

6. ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ, ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

6.1 Έργα προσωρινής εκτροπής

Για τον έλεγχο της διαστασιολόγησης των έργων προσωρινής εκτροπής λαμβάνεται υπόψη το πλημμυρικό υδρογράφημα περιόδου επαναφοράς $T=50$ έτη το οποίο παρουσιάστηκε στον πίνακα 1.3.

Τα δεδομένα των έργων προσωρινής εκτροπής τα οποία ελέγχονται με τους υπολογισμούς αυτού του κεφαλαίου είναι:

Μήκος L αγωγού εκτροπής : 343m

Διάμετρος αγωγού εκτροπής : D1200

Στάθμη άξονα αγωγού εκτροπής στο ανάντη άκρο : +348,60

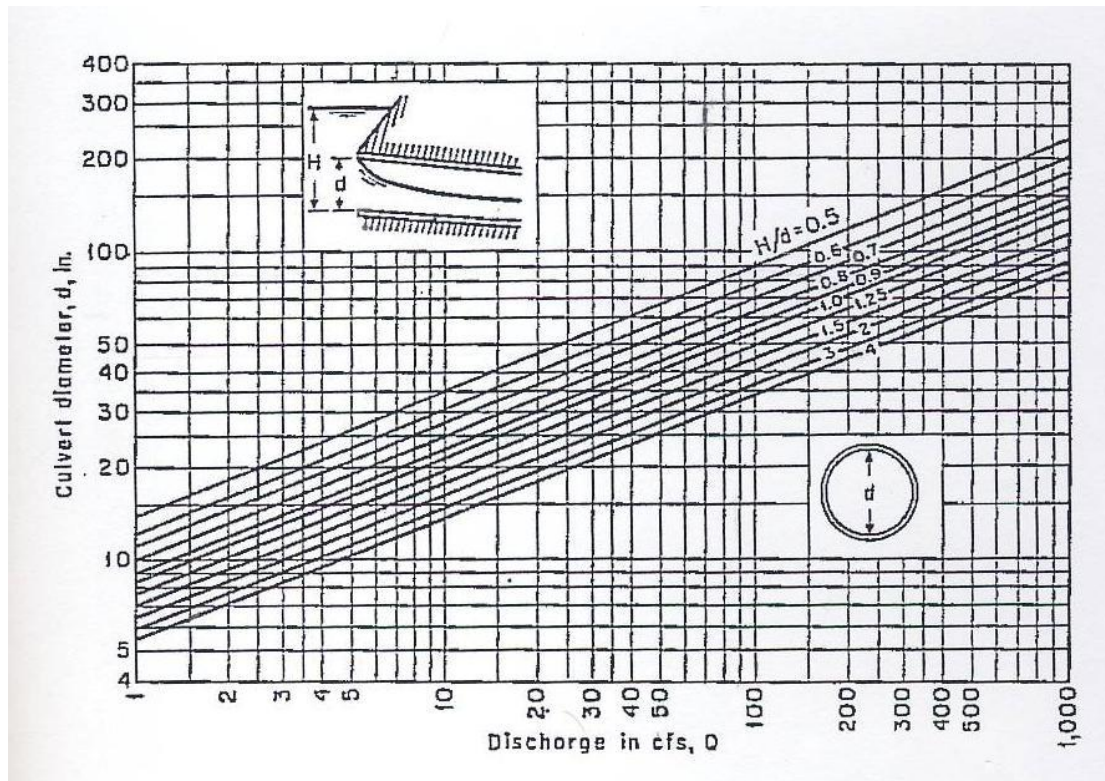
Στάθμη άξονα αγωγού εκτροπής στο κατόντη άκρο : +333,08

Στάθμη στέψης προφράγματος : +366,00

Η προσωρινή εκτροπή συνεπώς αρχίζει όταν η στάθμη νερού ανάντη του προφράγματος φτάσει στη στάθμη +348,00(=348,60-1,2/2).

Ο αγωγός εκτροπής θεωρείται καταρχήν ότι λειτουργεί με ελεύθερη ροή. Η σχέση της παροχής Q του αγωγού εκτροπής με το ύψος νερού H ως προς τον ανάντη πυθμένα του αγωγού δίνεται στο σχήμα 6.1 [14] για οχετούς με κυκλική διατομή και μη στρογγυλευμένα άκρα. Από το σχήμα 6.1 και για διάμετρο αγωγού εκτροπής $D=1200\text{mm}=47,24\text{in}$ προσδιορίζεται η σχέση απόλυτης στάθμης νερού ανάντη προφράγματος H' και παροχής Q για ελεύθερη ροή στον αγωγό εκτροπής. Η σχέση αυτή δίνεται στον πίνακα 6.1.

Σχήμα 6.1: Παροχή εκτροπής Q για ύψος νερού H και ελεύθερη επιφάνεια στον αγωγό εκτροπής.



Ο αγωγός εκτροπής από χαλυβδοσωλήνα διαμέτρου D1200 έχει κλίση 0,002. Για τον προσδιορισμό της μέγιστης παροχής για την οποία ο αγωγός εκτροπής λειτουργεί στο σύνολό του χωρίς να τεθεί υπό πίεση εφαρμόζεται ο τύπος του Manning ο οποίος δόθηκε προηγουμένως από προηγούμενη σχέση (4.4) και ξαναγράφεται σαν:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (6-1)$$

Όπου,

V : είναι η ταχύτητα ροής

n : είναι ο συντελεστής τραχύτητας Manning,

s : είναι η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής

R : είναι η υδραυλική ακτίνα, δηλαδή ο λόγος του εμβαδού προς την περίμετρο της βρεχόμενης διατομής.

Για την εσωτερική επιφάνεια χαλυβδοσωλήνα λαμβάνεται η τιμή $n=0,012$. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6.2 για τη κλίση 0,002 η μέγιστη παροχή με ελεύθερη ροή είναι $1,89 \text{ m}^3/\text{s}$.

Συναξιολογώντας τα αποτελέσματα αυτά με τα στοιχεία του πίνακα 6.1 και του σχήματος 6.1 γίνεται δεκτό ότι για στάθμη νερού ανάντη προφράγματος έως +352,80m ο αγωγός εκτροπής θα λειτουργεί με ελεύθερη ροή, ενώ για μεγαλύτερη στάθμη ο αγωγός εκτροπής θα λειτουργεί υπό πίεση.

Για τον υπολογισμό της σχέσης στάθμης-παροχής για λειτουργία του κάθε αγωγού εκτροπής υπό πίεση λαμβάνονται υπόψη οι εξής απώλειες υδραυλικού φορτίου[15].

α) Απώλειες εισόδου h_e . Ισχύει η σχέση :

$$h_e = k_e \frac{V^2}{2g} \quad (6-2)$$

Όπου,

V: είναι η ταχύτητα ροής

k_e : είναι συντελεστής τοπικών απωλειών . Για κυκλικό αγωγό με μη στρογγυλευμένα άκρα ισχύει $k_e=0,52$.

β) Γραμμικές απώλειες τριβών h_f . Ισχύει ο τύπος του Manning που παρουσιάστηκε παραπάνω. Για αγωγό κυκλικής διατομής ο οποίος ρέει πλήρης ισχύει $R=(\pi D^2/4)/\pi D$. Ισχύει επίσης $s = h_f/L$ όπου L είναι το μήκος του αγωγού.

Επομένως η σχέση (6-1) γίνεται :

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \left(\frac{h_f}{L} \right)^{1/2} \quad (6-3)$$

Για $n=0,012$, $D=1,20m$ και $L=343m$ η παραπάνω σχέση γίνεται

$$h_f = 0,246 V^2 \quad (6-4)$$

γ) Απώλειες στροφών κατά μήκος του αγωγού. Οι στροφές του αγωγού είναι 15° , 12° , 33° , 7° , 14° , 49° , 30° , 19° και 18° . Οι τιμές των συντελεστών των τοπικών απωλειών εκτιμώνται σε $k_b=0,042$, $k_b=0,0322$, $k_b=0,081$, $k_b=0,028$, $k_b=0,042$, $k_b=0,105$, $k_b=0,07$, $k_b=0,048$, $k_b=0,048$ για κάθε στροφή αντίστοιχα. Άρα

Για τις στροφές

$$\begin{aligned}
 h_b &= (0,042+0,0322+0,081+0,028+0,042+0,105+0,07+0,048+0,048) \cdot \left(\frac{V^2}{2g}\right) \\
 &= 0,4962 \left(\frac{V^2}{2g}\right) \Rightarrow \\
 h_b &= 0,0253V^2
 \end{aligned} \tag{6-5}$$

Για συνολικές απώλειες υδραυλικού φορτίου h_{TOT} και απόλυτη στάθμη νερού ανάντη προφράγματος H' , ισχύει η σχέση

$$\begin{aligned}
 h_{TOT} &= H' - 333,08 = h_e + h_b + h_f \Rightarrow \\
 H' - 333,08 &= 0,52 \frac{V^2}{2g} + 0,246V^2 + 0,0253V^2 \Rightarrow \\
 H' - 333,08 &= 0,2979V^2 \Rightarrow \\
 V &= 1,8322 \cdot (H' - 333,08)^{0,5} \Rightarrow \\
 Q &= \frac{\pi D^2}{4} \cdot 1,8322 \cdot (H' - 333,08)^{0,5} \Rightarrow \\
 Q &= \frac{\pi (1,20)^2}{4} \cdot 1,8322 \cdot (H' - 333,08)^{0,5} \Rightarrow \\
 Q &= 2,0711 \cdot (H' - 333,08)^{0,5}
 \end{aligned}$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται η διόδευση του πλημμυρικού υδρογραφήματος σχεδιασμού των έργων προσωρινής εκτροπής σύμφωνα με τη σχέση $\frac{2V_2}{\Delta t} + Q_2 = I_1 + I_2 + \frac{2V_1}{\Delta t} - Q_1$ και τα δεδομένα στάθμης – όγκου ταμειυτήρα που δίνονται στον πίνακα 2.1. Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία του πίνακα 6.1 για ελεύθερη ροή στον αγωγό εκτροπής όταν $H' < +352,8$ και την προηγούμενη σχέση για ροή υπό πίεση στον αγωγό εκτροπής όταν $H' \geq +352,8$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 6.3.

Από τα στοιχεία του πίνακα 6.3 προκύπτει μέγιστη στάθμη ανάντη προφράγματος +360,29 και μέγιστη παροχή αγωγού εκτροπής 10,73m³/s. Η στάθμη στέψης προφράγματος +366,00 σε συνδυασμό με τη διάμετρο D1200 του αγωγού εκτροπής είναι συνεπώς επαρκής για τον έλεγχο του πλημμυρικού υδρογραφήματος σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς T= 50 έτη.

6.2 Έργα εκκένωσης

6.2.1 Παροχές και χρόνοι εκκένωσης

Η εκκένωση του ταμιευτήρα πραγματοποιείται μέσω, του χαλυβδοσωλήνα D1200 ο οποίος χρησιμοποιείται και για την προσωρινή εκτροπή του ρέματος κατά την κατασκευή του φράγματος. Ο ίδιος αγωγός λειτουργεί και σαν αγωγός υδροληψίας. Μετά το πέρας του σταδίου της εκτροπής ο αγωγός θα ενωθεί με κλάδο επιπλέον αγωγού D1200. Ο επιπλέον κλάδος θα έχει έργο εισόδου στην στάθμη +362,00. Η στάθμη +362,00 αποτελεί το κατώφλι του αγωγού εκκένωσης και υδροληψίας και συνεπώς την κατώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα.

Το συνολικό μήκος του αγωγού εκκένωσης μέχρι την έξοδο του είναι 402m. Ο αγωγός λειτουργεί υπό πίεση από την ανώτατη στάθμη ταμιευτήρα +383,00 έως τη στάθμη +362,00.

Για τις συνολικές απώλειες του υδραυλικού φορτίου h_{TOT} και στάθμη ταμιευτήρα H' , ισχύει η σχέση:

$$h_{TOT} = H' - 333,08 = h_t + h_e + h_b + h_f + h_g \quad (6-6)$$

Όπου,

h_t : είναι οι απώλειες στη σχάρα υδροληψίας

h_e : είναι οι απώλειες στην είσοδο του αγωγού

h_f : είναι οι γραμμικές απώλειες τριβών στο τμήμα αγωγού $D=1200\text{mm}$

h_b : είναι οι απώλειες καμπύλης 90°

h_g : είναι οι τοπικές απώλειες

Η στάθμη +333,08 αντιστοιχεί στον άξονα της εξόδου.

1) Απώλειες στην εσχάρα υδροληψίας h_t . Ο συντελεστής τοπικών απωλειών k_t στην εσχάρα υδροληψίας δίνεται από την σχέση

$$k_t = 1,45 - 0,45 \frac{\alpha_n}{\alpha_g} - \left(\frac{\alpha_n}{\alpha_g} \right)^2 \quad (6-7)$$

Όπου α_n/α_g είναι ο λόγος των διάκενων της σχάρας προς το συνολικό εμβαδό της υδροληψίας, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 0,5 και σύμφωνα με την σχέση (6-10) υπολογίζεται $k_t=0,975$.

Άρα:

$$h_t = k_t \frac{V_1^2}{2g} = 0,975 \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow$$

$$h_t = 0,050 V_1^2 \quad (6-8)$$

Όπου,

V_1 : είναι η ταχύτητα ροής στον αγωγό εκκένωσης. Η διατομή του αγωγού εκκένωσης έχει εμβαδόν $A_1 = \frac{\pi \cdot (1,2)^2}{4}$ και για παροχή εκκένωσης Q η παραπάνω σχέση γίνεται :

$$h_t = 0,050 \cdot \left(\frac{Q}{\frac{\pi \cdot (1,2)^2}{4}} \right)^2 \Rightarrow$$

$$h_t = 0,039 Q^2 \quad (6-9)$$

2) Απώλειες στην είσοδο του αγωγού (θέση 1). Ισχύει η σχέση $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$ με k_e

=0,10 για κυκλικό αγωγό με στρογγυλεμένα άκρα. Άρα

$$h_e = k_e \frac{V_1^2}{2g} = 0,10 \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow$$

$$h_e = 0,005 V_1^2 \Rightarrow$$

$$h_e = 0,0051 \cdot \left(\frac{Q}{\frac{\pi \cdot (1,2)^2}{4}} \right)^2 \Rightarrow$$

$$h_e = 0,004 \cdot Q^2 \quad (6-10)$$

3) Γραμμικές απώλειες τριβών h_f στον αγωγό $D=1200\text{mm}$. Σύμφωνα με τον τύπο του Manning που χρησιμοποιήθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, ισχύει :

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \left(\frac{h_f}{L} \right)^{1/2} \Rightarrow$$

$$Q = AV = \frac{A}{n} \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \left(\frac{h_f}{L} \right)^{1/2} \Rightarrow$$

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \left(\frac{h_f}{L} \right)^{1/2}$$

Για $n=0,012$, $D=1,20\text{m}$ και $L=402\text{ m}$

$$Q = 2,105 \cdot h_{f1}^{0,5} \Rightarrow$$

$$h_f = 0,2256 Q^2 \quad (6-11)$$

4) Απώλειες καμπύλης 90° . ο συντελεστής απωλειών λαμβάνεται $k_b=0,9$.

Άρα

$$h_b = \left(k_b \frac{V_1^2}{2g} \right) = \left(0,90 \frac{V_1^2}{2g} \right) \Rightarrow$$

$$h_b = 0,04587 V_2^2 \Rightarrow$$

$$h_b = 0,04587 \cdot \left(\frac{Q}{\frac{\pi \cdot (1,2)^2}{4}} \right)^2 \Rightarrow \quad (6-12)$$

$$h_b = 0,0359 \cdot Q^2$$

5) Απώλειες συστολής από $D=1200\text{mm}$ σε $D=1000\text{mm}$. Λαμβάνεται $k_{c2}=0,15$. Ισχύει η σχέση:

$$h_{c1} = k_{c1} \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right)$$

Όπου V_1 είναι η ταχύτητα ροής στο τμήμα του αγωγού εκκένωσης διατομής $D=1200\text{mm}$

Η παραπάνω σχέση γίνεται

$$h_{c1} = k_{c1} \left(\frac{(Q/A_2)^2 - (Q/A_1)^2}{2g} \right) \Rightarrow$$

$$h_{c1} = 0,15 \left(\frac{Q^2}{2g} \right) \left(\frac{1}{\pi(0,8)^2/4} - \frac{1}{\pi(1,2)^2/4} \right) \Rightarrow$$

$$h_{c1} = 0,024Q^2$$

6) Απώλειες ανοιχτής δικλείδας.

- Δικλείδα τύπου πεταλούδας, DN1200, PN 16 atm

Η τιμή των τοπικών απωλειών λαμβάνεται $k_g=0,25$

$$h_g = k_g \frac{V_1^2}{2g} = 0,25 \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow$$

$$h_g = 0,01274V_2^2 \Rightarrow$$

$$h_g = 0,01274 \cdot \left(\frac{Q}{\frac{\pi \cdot (1,2)^2}{4}} \right)^2 \Rightarrow \quad (6-13)$$

$$h_g = 0,010 \cdot Q^2$$

- Δικλείδα τύπου βελόνας, DN1000

$$h_g = k_g \frac{V_1^2}{2g} = 1,30 \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow$$

$$h_g = 0,06626V_2^2 \Rightarrow$$

$$h_g = 0,06626 \cdot \left(\frac{Q}{\frac{\pi \cdot (1,0)^2}{4}} \right)^2 \Rightarrow \quad (6-14)$$

$$h_g = 0,1075 \cdot Q^2$$

7) Απώλειες στροφών και λοιπών εξαρτημάτων κατά μήκος του αγωγού Φ1200. Οι στροφές του αγωγού είναι 75°, 15°, 12°, 33°, 7°, 14°, 49°, 30°, 19° και 18°. Επίσης, τοποθετείται στο κτίριο δικλείδων ένα διακλάδωσης. Οι τιμές των συντελεστών των τοπικών απωλειών εκτιμώνται σε $k_b=0,14$, $k_b=0,042$,

$k_b=0,0322, k_b=0,081, k_b=0,028, k_b=0,042, k_b=0,50, k_b=0,07, k_b=0,048,$
 $k_b=0,048$ και $k_b=0,50$. Άρα για τον Φ1200 αγωγό

$$h_b = (0,14 + 0,042 + 0,0322 + 0,081 + 0,028 + 0,042 + 0,50 + 0,07 + 0,048 + 0,048 + 0,5) \left(\frac{V^2}{2g} \right) \Rightarrow$$

$$h_b = 0,078V^2 \Rightarrow$$

$$h_b = 0,078 \cdot \left(\frac{Q}{\pi \cdot (1,2)^2} \right)^2 \Rightarrow$$

$$h_b = 0,0638 \cdot Q^2$$

(6-15)

7) Απώλειες εξόδου. Η τιμή των τοπικών απωλειών λαμβάνεται $k_g=1$

$$h_g = k_g \frac{V_1^2}{2g} = 1 \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow$$

$$h_g = 0,051V_2^2 \Rightarrow$$

$$h_g = 0,051 \cdot \left(\frac{Q}{\pi \cdot (1,2)^2} \right)^2 \Rightarrow$$

(6-16)

$$h_g = 0,0399 \cdot Q^2$$

Οι συνολικές απώλειες κατά μήκος του αγωγού εκκένωσης σύμφωνα με τη σχέση (6-9) είναι :

$$h_{\text{tot}} = H' - 333,08 = 0,039Q^2 + 0,004Q^2 + 0,2256Q^2 + 0,0359Q^2$$

$$+ 0,024Q^2 + 2 \times 0,010Q^2 + 0,1075Q^2 + 0,0638Q^2 + 0,0399Q^2$$

$$H' - 333,08 = 0,5597Q^2$$

$$Q^2 = 1,7867 * (H' - 333,08)$$

$$Q = 1,3367 * (H' - 333,08)^{0,5}$$

(6-17)

Οι παροχές εκκένωσης που προκύπτουν από την σχέση (6-27) για διάφορες στάθμες ταμιευτήρα H' και οι αντίστοιχοι χρόνοι εκκένωσης του ταμιευτήρα

παρουσιάζονται στον πίνακα 6.4. Από τον πίνακα 6.4 προκύπτει συνολικός χρόνος περίπου 2,19 ημερών για την πλήρη εκκένωση του ταμιευτήρα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τυχόν εισροές στον ταμιευτήρα κατά την περίοδο αυτή. Η μέγιστη παροχή εκκένωσης για στάθμη ταμιευτήρα $H'=383,00$ υπολογίζεται σε $Q=9,23\text{m}^3/\text{s}$.

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της υδρολογικής μελέτης που εκπονήθηκε για το φράγμα Διλόφου, ο μέγιστος υπολογισμένος μηνιαίος όγκος εισροών στον ταμιευτήρα του Διλόφου είναι $1.579.800\text{ m}^3$ (Μάρτιος 1981). Η αντίστοιχη μέση μηνιαία παροχή εισροών είναι $0,59\text{ m}^3/\text{s}$. Στον πίνακα 6.5 δίνεται ο χρόνος εκκένωσης του ταμιευτήρα που προκύπτει από την σχέση (6-27) με την παραδοχή ταυτόχρονης παροχής εισροών $0,59\text{ m}^3/\text{s}$. Προκύπτει συνολικός χρόνος 2,29 ημερών για την πλήρη εκκένωση του ταμιευτήρα.

Οι πίνακες 6.6 και 6.7 παρουσιάζουν τους προτεινόμενους χρόνους για την πραγματοποίηση διαφορετικών σταδίων εκκένωσης του ταμιευτήρα σύμφωνα με το United States Bureau of Reclamation [16]. Οι χρόνοι αυτοί συγκρίνονται με τους αντίστοιχους υπολογισμένους χρόνους εκκένωσης που προκύπτουν από την σχέση (6-27) με τις παραδοχές μηδενικών και μέγιστων παρατηρηθεισών εισροών στον ταμιευτήρα.

Τα στοιχεία των πινάκων 6.6 και 6.7 δείχνουν ότι η εκκένωση του φράγματος Διλόφου μπορεί να εξασφαλιστεί σε χρόνους μικρότερους από εκείνους που προβλέπονται από το United States Bureau of Reclamation. Εφόσον για λόγους ασφαλείας του φράγματος κριθεί ότι οι χρόνοι εκκένωσης πρέπει να μειωθούν, αυτό μπορεί να εξασφαλιστεί με κατάλληλο χειρισμό των δικλείδων που εγκαθίστανται στο κτίριο δικλείδων.

Σημειώνεται ακόμα ότι για τη μέγιστη παροχή του αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας $Q=9,23\text{m}^3/\text{s}$ η αντίστοιχη μέγιστη ταχύτητα μέσω της ανοικτής βελονοειδούς δικλείδας κοίλης δέσμης $D=1000$ είναι $v=11,76\text{ m/s}$. Η εν λόγω δικλείδα θα εκτονώσει στην ατμόσφαιρα, συνεπώς δεν απαιτείται η διατήρηση ελάχιστου μήκους ανάντη και κατόντη της σωληνογραμμής. Λόγω της μεγάλης ταχύτητας ροής $\sim 12\text{m/sec}$ απαιτείται η δικλείδα να είναι εφοδιασμένη με πρόσθετη διάταξη εξαερισμού (air admission device) ή με ειδικά διαμορφωμένη φλάντζα στο τμήμα εξόδου αυτής.

Ομοίως, για τη μέγιστη παροχή του αγωγού εκκένωσης - υδροληψίας $Q=9,23\text{m}^3/\text{s}$ η αντίστοιχη μέγιστη ταχύτητα μέσω των δικλείδων τύπου πεταλούδας $D=1200$ είναι $v=8,17\text{ m/s}$. Λόγω της μεγάλης ταχύτητας η δικλείδες τύπου πεταλούδας θα πρέπει να είναι ειδικής σχεδίασης για να αντέχουν σε μεγάλες ταχύτητες.

6.2.2 Λεκάνη ηρεμίας και διώρυγα απαγωγής

Στην παράγραφο αυτή ελέγχονται οι διαστάσεις της λεκάνης ηρεμίας η οποία προβλέπεται κατάντη της εξόδου του αγωγού εκκένωσης υδροληψίας.

Σύμφωνα με την εξίσωση της συνέχειας η παροχή δίνεται από τον τύπο:

$$Q = \phi \cdot \beta \cdot h_c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h_c)} \quad (6-28)$$

Όπου

β : το πλάτος της λεκάνης ηρεμίας

h_c : το βάθος του νερού

H : η υψομετρική διαφορά του πυθμένα της λεκάνης ηρεμίας από την στάθμη υδάτων ($H=383-331,98=51,02\text{m}$)

ϕ : συντελεστής ταχύτητας η τιμή του οποίου λαμβάνεται 0,97

Επιλέγοντας πλάτος λεκάνης ηρεμίας $\beta=6,0\text{m}$ για την μέγιστη παροχή των $9,23\text{ m}^3/\text{s}$ από την εξίσωση (6-28) υπολογίζεται βάθος ροής $h_c=0,0501\text{m}$.

Το κρίσιμο βάθος δίνεται από τον τύπο:

$$h_{kp} = \sqrt[3]{\frac{\alpha}{g} \frac{Q^2}{\beta^2}} \quad (6-29)$$

Όπου

α : ο συντελεστής του Coriolis ο οποίος λαμβάνεται 1,1

β : το πλάτος της λεκάνης ηρεμίας

Με βάση την σχέση (6-29) υπολογίστηκε $h_{kp}=0,64$

Το συζυγές βάθος υδραυλικού άλματος h' δίνεται από τη σχέση

$$h' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_{kp}}{h_c} \right)^3} - 1 \right) \quad (6-30)$$

Από την οποία υπολογίζεται $h' = 3,23\text{m}$ και άρα η στάθμη νερού στο κατάντη άκρο της λεκάνης ηρεμίας $+331,98 + 3,23 = +335,21$.

Το απαιτούμενο μήκος για την ικανοποιητική λειτουργία της λεκάνης ηρεμίας υπολογίζεται από τον τύπο

$$l = l_{\pi\tau\omega\sigma\eta\varsigma} + 0,8 \cdot l_{\alpha\lambda\mu\alpha\tau\omicron\varsigma} \quad (6-31)$$

Το $l_{\pi\tau\omega\sigma\eta\varsigma}$ υπολογίστηκε από την σχέση (6-32) ίσο με 8,70m

$$l_{\pi\tau\omega\sigma\eta\varsigma} = V \sqrt{\frac{2 \cdot \left(h + \left(\frac{D}{2} \right) \right)}{g}} \quad (6-32)$$

Όπου

V: η ταχύτητα στην έξοδο του αγωγού

D: η διάμετρος του αγωγού

h: η υψομετρική διαφορά πτώσης (η υψομετρική διαφορά του πυθμένα του αγωγού και της στάθμης της λεκάνης ηρεμίας)

Το $l_{\alpha\lambda\mu\alpha\tau\omicron\varsigma}$ δίδεται από τον τύπο

$$l_{\alpha\lambda\mu\alpha\tau\omicron\varsigma} = (4 \div 5) \cdot (h' - h_c) = 4 \cdot (3,23 - 0,0501) = 12,72$$

Από την σχέση (6-31) υπολογίζεται το συνολικό μήκος της λεκάνης ηρεμίας, το οποίο είναι $\approx 20\text{m}$. Λαμβάνοντας υπόψη το συζυγές βάθος το ύψος των πλευρικών τοίχων της λεκάνης ηρεμίας προσδιορίζεται σε 3,80m.

Η διώρυγα απαγωγής των παροχών εκκένωσης έχει ορθογωνική διατομή με πλάτος πυθμένα 3m, μήκος πυθμένα 52,40m και κλίση πυθμένα 0,0567. Η σχέση του Manning γράφεται

$$Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \cdot s^{1/2} \quad (6-33)$$

Όπου Q είναι η παροχή, A είναι το εμβαδό βρεχόμενης διατομής, n ο συντελεστής του Manning (λαμβάνεται 0,018), R είναι η υδραυλική ακτίνα και s η κλίση πυθμένα. Επιλύοντας την εξίσωση (6-33) υπολογίζεται βάθος νερού 0,46 και ταχύτητα ροής 6,62 m/s

Πίνακας 6.1: Σχέση στάθμης ανάντη H' προφράγματος Q και παροχής για ελεύθερη ροή στον αγωγό εκτροπής (D=1200mm)

Λόγος ύψους νερού προς διάμετρο αγωγού H/D	Παροχή Q (cfs)	Παροχή Q (m ³ /s)	Υψος νερού H (m)	Στάθμη H' (m)
0.5	20	0.566	0.6	348,6
0.6	29	0.821	0.72	348,72
0.7	35	0.991	0.84	348,84
0.8	48	1.358	0.96	348,96
0.9	60	1.698	1.08	349,08
1	70	1.981	1.2	349,2
1.25	90	2.547	1.5	349,5
1.5	125	3.538	1.8	349,8
2	150	4.245	2.4	350,4
3	200	5.660	3.6	351,6
4	240	6.792	4.8	352,8

Πίνακας 6.2: Αγωγός εκτροπής D1200.

Δεδομένα	Τιμή	Μονάδες
Συντελεστής Manning	0,012	
Κλίση πυθμένα	0,002	m/m
Διάμετρος	1200	mm
Διάμετρος	1,2	m
Αποτελέσματα		
Βάθος ροής	1,2	m
Παροχή πλήρους διατομής	1,89	m ³ /s
Εμβαδόν βρεχόμενης διατομής	1,13	m ²
Βρεχόμενη περίμετρος	3,77	m
Κρίσιμο βάθος	0.96	m
Ταχύτητα	1,67	m/s
Φορτίο ταχύτητας	0,14	m
Υδραυλική ακτίνα	0,3	

Πίνακας 6.3: Διόδευση υδρογραφήματος πλημμύρας σχεδιασμού έργων εκτροπής (D1200).

Χρονικό βήμα επίλυσης	Εισροή I1 στην αρχή του βήματος	Στάθμη στην αρχή του βήματος	όγκος V1 υπεράνω στάθμης υπερχειλίσσης στην αρχή του βήματος	Παροχή υπερχειλίσσης Q1 στην αρχή του βήματος	$I1+I2+2V1/\Delta t-Q1$	Στάθμη στο τέλος του βήματος	Όγκος V2 ανάντη προφράγματος υπεράνω στάθμης εκτροπής στο τέλος βήματος (m3)	Παροχή εκτροπής Q2 στο τέλος βήματος (m3/s)
1	0	348,000	0	0	0	348,000	0	0,0
2	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
3	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
4	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
5	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
6	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
7	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
8	0	348,000	0,000	0,000	0	348,000	0,000	0,0
9	0	348,000	0,000	0,000	0,22	348,143	221.15	0.135
10	0,22	348.143	221.15	0.135	1.131	348.677	1048.25	0.729
11	0,96	348.677	1048.25	0.729	2.683	349.195	1850.69	1.969
12	2,05	349.195	1850.69	1.969	4.375	349.739	2693.61	3.336
13	3,58	349.739	2693.61	3.336	6.783	351.021	4679.91	4.977
14	5,5	351.021	4679.91	4.977	9.998	352.554	8973.51	6.560
15	7,67	352.554	8973.51	6.560	14.388	353.592	14177.99	9.441
16	9,84	353.348	14177.99	9.441	17.249	354.924	20854.58	9.710
17	11,38	354.488	20854.58	9.710	22.115	356.631	32553.76	10.045
18	12,4	356.323	32553.76	10.045	27.694	358.037	46605.99	10.313
19	12,78	357.639	46605.99	10.313	32.853	359.281	59030.59	10.544
20	12,53	358.807	59030.59	10.544	36.520	360.096	68130.42	10.693
21	11,76	359.643	68130.42	10.693	38.092	360.296	72107.20	10.729
22	10,74	359.960	72107.20	10.729	37.420	360.235	70884.53	10.718
23	9,59	359.752	70884.53	10.718	34.471	359.681	63023.14	10.618
24	8,44	358.910	63023.14	10.618	29.297	358.403	50253.91	10.382
25	7,16	357.586	50253.91	10.382	21.536	359.333	59545.82	10.554
26	5,37	357.691	59545.82	10.554	10.353	352.800	10207.08	9.277
27	4,09	352.143	10207.08	9.277	-0.148	347.881	-184.57	-0.112
28	3,07	349.194	-184.57	-0.112	5.447	350.728	4225.74	4.632
29	2,3	349.712	4225.74	4.632	0.143	348.116	178.95	0.109
30	1,66	348.830	178.95	0.109	2.835	349.427	2210.28	2.409
31	1,25	349.140	2210.28	2.409	0.217	348.175	271.23	0.165
32	0,95	348.565	271.23	0.165	1.297	348.905	1401.50	1.189
33	0,46	348.810	1401.50	1.189	-0.391	347.632	-570.13	-0.347
34	0,23	347.847	-570.13	-0.347	0.643	348.603	933.36	0.571
35	0,11	348.438	933.36	0.571	-0.339	347.681	-494.86	-0.301
36	0,05	347.811	-494.86	-0.301	5.813	351.828	5928.97	5.875

Πίνακας 6.4: Χρόνος εκκένωσης ταμιευτήρα Διλόφου χωρίς εισροές στον ταμιευτήρα και με δικλίδα τύπου πεταλούδα πλήρως ανοιχτή.

Στάθμη (+m)	Όγκος (m ³)	Διαφορά όγκου (m ³)	Παροχή εκκένωσης (m ³ /s)	Χρόνος εκκένωσης από στάθμη +383,00 (ημέρες)
383	1700000		9.23	
378	1030772	669228	8.75	0.86
372	513360	517412	8.15	0.71
368	291034	222326	7.72	0.32
364	145863	145171	7.26	0.22
362	99346	46517	7.02	0.08
				2.19

Πίνακας 6.5: Χρόνος εκκένωσης ταμιευτήρα Διλόφου με μέση παροχή εισροών στον ταμιευτήρα 0,59 m³/s και με δικλίδα τύπου πεταλούδα πλήρως ανοιχτή.

Στάθμη (+m)	Όγκος (m ³)	Διαφορά όγκου (m ³)	Παροχή εκκένωσης (m ³ /s)	Παροχή εισροών (m ³ /s)	Χρόνος εκκένωσης από στάθμη +383,00 (ημέρες)
383	1700000		9.23	0.59	
378	1030772	669228	8.75	0.59	0.90
372	513360	517412	8.15	0.59	0.73
368	291034	222326	7.72	0.59	0.34
364	145863	145171	7.26	0.59	0.24
362	99346	46517	7.02	0.59	0.08
					2.29

Πίνακας 6.6: Χρόνος εκκένωσης ταμιευτήρα Διλόφου χωρίς εισροές και αντίστοιχες προτάσεις USBR.

Ποσοστό εκκένωσης	Στάθμη ταμιευτήρα (+m)	Ωφέλιμος όγκος (m ³)	Διαφορά όγκου (m ³)	Παροχή εκκένωσης (m ³ /s)	Χρόνος εκκένωσης από στάθμη με δικλίδα πεταλούδας πλήρως ανοικτή(ημέρες)	Προτεινόμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με USBR (ημέρες)
100%*ΔΗ	383	1.601.540		9.227		
75%*ΔΗ	377,75	907.289	694.251	8.729	0.9	10 έως 20
50%*ΔΗ	372,50	451.343	1.150.197	8.200	1.5	30 έως 40
25%*ΔΗ	367,25	161.950	1.439.590	7.634	2.0	60 έως 80
10% ωφέλιμης χωρητικότητας	364,45	160.154	1.441.386	7.315	2.2	40-50

ΔΗ==μεταβολή στάθμη που αντιστοιχεί στον ωφέλιμο όγκο

21

Πίνακας 6.7: Χρόνος εκκένωσης ταμειυτήρα Διλόφου με εισροές και αντίστοιχες προτάσεις USBR.

Ποσοστό εκκένωσης	Στάθμη ταμειυτήρα (+m)	Ωφέλιμος όγκος (m ³)	Διαφορά όγκου (m ³)	Παροχή εκκένωσης (m ³ /s)	Παροχή εισροών (m ³ /s)	Χρόνος εκκένωσης από στάθμη με δικλίδα πλήρως ανοικτή(ημέρες)	Προτεινόμενος χρόνος εκκένωσης σύμφωνα με USBR (ημέρες)
100%*ΔΗ	383	1.601.540		9.227	0,59		
75%*ΔΗ	377,75	907.289	694.251	8.729	0,59	0.9	10 έως 20
50%*ΔΗ	372,50	451.343	1.150.197	8.200	0,59	1.6	30 έως 40
25%*ΔΗ	367,25	161.950	1.439.590	7.634	0,59	2.2	60 έως 80
10% ωφέλιμης χωρητικότητας	364,45	160.154	1.441.386	7.315	0,59	2.4	40-50

ΔΗ=μεταβολή στάθμη που αντιστοιχεί στον ωφέλιμο όγκο

21