

5. Αποτίμηση του επιφανειακού υδατικού δυναμικού και των δυνατοτήτων εκμετάλλευσής του στη λεκάνη του Αχελώου και τη Θεσσαλία

5.1 Μεθοδολογία και παραδοχές

5.1.1 Στόχοι και περιορισμοί

Το κεφάλαιο αυτό αποσκοπεί στην εκτίμηση, με την κατά το δυνατό (παίρνοντας υπόψη τους χρονικούς περιορισμούς για την ολοκλήρωση της μελέτης) ακριβέστερη προσέγγιση, του φυσικού και εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού των υδρολογικών λεκανών που κατά οποιοδήποτε τρόπο συνδέονται ή συσχετίζονται με την εκτροπή του Αχελώου και συγκεκριμένα:

- της υδρολογικής λεκάνης και υπολεκανών του Αχελώου ποταμού, και
- της υδρολογικής λεκάνης και υπολεκανών του Πηνειού ποταμού,

Αναλυτικότερα, οι λεκάνες στις οποίες εστιάζεται το ενδιαφέρον της παρούσας μελέτης περιγράφονται στα υποκεφάλαια που ακολουθούν. Σε άλλα κεφάλαια της παρούσας μελέτης γίνεται αναφορά και σε άλλες υδρολογικές λεκάνες της περιοχής Αιτωλοακαρνανίας (λεκάνη Τριγωνίδας κ.ά.).

Η φύση, η μεγάλη γεωγραφική έκταση και οι χρονικοί περιορισμοί της μελέτης δεν επέτρεψαν την εκτεταμένη συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση πρωτογενών υδρολογικών δεδομένων, ούτε και τη χρήση των πλέον εξελιγμένων μεθόδων της τεχνικής υδρολογίας για την εκτίμηση του υδατικού δυναμικού που ενδιαφέρει. Πέραν αυτού, υπάρχουν εγγενείς αδυναμίες ως προς την ακρίβεια των εκτιμήσεων, οι οποίες οφείλονται στο ανεπαρκές υδρομετρικό δίκτυο και τις πολλές ελλείψεις δεδομένων. Πάντως οι αδυναμίες αυτές κατά κανένα τρόπο δεν αναιρούν την αξιοπιστία των δεδομένων, των αναλύσεων και των συμπερασμάτων αυτής της μελέτης. Αντίθετα, στη μελέτη χρησιμοποιήσαμε πληθώρα επεξεργασμένων ιστορικών δεδομένων τα οποία αντλήσαμε από παλιότερες μελέτες μείζονος σημασίας. Επιπλέον, διεξαγάγαμε εκτεταμένο έλεγχο, κριτική και επέκταση των δεδομένων αυτών, προκειμένου να αποκτήσουμε τις τελικές υδρολογικές χρονοσειρές, πάνω στις οποίες βασίσαμε τα συμπεράσματά μας. Σε ειδικές περιπτώσεις ανατρέξαμε και σε πρωτογενή δεδομένα, με κύριο στόχο να σχηματίσουμε μια σχετικώς ακριβή εικόνα της εξέλιξης των υδρολογικών μεγεθών κατά τα πλέον πρόσφατα χρόνια της ξηρασίας, τα οποία είναι κρίσιμα για τη μελέτη. Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήσαμε, είναι οι καταλληλότερες τόσο για την εξαγωγή των πλέον αμερόληπτων εκτιμήσεων, όσο και για την ποσοτικοποίηση, και σε ορισμένες περιπτώσεις αναίρεση, των αβεβαιοτήτων που συνεπάγεται η χρήση ιστορικών χρονοσειρών μη εξασφαλισμένης ομογένειας, κυρίως λόγω της κατά τμήματα διαφορετικής προέλευσής τους.

Τονίζουμε ότι το εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό στη μελέτη αυτή εξετάζεται μόνο ως προς μία συνιστώσα του, την καταναλωτική, που περιλαμβάνει κυρίως την αρδευτική και δευτερευόντως την υδρευτική χρήση, καθώς και αυτή της διατήρησης περιβαλλοντικών παραμέτρων. Δεν γίνεται εκτεταμένη αναφορά στην ενεργειακή συνιστώσα του προβλήματος· θίγεται μόνο η επίπτωση της εκτροπής υδάτων από τη λεκάνη του Αχελώου προς τη Θεσσαλία στο εκμεταλλεύσιμο (και ενεργειακά) υδατικό δυναμικό κατά μήκος του Αχελώου. Επιπλέον, διευκρινίζουμε ότι η παρούσα μελέτη δεν έχει χαρακτήρα μελέτης διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής.

5.1.2 Υδρολογικά δεδομένα

Καθήκον του μελετητή υδρολόγου μηχανικού είναι η εξαγωγή των πιο αξιόπιστων δυνατών συμπερασμάτων κάτω από οποιοδήποτε καθεστώς διαθεσιμότητας δεδομένων, ακόμη και στην περίπτωση παντελούς έλλειψής τους. Με την έννοια αυτή, ορθώς έχουν χρησιμοποιηθεί σε παλιότερες μελέτες παντοειδείς μέθοδοι εκτίμησης, βασισμένες στη διαθέσιμη κάθε φορά υδρομετεωρολογική πληροφορία. Ωστόσο, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων είναι συνάρτηση της καταλληλότητας και επάρκειας της χρησιμοποιούμενης υδρολογικής πληροφορίας. Σαφώς, μεγαλύτερη αξιοπιστία έχουν οι υδρολογικές εκτιμήσεις που βασίζονται είτε αποκλειστικά στην πρωτεύουσα υδρολογική πληροφορία (δηλαδή σε ιστορικές χρονοσειρές παροχής), είτε εν μέρει (και κατά κύριο λόγο) σε πρωτεύουσα και εν μέρει σε δευτερεύουσα πληροφορία (δηλαδή δεδομένα βροχόπτωσης), ή ακόμη και σε τριτεύουσα πληροφορία (δηλαδή μετεωρολογικά δεδομένα, πχ. θερμοκρασία, ατμοσφαιρική υγρασία κτλ.).

Πολλές από τις μελέτες που έχουν εκπονηθεί, ιδίως για λεκάνες της Θεσσαλίας, βασίζονται είτε μόνο στη δευτερεύουσα πληροφορία (βροχές) είτε σε συνδυασμό δευτερεύουσας και τριτεύουσας πληροφορίας (μετεωρολογικές μεταβλητές), χωρίς να αξιοποιούν καθόλου την πρωτεύουσα πληροφορία. Στην παρούσα μελέτη δεν χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα και συμπεράσματα από μελέτες αυτής της κατηγορίας, θεωρώντας ότι έχουν μειωμένο βαθμό αξιοπιστίας. Ευτυχώς, και στη λεκάνη του Αχελώου, και στη Θεσσαλία υπάρχει καταγραμμένη και επεξεργασμένη πρωτεύουσα υδρολογική πληροφορία, και κυρίως σε αυτή βασίσαμε τις αναλύσεις και τα συμπεράσματά μας.

Οι κύριες πηγές υδρολογικής πληροφορίας για την παρούσα μελέτη είναι τρεις: μία μελέτη της ΔΕΗ/ΔΑΥΕ και δύο ερευνητικά προγράμματα του Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ. Συγκεκριμένα:

- Στην *Υδρολογική μελέτη λεκάνης Κρεμαστών και Άνω Αχελώου* της ΔΕΗ/ΔΑΥΕ (Μιμίκου κ.ά., 1980) περιέχονται αναλυτικοί πίνακες μηνιαίων παροχών του Αχελώου στα Κρεμαστά και σε ανάντη θέσεις, καθώς και πίνακες μηνιαίων βροχοπτώσεων.

- Στο ερευνητικό έργο *Εκτίμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων της Στερεάς Ελλάδας* του Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ (Ναλμπάντης και Κουτσογιάννης, 1992) περιέχονται νεότερα και αναπροσαρμοσμένα δεδομένα εισροών στους ταμιευτήρες Κρεμαστών και Καστρακίου στον Αχελώο, καθώς και δεδομένα βροχοπτώσεων σε πολλούς σταθμούς της λεκάνης του Αχελώου.
- Στο ερευνητικό έργο *Υδρολογική διερεύνηση του υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας* του Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ (Κουτσογιάννης, 1988) περιέχονται δεδομένα, ωριαίων, ημερήσιων και μηνιαίων παροχών σε πολλές θέσεις του Πηνειού και παραποτάμων του, καθώς και δεδομένα βροχοπτώσεων σε πολλούς σταθμούς της Θεσσαλίας.

Πέρα από τις παραπάνω κύριες πηγές δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν και άλλες πηγές, όπως αναλυτικότερα περιγράφεται παρακάτω. Ειδική μνεία κάνουμε στα νεότερα δεδομένα παροχών στη θέση Αυλάκι του Αχελώου που μας δόθηκαν από τη ΔΕΗ/ΔΑΥΕ και στα νεότερα δεδομένα εισροών στους ταμιευτήρες Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου που μας δόθηκαν από τη ΔΕΗ/Διεύθυνση Εκμετάλλευσης (1994).

5.1.3 Υδρολογικά σενάρια

Η πολυετής πρόσφατη ξηρασία που έπληξε πολλές περιοχές της Ελλάδας δημιούργησε ένα θεμελιακό ερώτημα που δεν έχει απαντηθεί και ούτε είναι δυνατό να απαντηθεί πριν περάσουν αρκετά χρόνια. Το ερώτημα αυτό μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: Η διαδοχή των έξι έως οκτώ ξηρών ετών αποτελεί συγκυριακό φαινόμενο που υπάγεται στη συνήθη τυχαία διακύμανση των υδρολογικών μεγεθών, ή σηματοδοτεί μια μονιμότερη κλιματική μεταβολή, φυσική ή ανθρωπογενή; Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι, με βάση τη στατιστική ανάλυση των δειγμάτων των απορροών πολλών υδρολογικών λεκανών της Ελλάδας, συνάγεται το συμπέρασμα ότι η στατιστική κατανομή της απορροής της τελευταίας εξαετίας ή οκταετίας διαφέρει σημαντικά από αυτήν της προηγούμενης περιόδου, σε όλα τα συνήθη επίπεδα σημαντικότητας (Nalbantis et al., 1993· Ναλμπάντης κ.ά., 1994). Ωστόσο αυτό δεν μπορεί να σηματοδοτεί αναγκαστικά τη συνέχιση του νεότερου υδρολογικού καθεστώτος και στο μέλλον, χωρίς όμως κάτι τέτοιο να μπορεί να αποκλειστεί. Άλλωστε σε πολλές περιπτώσεις και σε πολλά μέρη του πλανήτη έχουν διαπιστωθεί πολυετείς μετατοπίσεις του υδρολογικού καθεστώτος, που χαρακτηρίζονται ως φαινόμενα μη στασιμότητας των υδρολογικών διεργασιών.

Για τους παραπάνω λόγους, θεωρήσαμε δύο διακεκριμένα υδρολογικά σενάρια και όλες οι αναλύσεις έγιναν ξεχωριστά για το κάθε σενάριο. Το πρώτο, το οποίο χαρακτηρίζουμε ως *κανονικό υδρολογικό σενάριο*, στηρίζεται στην υπόθεση ότι η τελευταία ξηρασία αποτελεί συγκυριακό φαινόμενο, οπότε δεν διακρίνουμε δύο ξεχωριστές περιόδους στις ιστορικές χρονοσειρές. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούμε τα ιστορικά υδρολογικά δείγματα ως έχουν, στην πλήρη διάρκειά τους. Το δεύτερο, το οποίο χαρακτηρίζουμε ως *δυσμενές*

υδρολογικό σενάριο, αντιστοιχεί στην περίπτωση συνέχισης ή επανάληψης του πρόσφατου ξηρού υδρολογικού καθεστώτος. Στην περίπτωση αυτή διακρίνουμε δύο περιόδους στα ιστορικά υδρολογικά δείγματα: την πρόσφατη ξηρή περίοδο που περιλαμβάνει τα υδρολογικά έτη 1986-87 έως 1993-94 και την παλιότερη περίοδο που φτάνει μέχρι το υδρολογικό έτος 1985-86. Στο σενάριο αυτό ανάγουμε τα δεδομένα της παλιότερης περιόδου στο νεότερο καθεστώς, πολλαπλασιάζοντάς τα με ένα μειωτικό συντελεστή ίσο με το λόγο των υπερετήσιων μέσων τιμών των δύο περιόδων, όπως αναλυτικότερα περιγράφουμε σε επόμενα υποκεφάλαια. Ακόμη σε μερικά εδάφια της παρούσας μελέτης γίνεται αναφορά στο *ευμενές σενάριο*, το οποίο στηρίζεται αποκλειστικά σε δεδομένα πριν το 1986-87, χωρίς, πάντως, να χρησιμοποιείται αυτό το τελευταίο σενάριο για εκτιμήσεις υδατικού δυναμικού.

Αναμφίβολα, το δυσμενές σενάριο, το οποίο επεκτείνει την πολύ μικρή μέση απορροή της τελευταίας οκταετίας σε μια πολύ μεγαλύτερη περίοδο, είναι πολύ συντηρητικό, ιδιαίτερα αν λάβει κανείς υπόψη τα σημάδια ανάκαμψης από την ξηρασία του προηγούμενου υδρολογικού έτους (1993-94) και των αρχών του τρέχοντος υδρολογικού έτους (Νοέμβριος 1994). Ωστόσο, θεωρήσαμε υποχρέωσή μας να συμπεριλάβουμε στις αναλύσεις και τα συμπεράσματά μας και αυτό το σενάριο, γιατί θα ήταν ανεπίτρεπτο μετά την πρόσφατη δοκιμασία της χώρας από την ξηρασία, να μην εξετάσουμε, έστω και υπό μορφή σεναρίου, την επίπτωση ενός παρόμοιου κινδύνου στο μέλλον. Άλλωστε, όπως προαναφέραμε, δεν μπορεί να αγνοηθεί η πιθανότητα συνέχισης ή επανάληψης στο μέλλον του πιο πρόσφατου υδρολογικού καθεστώτος, χωρίς πάντως να μπορεί αυτή η πιθανότητα να προσδιοριστεί ποσοτικά. Εξ άλλου, η επαπειλούμενη κλιματική αλλαγή, για την οποία πολλή έρευνα γίνεται τελευταία, θα πρέπει να μας οδηγήσει σε πιο προσεκτικές εκτιμήσεις, οι οποίες δεν θα πρέπει να στηρίζονται αποκλειστικά στην παραδοχή ενός στάσιμου υδροκλιματικού καθεστώτος.

Είναι πάντως εύλογο, στην περίπτωση του δυσμενούς σεναρίου, να είμαστε πιο ελαστικοί ως προς τις απαιτήσεις μας από ένα υδατικό σύστημα. Έτσι, για το δυσμενές σενάριο ορίσαμε μικρότερα αποδεκτά επίπεδα αξιοπιστίας από αυτά του κανονικού σεναρίου (βλ. επόμενο υποκεφάλαιο), πράγμα που αντισταθμίζει εν μέρει την πολύ απαισιόδοξη φύση του σεναρίου αυτού.

5.1.4 Μεθοδολογία συμπλήρωσης, επέκτασης και μεταφοράς χρονοσειρών

Η συμπλήρωση των κενών ενός υδρολογικού δείγματος ή η επέκτασή του για μια περίοδο που δεν υπάρχουν δεδομένα γίνεται συνήθως με βάση ένα πληρέστερο ομοειδές δείγμα ενός γειτονικού σταθμού. Κατά κανόνα χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι παρέχει αμερόληπτη εκτίμηση της τιμής που λείπει. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα: η διασπορά του συμπληρωμένου δείγματος είναι μεροληπτική (*biased*) και συγκεκριμένα είναι πάντα μικρότερη από την πραγματική διασπορά. Αυτό το μειονέκτημα είναι έχει σοβαρές συνέπειες για το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, δεδομένου ότι η διασπορά αποτελεί κύριο

χαρακτηριστικό για τον υπολογισμό του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού. Για το λόγο αυτό δεν χρησιμοποιήσαμε γραμμική παλινδρόμηση.

Για την άρση του παραπάνω μειονεκτήματος έχουν διατυπωθεί διάφορες μέθοδοι οι οποίες οδηγούν σε αμερόληπτες εκτιμήσεις και της μέσης τιμής και της διασποράς. Μια κατηγορία μεθόδων χρησιμοποιεί τυχαία υπόλοιπα τα οποία προσθέτει στις εκτιμήσεις της γραμμικής παλινδρόμησης. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι οι εκτιμήσεις της δεν είναι μοναδικές αλλά πολλαπλές. Μια άλλη κατηγορία μεθόδων, γνωστών ως μεθόδων *MOVE* (*Maintenance Of Variance Extension*) αντιμετωπίζουν το πρόβλημα παρέχοντας ταυτόχρονα μοναδική εκτίμηση της τιμής που λείπει. Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιούμε την απλούστερη από τις μεθόδους της τελευταίας κατηγορίας, γνωστή με τους όρους *MOVE.1* και *οργανική συσχέτιση* (Hirsch κ.ά., 1993, σ. 17.48). Πρόκειται για παραλλαγή της γραμμικής παλινδρόμησης

$$\tilde{Y} = aX + b \quad (5.1)$$

όπου όμως οι συντελεστές a και b προσδιορίζονται από τις εξισώσεις

$$a = \sqrt{s_Y / s_X} \operatorname{sgn}(r_{XY}) \quad b = \bar{y} - a \bar{x} \quad (5.2)$$

όπου \bar{y} και \bar{x} οι μέσες τιμές των X και Y , s_Y και s_X οι τυπικές αποκλίσεις τους, και $\operatorname{sgn}(r_{XY})$ το πρόσημο του συντελεστή συσχέτισής τους.

Για τη μεταφορά μιας χρονοσειράς παροχών σε μια άλλη γειτονική θέση, στην οποία δεν υπάρχουν μετρήσεις χρησιμοποιείται η απλή σχέση

$$Q_2 = Q_1 \frac{F_2}{F_1} \frac{h_2}{h_1} \quad (5.3)$$

όπου Q_1 η μέση παροχή στη λεκάνη όπου υπάρχουν μετρήσεις για μια δεδομένη περίοδο, F_1 το εμβαδό της ίδιας λεκάνης, h_1 η επιφανειακή βροχόπτωση της ίδιας λεκάνης για την ίδια περίοδο, και Q_2 , F_2 , h_2 τα αντίστοιχα μεγέθη για τη λεκάνη που δεν έχει μετρήσεις. Η σχέση αυτή βασίζεται στην παραδοχή ισότητας των συντελεστών απορροής στις δύο λεκάνες.

5.1.5 Μεθοδολογία και παραδοχές λειτουργίας ταμιευτήρων

Προκειμένου να υπολογιστεί το εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό στις θέσεις των ταμιευτήρων είναι απαραίτητη η θεώρηση της λειτουργίας των ταμιευτήρων. Οι βασικές εξισώσεις που τη διέπουν είναι

$$S_t = \begin{cases} K, & S_{t-1} + I_t - D_t > K \\ S_{t-1} + I_t - D_t, & 0 \leq S_{t-1} + I_t - D_t \leq K \\ 0, & S_{t-1} + I_t - D_t < 0 \end{cases} \quad (5.4)$$

$$R_t = \begin{cases} D_t, & S_{t-1} + I_t - D_t > 0 \\ S_{t-1} + I_t, & S_{t-1} + I_t - D_t < 0 \end{cases} \quad (5.5)$$

$$Q_t = \begin{cases} S_{t-1} + I_t - D_t - K, & S_{t-1} + I_t - D_t > K \\ 0, & S_{t-1} + I_t - D_t < K \end{cases} \quad (5.6)$$

όπου S_t το απόθεμα στον ταμιευτήρα στο χρόνο t , I_t η καθαρή εισροή (= ολική εισροή μείον απώλειες εξάτμισης, υπόγειας διαφυγής, κτλ.), D_t η ζήτηση, R_t η πραγματική απόληψη, Q_t η υπερχειλίση και K η ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα. Ο χρόνος t θεωρείται διακριτός και τα μεγέθη D_t , R_t και Q_t αναφέρονται στο χρονικό διάστημα $(t-1, t)$. Σε όλες τις περιπτώσεις που εξετάσαμε θεωρήσαμε χρονική διακριτότητα (ή χρονικό βήμα) ενός μηνός, η οποία είναι επαρκής για τους ταμιευτήρες της παρούσας μελέτης.

Για όλους τους ταμιευτήρες υιοθετήσαμε υπερετήσια ρύθμιση με επίπεδο αξιοπιστίας 90% για το κανονικό σενάριο. Το επίπεδο αξιοπιστίας ορίζεται με διάφορους τρόπους. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιούμε τον ακόλουθο ορισμό

$$\alpha = P(R_T = D_T) \quad (5.7)$$

όπου α το επίπεδο αξιοπιστίας, R_T η πραγματική απόληψη (θεωρούμενη ως τυχαία μεταβλητή) στην περίοδο T (εδώ ενός έτους) και D_T η ζήτηση στην ίδια περίοδο, ενώ με $P(\cdot)$ συμβολίζουμε την πιθανότητα. Πρακτικά, με τον παραπάνω ορισμό η αξιοπιστία είναι ίση με την πιθανότητα κάλυψης της ζήτησης σε ετήσια βάση. Εμπειρικά η πιθανότητα αυτή υπολογίζεται ως ο λόγος n'/n όπου n' είναι ο αριθμός των ετών στα οποία ικανοποιείται η ζήτηση και n ο συνολικός αριθμός ετών.

Το επίπεδο αξιοπιστίας 90% ισοδυναμεί με πιθανότητα αστοχίας 10%. Αυτό σημαίνει ότι είναι αποδεκτή η αστοχία ως προς την κάλυψη της ζήτησης μια φορά ανά δεκαετία. Διευκρινίζουμε ότι η αστοχία δεν σημαίνει πλήρη αδυναμία απολήψεων, αλλά μειωμένη απόληψη σε σχέση με την επιθυμητή. Το επίπεδο αξιοπιστίας 90% είναι απολύτως ικανοποιητικό για αρδευτικά έργα, μάλιστα δε σε πολλά έργα υιοθετείται μικρότερο επίπεδο, πχ. 80% - 85%. Στη μελέτη αυτή δεν θεωρήσαμε επιτρεπτή την υιοθέτηση μικρότερου επιπέδου αξιοπιστίας λόγω των αρκετών αβεβαιοτήτων που υπάρχουν, οι οποίες εν μέρει καλύπτονται από τη σχετικά αυξημένη τιμή που υιοθετήσαμε. Ωστόσο, στην περίπτωση του δυσμενούς υδρολογικού σεναρίου, στο οποίο οι εισροές είναι μειωμένες κατά πολύ, θεωρήσαμε αποδεκτό το μειωμένο επίπεδο αξιοπιστίας 80%.

Η μηνιαία κατανομή της απόληψης για άρδευση στην περιοχή της Θεσσαλίας φαίνεται στον Πίν. 5.1-1. Σημειώνουμε ότι τα ποσοστά που αναγράφονται αποτελούν μέσους όρους των διάφορων αρδευτικών ζωνών της Θεσσαλίας. Στην πραγματικότητα υπάρχουν αποκλίσεις στις διάφορες ζώνες, οι οποίες πρακτικώς δεν επηρεάζουν τη λειτουργία των ταμιευτήρων και γι' αυτό τις θεωρούμε αμελητέες.

Πίν. 5.1-1 Ποσοστά μηνιαίας απόληψης για άρδευση στην περιοχή της Θεσσαλίας

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.	ΣΥΝ.
ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	5.0	11.0	23.6	30.2	26.4	3.8	100.0

5.1.6 Άλλες παραδοχές

Στην παρούσα μελέτη δεν υπολογίζουμε αναλυτικά και κατ' αρχήν δεν παίρνουμε υπόψη τις απώλειες εξάτμισης από τους ταμιευτήρες, ούτε τις πρόσθετες εισροές από τη βροχόπτωση που πέφτει στις επιφάνειες των λιμνών. Τα αντίστοιχα σφάλματα σε ετήσια βάση τείνουν να αλληλοαναιρεθούν. Στην περίπτωση του Αχελώου το τελικό συνδυασμένο σφάλμα που προκύπτει αναμένεται να είναι μικρό, λόγω του μεγάλου ύψους βροχής στην περιοχή. Μεγαλύτερο είναι το σφάλμα στην περιοχή της Θεσσαλίας, όπου έχουμε μικρότερες βροχές (εκτός από τις πιο δυτικές λεκάνες Πύλης και Μουζακίου). Ωστόσο, το συνδυασμένο σφάλμα είναι πάντα μικρότερο από το μέγεθος της αβεβαιότητας που υπάρχει στους προσεγγιστικούς υπολογισμούς της παρούσας μελέτης.

Επίσης δεν παίρνουμε υπόψη απώλειες από υπόγειες διαφυγές στους ταμιευτήρες, εκτός από τις περιπτώσεις των ταμιευτήρων Κρεμαστών και Στράτου, όπου υπάρχουν σημαντικές βεβαιωμένες διαφυγές, της τάξης των 6 m³/s και 4 m³/s, αντίστοιχα. Τέλος δεν παίρνουμε υπόψη δευτερεύουσες μη συστηματικές εκροές (πχ. απολήψεις για άρδευση από μικροκαλλιεργητές κτλ.).

5.2 Λεκάνη Αχελώου

5.2.1 Ενδιαφέρουσες υδρολογικές λεκάνες και αντίστοιχα έργα

Ο Αχελώος είναι ο μεγαλύτερος σε παροχή από τους ποταμούς που βρίσκονται εξ ολοκλήρου σε ελληνικό έδαφος. Πηγάζει από το όρος Λάκμος της Πίνδου στην περιοχή του Μετσόβου και αφού διατρέξει ένα μήκος περί τα 220 km εκβάλλει στο Ιόνιο Πέλαγος απέναντι από τα νησιά Εχινάδες. Η λεκάνη του εντοπίζεται γεωγραφικά στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας. Δυτικά περικλείεται από τα Τζουμέρκα, τα όρη του Βάλτου και το Μακρυνόρος, βόρεια από το Λάκμο και Ανατολικά από τα όρη της Νότιας Πίνδου, τα Άγραφα, τον Τυμφρηστό και το Παναιτωλικό. Κυριότεροι παραπόταμοι του Αχελώου είναι ο Αγραφιώτικος, ο Ταυρωπός (ή Μέγδοβας) και ο Τρικεριώτης.

Οι υπολεκάνες του Αχελώου που ενδιαφέρουν άμεσα τη μελέτη και τα αντίστοιχα έργα είναι:

1. *Υπολεκάνη ανάντη της θέσης φράγματος Μεσοχώρας* με έκταση 633 km². Στην έξοδο της υπολεκάνης κατασκευάζεται ήδη λιθόρριπτο φράγμα με ανάντη πλάκα από σκυρόδεμα, ύψους 135 m. Ο ταμιευτήρας προβλέπεται να έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 228 hm³. Λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων φαίνονται στον Πίν. Π.1-1.
2. *Υπολεκάνη ανάντη της θέσης φράγματος Συκιάς* με έκταση 1 173 km². Στην έξοδο της υπολεκάνης προβλέπεται η κατασκευή φράγματος με αμμοχάλικο κοίτης και κεντρικό αδιαπέρατο πυρήνα, ύψους 150 m. Ο ταμιευτήρας προβλέπεται να έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 502 hm³. Λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων φαίνονται στον Πίν. Π.1-2.
3. *Υπολεκάνη ανάντη της θέσης μέτρησης Αυλάκι* με έκταση 1 349 km². Παλιότερα είχε εξεταστεί η κατασκευή φράγματος στην έξοδο της υπολεκάνης, αλλά το έργο αυτό δεν περιλαμβάνεται στο τρέχον σχήμα υδροηλεκτρικής ανάπτυξης του Άνω Αχελώου.
4. *Υπολεκάνη ανάντη του φράγματος Κρεμαστών* με έκταση 3 570 km² (χωρίς να προσμετρείται η υπολεκάνη Ταυρωπού, έκτασης 167 km², το υδατικό δυναμικό της οποίας εκτρέπεται καθολικά προς τη Θεσσαλία). Στην έξοδο της υπολεκάνης υπάρχει λιθόρριπτο φράγμα με αργιλικό πυρήνα, ύψους 160 m. Ο ταμιευτήρας έχει συνολική χωρητικότητα 4 495 hm³. Λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων φαίνονται στον Πίν. Π.1-3.
5. *Υπολεκάνη ανάντη του φράγματος Καστρακίου* με έκταση 4 118 km² (χωρίς να προσμετρείται η υπολεκάνη Ταυρωπού). Στην έξοδο της υπολεκάνης υπάρχει λιθόρριπτο φράγμα με αργιλικό πυρήνα, ύψους 96 m. Ο ταμιευτήρας έχει συνολική χωρητικότητα 950 hm³. Λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων φαίνονται στον Πίν. Π.1-4.
6. *Υπολεκάνη ανάντη του φράγματος Στράτου* με έκταση 4 320 km² (χωρίς να προσμετρείται η υπολεκάνη Ταυρωπού). Στην έξοδο της υπολεκάνης υπάρχει χωμάτινο φράγμα με

κεντρικό αργιλικό πυρήνα, ύψους 26 m. Ο ταμιευτήρας έχει συνολική χωρητικότητα 80 hm³. Λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά των έργων φαίνονται στον Πίν. Π.1-5.

7. Συνολική λεκάνη Αχελώου με έξοδο στις εκβολές με έκταση 4860 km².

5.2.2 Βασικά υδρολογικά δεδομένα

Κυριότερες πηγές υδρολογικών δεδομένων του Αχελώου αποτελούν τα υδατικά ισοζύγια των ταμιευτήρων Κρεμαστών και Καστρακίου, οι μετρήσεις στη θέση Αυλάκι, καθώς και παλιότερες μετρήσεις στα Κρεμαστά πριν την κατασκευή του φράγματος. Αναλυτικότερα:

- Από το ισοζύγιο του ταμιευτήρα Κρεμαστών έχουν προκύψει οι μηνιαίες απορροές της αντίστοιχης υπολεκάνης την περίοδο από τον Ιούλιο 1967 μέχρι σήμερα. Πιο συγκεκριμένα, ισοζύγια έχουν εκπονηθεί τόσο από το ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ (Ναλμπάντης και Κουτσογιάννης, 1992· Ρώτη, 1992) όσο και από τη ΔΕΗ/ΔΑΥΕ (Μιμίκου κ.ά., 1980). Και στις δύο μελέτες έχουν ληφθεί υπόψη για την κατάρτιση των ισοζυγίων υπόγειες διαφυγές από τον ταμιευτήρα μεγέθους 6 m³/s. Ωστόσο, όπως παρατηρείται στη μελέτη του ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ, για μερικούς μήνες προκύπτουν από το ισοζύγιο του ταμιευτήρα ανεπίτρεπτα μικρές, ακόμη και αρνητικές τιμές των εισροών στον ταμιευτήρα. Έτσι στην εν λόγω μελέτη θεωρήθηκε ένα προσεγγιστικό κατώτερο όριο μηνιαίας εισροής 20 m³/s, ίσο περίπου με την ελάχιστη μηνιαία παροχή που μετρήθηκε πριν την κατασκευή του ταμιευτήρα (Αύγουστος 1958: 20.1 m³/s, Σεπτέμβριος 1961: 18.5 m³/s). Στην μελέτη της ΔΕΗ υπάρχει διαφορετικός χειρισμός των περιπτώσεων αυτών και το ελάχιστο όριο είχε τεθεί ίσο με 30.0 m³/s, έτσι που τελικά η τελευταία μελέτη δίνει ελαφρά μεγαλύτερες τιμές της ετήσιας εισροής. Στην παρούσα μελέτη υιοθετήσαμε κατ' αρχήν τα ισοζύγια της μελέτης του ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ, τα οποία καλύπτουν και μεγαλύτερη χρονικά περίοδο (μέχρι το Δεκέμβριο 1990). Ωστόσο, εν όψει και των πιο πρόσφατων δεδομένων της ξηρής περιόδου, επαναθεωρήσαμε όσες τιμές είχαν τεθεί ίσες με το όριο των 20 m³/s, υιοθετώντας μικρότερο κάτω όριο μηνιαίας εισροής ίσο με 12 m³/s (περίπου ίσο με τα 2/3 της ελάχιστης μηνιαίας τιμής προ της κατασκευής του φράγματος). Σημειώνουμε πάντως ότι και αυτό το όριο είναι πλασματικό και θα πρέπει μελλοντικά να γίνει πιο ορθολογική αντιμετώπιση των περιπτώσεων αυτών. Παράλληλα, συμπληρώσαμε το δείγμα με τα νεότερα δεδομένα μέχρι και το Σεπτέμβριο 1994 (βάσει στοιχείων της ΔΕΗ/Διεύθυνση Εκμετάλλευσης, 1994). Τα δεδομένα αυτά προσαρμόστηκαν κατάλληλα, ώστε να συνυπολογιστεί η υπόγεια διαφυγή των 6.0 m³/s. Στα τελευταία δεδομένα, μετά την εν λόγω προσαρμογή, καμιά τιμή μηνιαίας εισροής δεν προέκυψε μικρότερη του ορίου των 12 m³/s. Οι τελικές τιμές των μηνιαίων εισροών που προέκυψαν με τις παραπάνω παραδοχές φαίνονται στον Πίνακα 5.4-6.

- Πριν τη λειτουργία του ταμιευτήρα Κρεμαστών είχαν πραγματοποιηθεί μετρήσεις στη διατομή, οι οποίες ξεκινούν από το 1937. Με βάση αυτές τις μετρήσεις είχαν εξαχθεί μέσες μηνιαίες παροχές της περιόδου 1937-65, με τις οποίες έγινε ο υδρολογικός σχεδιασμός του ταμιευτήρα από την SNC. Ωστόσο, όπως επισημαίνεται σε νεότερη μελέτη της ΔΕΗ/ΔΑΥΕ (Μιμίκου κ.ά., 1980) στα δεδομένα αυτά υπήρχαν κατά περιόδους ανακρίβειες, με αποτέλεσμα να αναθεωρηθεί το δείγμα των μηνιαίων εισροών. Στο νέο δείγμα: (α) απορρίπτονται τελείως τα δεδομένα της περιόδου 1937-51, κατά την οποία δεν είχε λειτουργήσει σταθμηγράφος παρά μόνο σταθμήμετρο, ενώ δεν υπήρχε και επαρκής βροχομετρική πληροφορία για τη λεκάνη· (β) επανεκτιμώνται με βάση μοντέλο βροχής-απορροής τα δεδομένα της περιόδου 1950-59, κατά την οποία δεν υπήρχαν τακτικές υδρομετρήσεις, τέτοιες που να καθιστούν εφικτή την κατασκευή καμπυλών στάθμης-παροχής· (γ) ελέγχονται με βάση το ίδιο μοντέλο βροχής-απορροής τα δεδομένα της περιόδου 1959-65, κατά την οποία υπήρχαν επαρκείς υδρομετρήσεις, και εξακριβώνεται ότι είναι αξιόπιστα (εκτός από τις τιμές του Ιανουαρίου 1959 και Μαρτίου 1962 που διορθώθηκαν). Στην παρούσα μελέτη υιοθετήσαμε το νεότερο παραπάνω δείγμα, το οποίο φαίνεται στον Πίνακα 5.4-6.
- Από το ισοζύγιο του ταμιευτήρα Καστρακίου έχουν προκύψει οι μηνιαίες απορροές της αντίστοιχης υπολεκάνης την περίοδο από το Μάρτιο 1969 μέχρι σήμερα. Το ισοζύγιο έχει εκπονηθεί από το ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ (Ναλμπάντης και Κουτσογιάννης, 1992· Ρώτη, 1992). Αρχικά υπολογίστηκαν οι πραγματικές καθαρές εισροές στον ταμιευτήρα, και στη συνέχεια, παίρνοντας υπόψη μεταβολή του αποθέματος, τη βροχόπτωση, την εξάτμιση και την εκροή από τα Κρεμαστά, υπολογίστηκε η συμβολή της ενδιάμεσης υπολεκάνης μεταξύ Κρεμαστών και Καστρακίου. Τέλος, προσθέτοντας την εισροή στα Κρεμαστά και τη συμβολή της ενδιάμεσης υπολεκάνης υπολογίστηκε η “φυσικοποιημένη” εισροή της συνολικής υπολεκάνης ανάντη του Καστρακίου, δηλαδή η φυσική εισροή αν δεν μεσολαβούσε το φράγμα Κρεμαστών. Στην παρούσα μελέτη υιοθετήθηκαν οι φυσικοποιημένες μέσες μηνιαίες εισροές της μελέτης ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ, με τη διαφορά ότι επαναθεωρήθηκαν οι τιμές που αντιστοιχούσαν στο ελάχιστο όριο των 20 m³/s στα Κρεμαστά, το οποίο, όπως προαναφέρθηκε, μειώθηκε στα 12 m³/s. Επιπλέον, έγινε συμπλήρωση του δείγματος με νεότερα δεδομένα της ΔΕΗ/Διεύθυνση εκμετάλλευσης (1994), τα οποία προσαρμόστηκαν με ανάλογη μεθοδολογία όπως αυτή του ΕΜΠ/ΤΥΠΥΘΕ. Σημειώνεται πάντως ότι κατά την προσαρμογή των νέων δεδομένων (τόσο στο Καστράκι, όσο και στα Κρεμαστά) δεν συνυπολογίστηκαν οι εξατμίσεις και οι βροχές στην επιφάνεια της λίμνης, αλλά το σφάλμα είναι αμελητέο, λόγω της (σχεδόν) ισότητας των δύο μεγεθών σε ετήσια βάση. Όλα τα δεδομένα φαίνονται στον Πίν. 5.4-5.
- Από τις μετρήσεις στη θέση Αυλάκι έχουν προκύψει οι μηνιαίες απορροές της αντίστοιχης υπολεκάνης. Πιο συγκεκριμένα, για την περίοδο 1965-77 οι μέσες μηνιαίες παροχές εκτιμήθηκαν από τη ΔΕΗ/ΔΑΥΕ και δημοσιεύτηκαν από τους Μιμίκου κ.ά. (1980). Όπως

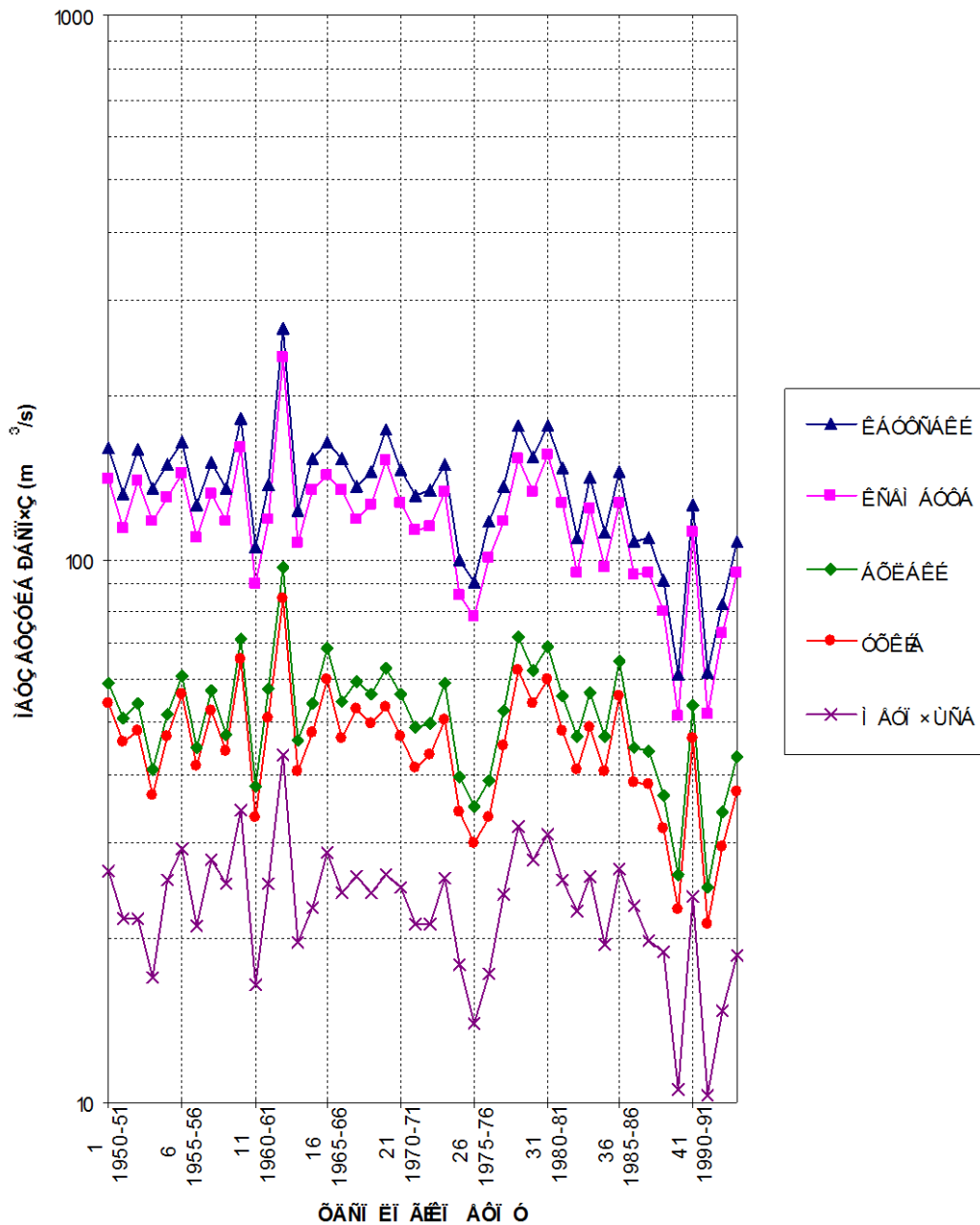
σημειώνεται στην εν λόγω μελέτη, ο έλεγχος των δεδομένων με βάση τόσο τις βροχές, όσο και τις αντίστοιχες παροχές στα Κρεμαστά, έδειξε ότι μετά το 1969 δεν υπήρχαν προβλήματα αξιοπιστίας, ενώ στα προηγούμενα χρόνια υπήρχαν ορισμένα προβλήματα, τα οποία και διορθώθηκαν. Νεότερες μέσες μηνιαίες παροχές για την ίδια θέση, μέχρι και το έτος 1990-91, μας δόθηκαν από τη ΔΕΗ/ΔΑΥΕ (1994). Όλα τα δεδομένα φαίνονται στον Πίν. 5.4-7.

5.2.3 Κατάρτιση χρονοσειρών απορροής στις ενδιαφέρουσες υδρολογικές λεκάνες

Με βάση τα βασικά υδρολογικά δεδομένα του προηγούμενου εδαφίου, σχηματίσαμε χρονοσειρές απορροής στις ενδιαφέρουσες υπολεκάνες, όπως αναλυτικότερα περιγράφουμε πιο κάτω:

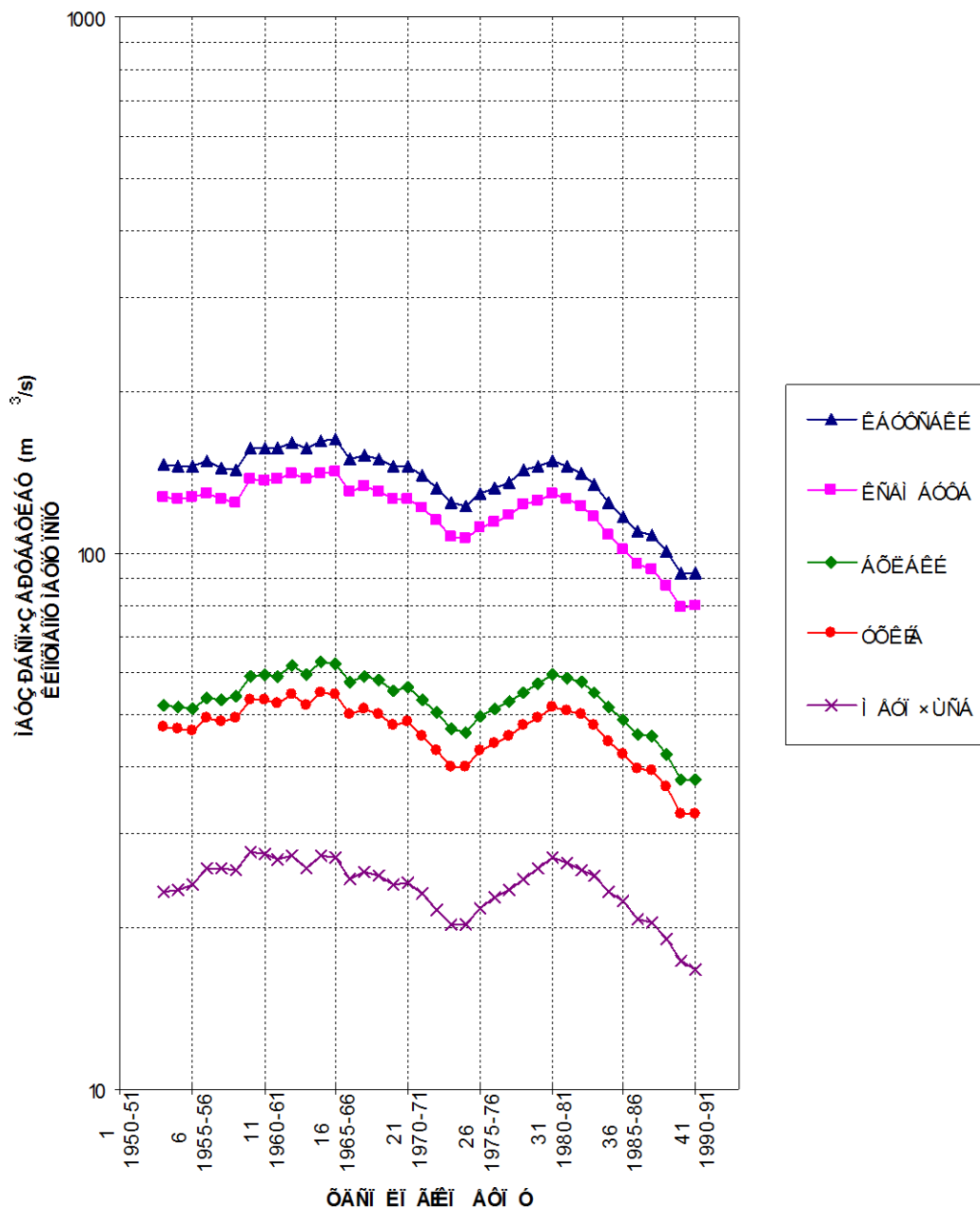
- Για τα Κρεμαστά, ενοποιήσαμε τα δείγματα που περιγράφονται στο προηγούμενο εδάφιο (Πίν 5.4-6).
- Για το Καστράκι, ενοποιήσαμε τα δείγματα που περιγράφονται στο προηγούμενο εδάφιο και στη συνέχεια επεκτείναμε με οργανική συσχέτιση το ενοποιημένο δείγμα προς τα πίσω, μέχρι το έτος 1950-51, παίρνοντας ως βάση το δείγμα των Κρεμαστών (Πίν. 5.4-5).
- Για το Αυλάκι, ενοποιήσαμε τα δείγματα που περιγράφονται στο προηγούμενο εδάφιο, ενώ για τα έτη 1950-65 υιοθετήσαμε τις τιμές που δίνονται από τους Μιμίκου κ.ά. (1980), οι οποίες βασίζονται σε μοντέλο βροχής-απορροής. Στη συνέχεια επεκτείναμε με οργανική συσχέτιση το ενοποιημένο δείγμα προς τα εμπρός, μέχρι το έτος 1993-94, παίρνοντας ως βάση το δείγμα των Κρεμαστών (Πίν. 5.4-7).
- Για τη Συκιά, όπου δεν υπήρχαν αξιόπιστες μετρήσεις, υιοθετήσαμε τις μέσες μηνιαίες παροχές της περιόδου 1950-77 που δίνονται από τους Μιμίκου κ.ά. (1980), οι οποίες βασίζονται σε αναγωγή των αντίστοιχων τιμών στο Αυλάκι, με βάση την ταυτόχρονη αναλογία εκτάσεων και μέσων μηνιαίων βροχοπτώσεων (εξ. (5.3)). Στη συνέχεια επεκτείναμε με οργανική συσχέτιση το δείγμα προς τα εμπρός, μέχρι το έτος 1993-94, παίρνοντας ως βάση το δείγμα των μέσων μηνιαίων παροχών στο Αυλάκι (Πίν. 5.4-8).
- Για τη Μεσοχώρα, όπου επίσης δεν υπήρχαν αξιόπιστες μετρήσεις, υιοθετήσαμε και πάλι τις μέσες μηνιαίες παροχές της περιόδου 1950-77 που δίνονται από τους Μιμίκου κ.ά. (1980), οι οποίες βασίζονται σε αναγωγή των αντίστοιχων τιμών στο Αυλάκι, με βάση την ταυτόχρονη αναλογία εκτάσεων και μέσων μηνιαίων βροχοπτώσεων. Στη συνέχεια επεκτείναμε με οργανική συσχέτιση το δείγμα προς τα εμπρός, μέχρι το έτος 1993-94, παίρνοντας ως βάση το δείγμα των μέσων μηνιαίων παροχών στο Αυλάκι (Πίν. 5.4-9).

Η εξέλιξη των ετήσιων απορροών σε όλες τις πιο πάνω θέσεις απεικονίζεται στα Σχ. 5.2-1 και Σχ. 5.2-2.



Σχ. 5.2-1 Διακύμανση της μέσης ετήσιας παροχής σε διάφορες θέσεις του Αχελώου (τεταγμένες σε λογαριθμική κλίμακα).

Για τις θέσεις Στράτος και Εκβολές δεν σχηματίσαμε χρονοσειρές μέσω μηνιαίων παροχών, αλλά περιοριστήκαμε στην εξαγωγή ενιαίων συντελεστών αναγωγής, βάσει των οποίων μπορούν να αναχθούν στις θέσεις αυτές τα μεγέθη που υπολογίζονται για το Καστράκι.



Σχ. 5.2-2 Κινούμενοι μέσοι όροι των ετήσιων παροχών σε διάφορες θέσεις του Αχελώου (τεταγμένες σε λογαριθμική κλίμακα).

Πέραν των παραπάνω χρονοσειρών απορροής, δημοσιεύουμε στο υποκεφάλαιο 5.4 (Πίν. 5.4-1 μέχρι 5.4-4) μια σειρά πινάκων μηνιαίων βροχοπτώσεων της περιόδου 1950-77, οι οποίοι έχουν ληφθεί, χωρίς καμιά δική μας επέμβαση, από τη μελέτη των Μιμίκου κ.ά. (1980).

5.2.4 Χαρακτηριστικά υδρολογικά μεγέθη - Υδρολογικά σενάρια

Στον Πίν. 5.2-1 υπολογίζονται οι μέσοι ετήσιοι συντελεστές απορροής σε τέσσερις θέσεις της λεκάνης για την περίοδο 1950-77, κατά την οποία έχουμε υπολογισμένες μέσες επιφανειακές βροχοπτώσεις των αντίστοιχων λεκανών. Παρατηρούμε ότι οι συντελεστές απορροής έχουν

εύλογες τιμές (από 0.62 μέχρι 0.64). Αναμένεται ότι οι τιμές αυτές θα ήταν κάπως μικρότερες αν είχαν συμπεριληφθεί και τα νεότερα δεδομένα.

Πίν. 5.2-1 Συντελεστές απορροής της περιόδου 1950-77

ΘΕΣΗ	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	ΑΥΛΑΚΙ	ΣΥΚΙΑ	ΜΕΣΟΧΩΡΑ
Έκταση λεκάνης (km ²)	3570	1349	1173	633
Μέση ετήσια βροχόπτωση (mm)	1802	1987	2023	1901
Μέση ετήσια παροχή (m ³ /s)	126.3	54.2	47.9	24.1
Ισοδύναμο ύψος απορροής (mm)	1116	1267	1288	1202
Συντελεστής απορροής	0.62	0.64	0.64	0.63

Όπως προαναφέραμε αλλά και όπως χαρακτηριστικά φαίνεται στο Σχ. 5.2-1, στα δείγματα των ετήσιων απορροών είναι ευδιάκριτα δύο υδρολογικά καθεστάτα: Πριν το υδρολογικό έτος 1986-87 οι απορροές εμφανίζονται αυξημένες ενώ την οκταετία 1986-87 μέχρι 1993-94 εμφανίζονται σημαντικά μειωμένες. Για το λόγο αυτό, στον Πίν. 5.2-2 έχουμε υπολογίσει ξεχωριστά τις μέσες υπερετήσιες παροχές:

- της περιόδου 1950-86
- της περιόδου 1986-94
- της συνολικής περιόδου 1950-94.

Τα δείγματα που αντιστοιχούν σε καθεμιά από τις παραπάνω περιόδους τα χαρακτηρίζουμε ως *ευμενές*, *δυσμενές* και *κανονικό* υδρολογικό σενάριο, αντίστοιχα. Στον Πίν. 5.2-2 έχουμε υπολογίσει και τους λόγους ανάμεσα στις μέσες υπερετήσιες παροχές των διαφόρων σεναρίων. Παρατηρούμε ότι ο λόγος των παροχών του δυσμενούς προς το ευμενές σενάριο είναι σημαντικά μικρότερος από τη μονάδα και κυμαίνεται από 0.65 μέχρι 0.71. Υπενθυμίζουμε ότι τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής βασίζονται στο κανονικό και το δυσμενές σενάριο, ενώ το ευμενές δεν χρησιμοποιείται (παρά μόνο για ενδιάμεσους υπολογισμούς), διότι θεωρείται πλέον υπερβολικά αισιόδοξο.

Στην περίπτωση του δυσμενούς υδρολογικού σεναρίου, ανακύπτει ένα σοβαρό πρόβλημα για τους υπολογισμό των στατιστικών χαρακτηριστικών των εισροών αλλά και για την προσομοίωση της λειτουργίας των ταμιευτήρων. Συγκεκριμένα το μικρό μέγεθος δείγματος (8 χρόνια) δεν επιτρέπει αξιόπιστες εκτιμήσεις. Για να δώσουμε μια σχετικώς ικανοποιητική απάντηση στο πρόβλημα αυτό, χρησιμοποιήσαμε και για το δυσμενές σενάριο το συνολικό δείγμα μετά από κατάλληλη αναγωγή. Έτσι, πολλαπλασιάσαμε τις τιμές όλων των ετών προ του 1986-87 με το λόγο της μέσης υπερετήσιας παροχής του δυσμενούς προς αυτή του ευμενούς σεναρίου. Πρόκειται βεβαίως για ένα τέχνασμα παρά για μια θεωρητικά συνεπή αντιμετώπιση, η λογική του οποίου στηρίζεται σε αντίστοιχα τεχνάσματα που χρησιμοποιούνται πχ. για την αφαίρεση τάσεων. Με το τέχνασμα αυτό εξασφαλίζουμε

ανηγμένα δείγματα μεγέθους 44 ετών, των οποίων η μέση τιμή είναι ίση με την πραγματική μέση τιμή της τελευταίας οκταετίας.

Επιπλέον, στον Πίν. 5.2-2 δίνουμε και τις μέσες ετήσιες παροχές για τέσσερις τύπους υδρολογικών ετών: το μέσο, το υγρό, το ξηρό και το πολύ ξηρό. Ως μέσο έτος χαρακτηρίσαμε αυτό στο οποίο η μέση ετήσια παροχή είναι περίπου ίση με την μέση υπερετήσια παροχή του κανονικού σεναρίου. Ως υγρό έτος χαρακτηρίσαμε αυτό στο οποίο η μέση ετήσια παροχή έχει εμπειρική πιθανότητα υπέρβασης κατά προσέγγιση ίση με 1:10. Παίρνοντας υπόψη ότι το δείγμα (κανονικό σενάριο) περιλαμβάνει 44 χρόνια, το υγρό έτος είναι αυτό στο οποίο η μέση ετήσια παροχή είναι η τέταρτη ή πέμπτη σε μέγεθος. Σημειώνουμε ότι για τον καθορισμό του έτους αυτού κατατάξαμε τα δείγματα όλων των θέσεων σε φθίνουσα σειρά και διαλέξαμε εκείνο το έτος στο οποίο το μέγεθος της μέσης ετήσιας παροχής είναι το τέταρτο ή πέμπτο στη σειρά στις περισσότερες από τις θέσεις. Αντίστοιχα, ως ξηρό έτος χαρακτηρίσαμε αυτό στο οποίο η μέση ετήσια παροχή έχει εμπειρική πιθανότητα μη υπέρβασης (στις περισσότερες από τις θέσεις) κατά προσέγγιση ίση με 1:10. Τέλος, ως πολύ ξηρό έτος χαρακτηρίσαμε εκείνο στο οποίο εμφανίζονται οι απολύτως χαμηλότερες παροχές στις περισσότερες από τις θέσεις. Σημειώνουμε ότι οι παροχές των πιο πάνω τύπων υδρολογικού έτους που αναγράφονται στον Πίν. 5.2-2 προέρχονται από τα πραγματικά ιστορικά δείγματα του κανονικού σεναρίου και όχι από τα ανηγμένα δείγματα του δυσμενούς σεναρίου.

Στον Πίν. 5.2-3 δίνουμε τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μέσων ετήσιων παροχών τόσο για τα πραγματικά ιστορικά δείγματα (κανονικό σενάριο) όσο και για τα ανηγμένα (δυσμενές σενάριο). Αξιοσημείωτες είναι οι σχετικά μικρές τιμές του συντελεστή μεταβλητότητας (τυπική απόκλιση προς μέση τιμή), οι οποίες για το κανονικό σενάριο κυμαίνονται στο διάστημα 0.25 - 0.27, ενώ στο δυσμενές σενάριο είναι ακόμα μικρότερες. Επίσης αξιοσημείωτες είναι οι σχετικά μεγάλες τιμές του συντελεστή αυτοσυσχέτισης πρώτης τάξης για το κανονικό σενάριο που στις θέσεις Κρεμαστά και Καστράκι ξεπερνούν το 0.20. Οι τιμές αυτές κατά βάση οφείλονται στην διαδοχή των συνεχώς ξηρών υδρολογικών ετών της τελευταίας οκταετίας. Στο δυσμενές σενάριο, όπου λόγω της αναγωγής των τιμών δεν υπάρχουν οι δύο διακεκριμένες περίοδοι (υγρή-ξηρή) έχουν μειωθεί κατά πολύ οι τιμές του συντελεστή αυτοσυσχέτισης, φτάνοντας μάλιστα σε αρνητικά επίπεδα.

Πίν. 5.2-2 Χαρακτηριστικά μεγέθη απορροής για διάφορα υδρολογικά σενάρια και διάφορους τύπους υδρολογικού έτους

ΘΕΣΗ	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	ΑΥΛΑΚΙ	ΣΥΚΙΑ	ΜΕΣΟΧΩΡΑ
Έκταση λεκάνης (km ²)	4118	3570	1349	1173	633
Μέση υπερετήσια φυσικοποιημένη εισροή (m ³ /s)					
Κανονικό σενάριο (δείγμα 1950-94)	135.5	117.9	52.2	45.8	23.3
Ευμενές σενάριο (δείγμα 1950-86)	144.8	126.0	55.3	48.6	24.6
Δυσμενές σενάριο (δείγμα 1986-94)	93.7	81.3	38.6	33.3	17.5
Ισοδύναμο ύψος απορροής (mm)					
Κανονικό σενάριο	1038	1042	1222	1233	1164
Ευμενές σενάριο	1109	1114	1293	1308	1229
Δυσμενές σενάριο	718	719	903	897	874
Λόγος εισροών					
Δυσμενούς προς κανονικό σενάριο	0.692	0.690	0.739	0.727	0.750
Δυσμενούς προς ευμενές σενάριο	0.647	0.645	0.698	0.685	0.711
Κανονικού προς ευμενές σενάριο	0.935	0.935	0.945	0.943	0.947
Μέση ετήσια φυσικοποιημένη παροχή (m ³ /s)					
Υγρού έτους (1980-81)	176.0	154.7	69.2	60.1	31.2
Μέσου έτους (1977-78)	136.3	117.2	52.6	45.4	24.1
Ξηρού έτους (1988-89)	91.7	80.0	36.9	31.9	10.5
Πολύ ξηρού έτους (1991-92)	62.0	51.7	24.8	21.3	10.3

Πίν. 5.2-3 Στατιστικά χαρακτηριστικά ετήσιων απορροών

	ΚΑΣΤΡΑΚΙ	ΚΡΕΜΑΣΤΑ	ΑΥΛΑΚΙ	ΣΥΚΙΑ	ΜΕΣΟΧΩΡΑ
Κανονικό σενάριο εισροών					
Μέση τιμή (m ³ /s)	135.5	117.9	52.2	45.8	23.3
Τυπική απόκλιση (m ³ /s)	34.9	31.2	13.0	11.5	6.1
Συντελεστής μεταβλητότητας	0.26	0.27	0.25	0.25	0.26
Συντελεστής αυτοσυσχέτισης τάξης 1	0.25	0.22	0.18	0.18	0.17
Δυσμενές σενάριο εισροών					
Μέση τιμή (m ³ /s)	93.7	81.3	38.6	33.3	17.5
Τυπική απόκλιση (m ³ /s)	19.9	18.0	8.4	7.2	4.1
Συντελεστής μεταβλητότητας	0.21	0.22	0.22	0.22	0.24
Συντελεστής αυτοσυσχέτισης τάξης 1	-0.13	-0.16	-0.10	-0.09	-0.07

Στα Σχ. 5.2-3 και Σχ. 5.2-4 έχουμε απεικονίσει σε χαρτί κανονικής κατανομής τις εμπειρικές συναρτήσεις κατανομής των μέσων ετήσιων παροχών για το κανονικό και δυσμενές σενάριο, αντίστοιχα. Όπως θα αναμέναμε για μια ιδιαίτερα πλούσια σε υδατικό δυναμικό περιοχή, όπως αυτή του Αχελώου, οι δειγματικές συναρτήσεις κατανομής τείνουν προς την κανονική κατανομή. Η σημαντική απόκλιση που εμφανίζεται σε ένα σημείο, αντιστοιχεί στις ιδιαίτερα μεγάλες απορροές του 1962-63. Το εν λόγω σημείο μπορεί να χαρακτηριστεί ως εξωκείμενο (outlier). Αντίθετα, στην περιοχή των χαμηλών παροχών δεν παρατηρούμε εξωκείμενες τιμές, παρόλο που ενδεχομένως θα ανέμενε κανείς τέτοιες λόγω της έντονης ξηρασίας της τελευταίας οκταετίας, αφού μάλιστα έχουν σημειωθεί σε άλλες λεκάνες του ελλαδικού χώρου. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι στη λεκάνη του Αχελώου η ξηρασία δεν εκδηλώθηκε με την εμφάνιση ενός ή περισσότερων πολύ ακραίων υδρολογικών ετών, αλλά με τη συνεχή διαδοχή ξηρών (αλλά όχι τόσο ακραίων) υδρολογικών ετών.

5.2.5 Εκτίμηση των μέσων ετήσιων απορροών στις θέσεις Στράτος και Εκβολές

Στη θέση Στράτος υπάρχουν συστηματικά δεδομένα από το ισοζύγιο του ταμιευτήρα μόνο για τα τελευταία έξι υδρολογικά έτη, οπότε και λειτουργεί ο ταμιευτήρας. Η μικρή αυτή περίοδος δεν προσφέρει επαρκή βάση για υδρολογικές εκτιμήσεις. Για το λόγο αυτό προτιμήσαμε να εκτιμήσουμε το φυσικό υδατικό δυναμικό στην εν λόγω θέση, στηριζόμενοι άμεσα στο δείγμα απορροών στο Καστράκι και έμμεσα στα δείγματα των πλέον ανάντη θέσεων Κρεμαστά και Αυλάκι, τα οποία στηρίζονται (τουλάχιστον εν μέρει) σε μετρήσεις και όχι σε αναγωγές. Η μέθοδος που ακολουθήσαμε συνίσταται στα ακόλουθα:

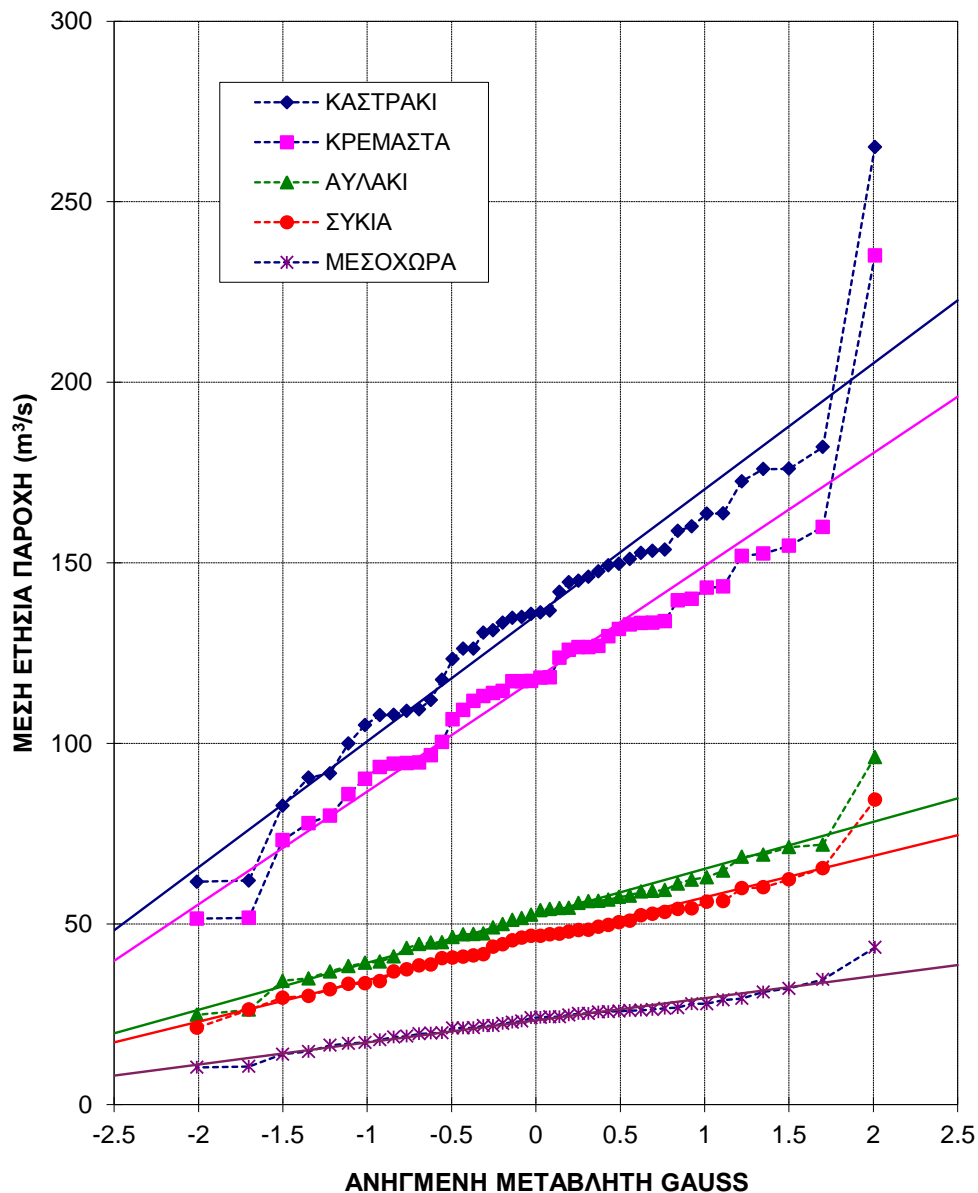
- Διαπιστώσαμε ότι οι φυσικοποιημένες μέσες υπερετήσιες παροχές $E[Q_Y]$ στις τρεις παραπάνω θέσεις συνδέονται με τις αντίστοιχες επιφάνειες λεκανών F με τη σχέση δύναμης

$$E[Q_Y] = 0.116 F^{0.85} \quad (5.8)$$

- Εφαρμόζοντας την πιο πάνω εξίσωση για τις θέσεις Στράτος και Καστράκι, εξαγάγαμε ένα συντελεστή αναλογίας ίσο προς

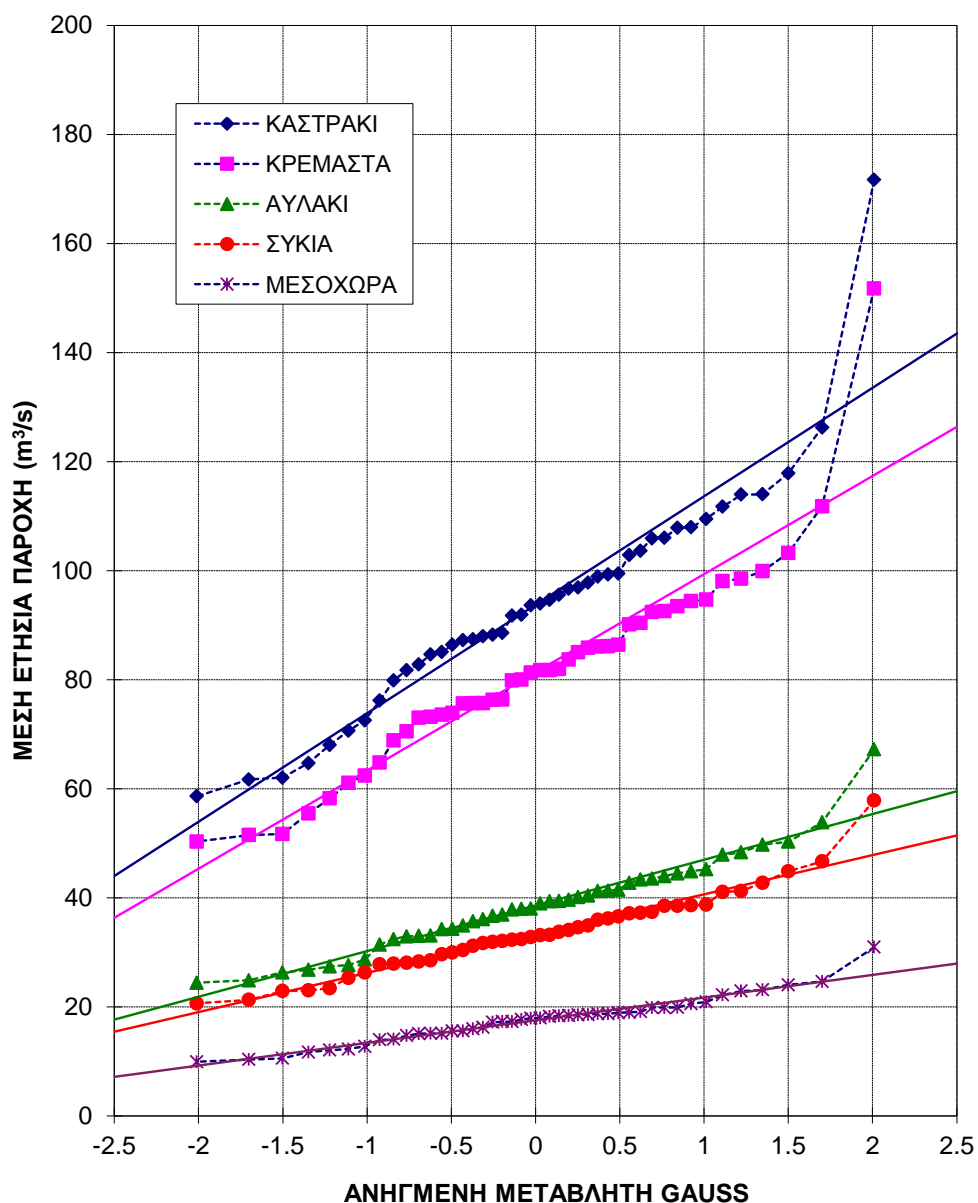
$$\frac{E[Q_{Y, \text{ΣΤΡΑΤΟΣ}}]}{E[Q_{Y, \text{ΚΑΣΤΡΑΚΙ}}]} = \left(\frac{F_{\text{ΣΤΡΑΤΟΣ}}}{F_{\text{ΚΑΣΤΡΑΚΙ}}} \right)^{0.85} = 1.04 \quad (5.9)$$

- Εφαρμόσαμε τον τελευταίο συντελεστή αναλογίας για την αναγωγή των φυσικοποιημένων παροχών του Καστρακίου (μέσων υπερετήσιων, μέσων ετήσιων, μέσων μηνιαίων) στη θέση Στράτος. Σημειώνουμε, πάντως, ότι, όσο μικρότερο είναι το χρονικό βήμα, τόσο μεγαλύτερο είναι το σφάλμα της εξίσωσης (5.9).



Σχ. 5.2-3 Εμπειρικές και θεωρητικές (Gauss) συναρτήσεις κατανομής των πραγματικών μέσων ετήσιων παροχών (κανονικό σενάριο) του Αχελώου σε διάφορες θέσεις

Κατάντη της θέσης Στράτου υπάρχει πλήρης έλλειψη μετρήσεων. Έτσι, για τον προσδιορισμό της φυσικοποιημένης απορροής στις εκβολές χρειάζεται να γίνει και πάλι αναγωγή των παροχών του Καστρακίου ή του Στράτου. Όμως, λόγω των πολύ διαφορετικών φυσιογραφικών συνθηκών της κατάντη του Στράτου περιοχής (πεδινές καλλιεργήσιμες εκτάσεις) το υδρολογικό καθεστώς ως προς τις απορροές είναι επίσης πολύ διαφορετικό και επομένως δεν θα ήταν ορθή η εφαρμογή της πιο πάνω μεθόδου, η οποία προϋποθέτει παρόμοιο υδρολογικό καθεστώς κατά μήκος της λεκάνης. Έτσι εφαρμόσαμε μια καθαρώς εμπειρική μέθοδο, η οποία συνίσταται στα ακόλουθα:



Σχ. 5.2-4 Εμπειρικές και θεωρητικές (Gauss) συναρτήσεις κατανομής των ανηγμένων μέσωσων ετήσιων παροχών (δυσμενές σενάριο) του Αχελώου σε διάφορες θέσεις

- Υποθέσαμε ότι το μέσο ετήσιο ισοδύναμο ύψος απορροής στην ενδιάμεση λεκάνη μεταξύ Στρατού και εκβολών, έκτασης 540 km², είναι περίπου 350 mm. Η τιμή αυτή είναι ίση με το 1/3 της αντίστοιχης τιμής ανάντη του Καστρακίου και αντιστοιχεί σε συντελεστή απορροής 0.35-0.40 (το μέσο ύψος βροχής στην περιοχή εκτιμάται περί τα 900-1000 mm ετησίως).

- Συνδυάζοντας το παραπάνω ύψος απορροής με αυτό στη θέση Στράτος (1029 mm), υπολογίσαμε το συντελεστή αναγωγής των παροχών του Στράτου σε παροχές των Εκβολών:

$$\frac{E[Q_{Y,ΕΚΒΟΛΕΣ}]}{E[Q_{Y,ΣΤΡΑΤΟΣ}]} = \frac{1029 F_{ΣΤΡΑΤΟΣ} + 350 (F_{ΣΤΡΑΤΟΣ} - F_{ΕΚΒΟΛΕΣ})}{1029 F_{ΣΤΡΑΤΟΣ}} = 1.04 \quad (5.10)$$

Τα τελικά υδρολογικά μεγέθη που προκύπτουν με εφαρμογή των παραπάνω συντελεστών αναγωγής φαίνονται στον Πίν. 5.2-5.

5.2.6 Απαιτούμενοι ρυθμιστικοί όγκοι για την εκτροπή του Αχελώου προς Θεσσαλία

Η ποσότητα νερού που πρόκειται να εκτραπεί από τον Αχελώο προς τη Θεσσαλία θα πρέπει να δίνεται στην κατανάλωση τους καλοκαιρινούς μήνες, με τις ποσοστιαίες αναλογίες του εδαφίου 5.1.5. Για το λόγο αυτό απαιτείται ρύθμιση των απορροών του Αχελώου, η οποία προϋποθέτει κατάλληλη ρυθμιστική ικανότητα. Για το σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί τμήμα της ολικής χωρητικότητας του ταμιευτήρα Συκιάς στον Αχελώο, καθώς και τμήμα της ολικής χωρητικότητας των ταμιευτήρων Μουζακίου (κυρίως) και Πύλης (επικουρικώς) στη Θεσσαλία. Τεχνικά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και τμήμα της χωρητικότητας του ταμιευτήρα Μεσοχώρας, επισημαίνεται όμως ότι το έργο Μεσοχώρας είναι ενεργειακό έργο και δεν θα πρέπει να δεσμευτεί για την εκτροπή του Αχελώου.

Ο ακριβής υπολογισμός αυτής της δεσμευμένης χωρητικότητας θα απαιτούσε την προσομοίωση του συστήματος των τεσσάρων ταμιευτήρων, στην οποία υπεισέρχονται οι εισροές των τεσσάρων λεκανών απορροής. Αυτή η λεπτομερής αναπαράσταση της λειτουργίας των ταμιευτήρων ξεφεύγει από τους στόχους της παρούσας μελέτης. Περιοριζόμαστε, λοιπόν σε απλουστευμένες εκτιμήσεις, για τις οποίες χρησιμοποιούμε ένα ιδεατό ταμιευτήρα που εξομοιώνει το σύνολο των δεσμευμένων χωρητικοτήτων και στους τέσσερις ταμιευτήρες. Είναι αυτονόητο ότι οι εκτιμήσεις που δίνουμε σε αυτή τη μελέτη θα πρέπει στο μέλλον να επανεξεταστούν πληρέστερα με κατασκευή ολοκληρωμένου μαθηματικού μοντέλου της λειτουργίας του συστήματος ταμιευτήρων. Δεδομένου ότι τα αποδεκτά επίπεδα αξιοπιστίας, όπως καθορίστηκαν στο εδάφιο 5.1.5 είναι αρκετά χαμηλά (80%-90%) και τα μεγέθη των δειγμάτων αρκετά μεγάλα (44 χρόνια), μπορεί να θεωρηθεί επαρκής η προσομοίωση του ιδεατού ταμιευτήρα με βάση τα δείγματα αυτά, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση συνθετικών δειγμάτων μεγαλύτερου μεγέθους.

Οι απαραίτητοι υπολογισμοί, βασισμένοι στις εξισώσεις του εδαφίου 5.1.5 γίνονται στους Πίν. 5.5-1 έως Πίν. 5.5-15. Οι υπολογισμοί αυτοί έγιναν για τρεις εναλλακτικές τιμές της ποσότητας νερού που εκτρέπεται από τον Αχελώο προς τη Θεσσαλία: 300, 600 και 1000 hm³. Για λόγους πληρότητας έγιναν υπολογισμοί και για ακόμη μικρότερες ποσότητες εκτροπής,

ενώ έγινε και ειδικός υπολογισμός της δυνατής εκτρεπόμενης ποσότητας νερού, αν δεσμευτεί το σύνολο των ωφελίμων χωρητικότητων των ταμιευτήρων Συκιάς και Μεσοχώρας (730 hm³), χωρίς να κατασκευαστούν ταμιευτήρες στη Θεσσαλία. Είναι βέβαια αυτονόητο ότι η δέσμευση για την εκτροπή του συνόλου των χωρητικότητων Συκιάς και Μεσοχώρας σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ως υλοποιήσιμο σενάριο, δεδομένου ότι θα μείωνε μέχρι μηδενισμού την παραγωγή πρωτεύουσας υδροηλεκτρικής ενέργειας και στους δύο ταμιευτήρες. Οι σχετικοί υπολογισμοί γίνονται για ενδεικτικούς λόγους προκειμένου να εκτιμηθεί το ανώτατο όριο ρύθμισης της εκτροπής που προσφέρουν οι δύο ταμιευτήρες.

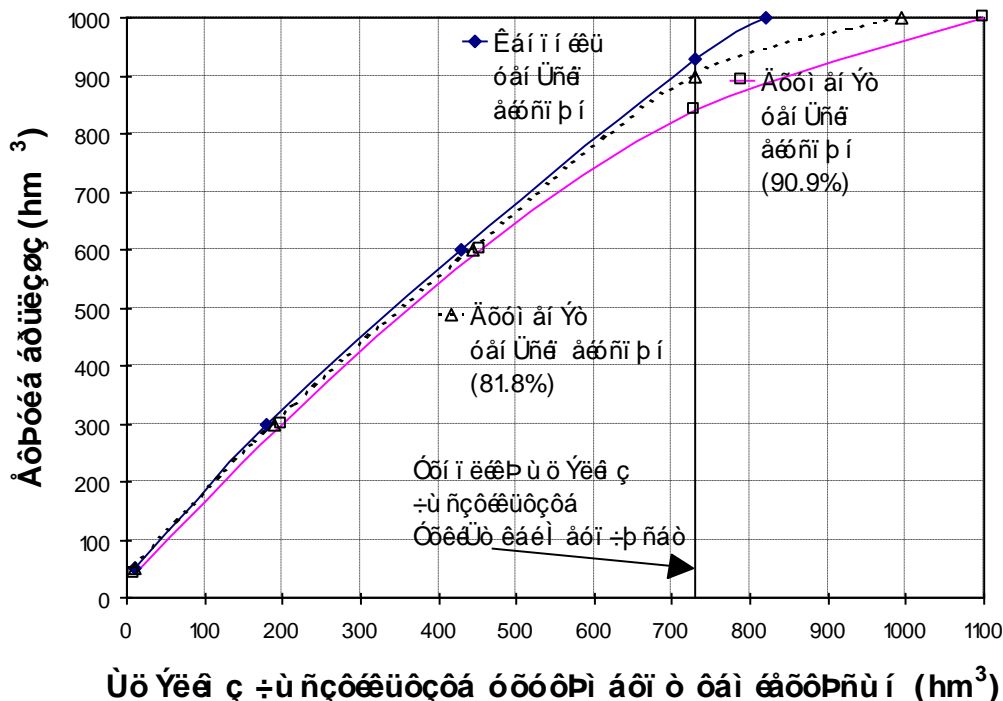
Όλοι οι υπολογισμοί αναφέρονται αποκλειστικά στη δεσμευμένη χωρητικότητα για εκτροπή και δεν συμπεριλαμβάνουν ούτε τις επιπτώσεις στην παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας στον Αχελώο, ούτε τις επιπλέον χωρητικότητες που θα απαιτηθούν για τυχόν ρύθμιση των εισροών των λεκανών Πύλης και Μουζακίου. Τα αποτελέσματά των υπολογισμών συνοψίζονται στον Πίν. 5.2-4 και στο Σχ. 5.2-5. Παρατηρούμε ότι η ποσότητα των 300 hm³ ετησίως μπορεί να εκτραπεί χωρίς μεγάλες συνέπειες για το σύστημα ταμιευτήρων, αφού απαιτεί τη δέσμευση μόνο 180-200 hm³ από τη συνολική χωρητικότητα των ταμιευτήρων. Η ποσότητα των 600 hm³ ετησίως μπορεί κατ' αρχήν να εκτραπεί ακόμη και χωρίς κατασκευή ταμιευτήρων στη Θεσσαλία, αλλά στην περίπτωση αυτή θα υπάρξουν σοβαρές επιπτώσεις στο υποσύστημα Συκιάς-Μεσοχώρας, αφού θα απαιτεί η δέσμευση ρυθμιστικού όγκου 430-455 hm³ (το 85-90% της ωφέλιμης χωρητικότητας της Συκιάς ή περίπου το 60% της αθροιστικής ωφέλιμης χωρητικότητας των δύο ταμιευτήρων). Τέλος η ποσότητα των 1000 hm³ ετησίως είναι αδύνατο να εκτραπεί χωρίς κατασκευή ταμιευτήρων στη Θεσσαλία, αφού απαιτεί δεσμευμένη χωρητικότητα 820-1100 hm³.

5.2.7 Επιπτώσεις της εκτροπής στο εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό κατά μήκος του Αχελώου

Όπως προαναφέραμε, στο αντικείμενο της μελέτης αυτής δεν περιλαμβάνεται η διερεύνηση των μεγεθών που σχετίζονται με την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας στον Αχελώο (και τη Θεσσαλία) είτε προ της εκτροπής είτε μετά την εκτροπή. Εξ άλλου, στη φάση αυτή που δεν έχει οριστικοποιηθεί το σχήμα εκτροπής και τα έργα που περιλαμβάνονται σε αυτό, δεν μπορούν να γίνουν αξιόπιστες τελικές εκτιμήσεις. Ωστόσο, στο εδάφιο αυτό κάνουμε ορισμένες ποιοτικές παρατηρήσεις για το θέμα αυτό, οι οποίες αναφέρονται στο εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό κατά μήκος του Αχελώου και στις επιπτώσεις σε αυτό της εκτροπής. Με τον όρο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό εννοούμε εκείνο το τμήμα του συνολικού υδατικού δυναμικού, το οποίο είναι δυνατό (με κατάλληλη διαχείριση) να διέλθει από τους αγωγούς προσαγωγής του κάθε συγκροτήματος για οποιαδήποτε χρήση (ενεργειακή, αρδευτική κτλ.). Έτσι σε μια συγκεκριμένη θέση δεν θεωρείται εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό η ποσότητα νερού που διέρχεται από τις κατασκευές υπερχειλίσης, εξατμίζεται ή διηθείται υπόγεια.

Πίν. 5.2-4 Δεσμευμένη χωρητικότητα του συστήματος ταμιευτήρων Αχελώου (Συκιά, Μεσοχώρα) και Θεσσαλίας (Μουζάκι, Πύλη) για την εκτροπή διάφορων εναλλακτικών ποσοτήτων νερού στη Θεσσαλία, και αντίστοιχα μεγέθη απολήψεων. Η ελάχιστη απόληψη αναφέρεται σε όλη τη διάρκεια των 44 ετών του δείγματος. Όλοι οι όγκοι είναι σε hm³.

Δεσμευμένη χωρητικότητα του συστήματος ταμιευτήρων	Ζήτηση (ονομαστική απόληψη)	Πραγματική μέση απόληψη	Πραγματική ελάχιστη απόληψη
<i>Κανονικό σενάριο εισροών -</i>			
<i>Επίπεδο αξιοπιστίας 90.9% (επιτρέπονται 4 έτη αστοχίας στα 44 του δείγματος)</i>			
10	50	49.5	34.1
180	300	298.9	266.6
430	600	598.0	540.5
730	930	921.7	762.6
820	1000	987.7	722.1
<i>Δυσμενές σενάριο εισροών -</i>			
<i>Επίπεδο αξιοπιστίας 90.9% (επιτρέπονται 4 έτη αστοχίας στα 44 του δείγματος)</i>			
10	40	39.7	29.0
200	300	299.6	286.6
455	600	598.5	565.5
730	840	833.0	651.3
1100	1000	984.3	651.3
<i>Δυσμενές σενάριο εισροών -</i>			
<i>Επίπεδο αξιοπιστίας 81.8% (επιτρέπονται 8 έτη αστοχίας στα 44 του δείγματος)</i>			
10	50	49.3	33.4
190	300	298.3	276.6
445	600	597.3	555.5
730	900	880.3	651.3
995	1000	977.1	651.3



Σχ. 5.2-5 Σχέση ετήσιας απόληξης αρδευτικού νερού από τον Αχελώο (με εκτροπή προς τη Θεσσαλία) και απαιτούμενης δεσμευμένης χωρητικότητας του συστήματος ταμιευτήρων Αχελώου (Συκιά, Μεσοχώρα) και Θεσσαλίας (Μουζάκι, Πύλη).

1. Επιπτώσεις στο έργο Μεσοχώρας

Όπως προαναφέραμε, το έργο Μεσοχώρας είναι ενεργειακό έργο και δεν θα πρέπει να δεσμευτεί για την εκτροπή του Αχελώου. Κατά συνέπεια δεν θα πρέπει να υπάρξουν επιπτώσεις από την εκτροπή στο έργο αυτό. Αυτό κατ' αρχήν είναι εφικτό δεδομένου ότι η εκτροπή θα γίνει από το κατάντη συγκρότημα της Συκιάς, αλλά θα πρέπει να συνυπάρχουν και ορισμένες άλλες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα:

- 1.1. είτε θα πρέπει να εκτραπεί μικρή ποσότητα, πχ. 300 hm³ ετησίως, οπότε η απαιτούμενη δεσμευμένη χωρητικότητα για την εκτροπή είναι μικρή·
- 1.2. είτε, στην περίπτωση εκτροπής ετήσιου όγκου 600 hm³ ή μεγαλύτερου, θα πρέπει να κατασκευαστούν οι ταμιευτήρες Μουζακίου (κυρίως) και Πύλης και ανατεθεί σε αυτούς σημαντικός ρυθμιστικός ρόλος.

2. Επιπτώσεις στο έργο Συκιάς

- 2.1. Στην περίπτωση εκτροπής 300 hm³ ετησίως, δεδομένου ότι η απαιτούμενη δεσμευμένη χωρητικότητα για την εκτροπή είναι μικρή, δεν αναμένονται επιπλέον επιπτώσεις στο εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό, πέραν της μείωσης κατά 300 hm³ της ετήσιας ποσότητας νερού που θα διοχετεύεται προς τα κατάντη του Αχελώου.

- 2.2. Στην περίπτωση εκτροπής 600 hm³ ετησίως και πάλι δεν αναμένονται σημαντικές επιπρόσθετες επιπτώσεις (πέραν της μείωσης των 600 hm³) στο εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό της Συκιάς αν κατασκευαστούν οι ταμιευτήρες Πύλης και Μουζακίου και ανατεθεί σε αυτούς σημαντικός ρυθμιστικός ρόλος. Διαφορετικά θα απαιτηθεί να δεσμευτεί σημαντικό τμήμα της χωρητικότητας του ταμιευτήρα Συκιάς για ρύθμιση της εκτροπής, πράγμα που θα έχει συνέπεια την αύξηση της μέσης ετήσιας ποσότητας νερού που υπερχειλίζει από τον ταμιευτήρα και επομένως την περαιτέρω μείωση του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού. Το μέγεθος της μείωσης δεν είναι δυνατό να εκτιμηθεί χωρίς την κατασκευή πλήρους μαθηματικού μοντέλου λειτουργίας του συνόλου των ταμιευτήρων.
 - 2.3. Στην περίπτωση εκτροπής 1000 hm³ ετησίως (η οποία, όπως προαναφέρθηκε είναι εφικτή μόνο αν κατασκευαστούν οι ταμιευτήρες Πύλης και Μουζακίου) μπορεί να απαιτήσει τη δέσμευση ενός αξιόλογου ποσοστού της χωρητικότητας του ταμιευτήρα Συκιάς, οπότε και αναμένεται περαιτέρω μείωση του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού σε αυτή τη θέση.
 - 2.4. Είναι προφανές ότι με την κατασκευή υδροηλεκτρικών έργων στη Θεσσαλία θα ανακτηθεί σημαντική ποσότητα ενεργειακά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού, το μέγεθος της οποίας δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί στην παρούσα μελέτη.
3. Επιπτώσεις στα κατάντη έργα Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου.
 - 3.1. Γενικά, για οποιαδήποτε εκτρεπόμενη ποσότητα προς τη Θεσσαλία, είναι προφανές ότι θα υπάρχει αντίστοιχη μείωση της ετήσιας ποσότητας νερού που διέρχεται από τα έργα Κρεμαστών, Καστρακίου και Στράτου.
 - 3.2. Λόγω της μεγάλης ωφέλιμης χωρητικότητας του ταμιευτήρα Κρεμαστών, η οποία επαρκεί για τη ρύθμιση των φυσικών απορροών του Αχελώου χωρίς πρακτικώς να πραγματοποιούνται υπερχειλίσεις, δεν αναμένεται να υπάρξει θετική επίπτωση (λόγω μείωσης των υπερχειλίσεων) στο εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό στις εν λόγω θέσεις.

Με βάση τις πιο πάνω παρατηρήσεις έχει συνταχθεί ο Πίν. 5.2-5, στον οποίο συνοψίζονται τα αποτελέσματα των υδρολογικών αναλύσεων των προηγούμενων εδαφίων και, επιπλέον, ποσοτικοποιούνται (όπου είναι εφικτό) οι επιπτώσεις των διαφορετικών σεναρίων εκτροπής στο υδατικό δυναμικό κατά μήκος του Αχελώου. Σημειώνεται ότι, για λόγους απλοποίησης, ότι ο Πίνακας αυτός έχει συνταχθεί με βάση τις ονομαστικές ποσότητες εκτροπής και όχι τις πραγματικές μέσες τιμές τους (βλ. Πίν. 5.2-4). Δεδομένου ότι οι τελευταίες ελάχιστα διαφέρουν από τις πρώτες (κάτω του 2-2.5%) η απόκλιση είναι πολύ μικρή και πάντως

βρίσκεται προς την πλευρά της ασφάλειας. Επίσης, για τις θέσεις Συκιά και Μεσοχώρα στον Πίν. 5.2-5 δίνεται το ολικό δυναμικό που διοχετεύεται κατάντη, δεδομένου ότι στην παρούσα φάση δεν μπορεί να γίνει διάκριση σε εκμεταλλεύσιμο και μη. Έτσι, ο πίνακας θα πρέπει να αναγνωστεί σε συνδυασμό με τις παραπάνω ποιοτικές παρατηρήσεις.

Για λόγους πληρότητας δίνουμε και τον Πίν. 5.2-6, ο οποίος περιέχει υδρολογικά και διαχειριστικά μεγέθη και προέρχεται από την έκθεση Τζιμόπουλου (1993). Τα δεδομένα του αναφέρονται στην περίοδο 1950-84 και ελήφθησαν από τη μελέτη ΥΠΕΘΟ κ.ά (1989). Ο Πίν. 5.2-6 δεν αντιπροσωπεύει, βεβαίως, τη σημερινή εικόνα του συστήματος, αλλά δίνει συγκριτικά τα μεγέθη εκροών στις διάφορες θέσεις του Αχελώου για εκτροπή 1 100 hm³ προς τη Θεσσαλία κάτω από ορισμένες παραδοχές λειτουργίας των διάφορων Υδροηλεκτρικών Σταθμών. Από τη σύγκριση των Πίν. 5.2-5 και Πίν. 5.2-6 προκύπτει ότι οι μέσες υπερετήσιες παροχές του τελευταίου πίνακα είναι αυξημένες κατά 6% - 19%. Αυτό φυσικά εξηγείται από το γεγονός ότι τα δεδομένα του Πίν. 5.2-6 αναφέρονται στην περίοδο 1950-84 και δεν περιλαμβάνουν τα πιο πρόσφατα ξηρά υδρολογικά έτη.

5.2.8 Ελάχιστες φυσικές παροχές κατά μήκος του Αχελώου

Από τη στατιστική ανάλυση των μηνιαίων παροχών στις διάφορες θέσεις κατά μήκος του Αχελώου μπορούν να προκύψουν οι ελάχιστες μηνιαίες παροχές για διάφορες περιόδους επαναφοράς. Στον Πίν. 5.2-5 δίνουμε τις φυσικοποιημένες ελάχιστες μηνιαίες παροχές πενταετίας, τις οποίες εκτιμήσαμε άμεσα από τα δείγματα χωρίς να εφαρμόσουμε κάποιο θεωρητικό πιθανοτικό μοντέλο (το σχετικά μεγάλο μέγεθος δείγματος προσφέρει μια τέτοια δυνατότητα).

Προκειμένου να εκτιμήσουμε τις ελάχιστες παροχές σε ημερήσια βάση χρησιμοποιήσαμε ιστορικά δεδομένα ημερήσιων ελάχιστων παροχών στο Αυλάκι (ΔΕΗ/ΔΑΥΕ, 1994), απ' όπου συναγάγαμε ότι τους κρίσιμους μήνες Ιούνιο έως Σεπτέμβριο η ελάχιστη ημερήσια παροχή είναι κατά μέσο όρο ίση με το 65% της ελάχιστης μηνιαίας. Χρησιμοποιώντας αυτό το δεδομένο δίνουμε στον Πίν. 5.2-5 εκτιμήσεις των φυσικοποιημένων ελάχιστων ημερήσιων παροχών πενταετίας στις ενδιαφέρουσες θέσεις κατά μήκος του Αχελώου.

Πίν. 5.2-5 Χαρακτηριστικά υδρολογικά και διαχειριστικά μεγέθη σε διάφορες θέσεις του Αχελώου

ÈÁÓÇ	ÁÈÁÌ - ÈÁÓ	ÓÓÑÁ- ÒÌ Ó	ÈÁ- ÓÓÑÁÈÈ	ÈÑÀÌ Á- ÓÒÁ	ÁÓÈÁ- ÈÈ	ÓÓÈÈÁ	Ì ÁÓÌ - × ÙÑÁ
Èðááóç èáèÙí çò (km ²)	4860	4320	4118	3570	1349	1173	633
Ì Ýóç òðáñáðòòóέò ò òóέθì ðì έçì Ýí ç áέθñì ð (m ³ /s)							
Èáííí í έθù óáí Ùñέ (ááñáì á 1950-94)	146.5	140.9	135.5	117.9	52.2	45.8	23.3
Áòì áí Ýò óáí Ùñέ (ááñáì á 1950-86)	156.6	150.5	144.8	126.0	55.3	48.6	24.6
Áòòì áí Ýò óáí Ùñέ (ááñáì á 1986-94)	101.4	97.5	93.7	81.3	38.6	33.3	17.5
Èòì áýí áí ðì ýθì ò áðì ññì ðò (mm)							
Èáííí í έθù óáí Ùñέ	951	1029	1038	1042	1222	1233	1164
Áòì áí Ýò óáí Ùñέ	1017	1100	1109	1114	1293	1308	1229
Áòòì áí Ýò óáí Ùñέ	658	712	718	719	903	897	874
Ì Ýóç áðòòóέò ò òóέθì ðì έçì Ýí ç ðáñì ð (m ³ /s)							
Óáñì ý Ýòì òò (1980-81)	190.3	183.0	176.0	154.7	69.2	60.1	31.2
Ì Ýòì òò (1977-78)	147.4	141.7	136.3	117.2	52.6	45.4	24.1
Ì çñì ý Ýòì òò (1988-89)	99.2	95.4	91.7	80.0	36.9	31.9	10.5
Èì έý ðì çñì ý Ýòì òò (1991-92)	67.1	64.5	62.0	51.7	24.8	21.3	10.3
ÁèÙ-έòç ò òóέθì ðì έçì Ýí ç ðáñì ð ðáí òááòñòò (m ³ /s)							
Ì Ýóç ðì çì έñέ	21.3	20.5	19.7	12.0	3.2	2.3	1.2
Ì Ýóç çì áñòòóέò (áέòò çóç)	13.8	13.3	12.8	7.8	2.1	1.5	0.8
Áέñ-ùì áí áò áðù èÙèá èÝóç* ðì Ýòáò òðáñáðòòóέò áέθñì Ýò (hm ³) ð-ù ññέ áέòñì ðò							
Èáííí í έθù óáí Ùñέ	4308	4131	4086	3531	1649	1446	737
Áòòì áí Ýò óáí Ùñέ	2883	2760	2768	2377	1218	1052	553
Áέñ-ùì áí áò áðù èÙèá èÝóç* ðì Ýòáò òðáñáðòòóέò áέθñì Ýò (hm ³) ðì á áέòñì ðò 300 hm ³							
Èáííí í έθù óáí Ùñέ	4008	3831	3786	3231	1349	1146	737
Áòòì áí Ýò óáí Ùñέ	2583	2460	2468	2077	918	752	553
Áέñ-ùì áí áò áðù èÙèá èÝóç* ðì Ýòáò òðáñáðòòóέò áέθñì Ýò (hm ³) ðì á áέòñì ðò 600 hm ³							
Èáííí í έθù óáí Ùñέ	3708	3531	3486	2931	1049	846	737
Áòòì áí Ýò óáí Ùñέ	2283	2160	2168	1777	618	452	553
Áέñ-ùì áí áò áðù èÙèá èÝóç* ðì Ýòáò òðáñáðòòóέò áέθñì Ýò (hm ³) ðì á áέòñì ðò 1000 hm ³							
Èáííí í έθù óáí Ùñέ	3308	3131	3086	2531	649	446	737
Áòòì áí Ýò óáí Ùñέ	1883	1760	1768	1377	218	52	553

* (á) Óòέθ èÝòáέθ ðì ò òðÙñ-ì òì Ýñáá ñýèì έçò, áí ááñÙò ðì ðáέí èáέñ-ùì áí ðì έúáέí èéáðÙí òç òù ðì Ýñáù ðì.
 (á) Ááí èáí áÙí ðì ðáέòðòçç áðò èáέòò áí Ùòì έçò, ðì έí ðì ñò èáέýðò ðì ðáέóá ðì ááÙèí ááèì ðì áðù òç áñì ð-ùð òù òç.
 (á) Áí òñáðá, èáí áÙí ðì ðáέòðòçç ðì έòðòááέò áέò òáÝò óóá Èñáì áóòÙì ááÝèì òò 6 m³/s èáέóòì ÓòñÙò ðì ááÝèì òò 4 m³/s.

Πίν. 5.2-6 Χαρακτηριστικά υδρολογικά και διαχειριστικά μεγέθη σε διάφορες θέσεις του Αχελώου σύμφωνα με την έκθεση Τζιμόπουλου (1993). Οι αριθμοί χωρίς αγκύλες σημαίνουν ετήσιο όγκο νερού σε hm^3 , ενώ αυτοί σε αγκύλες σημαίνουν μέση ετήσια παροχή σε m^3/s .

Θέση φράγματος	Φυσική κατάσταση - Απορροές			Κατάσταση μετά την κατασκευή των 5 ταμιευτήρων - Εκροές			Κατάσταση μετά την κατασκευή των 5 ταμιευτήρων και την εκτροπή 1100 hm^3 προς τη Θεσσαλία - Εκροές		
	Μέσο (1950-84)	Υγρό (1962-63)	Ξηρό (1975-76)	Μέσο (1950-84)	Υγρό (1962-63)	Ξηρό (1975-76)	Μέσο (1950-84)	Υγρό (1962-63)	Ξηρό (1975-76)
Μεσοχώρα	785 {24.9}	1362 {43}	438 {13.9}	788 {25}	1386 {43.9}	505 {16}	788 {25}	1385 {43.9}	505 {16}
Συκιά	1545 {49}	2662 {84.4}	949 {30}	1545 {49}	2649 {84}	1072 {34}	442 {14}	851 {27}	158 {5}
Κρεμαστά	4074 {129}	7414 {235}	2614 {82.9}	4068 {129}	6654 {211}	3122* {99}	2964 {94}	5014 {159}	2302* {73}
Καστράκι	4702 {149}	8556 {271}	3015 {95}	4699 {149}	7789 {247}	3690 {117}	3595 {114}	6150 {195}	2807 {89}
Στράτος	4926 {156}	8972 {285}	3163 {100}	4920 {156}	8262 {262}	3910 {124}	3816 {121}	6559 {208}	2964 {94}

* εκροή έτους 1961-62.

