα χαλαρά κροκαλο-λατυποπαγή υλικά συνήθως μικρού πάχους (1-2 m), που αποτελούνται αποκλειστικά από υλικά αποσάθρωσης των φυλλιτών-χαλαζιτών. Στο δυτικό άκρο της λεκάνης κατάκλυσης καταλήγει ένα τμήμα της μεγάλης εμφάνισης των κροκαλολατυποπαγών που εκτείνεται πιο δυτικά στα πρανή της λεκάνης απορροής και περιγράφηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Το πάχος των κροκαλο-λατυποπαγών αυτών φθάνει τα 25m.

Οι αποθέσεις αυτές παρουσιάζουν, σε γενικές γραμμές, τάσεις κατολισθήσεων ιδίως όταν θα υπονομευθούν από νερό.

Στην κοίτη του ρέματος του Βαλσαμιώτη συναθροίζονται οι πρόσφατες ποταμοχειμάρειες αποθέσεις που αποτελούνται κυρίως από φυλλιτικές-χαλαζιτικές κροκάλες ποικίλου μεγέθους, χαλίκια, άμμο και άργιλο. Το πάχος του μανδύα αυτού των πρόσφατων αποθέσεων είναι μικρό της τάξης των 0,5-1,5 m .

4.3. Τεκτονική δομή της λεκάνης κατάκλυσης.

Η ενότητα φυλλιτών-χαλαζιτών αποτελεί τον κυρίαρχο γεωλογικό σχηματισμό της λεκάνης κατάκλυσης. Χαρακτηρίζεται από τον έντονο τεκτονισμό που σε συνδυασμό με τη διάβρωση, κατά θέσεις προκαλείται μια προχωρημένη χαλάρωση στη βραχομάζα, ή ακόμη και η συγκέντρωση σε ασυμφωνία, υπό μορφή λεπτού μανδύα των κροκαλο-λατυποπαγών υλικών διάβρωσης.

Η συμμεταμορφική S1-σχιστότητα αναπτύσσεται με ένα κύριο μέγιστο στην ΑΒΑ-ΔΝΔ έως ΑΝΑ-ΔΒΔ διεύθυνση, με αντιθετικές όμως διευθύνσεις κλίσεις, άλλοτε προς τα βόρεια και άλλοτε προς τα νότια.

Οι τυπικές ρηξιγενείς δομές εμφανίζονται συνήθως, με μεγάλη συχνότητα και πυκνότητα. Επικρατούν δύο κυρίως σύνολα ρήξεων, με διευθύνσεις ανάπτυξης προς τα ΒΒΔ-ΝΝΑ και ΑΒΑ-ΔΝΔ. Οι γωνίες κλίσεις τους είναι σχεδόν κατακόρυφες (70° - 80°), ενώ συχνά αναπτύσσονται ως συζυγή ζεύγη ρηξιγενών δομών με αντιθετικές τις διευθύνσεις κλίσεων τους και παρόμοιες ΑΒΑ-ΔΝΔ ή ΒΒΔ-ΝΝΑ παράταξης.

Τέτοιες χαρακτηριστικές μορφές ρηξιγενών δομών παρατηρούνται σε αρκετές θέσεις στο νότιο πρανές της λεκάνης κατάκλυσης ενώ στο βόρειο σπανιότερα λόγω της μεγαλύτερης φυτοκάλυψης.

Περισσότερο επιρρεπή για κατολισθήσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν τα κροκαλο-λατυποπαγή υλικά διάβρωσης των φυλλιτών-χαλαζιτών, που κατά θέσεις αποκτούν σημαντικά πάχη, ακολουθώντας τη μορφολογία του πρανούς (σχ. 1). Αξίζει να αναφερθεί η μεγάλη συγκέντρωση τέτοιων κροκαλο-λατυποπαγών υλικών, με πάχος που ξεπερνάει κατά θέσεις τα 15m στο ακραίο δυτικό τμήμα της λεκάνης κατάκλυσης.



Σχ. 2: Μορφολογικές καμπύλες κατά μήκος της λεκάνης κατάκλυσης του φράγματος Βαλσαμιώτη. (Μουντράκης Δ., Κίλιας Αδ., Παυλάκη Κ. << Γεωλογική μελέτη φραγμάτων Αλικιανού και Βαλσαμιώτη>>).

4.4. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες.

α. Στεγανότητα ταμιευτήρα.

Η περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης Βαλσαμιώτη δομείται κυρίως από τους σχηματισμούς της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας που αποτελεί και τον βαθύτερο τεκτονικό ορίζοντα της περιοχής. Όπως έχουμε ήδη περιγράψει, η ενότητα αυτή αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από εναλλαγές φυλλιτών-χαλαζιτών, οι οποίοι από υδρογεωλογική άποψη συμπεριφέρονται ως υδατοστεγανοί σχηματισμοί.

Η συμπεριφορά αυτή των φυλλιτικών-χαλαζιτικών πετρωμάτων οφείλεται κατά κύριο λόγο στην πετροχημική τους σύσταση, η οποία δεν δημιουργεί συνθήκες διάβρωσης από το νερό, όπως π.χ. συμβαίνει σε αντίθετη περίπτωση σε ανθρακικούς σχηματισμούς. Η κύρια περίπτωση διέλευσης νερού μέσα από την μάζα των σχηματισμών αυτών, παρουσιάζεται σε θέσεις αποκλειστικά χαλαζιτικών πετρωμάτων που έχουν υποστεί τεκτονικές καταπονήσεις, όπου η κατείσδυση των νερών και η κίνηση τους από την επίδραση της βαρύτητας, γίνεται μέσα από τις ρωγμώσεις, χωρίς βέβαια ποτέ αυτές να διευρύνονται, αφού δεν είναι δυνατό να διαβρωθούν.

Και στην περίπτωση όμως της κίνησης νερού μέσα από το διάσπαρτο δίκτυο ρωγμώσεων κατά την πλήρωση του ταμιευτήρα, δεν πρέπει να αναμένονται απώλειες, επειδή στις ρωγματώσεις τοπικών θέσεων χαλαζιτών θα διέλθει στην αρχή ορισμένη ποσότητα νερού, η οποία όμως στην συνέχεια θα ακινητοποιηθεί, θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι η χαλαρή κατακλαστική ζώνη των φυλλιτών-χαλαζιτών αναπτύσσεται γενικά στους ανώτερους μόνο ορίζοντες της ενότητας και όχι σε μεγάλο βάθος.

Όσον αφορά τις ανθρακικές ενότητες του Τρυπαλίου, που γενικά στη γεωλογική δομή θεωρούνται ότι τεκτονικά υπόκεινται της ενότητας των φυλλιτών-χαλαζιτών και είναι οι πλέον υδατοπερατοί σχηματισμοί της Δυτ. Κρήτης, αυτές δεν εμφανίζονται ούτε στην κατάκλυση Βαλσαμιώτη, αλλά ούτε και στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής. Πιστεύουμε, ότι βρίσκονται κάτω από τους φυλλίτες-χαλαζίτες σε βάθος που θεωρητικά δεν πρέπει να προκαλεί ανησυχίες για τυχόν απώλειες νερού. Το ακριβές όμως πάχος των φυλλιτών-χαλαζιτών μπορεί να εξακριβωθεί κατά θέσεις με την διάνοιξη των ερευνητικών γεωτρήσεων.

Οι υπόλοιποι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντάμε στην λεκάνη κατάκλυσης, δηλαδή τα χαλαρά κροκαλολατυποπαγή ιζήματα και οι ποταμοχειμάρειες αποθέσεις, δεν προκαλούν κινδύνους για τυχόν απώλειες νερού, αφού αποτελούν μικρού πάχους αποθέσεις που είναι τοποθετημένες πάνω στο υπόβαθρο, με αποτέλεσμα τα νερά που θα διηθούνται σ' αυτές, να παραμένουν στον ταμιευτήρα.

Τέλος, σύμφωνα με την μελέτη όλων των στοιχείων, από την εργασία υπαίθρου και γραφείου, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η περιοχή της λεκάνης κατάκλυσης Βαλσαμιώτη χαρακτηρίζεται από την πολύ καλή στεγανότητα των σχηματισμών της αφού τηρούν όλες τις απαραίτητες προϋποθέσεις που αναλύσαμε παραπάνω. (Μουντράκης Δ. et al.)

β. Διάβρωση - Στερεοπαροχή.

Η ενότητα των φυλλιτών-χαλαζιτών είναι ευαίσθητη στην αποσάθρωση λόγω του έντονου τεκτονικού κατακερματισμού της. Η περιοχή όμως μελέτης είναι πλήρως φυτοκαλυμμένη από πλούσια θαμνώδη βλάστηση με αποτέλεσμα η ικανότητα τροφοδοσίας με φερτές ύλες στην λεκάνη κατάκλυσης να είναι περιορισμένη.

Εξαίρεση αποτελούν ορισμένες θέσεις όπου τοπικά συναντώνται υπό μορφή χαλαρών κροκαλολατυποπαγών τα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας.

Σε γενικές γραμμές, η στερεοπαροχή μέσα στην λεκάνη κατάκλυσης Βαλσαμιώτη αναμένεται να είναι εξαιρετικά μικρή και από το γεγονός ότι, η πλήρωσή της με νερό θα γίνεται κατά ποσοστό περίπου 80% από τις πηγές των Μεσκλών, των οποίων το νερό δεν περιέχει στερεά υλικά, αφού ως γνωστών, προέρχεται από ασβεστολιθικό υδροφορέα. Κατά το υπόλοιπο 20% η πλήρωση θα γίνεται από την λεκάνη απορροής του Βαλσαμιώτη. (Μουντράκης Δ. et al.)

γ. Ευστάθεια φυσικών πρανών ταμιευτήρα - κατολισθήσεις.

Στα φυσικά πρανή της λεκάνης κατάκλυσης του φράγματος Βαλσαμιώτη δεν παρατηρήθηκαν ενεργές κατολισθήσεις, αλλά και δεν αναμένεται να εκδηλωθούν με την πλήρωση της λεκάνης με νερό.

Εξαίρεση αποτελεί μια παλιά μικρής κλίμακας κατολίσθηση στο δυτικό τμήμα της λεκάνης κατάκλυσης επί των νότιων φυσικών πρανών που όμως

δεν αναμένεται να επηρεάσει τον ταμιευτήρα διότι είναι στο ακραίο τμήμα της λεκάνης ανάντι του φράγματος, όπου η ποσότητα του νερού της κατάκλυσης θα είναι σχετικά μικρή.

Έξω από την περιοχή του ταμιευτήρα, στο δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής Βαλσαμιώτη, παρατηρείται ένας σημαντικός αριθμός κατολισθήσεων μικρής έκτασης η κάθε μία. Συγκεκριμένα, στα φυσικά πρανή εκατέρωθεν του δυτικού δευτερεύοντος κλάδου του ρέματος Βαλσαμιώτη, όπως επίσης και στα φυσικά πρανή εκατέρωθεν του κυρίου ρέματος στο ΝΔ τμήμα της λεκάνης απορροής, παρουσιάζονται παλιές κατολισθήσεις των χαλαρών κροκαλολατυτοπαγών αποθέσεων που ως γνωστό είναι υλικά του μανδύα αποσάθρωσης της φυλλιτικής-χαλαζιτικής ενότητας. Τα υλικά αυτά, λόγω της χαλαρότητάς τους, αλλά και της σοβαρής κλίσης των φυσικών πρανών, (40%-60%), όταν υπονομεύονταν από τα ρέοντα νερά του ρέματος, δημιούργησαν τοπικές κατολισθήσεις.

Αυτές αποτελούν οπωσδήποτε μία πηγή τροφοδοσίας φερτών υλικών στην κύρια λεκάνη κατακλυσης, ιδίως σε περίοδο μεγάλων πλημμύρων. Και σε περίπτωση πάντως τοπικών κατολισθήσεων πιστεύεται ότι η ποσότητα των υλικών που θα μεταφερθούν στη λεκάνη κατάκλυσης θα είναι σχετικά μικρή σε σχέση με το έργο.

Συμπερασματικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι στην περίμετρο της λεκάνης κατάκλυσης του Βαλσαμιώτη δεν εξακριβώθηκαν σημαντικές ενεργείες κατολισθήσεις, αλλά και δεν αναμένεται να εκδηλωθούν με την πλήρωση της λεκάνης με νερό. Βέβαια καταπτώσεις τμημάτων του φυλλιτικού-χαλαζιτικού συστήματος θα εκδηλωθούν κατά τόπους, εξαιτίας του έντονου τεκτονισμού των πετρωμάτων, όπως επίσης και πιθανές τοπικής έκτασης ολισθήσεις του μανδύα αποσάθρωσης τους, πιστεύουμε όμως ότι δεν θα επηρεάσουν σημαντικά το έργο. (Μουντράκης Δ. et al.)

5. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Η μελέτη του φράγματος Βαλσαμιώτη εκπονήθηκε το 1993 από το μελετητικό γραφείο «ΥΔΡΟ-ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε.» Το φράγμα χωρητικότητας $5,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ σχεδιάστηκε για να καλύψει μόνο τις αδρευτικές ανάγκες της περιοχής του δήμου Μουσούρων, εφόσον το νερό που αντλείται από τις υδρογεωτρήσεις της Αγυιάς και των Μυλωνιανών θα χρησιμοποιείται πλέον μόνο για ύδρευση.

Στα πλαίσια της μελέτης αυτής εκτελέσθηκαν οι ακόλουθες ερευνητικές εργασίες :

- Γεωλογικές χαρτογραφήσεις σε κλίμακα 1:1.000
- Γεωτεχνικές έρευνες (5 γεωτρήσεις, η ΓΒ1 και η ΓΒ2 στο δεξιό αντέρεισμα, η ΓΒ3 στην κοίτη και οι ΓΒ4 και ΓΒ5 στο αριστερό αντέρεισμα)

Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών προτάθηκε η κατασκευή φράγματος από «Σκληρό Επίχωμα», ύψους περίπου 60,0 m και μήκους στη στέψη 350,0 m Το 2005 ανατέθηκε από τον Ο.Α.ΔΥ.Κ. στην «Κ/ΞΙΑ ΤΟΜΕΣ ΑΤΕ - ΕΤΕΘ Α.Ε.» η κατασκευή του φράγματος αυτού. Το Δεκέμβριο του 2005 άρχισαν οι εργασίες εκσκαφών για τη διαμόρφωση της επιφάνειας έδρασης-θεμελίωσης του φράγματος κυρίως στο δεξιό αντέρεισμα και στην δεξιά πλευρά της ευρείας κοίτης. Στην αρχή διανοίχτηκε νέος δρόμος για την αποκατάσταση του τοπικού οδικού δικτύου, που να διέρχεται ψηλότερα από τη στέψη του φράγματος και έτσι να γίνονται απρόσκοπτα οι εργασίες του εργοταξίου και αμέσως μετά, ή και συγχρόνως, άρχισαν να εκτελούνται εκσκαφές και στην επιφάνεια έδρασης, εφαρμόζοντας τα σχέδια της μελέτης του 1993.

Κατά τις εργασίες εκσκαφής, στο υψηλό τμήμα του δεξιού αντερείσματος, στις αρχές Ιανουαρίου του 2006 και μετά από έντονες και παρατεταμένες βροχοπτώσεις σημειώθηκε εκτεταμένη κατολίσθηση στην περιοχή στέψης του φράγματος, η οποία προκάλεσε κατά 1,0 έως 2,0m υποχώρηση του δρόμου που είχε διανοιχτεί το φθινόπωρο του 2005 για την αποκατάσταση του τοπικού οδικού δικτύου. Για την έρευνα της κατολίσθησης αυτής

εκτελέσθηκαν οι Γεωτρήσεις Γ1, Γ2, Γ3 και Γ4 (κεκλιμένη δίπλα στη Γ2), που έδωσαν ελάχιστες πληροφορίες.

Εκτός από τα παραπάνω, στη βάση του δεξιού αντερείσματος τον Απρίλιο του 2006, συναντήθηκε σχιστολιθικός σχηματισμός πολύ μαλακός και με πολλά νερά, ο οποίος με την εκσκαφή μετατρέποταν τοπικά σε υδαρή εδαφική μάζα. Συγχρόνως, εκδηλώθηκαν και δύο ανοιχτές ρωγμές στην επιφάνεια καθ' όλο το πλάτος της εκσκαφής. Για την ερμηνεία των φαινομένων αυτών εκτελέσθηκαν οι Γεωτρήσεις Γ5 και Γ6, οι οποίες, έδωσαν σχετικά λίγες πληροφορίες και αυτό λόγω της πολύ μικρής δειγματοληψίας, που είναι αποτέλεσμα αφενός της φύσης του εδάφους (σερικιτικοί και γραφιτικοί σχιστόλιθοι, τοπικά με ενστρώσεις χαλαζιτών) και αφετέρου της καταπόνησης του σχηματισμού από τη διάτρηση, τη χρήση νερού διάτρησης, κ.λ.π.).

Έτσι στο δεξιό αντέρεισμα προέκυψαν τα παρακάτω προβλήματα :

α) στο υψηλά τμήμα του αντερείσματος (ψηλότερα και λίγο χαμηλότερα από τη στέψη) εκτεταμένη κατολίσθηση κατά μήκος ακριβώς του άξονα του φράγματος.

β) στην περιοχή της βάσης του αντερείσματος και τη δεξιά πλευρά της κοίτης αποκαλύφθηκαν εδάφη πολύ μαλακό, με πολλά νερό, τα οποία συνεχίζονταν με την προχώρηση των εκσκαφών.

Στη φάση αυτή του έργου έπρεπε να εξεταστούν οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής και να προσδιοριστούν οι συνθήκες θεμελίωσης του φράγματος.

Πίνακας τεχνικών στοιχείων φράγματος.

ΥΨΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	63 m
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΕΨΗΣ	191,20 m
ΜΗΚΟΣ ΣΤΕΨΗΣ	350 m
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	5.200.000 m ³
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	RCC (Roller Compacted Concrete/ Ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (60 kgf τσιμέντο)

6. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

Η ευρύτερη περιοχή είναι ημιορεινή έως ορεινή με απότομα φυσικά πρανή (κλίση πρανών 25° έως 40°). Η κοιλάδα του Βαλσαμιώτη έχει βάθος περίπου 100,0m και διεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

6.1. Δεξιό αντέρεισμα.

Σχετικά απότομο με τμήματα-ζώνες περισσότερο απότομες και κρημνώδεις και άλλες ελαφρώς ηπιότερες και ομαλότερες στην επιφάνεια. Οι ζώνες αυτές οριζοντιογραφικά είναι διατεταγμένες παράλληλα προς το φυσικό πρανές (Α-Δ). Οι μορφολογικές αυτές διαφορές του τοπικού ανάγλυφου αντικατοπτρίζουν και διαφορετικούς πετρογραφικούς σχηματισμούς (σκληροί χαλαζίτες, μαλακότεροι φυλλίτες-σχιστόλιθοι).

6.2. Αριστερό αντέρεισμα.

Σχεδόν στο σύνολο του είναι πολύ απότομο και κρημνώδες με γενική διάταξη επίσης παράλληλη προς το φυσικό πρανές (Α-Δ), πράγμα που υποδηλώνει την κυριαρχία σκληρού πετρογραφικού σχηματισμού. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από τις εκτελούμενες εκσκαφές, στις οποίες επικρατούν σκληροί χαλαζίτες.

6.3. Ευρεία κοίτη.

Έχει σχετικά μεγάλο εύρος (60,0-70,0 m), δυσανάλογα μεγάλο για τα σκληρά πετρώματα του πολύ απότομου αριστερού αντερείσματος και για τις απότομες και κρημνώδεις ζώνες του δεξιού αντερείσματος. Δηλαδή, εάν και στην ευρεία κοίτη επικρατούσαν σκληρά πετρώματα, θα έπρεπε φυσιολογικά η κοίτη να είναι πιο στενή και να έχει σχήμα V (Βε), πράγμα που δεν συμβαίνει. Επίσης το ρέμα «Βαλσαμιώτης» είχε και έχει ροή ακόμη και το καλοκαίρι, πράγμα που σημαίνει ότι στην ευρεία κοίτη κάτω από τις μικρού πάχους προσχώσεις επικρατεί αδιαπέρατος σχηματισμός, που κατ'επέκταση αυτό σημαίνει ότι επικρατούν κυρίως σχιστόλιθοι-φυλλίτες και όχι χαλαζίτες, που λόγω κερματισμού είναι υδροπερατοί.

Το παραπάνω επιβεβαιώθηκε και από τις εκσκαφές.

7. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.

7.1. Δεξιό αντέρεισμα (Φωτ. 2,3,4 και 11 του παραρτήματος).

Από τα χαμηλότερα προς τα υψηλότερα, και σύμφωνα (κυρίως) με τις εμφανίσεις των πετρογραφικών σχηματισμών μετά τις εκσκαφές, επικρατούν οι παρακάτω γεωλογικές συνθήκες :

- Από υψόμετρο 131,0 m (βάση εκσκαφής στη διατομή 10Α) έως υψόμετρο 135,0 m επικρατούν γραφιτικοί σχιστόλιθοι πάχους 3,0-4,0m με λίγες λεπτές ενστρώσεις χαλαζιτών και αρκετά φλεβίδια χαλαζία, παράλληλα πάντοτε προς τη στρώση-σχιστότητα. Γενικά πρόκειται για σχετικά μαλακό σχηματισμό, ο οποίος, όμως, *in situ*- δηλαδή προ οποιαδήποτε εκσκαφής, διάτρησης, κλπ. - αποτελεί ένα «*φτωχό βράχο*». Οι γραφιτικοί σχιστόλιθοι, βέβαια, συνεχίζουν και βαθύτερα από το υψόμετρο 131,0 m, τουλάχιστον έως το υψόμετρο 120,0 m (Γεωτρήσεις Γ6 και ΓΒ3). Εμφανίζεται πολύ μαλακότερος απ' ότι πραγματικά είναι, λόγω ύπαρξης νερών και επίδρασης εκσκαφών.
- Από υψόμετρο 135,0 m έως υψόμετρο ~138,0 m επικρατεί σερικιτικός σχιστόλιθος, σχετικά μαλακός. Εμφανίζεται πολύ μαλακότερος απ' ότι πραγματικά είναι, πάλι λόγω ύπαρξης νερών και επίδρασης εκσκαφών.
- Από υψόμετρο 138,0 m έως υψόμετρο 155,0 m επικρατούν χαλαζίτες με ενστρώσεις φυλλιτών-σχιστόλιθων. Οι χαλαζίτες, ως άκαμπτο πέτρωμα, τέμνονται από δίκτυο διακλάσεων, οι οποίες συνήθως δεν εισχωρούν και στους υποκείμενους φυλλίτες-χαλαζίτες.
- Από υψόμετρο 155,0 m έως υψόμετρο ~220,0 m (στέψη φράγματος περίπου στα 195,0 m) επικρατούν φυλλίτες, που αποτελούνται από εναλλαγή λεπτών χαλαζιτοψαμμιτικών-γραουβακικών στρώσεων (πάχους 5-10 εκ.) με στρώσεις σερικιτικών σχιστολίθων.
- Από υψόμετρο 220,0 m έως υψόμετρο ~233,0 m (κορυφή αντερείσματος) επικρατούν και πάλι χαλαζίτες.

7.2. Αριστερό αντέρεισμα (Φωτ. 5,6,7 του παραρτήματος).

Από τα χαμηλότερα προς τα ψηλότερα και σύμφωνα με τις πραγματοποιούμενες εκσκαφές, τις γεωτρήσεις του 1993 ΓΒ5 (υψόμετρο: 150,72 m) και ΓΒ4 (υψόμετρο: 174,25 m) και τις επιφανειακές εμφανίσεις των σχηματισμών επικρατούν οι παρακάτω συνθήκες:

- Από το υψόμετρο περίπου 133,0 m (βάση) και μέχρι το υψόμετρο 215,0 m (κορυφή) του αριστερού αντερείσματος επικρατούν χαλαζίτες, γενικά παχυστρωματώδεις, στους οποίους τοπικά παρεμβάλλονται στρώσεις φυλλιτών και σερικιτικών σχιστόλιθων, πάχους 5 έως 20 εκ.

Σημειώνουμε ότι από το υψόμετρο 131,0 m και μέχρι το υψόμετρο περίπου 160,0 m οι χαλαζίτες επιφανειακά καλύπτονται από πλευρικά κορήματα, πάχους 2,0 έως 3,0 m. Στο τμήμα αυτό δεν έγιναν ακόμη εκσκαφές, αλλά είμαστε βέβαιοι ότι, σύμφωνα με τη γεωλογική χαρτογράφηση, θα αποκαλυφθούν συμπαγείς χαλαζίτες (Φωτ. 8, 9 και 10).

7.3. Περιοχή κοίτης.

Στην περιοχή της κοίτης επικρατούσαν επιφανειακό κροκαλο-χαλικο-αμμώδεις ποτάμιες αποθέσεις πάχους 2,0 - 3,0 m, οι οποίες κάθονται πάνω σε γραφιτικούς και σερικιτικούς σχιστόλιθους, με πολλές παρεμβολές χαλαζιτικών στρώσεων, πάχους 5 έως 20 εκ. Επίσης στους σχιστόλιθους συχνά παρατηρούνται και πολλά φλεβίδια λευκού χαλαζία, πάχους μερικών εκατοστών (3-10 εκ.). Τα φλεβίδια αυτά, αν και χαλαζιτικά, γενικά είναι εύθρυπτα. Η επικράτηση των γραφιτικών και σερικιτικών σχιστολίθων με τις χαλαζιτικές ενστρώσεις επιβεβαιώνεται και από τις μέχρι τώρα εκσκαφές στην ευρεία κοίτη.

Επίσης οι σχιστόλιθοι αυτοί παρατηρούμαι και στον πυθμένα της προσωρινής διώρυγας εκτροπής που διανοίχθηκε στο αριστερό άκρο (βάση αριστερού αντερείσματος) της ευρείας κοίτης. Στον πυθμένα της διώρυγας αυτής, στον οποίο από τα νερά που ρέουν αποπλύθηκε το διαταραγμένο από την εκσκαφή υλικό, εμφανίζεται το σχιστολιθικό-φυλλιτικό υπόβαθρο σε πολύ καλή φυσική κατάσταση. Η συμμετοχή των σκληρών ενστρώσεων, έστω και λεπτών, είναι σχετικά μεγάλη, κυμαινόμενη μεταξύ 30% και 50%.

Πρόκειται για ικανοποιητικό βράχο απολύτως αδιατάρακτο με σχιστότητα που κλίνει προς το βορρά. Επίσης η κατάσταση του πετρώματος στο επίπεδο εκσκαφής (ταμπάνι) με υψόμετρο 131,0 m, καθώς και στην πρόσοψη της σκάρπας μεταξύ των επιπέδων με υψόμετρο 131,0 m και 133,0 m και παρά το γεγονός ότι ήταν διαταραγμένο από την εκσκαφή και την κατάληξη σ' αυτό νερών εξ αιτίας της ελλειπούς αποστράγγισης της περιοχής, ήταν γενικά καλή. Γενικά επρόκειτο για ημίβραχο έως φτωχό βράχο (Φωτ. 8 και 9).

8. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

8.1. Γενικά.

Από τους σχηματισμούς που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος οι χαλαζίτες λόγω διακλάσεων και κερματισμού είναι υδροπερατοί, ενώ οι σχιστόλιθοι είναι αδιαπέρατοι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση νερού ή τουλάχιστον υγρασίας στην επαφή των δύο διαφορετικών πετρογραφικών σχηματισμών και το διαποτισμό των υποκείμενων σχιστολίθων με υγρασία-νερό.

Υδροπερατές σε μεγάλο βαθμό ήταν και είναι όσες απέμειναν από τις εκσκαφές κροκαλοχαλικοαμμώδεις ποτάμιες αποθέσεις της κοίτης, πάχους 2,0 - 3,0 m και οι οποίες κάθονται πάνω σε αδιαπέρατους σχιστόλιθους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία στην επιφάνεια φρεατίου υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Ο ορίζοντας αυτός στη διάρκεια του έτους τροφοδοτεί και τροφοδοτείται από τα νερά της επιφανειακής απορροής του Βαλσαμιώτη, με τα οποία συγκοινωνεί. Στην περιοχή αυτή και σε μια ακτίνα περίπου 100 μέτρων, στις τσιμεντενέσεις που πραγματοποιούνται για την στεγανότητα βρέθηκε μέση απορροφητικότητα 450 lt/m ενώ στα δυο αντερείσματα οι απορροφήσεις είναι της τάξης των 140 lt/m.

Με τις πραγματοποιούμενες εκσκαφές στην ευρεία κοίτη, πολλά νερά όχι μόνο του φρεατίου ορίζοντα αλλά και της απορροής του Βαλσαμιώτη απευθείας ή και μέσω των υδροπερατών προσχώσεων καταλήγουν στα διαμορφωθέντα χαμηλότερα επίπεδα εκσκαφών, όπου τοπικά και λιμνάζουν, με αποτέλεσμα να διαποτίζουν τους υποκείμενους σχιστόλιθους. Αυτό σε συνδυασμό και με την κυκλοφορία στα επίπεδα αυτά των μηχανημάτων και οχημάτων προκαλεί «ζύμωση» και πρακτικά «εδαφοποίηση» της επιφάνειας των εκσκαφών.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι : α) είναι άμεσα απαραίτητη η πλήρης και ελεγχόμενη απομάκρυνση των νερών της ευρείας κοίτης και του προσχωματικού υδροφόρου ορίζοντα και μάλιστα σε επαρκή απόσταση ανάντη και κατάντη του φράγματος, β) η μόνιμη και ασφαλές διακοπή εισροής νερού στον αγωγό του Ο.Α.ΔΥ.Κ., επίσης σε επαρκή απόσταση ανάντη και κατάντη του φράγματος και γ) να μη δημιουργούνται λάκκοι για τη συγκέντρωση νερού για το εργοτάξιο στην περιοχή του έργου. Άμεση προτεραιότητα, πάντως, πρέπει να δίδεται στην αποστράγγιση της περιοχής

του έργου και βασικά της περιοχής της ευρείας κοίτης και της βάσης του δεξιού αντερείσματος.

8.2. Υδρογεωλογικές συνθήκες στο δεξιό αντέρεισμα.

Σύμφωνα κυρίως με τις γεωτρήσεις ΓΒ1 και ΓΒ2 του 1993, στο δεξιό αντέρεισμα υπήρχε σε μικρό βάθος επικρεμάμενος ορίζοντας, σχεδόν παράλληλος προς το φυσικό πρανές, ο οποίος αποστραγγιζόταν υπογείως στην περιοχή της κοίτης. Πρόκειται για διηθήσεις των νερών της βροχής, τα οποία συγκεντρώνονταν κυρίως στην επαφή των υδροπερατών χαλαζιτών και των ημιπερατών φυλλιτών με τους σχιστόλιθους που επικρατούν στο χαμηλό τμήμα του αντερείσματος.

Η υδραυλική κλίση της στάθμης του υπόγειου αυτού υδροφόρου ορίζοντα ήταν μεγάλη, περίπου 0,15 (15%). Όπως είναι φυσικό με τις εκσκαφές που διενεργούνταν και διενεργούνται συνεχώς στη βάση του αντερείσματος, στο μέτωπο εκσκαφής εκδηλώνονται τα νερά αυτά, τα οποία, στην περιοχή του μετώπου αποκτούν αναγκαστικά και μεγαλύτερη υδραυλική κλίση, δηλαδή ασκούν στο μέτωπο ολοένα και μεγαλύτερες πιέσεις. Επιπροσθέτως δε, διαποτίζουν τους έτσι κι αλλιώς σχετικά μαλακούς σερικιτικούς και γραφιτικούς σχιστόλιθους, προκαλώντας ισχυρή υποβάθμιση της ποιότητας του σχιστολιθικού πετρώματος.

Οι επικρατούσες γεωλογικές-υδρογεωλογικές συνθήκες καθιστούν βέβαιο ότι το πρόβλημα των νερών στο αντέρεισμα αυτό δεν μειώνεται με οριζοντιογραφικά βαθύτερες εκσκαφές, γι' αυτό και προτείναμε να σταματήσουν. Σήμερα το «πόδι» του διαμορφωθέντος πρανούς βρίσκεται στη διατομή 10Α και στο υψόμετρο 131,0 m Αυτό σημαίνει ότι από την προχώρηση εκσκαφών κατά 10,0-15,0 m δεν προέκυψε απολύτως καμιά βελτίωση, ούτε και πρόκειται να προκύψει από την παραπέρα προχώρηση.

8.3. Υδρογεωλογικές συνθήκες στο αριστερό αντέρεισμα.

Σύμφωνα με τις γεωτρήσεις ΓΒ4, ΓΒ5 και ΓΒ3 (γεωτρήσεις από τα υψηλότερα προς τα χαμηλότερα) του 1993, στο αριστερό αντέρεισμα υπάρχει επίσης υδροφόρος ορίζοντας, αλλά πολύ βαθύτερος με σημαντικά

μικρότερη υδραυλική πίεση [περίπου 0,07 (7%)], ο οποίος επίσης αποστραγγίζεται υπογείως στην κοίτη του Βαλσαμιώτη ποταμού.

Το μεγάλο βάθος και η σχετικά μικρή υδραυλική κλίση της στάθμης του ορίζοντα αυτού υποδηλώνουν ότι το αντέρεισμα αυτό δομείται κυρίως από χαλαζίτες, οι οποίοι λόγω διακλάσεων και κερματισμού είναι σε σχετικά μεγάλο βαθμό υδροπερατοί. Από το υψόμετρο 131,0 m και κάτω επικρατούν αδιαπέρατοι σχιστόλιθοι.

Το υψόμετρο της στάθμης στη βάση του αντερείσματος είναι περίπου στα 133,0 m Αυτό σημαίνει ότι από το υψόμετρο αυτό και χαμηλότερα πρέπει να αναμένονται νερά, έστω και λίγα. Αναμένονται λίγα νερά λόγω της μικρής υδραυλικής κλίσης.

8.4. Υδρογεωλογικές συνθήκες στην περιοχή της ευρείας κοίτης.

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα στην περιοχή αυτήν αναπτύσσεται φρεάτιος-προσχωματικός ορίζοντας στην επαφή των κροκαλο-χαλικο-αμμωδών προσχώσεων, πάχους περίπου μέχρι και 2,0m Ο φρεάτιος αυτός ορίζοντας τροφοδοτεί και τροφοδοτείται από τα νερά της επιφανειακής απορροής τους Βαλσαμιώτη ποταμού. Έτσι πρόκειται πρακτικά για ένα ενιαίο σύστημα επιφανειακών και υπόγειων νερών. Ο εν λόγω φρεάτιος ορίζοντας δεχόταν πλευρικά και τα νερά των επικρεμάμενων οριζόντων των δύο αντερείσμάτων, τα οποία υπογείως κατέληγαν σ' αυτόν.

Λόγω της σταδιακής αφαίρεσης των προσχώσεων, μέρος των νερών του φρεατίου ορίζοντα καταλήγει σήμερα στα επίπεδα (ταμπάνια) των εκσκαφών της κοίτης διαποτίζοντας τους σχιστόλιθους που αποκαλύπτονται σ' αυτά. Είναι απολύτως απαραίτητη η λήψη μέτρων για την πλήρη αποστράγγιση των νερών (επιφανειακών και υπόγειων). Τα μέτρα αυτά θα πρέπει να αρχίζουν και να καταλήγουν σε αρκετή απόσταση ανάντη και κατόντη της επιφάνειας έδρασης του φράγματος (πενήντα και πλέον μέτρων).

9. ΣΥΝΟΨΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Απ' όσα αναφέρθηκαν με λεπτομέρεια στα προηγούμενα κεφάλαια, συμπεραίνονται τα ακόλουθα :

1. Η περιοχή του φράγματος Βαλσαμιώτη δομείται από μια ημιμεταμορφωμένη έως ελαφρώς μεταμορφωμένη «χαλαζιτική - φυλλιτική σειρά», νεοπαλαιοζωϊκής ηλικίας, ιδιαίτερα καταπονημένη από τις διάφορες πτυχωσιγενείς και ρηξιγενείς τεκτονικές επιδράσεις (ερκύνιος και αλπική ορογενετική πτύχωση και μεταλπική επωθητική και ρηξιγενής καταπόνηση). Η σειρά αυτή χαρακτηρίζεται από μεγάλη λιθολογική-πετρογραφική ετερογένεια (σκληροί χαλαζίτες εναλλάσσονται με μαλακούς σερικιτικούς έως και γραφιτικούς σχιστόλιθους). Πάντως, και στους σχιστόλιθους συμμετέχουν πάντοτε και λεπτές ενστρώσεις χαλαζιτών. Ο σχηματισμός αυτός προέκυψε από τη μεταμόρφωση ενός αρχικά φλυσχοειδούς σχηματισμού.
2. Ο σχηματισμός είναι πτυχωμένος, σχηματίζοντας σχετικά ανοιχτά αντίκλινα και σύγκλινα, τα οποία αποτελούν τις βασικές τεκτονικές δομές. Οι δομές αυτές έχουν γενικά διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Εκτός από τις δομές αυτές, είναι και τοπικά στολιδωμένος έως και μικροπτυχωμένος. Στην περιοχή της κοίτης του φράγματος σχηματίζετε αντίκλινο. Λόγω του αντίκλινου αυτού, οι επιφάνειες στρώσης - σχιστότητας κλίνουν αντίρροπα προς τα πρηνή και των δύο αντερείσμάτων, μη ευνοώντας την εκδήλωση ασταθειών. Εξαίρεση αποτελεί το υψηλό τμήμα του δεξιού αντερείσματος (ψηλότερα από τη στέψη), όπου σχηματίζεται σύγκλινο και γι' αυτό η κλίση στρώσης-σχιστότητας είναι ομόρροπη.

Ο άξονας του αντικλίνου στην κοίτη βυθίζεται με γωνία 20°-25° προς τα ΒΔ και έτσι δεν υπάρχουν στην περιοχή αυτήν εκτεταμένες οριζόντιες επιφάνειες. Εκτός αυτού, οι επιφάνειες στρώσης - σχιστότητας είναι κυματοειδείς έως και στολιδωμένες.
3. Υδρογεωλογικά οι χαλαζίτες κυρίως, αλλά και οι φυλλίτες με ενστρώσεις χαλαζιτών είναι ημιπερατοί, ενώ οι σχιστόλιθοι είναι

αδιαπέρατοι. Υδροπερατές είναι οι ποτάμιες αποθέσεις της ευρείας κοίτης.

Στην επαφή των υδροπερατών με τους αδιαπέρατους σχηματισμούς δημιουργούνται υδροφόροι ορίζοντες. Στο δεξιό αντέρεισμα υπήρχε και υπάρχει σε μικρό βάθος επικρεμάμενος υδροφόρος ορίζοντας στην επαφή των χαλαζιτών με τους σχιστόλιθους με υδραυλική κλίση 0,15, ο οποίος αρχικά αποστραγγιζόταν υπογείως στην ευρεία κοίτη και σε υψόμετρο περίπου 140,0 m.

Στο αριστερό αντέρεισμα, λόγω των διαφορετικών γεωλογικών συνθηκών, ο σχηματιζόμενος αντίστοιχος ορίζοντας είναι πολύ βαθύτερος και έχει υδραυλική κλίση πολύ μικρότερη (0,05 - 0,07). Και αυτός αποστραγγίζεται στην κοίτη σε βάθος περίπου 131,0 m.

Στην ευρεία κοίτη, μεταξύ των υδροπερατών προσχώσεων πάχους 2,0m και των υποκείμενων αδιαπέρατων σχιστολίθων, σχηματίζεται υπόγειος φρεάτιος ορίζοντας, ο οποίος μάλιστα και συγκοινωνεί με τα ρέοντα στην κοίτη του ποταμού Βαλαμιώτη νερά και ως εκ τούτου αλληλοτροφοδοτείται. Η υδραυλική κλίση του ορίζοντα αυτού είναι περίπου 0,02 προς τα κατάντη της κοίτης (ανατολικά).

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες και γενικότερα τα νερά, οποιασδήποτε προέλευσης, επιδρούν σε μεγάλο βαθμό δυσμενώς στην αντοχή και κυρίως στην ευστάθεια των σχιστολίθων.

Είναι απαραίτητη η άμεση λήψη μέτρων για την αποστράγγιση της περιοχής του έργου (ευρεία κοίτη και βάση δεξιού αντερείσματος).

Τα εμφανισθέντα προβλήματα εδάφους στη βάση του δεξιού αντερείσματος και στην ευρεία κοίτη οφείλονται κυρίως στην παρουσία υδάτων και την απουσία μέτρων αποστράγγισης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων.

4. Στο δεξιό αντέρεισμα προβλήματα εδάφους και ασταθειών εκδηλώθηκαν : α) στη βάση του αντερείσματος και β) στο υψηλό τμήμα (υψηλότερα από τη στέψη) του αντερείσματος. Στη βάση του αντερείσματος επικρατούν γραφιτικοί και σερικιτικοί σχιστόλιθοι και ακολούθως προς τα πάνω χαλαζίτες. Στην επαφή των χαλαζιτών με

τους σχιστόλιθους εκφορτίζεται καθ' όλο το μήκος του μετώπου της εκσκαφής ο προαναφερθείς επικρεμάμενος και με μεγάλη πιεζομετρική κλίση (0,15) υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος διαποτίζει τους σχιστόλιθους, μειώνοντας έτσι σημαντικά την αντοχή τους.

Τα παραπάνω, όπως επίσης και οι εκσκαφές για τη θεμελίωση του φράγματος οι οποίες μείωσαν και απολέπυναν το πάχος των υπερκείμενων χαλαζιτών, οδήγησαν στην εμφάνιση δύο (2) ανοιχτών (0,20 - 0,50) ρωγμών καθ' όλο το μήκος του μετώπου. Παρά την εκδήλωση των ρωγμών αυτών, όμως, δεν εκδηλώθηκαν βαθιές μετακινήσεις μαζών. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αντίρροπη κλίση της στρώσης-σχιστότητας, πράγμα που σημαίνει ότι οι ρωγμές δεν καταλήγουν σε συνεχόμενη επιφάνεια ολίσθησης.

Επειδή οι συνθήκες αυτές δεν βελτιώνονται με την προχώρηση (οριζοντιογραφική προχώρηση) των εκσκαφών, προτείνεται:

- την άμεση διακοπή των εκσκαφών στο δεξιό αντέρεισμα
- τη δημιουργία προσωρινά μερικών εγκάρσιων προς το μέτωπο τάφρων (τρασσέρες), ώστε να διευκολυνθεί η αποστράγγιση των υπόγειων νερών του επικρεμάμενου ορίζοντα και
- την αντικατάσταση της ζώνης μέχρι την πίσω ρωγμή με γκρο μπετόν ή με υλικό σκληρού επιχώματος, έτσι ώστε και η ευστάθεια να εξασφαλισθεί και έδαφος μεγαλύτερης αντοχής, παρόμοιας μ' αυτής των χαλαζιτών, να δημιουργηθεί. Η εργασία αυτή, όμως, θα πρέπει να γίνει στη διάρκεια του καλοκαιριού, που τα εδάφη είναι ξηρά (στεγνά).

Στο υπόλοιπο τμήμα του δεξιού αντερείσματος δεν χρειάζεται άλλη εκσκαφή. Απλά χρειάζεται καθαρισμός της επιφάνειας με ένα ελαφρύ μηχάνημα και στη συνέχεια με χειροσυλλογή των μεμονωμένων λίθων.

Η υψηλή κατολίσθηση πάνω από τη στέψη είναι σχετικά αβαθής (4,0 - 6,0 m) και αφορά κυρίως κορήματα. Λόγω θέσης δεν επηρεάζει το έργο του φράγματος αυτό καθαυτό. Η σταθεροποίηση της μπορεί να γίνει με την αφαίρεση από το υψηλό τμήμα της κατολίσθησης εδαφικών

μαζών και τη δημιουργία στα χαμηλά (αμέσως πίσω από το φρύδι του ορύγματος της διερχόμενης νέας οδού) ενός πρίσματος από αμμοχάλικα, το οποίο θα εδράζεται πάνω στο αδιατάρακτο υπόβαθρο, που αναμένεται σε βάθος 5,0 - 6,0 m και θα λειτουργεί αφενός ως αντίβαρο και αφετέρου ως στραγγιστήρι. Για την παραπέρα αύξηση της ευστάθειας μπορεί συμπληρωματικά να κατασκευασθεί και τοίχος αντιστήριξης.

5. Στο αριστερό αντέρεισμα επικρατούν πολύ καλές συνθήκες θεμελίωσης και αντοχής εδάφους (σκληροί χαλαζίτες με αντίρροπη στρώση) χωρίς οποιοσδήποτε προβλήματα.

Στη βάση (πόδι) του αντερείσματος και χαμηλότερα από το υψόμετρο περίπου 131,0 m θα συναντηθούν σχιστόλιθοι με ενστρώσεις χαλαζιτών, σε καλή όμως φυσική κατάσταση και με στρώση-σχιστότητα αντίρροπη, δηλαδή ευνοϊκή για την ευστάθεια.

Στο υψόμετρο αυτό θα συναντηθούν λίγα νερά επειδή στην επαφή των υπερκείμενων χαλαζιτών με τους υποκείμενους σχιστόλιθους σχηματίζεται υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας. Τα νερά αυτά θα είναι λίγα και εάν οι εκσκαφές γίνουν με προσοχή δεν θα προκύψουν προβλήματα ευστάθειας. Πάντως, η χαμηλή αυτή περιοχή του αριστερού αντερείσματος πρακτικά ανήκει στην περιοχή της ευρείας κοίτης.

6. Στην ευρεία κοίτη κάτω από τις ποτάμιες αποθέσεις, πάχους 2,0 ~ 2,5 m, επικρατούν σκουρόχρωμοι σχιστόλιθοι με πολλές παρεμβολές λεπτών (2-5 cm) και παχύτερων (5 - 20 cm) στρωμάτων χαλαζίτη, τα οποία δημιουργούν ένα ικανοποιητικό βραχώδη σκελετό. Η σχετικά καλή αυτή κατάσταση του σχηματισμού αλλοιώνεται από τα ανεξέλεγκτα νερό, επιφανειακό και υπόγεια (κυρίως του φρεατίου ορίζοντα), που διαχέονται στα επίπεδα (ταμπάνια), που διαμορφώνονται με τις πραγματοποιούμενες εκσκαφές, καθώς και από την κυκλοφορία στα επίπεδα αυτά (ταμπάνια) των εκσκαπτικών μηχανημάτων και οχημάτων.

Επειδή με την αύξηση του βάθους των εκσκαφών με βεβαιότητα δεν βελτιώνεται και η ποιότητα του βράχου, δεν θεωρούμε απαραίτητο η επιφάνεια έδρασης του φράγματος να διαμορφώνεται βαθύτερα από 0,50 έως 1,0 m κάτω από τις προσχώσεις με το χαλαζιτικό-σχιστολιθικό υπόβαθρο. Γι' αυτό προτείνουμε η επιφάνεια έδρασης στην ευρεία κοίτη να διαμορφωθεί σε διάφορα επίπεδα. Ενδεικτικά στα κατάντη μπορεί να διαμορφωθεί ένα επίπεδο σε υψόμετρο ~125 m, στα ενδιάμεσα ένα άλλο σε υψόμετρο ~128 m και στα ανάντη ένα άλλο σε υψόμετρο ~130 m

Για όλα αυτά προϋπόθεση αποτελεί η λήψη προηγουμένως σοβαρών μέτρων αποστράγγισης της περιοχής της ευρείας κοίτης που να αρχίζουν περί τα 100,0 μ, ανάντη και να καταλήγουν επίσης περί τα 100,0 m κατάντη της περιοχής έδρασης του φράγματος.

Από την περιοχή της ευρείας κοίτης διέρχεται ο άξονας αντίκλινου, ο οποίος, όμως, βυθίζεται με γωνία 20° - 25° προς τα ανάντη (βορειοδυτικά). Αυτό σημαίνει ότι και οι επιφάνειες στρώσης-σχιστότητας στην ευρεία κοίτη περικλινικά του άξονα κλίνουν με γωνία τουλάχιστον 20° - 25° από την οριζόντια προς τα ανάντη (βορειοδυτικά) και ως εκ τούτου η πιθανότητα ύπαρξης εκτεταμένων οριζόντιων ασυνεχειών στην κοίτη πρακτικά είναι μηδενική.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες της περιοχής του φράγματος Βαλσαμιώτη είναι ευνοϊκές για την θεμελίωση του και την κατασκευή του φράγματος, το οποίο θα συμβάλλει στην επίλυση του υδατικού προβλήματος της περιοχής.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- **Δημόπουλος Γ. (2007):** Γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων-Υδρογεωλογικές μελέτες, Θεσσαλονίκη.
- **Κίλιας Αδ., Σωτηριάδης Λ. & Μουντράκης Δ. (1986):** Νέα στοιχεία για την τεκτονική δομή της Δυτικής Κρήτης. Η τεκτονική θέση της ανθρακικής μάζας του Χοιροσπήλιου. Αθήνα.
- **Μουντράκης Δ. , Κίλιας Αδ. , Παυλάκη Κ. (1991):** <<Γεωλογική μέλετη φραγμάτων Αλικιανού και Βαλσαμιώτη>>, Θεσσαλονίκη.
- **Μουντράκης Δ. (1985):** << Γεωλογία της Ελλάδας>>, Θεσσαλονίκη.
- **Παρασχούδης Β. (2006):** (Μελετητής ΥΔΡΟ - Σύστημα σύμβουλοι μηχανικοί Ε.Π.Ε.), <<Οριστική μελέτη σε στάδιο μελέτης εφαρμογής, Γεωλογική μελέτη- Έκθεση>>, Αθήνα.
- **Σαλούστρος Π. (2007):** <<Αξιοποίηση υπογείου νερού και διακύμανση της στάθμης στην περιοχή πηγών Αγυιάς Χανίων, διπλωματική εργασία>>, Θεσσαλονίκη.
- www.googleearth.com
- <http://el.wikipedia.org/wiki>
- www.xania.gr/modules.php

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΘΕΣΗΣ ΕΔΡΑΣΕΩΣ
ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΒΑΛΣΑΜΙΩΤΗ.



Φωτ. 1: Γενική άποψη της λεκάνης κατάκλυσης του Βαλσαμιώτη, όπως φωτογραφήθηκε από δυτική ως προς αυτή θέση. Με το σύμβολο σημειώνεται η θέση του φράγματος. ↓



Φωτ. 2: Γενική άποψη του δεξιού αντερείσματος και μεγάλου τμήματος της κοίτης. Στη βάση διακρίνονται ανοιχτές ρωγμές κατά μήκος της εκσκαφής και στην κορυφή η υψηλή κατολίσθηση.



Φωτ. 3: Λεπτομέρεια της προηγούμενης φωτογραφίας στη βάση του αντερείσματος.



Φωτ. 4: Στα υψηλά επικρατούν χαλαζίτες, ακολουθούν σερικιτικοί σχιστόλιθοι και στη βάση σκουρόχρωμοι σχιστόλιθοι με χαλαζίτες.



Φωτ. 5: Γενική άποψη του αριστερού αντερείσματος. Επικρατούν βραχώδεις χαλαζίτες.



Φωτ. 6: Λεπτομέρεια της προηγούμενης φωτογραφίας. Χαλαζίτες βραχώδεις με αντίρροπη στρώση-σχιστότητα. Εκσκαφή σταθερή.



Φωτ. 7: Παρεμβολή σχιστολιθικής στρώσης εντός των χαλαζιτών με αντίρροπη στρώση-σχιστότητα στη στέψη του φράγματος, στο αριστερό αντέρεισμα (Λήψη φωτογραφίας στις 16-05-2006).



Φωτ. 8: Περιοχή κοίτης. Το επάνω επίπεδο (ταμπάνι) είναι σε υψόμετρο ~135,0m και το κάτω σε υψόμετρο ~131,0m Χαλαζίτες με ενστρώσεις μαύρου γραφικού σχιστόλιθου. Δημιουργείται ανοιχτό αντίκλινο. (Λήψη φωτογραφίας στις 02-05-2006).

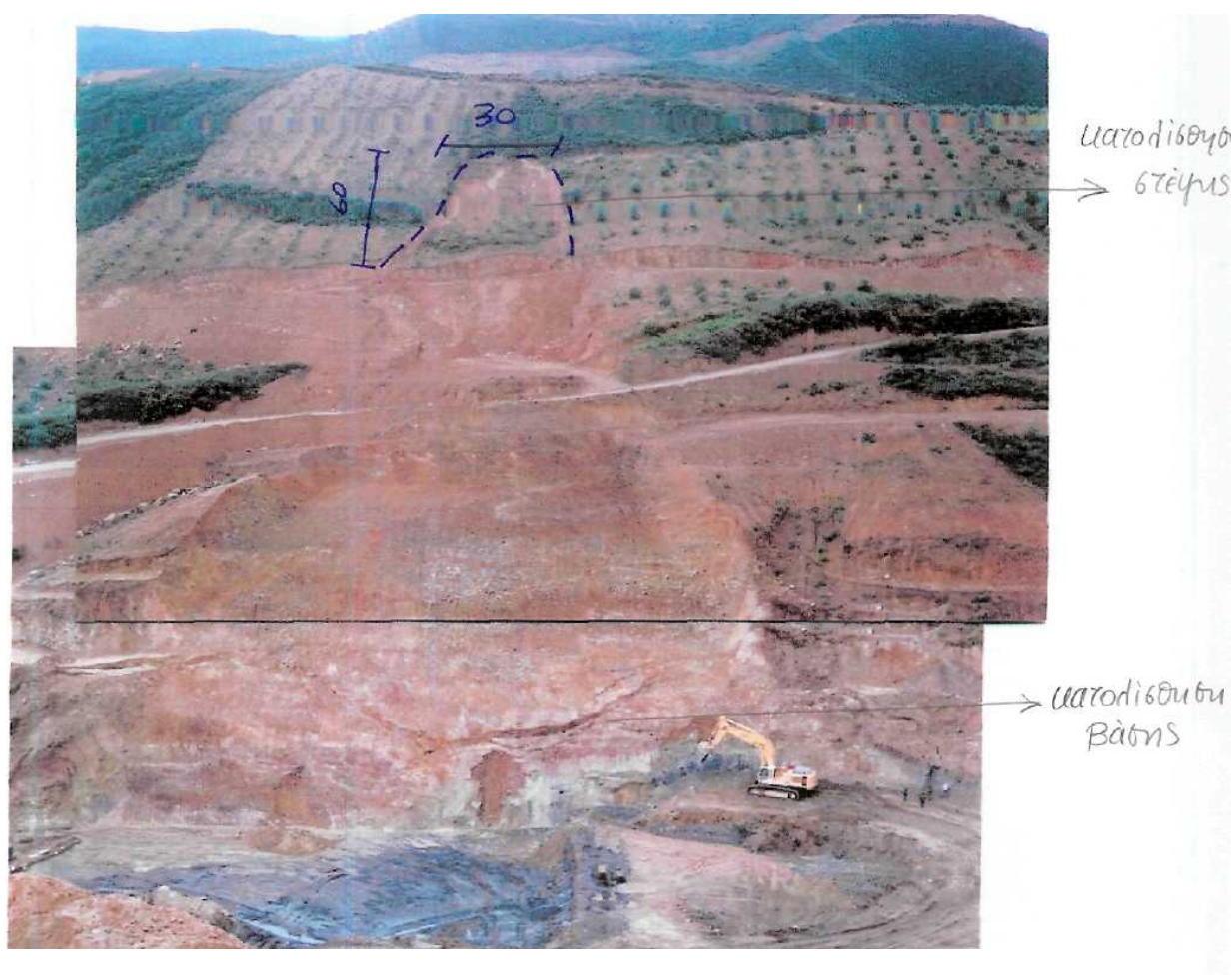


Φωτ. 9: Πυθμένας της προσωρινής διώρυγας εκτροπής κατά της αριστερής πλευράς της κοιλάδας. Εμφανίζονται οι φυλλίτες και οι σχιστόλιθοι σε αδιατάρακτη κατάσταση κάτω από τις προσχώσεις, πάχους 1,5- 2,0m και σε υψόμετρο 129,50-130,50m (Λήψη φωτογραφίας στις 16-05-2006).



Φωτ. 10: Πυθμένας της ίδιας κοίτης περί τα 15,0 - 20,0m χαμηλότερα. Κάτω από τις προσχώσεις πάχους 1,5-2,0m εμφανίζονται οι σερικιτικοί σχιστόλιθοι (Λήψη φωτογραφίας στις 16-05-2006).

ΔΕΞΙΟ ΑΝΤΕΡΕΙΣΜΑ
ΥΨΗΛΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗ



Φωτ. 11: Στη βάση οι χαρακτηριστικές ανοικτές ρωγμές κατά μήκος της εκσκαφής και στην κορυφή η υψηλή κατολίσθηση πάνω από τη στέψη του φράγματος (Λήψη φωτογραφίας στις 02-05-2006).



Φωτ. 12: Υψηλή κατολίσθηση. Φωτογραφία κατά μήκος του ορύγματος της διερχόμενης οδού στο υψόμετρο 190,0m (βάση) και 195,0m (φρύδι) του ορύγματος της οδού. Οι φωτογραφίες αντιστοιχούν στην διατομή περίπου 16Α και συγκεκριμένα περίπου 7,0m νοτιότερα απ' αυτήν. (Λήψη φωτογραφία στις 02-05-2006).



Φωτ. 13-14: Μέτρα αντιστήριξης για την αποφυγή κατολισθήσεων στο δεξιό αντέρεισμα.





Φωτ. 15: Φωτογραφία κατά την διάρκεια των έργων κατασκευής του φράγματος.
(Λήψη φωτογραφίας 26/08/2008)



Φωτ. 16: Γενική άποψη του φράγματος (Λήψη φωτογραφίας 26/08/2008).



Φωτ. 17-18: Σημερινή μορφή του φράγματος αριστερό αντέρεισμα (αριστερά) και δεξιό αντέρεισμα (δεξιά).



Φωτ. 19: Φωτογραφία στην βάση του φράγματος (Λήψη φωτογραφίας 26/08/2008).



Φωτ. 20: Σημερινή μορφή του φράγματος δεξιό αντέρεισμα (αριστερά), ταμιευτήρας και αριστερό αντέρεισμα (δεξιά).

