

Αρ. 616 650

**Τ.Ε.Ι ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ**

**Πτυχιακή εργασία της σπουδάστριας:
Μαμαλής Σπυριδούλας
με θέμα:**

**Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ
ΜΕ ΠΕΡΙ ΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ**

Εισηγητής: Ν.Γ.Βλάχος.

Μεσολόγγι 1998

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	15
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΩΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ	18
3.1. Θέση - Ορια - Εμβαδόν	18
3.2. Η λίμνη Κάρλα πριν από την αποξήρανση	18
3.2.1 Αβιοτικό περιβάλλον της λίμνης	18
3.2.2 Το βιοτικό περιβάλλον της λίμνης	19
3.3. Κλίμα	21
3.4. Γεωλογία	23
3.5. Εδαφος	26
3.6. Υδρολογία	28
3.7. Υδρογεωλογία	32
4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΕΡΓΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	35

5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΡΛΑΣ	39
5.1. Αποξήρανση της λίμνης Κάρλας	39
5.2. Σήραγγα Κάρλας	39
5.3. Αποστραγγιστικό δίκτυο	41
5.4. Ταμιευτήρας	42
5.4.1. Αρχικές μελέτες για τη δημιουργία ταμιευτήρα	43
5.4.2. Διερεύνηση λύσεων για την κατασκευή ταμιευτήρα	46
5.4.3. Προμελέτη ταμιευτήρα Κάρλας και συναφών έργων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	55
5.4.4. Εναλλακτική πρόταση	60
5.4.5. Διερεύνηση λύσεων κατασκευής ταμιευτήρα σε σχέση με την εκτροπή του Αχελώου	61
5.4.6. Κριτική λύσεων	67
5.4.7. Πρόταση δημιουργίας προ-ταμιευτήρα με σκοπό την αποκατάσταση υδροτοπικού συστήματος	69
6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΚΡΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ	72
7. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	74
8. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ	76
8.1. Υδροπερίοδος	77
8.2. Εκτίμηση των επί μέρους λύσεων από άποψη βαθμού αποκατάστασης λειτουργιών	78
8.3. Τελική επιλογή ενδεδειγμένης λύσεως	83
9. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΛΥΣΕΩΣ ΠΟΥ ΘΕΩΡΕΙ ΤΟ ΕΚΒΥ ΩΣ ΠΙΟ ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗ	84
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89

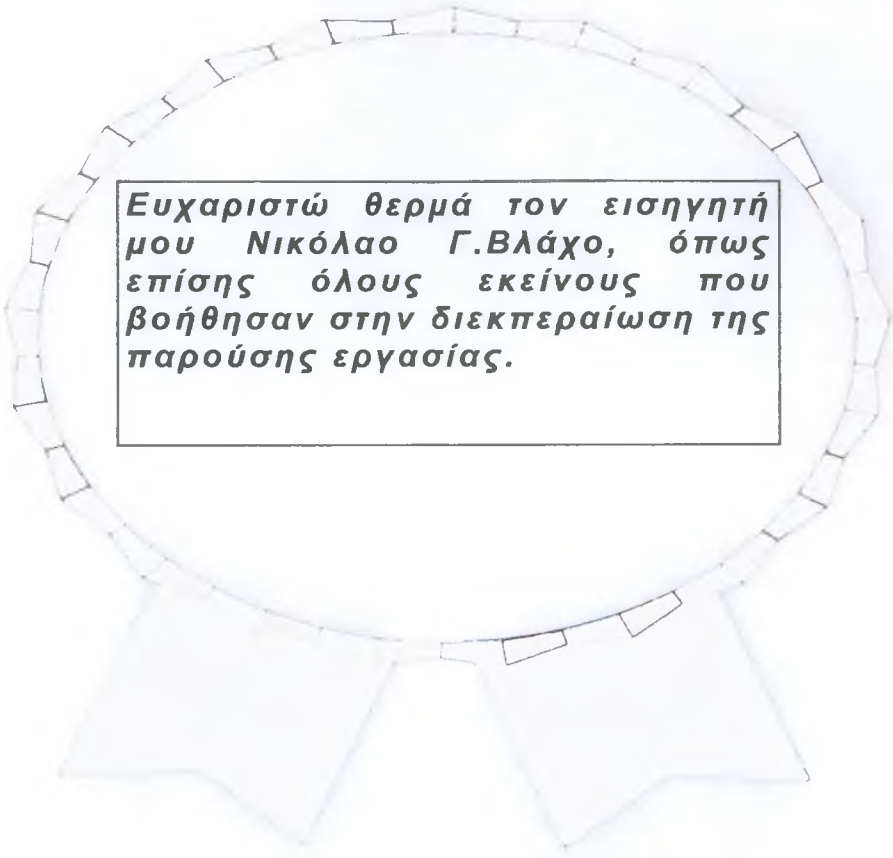
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

		σελ.
Πίνακας 1.	Μετεωρολογικές παράμετροι του σταθμού Λάρισας (Μέσοι όροι περιόδου 1932-1975, Μπαμπατζιμόπουλος και Αντωνόπουλος 1990)	21
Πίνακας 2.	Βροχομετρικά στοιχεία (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	29
Πίνακας 3.	Συχνότητες ετησίων υψών βροχής λεκάνης Κάρλας (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	30
Πίνακας 4.	Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ετησίων απορροών λεκάνης Κάρλας συναρτήσει των συχνοτήτων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	30
Πίνακας 5.	Πλημμυρικές παροχές λεκάνης Κάρλας σε $X10^6m^3$ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	31
Πίνακας 6.	Διάρκεια, όγκος και επιφάνεια κατάκλυσης χαμηλών περιοχών Κάρλας (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	32
Πίνακας 7.	Κύρια γνωρίσματα ταμιευτήρα σύμφωνα με τις μελέτες Παπαδάκη (1956) και Νικολαΐδη (1964)	45
Πίνακας 8.	Κύρια γνωρίσματα ταμιευτήρων απλού σκοπού (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	47
Πίνακας 9.	Γνωρίσματα αρχικού και τροποποιημένου ταμιευτήρα Σχεδίου Β και ταμιευτήρα Σχεδίου Γ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	53
Πίνακας 10.	Συγκρίσεις δαπανών εξετασθέντων σχεδίων σε εκατ. δραχμές του 1977 (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	54
Πίνακας 11.	Γνωρίσματα προταθέντος ταμιευτήρα (Προμελέτη ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	57
Πίνακας 12.	Υδατικό ισοζύγιο ταμιευτήρα Κάρλας για πιθανότητες εμφανίσεως 80% και 50% (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	59
Πίνακας 13.	Στοιχεία προτεινόμενων ταμιευτήρων (Μαντζιάρας 1987)	62
Πίνακας 14.	Βαθμός αποκατάστασης υδροτοπικών λειτουργιών από την τυχόν εφαρμογή κάθε μιας από τις λύσεις που προτάθηκαν ως τώρα στο πρόβλημα της αναδημιουργίας της τέως λίμνης Κάρλας	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

		σελ.
Σχήμα 1.	Τρισδιάστατη απεικόνιση περιοχής Κάρλας (φωτ. Β. Τλούπα - Λάρισα)	17
Σχήμα 2.	Η λίμνη Κάρλα πριν από την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων	19
Σχήμα 3.	Ισοϋετείς καμπύλες ευρύτερης περιοχής Κάρλας	22
Σχήμα 4.	Ετήσια ύψη βροχής, κινητός μέσος όρος και γραμμική τάση των ετησίων υψών βροχής (ΕΚΒΥ 1994)	22
Σχήμα 5.	Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών περιοχής Κάρλας (ΙΓΜΕ 1983)	24
Σχήμα 6.	Χάρτης εδαφών περιοχής Κάρλας (Τζιώλας 1988)	27
Σχήμα 7.	Χάρτης αλατούχων-αλκαλιωμένων εδαφών περιοχής Κάρλας (Τζιώλας 1988)	27
Σχήμα 8.	Διαχωρισμός της λεκάνης απορροής Κάρλας κατά αποδέκτη μετά την κατασκευή των έργων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης 1982)	28
Σχήμα 9.	Διαχωρισμός της λεκάνης απορροής Κάρλας κατά αποδέκτη με την ολοκλήρωση των έργων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης 1982)	33
Σχήμα 10.	Διευθύνσεις κίνησης υπογείων υδάτων λεκάνης Κάρλας (Θάνος 1993)	34
Σχήμα 11.	Η λίμνη Κάρλα μετά την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων	37
Σχήμα 12.	Κύριο αποστραγγιστικό δίκτυο (περιοχή Κάρλας) - υπάρχον (μελέτες Παπαδάκη 1956 και Νικολαΐδη 1960) και προβλεπόμενο (μελέτη ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977 και ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης 1982)	42
Σχήμα 13.	Ταμιευτήρας διπλού σκοπού - μελέτη Παπαδάκη (1956)	44
Σχήμα 14.	Ταμιευτήρας διπλού σκοπού - μελέτη Νικολαΐδη (1960)	44
Σχήμα 15.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού - Σχέδιο Α (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	48

Σχήμα 16.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού - Σχέδιο Α ₁ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	48
Σχήμα 17.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού - Σχέδιο Α ₂ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	49
Σχήμα 18.	Ταμιευτήρας διπλού σκοπού - Σχέδιο Β (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	51
Σχήμα 19.	Ταμιευτήρας διπλού σκοπού - Τροποποίηση Σχεδίου Β (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	51
Σχήμα 20.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού - Σχέδιο Γ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)	52
Σχήμα 21.	Ταμιευτήρας διπλού σκοπού (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)	56
Σχήμα 22.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού - Λύση Ι (Μαντζιάρας 1987)	64
Σχήμα 23.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού - Λύση ΙΙ (Μαντζιάρας 1987)	64
Σχήμα 24.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού με κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο Λύση ΙV (Μαντζιάρας 1987)	66
Σχήμα 25.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού με κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο: Παραλλαγή Λύσης ΙV (Μαντζιάρας 1987)	66
Σχήμα 26.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού σε συνδυασμό με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο: Παραλλαγή Λύσης V (Μαντζιάρας 1987)	68
Σχήμα 27.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού σε συνδυασμό με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο: Λύση VI (Μαντζιάρας 1987)	68
Σχήμα 28.	Ταμιευτήρας απλού σκοπού σε συνδυασμό με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο: Λύση VII (Μαντζιάρας 1987)	69
Σχήμα 29.	Πρόταση για μερική τροποποίηση του ταμιευτήρα των 4.200 ha με την κατασκευή κι ενός δευτερεύοντα ταμιευτήρα (ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ 1992)	70



**Ευχαριστώ θερμά τον εισηγητή
μου Νικόλαο Γ.Βλάχο, όπως
επίσης όλους εκείνους που
βοήθησαν στην διεκπεραίωση της
παρούσης εργασίας.**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα προβλήματα που προκάλεσε η απώλεια των φυσικών λειτουργιών της τέως λίμνης Κάρλας, αλλά και τα πρόσθετα που ανέκυψαν από την αποξήρανσή της ως σήμερα, αντιμετωπίστηκαν και εξακολουθούν να αντιμετωπίζονται με αποσπασματικό τρόπο. Είναι προφανές ότι απαιτείται νέα, ολοκληρωμένη προσέγγιση η οποία πρέπει να περιλαμβάνει και την αποκατάσταση μέρους των λειτουργιών της λίμνης. Ολική αποκατάσταση είναι αδύνατη, διότι οι συνθήκες έχουν μεταβληθεί πολύ τα τελευταία 30 έτη. Οι περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές συνθήκες στην περιοχή της Κάρλας είναι σήμερα επιδεκτικές για την εφαρμογή μιας τέτοιας προσέγγισης. Σ' αυτό βοηθάει και η αλλαγή στην κοινή αγροτική πολιτική της Κοινότητας ιδιαίτερα όσον αφορά τη στήριξη τιμών, η οποία πιθανόν να προκαλέσει ύφεση στη γεωργική οικονομία της λεκάνης της τέως λίμνης Κάρλας.

Με δεδομένο ότι οι συνθήκες είναι επιδεκτικές για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, το ΕΚΒΥ προέβη στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας για να αποκτήσει τεκμηριωμένη θέση στο πολυσύνθετο αυτό πρόβλημα. Ως πρώτο βήμα θεώρησε την ανασκόπηση της πληθώρας υπάρχουσών μελετών και την αναζήτηση ενδεδειγμένης μεθόδου, η οποία από τα υπάρχοντα στοιχεία θα διερευνά τον βαθμό κατά τον οποίο η κάθε μία από τις απωλεσθείσες λειτουργίες του υγροτόπου θα αποκατασταθεί από τις προταθείσες λύσεις.

Με την προσπάθεια αυτή ελπίζουμε ότι το ΕΚΒΥ συνεισφέρει στο να ιδωθεί η αποκατάσταση των λειτουργιών του υγροτόπου υπό την ορθή προοπτική μια που η Κάρλα αποτελεί ενδιαφέρουσα περίπτωση για όλη τη λεκάνη της Μεσογείου. Επιπλέον, η αποκατάσταση μέρους των λειτουργιών της λίμνης Κάρλας είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αειφορική διαχείριση της ευρύτερης περιοχής και τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας.

Η λίμνη Κάρλα, που καταλάμβανε μέχρι το 1962 το χαμηλότερο σημείο της Θεσσαλικής πεδιάδας, αποτελούσε έναν από τους σπουδαιότερους υδροτόπους της Ελλάδας. Η λίμνη δεχόταν σημαντικές εισροές γλυκού νερού διότι, πέρα από τα νερά της λεκάνης απορροής της, ήταν αποδέκτης μέσω του ρεύματος Ασμάκι και μέρους της πλημμυρικής παροχής του Πηνειού. Η εισροή σημαντικών όγκων νερού, σε συνδυασμό με το μικρό βάθος της λίμνης, ευνοούσαν την ιχθυοπαραγωγή και την υδρόβια βλάστηση. Η λίμνη φιλοξενούσε εκατοντάδες χιλιάδες υδρόβια πτηνά.

Η μικρή κλίση του πυθμένα της λίμνης, είχε ως αποτέλεσμα, ανάλογα με τη σχέση εισροών-εκροών, το εμβαδόν της να κυμαίνεται μεταξύ 4000 και 18000 ha. Αυτό είχε ως επακόλουθο η παγίδευση πλημμυρικών υδάτων στη λίμνη να συνοδεύεται από την κατάκλυση μεγάλων γεωργικών εκτάσεων γύρω από αυτή, ενώ παράλληλα προκαλούσε προβλήματα στράγγισης και αλατότητας στα εδάφη της γύρω περιοχής.

Η ανάγκη για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής και την απόκτηση γεωργικών εκτάσεων, αποτέλεσαν την αιτία για την εκπόνηση διαφόρων μελετών που πραγματοποιήθηκαν μετά την απελευθέρωση της Θεσσαλίας. Σύμφωνα με αυτές τις μελέτες, η αξιοποίηση της περιοχής συνδέεται με την κατασκευή αντιπλημμυρικών και αποστραγγιστικών έργων, την αποξήρανση της λίμνης μέσω σήραγγας προς τον Παγασητικό κόλπο και την κατασκευή ενός ταμιευτήρα σε τμήμα της παλιάς

λίμνης. Ο ταμιευτήρας αυτός θα χρησίμευε για την ανάσχεση πλημμυρών και την αποταμίευση μέρους της χειμερινής παροχής του Ιηνείου για άρδευση.

Με την ολοκλήρωση των πρώτων έργων αντιπλημμυρικής προστασίας, που περιελάμβαναν τους ορεινούς συλλεκτήρες και τα αναχώματα του Ιηνείου, περιορίσθηκε η λεκάνη απορροής της κατά το 1/3 και αποκόπηκε η τροφοδοσία της από τον ποταμό. Συνέπεια αυτού ήταν η μείωση των εισροών και η υποβάθμιση του υγροτόπου.

Η τελική αποστράγγιση της λίμνης το 1962, με την κατασκευή της σήραγγας και μέρους του αποστραγγιστικού δικτύου, δεν έλυσε πλήρως τα προβλήματα αντιπλημμυρικής προστασίας διότι δεν κατασκευάσθηκαν ο προβλεπόμενος από τις μελέτες ταμιευτήρας και τα έργα που συνδέονταν με αυτόν. Η απώλεια του υγροτόπου προκάλεσε περιβαλλοντικά προβλήματα π.χ. μεταφορά ρυπαντικού φορτίου μέσω της σήραγγας στον Παγασητικό και εξάντληση των υπόγειων υδροφορέων. Οι αποκαλυφθείσες από τη λίμνη εκτάσεις, σε μεγάλο ποσοστό καταπατήθηκαν, ενώ οι προσδοκίες για απόκτηση γεωργικής γης εκ μέρους των ακτημόνων, εν μέρει μόνο έχουν ικανοποιηθεί.

Προϋπόθεση για την ολοκλήρωση των αντιπλημμυρικών και αρδευτικών έργων, που θα συνέβαλαν, σύμφωνα με τις μελέτες, στην πλήρη αξιοποίηση της περιοχής, ήταν η κατασκευή του ταμιευτήρα, ο οποίος, όμως, για διάφορους λόγους, δεν έχει κατασκευασθεί μέχρι σήμερα. Οι λόγοι αυτοί προέρχονται από αντιρρήσεις όσον αφορά την έκταση που θα πρέπει να καταλάβει ο ταμιευτήρας, τη θέση όπου θα πρέπει να εγκατασταθεί και εάν, πέρα από την αντιπλημμυρική προστασία, θα πρέπει να εξυπηρετεί και τις αρδεύσεις. Οι μελέτες που ακολούθησαν παρουσιάζουν διάφορες λύσεις οι οποίες στοχεύουν στην αντιμετώπιση του πολύπλοκου αυτού προβλήματος.

Σύμφωνα με τις μελέτες, σκοπός της κατασκευής του ταμιευτήρα θα ήταν η ανάσχεση πλημμυρών και η αποταμίευση αρδευτικού νερού, που αντιστοιχούν στις

λειτουργίες του υγροτόπου που είναι γνωστές από τη βιβλιογραφία ως παγίδευση πλημμυρικών υδάτων και ιζημάτων.

Το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων/Υγροτόπων (ΕΚΒΥ), διερεύνησε τις προταθείσες λύσεις με γνώμονα, ο ταμιευτήρας που θα κατασκευασθεί, να μην αποσκοπεί μόνο στην αντιπλημμυρική προστασία και την αποταμίευση νερού, αλλά να συμβάλλει παράλληλα και στην ολοκληρωμένη αποκατάσταση, κατά το δυνατόν, περισσότερων και σε υψηλότερο βαθμό, από τις πολύτιμες λειτουργίες του υγροτόπου, που χάθηκαν. Η παρούσα εργασία αποτελεί προσπάθεια ολοκληρωμένης προσέγγισης του θέματος. Σκοπός της είναι κυρίως η ανάπτυξη μεθόδου για τη διερεύνηση των λύσεων που προτάθηκαν κατά καιρούς, ως προς τη δημιουργία του ταμιευτήρα, τον τρόπο λειτουργίας αυτού καθώς και μια ποιοτική προσέγγιση του βαθμού κατά τον οποίο η κάθε μία από αυτές τις λύσεις θα αποκαθιστούσε τις λειτουργίες του υγροτόπου.

Στη παρούσα εργασία, με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία, περιγράφεται η κατάσταση που επικρατούσε στην περιοχή της τέως λίμνης Κάρλας όταν αυτή δεν είχε αρχίσει ακόμη να υποβαθμίζεται και να πέφτει δραστικά η αλιευτική της παραγωγή. Η κατάσταση εκείνη ελήφθη ως γραμμή αναφοράς για να εκτιμηθούν οι λειτουργίες που είχε ο υγροτόπος της τέως λίμνης. Στην συνέχεια καταγράφονται τα νέα περιβαλλοντικά και κοινωνικά δεδομένα που δημιουργήθηκαν στην περιοχή ως συνέπεια της αποξήρανσης. Η επισκόπηση των μελετών, που κατά καιρούς εκπονήθηκαν για την κατασκευή του ταμιευτήρα της τέως λίμνης Κάρλας, αποσκοπεί στην πληρέστερη κατανόηση του σύνθετου αυτού προβλήματος. Η ενέργεια αυτή όμως από μόνη της δεν παρέχει την δυνατότητα εκτίμησης του βαθμού αποκατάστασης των λειτουργιών του υγροτόπου, οι οποίες θα προκύψουν από την τυχόν εφαρμογή κάθε μίας από τις λύσεις. Για να εκτιμηθούν οι προοπτικές αποκατάστασης των προϋπαρχουσών λειτουργιών που προσφέρει η κάθε μία από αυτές, αναπτύχθηκε μια μέθοδος, η οποία δίνει ιδιαίτερη έμφαση στις υδροπεριόδους

οι οποίες χαρακτηρίζουν κάθε μια από τις προταθείσες λύσεις. Ως εργαλείο χρησιμοποιήθηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ). Με τη χρήση των συστημάτων αυτών, επιτυγχάνεται εύκολα και αξιόπιστα η εκτίμηση των επιθυμητών φυσικών χαρακτηριστικών του κάθε ταμιευτήρα από τις προταθείσες λύσεις ώστε, τελικά, να επιλεγεί εκείνός του οποίου οι υδροτοπικές λειτουργίες, θα προσομοιάζουν καλύτερα τις προϋπάρχουσες. Η εκτίμηση αυτή επιτυγχάνεται με βάση τη σύγκριση των γαιοπληροφοριών και των υδροπεριόδων του ταμιευτήρα και του προϋπάρχοντος υδροτόπου.

Με βάση την ανωτέρω μέθοδο βρέθηκε ότι οι λύσεις που πρότειναν ταμιευτήρες αποταμίευσης νερού και αντιπλημμυρικής προστασίας (μικτοί) θα αποκαταστήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις προϋπάρχουσες υδροτοπικές λειτουργίες. Η λύση που προωθούν σήμερα οι αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες, δηλαδή ταμιευτήρας αντιπλημμυρικής προστασίας και αποταμίευσης νερού, έκτασης 4200 ha, είναι αυτή που εξασφαλίζει την αποκατάσταση των προϋπαρχουσών λειτουργιών του υδροτόπου στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λίμνη Κάρλα ή Βοιβής, ένας από τους οικολογικά σπουδαιότερους υδροτόπους της χώρας, αποξηράνθηκε το 1962, μετά την κατασκευή σήραγγας, μέσω της οποίας όλα τα νερά της διοχετεύθηκαν στον Παγασητικό κόλπο. Η αποξήρανση αποτελούσε το πρώτο μέρος μιας σειράς έργων που σκοπό είχαν την αντιπλημμυρική προστασία της ευρύτερης περιοχής, την απόκτηση γεωργικών εκτάσεων και εν συνεχεία την άρδυσή τους. Εξαιτίας της τοπογραφικής ιδιαιτερότητας που παρουσιάζει η περιοχή, η ολοκλήρωση των έργων, όπως θα φανεί στη συνέχεια από την παρατιθέμενη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, προϋπέθετε τη δημιουργία ταμιευτήρα σε τμήμα της προϋπάρχουσας λίμνης, με σκοπό την ανάσχεση κύματος πλημμυρών και την αποταμίευση αρδευτικού νερού. Ο ταμιευτήρας αυτός δεν κατασκευάστηκε μέχρι σήμερα λόγω αντιρρήσεων όσον αφορά την αντιμετώπιση της ρύπανσης του Παγασητικού, τη θέση όπου θα εγκατασταθεί, την έκταση που θα καταλάβει και το κατά πόσο πέραν από την αντιπλημμυρική προστασία θα χρησιμεύει και για την αποθήκευση νερού. Για να αντιμετωπισθεί το πολυσύνθετο αυτό πρόβλημα ακολούθησαν μελέτες, σκοπός των οποίων ήταν η αναζήτηση λύσεων που θα καθιστούσαν το έργο της δημιουργίας του ταμιευτήρα ευρύτερα αποδεκτό.

Η αναστολή των έργων κατασκευής του ταμιευτήρα μέχρι σήμερα δεν επέτρεψε να ολοκληρωθούν τα έργα αντιπλημμυρικής προστασίας και αποθήκευσης νερού, με αποτέλεσμα την εμφάνιση των εξής περιβαλλοντικών συνεπειών: η εξάντληση και πτώση της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων, η ανεπάρκεια αρδευτικού νερού, οι κατακλύσεις των χαμηλών περιοχών και η πλημμυρική στράγγιση, η ρύπανση του Παγασητικού με βιομηχανικούς και γεωργικούς ρύπους που εισέρχονται στις τάφρους. Με την αποξήρανση της λίμνης χάθηκε η πλούσια ιχθυοπαραγωγή, καταστράφηκε το ενδιαίτημα εκατοντάδων χιλιάδων υδροβίων και παρυδάτιων πουλιών και αποκόπηκε ο σπουδαιότερος κρίκος μεταξύ των υδροτόπων της Βόρειας και της Νότιας Ελλάδας, οι οποίοι βρίσκονται κατά μήκος του ανατολικού αεροδιαδρόμου που ακολουθούν τα μεταναστευτικά πουλιά. Επίσης, η περιοχή έχασε την οικολογική της ταυτότητα και τη μοναδική πολιτιστική της κληρονομιά η οποία συνδεόταν με το υγρό στοιχείο.

Μεγάλο μέρος των προβλημάτων που υφίστανται σήμερα στην περιοχή, προήλθε από την απώλεια των πολύτιμων λειτουργιών του υγροτόπου. Οι λειτουργίες αυτές ήταν ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων, η παγίδευση πλημμυρικών νερών, η απομάκρυνση και η μετατροπή θρεπτικών στοιχείων, η κατακράτηση ιζημάτων και τοξικών ουσιών, η αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας, η δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας και η στήριξη τροφικών αλυσίδων. Οι άμεσες και έμμεσες αξίες του υγροτόπου, που απορρέουν από τις λειτουργίες του και αποτελούν τη δυναμική του ενέργεια είναι η βιολογική ποικιλότητα, η αλιευτική, η αποταμίευση νερού και η βελτίωση της ποιότητάς του, η θηραματική κ.ά. Από τις αξίες του υγροτόπου, αυτές που χρησιμοποιούνται, ονομάζονται χρήσεις, αποτελούν την κινητική ενέργεια του συστήματος και η ορθολογική τους διαχείριση συντελεί στη διατήρηση της δυναμικής ενέργειας, δηλαδή στην αιεφορία.

Η αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων που αναφέρθηκαν μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ολοκληρωμένη αποκατάσταση του υγροτόπου. Με τον όρο αυτό εννοούμε, την αποκατάσταση μέρους των λειτουργιών του που απωλέσθησαν, λαμβανομένης υπόψη της πολυπλοκότητάς τους και των αλληλεξαρτήσεών τους, υπό τις συνθήκες που σήμερα επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του. Ας σημειωθεί ότι οι συνθήκες αυτές είναι φυσικό να έχουν μεταβληθεί μέσα στα 32 έτη που πέρασαν από την αποξήρανση.

Οι λειτουργίες που θα προέλθουν από την αποκατάσταση, πρέπει να προσομοιάζουν κατά το δυνατόν με τις προϋπάρχουσες. Καθορίζοντας, ύστερα από σχετική μελέτη, τις προϋπάρχουσες λειτουργίες του υγροτόπου, είναι δυνατόν να τεθούν εφικτοί στόχοι, ως προς ποιες λειτουργίες μπορούν να αποκατασταθούν και σε ποιο βαθμό η καθεμία. Ορισμένες από αυτές, όπως η αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας, είναι κοινός τόπος για όλους τους υγροτόπους. Αντίθετα, λειτουργίες όπως η παγίδευση πλημμυρικών νερών και ιζημάτων, ο εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων και η στήριξη τροφικών αλυσίδων διαφέρουν πολύ από υγρότοπο σε υγρότοπο. Η κατά το δυνατόν πληρέστερη αποκατάστασή τους, στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να γίνει ύστερα από μελέτη της κατάστασης που υπήρχε πριν από την αποξήρανση καθώς και των νέων περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών δεδομένων (Hollis 1990).

Βάση για την έρευνα του βαθμού αποκατάστασης των λειτουργιών του υγροτόπου αποτελεί το είδος της υδροπεριόδου που θα διαμορφωθεί σ'αυτόν και από την οποία εξαρτώνται πολλές από τις λειτουργίες του υγροτόπου.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση των διαφόρων λύσεων, που αφορούν την κατασκευή και το είδος του ταμιευτήρα, όπως προτείνονται από κάθε μελέτη, με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π), διευκολύνει την κατανόηση των θετικών και αρνητικών σημείων κάθε προτεινόμενης λύσεως. Εκτός από την τρισδιάστατη απεικόνιση των επί μέρους λύσεων τα ΓΣΠ χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό επί πλέον στοιχείων, τα οποία συνέβαλαν στην εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης των λειτουργιών του υγροτόπου.

Το ΕΚΒΥ, είναι φυσικό να επιθυμεί, η κατασκευή του ταμιευτήρα να μην αποσκοπεί μόνο στην αντιπλημμυρική προστασία και την αποταμίευση νερού, αλλά να συμβάλλει παράλληλα και στην ολοκληρωμένη αποκατάσταση του συστήματος. Προς τούτο απαιτείται να μελετηθούν οι νέες κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (υδρολογική κατάσταση, ρύποι, άλατα) σε συνδυασμό με τη νέα αγροτική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η μελέτη αυτή, σε συνδυασμό με την εξέταση των λειτουργιών του υγροτόπου που υπήρχαν, θα βοηθήσει στον επιτυχή σχεδιασμό του νέου συστήματος.

Η παρούσα ανασκόπηση των μελετών αποτελεί μια προσπάθεια ολοκληρωμένης προσέγγισης του θέματος. Σκοπός της είναι κυρίως η εξέταση των λύσεων που προτάθηκαν κατά καιρούς, όσον αφορά τη δημιουργία του ταμιευτήρα, τον τρόπο λειτουργίας αυτού καθώς και μια πρώτη διερεύνηση του βαθμού κατά τον οποίο η κάθε μία από αυτές τις λύσεις θα αποκαταστήσει λειτουργίες του υγροτόπου που χάθηκαν. Επίσης, σκοπεύει να διατυπώσει προτάσεις για τις συμπληρωματικές μελέτες που απαιτούνται ώστε να καταστήσουν το έργο της αποκατάστασης ευρύτερα αποδεκτό.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η προσπάθεια για να αξιοποιηθεί η ευρύτερη περιοχή της τέως λίμνης Κάρλας και η Θεσσαλία γενικότερα, άρχισε από τις αρχές του παρόντος αιώνα με τη σύνταξη διαφόρων τεχνικών μελετών και προτάσεων. Για την ανασκόπησή τους συγκεντρώθηκε το απαραίτητο υλικό που αφορά τόσο τις τεχνικές μελέτες όσο και τα διάφορα τεχνικά έγγραφα που υπάρχουν στις κεντρικές και περιφερειακές υπηρεσίες των Υπουργείων ΠΕΧΩΔΕ και Γεωργίας καθώς επίσης και σε διάφορα μελετητικά γραφεία. Θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει μια σειρά προσωπικών επαφών με επιστήμονες που ήδη έχουν ασχοληθεί με το αντικείμενο αυτό. Επίσης ένας αριθμός επισκέψεων που πραγματοποιήθηκε στην ίδια την περιοχή μαζί με εκπροσώπους αρμοδίων υπηρεσιών και τοπικούς φορείς βοήθησαν ώστε να σχηματισθεί μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα.

Για την πληρέστερη κατανόηση του θέματος περιγράφεται η περιοχή και η κατάσταση που προϋπήρχε, με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία αλλά και την επεξεργασία πρόσφατων δημοσιευτών πληροφοριών. Ακολουθεί η παράθεση των τεχνικών μελετών, προτάσεων και εκτελεσθέντων έργων, καθώς και η περιγραφή των υφιστάμενων περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών συνθηκών. Τέλος, αξιολογούνται οι μελέτες ως προς την πληρότητά τους σε σύγκριση με μια ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της αποκατάστασης των λειτουργιών του υγροτόπου.

Τα σημαντικότερα φυσικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν κάθε πρόταση αποκατάστασης είναι ο συνολικός όγκος του αποταμιευόμενου νερού, το μέγιστο και ελάχιστο βάθος του νερού του κάθε ταμιευτήρα, το μήκος της ακτογραμμής και η επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι εποχιακώς κατακλυζόμενες και μονίμως κατακλυσμένες εκτάσεις. Για τον υπολογισμό των παράπάνω μεγεθών που έχουν άμεση αλληλεξάρτηση μεταξύ τους, και παίζουν σημαντικό ρόλο στην συγκριτική αξιολόγηση των προτάσεων, χρησιμοποιήθηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.). Παράλληλα, για τη παραστατικότερη απεικόνιση των λύσεων που προτάθηκαν, αλλά και για την ευχερέστερη εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης των λειτουργιών του εκάστοτε υγροτόπου, τα Γ.Σ.Π. να χρησιμοποιηθούν και για την τρισδιάστατη απεικόνιση της κάθε πρότασης.

Το Γ.Σ.Π. που χρησιμοποιήθηκε ήταν το GRASS (Geographical Resource Analysis Support System) Ver 4.1 κάτω από λειτουργικό σύστημα UNIX (Sun OS 4.1). Ο Η/Υ που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένας Sun Sparcstation 2.

Ως πηγή πληροφοριών, χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί χάρτες κλίμακας 1:50.000. Από τους χάρτες αυτούς ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες με βήμα 10m για τις περιοχές που βρίσκονται πάνω από το υψόμετρο των 100 m και με βήμα μέχρι και 0,25 m (ανάλογα με τη διαθέσιμη πληροφορία) για τις περιοχές κάτω των 100 m. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι τα χαμηλότερα σημεία στη περιοχή της λίμνης έχουν υψόμετρο 39 - 40 m. Για την ψηφιοποίηση των ισοϋψών αυτών χρησιμοποιήθηκε το αντίστοιχο πρόγραμμα ψηφιοποίησης του GRASS και ένας ψηφιοποιητής μεγέθους A0, με ανάλυση 1279 ppi (points per inch) και ακρίβεια ± 0.127 mm. Η εισαγωγή του κάθε υψόμετρου της κάθε ισοϋψούς, έγινε κατά τη διάρκεια της ψηφιοποίησης. Μετά τη δημιουργία του vector file των ισοϋψών, έγινε μετατροπή του αρχείου αυτού σε raster ανάλυσης 300 dpi (dots per inch).

Το αρχείο που προέκυψε, υπέστη επεξεργασία από το αντίστοιχο πρόγραμμα του GRASS για την παραγωγή ενός DEM (Digital Elevation Model). Η μέθοδος παρεμβολής που χρησιμοποιήθηκε (kriging) βασίζεται στη γεωστατιστική. Το παραπάνω αρχείο αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία εφαρμόστηκαν οι διάφορες προτάσεις για την επαναδημιουργία της λίμνης. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του ανάγλυφου της περιοχής, επιτεύχθηκε μέσω καταλλήλου προγράμματος του GRASS στο οποίο εκτός από το DEM δόθηκαν στοιχεία για την θέση του παρατηρητή, τη γωνία παρατήρησης και τη διεύθυνση του φωτός. Με βάση τα ιδιαίτερα γνωρίσματα της κάθε πρότασης αποκατάστασης, δόθηκαν τα αντίστοιχα ύψη κατάκλυσης της λεκάνης ώστε να δημιουργηθούν οι αντίστοιχες υδάτινες επιφάνειες, όγκοι νερού και ακτογραμμές.

Οι εικόνες που προέκυψαν από την παραπάνω διαδικασία, μετατράπηκαν σε TIF (Tag Image File) μορφή και μεταφέρθηκαν στο πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας Photostyler όπου και προστέθηκαν τα αντίστοιχα υπομνήματα και ονομασίες. Η επεξεργασία αυτή έγινε σε περιβάλλον Microsoft Windows και σε Η/Υ Pentium/90. Η εκτύπωση των εικόνων έγινε σε Tektronix Color Laser Printer. Με βάση τα δεδομένα των μελετών δίνεται μια πρώτη εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης των επί μέρους λειτουργιών στις κάθε μία από τις προταθείσες λύσεις.



Σχήμα 1. Τρισδιάστατη απεικόνιση περιοχής Κάρλας (φωτ. Β. Τλούπα - Λάρισα)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΩΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ

3.1. Θέση - Ορια - Εμβαδόν

Η λεκάνη της Κάρλας κατέχει το ΝΑ άκρο της πεδιάδας της Λάρισας και παρουσιάζει μορφή κλειστής επιμήκους λεκάνης μήκους 35 km και πλάτους 9 - 15 km. Η λεκάνη έχει όρια στον βορρά τον ποταμό Πηνειό και τον ορεινό όγκο της Οσσας (Κίσσαβος), στην ανατολή τους ορεινούς όγκους του Μαυροβουνίου και του Πηλίου, στο νότο το Χαλκόδονιο όρος (Μαυροβούνι) και το Μεγαβούνι και στη δύση το Φυλλήϊον όρος (Δογατζή), βλ. Σχήμα 1. Το συνολικό εμβαδόν της λεκάνης Κάρλας ανέρχεται σε 1650 km². Στο μέσο της λεκάνης αυτής βρίσκεται το βαθύτερο τμήμα της θεσσαλικής πεδιάδας, τα χαμηλότερα τμήματα της οποίας, μέχρι το 1961, κάλυπταν τα νερά της λίμνης Κάρλας, που αποτελούσε πριν από την εκτέλεση των έργων και τον κύριο αποδέκτη της. Διοικητικά η λεκάνη της Κάρλας υπάγεται στους Νομούς Λάρισας και Μαγνησίας.

3.2. Η λίμνη Κάρλα πριν από την αποξήρανση

3.2.1. Αβιοτικό περιβάλλον της λίμνης

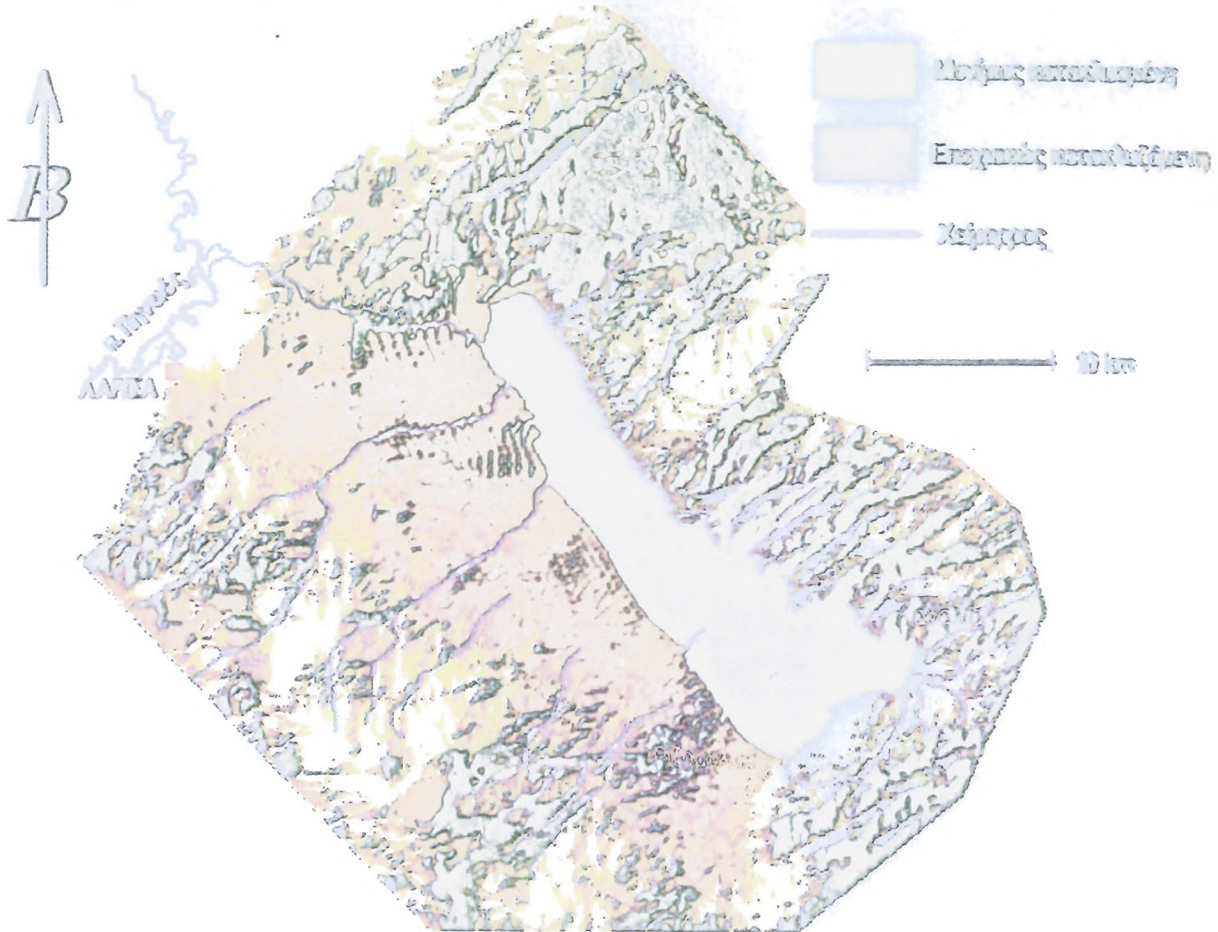
Η λίμνη Κάρλα ή Βοιβηϊδ αποτελούσε μέρος μιας πολύ μεγαλύτερης λίμνης που κάλυπτε προϊστορικά τον θεσσαλικό κάμπο. Εξαιτίας του χαμηλότερου υψομέτρου της λίμνης έναντι του Πηνειού, εκτός από τα νερά της λεκάνης απορροής της, η λίμνη δεχόταν και μέρος της πλημμυρικής παροχής του ποταμού, που έφθανε σ'αυτή μέσω του χειμάρρου Ασμάκι (Σχήμα 2). Η είσοδος πλημμυρικών νερών στη λίμνη από τον Πηνειό και τη γύρω ορεινή ζώνη, σε συνδυασμό με το βραδύ ρυθμό απομάκρυνσής τους από αυτή, με την εξάτμιση, τη βαθιά διήθηση καθώς και την υπερχείλιση μέσω των καρστικών πετρωμάτων, είχε ως αποτέλεσμα το εμβαδόν της να μεταβάλλεται, ανάλογα με τη σχέση εισροών και εκροών, από 4500 έως 18000 ha.

Εκτός από τα 4500 ha, που αποτελούσαν το μόνιμο εμβαδόν της, 13700 ha της ευρύτερης περιοχής υπέφεραν από πλημμύρες, με δυσμενείς ως καταστρεπτικές συνέπειες στην απόδοση των καλλιεργειών εξαιτίας της ελλείψεως οξυγόνου στο έδαφος και της δημιουργίας παθογενών εδαφών από τη συγκέντρωση αλάτων. Επίσης δημιουργούνταν ευνοϊκό περιβάλλον για τη διάδοση της ελονοσίας.

Το πρόβλημα της τιθάσευσης των πλημμυρικών υδάτων και της χρησιμοποιήσεώς τους για οικονομικούς σκοπούς δεν αφορούσε αποκλειστικά την περιοχή της Κάρλας, αλλά ολόκληρη τη Θεσσαλία. Εξαιτίας της έλλειψης

κατάλληλης διαίτας του ποταμού Πηνειού και των παραποτάμων του, μερικές εκτάσεις της παρέμεναν ως λίμνες ή έλη, ενώ ασυγκρίτως μεγαλύτερες υπέφεραν από τις ετήσιες πλημμύρες με αβέβαιη την παραγωγή τους (Μήλιος 1966).

Η λίμνη Κάρλα, μια από τις μεγαλύτερες και οικολογικά σημαντικότερες λίμνες της Ελλάδος (Βαβίζος κ.ά. 1984), επέτρεψε την ανάπτυξη οικισμών, των οποίων η οικονομία σχετιζόταν με το υγρό στοιχείο. Το καθεστώς απασχόλησης του πληθυσμού της περιοχής πριν από την αποξήρανση ήταν το εξής: Οι ορεινοί κάτοικοι ασκούσαν αλιεία, ενώ οι παραλίμνιοι ήταν γεωργοί.



Σχήμα 2. Η λίμνη Κάρλα πριν από την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

3.2.2. Το βιοτικό περιβάλλον της λίμνης

Η λίμνη Κάρλα αποτελούσε ένα από τους σπουδαιότερους υγροτόπους της χώρας. Το μικρό βάθος της λίμνης επέτρεπε την ανάπτυξη πλούσιου φυτοβένθους και υψηλούς ρυθμούς πρωτογενούς παραγωγής σε φυτομάζα (ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ 1992) που αποτελούσαν τροφή για μια τεράστια ποικιλία ζωικών οργανισμών, πολλά είδη από αυτά όπως, ψάρια, υδρόβια πουλιά, απαντούσαν σε μεγάλη πυκνότητα πληθυσμών. Η λίμνη πριν από την αποξήρανσή της είχε χαρακτηριστεί ως εύτροφη (Ananiadis 1956).

Βάση για τον πλούτο των ειδών της πανίδας και ιδιαίτερα της ορνιθοπανίδας (Jerrentrup 1990), αποτελεί η ποικιλότητα και το μέγεθος των παρακάτω αναφερομένων ενδιαιτημάτων που είχε η λίμνη και η αμέσως γειτονική της περιοχή:

- Ανοιχτά νερά: παρείχαν προστασία σε υδρόβια είδη και τόπους τροφοληψίας για καταδύόμενα πουλιά και πουλιά που τρέφονται από τα επιφανειακά στρώματα του νερού
- Επιπλέονσα βλάστηση: τόποι αναπαραγωγής και τροφοληψίας για καταδύόμενα πουλιά
- Αβραθή έλη με βούρλα (*Juncus* sp.) και τύφες (*Typha* sp.): πολύ σημαντικοί τόποι τροφοληψίας υδροβίων πτηνών και ψαριών
- Εκτεταμένοι καλαμώνες: έδιναν καταφύγιο, τροφή και τόπο αναπαραγωγής υδροβίων πτηνών και τόπους κατοικίας και διαβίωσης του γόνου πολλών ειδών ιχθυοπανίδας
- Βραχώδεις νησίδες: που ήταν τόποι κουρνιάσματος ιδίως για αποικιακώς φωλιάζοντα είδη

Η λίμνη Κάρλα σύμφωνα με τον Jerrentrup (1990) ήταν ένας από τους σπουδαιότερους υγροτόπους για υδρόβια πουλιά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Είχαν καταγραφεί 143 είδη πουλιών, πολλά ως αναπαραγόμενα και άλλα ως μεταναστευτικά ή διαχειμάζοντα. Τουλάχιστον 55 από τα καταγραφέντα είδη θεωρούνται σήμερα ως "προστατευόμενα" σύμφωνα με την οικεία οδηγία 79/409/ΕΟΚ. Αν υπήρχε το 1971 η Κάρλα θα είχε προταθεί οπωσδήποτε η ένταξή της στον Κατάλογο Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ.

Το μικρό βάθος της λίμνης κατά τον Νεοφύτου (1990) ευνοούσε την ανάπτυξη υδρόβιας βλάστησης που δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες συγκέντρωσης οξυγόνου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, γεγονός που προσέδιδε στη λίμνη ένα ιδιαίτερο βιολογικό ενδιαφέρον. Η μέση ιχθυοπαραγωγή έφθανε, κατά μέσο όρο, τους 600 τόνους το έτος και εξασφάλιζε απασχόληση σε 1000 κατοίκους. Τα είδη που παρουσίαζαν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον ήταν το γριβάδι, το χέλι και ακολουθούσε το τσιρόνι και η κοκκινοφτέρα. Σήμερα υπάρχουν ορισμένοι πληθυσμοί ψαριών στις στραγγιστικές τάφρους και τους μικροταμιευτήρες χωρίς οικονομική σημασία.

Το γεγονός ότι η λίμνη λειτουργούσε με βάση τον τροφοδότη ποταμό, της προσέδιδε έναν συνδυασμό υδροπεριόδου ο οποίος ευνοούσε τον σχηματισμό υδροχαρούς βλάστησης.

3.3. Κλίμα

Το μικροκλίμα της περιοχής, σύμφωνα με το γεωργικό μέρος της μελέτης των εγχειοβελτιωτικών έργων Θεσσαλίας 1987, χαρακτηρίζεται Μεσογειακό ηπειρωτικού χαρακτήρα.

Στον Πίνακα 1 δίνονται βασικά μετεωρολογικά μεγέθη που αφορούν τον μετεωρολογικό σταθμό Λάρισας για την περίοδο 1932 - 1975 (Μπαμπατζιμόπουλος και Αντωνόπουλος 1990).

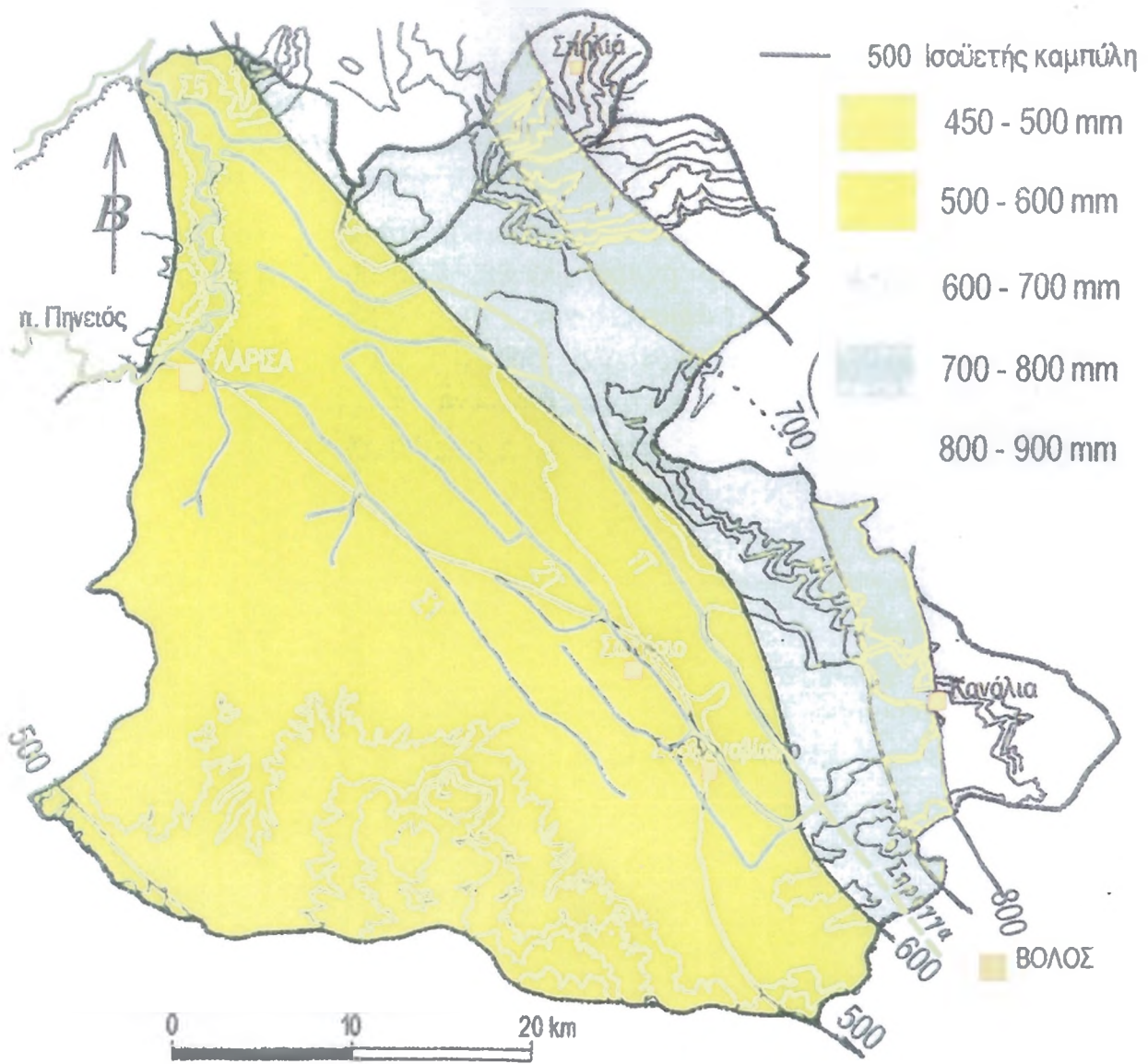
Με βάση τα ετήσια βροχομετρικά δεδομένα 34 ετών (1960-1993) από 13 σταθμούς, οι οποίοι βρίσκονται εντός και γύρω από τη λεκάνη απορροής της Κάρλας, χαράχθηκαν, με τη μέθοδο παρεμβολής (kriging) οι ετήσιες ισοϋετείς καμπύλες (Σχήμα 3). Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό, το δυτικό τμήμα της περιοχής δέχεται το μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής, ενώ αυξάνεται προοδευτικώς προς τα ανατολικά.

Από την επεξεργασία των παραπάνω δεδομένων σχεδιάστηκαν η καμπύλη του κινητού μέσου όρου (moving average) και της γραμμικής τάσης (linear trend) των βροχοπτώσεων (Σχήμα 4), οι οποίες παρουσιάζουν πτωτική τάση, φαινόμενο γενικότερο για την ευρύτερη περιοχή της Βαλκανικής.

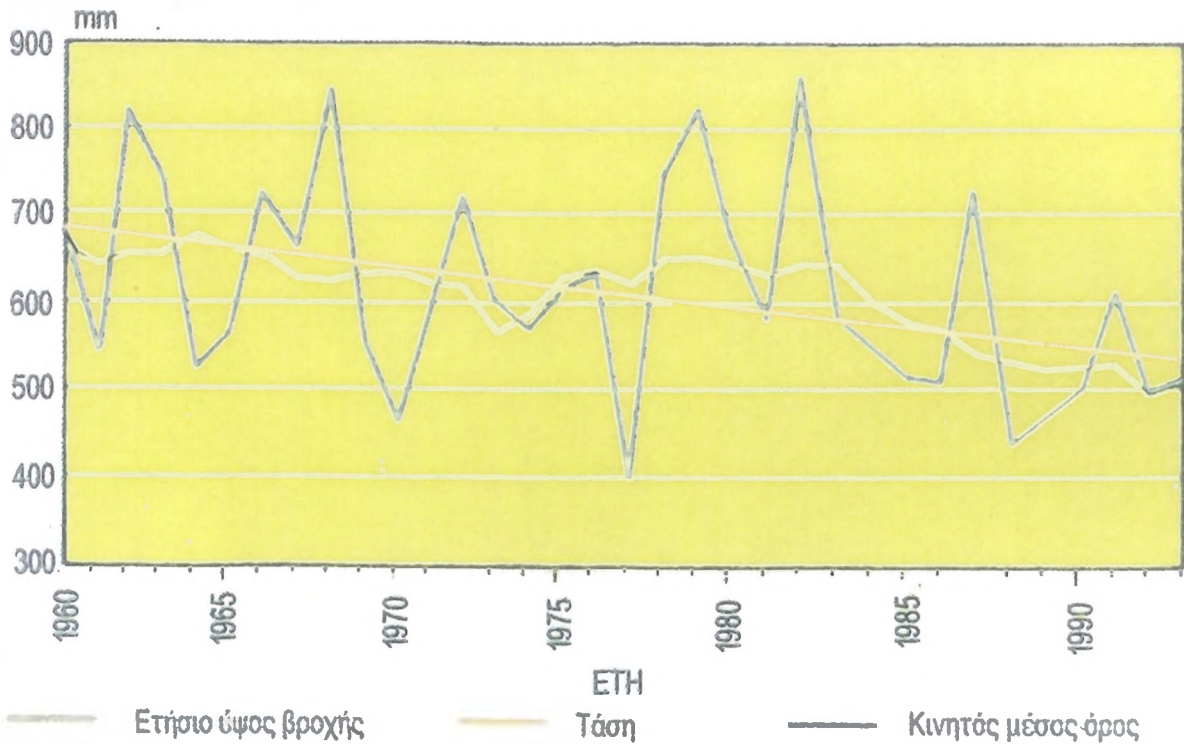
Πίνακας 1. Μετεωρολογικές παράμετροι του σταθμού Λάρισας (Μέσοι όροι περιόδου 1932-1975, Μπαμπατζιμόπουλος και Αντωνόπουλος 1990)

Table 1. Meteorological data from the Larissa station (Mean average 1932-1975, Babatzimopoulos and Antonopoulos 1990)

Παράμετροι, Parameter	Μήνες, Months												Μ.Ο. η Συνολικό Average or Total
	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	
Βροχή, Precipitation, mm	42	47	41	40	48	33	20	17	27	59	66	82	503
Μ. θερμοκρασία, M. Temperature, °C	5,3	7	9,5	14,4	20	25,3	28,1	27,4	22,6	16,8	11,7	7,1	16,2
Μ. σχ. υγρασία, M. rel. humidity, %	82	76	73	69	63	51	40	40	54	70	80	88	68
Εξάτμιση, Evaporation, mm	20	30	42	58	75	129	176	180	119	51	28	10	79



Σχήμα 3. Ισοϋετείς καμπύλες ευρύτερης περιοχής Κάρλας.
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 4. Ετήσια ύψη βροχής, κινητός μέσος όρος και γραμμική τάση των ετησίων υψών βροχής
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

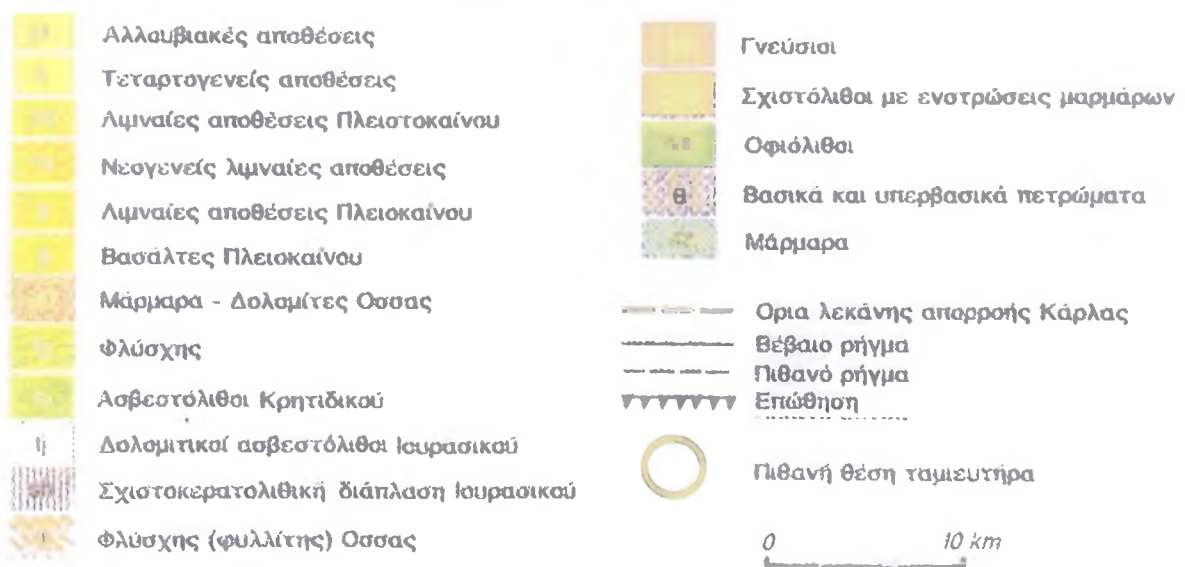
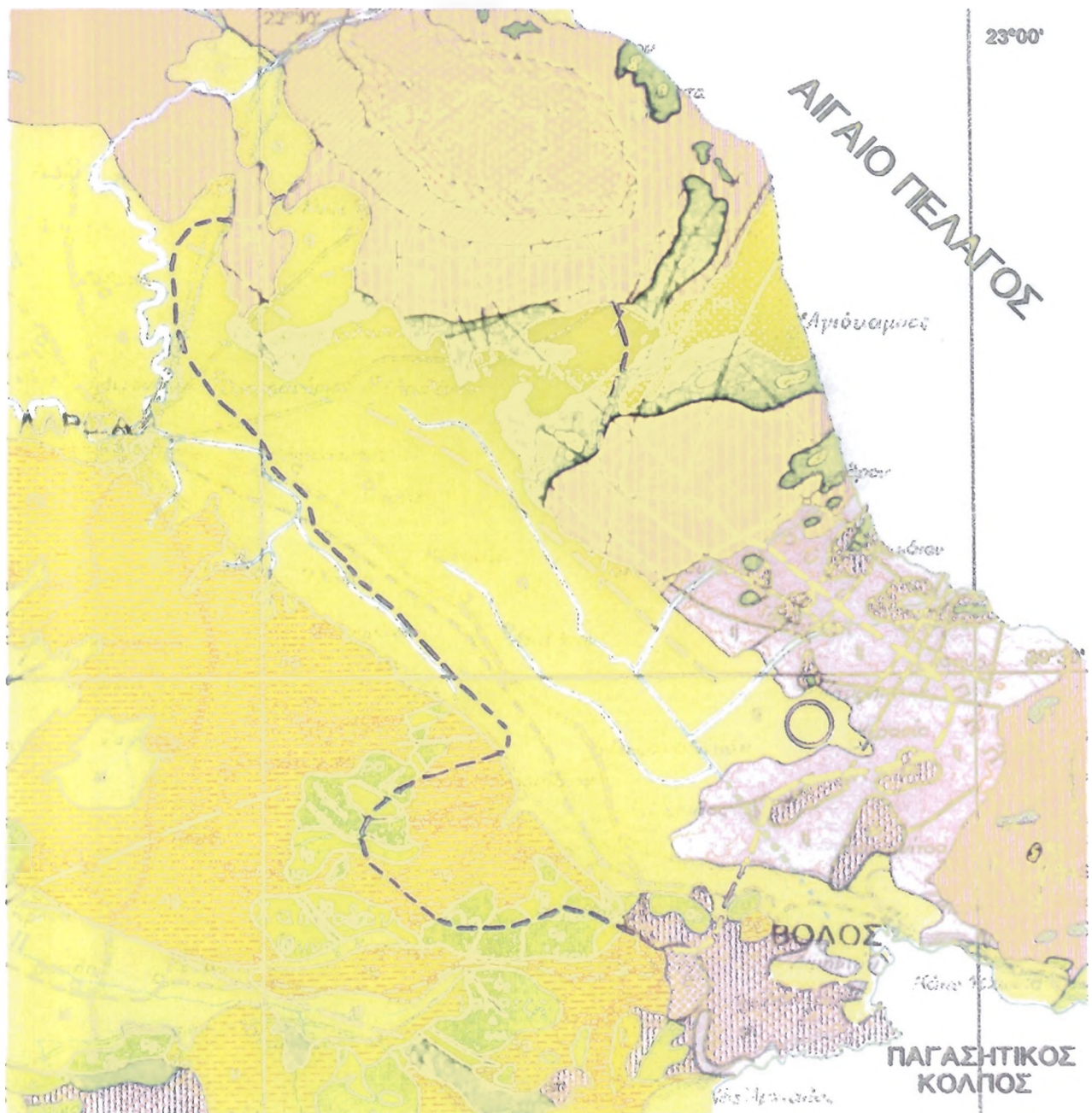
3.4. Γεωλογία

Η περιοχή της Κάρλας αποτελεί τεκτονικό βύθισμα που σχηματίστηκε κατά τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους (Καλλέργης και Παπανικολάου, 1979). Ακολούθησε πλήρωσή του με υλικά που μετέφερε ο Πηνειός και οι γύρω από αυτόν χείμαρροι από τις λεκάνες απορροής τους. Το κεντρικό τμήμα, στη μεγαλύτερή του έκταση, όπως φαίνεται από το απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη (Κλίμακα 1:500.000, ΙΓΜΕ 1983), αποτελείται από μεγάλο πάχους λεπτόκοκκες νεογενείς αποθέσεις ενώ στην περιμετρική ζώνη επικρατούν μικρότερου πάχους στρώσεις αδρομερέστερων ποταμοχειμάρριων υλικών (Σχήμα 5). Οι ορεινοί όγκοι που περιβάλλουν την πεδιάδα από ΒΑ αποτελούνται από κρυσταλλικά πετρώματα ταλκικών σχιστολίθων και χλωριτικών γνευσίων που φθάνουν μέχρι την περιοχή του Καλαμακίου και στη συνέχεια από καρστικοποιημένα μάρμαρα. Σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαρμάρων εμφανίζονται στα βόρεια και νότια του χωριού Κανάλια ενώ οι ίδιοι σχηματισμοί συνεχίζονται και στα ΝΑ. Στο ΝΔ τμήμα η πεδιάδα καλύπτεται από αργιλλικές αποθέσεις του Πλειοκαίνου.

Από την αποξήρανση της λίμνης το 1962 μέχρι σήμερα πραγματοποιήθηκαν μελέτες που αφορούν την περατότητα των πετρωμάτων στα οποία πρόκειται να εγκατασταθεί ο ταμιευτήρας. Ανασκόπηση των μελετών αυτών δίνεται στη γεωλογική έκθεση που συνοδεύει τη μελέτη της εταιρίας ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982) από όπου γίνεται φανερό ότι ο πυθμένας του ταμιευτήρα είναι στεγανός ως την υψομετρική καμπύλη 47,50. Πάνω από το υψόμετρο, αυτό η στεγανότητα δεν είναι εξασφαλισμένη για μεγάλα τμήματα της φυσικής περιμέτρου, πράγμα που έχει μεγάλη σημασία για τη διαχείριση του υδατικού δυναμικού της περιοχής, όπως θα συζητηθεί σε επόμενα κεφάλαια.

Κατά τη μελέτη του ταμιευτήρα των 4200 ha, από την ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982), έγινε σχετική γεωλογική έρευνα για τον εντοπισμό των τμημάτων όπου υφίσταται κίνδυνος διαρροής. Για τον σκοπό αυτό χαράχθηκε στο έδαφος η υψομετρική καμπύλη +49 και ακολούθησε λεπτομερής γεωλογική έρευνα σε όλο το μήκος της ισοϋψούς αυτής. Το συνολικό ανάπτυγμα της ισοϋψούς, κατά μήκος της φυσικής περιμέτρου του ταμιευτήρα, στον ΒΑ τομέα, έχει μήκος 11,5 km και στον ΝΑ 5,5 km. Από το συνολικό μήκος των 17 km, τα 8,5 km παρουσιάζουν ικανοποιητική στεγανότητα. Τα 7,2 km του αναπτύγματος της υψομετρικής καμπύλης +49 ελίσσονται σε διαπερατά μάρμαρα.

Όταν η στάθμη των υδάτων στον ταμιευτήρα θα υπερβαίνει το υψόμετρο των +47,5 θα αρχίζει μια διαρροή στο εσωτερικό της μάζας των μαρμάρων. Με δεδομένο ότι για την εξυπηρέτηση των αρδεύσεων το υψόμετρο της στάθμης θα φθάσει μέχρι +48,8 θα υπάρχουν τέσσερα μέτωπα διαφυγών συνολικού μήκους 7,2



Σχήμα 5. Χάρτης γεωλογικών σχηματισμών περιοχής Κάρλας (ΓΓΜτ: 1987)
 (Πεπιξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

km και ύψους 1,3 m. Ευνοϊκό στοιχείο αποτελεί η διαπίστωση ότι το πραγματικό πλάτος των ζωνών διαφυγής, λόγω των αποτόμων κλίσεων των πρανών των μαρμάρων, είναι μικρό και περιορίζει την επιφάνεια των διαφυγών.

Για την περιοχή του λόφου Μαγούλα, ΝΔ της Κοινότητας Καναλιών (Σχήμα 21), που βρίσκεται στον χώρο κατάκλυσης, διαπιστώθηκε ότι αυτός δομείται από μάρμαρα που εδράζονται πάνω σε γνευσίους. Η γύρω από τον λόφο περιοχή αποτελείται από αμμώδη και ιλυομαργαϊκά υλικά. Η υδατοπερατότητα της περιοχής αυτής δεν προκαλεί πρόβλημα στεγανότητας στον ταμιευτήρα. Πρόβλημα, κατά τον μελετητή της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982), δημιουργεί το βόρειο και νότιο άκρο του ανατολικού αναχώματος (Σχήμα 21) καθώς και το βόρειο του δυτικού που θα εδράζονται πάνω σε μάρμαρα. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει κίνδυνος διαφυγών μέσω των μαρμάρων στην έξω από τα αναχώματα πεδινή έκταση και χρειάζεται συνεπώς η στεγανοποίηση των ακραίων αυτών τμημάτων του ταμιευτήρα. Με δεδομένο ότι δεν είναι δυνατή η ουσιαστική τροποποίηση της γενικής διάταξης των έργων, όπως αυτά έχουν σχεδιασθεί και προταθεί, προτείνεται από τη γεωλογική έκθεση (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1982), η στεγανοποίηση των διαφυγών που έχουν εντοπισθεί από τις έως την περίοδο εκείνη εκπονηθείσες μελέτες. Για τη μορφή και το είδος των έργων στεγανοποίησης προτείνεται, στη γεωλογική έκθεση, να επιλεγεί μία από τις παρακάτω λύσεις:

- κατασκευή αργιλικού επιχώματος που να εδράζεται πάνω στα μάρμαρα
- κατασκευή αναχωμάτων σε κάποια απόσταση από το πόδι των μαρμάρων
- απόφραξη ορατών "ανοιγμάτων" των μαρμάρων με αργιλικό ή άλλο υλικό.

Στην τεχνική έκθεση εξετάζεται η δυνατότητα στεγανοποίησης μέρους του συνολικού αναπτύγματος των διαφυγών σε συνδυασμό με την αναγκαία κατασκευή παραλλαγής του δρόμου Κανάλια-Κερασιά, μήκους 4,6 km περίπου, που θα κατακλυσθεί από τα νερά του ταμιευτήρα. Για τον σκοπό αυτόν, εξετάζονται διάφορες λύσεις από τις οποίες επιλέγεται αυτή που προβλέπει την κατασκευή αργιλικού επιχώματος, με κατάλληλο πάχος, που θα εδράζεται στα μάρμαρα, ώστε στη στέψη του να διαμορφωθεί δρόμος. Με τη στεγανοποίηση των διαφυγών, που θα προέλθει από την κατασκευή του δρόμου, το ανάπτυγμα των μετώπων διαφυγών του νερού θα περιορισθεί σε $7,2-4,6=2,6$ km. Η στεγανοποίηση του υπολοίπου τμήματος προτείνεται να πραγματοποιηθεί αφού εντοπισθούν, κατά τα πρώτα έτη της λειτουργίας του έργου, τα σημεία των διαφυγών.

Οι μελετητές της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ θεωρούν ότι οι πιθανές διαφυγές από τον ταμιευτήρα δεν είναι δυνατόν να μεταβάλλουν τις επιδιώξεις υλοποίησης του έργου που είναι η εξυπηρέτηση των αρδεύσεων.

3.5 Εδαφος

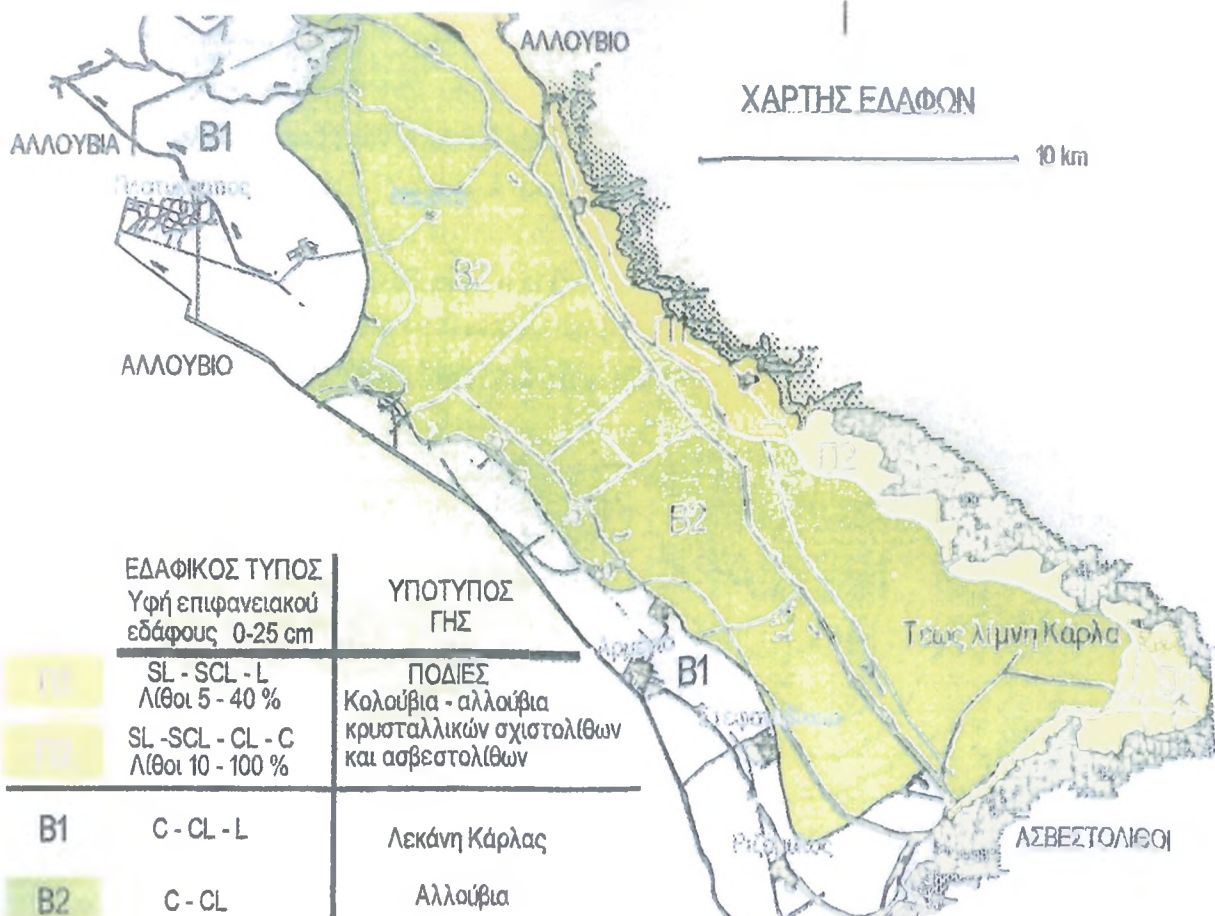
Η ευρύτερη περιοχή της Κάρλας σύμφωνα με την αναγνωριστική εδαφολογική μελέτη περιοχών Κάρλας και Παρακαρλίων (Τζιώλας 1990), κατέχει έκταση 42500 ha. Από αυτά, τα 34500 ha είναι καλλιεργούμενη έκταση και ανήκει σε ιδιώτες, τα 2000 ha είναι οικισμοί, ενώ τα υπόλοιπα 6000 ha που βρίσκονταν σε μόνιμη κατάκλυση πριν από την αποξήρανση της λίμνης και ανήκουν στο δημόσιο. Από την τελευταία κατηγορία τα 4000 ha δίνονται προσωρινά για καλλιέργεια ετήσιας παραγωγής και τα υπόλοιπα 2000 ha κατακλύζονται προσωρινά.

Η μελέτη διαχωρίζει δύο τύπους γης: α) τις ποδιές, που συμβολίζονται με το γράμμα Π, έκτασης 5300 ha και β) τη λεκάνη Β, έκτασης 35200 ha.

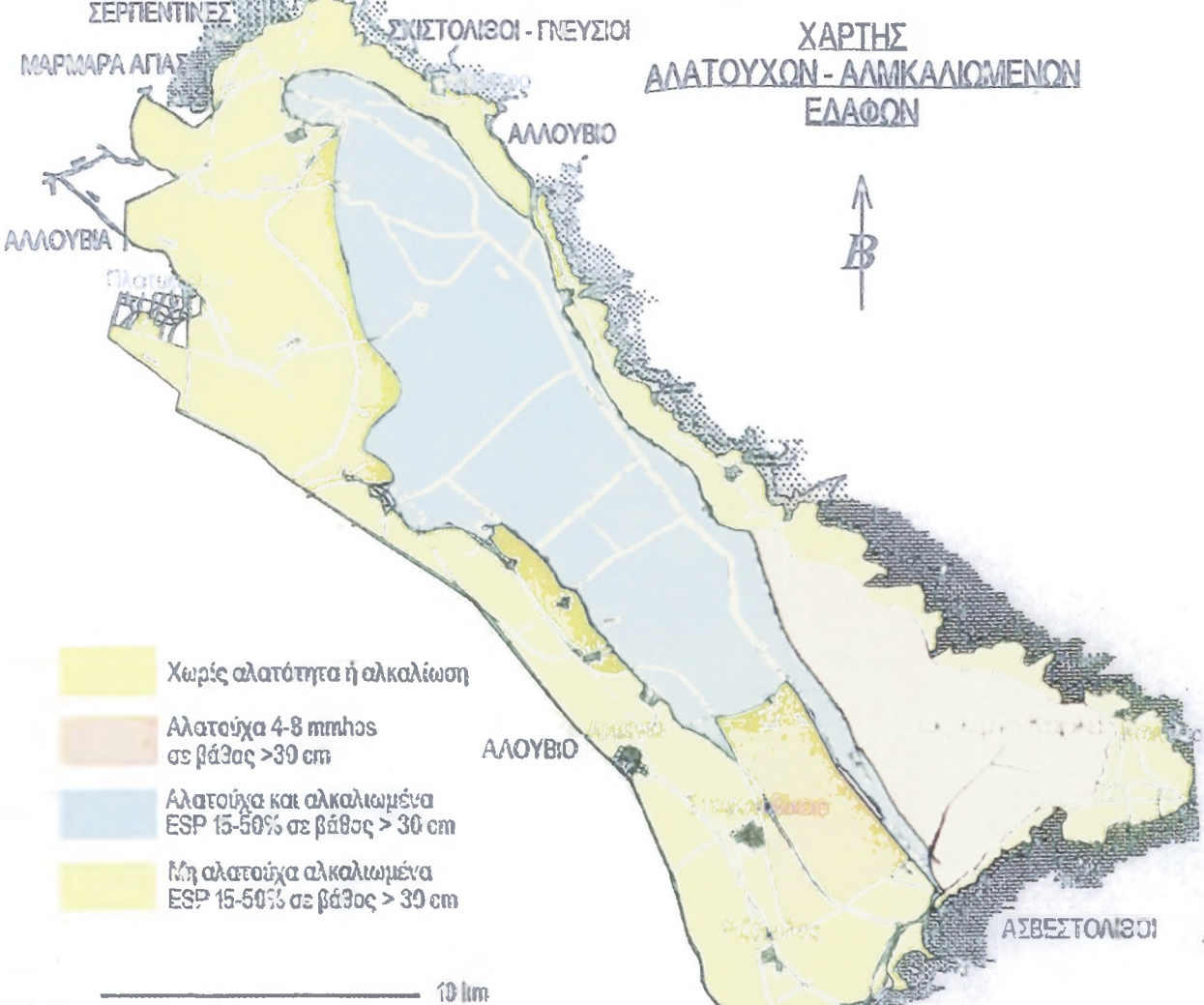
Οι ποδιές ανάλογα με το μητρικό υλικό των ορεινών τμημάτων που τις περιβάλλουν διαχωρίζονται στους υποτύπους Π1, έκτασης 3200 ha με εδάφη που ανήκουν στα Entisols και Inceptisols και Π2, έκτασης 2100 ha, που προέρχονται από την αποσάθρωση ασβεστολιθικών πετρωμάτων (Σχήμα 6). Η λεκάνη Β περιλαμβάνει τον υπότυπο Β1 και τον υπότυπο Β2. Ο υπότυπος Β1 περιλαμβάνει βαριά εδάφη, εμβαδού 11000 ha, που ανήκουν στα Mollisols και Inceptisols και είναι πολύ γόνιμα. Σε ολόκληρη την έκταση του υποτύπου αυτού υπάρχουν μικρές κηλίδες αλκαλιωμένων εδαφών. Ο υπότυπος Β2 περιλαμβάνει μια μικρή έκταση από κανονικά μη παθογενή εδάφη, ενώ τα υπόλοιπα παρουσιάζουν παθογένεια. Τα εδάφη του υποτύπου Β2 είναι επίσης βαριά και το εμβαδόν που καταλαμβάνει ο υπότυπος αυτός ανέρχεται σε 24200 ha. Επικρατούν τα Entisols, Vertisols, Inceptisols και Mollisols.

Με βάση την αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού των εδαφών (EC σε mmhos/cm) και του ποσοστού του ανταλλάξιμου Na^+ (ESP) τα εδάφη διαχωρίζονται (Σχήμα 7) σύμφωνα με τον Richards (1960) σε:

- (α) εδάφη κανονικά με $\text{EC} < 4$ mmhos/cm, $\text{ESP} < 15\%$ σε όλη την εδαφική κατατομή, που καταλαμβάνουν εμβαδόν 17300 ha
- (β) αλατούχα εδάφη με $\text{EC} > 4$ mmhos/cm και $\text{ESP} < 15\%$ σε βάθος μεγαλύτερο από 30 cm, που καταλαμβάνουν εμβαδόν 4000 ha
- (γ) αλατούχα αλκαλιωμένα με $\text{EC} > 4$ mmhos/cm και $\text{ESP} > 15\%$, από τα οποία 600 ha παρουσιάζουν παθογένεια σ' όλη την κατατομή και 15300 ha παρουσιάζουν παθογένεια σε βάθος κάτω από τα 30 cm
- (δ) μη αλατούχα αλκαλιωμένα με $\text{EC} < 4$ mmhos/cm και $\text{ESP} > 15\%$ που καταλαμβάνουν εμβαδόν 3900 ha.



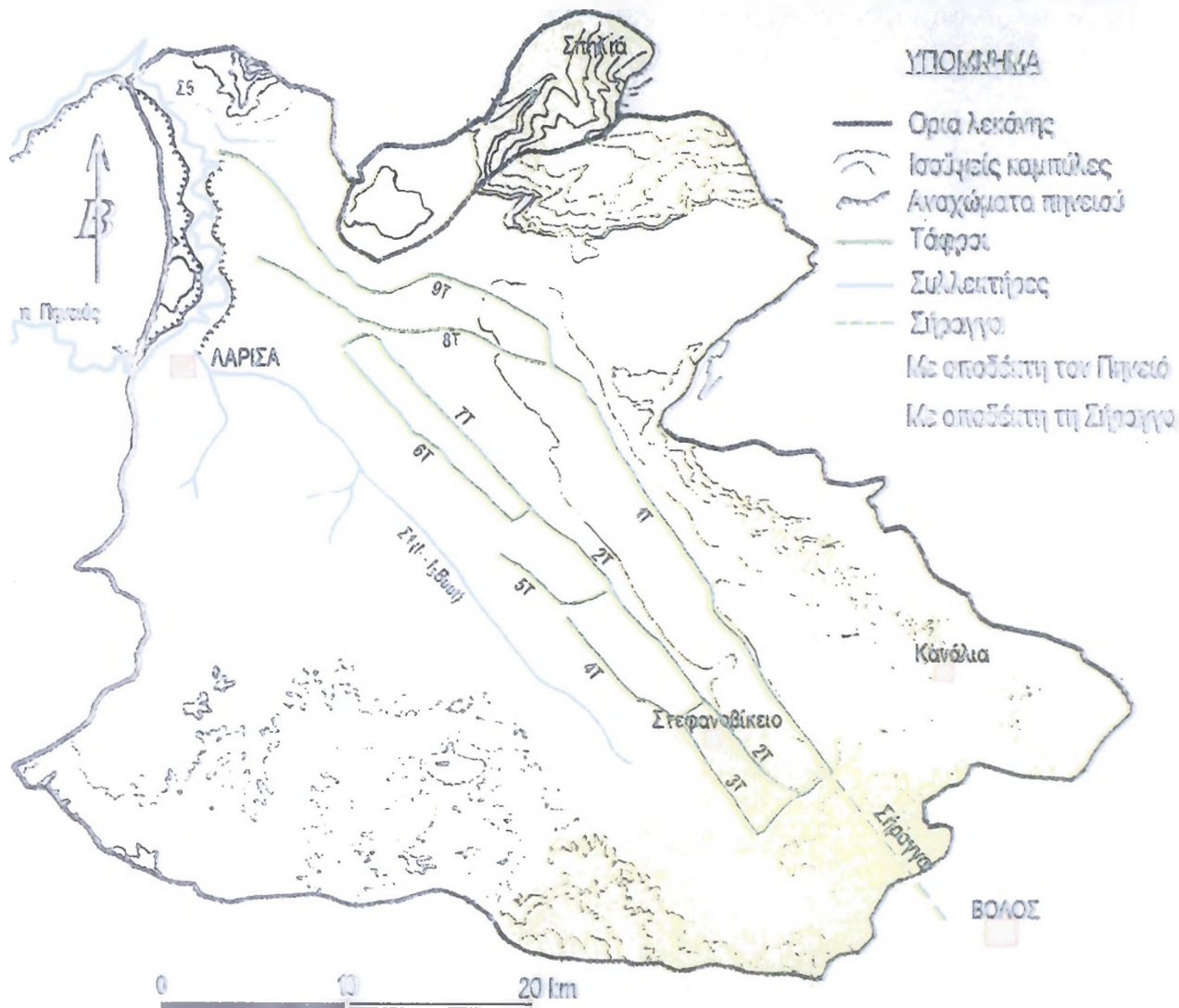
Σχήμα 6. Χάρτης εδαφών περιοχής Κάρλας (Τζιώλας 1990)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 7. Χάρτης αλατούχων-αλκαλιωμένων εδαφών περιοχής Κάρλας (Τζιώλας 1990)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

3.6. Υδρολογία

Σύμφωνα με τη μελέτη της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης (1982), η συνολική έκταση των 1561 km² της πεδιάδας Λάρισας - Κάρλας διαχωρίζεται, με βάση τον τελικό αποδέκτη, σε δύο τμήματα: α) το τμήμα της λεκάνης Κάρλας το οποίο έχει έκταση 1050 km² και τελικό αποδέκτη σήμερα τη σήραγγα Κάρλας, που εκβάλλει στον Παγασητικό κόλπο και β) το τμήμα της λεκάνης που εκβάλλει δια μέσω των συλλεκτήρων Σ1 και Σ5 στον Πηνειό (Σχήμα 8), έκτασης 511 km².



Σχήμα 8. Διαχωρισμός της λεκάνης απορροής Κάρλας κατά αποδέκτη μετά την κατασκευή των έργων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Στον Πίνακα 2 δίνεται το μέσο ετήσιο ύψος βροχής για τη λεκάνη της Κάρλας όπως υπολογίστηκε από τα δεδομένα 31 ετών (1950-1980) των σταθμών Λάρισας, Σπηλιάς και 21 ετών του σταθμού Σωτηρίου (1960-1980). Για τον τελευταίο σταθμό, τα ετήσια ύψη βροχής της 11/ετίας (1950-1960) συμπληρώθηκαν από συσχέτιση με αντίστοιχα του σταθμού Λάρισας (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982). Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι οι υπολογισμοί

της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης, (1982) αλλά και των υπολοίπων μελετητών, όσον αφορά την υδρολογία, οι οποίοι στηρίχθηκαν σε στοιχεία των τριών παραπάνω σταθμών. συμφωνούν με τους υπολογισμούς που έκανε το ΕΚΒΥ στηριζόμενο σε στοιχεία 13 βροχομετρικών σταθμών και για μεγαλύτερο χρονικό εύρος (1960-1993, βλ. Κεφάλαιο 3.3).

Πίνακας 2. Βροχομετρικά στοιχεία (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 2. Precipitation data (ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis 1982)

Όνομα Σταθμού <i>Station</i>	Υψόμετρο Σταθμού <i>Altitude</i> <i>m</i>	Μέση ετήσια βροχόπτωση <i>Mean annual precipitation</i> <i>mm</i>
Λάρισα <i>Larisa</i>	+79	526,2
Σωτήριο <i>Sotirio</i>	+54	454,2
Σπηλιά <i>Spilia</i>	+813	800,0

Από τα παραπάνω στοιχεία, η μελέτη της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982) καθόρισε τη σχέση μεταξύ του ετήσιου ύψους βροχής σε συνάρτηση με το υψόμετρο του σταθμού από την οποία προέκυψε ότι για το μέσο υψόμετρο της λεκάνης Κάρλας +210 m, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται σε 553 mm. Για τον έλεγχο της τιμής του μέσου ύψους στη λεκάνη εφαρμόστηκε η μέθοδος του Thiessen και οι ισοϋετείς καμπύλες, οι οποίες έδωσαν τιμές πολύ κοντά στα 550 mm.

Από τη στατιστική επεξεργασία των ετησίων υψών βροχής υπολογίστηκε η πιθανότητα κατανομής των βροχοπτώσεων στη λεκάνη από την οποία προκύπτουν τα παρακάτω ετήσια ύψη βροχοπτώσεων σε συνάρτηση με τις συχνότητες (Πίνακας 3).

Το ύψος των ετησίων απορροών της λεκάνης Κάρλας που έχει ως αποδέκτη τον Παγασητικό κόλπο, στη μελέτη της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982), υπολογίστηκε: α) για την περίοδο 1950-67 με τη βοήθεια του τύπου του Turc και με βάση την ετήσια βροχόπτωση P και τη μέση ετήσια θερμοκρασία και β) για την περίοδο 1967-80 από σταθμημετρικές παρατηρήσεις στην έξοδο της σήραγγας.

Πίνακας 3. Συχνότητες ετησίων υψών βροχής λεκάνης Κάρλας (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 3. Annual precipitation frequencies in the Karla drainage basin (ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis 1982)

Συχνότητες <i>Frequencies</i>	Μέγιστη τιμή ετήσιας βροχοπτώσεως <i>Maximum annual precipitation</i> <i>mm</i>	Ελάχιστη τιμή ετήσιας βροχοπτώσεως <i>Minimum annual precipitation</i> <i>mm</i>
1 : 100	842	330
1 : 50	803	350
1 : 25	763	385
1 : 10	699	415
1 : 5	644	460
1 : 2	545	545

Από τις εκτιμήσεις των ετησίων απορροών υπολογίσθηκαν με στατιστική επεξεργασία οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές για ορισμένες συχνότητες εμφανίσεως (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Μέγιστες και ελάχιστες τιμές ετησίων απορροών λεκάνης Κάρλας συναρτήσει των συχνοτήτων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 4. Maximum and minimum annual runoff from the Karla drainage basin as a function of frequency (ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis 1982)

Συχνότητα <i>Frequency</i>	Μέγιστη τιμή ετήσιας απορροής <i>Maximum annual runoff</i> <i>mm</i>	Ελάχιστη τιμή ετήσιας απορροής <i>Minimum annual runoff</i> <i>mm</i>
1 : 100	140	12
1 : 50	124	14
1 : 25	108	15
1 : 10	16	16
1 : 5	66	24
1 : 2	40	40

Ο μέσος ετήσιος συντελεστής απορροής για την περίοδο 1957-76 προέκυψε ίσος με 0,07, με ελάχιστο 0,04 και μέγιστο 0,15. Η τιμή είναι σαφώς μικρότερη άλλων λεκανών της Θεσσαλίας. Κατά τους μελετητές, αυτό θα πρέπει να οφείλεται στο γεγονός ότι στη λεκάνη της Κάρλας παρατηρείται η μικρότερη βροχόπτωση της Θεσσαλίας, καθώς και στον υψηλό ρυθμό της εξατμισοδιαπνοής και στην ύπαρξη καρστικών διαπερατών πετρωμάτων.

Ο όγκος των πλημμυρών που θα δεχθεί η λεκάνη Κάρλας για διάφορες συχνότητες εμφανίσεως και διάρκεια βροχής Τβ δίνεται στον Πίνακα 5 (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982). Ο πίνακας αυτός αφορά στην κατάσταση που θα διαμορφωθεί μετά την κατασκευή του ταμιευτήρα των 4 200 ha και την ολοκλήρωση των έργων. Σύμφωνα με αυτή, η ορεινή λεκάνη θα έχει ως αποδέκτη τον ταμιευτήρα, ενώ η πεδινή τη σήραγγα και τον ταμιευτήρα (Σχήμα 9).

Πίνακας 5. Πλημμυρικές παροχές λεκάνης Κάρλας σε $\times 10^6 m^3$ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 5. Flood discharge of the Karla basin in $\times 10^6 m^3$ (ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis 1982)

Λεκάνη <i>Basin</i>	Αποδέκτης <i>Collector</i>	Εκταση Area <i>km²</i>	Συχνότητα 1 : 50 έτη <i>Frequency 1 : 50 years</i>				Συχνότητα 1 : 100 έτη <i>Frequency 1 : 100 years</i>			
			Τβ =	Τβ =	Τβ =	Τβ =	Τβ =	Τβ =	Τβ =	Τβ =
			48 ωρ. 48 hrs	36 ωρ. 36 hrs	24 ωρ. 24 hrs	12 ωρ. 12 hrs	48 ωρ. 48 hrs	36 ωρ. 36 hrs	24 ωρ. 24 hrs	12 ωρ. 12 hrs
Ορεινή <i>Mountain</i>	Ταμιευτήρ. <i>Reservoir</i>	810	47,80	42,56	36,09	27,32	54,37	48,37	40,98	27,53
Πεδινή <i>Lowland</i>	Σήραγγα <i>Tunnel</i>	190	16,90	15,07	12,84	9,71	19,01	16,45	14,44	10,92
Ταμιευτήρ. <i>Reservoir</i>	Ταμιευτήρ. <i>Reservoir</i>	40	8,69	7,44	6,60	4,99	9,87	8,80	7,50	5,67
Σύνολο <i>Total</i>		1040	73,39	65,07	55,53	42,02	83,25	73,62	62,92	44,12

Η σήραγγα της Κάρλας εξαιτίας της μικρής παροχετευτικής της ικανότητας (8,5 m³/sec) αδυνατεί να απομακρύνει εγκαίρως όλα τα πλημμυρικά νερά της υδρολογικής λεκάνης Κάρλας με αποτέλεσμα την κατάκλυση εκτάσεων της τέως λίμνης. Για να εκτιμηθούν τα διάφορα μεγέθη των κατακλύσεων (στάθμη επιφανείας κ.λπ.) έγινε επεξεργασία σχετικών στοιχείων διότι δεν υπάρχουν μετρήσεις της στάθμης των κατακλύσεων. Από την

επεξεργασία αυτή προέκυψαν τα στοιχεία του Πίνακα 6, στον οποίο δίνονται η διάρκεια κατάκλυσης σε ημέρες, ο όγκος και η επιφάνεια κατάκλυσης. Σύμφωνα

Πίνακας 6. Διάρκεια, όγκος και επιφάνεια κατάκλυσης χαμηλών περιοχών Κάρλας (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 6. Duration, volume and area flooded in the Karla lowlands (ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis 1982)

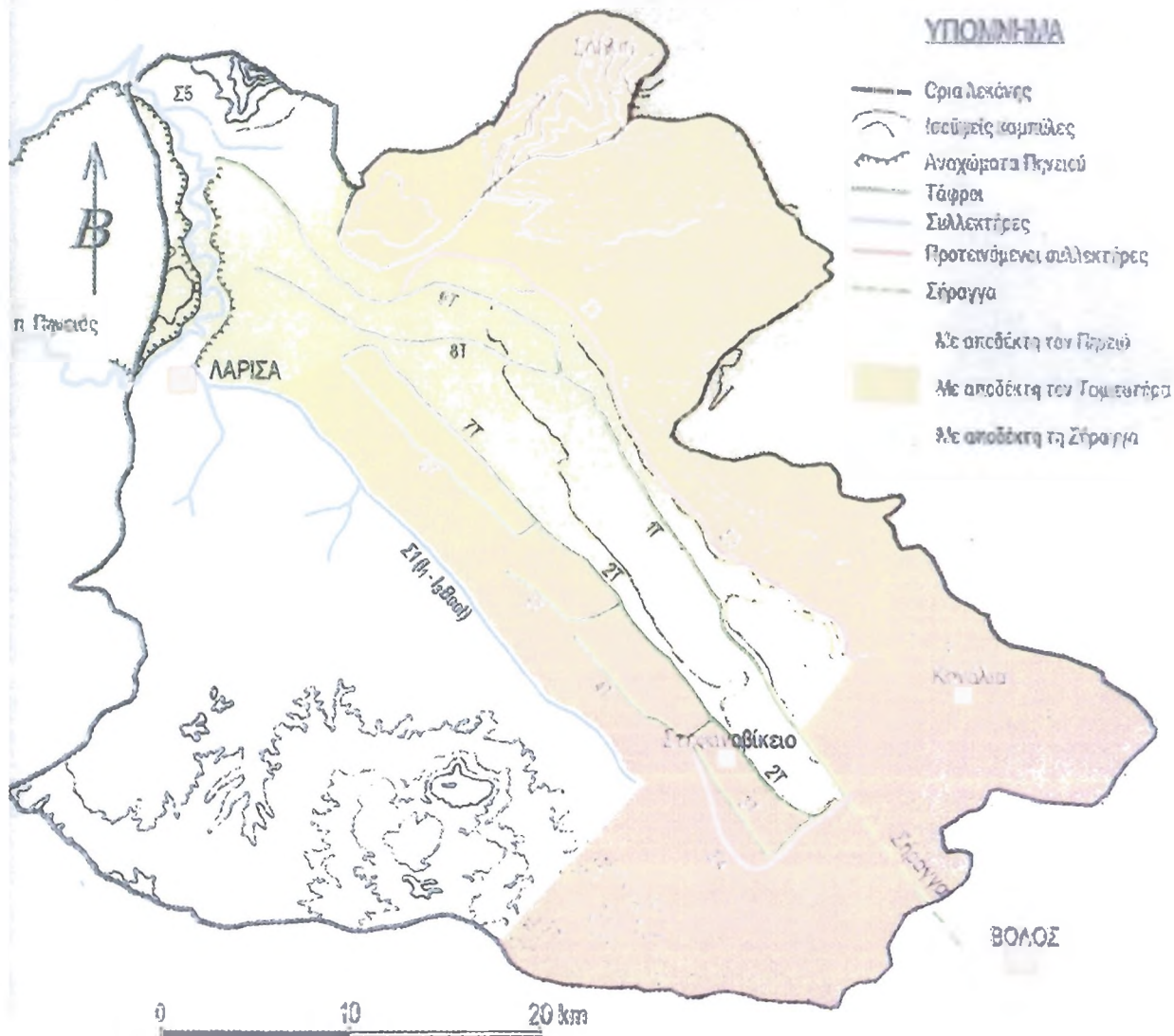
ΕΤΟΣ YEAR	Μέγιστη διάρκεια (ημ.) Maximum duration (days)	Μέγιστος όγκος κατακλύσεως Maximum volume of floodwater ($\times 10^6 m^3$)	Μέγιστη επιφάνεια κατακλύσεων Maximum flooded area (ha)
(1)	(2)	(3)	(4)
1966 - 67	18	12,5	3100
1967 - 68	7	4,8	1500
1968 - 69	38	26,3	5100
1969 - 70	-	-	-
1970 - 71	-	-	-
1971 - 72	-	-	-
1972 - 73	-	-	-
1973 - 74	5	3,5	1300
1974 - 75	-	-	-
1975 - 76	17	11,8	3000
1976 - 77	2	1,4	700
1977 - 78	-	-	-
1978 - 79	58	40,1	6400
1979 - 80	54	37,3	6100
1980 - 81	61	42,2	6400

με τους μελετητές οι πλημμύρες λαμβάνουν χώρα κατά μέσο όρο μία φορά ανά δύο έτη και ότι η μεγαλύτερη διάρκεια των κατακλύσεων εμφανίζεται την περίοδο Δεκεμβρίου - Μαρτίου και η μικρότερη την περίοδο Απριλίου Μαΐου.

3.7 Υδρογεωλογία

Εξαιτίας των αδιαπέρατων στρωμάτων που εκτείνονται σ' ολόκληρη την πεδινή περιοχή, υπάρχει ελάχιστη τροφοδοσία των υδροφορέων από την άμεση διήθηση των υδάτων της βροχής. Η κύρια τροφοδοσία των υδροφορέων, στην ανατολική πεδιάδα της Θεσσαλίας, γίνεται υπόγεια πλευρικά είτε από τις κοίτες των υδατορευμάτων που διασχίζουν την περιοχή κυρίως του Πηνειού είτε από τους ΝΔ και Δ ορεινούς όγκους που την περιβάλλουν (SOGREAH 1974, Θάνος 1993). Αντίθετα, κατά την γνώμη της SOGREAH 1974, δεν υπάρχει τροφοδοσία

των υδροφορέων από τα ορεινά συγκροτήματα της Α και ΒΑ πλευράς που περιβάλλουν την περιοχή. Τα ύδατα των ορεινών συγκροτημάτων στραγγίζουν

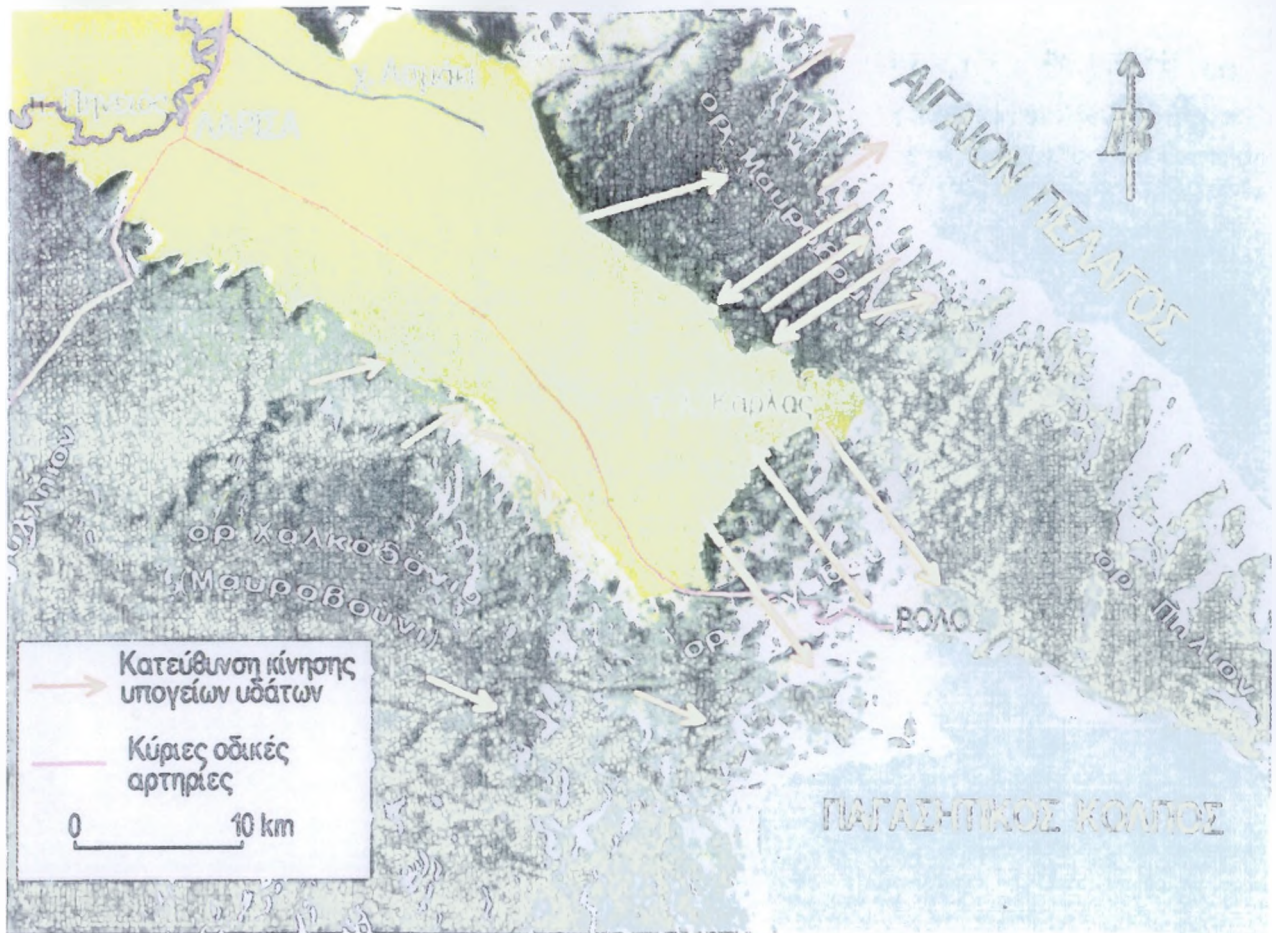


Σχήμα 9. Διαχωρισμός της λεκάνης απορροής Κάρλας κατά αποδέκτη με την ολοκλήρωση των έργων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

βραδέως και σταθερά διά των ρηγματώσεων του ορεινού συγκροτήματος Α και ΒΑ προς το Αιγαίο που απέχει μόνο 10 km από τα ανατολικά όρια της πεδινής έκτασης (Σχήμα 10). Εκείνο που θα πρέπει να εξεταστεί στο μέλλον είναι εάν και κατά πόσο οι υπερχειλίσεις του ταμιευτήρα μέσω των καρστικών θα διαφεύγουν προς τη θάλασσα ή θα τροφοδοτούν τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες κάτω από τη λίμνη. Σ' αυτή τη περίπτωση τίθεται θέμα της ποιότητας των νερών αυτών λόγω ρύπανσης κατά την επιφανειακή τους διαδρομή.

Ο ολικός όγκος των ποσοτήτων που εισρέουν στους υδροφορείς, σύμφωνα με τη SOGREAH (1974), είναι περιορισμένος και υπολογίζεται ότι για μια μέση ετήσια βροχόπτωση 450 mm είναι ίσος με $14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Η περιορισμένη αυτή τροφοδοσία κατά τη SOGREAH συνιστά ελεγχόμενη εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων της περιοχής.



Σχήμα 10. Λιευθύνσεις κίνησης υπογείων υδάτων λεκάνης Κάρλας (Θάνος 1993)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Η ανεξέλεκτη εκτέλεση γεωτρήσεων στην ευρύτερη περιοχή για την ικανοποίηση αρδευτικών, αστικών και βιομηχανικών αναγκών και η υπεράντληση των υδροφορέων, σε συνδυασμό με την παρατηρηθείσα μείωση των βροχοπτώσεων τα τελευταία έτη, προκάλεσαν σοβαρή πτώση της υπόγειας στάθμης (Θάνος 1993).

4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΕΡΓΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Από την προσάρτηση της Θεσσαλίας στην ελληνική επικράτεια, το 1881, το ζήτημα της τιθάσευσης των νερών του θεσσαλικού κάμπου και η χρησιμοποίησή τους για αρδευτικούς σκοπούς, απασχόλησε όλες σχεδόν, τις κατά καιρούς, κυβερνήσεις. Αποτέλεσμα αυτών των προσπαθειών ήταν η πραγματοποίηση πολλών μελετών. Η πρώτη προσπάθεια έγινε το 1886 επί κυβερνήσεως Τρικούπη. Τα τότε Υπουργεία Εσωτερικών και Οικονομικών ανέθεσαν τη σχετική μελέτη, για την αντιπλημμυρική προστασία της θεσσαλικής πεδιάδας σε ομάδα γάλλων ειδικών. Τα σχέδια που παρουσίασε η ομάδα εκείνη θεωρήθηκαν ατελή και γι' αυτό δεν ελήφθησαν υπόψη. Στη συνέχεια, το 1900, τα Υπουργεία Εσωτερικών και Οικονομικών συνέστησαν μία επιτροπή, αποτελούμενη από τους Υπουργούς Εσωτερικών και Οικονομικών, τον διοικητή της Εθνικής Τράπεζας και τον πρόεδρο των Θεσσαλικών Σιδηροδρόμων, για τη μελέτη των εκτελεσθέντων έργων Θεσσαλίας. Οι εργασίες που εκτελέστηκαν υπό την αιγίδα της επιτροπής αυτής άρχισαν το 1901 και συνεχίστηκαν έως το 1910. Περιελάμβαναν κυρίως τοπογραφικές εργασίες και εγκατάσταση 32 βροχομετρικών σταθμών. Τα αποτελέσματα των εργασιών αυτών αποδείχθηκαν πολύ σημαντικά για το επόμενο βήμα, το οποίο ήταν η ανάθεση της μελέτης των έργων (Μήλιος 1966).

Το 1911, το Υπουργείο Δημοσίων Έργων, ανέθεσε στον ιταλό μηχανικό J. B. Nobile τη μελέτη των υδραυλικών έργων της Θεσσαλίας. Η μελέτη που υπέβαλε ο εν λόγω μηχανικός, το 1913 και θεωρείται τεχνικά πολύ επαρκής για την εποχή της, προέβλεπε την αντιμετώπιση του θέματος των πλημμυρών και της αποχετεύσεως των πλημμυρικών υδάτων δια του εγκιβωτισμού του Πηνειού και των παραποτάμων του, την κατασκευή περιφερειακών συλλεκτήρων ορεινών υδάτων και αποχετευτικών τάφρων, με τελική αποχέτευση του όλου συστήματος στον Θερμαϊκό κόλπο. Για την παρακάρλια περιοχή, έκτασης 13000 ha, που βρίσκεται σε μικρότερο υψόμετρο έναντι του Πηνειού και δεν ήταν δυνατό να αποχετευθεί μέσω αυτού, προέβλεπε: την προστασία της από τις πλημμύρες, την αποστράγγισή της μέσω σήραγγας στον Παγασητικό για την έκπλυση και απομάκρυνση των υδατοδιαλυτών αλάτων, την εκκένωση της λίμνης των 4500 ha που ήταν σε μόνιμη κατάκλυση και τη δημιουργία, μετά πάροδο 3 έως 4 ετών, ενός ταμιευτήρα μεγαλύτερης χωρητικότητας στην ίδια θέση για την ανάσχεση των πλημμυρών και την αποταμίευση νερού για να αρδευθούν όχι μόνο οι Παρακάρλιες εκτάσεις αλλά και η ευρύτερη περιοχή εμβαδού 45000 ha. Ο μηχανικός J. Jackson, στον οποίο ανέθεσε το Υπουργείο Συγκοινωνιών το 1921 τη νέα διερεύνηση του θέματος, υπέδειξε άλλη λύση για την αντιμετώπιση του

πλημμυρικού προβλήματος της θεσσαλικής πεδιάδας, την οποία θεωρούς περισσότερο αποτελεσματική. Κατά τον Jackson, τα πλημμυρικά ύδατα θα πρέπει να συγκρατούνται σε τεχνητές λίμνες ανασχέσεως, που θα έπρεπε να κατασκευασθούν στα ανάντη των ρευμάτων με σκοπό την απαλλαγή των ρευμάτων από τον φόρτο της παροχής των μεγίστων πλημμυρών. Σχετικά με το μέλλον της λίμνης Κάρλας συμφώνησε με τη μελέτη Nobile. Το 1931, το Υπουργείο Δημοσίων Έργων ανέθεσε στην αγγλική εταιρία Boot & Son τη μελέτη και εκτέλεση των υδραυλικών και εξυγιαντικών έργων της Θεσσαλίας. Η εταιρεία Boot χρησιμοποίησε για τη μελέτη του θέματος τον μηχανικό Sir Murdoch MacDonald, ο οποίος, για την περιοχή της Κάρλας, υιοθέτησε τις απόψεις του Nobile οι οποίες τροποποιήθηκαν με βάση τα νεότερα υδρολογικά στοιχεία. Ειδικότερα για την Κάρλα, συμφώνησε για τη δημιουργία ταμιευτήρα εμβαδού μικροτέρου των 4500 ha, ενώ επιφυλάχθηκε μόνο ως προς το οικονομικό μέρος του έργου (Χατζηλάκος 1992).

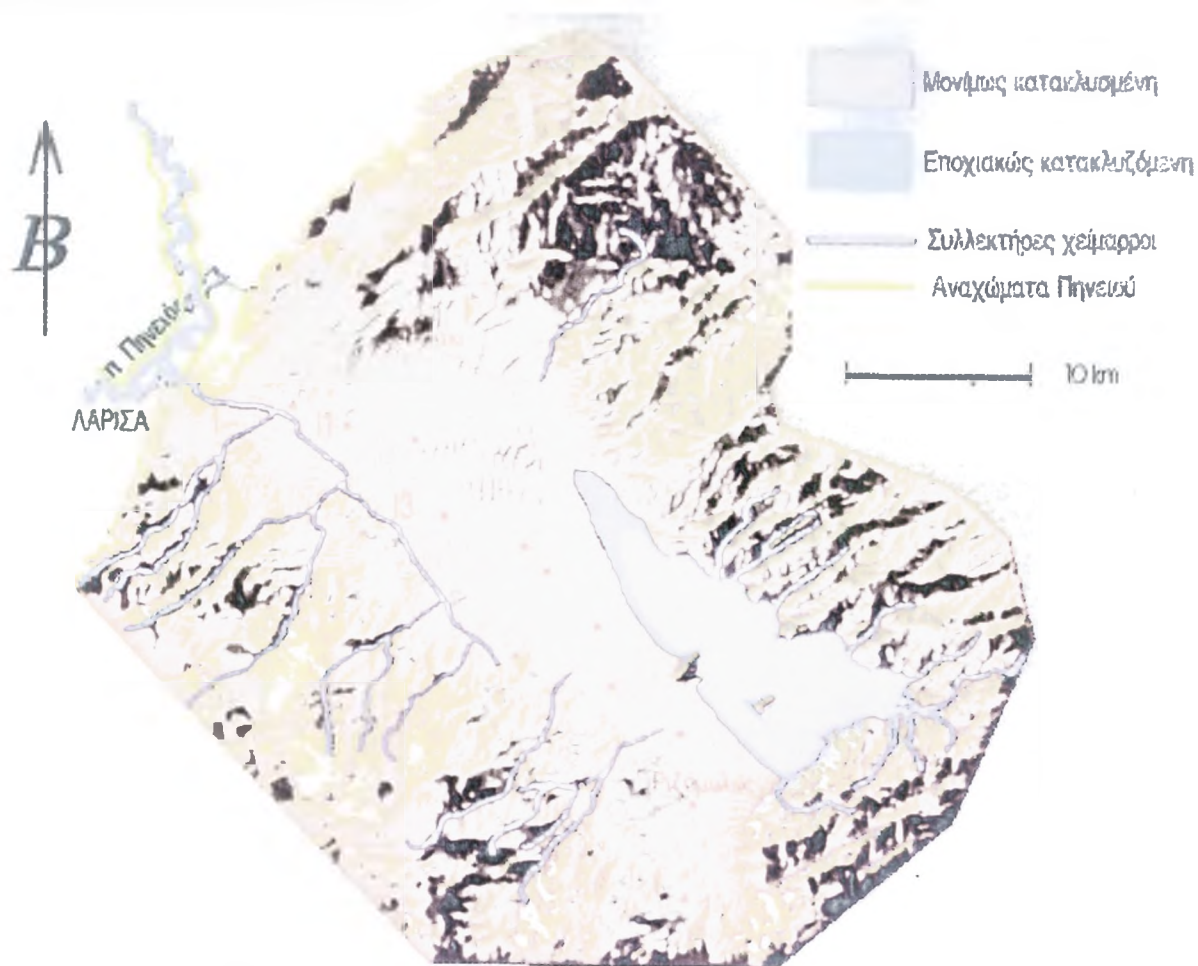
Με βάση τη μελέτη MacDonald η εταιρεία Boot, από το 1936 ως το 1952 και στη συνέχεια η ελληνική εταιρεία ΑΓΕΚ (1952-1961), κατασκεύασαν τα ακόλουθα έργα που αφορούν την περιοχή της Κάρλας (Σχήμα 11):

- Τα αναχώματα στον Πηνειό με τα οποία αποκόπηκε η διαρροή των πλημμυρικών νερών του ποταμού προς τη λίμνη Κάρλα μέσω του χειμάρρου Ασμάκι. Με το έργο αυτό αποκόπηκε η τροφοδοσία της λίμνης και περιορίστηκε η λεκάνη απορροής της λίμνης στο φυσικό της εμβαδόν των 1650 km².

- Τους συλλεκτήρες I₁ και I₃ οι οποίοι συγκεντρώνουν τα ύδατα περισσότερων από τα Ν.Δ. ρεύματα και τα κατευθύνουν στον Πηνειό. Οι συλλεκτήρες αυτοί έλαβαν μεταγενέστερα και οι δύο μαζί την ονομασία Σ₁. Σ' αυτούς συμβάλλουν ο συλλεκτήρας I₈ και ο χειμάρρος Ν.Λεύκης (Γκουτζαμπασιάτης), ο οποίος λίγο προ της συμβολής του δέχεται και τα νερά του χειμάρρου Ν. Καρυάς (Μπεγλεριώτη).

- Τους συλλεκτήρες ορεινών υδάτων I₅ και I₆ οι οποίοι οδηγούν προς τον Πηνειό τα ύδατα του ΒΑ ορεινού τμήματος. Οι συλλεκτήρες αυτοί αργότερα αντικαταστάθηκαν με την μέριμνα της ΥΕΚΕ Λαρίσης από τον συλλεκτήρα Σ₅. Με την ολοκλήρωση των παραπάνω έργων η λεκάνη απορροής της λίμνης περιορίστηκε στα 1050 km² και μειώθηκαν αισθητά οι εισροές υψηλής ποιότητας νερού στη λίμνη.

Με την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων της πρώτης περιόδου, δηλαδή του εγκιβωτισμού του Πηνειού και την κατασκευή των ορεινών συλλεκτήρων Σ₁ και Σ₅, μειώθηκαν πολύ οι εισροές υψηλής ποιότητας νερών στη λίμνη, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων της.



Σχήμα 11. Η λίμνη Κάρλα μετά την κατασκευή των αντιπλημμυρικών έργων (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Αναλύσεις των νερών της λίμνης που πραγματοποιήθηκαν από το εδαφολογικό εργαστήριο του Υπουργείου Γεωργίας λίγα έτη μετά την κατασκευή των έργων έδειξαν ότι αυτά είχαν (Βαβίζος κ.ά. 1984):

Ηλεκτρική αγωγιμότητα	EC	4000 $\mu\text{mhos/cm}$
	pH	8,5
Χλωριόντα	Cl^-	23,1 meq/l
Ανθρακικά	CO_3^{--}	1,2 meq/l
Οξίνα ανθρακικά	HCO_3^-	11,8 meq/l
Θειικά	SO_4^{--}	16,64 meq/l
Κατιόντα ασβεστίου και μαγνησίου	$\text{Ca}^{++} \text{Mg}^{++}$	14,7 meq/l
Κατιόντα νατρίου	Na^+	38,0 meq/l

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα το νερό της λίμνης την περίοδο αυτή κατατάσσεται, σύμφωνα με τον USDA Agricultural Handbook (1960), στην κατηγορία C₄S₂. Τα νερά της κατηγορίας C₄ έχουν πάρα πολύ υψηλή αλατότητα που τα καθιστά υπό συνήθεις συνθήκες ακατάλληλα για αρδευτικούς σκοπούς. Αυτά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν μόνο σε πολύ περατά εδάφη με επαρκή στράγγιση και σε καλλιέργειες πολύ ανθεκτικές στα άλατα. Από την άποψη κινδύνου αλκαλιώσεως (S₂), το νερό θεωρείται μέσης επικινδυνότητας στο να προκαλέσει αλκαλίωση σε εδάφη βαριάς μηχανικής συστάσεως.

Στην περίπτωση όπου η λίμνη παρέμενε στη φυσική της κατάσταση θα προκαλούνταν ακόμη μεγαλύτερη υποβάθμιση της ποιότητας των νερών της. Η αυξημένη αλατότητα των νερών της (σε συνδυασμό με την αύξηση του βαθμού ευτροφισμού της λίμνης, για την οποία μόνο εικασίες μπορούν να γίνουν μια που δεν υπάρχουν δεδομένα, αλλά είναι βέβαιο ότι συνέβη αφού η λίμνη σταμάτησε να τροφοδοτείται από τα ολιγοτροφικά νερά του Πηνειού) μείωσε και την ποσότητα των αλιευμάτων τα τελευταία έτη της ύπαρξης της λίμνης, σύμφωνα με πληροφορίες των ψαράδων (Κουτσερής 1990).

5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΡΛΑΣ

Τα έργα που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αφορούσαν όλη την ανατολική θεσσαλική πεδιάδα και φυσικά επηρέασαν τη λίμνη Κάρλα και την περιμετρική ζώνη της. Επιπλέον αυτού, από το 1954 ως σήμερα έχουν γίνει κατά καιρούς διάφορες μελέτες και έργα ειδικά για τη λίμνη και τις Παρακάρλιες περιοχές με σκοπό την αντιπλημμυρική προστασία, τη στράγγιση και άρδευση πεδινών εκτάσεων.

5.1. Αποξήρανση της λίμνης Κάρλας

Η αποξήρανση της λίμνης Κάρλας μέσω της σήραγγας προς τον Παγασητικό κόλπο και η δημιουργία σε τμήμα της λίμνης ενός ταμιευτήρα μικρότερης επιφάνειας αλλά μεγαλύτερου όγκου ήταν, σύμφωνα με όλους τους μελετητές, το πρώτο βήμα για τη γεωργική ανάπτυξη της περιοχής. Ο λόγος που επέβαλε τη λύση αυτή ήταν η μικρή χωρητικότητα της υπάρχουσας λίμνης Κάρλας, η οποία για να ανταποκριθεί στην αποταμίευση νερού για την άρδευση 20000 ha και την ανάσχεση κύματος πλημμυρών, θα απαιτούσε έκταση που θα ξεπερνούσε τα 10000 ha. Υπό τις επιστημονικές, κοινωνικές και πολιτικές συνθήκες της εποχής εκείνης η "θυσία" μιας τόσο μεγάλης εκτάσεως δεν μπορούσε να γίνει αποδεκτή από τους κατοίκους.

Η κατασκευή του ταμιευτήρα σε τμήματα της τέως λίμνης θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί, μετά την αποξήρανση και την απομάκρυνση των επιβαρυνμένων με άλατα νερών της λίμνης (Παπαδάκης 1956). Εξάλλου, η μελέτη κατασκευής του ταμιευτήρα απαιτούσε την εκτέλεση συστηματικών δειγματοληψιών και εργαστηριακών αναλύσεων για να καθορισθεί η φύση του εδάφους θεμελίωσης του αναχώματος και το μέγεθος της αναμενόμενης συνιζήσεως καθώς και για να εντοπισθεί το γαιώδες υλικό που προσφέρεται για την κατασκευή του αναχώματος. Κατά τον Νικολαΐδη (1960) οι εργασίες αυτές ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν μόνο μετά την αποξήρανση της λίμνης.

5.2. Σήραγγα Κάρλας

Η αρχική μελέτη Παπαδάκη (1956), πρότεινε την κατασκευή σήραγγας μήκους 11,5 km, με πεταλοειδή διατομή $4,74 \text{ m}^2$ και παροχετευτική ικανότητα $5,8 \text{ m}^3/\text{sec}$. Η σήραγγα θα χρησίμευε, κατά τον μελετητή, αρχικά για την πλήρη αποξήρανση της λίμνης και στη συνέχεια για να αποχετεύει προς τη θάλασσα τα

επιβλαβή για την άρδευση ύδατα των χαμηλών περιοχών, τα οποία, ως προερχόμενα από τη στραγγιση παθογενών εδαφών, θα περιείχαν πολλά άλατα. Η παροχή των υδάτων αυτών, είχε εκτιμηθεί τότε ότι κατά την περίοδο των αρδεύσεων θα έφθανε τα $5,5 \text{ m}^3/\text{sec}$. Πρέπει να διευκρινισθεί στο σημείο αυτό ότι, κατά τον μελετητή (Παπαδάκης 1956), με τον όρο "επιβλαβή" αρδευτικά ύδατα εννοούνται εκείνα τα ύδατα που εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητάς τους σε άλατα, είναι ακατάλληλα για τα φυτά. Ο μελετητής τονίζει ότι εάν η σήραγγα έπρεπε να αποχετεύει τα νερά ολόκληρης της πεδινής περιοχής θα έπρεπε να είχε παροχετευτική ικανότητα $25 \text{ m}^3/\text{sec}$. Με το προτεινόμενο σχέδιο, η πέρα των $5,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ πλημμυρική παροχή θα αντλούνταν μέσω του αρδευτικού αντλιοστασίου, το οποίο θα λειτουργούσε και ως στραγγιστικό στον ταμιευτήρα. Σε μεταγενέστερη μελέτη (Νικολαΐδης 1960) αναφέρεται ότι, παροχετευτική ικανότητα της σήραγγας μεγαλύτερη από $30 \text{ m}^3/\text{sec}$ δεν θα επιβάρυνε με έξοδα άντλησης τη λειτουργία του έργου, αλλά και δεν θα ήταν ικανή από μόνη της για την γρήγορη απομάκρυνση των υδάτων, σε περιπτώσεις μεγάλων πλημμυρών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με την απομάκρυνση μέσω της σήραγγας και του στραγγιστικού αντλιοστασίου πλημμυρικών νερών, με ρυθμό $32 \text{ m}^3/\text{sec}$, γίνεται αποδεκτό (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982) ότι σε περιπτώσεις μεγάλων πλημμυρών θα κατακλύζονται εκτάσεις μέχρι 1800 ha της χαμηλής περιοχής επί 2 - 5 ημέρες. Οι κατακλύσεις αυτές, σύμφωνα πάντοτε με τους μελετητές, δεν θα προκαλούσαν σοβαρές ζημιές στα σπαρτά αν συνέβαιναν κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου - Μαρτίου που αυτά δεν έχουν αναπτυχθεί.

Στην οριστική μελέτη δημοπράτησης του έργου της σήραγγας που εκπονήθηκε από την Διεύθυνση Μελετών του Υπουργείου Δημοσίων Έργων, το μήκος της περιορίσθηκε στα $10,5 \text{ km}$ και η παροχετευτική της ικανότητα αυξήθηκε από τα $5,8$ στα $8,5 \text{ m}^3/\text{sec}$.

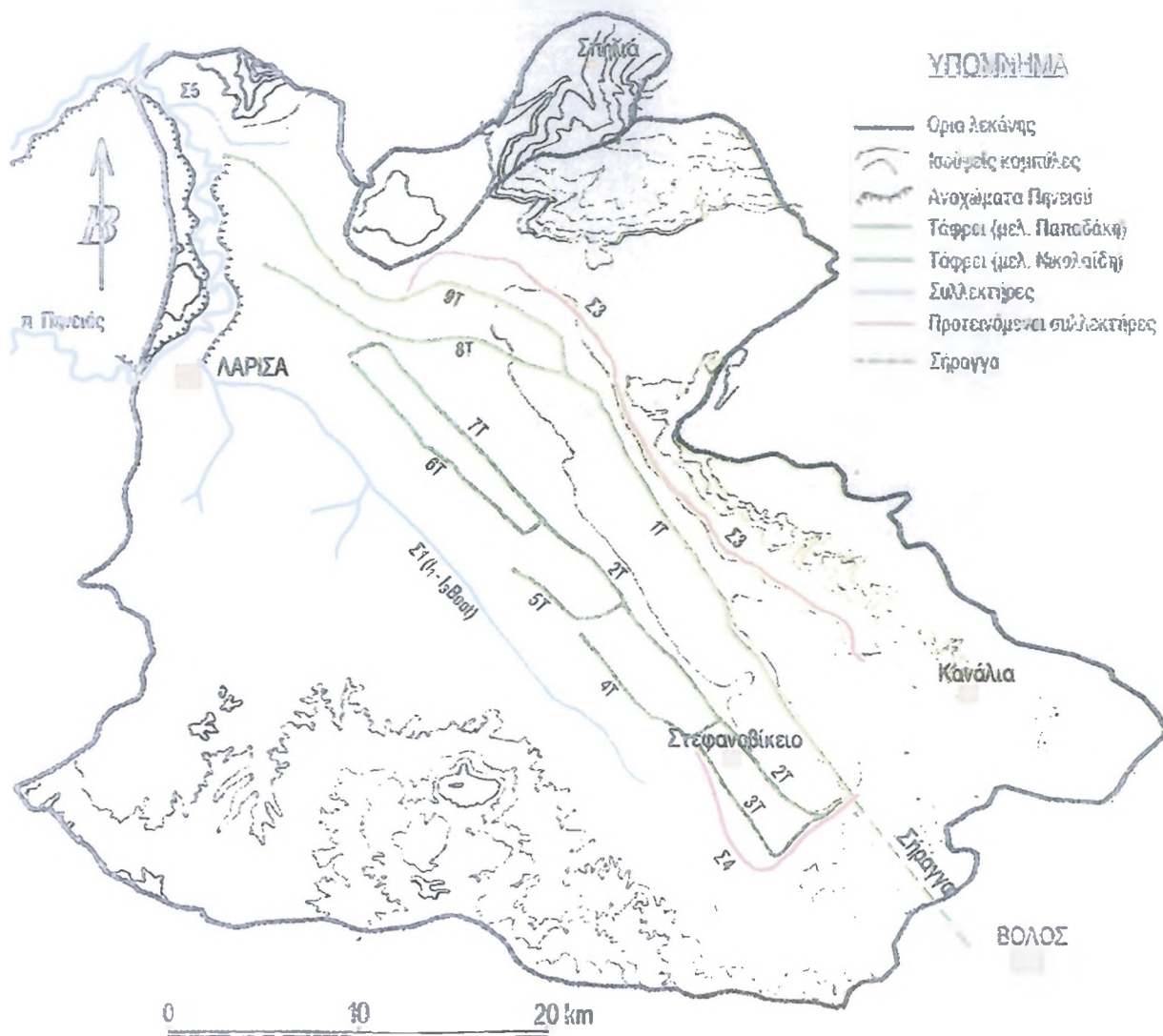
Με την κατασκευή της σήραγγας, που άρχισε τον Ιανουάριο του 1957 και τελείωσε τον Οκτώβριο του 1960, άρχισε η εκκένωση της λίμνης, η οποία ολοκληρώθηκε το 1962. Όλες οι μελέτες που ακολούθησαν, θεώρησαν ανεπαρκή την παροχετευτική της ικανότητα, πράγμα που τους ανάγκασε να προσαρμόσουν τις διαστάσεις των έργων και τις προτεινόμενες λύσεις στη δεδομένη πια παροχετευτική ικανότητα της σήραγγας (Νικολαΐδης 1960, ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977 και ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982). Τέλος, όλοι συμφωνούν ότι και στην περίπτωση όπου η σήραγγα είχε μεγαλύτερη από τη σημερινή της παροχετευτική ικανότητα πάλι δεν θα επιτύγχανε από μόνη της την αντιπλημμυρική προστασία της πεδιάδας. Αρα, αναγκαία λύση αποτελεί η κατασκευή του ταμιευτήρα απλού σκοπού για την προσωρινή ανάσχεση κύματος πλημμυρών (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977).

5.3. Αποστραγγιστικό δίκτυο

Η χάραξη του αποχετευτικού - αποστραγγιστικού δικτύου (Παπαδάκης 1956) σχεδιάστηκε αρχικά κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διαχωρίζει τα αβλαβή από τα επιβλαβή ύδατα και για τον λόγο αυτό χωρίζεται σε δίκτυο υψηλής και χαμηλής ζώνης. Το δίκτυο της υψηλής ζώνης που θα δεχόταν τα αβλαβή νερά θα είχε την εκβολή του στον ταμιευτήρα. Με ειδικό τεχνικό έργο προβλεπόταν, κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, η εκτροπή προς τη σήραγγα των στραγγιστικών υδάτων της υψηλής ζώνης, τα οποία θα ήταν επιβαρυνμένα με άλατα.

Στην οριστική μελέτη που ανατέθηκε στον ίδιο μελετητή επήλθαν ορισμένες αλλαγές στη διάταξη των έργων (Σχήμα 12). Με βάση τη μελέτη Παπαδάκη (1956) κατασκευάστηκαν η τάφρος 2T που συλλέγει τα ύδατα των ΝΔ μεσαίων εκτάσεων της πεδιάδας και τα κατευθύνει σήμερα στη σήραγγα Κάρλας. Στη 2T συμβάλλουν οι τάφροι 3T, 4T, 5T, 6T και 7T. Σύμφωνα με τις μελέτες που ακολουθούν (Νικολαΐδης 1960, ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977), η τάφρος 2T προβλέπεται να εκβάλλει στον προβλεπόμενο για κατασκευή ταμιευτήρα Κάρλας. Για τον σκοπό αυτό, στο τελευταίο 1,8 km της η τάφρος αυτή θα αντικατασταθεί από τον προτεινόμενο συλλεκτήρα Σ₄. Με την κατασκευή του συλλεκτήρα αυτού θα καταργηθεί ως κύρια τάφρος η 3T και τμήματά της θα μετατραπούν σε τάφρους κατώτερης τάξεως. Η διάταξη του δικτύου της χαμηλής ζώνης έγινε με βάση τη μελέτη Νικολαΐδη (1960). Σύμφωνα με αυτήν κατασκευάστηκαν οι τάφροι 1T, 8T και 9T οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και εκβάλλουν μέσω της 1T στη σήραγγα. Η 1T θα εξακολουθεί να εκβάλλει στη σήραγγα Κάρλας και μετά την κατασκευή του ταμιευτήρα, εφόσον η παροχή της δεν θα υπερβαίνει την παροχετευτική ικανότητα της σήραγγας (8,5 m³/sec). Σε περίπτωση πλημμυρικών παροχών, η πέρα των 8,5 m³/sec πλημμυρική παροχή θα αντλείται μέσω του αρδευτικού αντλιοστασίου, που θα λειτουργεί και ως στραγγιστικό, στον ταμιευτήρα με ρυθμό 20 m³/sec.

Για τη συλλογή των υδάτων των ανατολικών ορεινών λεκανών, η μελέτη Παπαδάκη (1956) δεν προέβλεπε την κατασκευή συλλεκτήρα. Οι μελέτες όμως που ακολουθούν (Νικολαΐδης 1960, ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977, ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982) προβλέπουν την κατασκευή του συλλεκτήρα Σ₃ ο οποίος θα εκβάλλει στον ταμιευτήρα Κάρλας. Στον συλλεκτήρα αυτόν θα εκβάλλει το ρεύμα της Ανάβρας και τα ύδατα του έλους Τοϊβάσι με ειδικό τεχνικό έργο (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982). Για την προστασία των περιοχών Κανάλια - Κάτω Κερασιά οι οποίες, σύμφωνα με τις νεότερες μελέτες (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977) θα παραμένουν εκτός του ταμιευτήρα, προβλέπεται και η κατασκευή συμπληρωματικών συλλεκτήρων Σ₆ και Σ₇.



Σχήμα 12. Κύριο αποστραγγιστικό δίκτυο (περιοχή Κάρλας) - υπάρχον (μελέτες Παπαδάκη 1956 και Νικολαΐδη 1960) και προβλεπόμενο (μελέτη ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977 και ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

5.4. Ταμιευτήρας

Η ύπαρξη της λίμνης Κάρλας ήταν αποτέλεσμα της έλλειψης διεξόδου των νερών της λεκάνης απορροής της. Με την απαγωγή των νερών της προς τον Παγασητικό κόλπο, το 1960-62, επιτεύχθηκε μεν η αποξήρανση της λίμνης, όχι όμως και η αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής, εξ' αιτίας της μικρής παροχετευτικής ικανότητας της σήραγγας ($8,5 \text{ m}^3/\text{sec}$). Σύμφωνα με τις μελέτες του Παπαδάκη (1956) και του Νικολαΐδη (1960), η αντιπλημμυρική προστασία απαιτούσε και τη δημιουργία του ταμιευτήρα διότι για την άμεση απαγωγή των νερών προς τη θάλασσα θα έπρεπε να κατασκευασθεί σήραγγα με παροχετευτική ικανότητα μερικών εκατοντάδων κυβικών μέτρων το δευτερόλεπτο. Η κατασκευή ενός τέτοιου έργου ήταν τεχνικά προβληματική και οικονομικά ασύμφορη. Η αδυναμία εξάλλου ικανοποίησης των αρδευτικών αναγκών της περιοχής των 20000 ha από τον

Πηνειό και τον υπόγειο υδροφορέα - η δυναμικότητα του τελευταίου μόλις επαρκεί για την άρδευση 2400 ha (SOGREAH 1974) - οδηγούσε αναπόφευκτα στην κατασκευή ταμιευτήρα για την αποταμίευση μέρους της χειμερινής παροχής του Πηνειού (Νικολαΐδης 1960 και 1964, ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982) για την άρδευση της περιοχής.

Για να ανταποκριθεί ο ταμιευτήρας στις παραπάνω απαιτήσεις θα έπρεπε να καταλάβει σημαντικές πεδινές γεωργικές εκτάσεις, μέρος των οποίων ανήκουν στον Ν.Μαγνησίας, ενώ από τις κατασκευές των έργων επωφελούνται κυρίως εκτάσεις του Ν.Λαρίσης. Στην προσπάθεια για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, το οποίο δεν είναι τεχνικό αλλά κοινωνικό και πολιτικό, το Υπουργείο Δημοσίων Έργων προέβη στην αναθεώρηση των αρχικών μελετών, γεγονός που επιβράδυνε τη σύνταξη της τελικής μελέτης.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι κύριο αντικείμενο όλων των τεχνικών μελετών που έχουν εκπονηθεί ως σήμερα ήταν η δημιουργία του ταμιευτήρα για αντιπλημμυρική προστασία και αποταμίευση νερού, χωρίς όμως ταυτόχρονη μέριμνα όσον αφορά στην αποκατάσταση των απωλεσθεισών λειτουργιών του υδροτόπου. Αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στο γεγονός ότι κατά την περίοδο που εκπονήθηκαν οι μελέτες αυτές δεν υπήρχε στον τομέα αυτόν η ανάλογη πείρα ούτε ανεπτυγμένη περιβαλλοντική συνείδηση.

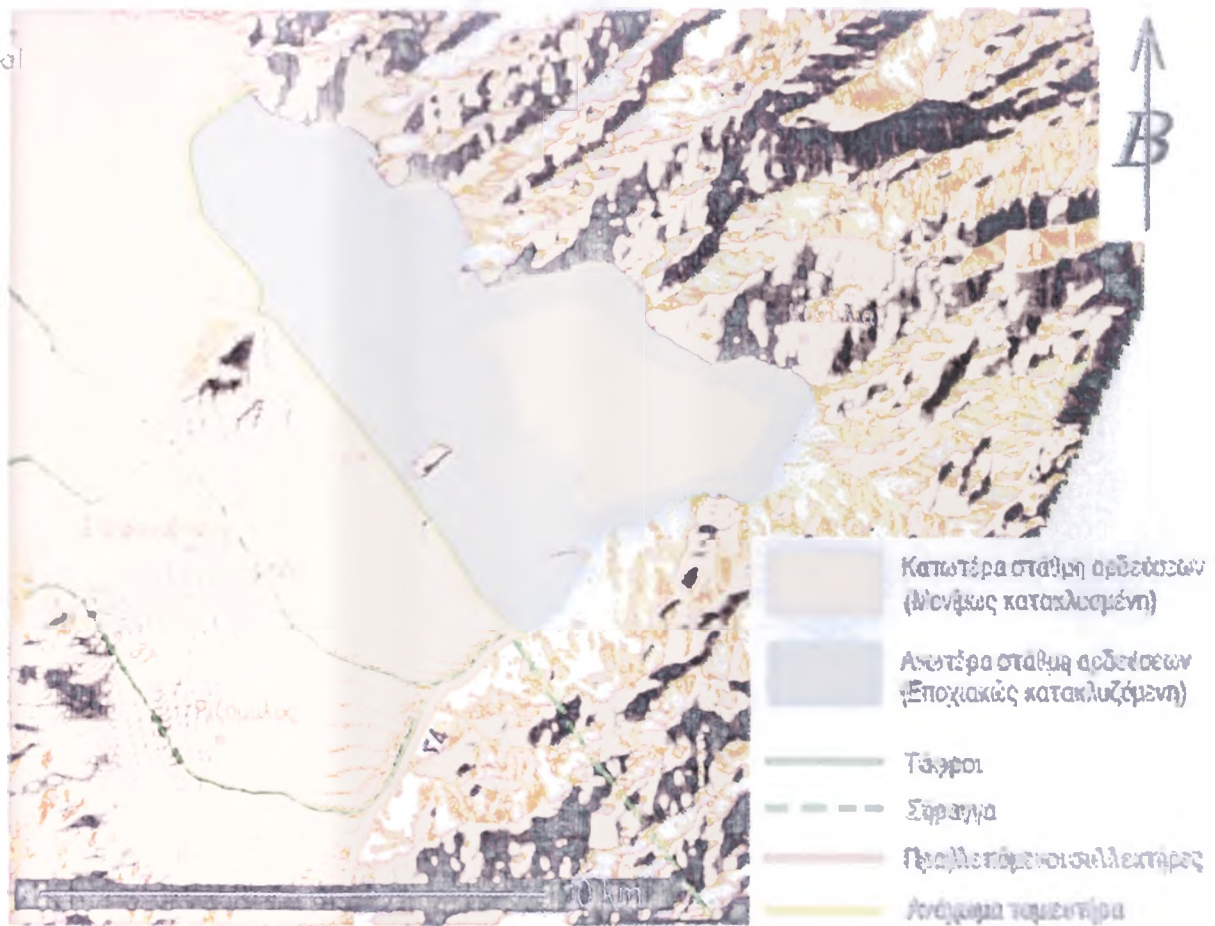
5.4.1. Αρχικές μελέτες για τη δημιουργία ταμιευτήρα

Η πρώτη μελέτη που εκπονήθηκε από το τεχνικό γραφείο Παπαδάκη (1956) προέβλεπε τη δημιουργία ταμιευτήρα με την κατασκευή περιφερειακού γαιώδους φράγματος σ' όλο το μήκος της ΝΑ περιμέτρου. Τα γνωρίσματα του ταμιευτήρα που προτάθηκε δίνονται στον Πίνακα 7.

Οι απαιτούμενοι για την πλήρωση του ταμιευτήρα ποσότητες υδάτων προβλέπονταν να προέλθουν από τα νερά τμήματος της λεκάνης απορροής της, που θα έφθαναν στον ταμιευτήρα μέσω των συλλεκτήρων Σ₄ και Σ₃, και από τη χειμερινή παροχή του Πηνειού (Σχήμα 13). Τα νερά του Πηνειού είχαν υπολογισθεί σε $175 \times 10^6 \text{ m}^3$ και θα έφθαναν στον ταμιευτήρα μέσω της Διώρυγας Τροφοδοσίας (ΔΤ), κατά το διάστημα Οκτωβρίου - Απριλίου. Η διώρυγα αυτή (ΔΤ), παροχετευτικής ικανότητας $11 \text{ m}^3/\text{s}$, στο πρώτο τμήμα της (7,3 km) θα ταυτιζόταν με τον χείμαρρο Ασμάκι και μέσω των ΒΑ κρασπέδων της παρακάρλιας πεδιάδας θα είχε την εκβολή της στο βόρειο άκρο του αναχώματος.

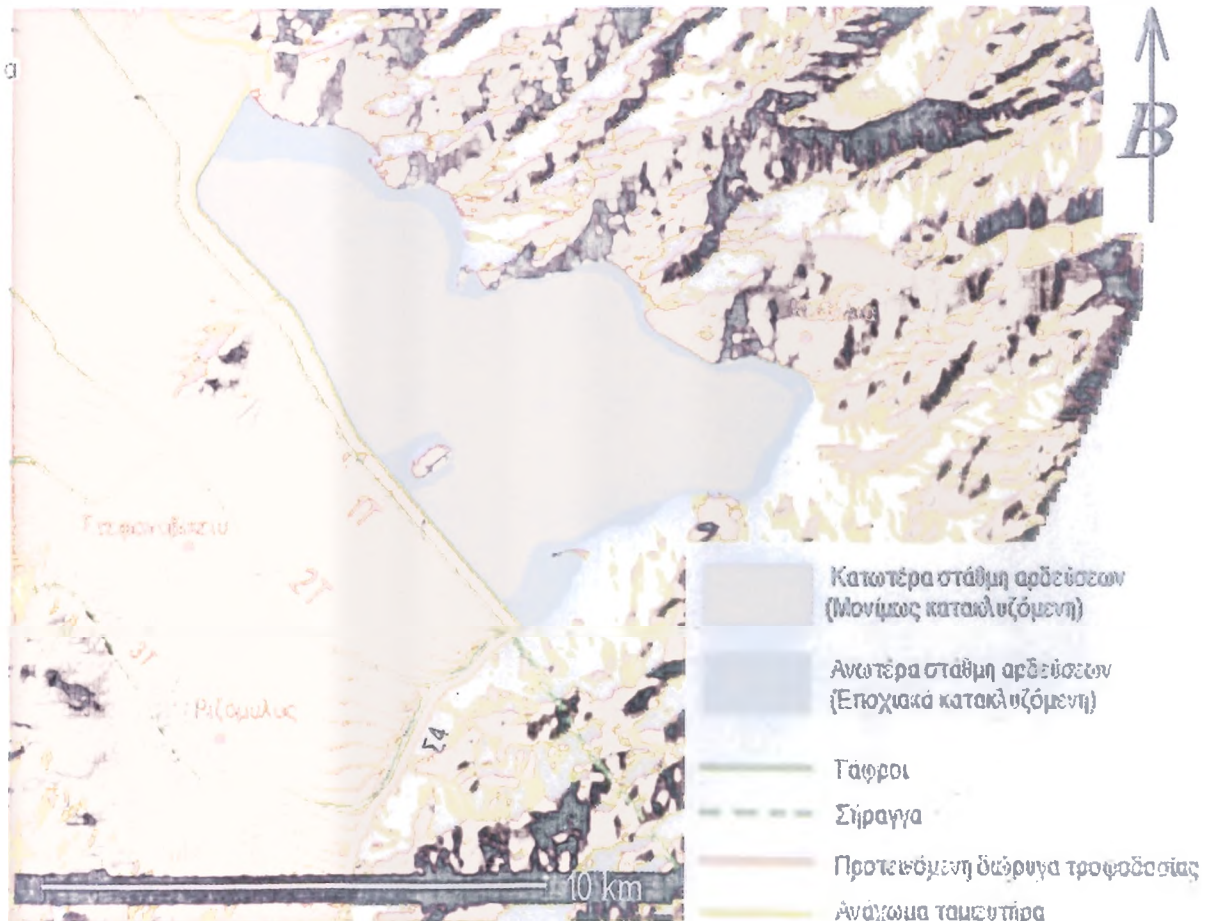
Σε μεταγενέστερη μελέτη (Νικολαΐδης 1960) προτείνεται ταμιευτήρας (Σχήμα 14) ο οποίος ελάχιστα διαφέρει από τον αρχικό. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δίνονται επίσης στον Πίνακα 7. Σ' αυτήν προτείνεται μερική αλλαγή της χάραξης της διώρυγας τροφοδοσίας, επένδυσή της για τη μείωση των

3.1α



Σχήμα 13. Ταμιευτήρας διπλού σκοπού-μελέτη Παπαδάκη (1956)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

4.1α



Σχήμα 14. Ταμιευτήρας διπλού σκοπού-μελέτη Νικολαΐδη (1960)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Πίνακας 7. Κύρια γνωρίσματα ταμιευτήρα σύμφωνα με τις μελέτες Παπαδάκη (1956) και Νικολαΐδη (1964)

Table 7. Main features of the reservoir according to the studies Papadakis (1956) and Nicholaidis (1964)

Γνωρίσματα Features	Μονάδες Units	Παπαδάκης Papadakis 1956	Νικολαΐδης Nicholaidis 1964
Εμβαδόν ταμιευτήρα Area of reservoir	ha	6500	6400
Ολική χωρητικότητα Total volume	$\times 10^6 \text{m}^3$	264,7	237
Διαθέσιμος όγκος νερού αρδεύσεως Available volume of irrigation water	$\times 10^6 \text{m}^3$	227	186
Όγκος ανάσχεσης πλημμυρών Flood control volume	$\times 10^6 \text{m}^3$	37,7	50
Νεκρός όγκος νερού Deadwater volume	$\times 10^6 \text{m}^3$	14,8	14,5
Μήκος αναχώματος Length of dyke	km	14,5	15
Στέψη αναχώματος Crown of dyke	υψόμετρο altitude	+ 50,20	+ 51,20
Ανωτάτη στάθμη πλημμυρών ⁽¹⁾ High water level ⁽¹⁾	υψόμετρο altitude	+ 48,68	+ 49,00
Ανώτερη στάθμη αρδεύσεως ⁽²⁾ Irrigation high water level ⁽²⁾	υψόμετρο altitude	+ 48,10	+ 48,20
Κατώτερη στάθμη αρδεύσεως ⁽³⁾ Irrigation low water level ⁽³⁾	υψόμετρο altitude	+44,50	+ 45,20
Χαμηλότερο σημείο πυθμένα Deepest bed elevation	υψόμετρο altitude	+43,75	+43,75
Ετήσια διακύμανση στάθμης Annual level fluctuation	m	3,6	3,0
Μέγιστο βάθος νερού στην κατώτερα στάθμη αρδεύσεως Maximum water depth at irrigation low water level	m	0,75	1,45

⁽¹⁾ Το ανώτατο σημείο που προβλέπεται να φθάσει η στάθμη του νερού σε περίπτωση πλημμυρών.

⁽¹⁾ Highest water level point which is possible to be reached during floodings.

⁽²⁾ Το ανώτερο σημείο που θα έχει η στάθμη πριν από την έναρξη των αρδεύσεων.

⁽²⁾ High water level point before irrigation period.

⁽³⁾ Το χαμηλότερο σημείο που είναι δυνατή η πρόσληψη αρδευτικού νερού.

⁽³⁾ Low water level point for which irrigation water uptake is possible.

απωλειών και διπλασιασμός της παροχαρακτηριστικής της ικανότητας ($22 \text{ m}^3/\text{sec}$). Κατά τα στάδια της μελέτης, που πραγματοποιήθηκε μετά την αποξήρανση της λίμνης, έγινε η απαραίτητη γεωτεχνική έρευνα σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Τεχνικής Χωμάτων Κατασκευών του Πανεπιστημίου της Νεάπολης (Ιταλία). Η έρευνα αυτή περιλαμβάνει την εκτέλεση 12 εδαφοτεχνικών γεωτρήσεων κατά

μήκος του άξονα του αναχώματος και την εκσκαφή ερευνητικών φρεατίων, στην ευρύτερη περιοχή, για τα υλικά κατασκευής. Η έκθεση κατέληγε στο συμπέρασμα ότι οι συνθήκες ήταν ευνοϊκές για να εξασφαλισθεί η στεγανότητα και η ευστάθεια του αναχώματος. Για τα υλικά κατασκευής απέκλεισε τη χρησιμοποίηση αυτών που είναι κοντά στο ανάχωμα και πρότεινε τη χρησιμοποίηση άλλων που βρίσκονταν σε αρκετή απόσταση, γεγονός που θα επιβάρυνε πολύ το κόστος κατασκευής.

Η ανύψωση του αρδευτικού νερού από τον ταμιευτήρα στα δίκτυα διανομής, σύμφωνα με τις μελέτες, θα πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια αντλιοστασίων τα οποία σε περίπτωση πλημμυρών θα λειτουργούσαν ως στραγγιστικά για την άντληση των υδάτων της ΙΤ, όταν αυτά υπερβαίνουν την παροχετευτική ικανότητα της σήραγγας.

5.4.2. Διερεύνηση λύσεων για την κατασκευή ταμιευτήρα

Το Υπουργείο Δημοσίων Εργών, προκειμένου να αντιμετωπίσει τις αντιρρήσεις εναντίον της κατασκευής του ταμιευτήρα, οι οποίες βασιζόνταν στη μεγάλη έκταση που αυτός θα κατελάμβανε σύμφωνα με τις αρχικές μελέτες, ανέθεσε το 1977 την εκπόνηση διερευνητικής μελέτης στο τεχνικό γραφείο μελετών της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ. Αντικείμενο της μελέτης ήταν: (α) να περιορισθούν οι εκτάσεις που θα κατελάμβανε ο ταμιευτήρας ώστε να αφήσει ικανοποιητικές εκτάσεις για διανομή στους αγρότες, (β) η εγκατάστασή του, κατά το δυνατόν, σε εδάφη λιγότερο παραγωγικά που ανήκουν όχι μόνο στον Ν.Μαγνησίας αλλά και στον Ν.Λαρίσης. Επίσης, διερευνήθηκε κατά πόσο ο απαραίτητος για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής ταμιευτήρας μπορούσε και ήταν συμφέρον να εξυπηρετήσει και τις αρδεύσεις.

Στη μελέτη εκείνη εξετάστηκαν δύο βασικά εναλλακτικά σχέδια. Με το πρώτο (Σχέδιο Α) θα επιτυγχανόταν μόνο η αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής, ενώ με το δεύτερο (Σχέδιο Β), πέραν από την αντιπλημμυρική προστασία, θα εξασφαλιζόταν και η άρδευση αξιόλογης έκτασης.

Με το Σχέδιο Α εξετάστηκε η λύση κατασκευής ταμιευτήρα έκτασης 2900 ha (Σχήμα 15), που θα κατελάμβανε τα χαμηλότερα εδάφη της παλιάς λίμνης, τα γνωρίσματα του οποίου, όπως και των δύο άλλων σχεδίων τα οποία θα σχολιάσουμε στη συνέχεια, δίνονται στον Πίνακα 8. Ο ταμιευτήρας θα δεχόταν τα νερά των ορεινών συλλεκτήρων Σ₄ και Σ₃. Στον ταμιευτήρα θα κατέληγαν επίσης, μέσω του στραγγιστικού αντλιοστασίου, τα πέραν της παροχετευτικής ικανότητας της σήραγγας νερά της ΙΤ.

Πίνακας 8. Κύρια γνωρίσματα ταμιευτήρων απλού σκοπού (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)

Table 8. Main features of flood control reservoirs (ALPHA-OMEGA 1977)

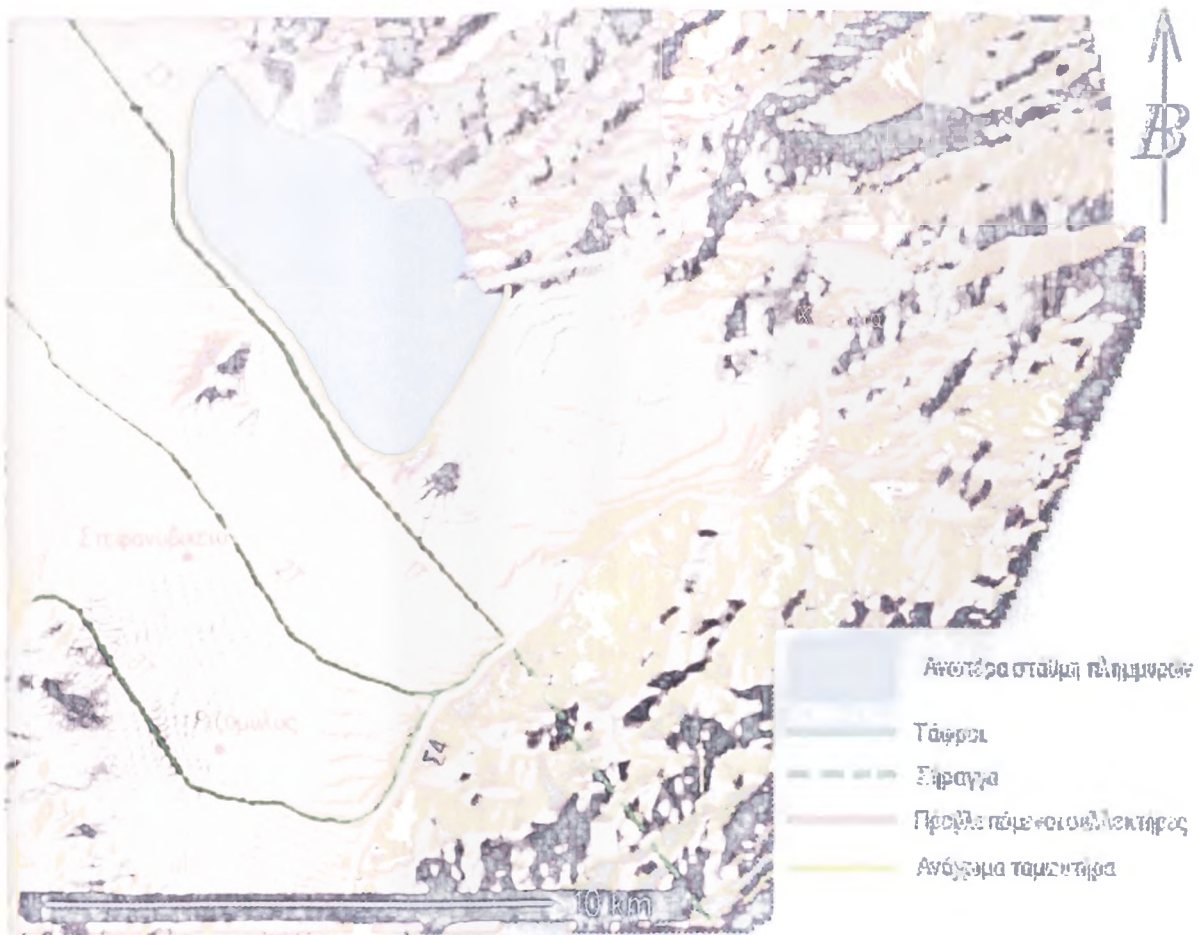
Γνωρίσματα <i>Features</i>	Μονάδες <i>Units</i>	Προταθείσες λύσεις <i>Proposed solutions</i>		
		A	A ₁	A ₂
Επιφάνεια ταμιευτήρα <i>Reservoir surface area</i>	ha	2900	2900	1500
Ολική χωρητικότητα <i>Total capacity</i>	x 10 ⁶ m ³	146	116	80
Όγκος ανασχ. πλημμυρών <i>Flood control volume</i>	x 10 ⁶ m ³	136	106	75
Νεκρός όγκος νερού <i>Deadwater volume</i>	x 10 ⁶ m ³	10	10	5
Μήκος αναχώματος <i>Length of dyke</i>	km	7,2	15	6,5
Στέψη αναχώματος <i>Crown of dyke</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 52,00	+ 52,00	+ 52,00
Ανωτάτη στάθμη πλημμυρ. <i>High water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 50,00	+ 50,00	+ 50,00

Η χωρητικότητα προέκυψε από τον προσδιορισμό των όγκων που θα εισέρρεαν στον ταμιευτήρα (ετήσιες απορροές και εισροές από μεμονωμένα κύματα πλημμύρας). Το στραγγιστικό αντλιοστάσιο, για την άντληση των πλημμυρικών υδάτων της ΙΤ, θα είχε, στην περίπτωση αυτή, δυναμικότητα 33 m³/sec.

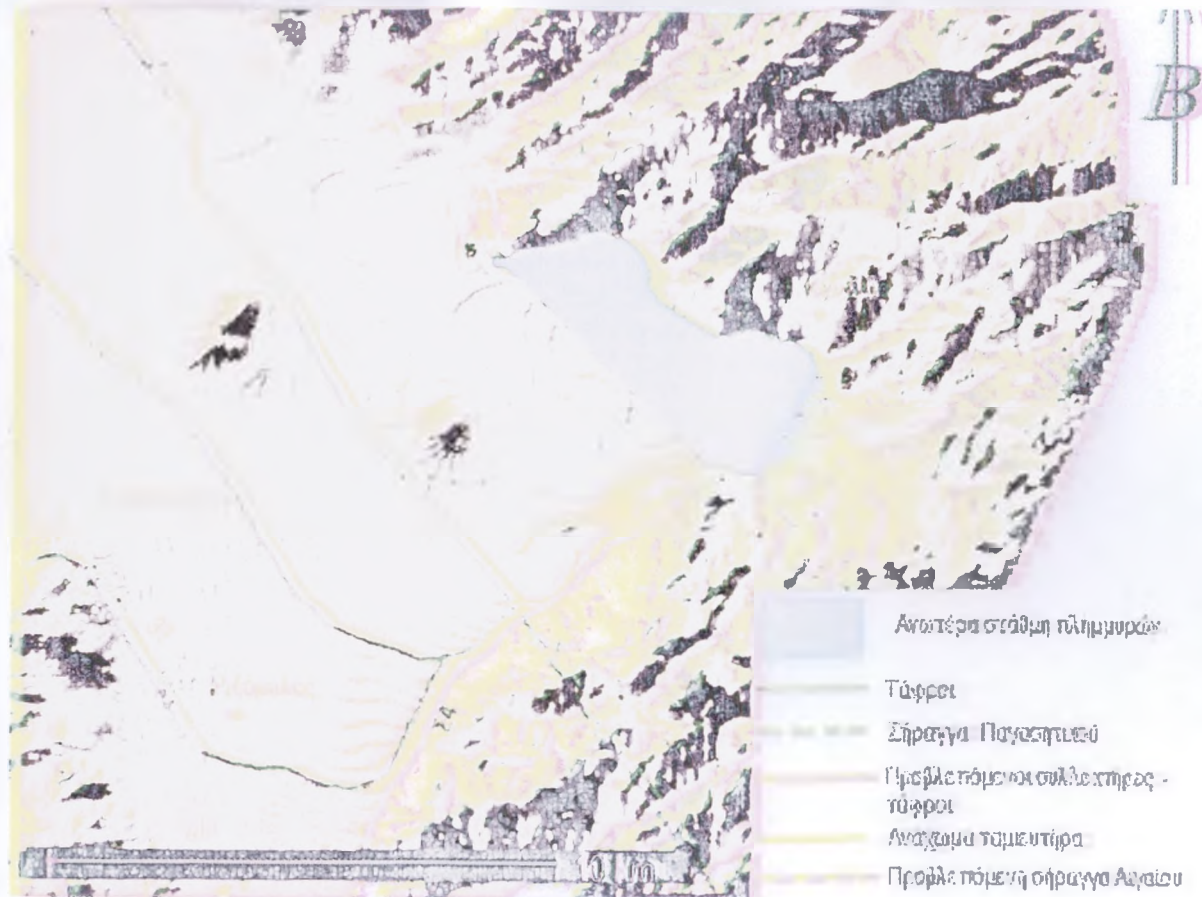
Το Σχέδιο Α₁ ήταν μια παραλλαγή του σχεδίου Α. Ο ταμιευτήρας στο σχέδιο αυτό θα κατελάμβανε έκταση όση και στο προηγούμενο (Σχέδιο Α), αλλά θα τοποθετούνταν στα αμέσως υψηλότερα εδάφη της λίμνης (Σχήμα 16). Η λύση αυτή οι μελετητές θεωρούν ότι μειονεκτεί έναντι της προηγούμενης διότι υπερδιπλασιάζεται το μήκος του αναχώματος (15 km) και επιβάλλεται αύξηση του μήκους της Σ₄ κατά 15 km που καθιστά προβληματική, αν όχι αδύνατη, τη χάραξή της. Το μειονέκτημα αυτό δεν αντισταθμίζεται από τη μείωση, κατά 9 km, της Σ₃. Τα εδάφη τέλος, που θα καταλάβει ο ταμιευτήρας, είναι παραγωγικότερα από εκείνα της λύσης Α.



Σχήμα 15. Ταμιευτήρας απλού σκοπού-Σχέδιο Α (ΛΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 16. Ταμιευτήρας απλού σκοπού-Σχέδιο Α₁ (ΛΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 17. Ταμειυτήρας απλού σκοπού-Σχέδιο Α₂ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Το Σχέδιο Α₂ προέβλεπε ταμειυτήρα μικρότερης επιφάνειας, δηλαδή 1500 ha, και κατασκευή νέας σήραγγας μήκους 12 km περίπου με παροχετευτική ικανότητα 22 m³/sec που θα εκβάλλει στο Αιγαίο κοντά στο χωριό Κεραμίδι (Σχήμα 17). Τα γνωρίσματα του ταμειυτήρα δίνονται επίσης στον Πίνακα 8. Τη λύση αυτή οι μελετητές τη βρίσκουν αντιοικονομική αν θα είχε σκοπό μόνο την αντιπλημμυρική προστασία, διότι θα είχε διπλάσιο κόστος από εκείνη του Σχεδίου Α. Η λύση Α₂ θα μπορούσε κατά τους μελετητές να εξετασθεί αν πέραν από την αντιπλημμυρική προστασία θα απομάκρυνε προς το ανοικτό πέλαγος τα απόβλητα των βιομηχανικών ζωνών Λάρισας και Βόλου και τα αστικά λύματα της Λάρισας. Στην περίπτωση αυτή τονίζουν ότι θα πρέπει να εξετασθεί συγκριτικά με άλλες λύσεις. Η σήραγγα θα δεχόταν και μέρος της παροχής της ΙΤ με κατάργηση του αντλιοστασίου. Στη σήραγγα θα κατέληγαν επίσης με κλειστό αγωγό τα απόβλητα τα οποία στην είσοδο της σήραγγας θα αραιώνονταν με νερά του ταμειυτήρα.

Το Σχέδιο Β απέβλεπε στη δημιουργία ταμειυτήρα όχι μόνο για την αντιπλημμυρική προστασία (απλού σκοπού), αλλά και στην αποταμίευση νερού για την άρδευση των επιδεκτικών για άρδευση εκτάσεων (διπλού σκοπού). Κατά την εξέταση του σχεδίου αυτού και των παραλλαγών του, τηρήθηκε εκ μέρους

των μελετητών η εντολή του Υπουργείου Δημοσίων Έργων για τη δημιουργία ταμιευτήρα έκτασης μικρότερης των 6400 ha που προέβλεπαν οι αρχικές μελέτες.

Στη λύση αυτή μελετήθηκε η κατασκευή ταμιευτήρα εμβαδού 3500 ha ο οποίος με ανώτατη στάθμη + 50 m (Σχήμα 18) θα είχε την απαιτούμενη χωρητικότητα για την ανάσχεση των πλημμυρών και την αποταμίευση αρδευτικού νερού για την άρδευση 12000 ha. Τα έργα που περιλαμβάνονται στο σχέδιο αυτό, ήταν τα ίδια με αυτά του σχεδίου Α, με επιπλέον την προσαγωγή διώρυγα για τη μεταφορά στον ταμιευτήρα μέρους της χειμερινής παροχής του Πηνειού. Τα κύρια γνωρίσματα του ταμιευτήρα αυτού και της τροποποίησής του δίνονται στον Πίνακα 9.

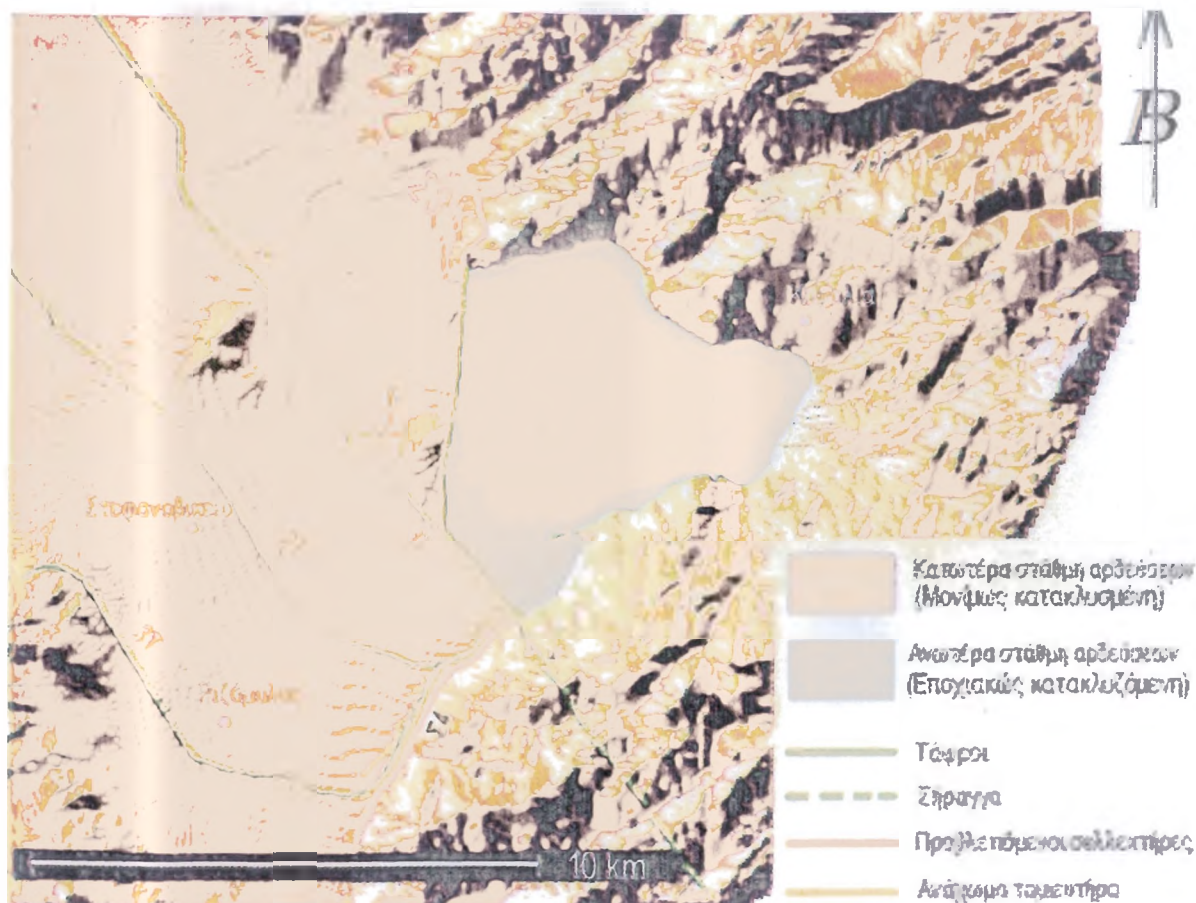
Με την παραλλαγή του Σχεδίου Β εξετάζεται η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων με μικρή σχετικά αύξηση της επιφάνειας του ταμιευτήρα. Με την παραλλαγή αυτή ο ταμιευτήρας θα κατελάμβανε εμβαδόν 4200 ha (Σχήμα 19) και θα εξασφάλιζε την άρδευση 20000 ha. Τα κύρια γνωρίσματά του δίνονται επίσης στον Πίνακα 9.

Η προσαγωγή των χειμερινών υδάτων του Πηνειού στον ταμιευτήρα προβλέπεται: α) μέσω του φράγματος Λάρισας και του αγωγού που συνθέτουν ο συλλεκτήρας Σ₄, οι τάφροι 2Τ και 7Τ και η προβλεπομένη να κατασκευασθεί διώρυγα 1Δ και β) μέσω του φράγματος Αμυγδαλιάς, ακολουθώντας την ίδια πορεία.

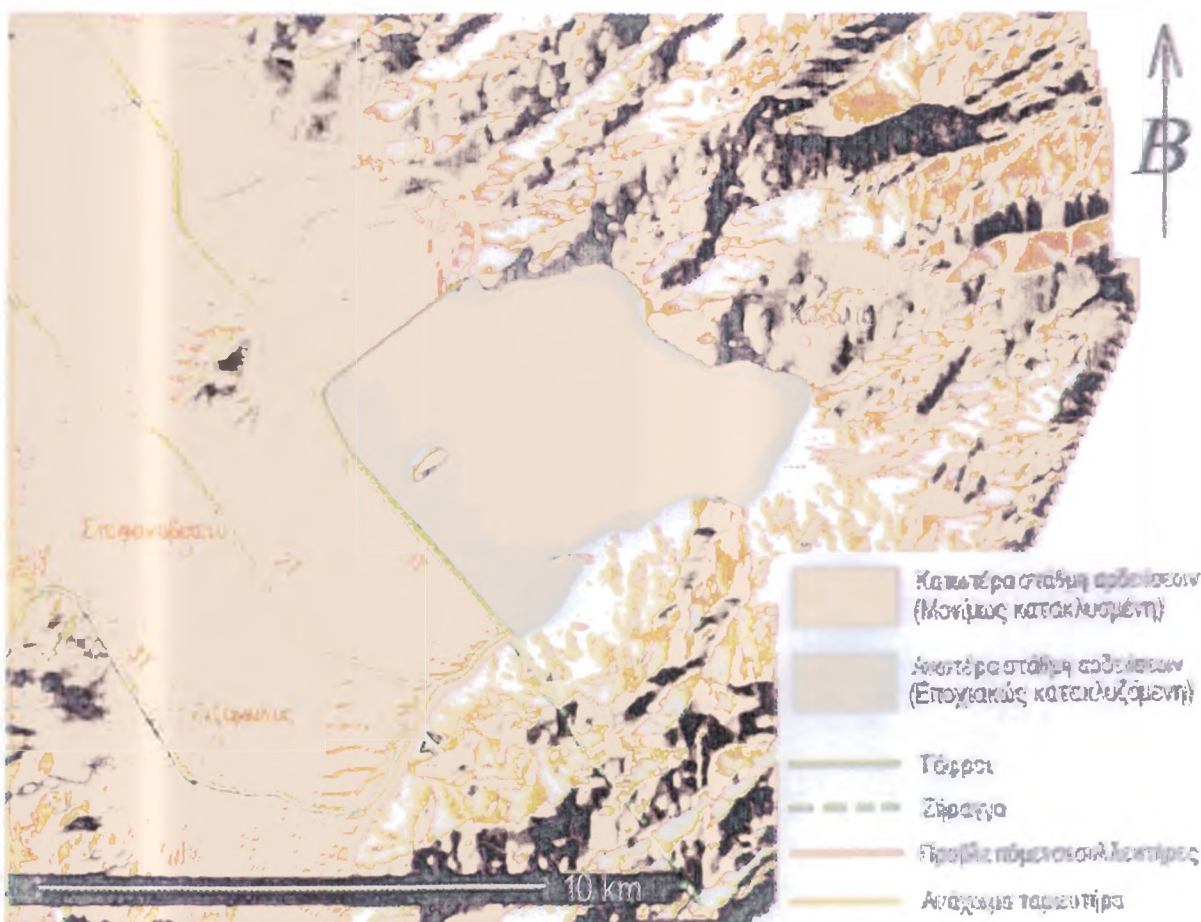
Το Σχέδιο Γ (Σχήμα 20) εξετάσθηκε ύστερα από νέα εντολή που έδωσε το Υπουργείο Δημοσίων Έργων στους μελετητές στο στάδιο ελέγχου της εν λόγω μελέτης. Η εντολή ήταν να επανεξετασθεί η θέση κατασκευής του ταμιευτήρα που προτάθηκε στην παραλλαγή του Σχεδίου Β, έκτασης 4200 ha και απέβλεπε:

- Στην κατάληψη από τον ταμιευτήρα εκτάσεων τόσο από τον Ν.Μαγνησίας όσο και από τον Ν.Λαρίσης.
- Στην αποφυγή κατάκλυσης 500 ha περίπου, των κοινοτήτων Κανάλια-Κάτω Κερασιά, στις παρυφές των οποίων υπάρχουν, κατά το μεγαλύτερο μέρος, καλλιέργειες αμυγδαλιάς (σύμφωνα με το παρόν σχέδιο η περιοχή αυτή προβλεπόταν να αρδευθεί).
- Στην κατάκλυση παθογενών, κατά το δυνατόν, εκτάσεων.

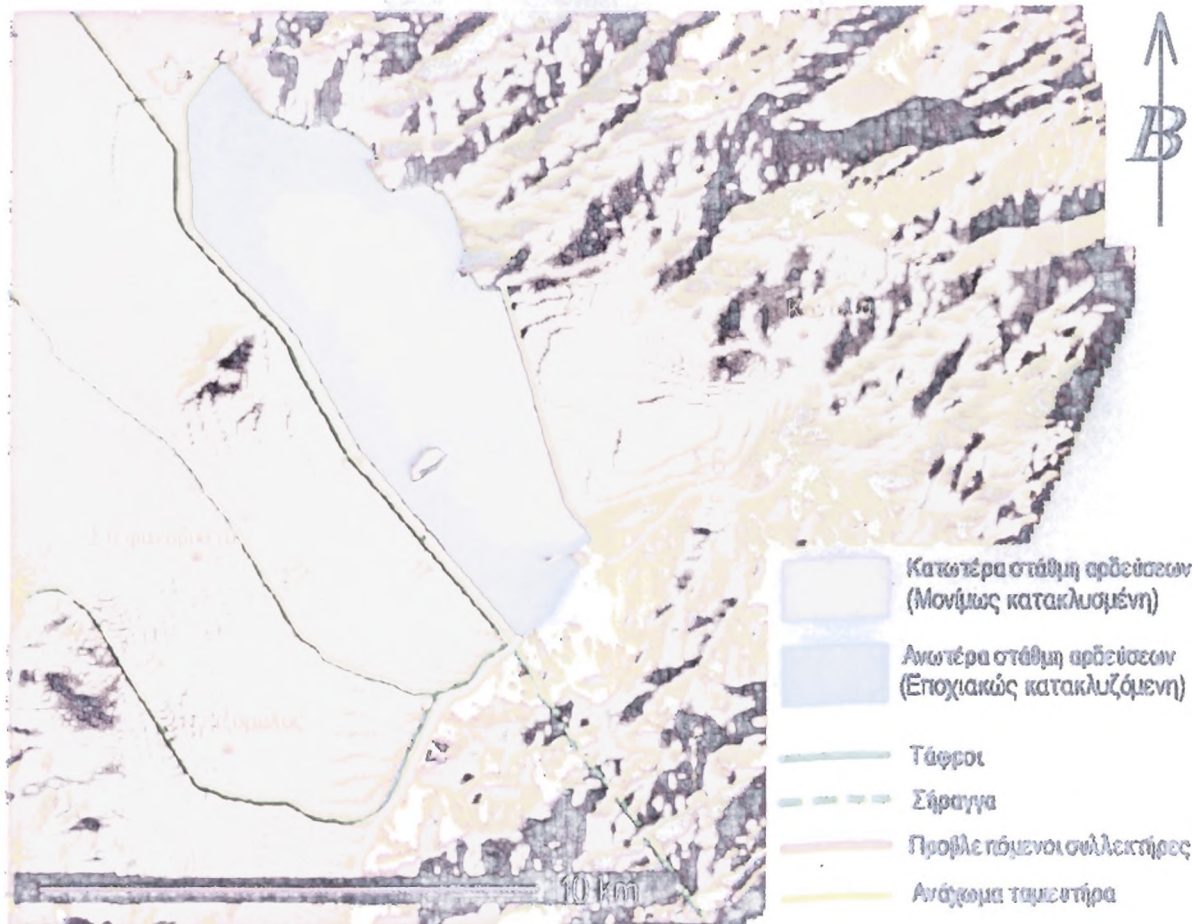
Με το σχέδιο αυτό, κατά τους μελετητές, ικανοποιούνται σε μεγάλο βαθμό οι επιδιώξεις που τέθηκαν. Για την υλοποίησή του, πέρα από τα έργα που αναφέρθηκαν στο τροποποιημένο σχέδιο Β, θα ήταν απαραίτητο να κατασκευασθούν και τα παρακάτω βασικά έργα:



Σχήμα 18. Ταμιευτήρας διπλού σκοπού-Σχέδιο Β (ΛΛΦΛ-ΩΜΕΓΑ 1977)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 19. Ταμιευτήρας διπλού σκοπού-Τροποποίηση Σχεδίου Β (ΛΛΦΛ-ΩΜΕΓΑ 1977)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 20. Ταμειυτήρας απλού σκοπού-Σχέδιο Γ' (ΛΛΦΛ-ΩΜΕΓΛ 1977)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

- δύο αναχώματα, αντί ένα, μήκους 14,5 και 5,5 km αντίστοιχα
- δύο επιπλέον συλλεκτήρες, Σ₆ και Σ₇, για την προστασία των εκτάσεων της περιοχής Κανάλια-Κάτω Κερασιά, που μένουν εκτός του ταμειυτήρα
- δίκτυο χαμηλών υδάτων, για τη στράγγιση της περιοχής Κανάλια-Κάτω Κερασιά
- στραγγιστικό αντλιοστάσιο, με το οποίο θα ανυψώνονται στον ταμειυτήρα τα νερά της παραπάνω περιοχής
- διάφορα τεχνικά έργα, αναγκαία για τη συμπλήρωση και λειτουργία των αναφερθέντων βασικών έργων.

Με βάση το σχέδιο αυτό, ο ταμειυτήρας θα εγκαθίστατο στα λιγότερο παραγωγικά εδάφη της περιοχής και από την κατακλυζόμενη έκταση των 4200 ha τα 1500 ha ανήκουν στον Νομό Λάρισας.

Τα κύρια γνωρίσματα του ταμειυτήρα του σχεδίου Γ δίνονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9. Γνωρίσματα αρχικού και τροποποιημένου ταμιευτήρα Σχεδίου Β και ταμιευτήρα Σχεδίου Γ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)

Table 9. Features of the initial and modified Plan B reservoirs, and the Plan C reservoir (ALPHA-OMEGA 1977)

Γνωρίσματα <i>Features</i>	Μονάδες <i>Units</i>	Προταθέντα Σχέδια <i>Proposed Plans</i>		
		B	Παραλλαγή Β	Γ
		<i>B</i>	<i>Modified B</i>	<i>C</i>
Εμβαδόν ταμιευτήρα <i>Area of reservoir</i>	ha	3500	4200	4200
Ολική χωρητικότητα <i>Total capacity</i>	$\times 10^6 m^3$	184	225	225
Διαθέσιμος όγκος νερού αρδεύσεως <i>Available volume of irrigation water</i>	$\times 10^6 m^3$	117,5	161	161
Όγκος ανάσχεσης πλημμυρών <i>Flood control volume</i>	$\times 10^6 m^3$	52,5	50	50
Νεκρός όγκος νερού <i>Deadwater volume</i>	$\times 10^6 m^3$	14	14	14
Μήκος αναχωμάτων <i>Length of dyke</i>	km	9,5	9,5	20
Στέψη αναχώματος <i>Crown of dyke</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 52,00	+ 52,00	+ 52,00
Ανώτατη στάθμη πλημμυρών <i>High water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 50,00	+ 50,00	+ 50,00
Ανώτερη στάθμη αρδεύσεως <i>Irrigation high water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 48,50	+ 48,80	+ 48,80
Κατώτερη στάθμη αρδεύσεως <i>Irrigation low water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 45,50	+ 45,50	+ 45,50
Χαμηλότερο σημείο πυθμένα <i>Deepest reservoir bed elevation</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 43,75	+ 43,75	+ 43,75
Ετήσια διακύμανση στάθμης <i>Annual stage fluctuation</i>	m	3,0	3,30	3,30
Μέγιστο βάθος νερού στην κατώτερα στάθμη αρδεύσεως <i>Maximum water depth at irrigation low water level</i>	m	1,75	1,75	1,75

Κατά τους μελετητές, όσον αφορά τις διαφυγές από τον ταμιευτήρα, και τα δύο σχέδια που προτείνονται (Τροποποίηση σχεδίου Β και Σχέδιο Γ), θεωρούνται ότι έχουν τις ίδιες περίπου αδυναμίες. Το σχέδιο Γ μειονεκτεί εκείνου της παραλλαγής του Σχεδίου Β μόνο όσον αφορά το μήκος του αναχώματος, 20 km έναντι 9,5 km, που συνεπάγεται υπερδιπλάσια δαπάνη κατασκευής.

Οικονομικά και τεχνικά στοιχεία για σύγκριση δίνονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Συγκρίσεις δαπανών εξετασθέντων σχεδίων σε εκατ.δραχμές του 1977 (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977)

Table 10. Cost comparison of the various proposals in millions of 1977 drachmas (ALPHA-OMEGA 1977)

α/α a/a	ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ HEADING	ΣΧΕΔΙΟ A PLAN A	ΣΧΕΔΙΟ A ₂ PLAN A ₂	ΣΧΕΔΙΟ B PLAN B	ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ ΣΧΕΔΙΟΥ B MODIFIED PLAN B	ΣΧΕΔΙΟ Γ PLAN C
1	Δαπάνη κατασκευής έργων Construction cost	558	1148	603	639	853
2	Απαλλοτριώσεις Compulsory purchase	189	189	189	189	175
	Αθροισμα Total	747	1337	792	828	1028
3	Αξία γης Δημοσ. Value of public land	290	156	350	420	420
	Σύνολο Total	1037	1493	1142	1248	1442
	Εμβαδόν καταλαμβανόμενο από τον ταμιευτήρα Area occupied by the reservoir ha	2900	1500	3500	4200	4200

Σχολιάζοντας τις παραπάνω εναλλακτικές λύσεις οι μελετητές της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ αναφέρουν τα εξής:

- Σχέδιο Α. Ο ταμιευτήρας καταλαμβάνει αξιόλογη έκταση, περίπου ίση με αυτή που κατακλύζεται ανά διετία (3000 ha). Η μόνη ωφέλεια που θα προέκυπτε από την κατασκευή του θα ήταν η αντιπλημμυρική προστασία που θα προσφέρουν στις πεδινές περιοχές οι συλλεκτήρες Σ₃ και Σ₄ με την εκτροπή των χειμαρρικών υδάτων προς τον ταμιευτήρα. Παρά την έλλειψη επαρκών στοιχείων φαίνεται ότι το σχέδιο δεν ευσταθεί οικονομικά.
- Σχέδιο Α₁. Δυσμενέστερη λύση από αυτήν του Σχεδίου Α.
- Σχέδιο Α₂. Θα απαιτούσε αξιόλογη επιπλέον οικονομική δαπάνη για την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο. Η λύση αυτή θα μπορούσε κατά

τους μελετητές, να επιλεγεί μόνο αν θα απέβλεπε παράλληλα και στην απομάκρυνση των αποβλήτων της περιοχής.

- **Σχέδιο Β.** Εφόσον αποφασιζόταν η αντιπλημμυρική προστασία της πεδιάδας, για την πραγματοποίηση της οποίας είναι απαραίτητη η κατασκευή ταμιευτήρα, θα πρέπει να προτιμηθεί το σχέδιο Β, που συνδυάζει την αντιπλημμυρική προστασία και την άρδευση ανάλογης εκτάσεως και δημιουργεί συνθήκες οικονομικής ευστάθειας του έργου. Με αύξηση της επιφάνειας του ταμιευτήρα κατά 600 ha έναντι του σχεδίου Α και της δαπάνης κατασκευής κατά 10%, θα επιτυχανόταν, πέρα από την αντιπλημμυρική προστασία και η άρδευση 12000 ha.
- **Σχέδιο Β₁.** Με περαιτέρω αύξηση της επιφάνειας του ταμιευτήρα έναντι του σχεδίου Β κατά 700 ha (δηλ. συνολική επιφάνεια αυτού 4200 ha) και της δαπάνης κατά 10%, η αρδευόμενη έκταση θα αυξανόταν κατά 8000 ha. Το ασθενές σημείο, κατά τους μελετητές, στις λύσεις αυτές είναι η έλλειψη ποσοτικής εκτίμησης των διαφυγών του ταμιευτήρα.
- **Σχέδιο Γ.** Απαιτεί περαιτέρω αύξηση της οικονομικής δαπάνης για άρση ορισμένων αντιρρήσεων που είχαν οι κάτοικοι με σκοπό τη διαμόρφωση συναινετικού κλίματος για την υλοποίησή του. Επίσης ο ταμιευτήρας καταλαμβάνει και έκταση 1500 ha που ανήκει στον Ν. Λάρισας. Μειονέκτημα της λύσης αυτής, θεωρείται από τους μελετητές, η μειωμένη οικονομική ευστάθεια του έργου εξαιτίας της μεγάλης αύξησης του μήκους των αναχωμάτων.

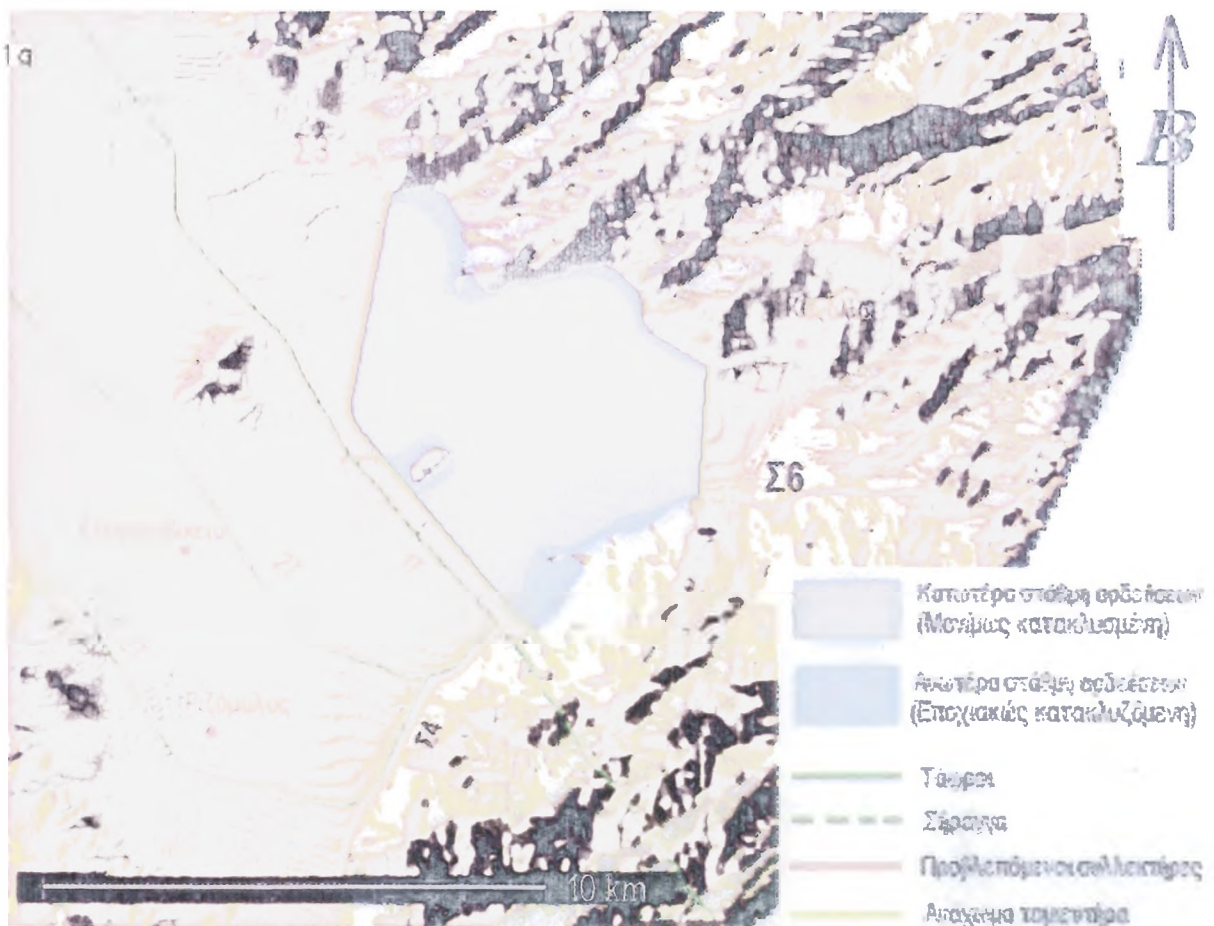
5.4.3. Προμελέτη ταμιευτήρα Κάρλας και συναφών έργων (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης 1982)

Το 1980, ανατέθηκε από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων, στο ίδιο μελετητικό γραφείο (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης) και παραδόθηκε το 1982, η "Προμελέτη του Ταμιευτήρα Κάρλας και των Συναφών Έργων" που είχε ως βάση το Σχέδιο Γ της προκαταρκτικής μελέτης η οποία είχε ως αντικείμενο, μεταξύ των άλλων: α) τα έργα δημιουργίας ταμιευτήρα 4200 ha για την προσωρινή ανάσχεση πλημμυρών και την αποταμίευση αρδευτικού νερού (διπλού σκοπού) β) τα έργα υδροδότησης του ταμιευτήρα που περιλάμβαναν τους συλλεκτήρες Σ₃, Σ₄, Σ₆ και Σ₇ και τον αγωγό προσαγωγής των χειμερινών υδάτων του Πηνειού. Η θέση του ταμιευτήρα, που προτάθηκε σε γενικές γραμμές στο σχέδιο Γ της προκαταρκτικής μελέτης, διαμορφώθηκε οριστικά στην τελική της μορφή με πρόταση την κατασκευή δύο αναχωμάτων συνολικού μήκους 13,5 km (Σχήμα 21). Από αυτά το δυτικό ανάχωμα θα είχε μήκος 10,84 km και το ανατολικό 2,66 km. Σκοπός του τελευταίου θα ήταν να μην κατακλυσθούν από τον ταμιευτήρα οι χαμηλές εκτάσεις με αμυγδαλεώνες των κοινοτήτων Κανάλια -

Κάτω Κερασιά. Τα κύρια γνωρίσματα του ταμιευτήρα δίνονται παρακάτω στον Πίνακα 11.

Από τη γεωτεχνική έρευνα, που έγινε κατά το στάδιο της μελέτης, διαπιστώθηκε ότι το υλικό του πυθμένα που βρίσκεται κοντά στους άξονες των αναχωμάτων είναι κατάλληλο για την κατασκευή των αναχωμάτων. Η διαπίστωση αυτή, που ανατρέπει παλαιότερες απόψεις θα μειώσει, κατά τους μελετητές, το κόστος κατασκευής του έργου.

Προβλέπεται η κατασκευή πλήρους αρδευτικού δικτύου με διώρυγες επενδεδυμένες με σκυρόδεμα. Από τη συνολική έκταση των 18500 ha, που πρόκειται να αρδευθεί, προβλέπεται το 30% να αρδευθεί με επιφανειακή άρδευση και το υπόλοιπο 70% με καταιονισμό. Η επιλογή της μεθόδου θα γίνεται από τον παραγωγό. Για την άρδευση με τεχνητή βροχή θα χρησιμοποιηθούν ιδιόκτητα αντλητικά συγκροτήματα τα οποία θα αντλούν το νερό από τις διώρυγες.



Σχήμα 21. Ταμιευτήρας διπλού σκοπού (ΛΛΦΛ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό με βάση τα προβλεπόμενα ποσοστά για κάθε μέθοδο άρδευσης θα είναι κατά μέσο όρο $5820 \text{ m}^3/\text{ha}$ και οι ετήσιες ανάγκες σε αρδευτικό νερό ολοκλήρου του δικτύου $18500 \text{ ha} \times 5820 \text{ m}^3/\text{ha} = 108 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Πίνακας 11. Γνωρίσματα προταθέντος ταμιευτήρα (Προμελέτη ΑΛΦΑ - ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 11. Features of the proposed reservoir (Pre-study ALPHA-OMEGA-N.Nicholaidis 1982)

Γνωρίσματα <i>Features</i>	Μονάδες <i>Units</i>	Τιμές <i>Values</i>
Εμβαδόν ταμιευτήρα <i>Area of reservoir</i>	ha	4200
Ολική χωρητικότητα <i>Total capacity</i>	$\times 10^6 \text{ m}^3$	198
Διαθέσιμος όγκος νερού αρδεύσεως <i>Available water volume for irrigation</i>	$\times 10^6 \text{ m}^3$	135
Όγκος ανάσχεσης πλημμυρών <i>Flood control volume</i>	$\times 10^6 \text{ m}^3$	50
Νεκρός όγκος νερού <i>Deadwater volume</i>	$\times 10^6 \text{ m}^3$	13
Μήκος αναχώματος <i>Length of dyke</i>	km	13,5
Στέψη αναχώματος <i>Crown of dyke</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 52,00
Ανώτατη στάθμη πλημμυρών <i>High water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 50,00
Ανώτερη στάθμη αρδεύσεως <i>Irrigation high water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 48,80
Κατώτερη στάθμη αρδεύσεως <i>Irrigation low water level</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 45,35
Χαμηλότερο σημείο πυθμένα <i>Deepest reservoir bed elevation</i>	υψόμετρο <i>altitude</i>	+ 43,75
Ετήσια διακύμανση στάθμης <i>Annual water level stage fluctuation</i>	m	3,45
Μέγιστο βάθος νερού στην κατώτερα στάθμη αρδεύσεως <i>Maximum water depth at irrigation low water level</i>	m	1,60

Για τη μεταφορά του νερού από τον Πηνειό στον ταμιευτήρα προβλέπεται η κατασκευή πρόχειρου φράγματος πάνω στη θέση "Καραούλι" και αντλιοστάσιο

τροφοδοσίας ταμιευτήρα. Το νερό από το φράγμα, θα μεταφέρεται στον ταμιευτήρα με αγωγό που θα τον συνθέτουν η προτεινόμενη Κεντρική Διώρυγα 2Δ, τμήματα των τάφρων 6T, 7T και 2T και τμήμα της Σ4.

Η ανύψωση των υδάτων του ταμιευτήρα στα διάφορα τμήματα του αρδευτικού δικτύου θα πραγματοποιείται με τη βοήθεια επτά αντλιοστασίων. Από αυτά, τα δύο θα εξυπηρετούν τα δίκτυα της περιοχής των αμυγδαλεώνων Κανάλια - Κάτω Κερασιά. Η άντληση στον ταμιευτήρα των πλημμυρικών υδάτων της 1T, που υπερβαίνει τη παροχευτικότητα της σήραγγας, θα πραγματοποιείται με ένα από τα αρδευτικά αντλιοστάσια το οποίο θα λειτουργούσε και ως στραγγιστικό. Κατά τον ίδιο τρόπο θα απομακρύνονται και τα στραγγιστικά νερά της περιοχής Κανάλια - Κάτω Κερασιά με τη βοήθεια άλλου αντλιοστασίου.

Το υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα Κάρλας που καταρτίστηκε για πιθανότητα επαλήθευσης του φαινομένου 80% και 50% (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982) δίνεται στον Πίνακα 12.

Στους υπολογισμούς των παραπάνω υδατικών ισοζυγίων, οι διαφυγές του ταμιευτήρα, για λόγους ασφαλείας, υπολογίσθηκαν από τους μελετητές πολύ μεγαλύτερες από τις πραγματικές. Με τη δραστική μείωση των βροχοπτώσεων που παρατηρείται τα τελευταία έτη, το ισοζύγιο, με πιθανότητα 80%, είναι περισσότερο ρεαλιστικό. Στην περίπτωση αυτή, οι ετήσιες εισροές από τη λεκάνη απορροής και τη βροχόπτωση στον καθρέπτη του ταμιευτήρα δεν επαρκούν για να αναπληρώσουν τις ετήσιες απώλειές του από τον καθρέπτη του.

Στη μελέτη αυτή γίνεται και εκτίμηση των φερτών υλικών που θα μεταφέρονται κατ' έτος με τα πλημμυρικά νερά και τα οποία ο μελετητής υπολογίζει ότι θα ανέρχονται σε 280000 m³. Τα υλικά αυτά, κατά τον μελετητή πάντα, θα αποτίθενται στον νεκρό όγκο του ταμιευτήρα. Για την πρόσχωσή του θα απαιτηθούν $13 \times 10^6 : 28 \times 10^4 = 46$ έτη.

Η υλοποίηση και αυτής της μελέτης δεν προχώρησε λόγω αντιδράσεων των κατοίκων, όσον αφορά την καταλαμβανόμενη από τα έργα έκταση, το κόστος κατασκευής και τις μεγάλες απώλειες νερού από τον ταμιευτήρα. Κατά την έκθεση που συντάχθηκε από ομάδα υπαλλήλων του Υπουργείου Γεωργίας (1987), η υλοποίησή της μελέτης αυτής θεωρήθηκε αντιοικονομική διότι, μεταξύ των άλλων, θα απαιτούσε: (α) την κατάληψη, από τα έργα, του 25% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων έναντι του 10% που ισχύει συνήθως για παρόμοια έργα, (β) υψηλό κόστος κατασκευής της τάξεως των 1600000 δρχ/ha, (γ) μεγάλες απώλειες νερού από εξάτμιση και διαφυγές, μέσω των καρστικών πετρωμάτων της λίμνης και (δ) έργα κεφαλής τα οποία θα γίνονταν στον Ν. Μάγνησας, ενώ θα επωφελούνταν, κυρίως, οι εκτάσεις του Ν. Λάρισας.

Πίνακας 12. Υδατικό ισοζύγιο ταμιευτήρα Κάρλας για πιθανότητες εμφάνισης 80% και 50% (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982)

Table 12. Water balance of the Karla reservoir for 80% and 50% probabilities (ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis 1982)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ WATER BALANCE PARAMETERS	Για πιθανότητα For probability			
	80%		50%	
	Όγκοι Volumes $\times 10^6 \text{ m}^3$	Ποσοστό Percent %	Όγκοι Volumes $\times 10^6 \text{ m}^3$	Ποσοστό Percent %
A' Εισροές <i>A' Inflows</i>				
Από λεκάνη απορροής + + βροχόπτωση στη λίμνη <i>From watershed + + precipitation over the reservoir</i>	36,6	15%	60,0	26%
Από Πηνειό <i>From river Pinios</i>	205,4	85%	172,0	74%
Σύνολο <i>Total</i>	242,0	100%	232,0	100%
B' Εκροές <i>B' Outflows</i>				
Απώλειες από εξάτμιση ταμιευτήρα <i>Evaporation losses from reservoir</i>	39,0	16%	39,0	17%
Διαφυγές από ταμιευτήρα <i>Leaks from reservoir</i>	95,0	39%	85,0	37%
Αρδευτικό δίκτυο <i>Irrigation network</i>	108,0	45%	108,0	46%
Σύνολο <i>Total</i>	242,0	100%	232,0	100%

5.4.4. Εναλλακτική πρόταση

Στο διάστημα που ακολουθεί, μετά την υποβολή της μελέτης της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης το 1982, ο Αγροτοβιομηχανικός Συνεταιρισμός Παρακαρλίων Χωριών "Η ΚΑΡΛΑ", προωθεί τη λύση του προβλήματος της αντιπλημμυρικής προστασίας και αποταμίευσης νερού με μικροταμιευτήρες. Η λύση αυτή (Κουτσερής 1985), προτείνει την υδροταμίευση με σύστημα Μικρών Ταμιευτήρων (Μ.Τ.) κατά μήκος των υδροροών, που θα συνδέονταν μεταξύ τους με συνδετήρες τάφρους και θα αποσκοπούσαν στην προσωρινή ανάσχεση των πλημμυρών και την απομάκρυνση των πλεοναζόντων υδάτων, που δεν θα χρειάζονταν για την άρδευση, μέσω της σήραγγας στον Παγασητικό.

Η έκταση που θα μπορούσε να αρδευθεί με τον τρόπο αυτό, θα έφθανε μέχρι την ισοϋψή +50 και θα κάλυπτε επιφάνεια 18000 ha, δηλαδή το μέγιστο εμβαδόν που κατείχε η λίμνη Κάρλα κατά τις πλημμύρες που έγιναν το 1920-21. Η περιοχή αυτή επιλέχθηκε από γεωλογική άποψη επειδή εμφανίζει αδιαπέρατα εδάφη, πράγμα επιθυμητό για την κατασκευή των μικροταμιευτήρων.

Τα φορτία εισροών της λεκάνης απορροής των 1050 km² θα μπορούσαν να επιμερισθούν στους Μ.Τ. που θα ήταν κατανεμημένοι κατά μήκος των συλλεκτήρων Σ1, Σ2, Σ3, Σ4 και της τάφρου ΙΤ. Για τη συνολική έκταση των 18000 ha προβλέπονταν 72 Μ.Τ. που θα κατελάμβαναν 12000 ha περίπου. Σύμφωνα με τη λύση αυτή, το πρόβλημα προστασίας της περιοχής από τις πλημμύρες επιλύεται για συχνότητα εμφάνισης πλημμυρών 1:25 έτη.

Στο σχέδιο αυτό εντάσσονται όλα τα αντιπλημμυρικά και αποχετευτικά έργα που κατασκευάστηκαν στο παρελθόν με ορισμένες τροποποιήσεις. Από την "Προμελέτη Ταμιευτήρα Κάρλας και Συναφών Εργων" εντάσσονται στο σχέδιο αυτό, με ορισμένες τροποποιήσεις, οι Σ3, Σ4, Σ6, Σ7, το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του Πηνείου και οι διευθετήσεις του χειμάρρου Σικουρίου προς τον Πηνείο.

Ο κάθε Μ.Τ. θα κατελάμβανε, κατά μέσο όρο, 10 ha (316 m x 316 m) και θα περιβαλλόταν από περιμετρικό ανάχωμα ύψους 4 m με κλίση πρανών 2:3, θα είχε συνολικό βάθος 10 m. Το σχήμα των μικροταμιευτήρων θα ήταν η ανεστραμμένη κώλουρη πυραμίδα. Ο όγκος του νερού που θα αποταμιευόταν, σε κάθε ένα Μ.Τ. θα ήταν $1 \times 10^6 \text{ m}^3$, ο οποίος, με μέσες ετήσιες ανάγκες σε αρδευτικό νερό των καλλιεργειών 4000 m³/ha, θα επαρκούσε για την άρδευση 250 ha γύρω από κάθε Μ.Τ. Η συγκέντρωση νερού στους Μ.Τ. για άρδευση, θα βασιζόταν κυρίως στις εισροές από τη λεκάνη απορροής και περιορισμένες απολήψεις από τον Πηνείο. Η άρδευση από τους Μ.Τ. θα μπορούσε να ενισχυθεί με γεωτρήσεις, μία ανά μικροταμιευτήρα. Η είσοδος και η έξοδος του κάθε Μ.Τ.

θα ρυθμιζόταν από ρουφράκτες. Οι απώλειες κατά τη μεταφορά του νερού θα ήταν κατά τον μελετητή (Κουτσερίης 1985) μικρές, διότι οι αρδευόμενες εκτάσεις θα εκτεινόταν γύρω από κάθε Μ.Τ. Η άρδευση θα γίνεται σε πρώτη φάση με τη βοήθεια 5-6 αντλιών ανά ταμιευτήρα.

Σύμφωνα με τον μελετητή, ένα από τα πρωταρχικά κριτήρια για την προτεινόμενη ανάπτυξη της περιοχής, υπήρξε η σχέση σπατάλης-οφέλους εδαφών. Για την αξιοποίηση της έκτασης των 4500 ha, που θα πραγματοποιηθεί στην πρώτη φάση, προτείνονται 18 Μ.Τ., οι οποίοι θα καταλάβουν συνολική έκταση 180 ha. Αρα, η αρδευόμενη έκταση προς την έκταση που θα καταλάβουν οι Μ.Τ. θα έχει αναλογία 1:25 πράγμα που σημαίνει μικρή σπατάλη εδάφους.

Κατά την έκθεση της ομάδας υπαλλήλων του Υπουργείου Γεωργίας (1987), η λύση αυτή, με το πολύπλοκο πλέγμα των συνδετηρίων τάφρων, αναχωμάτων και των απαραίτητων τεχνικών έργων, συνιστά ένα πολύπλοκο σύστημα έργων, το οποίο όχι μόνο δεν θα επιλύσει το αντιπλημμυρικό πρόβλημα αλλά θα δημιουργήσει νέο και σε περιοχές που σήμερα δεν έχουν. Πέραν αυτών θεωρεί ότι θα παρουσιάζει, λόγω της υψηλής στάθμης του υπόγειου νερού ανυπέβλητα προβλήματα κατά το στάδιο της υλοποίησής του και απαιτεί υψηλό κόστος κατασκευής που σε τιμές του 1986 αντιστοιχεί σε 4300000 δρχ./ha ενώ η δαπάνη λειτουργίας τους θα ξεπεράσει κάθε όριο.

5.4.5. Διερεύνηση λύσεων κατασκευής ταμιευτήρα σε σχέση με την εκτροπή του Αχελώου

Η διερεύνηση αυτή που πραγματοποιήθηκε από το τεχνικό γραφείο Μαντζιάρα (1987), εντάσσεται στα πλαίσια της μελέτης "Ανάπτυξη Εγγειοβελτιωτικών Έργων Θεσσαλίας σε συνδυασμό με την εκτροπή του Αχελώου". Σκοπός αυτής ήταν να καθορίσει τον ρόλο, την έκταση και τον όγκο του ταμιευτήρα Κάρλας με δεδομένο ότι τα αρδευτικά δίκτυα της περιοχής θα τροφοδοτηθούν από τα νερά του Αχελώου. Το γεγονός αυτό θα έχει επακόλουθο ο ταμιευτήρας Κάρλας να περιορισθεί αποκλειστικά στην αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής, γεγονός που θα επιτρέψει μεγάλη μείωση της επιφανείας που πρόκειται να καταληφθεί από τον ταμιευτήρα.

Παράγοντες που ελήφθησαν υπόψη στη διερεύνηση αυτή, για τον καθορισμό της θέσης όπου αυτός θα εγκατασταθεί, στις επιμέρους λύσεις και στη γενική διάταξη των κυριοτέρων έργων, ήταν:

- ο περιορισμός κατά το δυνατό της έκτασης που θα καταλάβει ο ταμιευτήρας

- η γεωλογία της περιοχής, ώστε ο ταμιευτήρας να διαμορφωθεί σε περατά κατά το δυνατό πετρώματα που θα συμβάλλουν στην ταχύτερη εκκένωσή του
- η αντιμετώπιση, σε ορισμένες λύσεις, της ρύπανσης του Παγασητικού με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο.

Η διαστασιολόγηση των έργων, όσον αφορά τους όγκους των πλημμυρικών παροχών, βασίστηκε στα αποτελέσματα της υδρολογικής μελέτης της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982). Για τον καθορισμό της χωρητικότητας των ταμιευτήρων απλού σκοπού, στις διάφορες λύσεις, χρησιμοποιήθηκε στον υπολογισμό του ο όγκος απορροών συχνότητας 1:100 έτη και διάρκεια βροχής 36 ωρών (Πίνακας 5).

Για τις πλημμύρες συχνότητας 1:100 έτη γίνονται ανεκτές κατακλύσεις αγρών διάρκειας 5 ημερών.

Στην έκθεση προτείνονται επτά λύσεις από τις οποίες οι έξι αφορούν νέες προτάσεις με ταμιευτήρες απλού σκοπού και ο ένας αφορά τον ταμιευτήρα διπλού σκοπού (μελέτη ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης 1982).

Στοιχεία που αφορούν τον αριθμό των ταμιευτήρων που προβλέπεται σε κάθε λύση, την επιφάνεια και τον όγκο της πλημμυρικής παροχής που θα δεχθεί για συχνότητα 1:100 έτη δίνονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Στοιχεία προτεινόμενων ταμιευτήρων (Μαντζιάρας 1987)

Table 13. Features of proposed reservoirs (Mantziaras 1987)

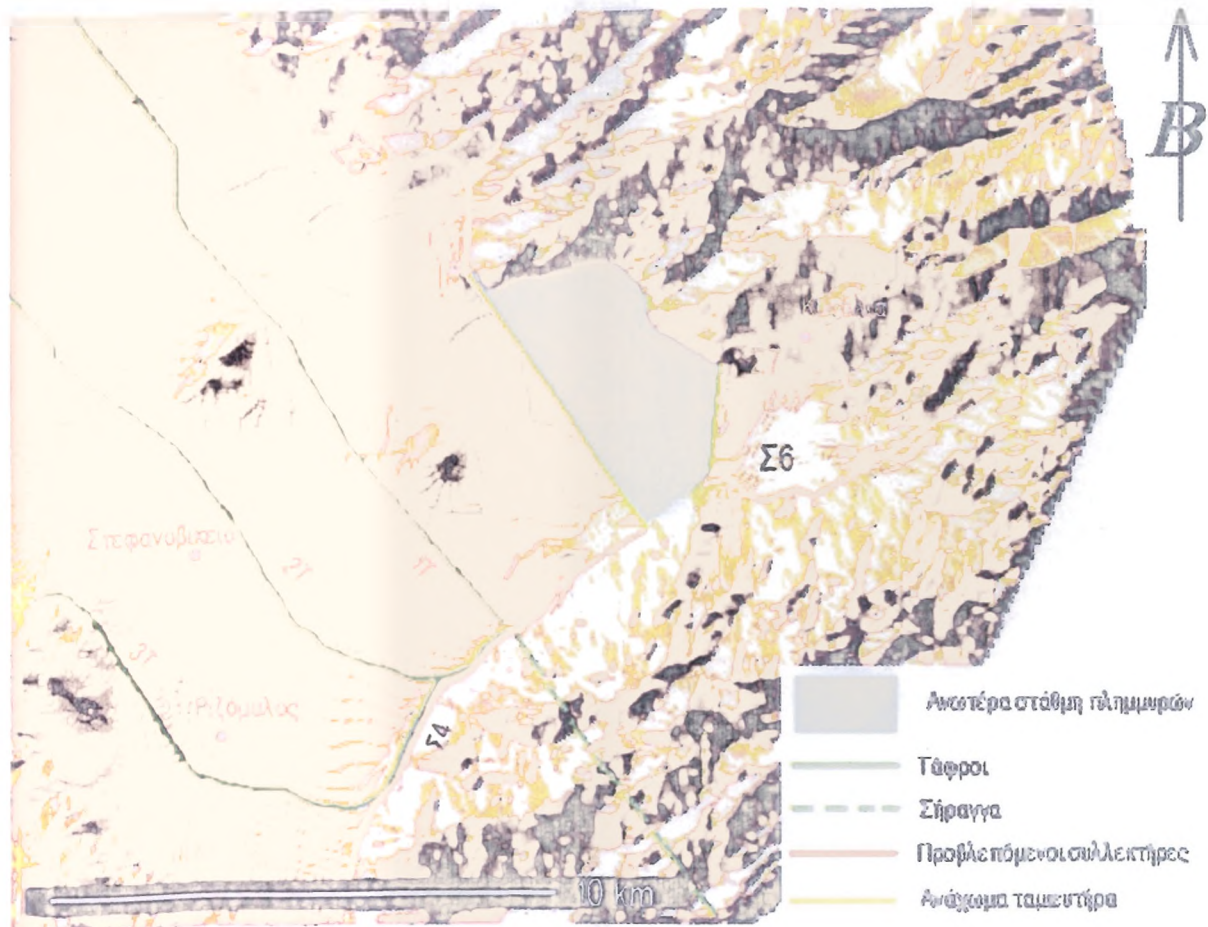
ΛΥΣΗ SOLUT.	Ταμιευτήρας Reservoir	Επιφάνεια Area ha	Ακαθάριστος Ογκος για ανάσχεση πλημμυρών Flood containment volume $\times 10^6 m^3$	Ογκος για αποταμίευση αρθ. νερού Irrig. water storage volume $\times 10^6 m^3$	Ογκος για απόθεση φερτών υλικών Silt volume $\times 10^6 m^3$	Καθαρός Ογκος για ανάσχεση πλημμυρ. Net Flood containment volume $\times 10^6 m^3$
I	Ένας - One	1500	82,93	-	12,34	55,33
II	Βόρειος - North	780	34,64	-	5,29	29,35
	Νότιος - South	700	59,90	-	6,76	34,02
III	Ένας - One	4200	223,75	135,00	13,24	62,17
V	Ένας - One	1500	66,77	-	12,05	54,08
V	Βόρειος - North	780	34,64	-	5,29	29,35
	Νότιος - South	700	40,78	-	6,76	34,02
VI	Ένας - One	1510	66,15	-	12,05	54,10
VII	Βόρειος - North	920	34,95	-	5,29	29,66
	Νότιος - South	550	40,47	-	6,76	33,71

Για τον περιορισμό, κατά το δυνατό, της επιφάνειας που θα καταλάβει ο ταμιευτήρας αντιπλημμυρικής προστασίας, ο ωφέλιμος όγκος του ισούται με τον αναμενόμενο μέγιστο όγκο πλημμυρών συχνότητας 1:100 ετών. Για να ανταποκριθεί στην ανάσχεση μέγιστης πλημμύρας, η οποία είναι δυνατά να συμβεί σε οποιαδήποτε στιγμή, θα πρέπει να διατηρείται σχεδόν κενός. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή τεχνικού έργου ασφαλείας - εκκένωσης, παροχετευτικής ικανότητας $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Σκοπός του τεχνικού έργου είναι: (α) η διαφυγή μέσω αυτού των πλημμυρικών υδάτων από τον ταμιευτήρα στη γύρω περιοχή, όταν η στάθμη ανέλθει πάνω από ορισμένο όριο, που θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια των αναχωμάτων του και (β) η εκκένωση του ταμιευτήρα και απαγωγή των υδάτων, όταν το επιτρέπουν οι συνθήκες, μέσω της σήραγγας, προς τη θάλασσα, για να υπάρχει ο απαραίτητος χώρος για την αντιμετώπιση ενδεχομένης πλημμύρας.

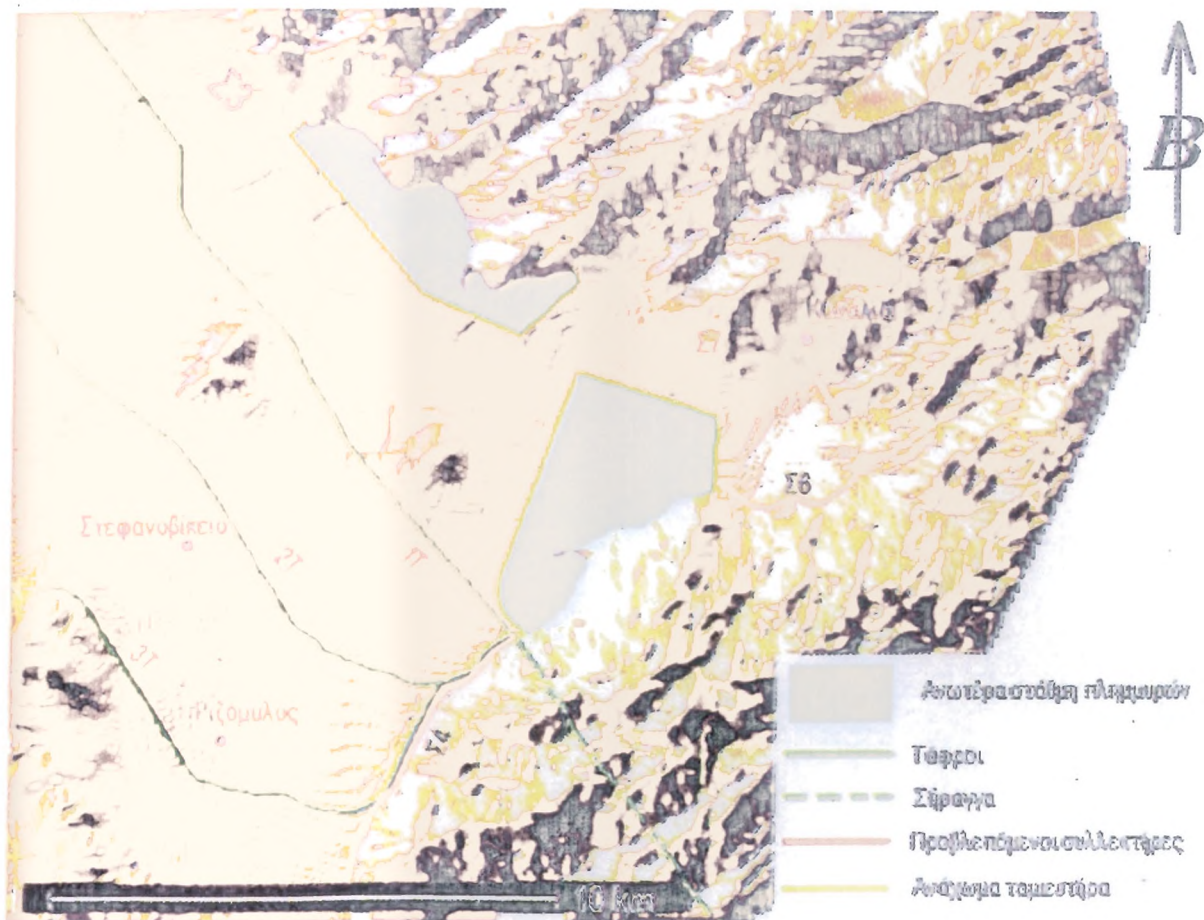
Η γενική διάταξη των κυριότερων από τα προτεινόμενα έργα στις επί μέρους λύσεις έχουν ως εξής (βλέπε και Πίνακα 13):

Λύση I: Προβλέπεται η δημιουργία ταμιευτήρα απλού σκοπού, έκτασης 1550 ha, με αποχέτευση μέσω της υπάρχουσας σήραγγας στον Παγασητικό, ο οποίος καταλαμβάνει τα χαμηλότερα σημεία της πεδιάδας και δημιουργείται μεταξύ δύο αναχωμάτων, δυτικού και ανατολικού (Σχήμα 22). Το ανατολικό ανάχωμα προβλέπεται να κατασκευασθεί στην ίδια θέση με το αντίστοιχο της προμελέτης του 1982, για την προστασία της περιοχής των αμυγδαλεώνων. Σε όλες τις προτεινόμενες λύσεις, η στέψη των αναχωμάτων θα είναι σε υψόμετρο +52 m και η ανώτατη στάθμη νερού + 50 m. Στον ταμιευτήρα καταλήγουν οι συλλεκτήρες Σ3, Σ4, Σ6 και Σ7, η δε αποχετευτική τάφρος IT καταλήγει στην υπάρχουσα σήραγγα. Για την άντληση των πλημμυρικών υδάτων που υπερβαίνουν την παροχετευτική ικανότητα της σήραγγας ($8,5 \text{ m}^3/\text{sec}$) όπως επίσης και αυτών της περιοχής των αμυγδαλεώνων προβλέπεται η εγκατάσταση δύο αντλιοστασίων. Το πρώτο θα εγκατασταθεί κοντά στο δυτικό ανάχωμα για την ανύψωση στον ταμιευτήρα πλημμυρικών υδάτων της IT με παροχετευτικότητα $35 \text{ m}^3/\text{sec}$, ικανό να περιορίζει τις κατακλύσεις συχνότητας, 1:100 στις 5 ημέρες και το δεύτερο για την άντληση των πλημμυρικών υδάτων της περιοχής των αμυγδαλεώνων.

Λύση II: Προβλέπεται η κατασκευή δύο ταμιευτήρων απλού σκοπού και ως βασικό έργο αποχέτευσης η υπάρχουσα σήραγγα. Ο νότιος ταμιευτήρας (Σχήμα 23) καταλαμβάνει 1140 ha, στον Ν.Μαγνησίας και εφάπτεται με τη νότια πλευρά της λοφώδους περιοχής, ο δε βόρειος καταλαμβάνει 750 ha, κυρίως στον Ν.Λαρίσης και εφάπτεται στις λοφώδεις προσβάσεις του Μαυροβουνίου. Στον βόρειο ταμιευτήρα καταλήγουν οι συλλεκτήρες Σ3 και Σ7 και στον νότιο οι



Σχήμα 22. Ταμιευτήρας απλού σκοπού Λύση I (Μαντζιάρας 1987)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 23. Ταμιευτήρας απλού σκοπού-Λύση II (Μαντζιάρας 1987)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

συλλεκτήρες Σ₄ και Σ₆, ενώ η 1T στη σήραγγα. Στο δυτικό άκρο του αναχώματος του νοτίου ταμιευτήρα προτείνεται η κατασκευή αντλιοστασίου ΑΙ που λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο με αυτό της λύσεως Ι, παροχетеυτικότητας 35 m³/sec.

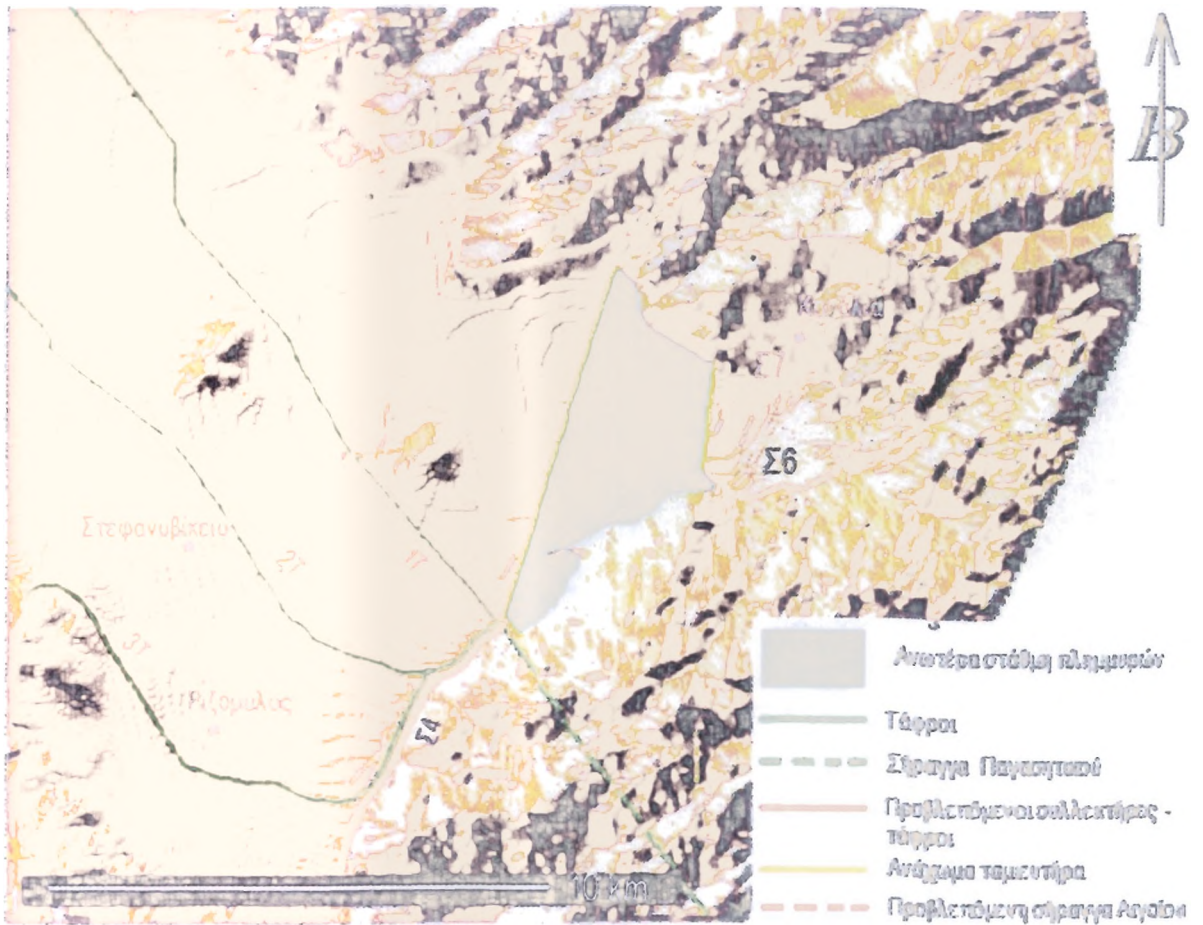
Λύση III: Η λύση αυτή έχει ήδη περιγραφεί (βλέπε σελ. 40) και αφορά τον ταμιευτήρα διπλού σκοπού της προμελέτης του γραφείου ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982), με σκοπό την άρδευση 18000 ha και χρησιμοποιείται εδώ ως βάση σύγκρισης.

Λύση IV: Προβλέπει ταμιευτήρα 1360 ha, (Σχήμα 24). Βασικό έργο αποχέτευσης είναι η προτεινόμενη σήραγγα προς το Αιγαίο, συνεπικουρούμενη και από την ήδη υπάρχουσα σήραγγα προς τον Παγασητικό. Η σήραγγα προς το Αιγαίο θα έχει συνολικό μήκος 10250 m, θα είναι ημικυκλικής διατομής, με παροχетеυτική ικανότητα 35 m³/sec. Ο ταμιευτήρας θα καταλαμβάνει τα χαμηλότερα σημεία της πεδιάδας και θα δημιουργηθεί με την κατασκευή δύο αναχωμάτων, δυτικό και ανατολικό. Το ανατολικό ανάχωμα είναι το ίδιο όπως και στις λύσεις Ι και ΙΙ. Στον ταμιευτήρα θα καταλήγουν οι συλλεκτήρες Σ₃, Σ₄, Σ₆ και Σ₇, η δε κύρια τάφρος θα καταλήγει στις σήραγγες Αιγαίου και Παγασητικού. Για την περιοχή των αμυγδαλεώνων προβλέπεται η κατασκευή στραγγιστικού αντλιοστασίου παροχής 5 m³/sec.

Παραλλαγή της Λύσης IV: Αυτή διαφέρει από τη λύση IV, διότι προβλέπει την κατάκλυση της περιοχής αμυγδαλεώνων (Σχήμα 25) με ανάλογη αποζημίωση των παραγωγών. Στην περίπτωση αυτή καταργείται το ανατολικό ανάχωμα, το αντλιοστάσιο ΑΙΙ και οι συλλεκτήρες Σ₆ και Σ₇.

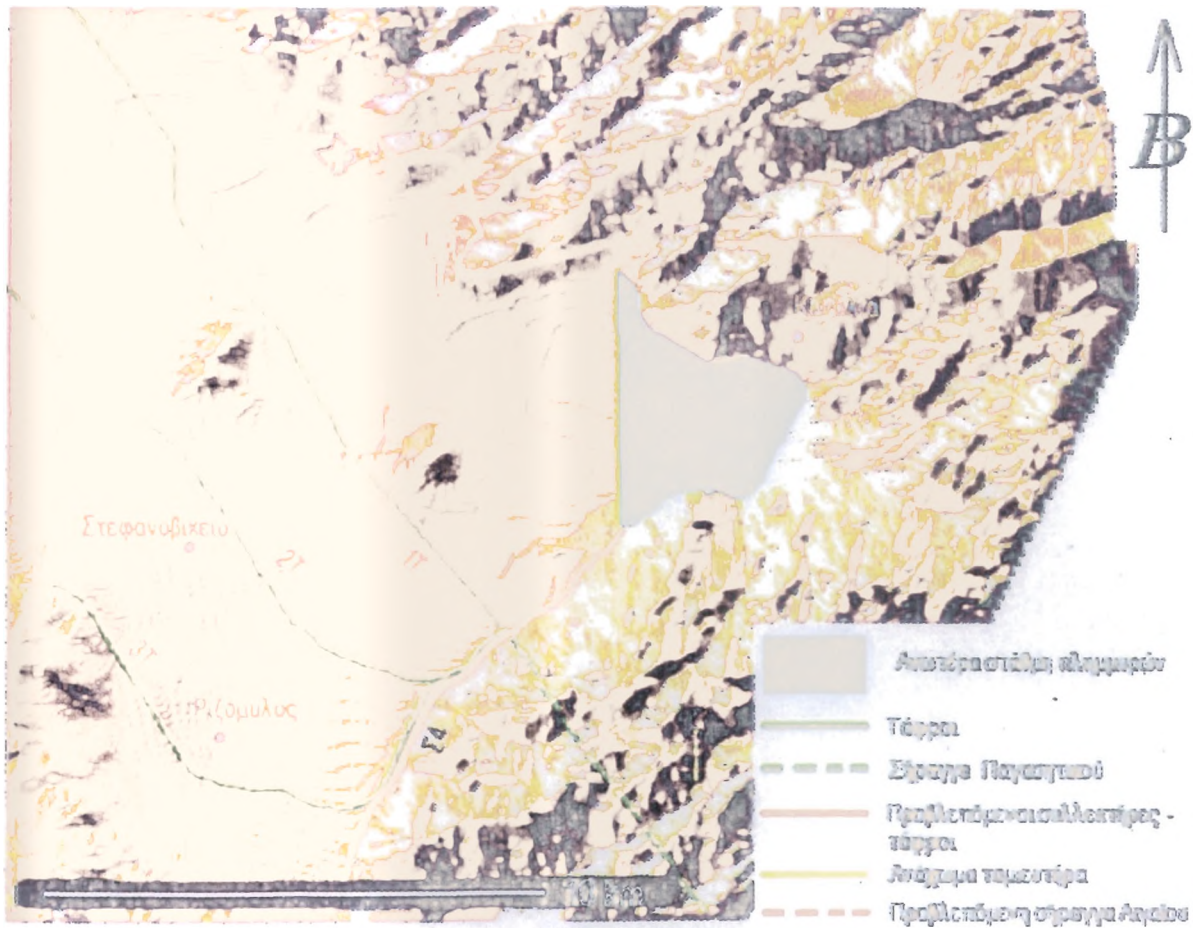
Λύση V: Περιλαμβάνει την κατασκευή δύο ταμιευτήρων για την αντιπλημμυρική προστασία και βασικό έργο αποχέτευσης τις σήραγγες Αιγαίου και Παγασητικού (Σχήμα 26). Ο νότιος ταμιευτήρας τοποθετείται βασικά στην ίδια περιοχή με αυτόν της λύσης ΙΙ, με έκταση 570 ha ενώ ο βόρειος είναι ακριβώς ο ίδιος με αυτόν της λύσεως ΙΙ και θα καταλαμβάνει έκταση 750 ha. Στον βόρειο ταμιευτήρα καταλήγουν οι συλλεκτήρες Σ₃ και Σ₇ και στον νότιο οι Σ₄ και Σ₆.

Λύση VI: Προβλέπει έναν ταμιευτήρα για την αντιπλημμυρική προστασία της περιοχής και βασικά έργα αποχέτευσης τις σήραγγες Αιγαίου και Παγασητικού. Ο ταμιευτήρας θα τοποθετηθεί κατά μήκος της βορειοανατολικής πλευράς, θα



Σχήμα 24. Ταμιευτήρας απλού σκοπού με κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο Λύση IV (Μαντζιάρας 1987)

(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 25. Ταμιευτήρας απλού σκοπού με κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο: Παράλλαξη Λύσης IV (Μαντζιάρας 1987)

(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

καταλαμβάνει το χαμηλότερο τμήμα της πεδιάδας και θα έχει εμβαδόν 1350 ha (Σχήμα 27). Στον ταμιευτήρα θα καταλήγουν οι συλλεκτήρες Σ₃ και Σ₄.

Λύση VII: Περιλαμβάνει την κατασκευή δύο ταμιευτήρων απλού σκοπού με βασικό έργο αποχέτευσης τις σήραγγες Αιγαίου και Παγασητικού (Σχήμα 28). Ο νότιος ταμιευτήρας είναι ακριβώς ο ίδιος με τον αντίστοιχο της λύσεως V, έκτασης 870 ha, ενώ ο βόρειος τοποθετείται στην ίδια περιοχή με αυτόν της λύσεως V και έχει έκταση 760 ha. Στον βόρειο ταμιευτήρα καταλήγουν οι συλλεκτήρες Σ₃ και Σ₇ και στον νότιο οι Σ₄ και Σ₆.

5.4.6. Κριτική λύσεων

Η επιλογή της ενδεδειγμένης λύσεως από τον μελετητή βασίστηκε στην τεχνοοικονομική σύγκριση των λύσεων που εξετάστηκαν.

Σύμφωνα με τον μελετητή (Μαντζιάρας 1987), με βάση μόνο τα οικονομικά κριτήρια, υπερτερούν οι λύσεις I, II και III οι οποίες όμως δεν παρέχουν καμιά προστασία εναντίον της ρύπανσης του Παγασητικού κόλπου από τις εισροές της σήραγγας Κάρλας. Από τις υπόλοιπες λύσεις που επιλύουν τα σχετικά προβλήματα της περιοχής, στα οποία περιλαμβάνονται και η προστασία του Παγασητικού κόλπου από τη ρύπανση, επιλέγουν τη λύση IV.

Στα συμπεράσματα της μελέτης του Μαντζιάρα (1987) αναφέρεται, μεταξύ των άλλων, ότι:

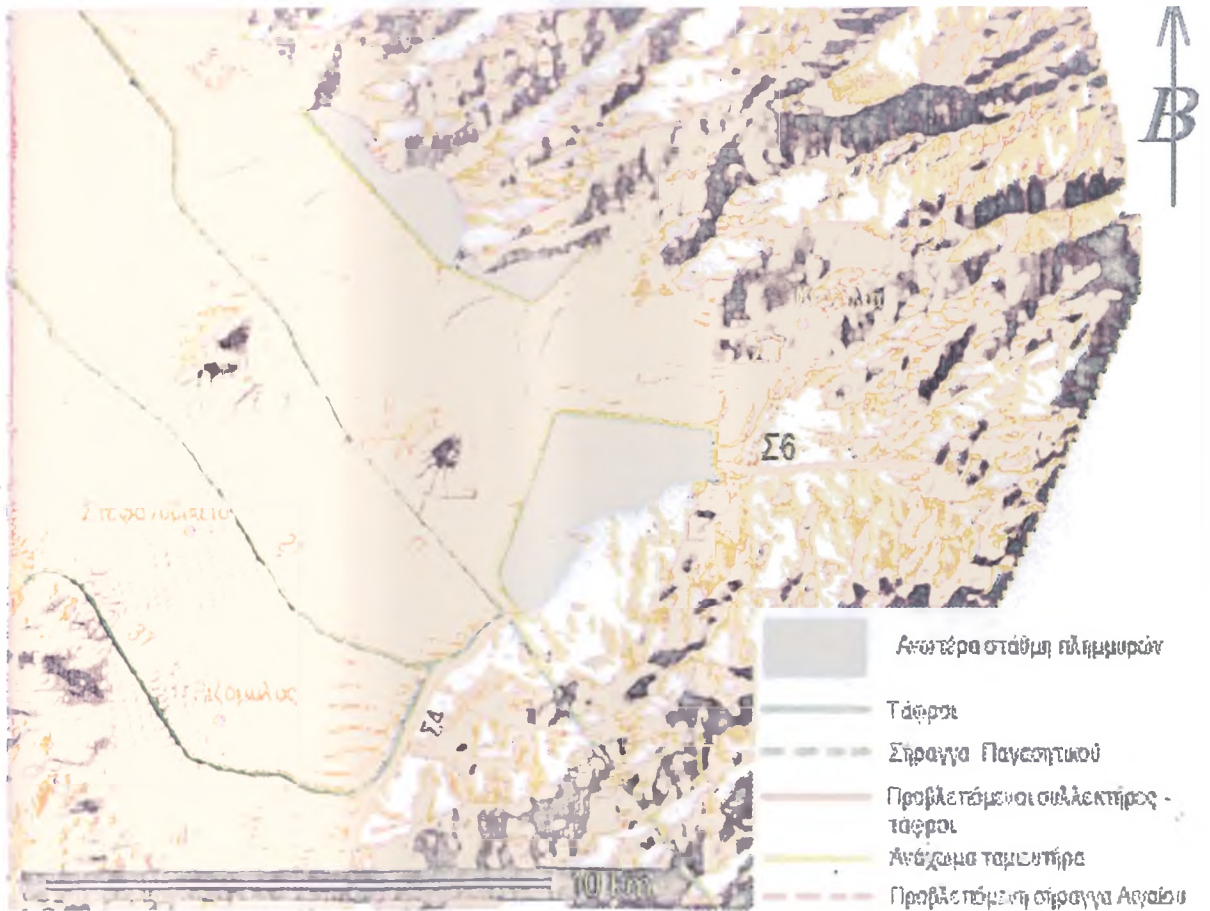
α) Η λύση IV ή μία παραλλαγή της, που θα προκύψει από μία λεπτομερέστερη μελέτη, επιλύει με τη μικρότερη δαπάνη το πρόβλημα ρύπανσης του Παγασητικού.

β) Με τη σήραγγα Αιγαίου αντιμετωπίζεται αποτελεσματικότερα η αντιπλημμυρική προστασία. Η ύπαρξη της σήραγγας προς τον Παγασητικό δεν θα πρέπει να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα διότι, εκτός του ότι έχει ήδη αποσβεστεί είναι ανεπαρκής και συντελεί στη ρύπανση του Παγασητικού.

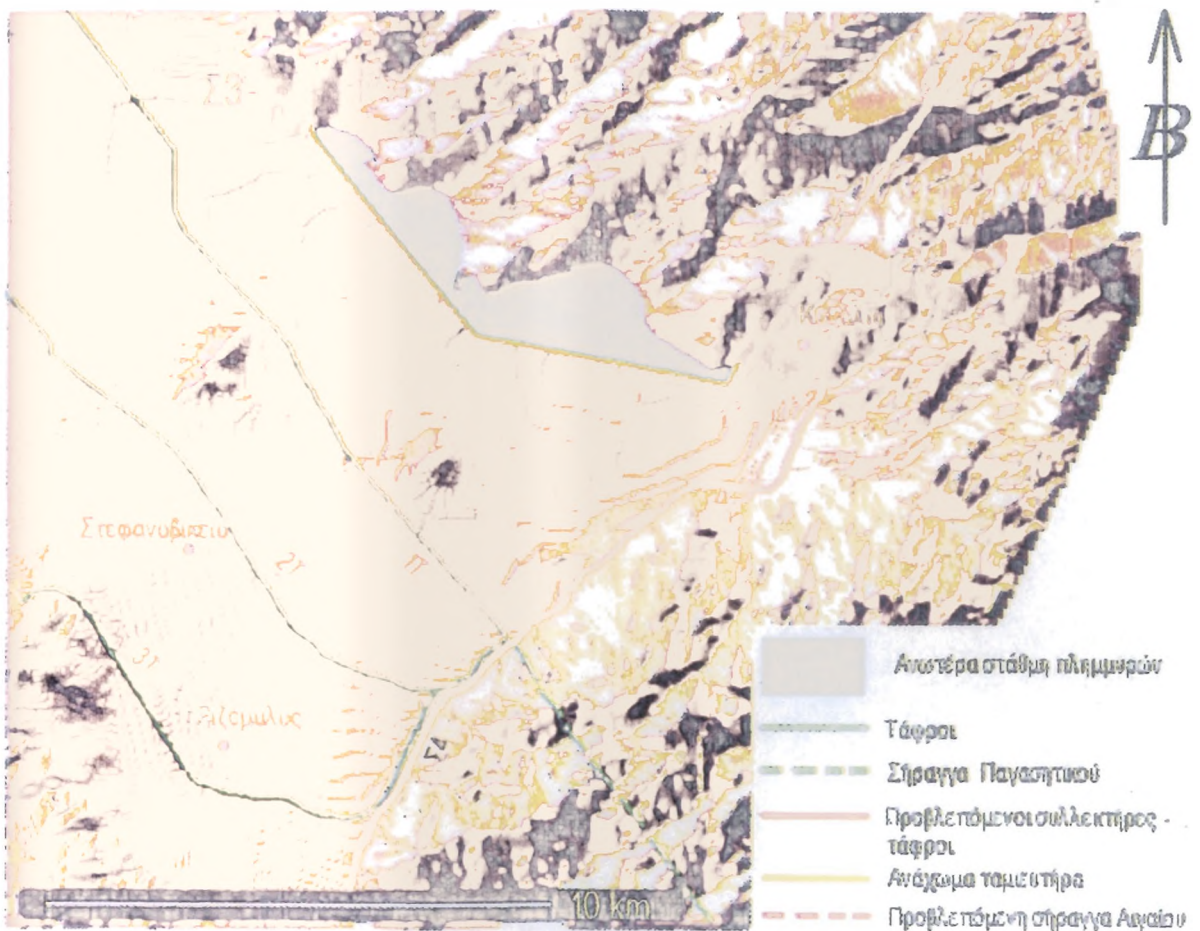
γ) Με δεδομένη την εκτροπή του Αχελώου δεν κρίνεται σκόπιμη η χρησιμοποίηση του ταμιευτήρα της Κάρλας ως ταμιευτήρα αρδευτικού νερού.

δ) Με την κατασκευή ταμιευτήρα μόνο για αντιπλημμυρική προστασία μειώνεται η καταλαμβανόμενη από αυτόν έκταση, γεγονός που αμβλύνει τα κοινωνικά προβλήματα που θα προκληθούν από την κατάληψη μεγαλύτερης έκτασης.

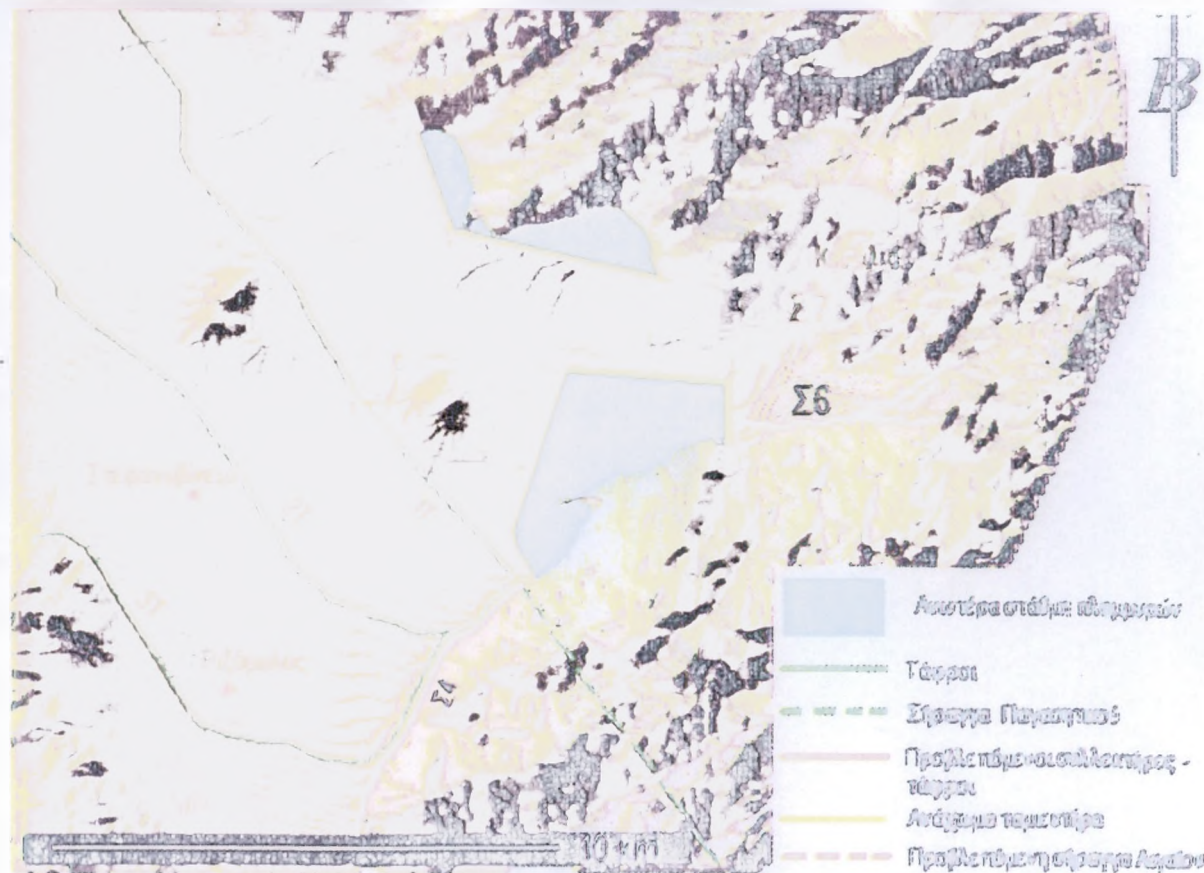
Από την επισκόπηση των λύσεων αυτών φαίνεται ότι εάν δεν ληφθεί ειδική μέριμνα, ώστε ο ταμιευτήρας να διατηρεί πάντοτε μια ορισμένη στάθμη νερού, αυτός θα παραμένει, το μεγαλύτερο διάστημα του έτους, κενός και ελάχιστα θα συμβάλει στην αποκατάσταση των λειτουργιών του υδροτόπου και θα αποτελέσει



Σχήμα 26. Ταμιευτήρας απλού σκοπού σε συνδυασμό με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Λιγαιο-
 Λύση V (Μαντζιάρας 1987)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 27. Ταμιευτήρας απλού σκοπού σε συνδυασμό με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Λιγαιο-
 Λύση VI (Μαντζιάρας 1987)
 (Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)



Σχήμα 28. Ταμιευτήρες απλού σκοπού σε συνδυασμό με την κατασκευή νέας σήραγγας προς το Λιγαίο: Λύση VII (Μαντζιάρας 1987)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

απλώς έναν χώρο προσωρινής υποδοχής των πλημμυρικών υδάτων, τα οποία στη συνέχεια θα απάγονται, μέσω του τεχνικού έργου εκκένωσης, προς τη θάλασσα.

5.4.7. Πρόταση δημιουργίας προ-ταμιευτήρα με σκοπό την αποκατάσταση υγροτοπικού συστήματος

Η μελέτη-γνωμάτευση (ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ 1992), που έγινε με πρωτοβουλία των Παρακαρλίων κοινοτήτων Κανάλια-Κάτω Κερασιά, σκοπούς είχε: (α) τον εντοπισμό και την καταγραφή των επιπτώσεων που θα προκληθούν από τη δημιουργία του ταμιευτήρα στο αβιοτικό, βιοτικό, κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον της περιοχής και β) την παροχή προτάσεων για βέλτιστη διαχείριση και περιβαλλοντική αναβάθμιση της περιοχής.

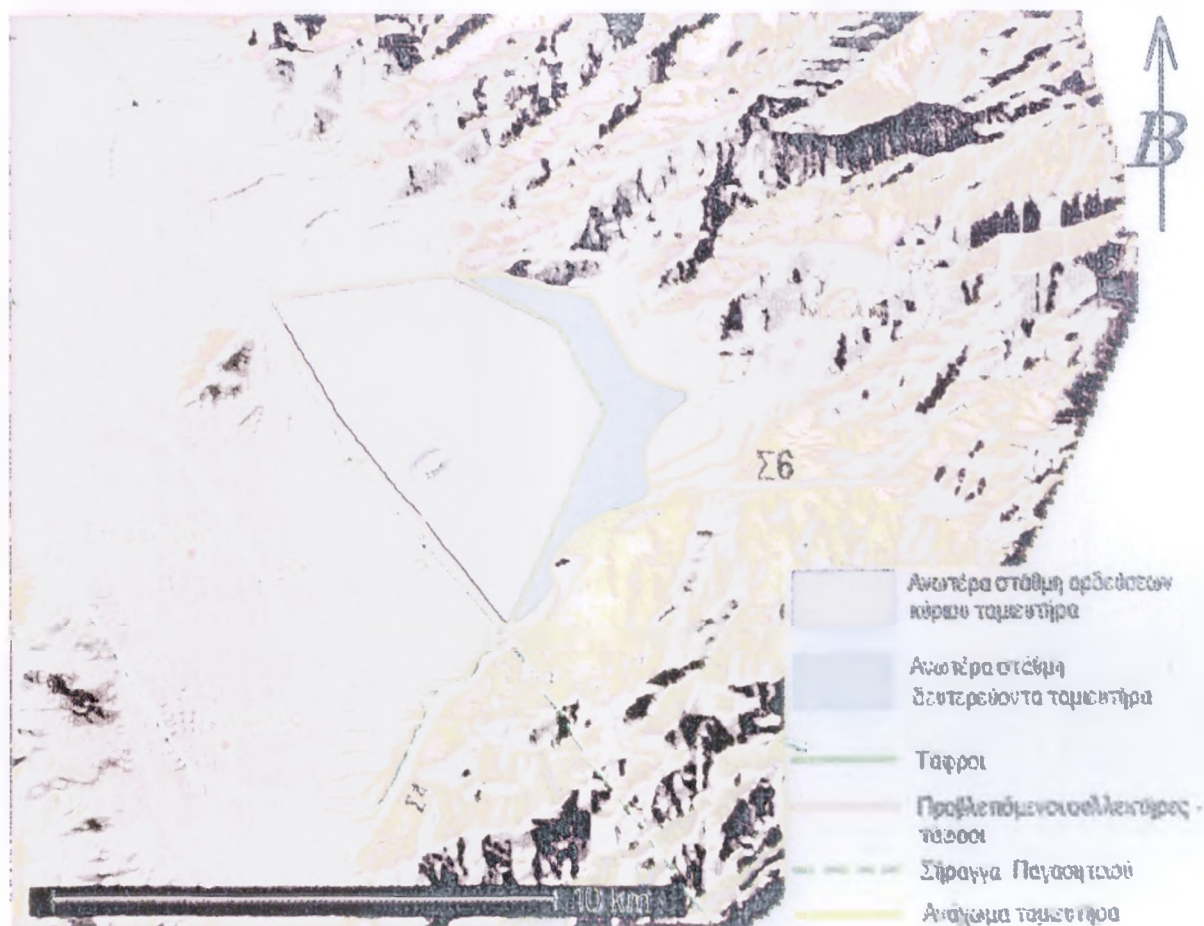
Στη μελέτη δίνεται η περιβαλλοντική εικόνα της περιοχής που αφορά τα φυσικά, βιολογικά και κοινωνικά γνωρίσματά της. Τα στοιχεία αυτά, η μελέτη θεωρεί ότι αποτελούν τη βάση για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή του ταμιευτήρα. Από τις προτεινόμενες λύσεις, θεωρεί ως πλέον ικανοποιητική τον ταμιευτήρα 4200 ha (ΑΛΦΑ ΩΜΕΓΑ), ο οποίος θα καλύπτει τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής και συγχρόνως θα εξασφαλίζει την

αντιπλημμυρική της προστασία (διπλού σκοπού). Επίσης γίνεται εκτίμηση του ρυπαντικού φορτίου που θα προέλθει από μη σημειακές πηγές.

Για να προκύψουν τα μέγιστα δυνατά οφέλη από τη δημιουργία του ταμιευτήρα, όσον αφορά: (α) την αύξηση της βιοποικιλότητας και των πληθυσμών διαφόρων ζωικών ειδών και (β) την καταπολέμηση της αυξημένης φόρτισης με ρύπους των απορροεόντων υδάτων. Με τη μελέτη αυτή προτείνονται ορισμένες επεμβάσεις που αφορούν την περίπτωση όπου το έργο υλοποιηθεί ως έχει και κάποιες άλλες που αναφέρονται στη μερική τροποποίηση του έργου.

Για την περίπτωση κατά την οποία το έργο υλοποιηθεί σύμφωνα με τη μελέτη, προτείνουν ορισμένες επεμβάσεις που αφορούν κυρίως τον χρόνο κατάκλυσης και την αλλαγή της μεθόδου αρδεύσεως ώστε να περιλάβει 30% άρδευση με ελεύθερη ροή και 70% άρδευση με τεχνητή βροχή.

Για την επίτευξη σε μεγαλύτερο βαθμό των προαναφερθέντων σκοπών προτείνεται τροποποίηση της αρχικής μελέτης της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982), ώστε ο κύριος ταμιευτήρας να διαμορφωθεί με την κατασκευή ενός περιμετρικού αναχώματος (Σχήμα 29)



Σχήμα 29. Πρόταση για μερική τροποποίηση του ταμιευτήρα των 4.200 ha με την κατασκευή κι ενός δευτερεύοντα ταμιευτήρα (ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ 1992)
(Η επεξεργασία και η παρουσίαση των πληροφοριών έγινε από το ΕΚΒΥ)

Με την τροποποίηση αυτή, κατά τόν μελετητή, το συνολικό μήκος του αναχώματος αυξάνεται κατά 55% και ο όγκος του νερού που θα αποταμιεύει μειώνεται κατά 32%. Στο νότιο τμήμα του ταμιευτήρα προβλέπεται η κατασκευή ενός δευτερεύοντος αναχώματος μικρότερου κόστους και η διαμόρφωση, μεταξύ αυτού και του κύριου αναχώματος, ενός δευτερεύοντος αβαθούς ταμιευτήρα. Ο ταμιευτήρας αυτός, θα δέχεται τα επιβαρυμένα με ρυπαντικό φορτίο νερά της στράγγισης τα οποία θα καθαρίζονται κατά την παραμονή τους σ' αυτόν και θα καταλήγουν στον κύριο ταμιευτήρα.

Γα πλεονεκτήματα από την τροποποίηση αυτή, κατά τους μελετητές, θα είναι:

- οικονομία νερού, που θα προέλθει από την ανακύκλωσή του
- μείωση του ρυπαντικού φορτίου των υδάτων, που θα απάγονται στον Παιασητικό
- επανεμφάνιση του υδροτοπικού συστήματος στον δευτερεύοντα ταμιευτήρα με τα αβαθή νερά.
- επίλυση του προβλήματος κατάκλυσης του υπάρχοντος οδικού δικτύου και μείωση κόστους ανακατασκευής του
- επίλυση του μέγιστου κοινωνικού προβλήματος, που θα μπορούσε να προκληθεί από την κατάκλυση υφισταμένων καλλιεργειών που παραμένουν εκτός ταμιευτήρα.

6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΚΡΩΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών (1987-1990) κατασκευάσθηκαν από τις τοπικές υπηρεσίες έξι μικροί ταμιευτήρες. Σκοπός των ταμιευτήρων αυτών ήταν η αποταμίευση αρδευτικού νερού και η κατακράτηση επιβαρυσμένων με ρύπους υδάτων που έφθαναν στον Παγασητικό κόλπο μετά το τέλος της αρδευτικής περιόδου, όταν ανοίγει το φράγμα στον χείμαρρο Ασμάκι (Μανούδης 1993).

Οι ταμιευτήρες που έχουν κατασκευαστεί είναι:

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ	ΟΓΚΟΣ x 10 ⁶ m ³
- Ελευθέριο	30 ha	0,7
- Δήμητρα	30 ha	0,7
- Πλατύκαμπος	25 ha	0,5
- Νάματα	57 ha	1,5
- Καλαμάκι	200 ha	6
- Στεφανοβίκειο	400 ha	12
ΣΥΝΟΛΟ	742 ha	21,4

Η πλήρωση των ταμιευτήρων γίνεται με άντληση από τις στραγγιστικές τάφρους. Λόγω της προέλευσής του, το νερό των τάφρων, περιέχει μεγάλο ρυπαντικό φορτίο και αυξημένη συγκέντρωση αλάτων, η οποία σύμφωνα με μετρήσεις της ΥΕΒ (Μανούδης 1993), είναι από 4000 μμhos/cm για τον ταμιευτήρα Στεφανοβίκειο, 2000 μμhos/cm για αυτόν του Καλαμακίου και 1000 μμhos/cm για τον ταμιευτήρα Ελευθερίου.

Κατά την παραμονή των υδάτων στους ταμιευτήρες επιτυγχάνεται βελτίωση της ποιότητας αυτών όσον αφορά την αποικοδόμηση του ρυπαντικού φορτίου, ενώ η αλατότητα παραμένει στο ίδιο αρχικό επίπεδο. Μακροχρόνια εφαρμογή επιβαρυσμένου με άλατα νερού σε εδάφη προκαλεί σοβαρά προβλήματα παθογένειας (Ayers και Westcot 1985).

Η δημιουργία των ταμιευτήρων αποκατέστησε σε πολύ μικρό βαθμό ορισμένες λειτουργίες του προϋπάρχοντος υγροτόπου με την εμφάνιση της υγροτοπικής βλάστησης και ορισμένων ψαριών και υδρόβιων πτηνών. Σύμφωνα με πρόσφατες παρατηρήσεις (Οικονομίδης και Τσεκούρα 1992), σε δύο από τους

παραπάνω ταμιευτήρες μετρήθηκαν 70 είδη πτηνών (παρυδάτιων, υδροβίων και αρπακτικών) ανάμεσα στα οποία περιλαμβάνονται και Φοινικόπτερα.

Η κατασκευή των μικροταμιευτήρων, όπως επισημαίνεται και στη έκθεση της ΔΕΒ Μαγνησίας για την κατασκευή του μικροταμιευτήρα του Στεφανοβίκειου (Νικολιδάκης 1988), σε καμιά περίπτωση δεν αποτελεί την τελική λύση του προβλήματος της Κάρλας και δεν θα πρέπει να επηρεάσει την προώθηση της τελικής λύσης που είναι η δημιουργία του μεγάλου ταμιευτήρα.

7. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Με την κατασκευή των υδραυλικών έργων στην ευρύτερη περιοχή της Κάρλας προστατεύθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι γεωργικές εκτάσεις από τις πλημμύρες και αποδόθηκε στην καλλιέργεια ο αποκαλυφθείς πυθμένας της λίμνης. Συνέπεια αυτού ήταν η θεαματική αύξηση του γεωργικού εισοδήματος. Από την άλλη μεριά, με την αποξήρανση της λίμνης χάθηκε η ιχθυοπαραγωγή ενώ 1000 περίπου ψαράδες οι οποίοι συναίνεσαν στην αποξήρανση, προσδοκώντας απόκτηση γεωργικής γης, έχασαν την απασχόλησή τους (Κουτσερής 1990).

Οι προσδοκίες για την απόκτηση γεωργικής γης, που είχαν πολλοί κάτοικοι, μερικώς διαψεύστηκαν. Από τις αποκαλυφθείσες εκτάσεις μεγάλο μέρος καταπατήθηκε κυρίως από όσους είχαν αγρούς που συνόρευαν με τη λίμνη (Κουτσερής 1990), ενώ έκταση 6000 ha παρέμεινε στην κυριότητα του κράτους για την εγκατάσταση σ'αυτήν του ταμιευτήρα. Πολλοί από τους καταπατητές κατάφεραν να κατοχυρώσουν τις εκτάσεις αυτές στα δικαστήρια και αργότερα στον Αρειο Πάγο, καθιστώντας τις αποφάσεις αμετάκλητες. Υστερα από μεγάλο αγώνα των ακτημόνων εκδόθηκαν νόμοι με τους οποίους έγινε προσπάθεια άρσης των αδικιών (Βαβίζος κ.ά. 1984).

Οι εκτάσεις που παραμένουν σήμερα στην κυριότητα του κράτους παραχωρούνται προσωρινά για χρήση στους ακτήμονες. Αυτό αποτελεί εν μέρει ανασταλτικό παράγοντα για την κατασκευή του ταμιευτήρα, διότι οι ακτήμονες αυτοί, στην περίπτωση κατασκευής του ταμιευτήρα, θα απωλέσουν το εισόδημά τους χωρίς να δικαιούνται σχετική αποζημίωση, εφόσον δεν είναι κάτοχοι των κτημάτων αυτών (Μαντζιάρας 1987).

Η μη ολοκλήρωση των αντιπλημμυρικών έργων και η απουσία στραγγιστικού δικτύου, η κατασκευή των οποίων συνδέεται με τη δημιουργία του ταμιευτήρα, απειλούν με περιοδικές κατακλύσεις και καταστροφές τις καλλιέργειες (Χατζηλάκος 1992). Η άμεση παροχέτευση προς τη θάλασσα μεγάλου ποσοστού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων έχει επακόλουθο την απώλεια για την περιοχή υδατικών πόρων (Βαβίζος κ.ά 1984). Η ανεξέλεκτη ανώρυξη γεωτρήσεων για αρδευτική, οικιακή και βιομηχανική χρήση οδήγησε στην υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδροφορέα, η οποία, σε συνδυασμό με την παρατεταμένη ξηρασία των τελευταίων ετών, εξάντλησε σε επικίνδυνο βαθμό το υπόγειο υδατικό δυναμικό της περιοχής, όπου παρατηρείται μερική πτώση της υπόγειας στάθμης με άμεσο κίνδυνο την είσοδο θαλασσινού νερού (Θάνος 1993). Η παρατηρούμενη πτώση της στάθμης και η άντληση από μεγαλύτερα βάθη, από

όσα αρχικά είχαν προβλεφθεί, ξεπέρασαν το όριο της οικονομικής ευστάθειας των γεωτρήσεων (Χατζηλάκος 1992). Η χρησιμοποίηση εξάλλου για αρδευτικούς σκοπούς των υδάτων των στραγγιστικών τάφρων που περιέχουν αυξημένες συγκεντρώσεις αλάτων, οδηγεί μακροπρόθεσμα στη πρόκληση παθογένειας στα εδάφη.

Η επέκταση των καλλιεργουμένων εκτάσεων σε νέες περιοχές, η εντατική χρήση λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων, με την παράλληλη ανάπτυξη της βιομηχανικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή, ήταν φυσικό να αυξήσουν την ποσότητα των ρύπων από σημειακές και μη σημειακές πηγές. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο 1983 - 1987 έδειξαν ότι το συνολικό ρυπαντικό φορτίο που καταλήγει μέσω του αποχετευτικού δικτύου και της σήραγγας Κάρλας στον Παγασητικό κόλπο, ισοδυναμεί με λύματα πόλεως με πληθυσμό που κυμαίνεται από 46000 έως 172000 κατοίκους (Κυριακόπουλος κ.ά. 1987). Το γεγονός αυτό προκαλεί τις έντονες διαμαρτυρίες των κατοίκων του Βόλου.

Η αποξήρανση της λίμνης επιδείνωσε το μικροκλίμα της περιοχής (Κουτσεράς κ.ά. 1988).

Ο δραστικός περιορισμός των εκτάσεων με στάσιμα νερά, μετά την κατασκευή των έργων που ολοκληρώθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1962, είχε ευεργετικές συνέπειες στην υγεία των κατοίκων.

Με την αποξήρανση της λίμνης χάθηκε όμως και το μεγαλύτερο ποσοστό της υδρόβιας βλάστησης και ορισμένα είδη αυτής έχουν τελείως εξαφανισθεί (Βαβίζος κ.ά. 1984). Μειώθηκε επίσης πολύ ο αριθμός των ζωικών ειδών και το μεγαλύτερο ποσοστό από τα παρυδάτια πουλιά. Επίσης, με την απώλεια του υγροτόπου, τα μεταναστευτικά πουλιά έχασαν τον σταθμό παραμονής τους κατά τους μεταναστευτικούς κύκλους (Βαβίζος κ.ά. 1984).

Τα ψάρια, που ήταν άφθονα σε αριθμό και είδος, σε όλη την έκταση της λίμνης, χάθηκαν και απαντώνται μόνο σε ορισμένες στραγγιστικές τάφρους και μικροταμιευτήρες, που έχουν στο μεταξύ κατασκευασθεί (ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ 1992).

8. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΤΟΥ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ

Σκοπός όλων των μελετών που αφορούσαν τη δημιουργία του ταμιευτήρα, οι περισσότερες από τις οποίες συντάχθηκαν την εποχή που δεν ήταν πολύ γνωστές οι πολλαπλές αξίες των υδροτόπων, ήταν κυρίως να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα των πλημμυρών. Στις περισσότερες από τις λύσεις αυτές, πέραν από την αντιπλημμυρική προστασία, ο ταμιευτήρας θα λειτουργούσε και ως αποθήκη αρδευτικού νερού (διπλού σκοπού). Οι σκοποί αυτοί συμπίπτουν με τις φυσικές λειτουργίες των υδροτόπων που αφορούν την παγίδευση πλημμυρικών υδάτων και ιζημάτων και την αποθήκευση αρδευτικού νερού. Η υλοποίηση οποιασδήποτε από τις λύσεις που έχουν προταθεί μέχρι σήμερα θα αποκαθιστούσε σε ικανοποιητικό βαθμό τις παραπάνω τρεις λειτουργίες. Αντίθετα η αποκατάσταση των υπολοίπων λειτουργιών, από τις οποίες εξαρτώνται πολλές από τις αξίες του υδροτόπου, δεν πάρθηκαν υπόψη σε καμιά τεχνική μελέτη. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι οποιαδήποτε από τις προτάσεις αποκατάστασης κι αν υλοποιούνταν δεν θα αποκαθιστούσε σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό και τις υπόλοιπες λειτουργίες του υδροτόπου.

Μια πρώτη εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης των λειτουργιών του υδροτόπου θα βοηθούσε στην πληρέστερη αξιολόγηση των λύσεων που προτάθηκαν κατά καιρούς και θα συνέβαλε στη λήψη τυχόν συμπληρωματικών μέτρων για την αποτελεσματικότερη αποκατάσταση κατά το δυνατόν περισσότερων λειτουργιών. Στην παρούσα εργασία ο βαθμός αποκατάστασης των λειτουργιών του υδροτόπου εκτιμήθηκε με τροποποίηση της μεθόδου που προτείνεται από τη Marble (1992). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατή μια πρώτη εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης των επί μέρους λειτουργιών ενός υδροτόπου που έχει χαθεί, χρησιμοποιώντας διάφορα βιολογικά, φυσικά, μορφολογικά και χημικά γνωρίσματά του. Στην προτεινόμενη μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν και τα ΓΣΠ τα οποία με βάση την στάθμη του νερού είναι δυνατό να δώσουν πληροφορίες όσον αφορά: (α) τον υδατικό όγκο του υδροτόπου, (β) το μήκος της ακτογραμμής του, (γ) το εμβαδόν του παρακτίου τμήματος που αποκαλύπτεται σε δεδομένη πτώση της στάθμης, και (δ) ο τύπος της υδροπεριόδου που θα δημιουργηθεί σε κάθε μια από τις προταθείσες λύσεις.

Οι λειτουργίες οι οποίες εξετάστηκαν με σκοπό να εκτιμηθεί ποιοτικά ο βαθμός αποκατάστασής τους είναι:

- η παγίδευση πλημμυρικών υδάτων
- η αποταμίευση νερού
- η επαναπλήρωση των υπόγειων υδροφορέων
- η απομάκρυνση και ο μετασχηματισμός θρεπτικών στοιχείων

- η κατακράτηση ιζημάτων και τοξικών ουσιών
- η στήριξη τροφικών πλεγμάτων

8.1. Υδροπερίοδος

Ο βαθμός αποκατάστασης των περισσότερων λειτουργιών και ειδικότερα αυτής που αφορά τη στήριξη των τροφικών πλεγμάτων, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο της υδροπεριόδου ή των συνδυασμό υδροπεριόδων που θα διαμορφωθούν στον συγκεκριμένο υγρότοπο. Ως υδροπερίοδος ορίζεται η εποχιακή ή μόνιμη κατάκλυση του υγροτόπου ή των συνθηκών κορεσμού του εδάφους (Mitsch και Gosselink 1986). Εξ ορισμού όλοι οι υγρότοποι δημιουργούνται από το νερό και διατηρούνται χάρη στο νερό. Η συχνότητα, το βάθος και η διάρκεια παραμονής του νερού επηρεάζει και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την παρουσία βλάστησης και τις λειτουργίες του υγροτόπου (Marble 1992). Η Υπηρεσία Αλιείας και Αγριας Πανίδας των ΗΠΑ (U. S. Fish και Wildlife Service) ορίζει και ταξινομεί τις υδροπεριόδους των υγροτόπων, με βάση το υδατικό τους καθεστώς, σε 12 τύπους (Cowardin κ.ά. 1979). Από αυτούς, οι 8 που αφορούν τους μη παλιρροιακούς υγροτόπους, στους οποίους ανήκει και αυτός της Κάρλας, ορίζονται ως εξής:

- **Μόνιμα κατακλυζόμενος:** ο υγρότοπος ή τμήμα του διατηρείται σε κατάκλυση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και για όλα τα έτη.
- **Περιοδικά ακάλυπτος με νερό:** ο υγρότοπος κατακλύζεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους εκτός από τα έτη μεγάλης ξηρασίας
- **Ημιμόνιμα κατακλυζόμενος:** ο υγρότοπος κατακλύζεται κατά τη διάρκεια της περιόδου αυξήσεως των φυτών.
- **Εποχιακά κατακλυζόμενος:** ο υγρότοπος κατακλύζεται για εκτεταμένες περιόδους αλλά συνήθως κατά τη διάρκεια της περιόδου αυξήσεως των φυτών είναι ακάλυπτος από νερό.
- **Κορεσμένος:** το υπέδαφος είναι κορεσμένο για μεγάλα χρονικά διαστήματα κατά την περίοδο αυξήσεως των φυτών, αλλά σπάνια υπάρχει σ'αυτούς επιφανειακό νερό.
- **Προσφωρινά κατακλυζόμενος:** ο υγρότοπος κατακλύζεται για μικρά χρονικά διαστήματα κατά την περίοδο αυξήσεως των φυτών ενώ την υπόλοιπη περίοδο η στάθμη βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
- **Περιοδικά κατακλυζόμενος:** ο υγρότοπος συνήθως καλύπτεται με νερό για μεταβλητές περιόδους χωρίς διακεκριμένη εποχιακή κατάκλυση.

Ετσι, ο τύπος της υδροπεριόδου, που θα έχουν οι υγρότοποι των προταθέντων ταμιευτήρων που έχουν κατά καιρούς προταθεί, θα είναι:

α. Στους ταμιευτήρες διπλού σκοπού θα επικρατεί υδροπερίοδος μόνιμης κατάκλυσης στο κεντρικό τμήμα του ταμιευτήρα που ορίζεται από την κατωτέρα

στάθμη αρδύσεως (Σχήματα 9, 10, 14, 15, 16 και 17) ενώ στην περιμετρική ζώνη αυτού θα επικρατεί υδροπερίοδος εποχιακής κατάκλυσης.

β. Στους ταμιευτήρες απλού σκοπού, των οποίων η χωρητικότητα υπερβαίνει αυτήν που απαιτείται για την ανάσχεση μέγιστης πλημμύρας (Λύσεις Α και Α₁, ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977), θα επικρατεί, στο μεν κεντρικό τμήμα του ταμιευτήρα, υδροπερίοδος μόνιμης κατάκλυσης, στη δε περιμετρική ζώνη υδροπερίοδος εποχιακής κατάκλυσης (Σχήματα 11 και 12). Η ακριβής έκταση στην οποία θα επικρατεί ο ένας ή ο άλλος τύπος υδροπεριόδου δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από τη σχέση εισροών-εκροών η οποία επικρατεί σε κάθε δεδομένη στιγμή.

γ. Στους ταμιευτήρες απλού σκοπού, των οποίων η χωρητικότητα ισούται με αυτήν που απαιτείται για την ανάσχεση μέγιστης πλημμύρας (Λύση Α₂ της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977 και όλες οι προτεινόμενες λύσεις Μαντζιάρα) η στάθμη του νερού θα πρέπει να διατηρείται με τη βοήθεια τεχνικού έργου εκκενώσεως κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο για την αντιμετώπιση ενδεχόμενης πλημμύρας. Ο τύπος της υδροπεριόδου που θα επικρατήσει κυμαίνεται μεταξύ εποχιακής κατάκλυσης στο κέντρο του ταμιευτήρα και προσωρινής κατάκλυσης ή κορεσμού στην περιφέρεια (Σχήματα 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23 και 24). Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις η έκταση που θα καταλαμβάνει ο κάθε τύπος υδροπεριόδου θα εξαρτάται από τη σχέση εισροών-εκροών.

8.2. Εκτίμηση των επί μέρους λύσεων από άποψη βαθμού αποκατάστασης λειτουργιών

Ο βαθμός αποκατάστασης των επί μέρους λειτουργιών του υγροτόπου που είναι δυνατό να επιτευχθεί σε κάθε λύση δίνεται στον Πίνακα 14. Η εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης για κάθε μία λειτουργία δίνεται ως "υψηλή", "μέτρια" ή "χαμηλή". Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η συνολική εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης δεν θα πρέπει αναγκαστικά να προέλθει από την άθροιση των επί μέρους βαθμών διότι, σύμφωνα με τον Adamus (1985), αν θα πρέπει να δοθεί μια γενική βαθμολογία, στην τελική διαμόρφωση αυτής της βαθμολογίας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η λειτουργία του υγροτόπου που τοπικά ίσως να παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Στην παρούσα εργασία, στην εκτίμηση του βαθμού αποκατάστασης των λειτουργιών του υγροτόπου ελήφθη υπόψη κατά πόσο η κάθε μία από αυτές θα προσεγγίσει τις αντίστοιχες λειτουργίες του υγροτόπου της τέως λίμνης Κάρλας, όπως αυτή ήταν πριν από την έναρξη των αντιπλημμυρικών έργων, η οποία στην περίπτωση αυτή λαμβάνεται ως ιδεότυπος (ideotype). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πλήρης απόκατασταση των λειτουργιών ενός υγροτόπου είναι δύσκολο να επιτευχθεί.

Στον ίδιο πίνακα παρατίθενται επίσης τα ειδικά χαρακτηριστικά της κάθε μίας από τις προταθείσες λύσεις καθώς και ο τύπος ή οι τύποι της υδροπεριόδου που θα διαμορφωθούν σε κάθε μία από αυτές.

ΜΕΛΕΤΕΣ ή ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ή ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ	ΕΤΟΣ	ΛΥΣΗ	ΕΚΤΑΣΗ ha	ΥΛΟΠΕΡΙΟΛΟΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ					
						ΕΠΙΧΑΝΗΛΩΣΗ ΥΛΟΦΟΡΕΩΝ	ΠΑΓΙΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	ΑΠΟΤΑΜΙΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ-ΜΕΤΑΣΧΗΜ. ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΙΖΗΜΑΤΩΝ-ΤΟΞΙΚΩΝ	ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΠΛΕΓΜΑΤΩΝ
ΑΡΧΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	Παπαδάκη Νικολαΐδη	1956 1964	- -	6.500 6.400	Μόνιμη κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακή κατάκλυση στην περιφέρειά του	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός
ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ	1977 1977	A A ₁	2.900 2.900	Μόνιμη κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακή κατάκλυση στην περιφέρειά του	μέτριος μέτριος	υψηλός υψηλός	- -	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός
		1977	A ₂	1.500	Προσωρινή ή περιοδική κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και περιοδική ή προσωρινή κατάκλυση ή κορεσμός στην περιφέρειά του	μέτριος	υψηλός	-	χαμηλός	χαμηλός	χαμηλός
		1977 1977 1977	B Τροπ. B Γ	3.500 4.200 4.200	Μόνιμη κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακή κατάκλυση στην περιφέρειά του	υψηλός υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός υψηλός	υψηλός υψηλός υψηλός
ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΑΡΛΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΩΝ ΕΡΓΩΝ	ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης	1982	-	4.200	Μόνιμη κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακή κατάκλυση στην περιφέρειά του	υψηλός	υψηλός	υψηλός	υψηλός	υψηλός	υψηλός
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΛΥΣΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ	Μαντζιάρας	1987	I II IV Παρ.IV V VI VII	1.550 1.990 1.360 1.360 1.360 1.320 1.350	Εποχιακή κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και προσωρινή κατάκλυση ή κορεσμός στην περιφέρειά του	μέτριος μέτριος μέτριος μέτριος μέτριος μέτριος μέτριος	υψηλός υψηλός υψηλός υψηλός υψηλός υψηλός υψηλός	- - - - - - -	χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός	χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός	χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός χαμηλός
ΜΙΚΡΟΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ	Κουτσερίης	1984			Μόνιμη κατάκλυση ή περιοδική έκθεση	μέτριος	υψηλός	υψηλός	μέτριος	υψηλός	μέτριος
ΠΡΟΤΑΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΡΟΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ	ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ	1992			<u>Κύριος ταμιευτήρας:</u> μόνιμη κατάκλυση στο κέντρο, εποχιακή στην περιφέρεια <u>Δευτερεύων:</u> μόνιμη κατάκλυση	υψηλός	υψηλός	υψηλός	υψηλός	υψηλός	υψηλός

Table 14. Degree of functions restoration in proposed solutions for former lake Karla restoration

STUDIES or PROPOSALS	TECHNICAL OFFICE OR RESEARCHER	YEAR	SOLUTION	AREA ha	HYDROPERIOD	DEGREE OF FUNCTIONS RESTORATION					
						GROUND WATER RECHARGE	FLOOD WATER TRAPPING	WATER STORAGE	NUTRIENT REMOVAL - TRANSFORMATION	SEDIMENT TOXICANT RETENTION	FOOD CHAIN SUPPORT
EARLY STUDIES	Papadakis Nicholaidis	1956	-	6.500	Permanently flooded in centre of reservoir and seasonally flooded in outer zone	high	high	high	high	high	high
		1964	-	6.400		high	high	high	high	high	high
EXPLORATORY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF A RESERVOIR	ALPHA-OMEGA	1977	A	2.900	Permanently flooded in centre of reservoir and seasonally flooded in outer zone	moderate	high	-	high	high	high
		1977	A ₁	2.900							
		1977	A ₂	1.500	Temporary or intermittent flooded in centre of reservoir and temporary or intermittent flooded or saturation in outer zone	moderate	high	-	low	low	low
		1977	B	3.500	Permanently flooded in centre of reservoir and seasonally flooded in outer zone	high	high	high	high	high	high
1977	Modif.B	4.200									
1977	C	4.200									
PRE-STUDY OF KARLA RESERVOIR AND RELATED WORKS	ALPHA-OMEGA - N.Nicholaidis	1982	-	4.200	Permanently flooded in centre of reservoir and seasonally flooded in outer zone	high	high	high	high	high	high
INVESTIGATION OF RESERVOIR CONSTRUCTION IN CONNECTION WITH THE RIVER ACHELOOS DIVERSION PROJECT	Mantziaras	1987	I	1.550	Seasonally flooded in centre of reservoir and temporary flooded or saturation in outer zone	moderate	high	-	low	low	low
			II	1.990		moderate	high	-	low	low	low
			IV	1.360		moderate	high	-	low	low	low
			App.IV	1.360		moderate	high	-	low	low	low
			V	1.360		moderate	high	-	low	low	low
			VI	1.320		moderate	high	-	low	low	low
			VII	1.350		moderate	high	-	low	low	low
SMALL RESERVOIRS	Koutseris	1984			Permanently or temporarily flooded	moderate	high	high	moderate	high	moderate
PROPOSAL FOR THE CREATION OF A PRE-RESERVOIR	EPSILON LTD	1992			Main reservoir: permanently flooded in centre, seasonally in outer zone Secondary: permanently flooded	high	high	high	high	high	high

Οι βαθμοί αποκατάστασης των λειτουργιών που αφορούν την παγίδευση πλημμυρικών υδάτων και ιζημάτων, όπως επίσης και η αποταμίευση νερού στους ταμιευτήρες διπλού σκοπού θεωρήθηκαν ότι είναι υψηλού βαθμού εφόσον οι παραπάνω λειτουργίες αποτελούσαν τον κύριο σκοπό των μελετών αυτών. Ο βαθμός επαναπλήρωσης των υπόγειων υδροφορέων στους μικτούς ταμιευτήρες, οι οποίοι επεκτείνονται και σε εκτάσεις με διαπερατά πετρώματα, θα πρέπει να πλησιάζει το βαθμό επαναπλήρωσης της τέως λίμνης και χαρακτηρίζεται ως υψηλός. Αντίθετα στους απλούς ταμιευτήρες, οι οποίοι καταλαμβάνουν κυρίως εκτάσεις με αδιαπέρατες στρώσεις, ο βαθμός επαναπλήρωσής τους βαθμολογείται ως μέτριος.

Οι παράγοντες που ελήφθησαν υπόψη κατά την εκτίμηση των βαθμών αποκατάστασης των λειτουργιών του υγροτόπου για κάθε μία από αυτές, σύμφωνα με την Marble (1992) ήταν:

- **Απομάκρυνση θρεπτικών ουσιών.** Αυτή αφορά την απομάκρυνση και τον μετασχηματισμό των θρεπτικών ουσιών. Παράγοντες που ευνοούν τη λειτουργία αυτή είναι το υψηλό pH, η μεγάλη περιεκτικότητα του νερού σε ασβέστιο, η υδροπερίοδος μόνιμης κατάκλυσης στους ταμιευτήρες διπλού σκοπού καθώς, η πυκνότητα της βλάστησης και γενικά οι παράγοντες που ευνοούν την καθίζηση των φερτών υλών.
- **Συγκράτηση ιζημάτων - τοξικών ουσιών.** Τα ιζήματα μπορεί να περιέχουν χημικώς και φυσικώς προσροφημένα θρεπτικά στοιχεία, βαρέα μέταλλα, γεωργικά φάρμακα. Αυτά είναι δυνατό να απομακρυνθούν με πρόσχωση, χημική διάσπαση και πρόσληψη από τα υδρόβια φυτά. Παράγοντες που ευνοούν την καθίζηση των ιζημάτων είναι το μικρό βάθος του νερού, ο μεγάλος χρόνος παραμονής του νερού στον ταμιευτήρα και η μεγάλη πυκνότητα της υδροχαρούς βλάστησης.
- **Στήριξη τροφικών πλεγμάτων.** Η λειτουργία αυτή ευνοείται από υδροπερίοδους των ταμιευτήρων διπλού σκοπού (μόνιμη κατάκλυση στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακή κατάκλυση στην περιφέρειά του), το είδος της υδρόβιας βλάστησης που αναμένεται να αναπτυχθεί, την αργιλική σύσταση του πυθμένα, το μεγάλο εμβαδόν του υγροτόπου, το μικρό σχετικά βάθος και το ευνοϊκό pH ($6,0 < \text{pH} < 8,5$).

Με βάση τις πληροφορίες του Πίνακα 15 είναι δυνατόν να γίνουν οι ακόλουθες εκτιμήσεις:

Στους ταμιευτήρες διπλού σκοπού η παροχέτευση, μέσω μιας διώρυγας, μέρους της παροχής του Πηνειού κατά το διάστημα Οκτωβρίου - Ιουνίου θα αποκαταστήσει τον τρόπο που λειτουργούσε η τέως λίμνη Κάρλα, προ της κατασκευής των αναχωμάτων του Πηνειού. Το μέγιστο βάθος του ταμιευτήρα δεν

θα ξεπερνά τα 5 m και είναι σχεδόν ίδιο με το βάθος που είχε η λίμνη Κάρλα πριν από το 1940 (Κουτσερής 1990), ενώ το μέγιστο βάθος του νερού στον ταμιευτήρα κατά το τέλος της αρδευτικής περιόδου, όταν δηλαδή η στάθμη του είναι στο χαμηλότερο σημείο, θα είναι 0,75 m, στη λύση Παπαδάκη (1956), 1,75 m, στη λύση της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης (1982) και 1,45 m στις υπόλοιπες λύσεις. Ο συνδυασμός υδροπεριόδου μόνιμης κατάκλυσης στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακής κατάκλυσης στην περιφέρειά του, ευνοεί την αποκατάσταση σε ικανοποιητικό βαθμό του συνόλου των λειτουργιών του υγροτόπου. Η υλοποίηση οποιασδήποτε από τις λύσεις αυτές θα συμβάλει σε "υψηλό" βαθμό στην αποκατάσταση της λειτουργίας που λέγεται στήριξη τροφικών πλεγμάτων. Αυτό δείχνει την αναγκαιότητα της ύπαρξης του αρδευτικού δικτύου, το οποίο μαζί με την τροφοδότηση του ταμιευτήρα από τον Πηνεϊό θα παίζει και ρυθμιστικό ρόλο στο να διαμορφώνεται ευνοϊκός συνδυασμός υδροπεριόδων και στο να εξασφαλισθεί η διατήρηση μιας ικανοποιητικής στάθμης νερού καθ' όλο το έτος.

Η πρόταση για μερική τροποποίηση της μελέτης της ΑΛΦΑ - ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης (1982) όσον αφορά την κατασκευή του ταμιευτήρα, η οποία προβλέπει τον διαχωρισμό του ταμιευτήρα σε έναν κύριο και έναν δευτερεύοντα αβαθή, με σκοπό να συμβάλει στην πληρέστερη αποκατάσταση του υγροτοπικού συστήματος (ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΕ 1992), βρίσκεται στη σωστή κατεύθυνση, μειονεκτεί όμως ως προς τη δυνατότητα υλοποίησής του. Τα μειονεκτήματα είναι: (α) το υψηλό κόστος κατασκευής λόγω του μεγάλου μήκους των αναχωμάτων, (β) η δυσκολία να επιτευχθεί ικανοποιητική ευστάθεια του διαχωριστικού αναχώματος και (γ) η μικρή ικανότητα αντιμετώπισης κύματος πλημμυρών λόγω της μείωσης της χωρητικότητας του κύριου ταμιευτήρα. Επίσης στη μελέτη αυτή δεν δίνονται πληροφορίες όσον αφορά τον τρόπο επικοινωνίας του νερού μεταξύ των δύο ταμιευτήρων.

Οι ταμιευτήρες απλού σκοπού της μελέτης που προτείνονται από τους μελετητές της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ (1977) θα διαθέτουν μια ικανή χωρητικότητα, κατά πολύ μεγαλύτερη από αυτή που απαιτείται για την ανάσχεση κύματος πλημμυρών. Αυτό θα τους επιτρέπει να διατηρούν μια στάθμη νερού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το ελάχιστο βάθος νερού που θα παραμένει στον ταμιευτήρα δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί διότι εξαρτάται από τη σχέση εισροών-εκροών, αλλά θα είναι πολύ μικρό έως μηδενικό με αποτέλεσμα να μην μπορεί να ευνοηθεί η ανάπτυξη ιχθυοπανίδας. Η υδροπερίοδος των ταμιευτήρων αυτών είναι, όπως και των ταμιευτήρων διπλού σκοπού, συνδυασμός μόνιμης κατάκλυσης στο κέντρο του ταμιευτήρα και εποχιακής κατάκλυσης στην περιφέρειά του, γεγονός που ευνοεί το σύνολο των λειτουργιών του υγροτόπου.

Οι ταμιευτήρες απλού σκοπού της λύσεως Α₂ (ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ 1977) και οι έξι λύσεις Μαντζιάρα (1987) διαθέτουν περιορισμένη χωρητικότητα, ίση με αυτή που είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση της μέγιστης πλημμύρας. Οι ταμιευτήρες αυτοί, προκειμένου να ανταποκριθούν στην ανάσχεση μέγιστης πλημμύρας, θα πρέπει να διατηρούνται σχεδόν κενοί μέσω ειδικού τεχνικού έργου εκκενώσεως. Ως εκ τούτου θα πρέπει να διαμορφώσουν υδροπερίοδο εποχιακής ή ημιμόνιμης κατάκλυσης και θα συμβάλλουν σε πολύ μικρό βαθμό στη λειτουργία της στήριξης των τροφικών πλεγμάτων.

8.3. Τελική επιλογή ενδεδειγμένης λύσεως

Κριτήρια που είναι απαραίτητα για την επιλογή της πλέον ενδεδειγμένης λύσεως είναι: α) Η αποκατάσταση στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό των λειτουργιών του τέως υγροτόπου που ελήφθη ως ιδεότυπος, όπως αυτές αναφέρθηκαν προτύτερα. Σε αυτήν συμβάλει τόσο η τροφοδοσία από τον Πηνειό όσο και η επιθυμητή υδροπερίοδος. β) Η μεγαλύτερη δυνατή κοινωνικοοικονομική αποδοχή της λύσεως αυτής γ) Η δυνατότητα να απαλυνθούν τα υφιστάμενα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Με βάση τα ανωτέρω κριτήρια, η προκρινθείσα από την πολιτεία λύση για τη δημιουργία του μικτού ταμιευτήρα των 4200 ha (ΑΛΦΑ - ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης 1982) φαίνεται ότι είναι η πλέον ενδεδειγμένη.

9. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΛΥΣΕΩΣ ΠΟΥ ΘΕΩΡΕΙ ΤΟ ΕΚΒΥ ΩΣ ΤΗΝ ΠΙΟ ΕΝΔΕΛΕΙΓΜΕΝΗ

Με τη χρησιμοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών είναι δυνατόν να γίνει περισσότερο κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας του μελλοντικού υγροτόπου και να εκτιμηθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι συνέπειες στο περιβάλλον που θα έχει η δημιουργία του στην ευρύτερη περιοχή.

Η σύνδεση του ταμιευτήρα μέσω διάρρυγας με τον Πηνειό, που προβλέπεται στη λύση της ΑΛΦΑ - ΩΜΕΓΑ - Ν. Νικολαΐδης (1982) και η οποία έχει επιλεγεί από την πολιτεία, προσομοιάζει τον τρόπο κατά τον οποίο λειτουργούσε η τέως λίμνη Κάρλα πριν αρχίσει η υποβάθμισή της, με την κατασκευή των αναχωμάτων του Πηνειού (1940) και είναι φυσικό να έχει θετικές συνέπειες κατά τη λειτουργία του διότι:

- θα αποταμιεύει μέρος της χειμερινής και εαρινής παροχής του ποταμού κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Ιουνίου, για την εξυπηρέτηση των αρδεύσεων και
- θα εξασφαλίζει νερό επιθυμητής ποιότητας με μικρή περιεκτικότητα σε άλατα.

Η μικρή σχετικά ετήσια διακύμανση του βάθους του νερού του ταμιευτήρα, το οποίο δεν θα ξεπερνά τα 3,45 m (βλέπε Πίνακα 11), σε συνδυασμό με το ελάχιστο βάθος νερού, που θα φθάνει τα 1,75 m στο βαθύτερο σημείο του όταν η στάθμη του βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδό της, διαμορφώνουν έναν επιθυμητό συνδυασμό υδροπεριόδου και συνθηκών που ευνοούν την εγκατάσταση υδρόβιας βλάστησης, ιχθυοπανίδας και ορνιθοπανίδας (Marble 1992).

Η κατασκευή του ταμιευτήρα στην επαναπλήρωση των υπόγειων υδροφορέων μέσω πυθμένα, θα είναι σχετικά μικρή, λόγω της ελάχιστης περατότητας των στρωμάτων του. Οι διαρροές μέσω των καρστικών πετρωμάτων, σύμφωνα με τη μελέτη της SOGREAH (1974), κατευθύνονται προς τη θάλασσα. Στην περίπτωση όμως που μέρος των διαρροών αυτών τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφορείς αυτό είναι δυνατόν να συμβάλει αποφασιστικά στην επαναπλήρωσή τους, θα πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη και η ποιότητα των νερών που θα τροφοδοτούν τον υδροφορέα. Γενικά, εικάζουμε ότι η τροφοδότηση των υπόγειων υδροφορέων θα είναι ίση με αυτή της τέως λίμνης και για το λόγο αυτό θεωρήθηκε ως υψηλή. Από την άλλη μεριά, η δημιουργία του ταμιευτήρα είναι βέβαιο ότι θα συμβάλει έμμεσα στην επαναπλήρωση των υδροφορέων λόγω της κατασκευής του αρδευτικού που θα καταστήσει περιττή την εξακολούθηση της εκμετάλλευσης των υπαρχουσών γεωτρήσεων.

Ομως, με την κατασκευή του ταμιευτήρα και την ολοκλήρωση των υπολοίπων έργων, δεν επιλύεται αποτελεσματικά το πρόβλημα της μεταφοράς του ρυπαντικού φορτίου στον Παγασητικό. Σύμφωνα με τη μελέτη της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ (1977), ο ταμιευτήρας θα δέχεται απευθείας και κυρίως μέσω των συλλεκτήρων, τα ύδατα των υψηλών και μεσαίων περιοχών (Σχήμα 8), των οποίων το ρυπαντικό φορτίο προέρχεται κυρίως από εκτατικές γεωργικές δραστηριότητες. Το φορτίο αυτό εκτιμάται ότι δεν θα είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Αντίθετα, τα νερά των χαμηλών περιοχών, που περιέχουν μεγάλο ρυπαντικό φορτίο από γεωργικές δραστηριότητες και από τις βιομηχανίες της περιοχής Λάρισας, θα εξακολουθούν, σύμφωνα με τη μελέτη, να κατευθύνονται στον Παγασητικό.

Η λύση του προβλήματος της ρύπανσης του Παγασητικού, πρέπει να βασισθεί σε μέτρα που θα αποβλέπουν, μεταξύ των άλλων, στην αποτελεσματική μείωση του ρυπαντικού φορτίου τόσο μέσω συμβατικών όσο και μέσω φυσικών μεθόδων. ύστερα από ευρεία σχετική μελέτη, που να περιλαμβάνει την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος της ευρύτερης περιοχής του Παγασητικού και των υπόγειων υδροφορέων. Προς τούτο θα πρέπει:

- να καθορισθούν αποτελεσματικά μέτρα καθαρισμού των βιομηχανικών λυμάτων με συμβατικές μεθόδους,
- να διερευνηθούν οι ανάγκες φυσικού καθαρισμού των υδάτων δια της αποχετεύσεώς τους σε ειδικό τεχνητό υγρότοπο, να περιγραφούν η θέση εγκατάστασης και η έκταση αυτού καθώς και τα επιθυμητά του γνωρίσματα
- να διερευνηθεί η δυνατότητα του ταμιευτήρα να δεχθεί και μέρος των στραγγιστικών υδάτων της χαμηλής ζώνης υπό την προϋπόθεση ότι αυτό δεν έχει δυσμενείς συνέπειες στον υγρότοπο. Θα πρέπει επίσης να εκτιμηθεί το ρυπαντικό φορτίο που θα δέχεται ο υγρότοπος από τη λεκάνη απορροής του και τον Πηνειό καθώς και η ικανότητά του να απομακρύνει θρεπτικές ουσίες.

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος των απορροών της χαμηλής ζώνης, κατά τη διέλευσή τους μέσω του στραγγιστικού δικτύου, θα δέχονται έως ένα βαθμό τον φυσικό καθαρισμό και από την υδροχαρή βλάστηση η οποία θα εγκατασταθεί σ' αυτόν.

Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχει δυνατότητα για ανακύκλωση ενός αξιόλογου ποσοστού των υδάτων της χαμηλής ζώνης, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την απομάκρυνση των αλάτων που θα καταλήγουν στον ταμιευτήρα μέσω των υδάτων που προέρχονται από τη λεκάνη απορροής της και τον Πηνειό. Για τη διατήρηση της αλατότητας των υδάτων του ταμιευτήρα στα ανεκτά χαμηλά όρια, θα πρέπει να απομακρύνεται από τη λεκάνη ένας ορισμένος όγκος νερού με τα διαλυμένα σ' αυτόν άλατα, που θα υπολογισθεί με

βάση το ισοζύγιο των αλάτων. Στην κατάρτιση του τελευταίου θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η ποσότητα των αλάτων που θα απομακρύνεται από τις διαφυγές του ταμιευτήρα μέσω των καρστικών πετρωμάτων, οι οποίες εκτιμάται ότι είναι αρκετά μεγάλες.

Για να αποτραπεί η μεταφορά ρυπαντικού φορτίου στον Παγασητικό, με την έκπλυση των αλάτων, θα πρέπει να επιλέγεται η κατάλληλη περίοδος, δηλαδή όταν η Βιολογική Απαίτηση σε Οξυγόνο (BOD) των στραγγιστικών υδάτων θα είναι κάτω από ένα όριο.

Η εκκένωση του ταμιευτήρα, κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, εικάζεται ότι θα αναστέλλει ως κάποιο βαθμό την ταχύτητα ευτροφισμού.

Σύμφωνα με τη μελέτη της ΑΛΦΑ-ΩΜΕΓΑ - Ν.Νικολαΐδης (1982), στον ταμιευτήρα θα μεταφέρονται πολλά φερτά υλικά, που ενδεχομένως να δράσουν ευνοϊκά στη δημιουργία δελταϊκού σχηματισμού στις εκβολές των συλλεκτήρων (Σ₃ και Σ₄), πράγμα που θα έχει ευνοϊκή επίδραση στην πανίδα της περιοχής.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η πρόταση να αποξηρανθεί η λίμνη Κάρλα και να δημιουργηθεί, σε τμήμα της ένας ταμιευτήρας μικρότερης έκτασης από αυτήν αλλά μεγαλύτερου όγκου, ήταν, σύμφωνα με όλες τις αρχικές μελέτες, τα βασικά έργα για την απόκτηση γεωργικών εκτάσεων, την αντιπλημμυρική προστασία και την άρδευση της ευρύτερης περιοχής. Η προταθείσα λύση της δημιουργίας ταμιευτήρα αποτελούσε τη μοναδική λύση για την ανάσχεση κύματος πλημμυρών διότι: α) ήταν αδύνατο να αποχετευθούν τα ύδατα της ευρύτερης περιοχής μέσω του Πηνειού μια που αυτός βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο έναντι της λίμνης, β) ήταν οικονομικά ασύμφορη και τεχνικά προβληματική η αποχέτευση των πλημμυρικών υδάτων απευθείας προς τη θάλασσα, επειδή θα απαιτούσε την κατασκευή τεράστιας σήραγγας με παροχή αρκετές εκατοντάδες m^3/sec αντί της μικρής σημερινής που έχει παροχή $8,5 m^3/sec$ και γ) η τέως λίμνη είχε μικρόν όγκο σε σχέση με την επιφάνειά της, οπότε για να ανταποκριθεί στην ανάσχεση των πλημμυρών και την αποταμίευση αρδευτικού νερού, θα απαιτούσε κατάληψη πολλαπλάσιας έκτασης γεωργικών εκτάσεων από αυτήν του ταμιευτήρα.

Με την ολοκλήρωση των υδραυλικών έργων στις αρχές της δεκαετίας του '40, με τα οποία αποκόπηκε η τροφοδοσία της λίμνης από τον Πηνειό και μειώθηκε κατά το $1/3$ η έκταση της λεκάνης απορροής της, εντάθηκε και η διεργασία της υποβάθμισής της. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ταχεία αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας και την εντατικοποίηση της γεωργίας, θα είχε ως επακόλουθο την περαιτέρω μείωση των εισροών νερού και αύξηση του ρυπαντικού φορτίου και των αλάτων με συνέπεια την επιτάχυνση του ευτροφισμού που θα οδηγούσε στη μετατροπή της λίμνης σε εποχιακό έλος.

Η προσωρινή αποξήρανση της λίμνης Κάρλας και η δημιουργία στη θέση της μιας άλλης λίμνης υπό την μορφή ενός ταμιευτήρα διπλού σκοπού, για αντιπλημμυρική προστασία και αποταμίευση νερού, θα πρέπει να θεωρηθεί ως θετική ενέργεια η οποία θα αποκαθιστούσε κατά τον πληρέστερο δυνατό βαθμό τις φυσικές λειτουργίες της Κάρλας, όπως αυτές υπήρχαν πριν από την υποβάθμισή της.

Η ολοκλήρωση των εγγειοβελτιωτικών έργων στην περιοχή της Κάρλας συνδέεται άμεσα με τη δημιουργία ταμιευτήρα. Η έκταση που θα καταλάβει αυτός δεν είναι δυνατόν να είναι μικρότερη από 1500 ha, για την περίπτωση που θα έχει αποκλειστικά αντιπλημμυρικό χαρακτήρα. Αυτό σημαίνει ότι από τη φύση του το συνολικό κόστος των έργων της Κάρλας και οι καταλαμβανόμενες

από τα έργα κεφαλής εκτάσεις θα είναι μεγαλύτερες από ότι στα συνήθη εγγειοβελτιωτικά έργα. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την οικονομική διερεύνηση του έργου αλλά οπωσδήποτε δεν θα πρέπει να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα για την υλοποίησή του. Είναι άλλωστε καιρός η "οικονομική" λεγόμενη διερεύνηση τέτοιων έργων να στηρίζεται στις σύγχρονες αντιλήψεις της άριστης (δηλαδή διαρκούς και πολύπλευρης) ωφέλειας για το κοινωνικό σύνολο αντί των απαρχαιωμένων και βλαπτικών αρχών της αποκόμισης του μεγίστου κέρδους στο βραχύτερο χρόνο για μικρές κοινωνικές ομάδες.

Από τις λύσεις που κατά καιρούς εξετάστηκαν, ο ταμιευτήρας διπλού σκοπού, τον οποίο μπορούμε να ονομάσουμε λίμνη Νεο-Βοιβηίδα, είναι ο πλέον ενδεδειγμένος για την περίπτωση διότι:

- θα συμβάλλει στην αύξηση των περιορισμένων υδατικών πόρων που διαθέτει σήμερα η Θεσσαλία,
- θα αποκαταστήσει τις προϋπάρχουσες πολύτιμες λειτουργίες του υγροτόπου που χάθηκε
- θα επιλύσει με φυσικά μέσα το πρόβλημα της ρύπανσης του Παγασητικού χωρίς να απαιτηθούν δαπανηρά και αμφιβόλου αποτελεσματικότητας έργα όπως είναι η κατασκευή νέας σήραγγας προς το Αιγαίο και η μεταφορά του προβλήματος σε άλλη περιοχή.

Η δημιουργία της Λίμνης Νεο-Βοιβηίδας είναι δυνατόν να αποτελέσει μοναδικό παράδειγμα αποκατάστασης υγροτόπων, όχι μόνον για τη χώρα μας αλλά και για την ευρύτερη λεκάνη της Μεσογείου. Είναι σημαντικό και πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερος, ότι η τυχόν υλοποίηση της προταθείσας λύσεως δεν θα εξασφαλίσει από μόνη της και την λύση όλων των προβλημάτων. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η εγκατάσταση συστήματος παρακολούθησης διαφόρων παραμέτρων, από υπηρεσία διαχείρισης του έργου, όπου αποφάσεις σε σχέση με την είσοδο νερού από τον Πηνειό, τυχόν απομάκρυνση νερών στον Παγασητικό, μεταφορά νερών της χαμηλότερης ζώνης στη λίμνη, θα γίνονται με βάση τα φυσικοχημικά τους γνωρίσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adamus R.R.-Eco Analyst Inc. 1985. Uses and proposed revisions for the Adamus Assessment Methodology. pp. 73-77. In Proceedings National Wetlands Assessment Symposium. June 17-20, Portland Maine.
- ΑΛΦΑ - ΩΜΕΓΑ. 1977. Προκαταρκτική μελέτη αντιπλημμυρικών και αποστραγγιστικών έργων μείζονος περιοχής Κάρλας. Υπουργείο Δημοσίων Έργων.
- ΑΛΦΑ - ΩΜΕΓΑ- Ν.Νικολαΐδης. 1982. Προμελέτη ταμιευτήρα Κάρλας και συναφών έργων, Υπουργείο Δημοσίων Έργων.
- Ananiadis C.I. 1956. Limnological study of lake Karla. Bul. de l'Inst. Oceanogr. 1083: 1-19.
- Ayers R.S. and D.W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper No 29 rev. Rome.
- Βαβίζος Γ., Γ. Γεωργακάκης, Κ. Ζανάκη, Κ. Μαργώνης, Β. Μοσιαλού, Β. Περέρος και Μ. Σχοινάς. 1984. Επιπτώσεις αποξήρανσης λίμνης Κάρλας, Ενιαίος φορέας καλλιέργειας, Ταμιευτήρας. Υπ. Ν. Γενιάς, Πρόγραμμα Οικολογικών και Αναπτυξιακών Πρωτοβουλιών. 166 σελ.
- Cowardin L.M., V. Carter, E.C. Colet, and E.T. LaRoe. 1979. Classification of wetlands and deeperwater habitats of the United States. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington D.C. FWS/OBS/73/31.
- ΕΨΙΛΟΝ ΕΠΙΕ. 1992. Αποκατάσταση και περιβαλλοντικό όφελος από τη δημιουργία του ταμιευτήρα της Κάρλας (Γνωμάτευση). Νομαρχία Μαγνησίας, Κοινότητες Κερασιάς και Καναλιών.
- Θάνος Γ. 1993. Η κατασκευή ταμιευτήρα 42000 στρεμμάτων στην τέως λίμνη Κάρλα. Η θετική επίδραση για την ποσοτική και ποιοτική βελτίωση των υπόγειων νερών στην παρακάρλια περιοχή. Συνάντηση για την αναδημιουργία της τ. λίμνης Κάρλας. Βόλος.
- Hollis G.E. 1990. Προκαταρκτικές σκέψεις για ένα σχέδιο αποκατάστασης της λίμνης Κάρλας. Σελ. 557-562: Γεράκης Π.Α. (Συντον. έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υδροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης, 17-21 Απριλίου, 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, IUCN. Θεσσαλονίκη.
- Jerrentrup H. 1990. Η πανίδα στην τέως λίμνη Κάρλα. Σελ. 527-536: Γεράκης Π.Α. (Συντον. έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υδροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης, 17-21 Απριλίου, 1989.

- WWF, Εργαστήριο Οικολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, IUCN. Θεσσαλονίκη.
- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) 1983. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1:500.000. ΙΓΜΕ.
- Καλλέργης Γ.Κ. και Ν. Παπανικολάου. 1979. Γεωλογική και γεωφυσική έρευνα επί της στεγανότητας της λεκάνης Κάρλας. Υδρολογικά και υδρογεωλογικά έρευνα. ΙΓΜΕ. Αθήνα.
- Κουτσερής Ε. 1985. Υδροταμίευση στη Κάρλα, Ταμιευτήρας ή Μικροταμιευτήρες. 201 σελ. Συμπόσιο Κάρλας Στεφανοβίκειο Ν. Λάρισας.
- Κουτσερής Ε., Γ. Παραβάνος, Ν. Νικολαΐδης, Ε. Λυπημένου, Ε. Πατρικού, Β. Γαβαρδίνια και Σ. Χαΐδου. 1988. Υδρολογικό δυναμικό, ποιοτικές εκτιμήσεις, αξιοποίηση υδάτινων πόρων. ΕΛΚΕΠΙΑ Βόλου. 51 σελ.
- Κουτσερής Ε. 1990. Εγγειες βελτιώσεις, φυτική παραγωγή, γεωργοκοινωνιολογικά προβλήματα και ποιότητα περιβάλλοντος στην περιοχή της τέως λίμνης Κάρλας. Σελ. 541-556: Γεράκης Π.Α. (Συντον. έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υδροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης, 17-21 Απριλίου, 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, IUCN. Θεσσαλονίκη.
- Κυριακόπουλος Σ., Α. Λεβής και Ν. Χατζηκυριάκος. 1987. Βιομηχανική ρύπανση Παγασητικού. ΕΛΚΕΠΙΑ, Βόλος.
- Μανούδης Ν. 1993. Ποιότητα νερών μικρού ταμιευτήρα. Προβληματισμοί για τον μεγάλο ταμιευτήρα. Συνάντηση για την ανασύσταση της τέως λίμνης Κάρλας. Βόλος.
- Μαντζιάρας Θ. Ι. 1987. Αναγνωριστική έκθεση ταμιευτήρα Κάρλας στα πλαίσια μελέτης ανάπτυξης εγγειοβελτιωτικών έργων Θεσσαλίας, σε συνδυασμό με την εκτροπή του Αχελώου. Υπ. Δημ. Έργων. 150 σελ.
- Marble L.M. 1992. A guide to wetland functional design. Lewis Publishers. Roca Raton, Ann Arbor, London. 222 p.
- Μήλιος Λ. 1966. Η σημασία των εγγειοβελτιωτικών έργων εις την οικονομικήν ανάπτυξιν της Θεσσαλίας. Ομιλία εις οργανωθέντα σεμινάρια. Υπηρ. Ανάπτυξης Θεσσαλίας, Βόλος.
- Mitsch W.I., and J.G. Gosselink. 1986. Wetlands. Van Norstrand Reinhold. New York. 537 p.
- Μπαμπατζιμόπουλος Χ. και Β. Αντωνόπουλος. 1990. Υδρολογικά στοιχεία της τέως λίμνης Κάρλας. Σελ. 467-502: Γεράκης Π.Α. (Συντον. έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υδροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης, 17-21 Απριλίου, 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, IUCN. Θεσσαλονίκη.

- Νεοφύτου Χ. 1990. Ιστορικά στοιχεία για την ιχθυοπανίδα στην τέως λίμνη Κάρλα. σελ. 537-539: Γεράκης Π.Α. (Συντον. έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υγροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης, 17-21 Απριλίου, 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, IUCN. Θεσσαλονίκη.
- Νικολαΐδης Ν. 1960. Μελέτη εγγειοβελτιωτικών έργων πεδιάδας Κάρλας. Υπ. Δημ. Εργων.
- Νικολαΐδης Ν. 1964. Εγγειοβελτιωτικά έργα πεδιάδας Κάρλας. Υπ. Δημ. Εργων.
- Νικολιδάκης Α. 1988. Έκθεση "Περί ταμιευτήρα Κάρλας". ΔΕΒ Νομαρχία Μαγνησίας Βόλος.
- Οικονομίδης Δ. και Α. Τσεκούρα. 1992. Υγρότοπος Κάρλας - Ενδείξεις επιστροφής της ορνιθοπανίδας και σύνδεσή της με την ευρύτερη περιοχή. Πρακτικά συνεδρίου Οικολογία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Βόλος (υπό έκδοση).
- Παπαδάκης Κ., Τεχνικό Γραφείο. 1956. Προμελέτη εγγειοβελτιωτικών έργων παρακαρλίου περιοχής. Αθήνα.
- USDA. 1960. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Handbook No 60, US Department of Agriculture, Washington DC. 160 p.
- SOGREAH. 1974. Μελέτη αναπτύξεως υπογείων υδάτων Θεσσαλίας και συναφών έργων. Τελική έκθεσή. Υπ. Γεωργίας.
- Τζιώλας Π. Γ. 1990. Αναγνωριστική εδαφολογική μελέτη περιοχών Κάρλας και παρακαρλίων. Σελ. 503-514: Γεράκης Π.Α. (Συντον. έκδ.). Προστασία και διαχείριση των ελληνικών υγροτόπων. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας Θεσσαλονίκης, 17-21 Απριλίου, 1989. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Α.Π.Θ, IUCN. Θεσσαλονίκη.
- Υπουργείο Γεωργίας Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων (ομάδα υπαλλήλων). 1987. Αναγνωριστική έκθεση της τεχνοοικονομικής μελέτης διερεύνησης λύσεως για την αξιοποίηση της περιοχής Κάρλας. 59 σελ.
- Χατζηλάκος Α. Γ. 1992. Η τέως λίμνη Κάρλα και η αποκατάστασή της. Λάρισα. 109 σελ.