



ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ Α.Ε.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Αγησιλάου 56-58, Αθήνα - 104 36

**ΕΙΔΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΟ ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΣΤΡΑΤΟΥ**

**Απαιτούμενα έργα για την εξασφάλιση
της θεσμοθετημένης οικολογικής παροχής**

ΣΥΜΒΑΣΗ ΑΡΙΘΜ. : ΔΕΥ-357/2008



ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:



ECOS ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Α.Ε.

Μακεδόνων 10, Αθήνα - 115 21

τηλ.210-64.22.994, φαξ 210-64.49.935, e-mail: ecos@ecos.gr

ΑΘΗΝΑ
ΜΑΪΟΣ 2009

Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	3
2. Αντικείμενο της παρούσας.....	4
3. Ομάδα Μελέτης.....	4
4. Ευχαριστίες.....	4
5. Υφιστάμενη κατάσταση	4
5.1. Διάταξη ΥΗΣ στο φράγμα Στράτου	4
5.2. Διώρυγα φυγής ΥΗΣ Στράτου Ι.....	5
5.3. Λειτουργία των ΥΗΣ του φράγματος Στράτου μέχρι σήμερα	7
5.3.1 Γενικά.....	7
5.3.2 Οικολογική παροχή	8
5.3.3 Παροχή άρδευσης.....	8
5.3.4 Συνολική παροχή	8
5.4. Υφιστάμενη κατάσταση κατάντη του ΥΗΣ Στράτου	9
5.4.1 Συμβολή κατάντη λεκάνης απορροής Αχελώου.....	9
5.4.2 Άρδευτικές ανάγκες	9
6. Απαιτούμενα έργα για την οικολογική παροχή κατάντη του ΥΗΣ Στράτου Ι.....	10
6.1. Απαιτούμενες παροχές προς τα κατάντη	10
6.2. Εξετασθείσες εναλλακτικές λύσεις.....	11
6.3. Αξιοποίηση της διώρυγας φυγής.....	12
6.3.1 Χωρητικότητα της διώρυγας φυγής	12
6.3.2 Επάρκεια διώρυγας για χρονική εξομάλυνση της ροής.....	12
6.3.3 Απαιτούμενα έργα	13
6.3.3.1. Γενικά.....	13
6.3.3.2. Θυροφράγματα ελέγχου ροής	13
6.3.3.3. Υπερχειλιστής	14
6.3.3.4. Σταθμήμετρο στην αρχή διώρυγας φυγής	15
6.3.4 Προβλεπόμενος τρόπος λειτουργίας θυροφραγμάτων	15
6.3.5 Ισοζύγιο διώρυγας φυγής.....	16
6.3.6 Στάθμες νερού στην διώρυγα φυγής	17
6.3.7 Χειρονακτικό άνοιγμα θυροφραγμάτων	17

6.3.8	Θέματα ασφαλείας	18
6.3.9	Μεταβατικά φαινόμενα	19
6.3.10	Θέσεις μέτρησης παροχής Αχελώου	20
7.	Συμπεράσματα	20
Παράρτημα I. Αναλυτικά στοιχεία λειτουργίας των ΥΗΣ Στράτου		
Παράρτημα II. Φυσικοποιημένες παροχές Αχελώου		
Παράρτημα III. Χωρητικότητα διώρυγας φυγής		
Παράρτημα IV. Υπολογισμός δυνάμεων θυροφραγμάτων διώρυγας φυγής		
Παράρτημα V. Ισοζύγιο διώρυγας φυγής		
Παράρτημα VI. Στάθμες νερού στην διώρυγα φυγής		
Σχέδιο Υ1. Οριζοντιογραφία Διώρυγας Φυγής (κλίμακα 1:10.000)		
Σχέδιο Υ2. Μηκοτομή Διώρυγας Φυγής (κλίμακα 1:10.000/ 1:100)		
Σχέδιο Υ3. Τυπικές Διατομές Διώρυγας Φυγής (κλίμακα 1:200, 1:20)		
Σχέδιο Υ4. Έργο Θυροφραγμάτων της Διώρυγας Φυγής (κλίμακα 1:200, 1:100)		
Σχέδιο Υ5. Προτεινόμενος Πλευρικός Υπερχειλιστής (κλίμακα 1 :5000/1 :200)		

1. Εισαγωγή

Η παρούσα έκθεση συντάχθηκε στα πλαίσια της από 1.10.2008 σύμβασης αριθμ. ΔΕΥ-357/2008 με την ΔΕΗ και έχει αντικείμενο τον καθορισμό του τρόπου επίτευξης του περιβαλλοντικού όρου 23.1 της ΚΥΑ 129264/23.5.2007 που προβλέπει:

23.2 *Να εξασφαλιστεί στο τμήμα της κοίτης μεταξύ της εξόδου της διώρυγας φυγής του ΥΗΣ Στράτου Ι και των εκβολών Αχελώου ελάχιστη οικολογική παροχή ίση με $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$. Να εκπονηθεί από τον φορέα λειτουργίας του έργου, σε διάστημα ενός έτους από την έκδοση της παρούσας, ειδική τεχνική μελέτη τυχόν απαιτούμενων συμπληρωματικών έργων ή τρόπος λειτουργίας των υδροηλεκτρικών έργων προκειμένου να ομογενοποιηθεί (χρονικά και χωρικά) η ροή κατάντη της εξόδου της διώρυγας φυγής του ΥΗΣ Στράτου Ι, με σκοπό την ισοκατανομή της οικολογικής παροχής κατάντη του φράγματος. Στην μελέτη επίσης θα πρέπει να συνεκτιμηθούν νεότερα υδρολογικά στοιχεία και λοιπά δεδομένα της περιοχής, με σκοπό την τυχόν αναπροσαρμογή της τιμής της οικολογικής παροχής. Η τεχνική αυτή μελέτη θα εγκριθεί από την ΕΥΠΕ του ΥΠΕΧΩΔΕ.*

Εκτός από τον παραπάνω όρο, προβλέπονται στην προαναφερθείσα ΚΥΑ και τα εξής:

23.1 *Να εξασφαλιστεί κατά προτεραιότητα κατάντη του φράγματος Στράτου, από το ΥΗΣ Στράτος ΙΙ, και μέχρι το σημείο εξόδου της διώρυγας φυγής του ΥΗΣ Στράτου Ι στην κοίτη του ποταμού Αχελώου, συνεχής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους παροχή τουλάχιστον ίση με $7 \text{ m}^3/\text{sec}$, με σκοπό τη διασφάλιση του οικοσυστήματος κατάντη του φράγματος και μέχρι το σημείο εξόδου της διώρυγας φυγής του ΥΗΣ Στράτου Ι (παλαιά κοίτη του ποταμού Αχελώου και για μήκος 7 km περίπου). Η εφαρμογή αυτή θα γίνεται με ευθύνη του φορέα λειτουργίας του έργου και κατά την αρδευτική περίοδο σε συνεργασία με τον τοπικό φορέα διαχείρισης του αρδευτικού φράγματος που βρίσκεται κατάντη του φράγματος Στράτου. Ο φορέας λειτουργίας του έργου να πραγματοποιεί συστηματικές μετρήσεις σε ημερήσια βάση και να καταγράφει σε θεωρημένο από την ΝΑ Αιτωλοακαρνανίας βιβλίο, τις εισροές του ποταμού για κάθε φράγμα, την οικολογική παροχή που αφήνεται κατάντη του φράγματος Στράτου, τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από κάθε φράγμα καθώς και τις απολήψιμες ποσότητες για άρδευση και ύδρευση. Οι μετρήσεις αυτές θα πρέπει να διαβιβάζονται από τον φορέα λειτουργίας του έργου σε ηλεκτρονική μορφή στις Δ/σεις Υδάτων των Περιφερειών και στις Δ/σεις Περιβάλλοντος των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων.*

23.3 *Ο φορέας λειτουργίας του έργου οφείλει να πραγματοποιεί συστηματικές μετρήσεις για τις παροχές σε συγκεκριμένες – χαρακτηριστικές θέσεις του ποταμού κατάντη της διώρυγας φυγής του Στράτου Ι. Η συχνότητα των μετρήσεων καθώς και οι θέσεις μέτρησης θα καθοριστούν από την αρμόδια Δ/ση Υδάτων της Περιφέρειας. Οι μετρήσεις θα πρέπει να καταγράφονται και να διαβιβάζονται από τον φορέα λειτουργίας του έργου σε ηλεκτρονική μορφή στην αρμόδια Δ/ση Υδάτων της Περιφέρειας και στην αρμόδια Δ/ση Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης.*

23.4 *Για την εφαρμογή του όρου 23.2, εφόσον απαιτηθούν έργα που απαιτούν αντίστοιχη περιβαλλοντική αδειοδότηση, αυτή θα πρέπει να γίνει από την ΕΥΠΕ του ΥΠΕΧΩΔΕ.*

23.5 Σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιούνται οι οικολογικές παροχές των όρων 23.1 και 23.2 ανωτέρω για υδρεύσεις.

2. Αντικείμενο της παρούσας

Η παρούσα Ειδική Τεχνική Μελέτη καταρτίζεται σε εφαρμογή του περιβαλλοντικού όρου 23.2 και έχει ως αντικείμενο την εκπόνηση Προκαταρκτικής Μελέτης για τα απαιτούμενα μέτρα για την ομογενοποίηση της παροχής κατόπιν της εξόδου της διώρυγας φυγής του ΥΗΕ Στράτος Ι, με σκοπό την εξασφάλιση στο τμήμα της κοίτης μεταξύ της εξόδου της διώρυγας φυγής του ΥΗΣ Στράτου Ι και των εκβολών Αχελώου ελάχιστη οικολογική παροχή ίση με $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$.

3. Ομάδα Μελέτης

Η ομάδα μελέτης της παρούσας έκθεσης απαρτίσθηκε από τους:

- Π. Παναγόπουλο, Δρα. Πολιτικό Μηχανικό
- Αικ. Τριανταφύλλου, Δρα. Πολιτικό Μηχανικό
- Δ. Κουτσογιάννη, Πολιτικό Μηχανικό και Καθηγητή Ε.Μ.Π.
- Ι. Μακατσώρη, Ηλεκτρολόγο-Μηχανολόγο, Διευθύνοντα Σύμβουλο της εταιρείας μελετών TEAM M-H Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Π.Ε.
- Αναστάσιο Βαρβέρη, Χημικό - D.E.S.S. Περιβάλλοντος
- Νίκο Μαμάση, Αγρ. Τοπ. Μηχανικό και Λέκτορα Ε.Μ.Π.
- Ανδρέα Ευστρατιάδη, Δρα. Πολ. Μηχανικό ΜΔΕ Υδρολόγος
- Άρη Τέγο, Πολιτικό Μηχανικό
- Αθηνά Περρακάκη, Πολιτικό Μηχανικό

4. Ευχαριστίες

Εκφράζουμε τις θερμές μας ευχαριστίες προς τους:

- Γ. Λέρη, πρώην Δ/νη Εκμετάλλευσης ΥΗ Σταθμών
- Ν. Μητσιγιώρη, Πολιτικό Μηχανικό,.....
- Κ. Μαγγίνα, Πολιτικό Μηχανικό,
- Κ. Μαρκόπουλο, Η/Μ μηχανικό,
- Ι. Μπεθάνη, Διευθυντή Συγκροτήματος Αχελώου

για τη συνεργασία τους και τη συνεχή και έγκαιρη πληροφόρηση με στοιχεία σχετικά με τα υπό εξέταση στην παρούσα μελέτη έργα.

5. Υφιστάμενη κατάσταση

5.1. Διάταξη ΥΗΣ στο φράγμα Στράτου

Στο φράγμα Στράτου λειτουργούν δύο υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) ή υδροηλεκτρικά έργα (ΥΗΕ), το ΥΗΣ Στράτος Ι στο δεξί αντέρεισμα και το ΥΗΣ Στράτος ΙΙ στο αριστερό, βλ. Φωτ. 1.



Φωτ. 1. Γενική διάταξη έργων στο φράγμα Στράτου

Ο ΥΗΣ Στράτος I έχει εγκατεστημένη ονομαστική ισχύ 150 MW σε δύο μονάδες των 75 MW η κάθε μια. Η μέση ειδική κατανάλωση νερού της κάθε μονάδας είναι περίπου $12 \text{ m}^3/\text{KWh}$, βλ. Παράρτημα I, οπότε η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την λειτουργία της κάθε μονάδας σε πλήρη ισχύ είναι περίπου $240 \text{ m}^3/\text{sec}$ και του ΥΗΣ συνολικά $480 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Ο σταθμός είναι υπόγειος και το νερό μετά από την παραγωγή της υδροηλεκτρικής ενέργειας οδηγείται μέσω σήραγγας και διώρυγας φυγής στον Αχελώο. Σε αυτήν την διώρυγα αναφέρεται και ο αναφερθείς στην παρ. 1 περιβαλλοντικός όρος 23.2.

Ο ΥΗΣ Στράτος II με εγκατεστημένη ονομαστική ισχύ 6,7 MW σε δύο μονάδες των 3,35 MW η κάθε μια. Η μέση ειδική κατανάλωση νερού της κάθε μονάδας είναι $25 \text{ m}^3/\text{KWh}$, οπότε η παροχетеυόμενη ποσότητα νερού για την λειτουργία της κάθε μονάδας σε πλήρη ισχύ είναι $23,25 \text{ m}^3/\text{sec}$ και του ΥΗΣ περίπου $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ (σωστό;).

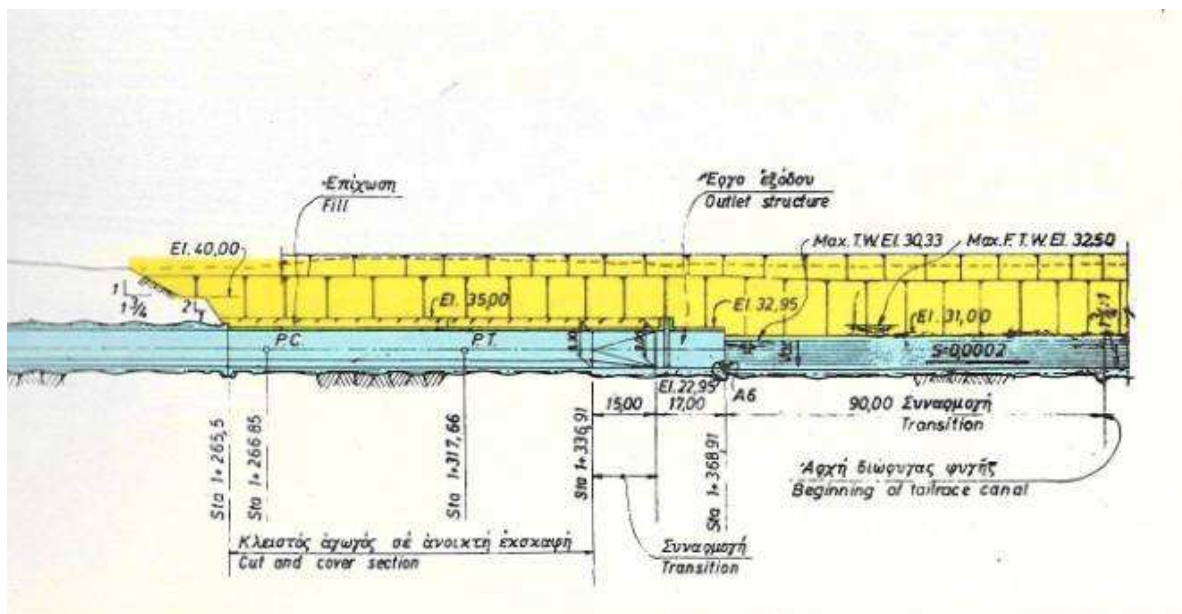
5.2. Διώρυγα φυγής ΥΗΣ Στράτου I

Η διώρυγα φυγής έχει μήκος περίπου 7 Km και κατασκευαστεί με εκσκαφή, με κλίση πυθμένα 0,02%. Η διώρυγα είναι τραπεζοειδούς μορφής ύψους 8,0 m με αναβαθμό πλάτους 4,0 m στο μέσο του ύψους, βλ. Φωτ. 2 και η τυπική της διατομή (πλάτος πυθμένα, κλίσεις πρανών) διαφοροποιούνται μετά το 3^ο Km περίπου, βλ. σχέδιο τυπικών διατομών.



Φωτ. 2. Διώρυγα φυγής ΥΗΣ Στράτος I

Η είσοδος στην διώρυγα φυγής γίνεται με στάθμη πυθμένα ίση με +22,93, η στάθμη επένδυσης +30,93 και στάθμη νερού σχεδιασμού ίση με +30,33, βλ. συνημμένο Σχήμα 1. Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό, η ανωτάτη στάθμη νερού στην είσοδο της διώρυγας φυγής είναι +32,50.



Σχήμα 1. Στάθμες εισόδου διώρυγας φυγής

Στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής η στάθμη πυθμένα είναι +21,60 και η στάθμη επένδυσης +29,60. Στο σημείο αυτό και πριν από την εκβολή της διώρυγας στον Αχελώο έχει κατασκευαστεί έργο ελέγχου της ροής που αποτελείται από 8 φατνώματα με επίπεδα

θυροφράγματα, βλ. Φωτ. 3. Στην θέση αυτή ο πυθμένας της διώρυγας βρίσκεται σε στάθμη +25,60, βλ. Σχέδιο μηκοτομής διώρυγας.

Ο χειρισμός των θυροφραγμάτων αυτών προεβλέπετο με κυλιόμενη γερανογέφυρα. Τα θυροφράγματα είναι μέχρι σήμερα μόνιμα στην ανοικτή τους θέση, ενώ η γερανογέφυρα δεν εγκαταστάθηκε ποτέ. Στην ανωδομή προβλέπεται και χώρος για διέλευση οχημάτων πλάτους 3,70 m.



Φωτ. 3. Θυροφράγματα στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής.

5.3. Λειτουργία των ΥΗΣ του φράγματος Στράτου μέχρι σήμερα

5.3.1 Γενικά

Η λειτουργία των ΥΗΣ του Στράτου καθορίζεται από:

- την ζήτηση του ενεργειακού δικτύου, ανάλογα με τα υδατικά αποθέματα του ταμιευτήρα
- την ζήτηση του αρδευτικού δικτύου, κυρίως το καλοκαίρι, και
- την απαιτούμενη οικολογική παροχή κατά τις παρ. 23.1 και 23.2 των περιβαλλοντικών όρων.

Η κύρια μονάδα παραγωγής ενέργειας είναι ο ΥΗΣ Στράτος Ι. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω:

- εφόσον είναι δυνατόν, ο ΥΗΣ Στράτος Ι λειτουργεί τις δύο μονάδες με σημαντική ισχύ αρκετές ώρες την ημέρα, ενώ
- σε περιόδους έλλειψης νερού, ο ΥΗΣ Στράτος Ι λειτουργεί την έτσι ώστε να διαθέτει σε ημέρησια βάση προς τα κατάντη την συνολικά απαιτούμενη οικολογική παροχή καθώς και την παροχή που απαιτείται για άρδευση κατά την θερινή περίοδο.

Ο ΥΗΣ Στράτος ΙΙ λειτουργεί επικουρικά κυρίως κατά την περίοδο άρδευσης για την κάλυψη των αμέσως κατάντη αρδευτικών αναγκών, λαμβάνοντας υπόψη την οικολογική του παροχή κατά την παρ. 23.1 των περιβαλλοντικών όρων.

5.3.2 Οικολογική παροχή

Λαμβάνοντας υπόψη αφενός ότι η συνολικά απαιτούμενη οικολογική παροχή από τους ΥΗΣ Στράτου είναι $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ ή $1.840.000 \text{ m}^3$ την ημέρα, και αφετέρου ότι οι γεννήτριες του ΥΗΣ Στράτου I δεν μπορεί πρακτικά να λειτουργήσουν αποδοτικά κάτω του 50% της δυναμικότητάς τους, συνάγεται ότι η απαιτούμενη οικολογική παροχή μπορεί να εξασφαλιστεί:

- είτε εκ ολοκλήρου από τον ΥΗΣ Στράτος I, με την λειτουργία μίας μονάδας στο μισό περίπου της δυναμικότητάς της (ήτοι με παροχή $120 \text{ m}^3/\text{sec}$) για περίπου 4,5 ώρες, περίπου 2 ώρες το πρωί και 2,5 ώρες το απόγευμα.
- είτε κατά $7 \text{ m}^3/\text{sec}$ από τον Στράτο II σύμφωνα με τον περιβαλλοντικό όρο 23.1 και κατά το υπόλοιπο $14,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ ή $1.235.520 \text{ m}^3$ την ημέρα από τον Στράτο I, με την λειτουργία 3 περίπου ωρών την ημέρα, π.χ. 1 ώρα και ενός τετάρτου το πρωί και μιας ώρας και τριών τετάρτων το απόγευμα.

Στις παραπάνω περιπτώσεις, διατίθενται από τον ΥΗΣ Στράτου I δύο «κύματα» παροχής στην κοίτη του Αχελώου, ένα το πρωί και ένα το απόγευμα. Τα κύματα αυτά εξομαλύνονται σε ένα βαθμό κατά την πορεία τους προς τα κατάντη – αλλά η χωρική και χρονική κατανομή των παροχών στην κοίτη του Αχελώου κατάντη του φράγματος Στράτου παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις.

5.3.3 Παροχή άρδευσης

Η παροχή για άρδευση διατίθεται κατόπιν συμφωνίας με την Διεύθυνση Υδάτων της Περιφέρειας. Όπως φαίνεται και από τα διαθέσιμα στοιχεία λειτουργίας των ΥΗΣ Στράτου I και II από το 2006 μέχρι το 2008, που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I:

- από τον ΥΗΣ Στράτου I διατίθενται μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου για άρδευση περίπου 200 εκατ. m^3 που αντιστοιχεί σε περίπου $1,5 \text{ εκατ. m}^3/\text{ημέρα}$, και
- από τον ΥΗΣ Στράτου II διατίθενται μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου για άρδευση περίπου 300 εκατ. m^3 και που αντιστοιχεί περίπου σε $2,6 \text{ εκατ. m}^3/\text{ημέρα}$.

Η κατά τα ανωτέρω διατιθέμενη προς τα κατάντη ποσότητα νερού από τον Στράτο I χρησιμεύει κατ' αρχήν για την διατήρηση αποδεκτής στάθμης νερού στην κοίτη του Αχελώου κατά τις (μεγάλες σχετικά) περιόδους διακοπής της λειτουργίας του, δεδομένου ότι η άντληση άρδευσης είναι (περίπου) 24ώρη, και επίσης για την κάλυψη αυτών καθ' εαυτών των αναγκών άρδευσης, που κατά την παρ. 5.4.2 είναι της τάξης των $26,5 \text{ εκατ. m}^3$ το έτος.

Αντίθετα, η παροχή από τον Στράτο II αξιοποιείται σε μεγάλο βαθμό εφόσον κατά την παρ. 5.4.2 η ζήτηση είναι 270 εκατ. m^3 το έτος.

5.3.4 Συνολική παροχή

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του Παραρτήματος I, η συνολικά διατιθέμενη μέση ημερήσια παροχή προς τα κατάντη από τον ΥΗΣ Στράτος I κατά την θερινή περίοδο είναι της τάξης των $5-6,5 \text{ εκατ. m}^3$ την ημέρα, με ελάχιστη μέση παροχή $2,5 \text{ εκατ. m}^3$ την ημέρα τον Αύγουστο του 2008, όπου από τα αναλυτικά δελτία καταγραφής της λειτουργίας του ΥΗΣ Στράτου I προκύπτει μέση διάρκεια λειτουργίας 5 ωρών την ημέρα.

5.4. Υφιστάμενη κατάσταση κατάντη του ΥΗΣ Στράτου

5.4.1 Συμβολή κατάντη λεκάνης απορροής Αχελώου

Η λεκάνη απορροής του Αχελώου κατάντη του φράγματος Στράτου είναι πεδινή, συμβάλλει όμως στην απορροή του ποταμού μέχρι το δέλτα.

Στο Παράρτημα ΙΙ υπολογίζεται η φυσικοποιημένη παροχή του Αχελώου με τα τελευταία διαθέσιμα υδρολογικά δεδομένα, που περιλαμβάνει την παροχή στο ύψος του Στράτου (Πίνακας 2.15) καθώς και στις εκβολές (Πίνακας 2.16). Η συμβολή λεκάνης απορροής του Αχελώου κατάντη του Στράτου μπορεί να εκτιμηθεί από την διαφορά των δύο αυτών φυσικοποιημένων παροχών ως εξής:

Μέσες μηνιαίες φυσικοποιημένες παροχές Αχελώου σε m³/sec

	Στις Εκβολές Αχελώου		Στο ύψος του Στράτου		Συμβολή κατάντη Στράτου	
	Μέση	Ελάχιστη	Μέση	Ελάχιστη	Μέση	Ελάχιστη
Οκτώβριος	64,7	16,7	61,6	15,9	3,1	0,8
Νοέμβριος	148,7	38,0	141,6	36,2	7,1	1,8
Δεκέμβριος	263,3	52,8	250,8	50,3	12,5	2,5
Ιανουάριος	220,4	36,8	209,9	35,0	10,5	1,8
Φεβρουάριος	234,9	41,3	223,7	39,3	11,2	2,0
Μάρτιος	215,3	50,6	205,0	48,2	10,3	2,4
Απρίλιος	207,7	85,5	197,8	81,4	9,9	4,1
Μάιος	129,5	49,1	123,3	46,8	6,2	2,3
Ιούνιος	62,6	36,1	59,7	34,4	3,0	1,7
Ιούλιος	39,4	24,8	37,5	23,6	1,9	1,2
Αύγουστος	30,5	18,8	29,0	17,9	1,5	0,9
Σεπτέμβριος	32,2	13,9	30,7	13,2	1,5	0,7

Από τα παραπάνω δεδομένα συνάγεται ότι η μέση μηνιαία εισροή στον Αχελώο κατάντη του Στράτου κυμαίνεται από 1,5 m³/sec το καλοκαίρι μέχρι 12,5 m³/sec τον χειμώνα.

5.4.2 Αρδευτικές ανάγκες

Από την κοίτη του ποταμού Αχελώου κατάντη της εκβολής της διώρυγας φυγής του Στράτου Ι αρδεύονται περί τα 25.000 στρ. Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες [ΓΟΕΒ Αχελώου, 2009] οι απαιτούμενες παροχές άρδευσης επί 24ωρης βάσης κατά τους θερινούς μήνες είναι:

- από τον ΤΟΕΒ Παλαιομάνινας για την άρδευση για την άρδευση περίπου 3.000 στρ. στην Παλαιομάνινα, με παροχή 1.200 m³/hr (ήτοι 0,33 m³/sec) για 90 μέρες τον χρόνο και 800

m³/hr για 60 μέρες τον χρόνο, που αντιστοιχεί σε περίπου 3,0 εκατ. m³ το έτος (θεωρείται το 80% της υπολογιζόμενης ποσότητας σε ετήσια βάση)

- από τον ΤΟΕΒ Κατοχής για την άρδευση περίπου 12.000 στρ. στο Πεντάλοφο, με λειτουργία 6 αντλιών δυναμικότητας 850 m³/hr ήτοι με παροχή 5.100 m³/hr (ήτοι 1,42 m³/sec) για 90 μέρες τον χρόνο και 4 αντλιών δυναμικότητας 850 m³/hr ήτοι παροχή 3.400 m³/hr για 60 μέρες τον χρόνο, που ισοδυναμεί με απόληψη περίπου 12,7 εκατ. m³ το έτος (θεωρείται το 80% της υπολογιζόμενης ποσότητας σε ετήσια βάση)
- από τον ΤΟΕΒ Νεοχωρίου για την άρδευση περίπου 10.500 στρ. στα Γουριά, με λειτουργία 6 αντλιών δυναμικότητας 720 m³/hr ήτοι με παροχή 4.320 m³/hr (ήτοι 1,20 m³/sec) για 90 μέρες τον χρόνο και 4 αντλιών δυναμικότητας 720 m³/hr ήτοι παροχή 2.880 m³/hr για 60 μέρες τον χρόνο, που ισοδυναμεί με απόληψη περίπου 10,8 εκατ. m³ το έτος (θεωρείται το 80% της υπολογιζόμενης ποσότητας σε ετήσια βάση)

Το σύνολο των παραπάνω ποσοτήτων νερού είναι περίπου 26,5 εκατ. m³ το έτος, ενώ η μέγιστη αντλούμενη παροχή από τα τρία αντλιοστάσια είναι περίπου 3 m³/sec.

Από τις εκροές του ΥΗΣ Στράτου ΙΙ αρδεύονται περί τα 180.000 στρ. με υδροληψίες ανατολικά και δυτικά αμέσως κατάντη της εκροής του. Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες [ΓΟΕΒ Αχελώου, 2009] οι απαιτούμενες συνολικές παροχές άρδευσης κατά τους θερινούς μήνες είναι τις 25,7 m³/sec (18 m³/sec προς το Αγρίνιο και 7,7 m³/sec προς τον Οζερό), που αντιστοιχούν περίπου σε 270 εκατ. m³ το έτος.

6. Απαιτούμενα έργα για την οικολογική παροχή κατάντη του ΥΗΣ Στράτου Ι

6.1. Απαιτούμενες παροχές προς τα κατάντη

Η κοίτη του ποταμού Αχελώου φαίνεται να αποτελεί υδρογεωλογικά κλειστό σύστημα, με αποτέλεσμα οι απώλειες νερού να είναι αμελητέες [Συνολική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έργων εκτροπής Αχελώου, ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995]. Έτσι, οι διατιθέμενες από τους ΥΗΣ Στράτου παροχές προς τα κατάντη, θα καταλήγουν στις εκβολές του Αχελώου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και τις κατά την παρ. 5.4.2 κατάντη αρδευτικές ανάγκες κατά τους θερινούς μήνες, προτείνεται να προβλεφτεί πρόσθετη παροχή προς τα κατάντη για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών ίση με 3 m³/sec. Έτσι, οι κατά την παρ. 5.4.1 εισροές νερού από την κατάντη λεκάνη απορροής του ποταμού θα αποτελέσουν πρόσθετη ασφάλεια για την κατάληξη της θεσμοθετημένης παροχής των 21,3 m³/sec στις εκβολές.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι, προκειμένου να διατηρείται χρονικά και χωρικά σταθερή παροχή 21,3 m³/sec από την έξοδο της διώρυγας φυγής μέχρι το δέλτα, οι παροχές από τον ΥΗΣ Στράτο Ι προς τα κατάντη πρέπει να είναι συνεχείς και ίσες με:

- 14,3 m³/sec εφόσον διατίθενται προς την κοίτη του Αχελώου συνεχώς 7 m³/sec από τον ΥΗΣ Στράτου ΙΙ
- 14,3 + 3,0 = 17,3 m³/sec εφόσον διατίθεται προς την κοίτη του Αχελώου παροχή 7 m³/sec συνεχώς από τον ΥΗΣ Στράτου ΙΙ και η διατιθέμενη παροχή από τον Στράτο Ι πρέπει να καλύψει και τις αναφερθείσες στην παρ. 5.4.2 κατάντη αρδευτικές ανάγκες.
- 21,3 m³/sec εφόσον δεν διατίθεται προς την κοίτη του Αχελώου συνεχής παροχή 7m³/sec παροχή από τον ΥΗΣ Στράτου ΙΙ, και
- 21,3 + 3,0 = 24,3 m³/sec εφόσον δεν διατίθεται προς την κοίτη του Αχελώου παροχή από τον ΥΗΣ Στράτου ΙΙ και η διατιθέμενη παροχή από τον Στράτο Ι πρέπει να καλύψει και τις αναφερθείσες στην παρ. 5.4.2 κατάντη αρδευτικές ανάγκες.

Σε κάθε περίπτωση, η παροχή στο ύψος της εκβολής της διώρυγας φυγής θα είναι 21,3 m³/sec εκτός αρδευτικής περιόδου και 24,3 m³/sec εκτός αρδευτικής περιόδου.

Όπως προαναφέρθηκε στην παρ. 5.3.4, τεκμαίρεται ότι η παροχή των 2,5 εκατ. m³/ημέρα, που αντιστοιχεί σε μέση παροχή 29 m³/sec και πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2008 με μέση διάρκεια 5 ώρες την ημέρα, ήταν προφανώς επαρκής για την λειτουργία των κατάντη αντλητικών συγκροτημάτων. Με βάση το στοιχείο αυτό, εκτιμάται κατ' αρχήν ότι μια σταθερή παροχή τουλάχιστον ίση με 20 m³/sec καθ' όλο το 24ωρο πρέπει να είναι επαρκής για την λειτουργία των κατάντη αντλιοστασίων - στοιχείο που είναι σκόπιμο να επιβεβαιωθεί επί τόπου με δοκιμές.

Όσον αφορά τον Στράτο II, λαμβάνοντας υπόψη την δυνατότητα του για παροχή 45 m³/sec από την λειτουργία των δύο μονάδων παραγωγής, βλ. παρ. 5.1, και τις αρδευτικές ανάγκες των 25,7 m³/sec από την εκροή του, βλ. παρ. 5.4.2, συνάγεται ότι υπάρχει δυνατότητα διάθεσης της απαιτούμενων από τον περιβαλλοντικό όρο 23.1 παροχής των 7 m³/sec καθ' όλη την διάρκεια του έτους (σωστό;).

6.2. Εξετασθείσες εναλλακτικές λύσεις

Για την εξομάλυνση της εκροής από την διώρυγα φυγής διερευνήθηκαν κατ' αρχήν οι εξής εναλλακτικές προσεγγίσεις:

1. Αξιοποίηση της διώρυγας φυγής για την εξομάλυνση της παροχής, με ενεργοποίηση των θυροφραγμάτων στο κατάντη άκρο της, ώστε αυτά να λειτουργήσουν ρυθμιστικά της παροχής. Η προσέγγιση αυτή απαιτεί τις μικρότερες δυνατές επεμβάσεις.
2. Πρόβλεψη νέας κατασκευής ρουφράκτη κατάντη της εκβολής της διώρυγας φυγής στον Αχελώο, με θυροφράγματα και υπερχειλιστή, που θα αποθηκεύει στην κοίτη του ποταμού την απαιτούμενη ποσότητα νερού για την διατήρηση της περιβαλλοντικής παροχής όταν ο ΥΗΣ δεν είναι σε λειτουργία. Μειονέκτημα της λύσης αυτής είναι η σχετικά μεγάλη δαπάνη για την θεμελίωση και κατασκευή του ρουφράκτη καθώς και την κατασκευή διαφραγματικού τοίχου κάτω από την θεμελίωση για την ανάσχεση της ροής κατά μήκος των (πολύ) διαπερατών αμμοχάλικων της κοίτης.

Στα πλαίσια της παρούσας διερευνήθηκε επίσης η δυνατότητα αξιοποίησης της λίμνης Οζερού για την εξομάλυνση της παροχής, με τροφοδοσία της λίμνης από την διώρυγα φυγής κατά τις περιόδους λειτουργίας του ΥΗΣ και αξιοποίηση της υφιστάμενης τάφρου, βλ. Φωτ. 5, για την τροφοδοσία του Αχελώου από την λίμνη Οζερού με την απαιτούμενη οικολογική παροχή.

Η λύση αυτή εγκαταλείφθηκε λόγω της σχετικά μεγάλης παροχής που πρέπει να διοχετεύεται στην λίμνη κατά τις περιόδους λειτουργίας του ΥΗΣ (προκειμένου αυτή να τροφοδοτεί με την σειρά της τον Αχελώο κατά τις περιόδους διακοπής της λειτουργίας), που θα απαιτούσε μεγάλα έργα μήκους τουλάχιστον 3 Km καθώς και απαλλοτριώσεις σε καλλιεργούμενα εδάφη.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα στοιχεία που αφορούν στην 1^η λύση.



Φωτ. 5. Περιοχή εκβολής διώρυγας φυγής και λίμνη Οζερού

6.3. Αξιοποίηση της διώρυγας φυγής

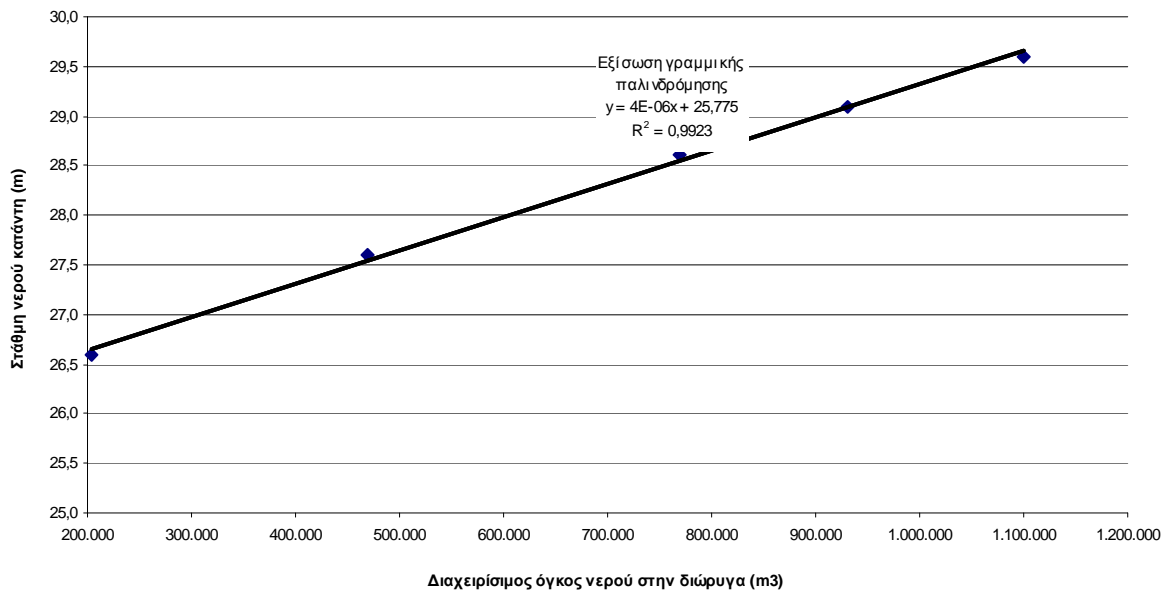
6.3.1 Χωρητικότητα της διώρυγας φυγής

Η χωρητικότητα της διώρυγας φυγής υπολογίσθηκε σε ηρεμία για διάφορες στάθμες νερού, λαμβάνοντας υπόψη το ύψος επένδυσης των διατομών της. Ο υπολογισμός για στάθμη νερού ίση με +29,10 παρουσιάζεται στο συνημμένο Παράρτημα III, ως $1.317.934 \text{ m}^3$. Λόγω της προαναφερθείσας ανύψωσης της στάθμης πυθμένα αμέσως ανάντη του έργου ρύθμισης στο κατάντη άκρο της διώρυγας όμως στο +26,5 που αντιστοιχεί σε όγκο 387.289 m^3 , ο διαχειρίσιμος όγκος νερού στην διώρυγα, για στάθμη νερού στο +29,10 είναι 930.645 m^3 .

Ανάλογοι υπολογισμοί έγιναν για διάφορες αντιπροσωπευτικές στάθμες νερού και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο συνημμένο Σχήμα 2.

6.3.2 Επάρκεια διώρυγας για χρονική εξομάλυνση της ροής

Η παραπάνω αποθηκευτική ικανότητα μπορεί να αξιοποιηθεί για την χρονική εξομάλυνση της εκροής προς την κοίτη του Αχελώου. Συγκεκριμένα, η διώρυγα μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να κατακρατήσει την απαιτούμενη ποσότητα νερού πριν από το κλείσιμο των μονάδων του ΥΗΣ Στράτου I ώστε να παροχετεύει την απαιτούμενη παροχή προς τα κατάντη κατά το διάστημα που οι μονάδες αυτές δεν λειτουργούν.



Σχήμα 2. Καμπύλη στάθμης- διαχειρίσιμου όγκου διώρυγας φυγής

Λαμβάνοντας τον κατά την προηγούμενη παράγραφο διαχειρίσιμο όγκο νερού των 930.000 m³ στην διώρυγα φυγής μέχρι στάθμη +29,10, καθώς και τις κατά την παρ. 6.1 απαιτούμενες παροχές προς τα κατάντη για οικολογική παροχή και άρδευση, συνάγεται ότι η διώρυγα φυγής μπορεί – εφόσον είναι γεμάτη κατά την διακοπή λειτουργίας του ΥΗΣ Στράτου Ι - να καλύψει οικολογική παροχή:

- 14,3 m³/sec για διάστημα 18 ωρών
- 17,3 m³/sec για διάστημα 15 ωρών ή
- 21,3 m³/sec για διάστημα 12 ωρών ή
- 24,3 m³/sec για διάστημα 10,5 ωρών.

6.3.3 Απαιτούμενα έργα

6.3.3.1. Γενικά

Τα απαιτούμενα έργα αφορούν:

- στα θυροφράγματα ελέγχου της παροχής στο κατάντη άκρο της διώρυγας, και
- στην κατασκευή διάταξης υπερχειλίσης της διώρυγας στο κατάντη άκρο της, σε περίπτωση σοβαρής δυσλειτουργίας των θυροφραγμάτων.

6.3.3.2. Θυροφράγματα ελέγχου ροής

Για να είναι δυνατή η αποθήκευση του νερού μέσα στην διώρυγα θα απαιτηθεί η ενεργοποίηση των θυροφραγμάτων στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται:

- έλεγχος και πιθανότατα αντικατάσταση των υφιστάμενων θυροφραγμάτων, και
- εγκατάσταση ανυψωτικών μηχανισμών για κάθε φάτνωμα και γερανογέφυρας για την εγκατάσταση και συντήρησή τους.

Σχετικά με τα θυροφράγματα, η εγκατάσταση τοξοτών θυροφραγμάτων θα ήταν προτιμητέα για λόγους απόδοσης - θα απαιτήσει όμως ανακατασκευή ή συμπλήρωση του μήκους των βάθρων κατάλληλη αγκύρωση του σημείου περιστροφής σε αυτά. Από τα μέχρι σήμερα δεδομένα φαίνεται ότι είναι εφικτή η αξιοποίηση ή αντικατάσταση των επιπέδων θυροφραγμάτων, με κατάλληλη διαμόρφωση της περιοχής επαφής τους με τις εγκοπές στα βάθρα προκειμένου να μειωθούν οι τριβές από την ώθηση νερού.

Η ανύψωση των θυροφραγμάτων μπορεί να γίνει είτε με μηχανικό τρόπο (με συρματόσχοινα) είτε με υδραυλικό σύστημα. Όπως προκύπτει από τους ενδεικτικούς υπολογισμούς στο Παράρτημα IV:

- το βάρος του κάθε θυροφράγματος θα είναι της τάξης των 120 kN
- η απαιτούμενη συνολική ανυψωτική δύναμη είναι της τάξης των 135 – 150 kN, και
- η απαιτούμενη ισχύς του κάθε ανυψωτικού μηχανισμού θα είναι 6,5 kW.

Η γερανογέφυρα μπορεί να προβλεφθεί όπως προβλέπεται στην μελέτη του έργου, με τους ανυψωτικούς μηχανισμούς κάτω από αυτήν.

Επίσης, θα απαιτηθεί στατικός έλεγχος για την επάρκεια της κατασκευής, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω φορτία (135 – 150 KN ανά θυροφράγμα), που εκφεύγει του αντικειμένου της παρούσας. Σε αυτόν πρέπει να ληφθεί υπόψη και η παρατηρηθείσα μικρή στροφή του ακραίου αριστερού φαντώματος και να καθοριστεί και ο τρόπος επισκευής του.

6.3.3.3. Υπερχείλιστής

Για την αποφυγή σοβαρών ζημιών στην περίπτωση που τα θυροφράγματα παραμένουν κλειστά και οι μονάδες του ΥΗΣ Στράτου I είναι σε λειτουργία, προτείνεται η κατασκευή διάταξης υπερχείλισης στο κατάντη άκρο της διώρυγας.

Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψη ότι στο τελευταίο τμήμα μήκους 1.100 m της διώρυγας η αριστερή όχθη είναι στο ύψος της επένδυσης (περί το +29,6) ή χαμηλότερα, προτείνεται, βλ. Φωτ. 6 και συνημμένα σχέδια:

- διαμόρφωση στέψης ενδεικτικού πλάτους 7 m περί την στάθμη +29,6 στην αριστερή όχθη και επένδυση της με στρώμενες σε μήκος 1.000 m, για την ασφαλή υπερχείλιση της παροχής προς την κοίτη του ποταμού Αχελώου, και
- η κατασκευή δια εκσκαφής ανεπένδυτης τάφρου παράλληλα με την διώρυγα φυγής στην ανατολική της πλευρά και μέχρι την κοίτη του ποταμού Αχελώου, ενδεικτικού πλάτους πυθμένα 15 m, με κλίσεις πρανών 1:2 και κατά μήκος κλίση της τάξης του 0,1% (βλ. σχετικά σχέδια) για την απομάκρυνση της υπερχειλίζουσας παροχής.



Φωτ. 6. Θέση εκβολής διώρυγας φυγής

6.3.3.4. Σταθμήμετρο στην αρχή διώρυγας φυγής

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η αξιοποίηση της διώρυγας φυγής για αποθήκευση νερού θα έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής μέσα σε αυτή, προτείνεται, για την αποφυγή της υπερφόρτωσης της διώρυγας σε περιπτώσεις μεγάλων παροχών από τον ΥΗΣ, η πρόβλεψη σταθμημέτρου στην αρχή της διώρυγας φυγής που θα σημαίνει συναγερμό ένα για οποιοδήποτε λόγο η στάθμη νερού υπερβεί την προβλεπόμενη στάθμη των +30,33, προκειμένου να περιοριστεί άμεσα η λειτουργία του ΥΗΣ και να αποφευχθεί υπερφόρτωση της εγκατάστασης των θυροφραγμάτων στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής.

6.3.4 Προβλεπόμενος τρόπος λειτουργίας θυροφραγμάτων

Τα κατάντη θυροφράγματα ρυθμίζονται συνεχώς ώστε:

- μέχρι ανάντη στάθμη νερού ίση με +29,1 να διαθέτουν προς τα κατάντη την εγκεκριμένη οικολογική παροχή των $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, που αντιστοιχεί σε $76.680 \text{ m}^3/\text{hr}$
- όταν η ανάντη στάθμη νερού υπερβαίνει το +29,1, τότε τα θυροφράγματα πρέπει να ανοίγουν τόσο ώστε να διατηρούν την ανάντη στάθμη στο +29,1.

Λαμβάνοντας υπόψη την περιορισμένη ευαισθησία ρύθμισης των θυροφραγμάτων για μικρές παροχές κρίθηκε ότι:

- η παράλληλη λειτουργία όλων των θυροφραγμάτων (σταδιακό άνοιγμά τους κατά το ίδιο ποσοστό), ή
- η πρόβλεψη της σταδιακής ρύθμισης ενός μόνο θυροφράγματος, ενώ τα λοιπά θα έχουν μόνο ανοικτή και κλειστή θέση

μπορεί να οδηγήσουν σε παλινδρομήσεις κατά την ρύθμισή τους. Κατά συνέπεια, προτείνεται η ενεργοποίηση των λοιπών θυροφραγμάτων να γίνεται σταδιακά, ανάλογα με την στάθμη του νερού ανάντη.

Το απαιτούμενο άνοιγμα για την διάθεση της οικολογικής παροχής κατά τις περιόδους που η ΥΗΣ δεν λειτουργεί από ένα θυρόφραγμα υπολογίζεται από την σχέση παροχής θυροφραγμάτων:

$$Q = c \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot d}$$

όπου: Q η ελάχιστη ρυθμιζόμενη παροχή από το θυρόφραγμα
c σταθερά ανοίγματος
b το πλάτος του θυροφράγματος
h το ύψος του ανοίγματος του θυροφράγματος
d η διαφορά στάθμης ανάντη και κατόντη

Από την σχέση αυτή και το ότι $h + d = 4,0$ m προκύπτει ότι:

$$Q = c \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot (4,0 - h)}$$

Λαμβάνοντας υπόψη την ελάχιστη ρυθμιζόμενη παροχή από το θυρόφραγμα ως $14,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, την σταθερά ανοίγματος ίση με 0,6, το καθαρό πλάτος του θυροφράγματος ίσο με 7,5 m, προκύπτει ότι το απαιτούμενο άνοιγμα του θυροφράγματος h είναι περίπου 60 cm. Κατά συνέπεια, είναι εφικτή και αναγκαία η ρύθμιση της οικολογικής παροχής από ένα θυρόφραγμα.

Επιπλέον συστήνεται για κάθε θυρόφραγμα να προβλεφτεί και χειρονακτικό (manual) άνοιγμα, κατά προτεραιότητα (ήτοι με override) του παραπάνω τρόπου λειτουργίας, προκειμένου να εξασφαλίζεται το άνοιγμά τους ιδίως σε μεγάλες παροχές από τον ΥΗΣ, βλ. παρ. 6.3.7.

6.3.5 Ισοζύγιο διώρυγας φυγής

Το ισοζύγιο της διώρυγας φυγής αναλύθηκε λεπτομερώς για τις περιπτώσεις οικολογικής παροχής $14,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, $17,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ και $24,3 \text{ m}^3/\text{sec}$, βλ. Παράρτημα V:

1. Η ελάχιστη απαιτούμενη λειτουργία του ΥΗΣ για την διάθεση της περιβαλλοντικής παροχής των $14,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ είναι η λειτουργία μίας μονάδας του ΥΗΣ στο 50% της ισχύος της για ώρα και ένα τέταρτο το πρωί και μια ώρα και σαράντα λεπτά το απόγευμα.
2. Η ελάχιστη απαιτούμενη λειτουργία του ΥΗΣ για την διάθεση της περιβαλλοντικής παροχής των $14,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ πλέον την αρδευτική παροχή των $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ είναι η λειτουργία μίας μονάδας του ΥΗΣ στο 50% της ισχύος της για μιάμιση ώρα το πρωί και δύο ώρες το απόγευμα.
3. Η ελάχιστη απαιτούμενη λειτουργία του ΥΗΣ για την διάθεση της περιβαλλοντικής παροχής των $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ είναι (όπως και σήμερα) η λειτουργία μίας μονάδας στο 50% της ισχύος της για 2 ώρες και ένα τέταρτο το πρωί και δύο ώρες και πέντε λεπτά το απόγευμα.
4. Η ελάχιστη απαιτούμενη λειτουργία του ΥΗΣ για την διάθεση της περιβαλλοντικής παροχής των $21,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ πλέον την αρδευτική παροχή των $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ είναι η λειτουργία μίας μονάδας στο 50% της ισχύος της για 1 δύο ώρες και ένα τέταρτο το πρωί και δύο ώρες και τρία τέταρτα το απόγευμα.
5. Σε περίπτωση λειτουργίας των μονάδων με μεγαλύτερες παροχές ή μεγαλύτερη διάρκεια από τα προβλεπόμενα στις παραπάνω παραγράφους, η εισρέουσα ποσότητα νερού στην διώρυγα θα είναι μεγαλύτερη από την εκρέουσα, οπότε η διώρυγα θα πληροúται ταχύτερα απ' ότι στις παραπάνω περιπτώσεις. Με τον προβλεπόμενο στην παρ. 6.3.3.4 τρόπο λειτουργίας, τα θυροφράγματα θα ανοίξουν όσο απαιτείται για την εκροή της πλεονάζουσας

παροχής, διατηρώντας ανάντη στάθμη +29,1. Έτσι, όποτε διακοπεί η ροή, το αποθηκευμένο νερό θα είναι (υπερ)επαρκές για την κάλυψη της απαιτούμενης οικολογικής παροχής μέχρι την επαναλειτουργία του ΥΗΣ. Εάν η παροχή είναι μεγάλη (πλέον της μιας μονάδας) συνιστάται να γίνεται χειρονακτικό άνοιγμα των θυροφραγμάτων, βλ. παρ. 6.3.7.

6.3.6 Στάθμες νερού στην διώρυγα φυγής

Η λειτουργία της διώρυγας προσομοιώθηκε για τις αντιπροσωπευτικές καταστάσεις ροής που θα δημιουργηθούν με την παραπάνω λειτουργία των θυροφραγμάτων με το πρόγραμμα HEC-RAS, βλ. Παράρτημα VI.

Συγκεκριμένα, προσομοιώθηκαν οι εξής καταστάσεις ροής:

- λειτουργία μιας μονάδας του ΥΗΣ στο 50% της ισχύος της, ήτοι με παροχή 120 m³/sec
- λειτουργία μιας μονάδας του ΥΗΣ στο 100% της ισχύος της, ήτοι με παροχή 240 m³/sec
- λειτουργία δύο μονάδων του ΥΗΣ στο 100% της ισχύος τους, ήτοι με παροχή 480 m³/sec αφενός με κατάντη στάθμη ίση με +29,10 m και αφετέρου χωρίς κατάντη στάθμη (θυροφράγματα τελείως ανοικτά).

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών συνάγεται ότι:

1. Για όλες τις περιπτώσεις με κατάντη στάθμη στο +29,1 m, η στάθμη νερού μέσα στην διώρυγα είναι μέσα στα όρια της επένδυσης, με ελάχιστο περιθώριο ασφαλείας (freeboard) ίσο με 0,40 m.
2. Η ανάντη στάθμη νερού, στην αρχή της διώρυγας φυγής είναι:
 - +29.20 για την παροχή των 120 m³/sec με κατάντη στάθμη +29,10 και +27.40 με ελεύθερη ροή μέσα στην διώρυγα, που αντιστοιχεί σε ανύψωση στάθμης νερού ίση με 1.80 m
 - +29.47 για την παροχή των 240 m³/sec με κατάντη στάθμη +29,10 και +28.45 με ελεύθερη ροή μέσα στην διώρυγα, που αντιστοιχεί σε ανύψωση στάθμης νερού ίση με 1,02 m, και
 - +30.27 για την παροχή των 480 m³/sec με κατάντη στάθμη +29,10 και +29.94 με ελεύθερη ροή μέσα στην διώρυγα, που αντιστοιχεί σε ανύψωση στάθμης νερού ίση με 0.33 m.

Οι παραπάνω ανυψώσεις της στάθμης του νερού στην αρχή της διώρυγας φυγής έναντι της ελεύθερης λειτουργίας της διώρυγας περιορίζουν την εκμεταλλεύσιμη διαφορά δυναμικού του ΥΗΣ Στράτος Ι. Όμως όλες οι παραπάνω στάθμες είναι χαμηλότερες της στάθμης σχεδιασμού στην αρχή της διώρυγας φυγής που είναι +30.33, βλ. παρ. 5.2.

6.3.7 Χειρονακτικό άνοιγμα θυροφραγμάτων

Εφόσον προβλεφτεί στα θυροφράγματα χειρονακτικό (manual) άνοιγμα, κατά προτεραιότητα (ήτοι με override) του κατά την παρ. 6.3.3.4 τρόπου λειτουργίας, προκειμένου να εξασφαλίζεται το άνοιγμά τους ιδίως σε μεγάλες παροχές από τον ΥΗΣ:

- όσο τα θυροφράγματα είναι ανοικτά, θα διατίθεται στον Αχελώο όλη η παροχή από τον ΥΗΣ
- ο κατά την παρ. 6.3.3.4 τρόπος λειτουργίας θα πρέπει να επανενεργοποιείται λίγο πριν από το κλείσιμο των γεννητριών, προκειμένου τα θυροφράγματα να περιορίζουν την εκροή προς τον Αχελώο στα επίπεδα της οικολογικής και να συγκρατούν στην διώρυγα φυγής την

απαιτούμενη ποσότητα νερού για την διατήρηση της οικολογικής παροχής για όσο διάστημα πρόκειται διακοπεί η λειτουργία του ΥΗΣ.

Ενδεικτικά, εάν λειτουργεί η μία μονάδα σε πλήρη ισχύ, οπότε εκρέει παροχή 240 m³/sec και τα θυροφράγματα είναι τελείως ανοικτά, ο συνολικός όγκος νερού μέσα στην διώρυγα είναι 977.690 m³, βλ. Παράρτημα VI. Από τον όγκο αυτόν πρέπει να αφαιρεθεί ο όγκος του νερού κάτω από την στάθμη +25,6 που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί για την οικολογική παροχή και που είναι 387.289 m³, βλ. Παράρτημα III, οπότε ο διαχειρίσιμος όγκος νερού στην διώρυγα για την περίπτωση αυτή είναι περίπου 590.000 m³, που αντιστοιχεί περίπου στο 60% της διαχειρίσιμης χωρητικότητας της διώρυγας (που κατά τα ανωτέρω είναι 930.000 m³).

Στην περίπτωση αυτή, εάν ο ΥΗΣ πρόκειται να κλείσει για 8 ώρες και η περιβαλλοντική παροχή είναι 21,3 m³/sec θα απαιτηθεί η αποθήκευση στην διώρυγα συνολικής ποσότητας νερού τουλάχιστον ίσης με 613.440 m³, ή 23.440 m³ πλέον του κατά τα ανωτέρω όγκου νερού στην διώρυγα κατά την λειτουργία της. Λαμβάνοντας υπόψη ότι, όταν κλείσουν τα θυροφράγματα κατά την λειτουργία του ΥΗΣ, η παροχή που θα διατίθεται για αποθήκευση νερού στην διώρυγα θα είναι 240 - 21,3 = 218,7 m³/sec ή 13.122 m³/min, συνάγεται ότι ο απαιτούμενος χρόνος για την αποθήκευση των επί πλέον 23.440 m³ νερού στην διώρυγα είναι περίπου 2 λεπτά. Κατά συνέπεια, στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ενεργοποιηθεί ο προβλεπόμενος στην παρ. 6.3.3.4 τρόπος λειτουργίας των θυροφραγμάτων τουλάχιστον 2 λεπτά πριν από την διακοπή λειτουργίας του ΥΗΣ.

6.3.8 Θέματα ασφαλείας

Με την μεθοδολογία της παρ. 6.3.6, προσομοιώθηκαν επίσης οι εξής καταστάσεις δυσλειτουργίας, για την περίπτωση λειτουργίας των δύο μονάδων του ΥΗΣ στο 100% της ισχύος τους, ήτοι με παροχή 480 m³/sec:

- λειτουργία των 7 αντί των 8 θυροφραγμάτων, λόγω εμπλοκής ενός θυροφραγματος, και
- εμπλοκή σε όλα τα θυροφράγματα λόγω σοβαρής δυσλειτουργίας ή ανθρώπινου λάθους.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών συνάγεται ότι:

1. Εάν μπλοκάρει ένα θυρόφραγμα και δεν ανοίγει τότε η παροχή διοχετεύεται ευχερώς από τα άλλα ανοίγματα,. Ενδεικτικά, για παροχή 480 m³/sec μέσω 7 ανοιγμάτων του τεχνικού στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής, η στάθμη αμέσως ανάντη των θυροφραγμάτων θα είναι +30,02 αντί της στάθμης +27,73 που αναμένεται με 8 ανοίγματα.
2. Στην περίπτωση εμπλοκής όλων των θυροφραγμάτων η διώρυγα φυγής θα υπερχειλίζει κατ' αρχήν πλευρικά και, εφόσον η στάθμη νερού είναι μεγαλύτερη των +30,3 όπου βρίσκεται το ενδιάμεσο δάπεδο στο οποίο καταλήγει η κορυφή των (βυθισμένων) θυροφραγμάτων, πάνω από το δάπεδο αυτό.

Λαμβάνοντας υπόψη την προσεγγιστική σχέση υπολογισμού της παροχής πλευρικού υπερχειλιστή [J.L. Montanes, Hydraulic Canals, 2006]:

$$Q = 0,414 \cdot \sqrt{2g} \cdot L^{0,833} \cdot \Delta h^{1,666}$$

όπου: L το μήκος του πλευρικού υπερχειλιστή (m), και
Δh το πάχος της φλέβας νερού πάνω από αυτόν (m)

προκύπτει ότι, για την διοχέτευση της παροχής των 480 m³/sec με μήκος πλευρικού υπερχειλιστή 1.000 m, το εκτιμώμενο πάχος της φλέβας νερού είναι 0,9 m. Εφόσον η στάθμη στέψης της επένδυσης είναι περίπου +29,6, η στάθμη της φλέβας νερού θα είναι +30,5, στάθμη για την οποία η παροχή μέσω του τεχνικού των θυροφραγμάτων θα είναι αμελητέα.

Λαμβάνοντας υπόψη την στάθμη αυτή ως κατάντη στάθμη στην διώρυγα και παροχή 480 m³/sec σε αυτήν, υπολογίζεται συνέχεια στο Παράρτημα VI η στάθμη νερού στην είσοδο της διώρυγας που είναι περίπου +31,10. Η στάθμη αυτή είναι χαμηλότερη της κατά την παρ. 5.2 μέγιστης επιτρεπόμενης στάθμης των +32,50 με επαρκές περιθώριο 1,40 m. Κατά συνέπεια, δεν υπάρχει κίνδυνος ανάσχεσης των νερών μέσα στον ΥΗΣ Στράτου I.

Όπως όμως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης, οι στάθμες νερού υπερβαίνουν την στέψη της επένδυσης της διώρυγας κατά λιγότερο από 1,0 m. Λαμβάνοντας υπόψη:

- την μικρή πιθανότητα εμφάνισης της κατάστασης αυτής
- ότι η υπόλοιπη διώρυγα είναι σε εκσκαφή, και
- την αναμενόμενη σχετικά μικρή ταχύτητα ροής στις παγγίνες πάνω από την στάθμη επένδυσης της διώρυγας

δεν προτείνεται η λήψη πρόσθετων μέτρων στην διώρυγα.

6.3.9 Μεταβατικά φαινόμενα

Η απόκριση του συστήματος των θυροφραγμάτων καθορίζεται από την ταχύτητα ανόδου/καθόδου τους, που αναμένεται να είναι της τάξης του 1 m/min. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το θυρόφραγμα θα πρέπει να ανέβει περίπου 4,0 m, συνάγεται ότι ο απαιτούμενος χρόνος ανόδου/καθόδου για το πλήρες άνοιγμα ή πλήρες κλείσιμό τους θα είναι της τάξης των 4 min.

Αντίθετα, οι γεννήτριες του ΥΗΣ μπορεί να διαφοροποιούν την λειτουργία τους (και την προς τα κατάντη παροχή) άμεσα. Η διαφοροποίηση της εισρέουσας στην διώρυγα φυγής παροχής θα κινηθεί προς τα κατάντη ως κύμα με ταχύτητα που εξαρτάται από την αρχική και τελική στάθμη νερού. Για μικρές διαταραχές η ταχύτητα μεταφοράς της διαταραχής c (wave celerity) θα είναι $c = \sqrt{gy}$ όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και y το βάθος ροής, οπότε, και λαμβάνοντας υπόψη ότι το βάθος ροής αναμένεται να κυμανθεί μεταξύ 6,5 και 7,5 m (βλ. σχετικούς υπολογισμούς στο Παράρτημα VI), η ταχύτητα μεταφοράς της διαταραχής θα είναι της τάξης των 8-8,5 m/sec που σημαίνει ότι θα διανύσει το μήκος των 7 Km της διώρυγας φυγής σε περίπου ένα τέταρτο.

Κατά τα ανωτέρω όμως η διαφοροποίηση της παροχής θα φτάσει σχετικά σύντομα στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής. Κατά την κάθοδο της διαταραχής μέσα στην διώρυγα φυγής θα γίνει και εξομάλυνσή της, που αναμένεται να είναι περιορισμένη. Έτσι, η διαφοροποίηση της παροχής από αλλαγές στην λειτουργία του ΥΗΣ μπορεί να είναι έντονη στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής.

Για να περιοριστεί το ενδεχόμενο απότομης μεταβολής της στάθμης ανάντη των θυροφραγμάτων και λαμβάνοντας υπόψη τον κατά τα ανωτέρω χρόνο απόκρισής τους, προτείνεται οι αλλαγές στην λειτουργία των μονάδων του ΥΗΣ να γίνονται σταδιακά, σε διάστημα 5 λεπτών, ανάλογα και με το μέγεθος της αλλαγής.

6.3.10 Θέσεις μέτρησης παροχής Αχελώου

Σύμφωνα με τον περιβαλλοντικό όρο 23.3 θα πρέπει να προβλεφθούν μετρήσεις της παροχής του Αχελώου για την επιβεβαίωση της τήρησης της θεσμοθετημένης παροχής. Για την μέτρηση αυτή προτείνεται:

1. Η πρόβλεψη καταγραφικών στα θυροφράγματα της διώρυγας φυγής προκειμένου να καταγράφονται συνεχώς αφενός η ανάντη στάθμη και αφετέρου το άνοιγμα κάθε θυροφράγματος. Από τα στοιχεία αυτά θα είναι δυνατός ο υπολογισμός της διατιθέμενης προς τα κατάντη παροχής από τον ΥΗΣ Στράτος Ι και η επιβεβαίωση της τήρησης του σχετικού περιβαλλοντικού όρου.
2. Η πρόβλεψη σταθμηγράφων σε 1-2 θέσεις κατάντη του έργου. Για την αξιοπιστία της αναγωγής της στάθμης του ποταμού σε παροχές προτείνεται η πρόβλεψή τους σε θέσεις υφιστάμενων γεφυρών όπως:
 - γέφυρα Γουριάς και
 - γέφυρα ανάντη Κατοχής/Νεοχωρίου, ή
 - γέφυρα Κατοχής.

Με τα ανωτέρω συστήματα η μέτρηση θα είναι συνεχής, τόσο στην έξοδο της διώρυγας φυγής όσο και σε καίριες θέσεις κατά μήκος του ποταμού.

7. Συμπεράσματα

Η διώρυγα φυγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την χρονική εξομάλυνση της διατιθέμενης προς τα κατάντη παροχής από τον ΥΗΣ Στράτου Ι, εφόσον ενεργοποιηθούν τα θυροφράγματα στο κατάντη άκρο της και προβλεφθούν κατάλληλοι αυτοματισμοί και μέτρα ασφαλείας.

Συγκεκριμένα, η διώρυγα φυγής μπορεί να αξιοποιηθεί για την συνεχή διάθεση προς τα κατάντη τόσο της θεσμοθετημένης από τον περιβαλλοντικό όρο 23.2 οικολογικής παροχής όσο και της απαιτούμενης κατά τους θερινούς μήνες παροχής άρδευσης, που είναι της τάξης των $3\text{m}^3/\text{sec}$. Συγκεκριμένα, η κατά τα ανωτέρω θεσμοθετημένη οικολογική παροχή των $21,3\text{m}^3/\text{sec}$ μπορεί να διατεθεί από τους ΥΗΣ Στράτου προς την κοίτη του Αχελώου:

- είτε με συνεχή παροχή $7\text{m}^3/\text{sec}$ από τον ΥΗΣ Στράτο ΙΙ (με παράλληλη κάλυψη του όρου 23.1 των περιβαλλοντικών όρων) και συνεχή παροχή $14,3\text{m}^3/\text{sec}$ από τον ΥΗΣ Στράτο Ι μέσω της διώρυγας φυγής όπου θα αποθηκεύεται το νερό για την διάθεση της οικολογικής παροχής όταν ο ΥΗΣ δεν είναι σε λειτουργία
- είτε με συνεχή παροχή $21,3\text{m}^3/\text{sec}$ μόνο από τον ΥΗΣ Στράτο Ι μέσω της διώρυγας φυγής.

Εφόσον η διατιθέμενη παροχή θα είναι συνεχής και ίση με $21,3\text{m}^3/\text{sec}$, εκτιμάται με βάση ιστορικά δεδομένα ότι θα είναι εφικτή και η λειτουργία των κατάντη αντλιοστασίων άρδευσης (στοιχείο που πρέπει να επιβεβαιωθεί επί τόπου).

Λαμβάνοντας υπόψη αφενός την διαπίστωση ότι οι απώλειες νερού από τον Αχελώο κατάντη του Στράτου είναι αμελητέες και αφετέρου ότι υπάρχουν εισροές στον ποταμό κατάντη του Στράτου από την υπολειπόμενη λεκάνη απορροής του, συνάγεται ότι με το προτεινόμενο σύστημα θα καταλήγει στις εκβολές του Αχελώου παροχή μεγαλύτερη ή ίση με την θεσμοθετημένη των $21,3\text{m}^3/\text{sec}$.

Για την επιβεβαίωση της χρονικής και χωρικής εξομάλυνσης της κατά τα ανωτέρω παροχής προτείνεται η πρόβλεψη καταγραφικού στο τεχνικό των θυροφραγμάτων στο κατάντη άκρο της διώρυγας φυγής και σταθμηγράφων σε 1-2 κατάντη γέφυρες του ποταμού Αχελώου.

Ο συντάξας

ECOS Μελετητική Α.Ε.