

## ΑΝΤΙΠΛΗΓΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η εταιρία GEMAK σχεδίασε μια σειρά προϊόντων για την αποτελεσματική και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του φαινομένου του πλήγματος στα υδραυλικά δίκτυα.

Με τον όρο υδραυλικό πλήγμα εννοούμε, τις υποπίεσεις και υπερπίεσεις που δημιουργούνται στα υδραυλικά δίκτυα, σε τυχόν μεταβολές στην παροχή τους.

Το φαινόμενο του πλήγματος παρατηρείται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Ξεκίνημα και σταμάτημα των αντλιών.
- Μεταβολή ροής από το κλείσιμο μιας βάνας.
- Με την εκκένωση του αέρα από το δίκτυο.
- Με το σταμάτημα συσκευών κατά την άρδευση.
- Κατά την πλήρωση ή το άδειασμα τμήματος υδραυλικού δικτύου.
- Κατά τη μεταφορά υδραυλικών μαζών, ειδικότερα σε μεγάλα δίκτυα.

Όταν έχουμε απότομη μεταβολή της ροής ή απότομη διακοπή, κοντά στο σημείο εκείνο, η ταχύτητα του νερού μηδενίζεται, η κινητική ενέργεια μετασχηματίζεται σε δυναμική και εκτοξεύεται σε υψηλές τιμές αυξάνοντας συγχρόνως την πίεση. Η αύξηση και η ελάττωση των τιμών αυτών μεταφέρεται με την μορφή κυμάτων υποπίεσης αρχικά και υπερπίεσης στην συνέχεια. Οι αναπτυσσόμενες αυτές δυνάμεις, είναι αρκετά ισχυρές και επικίνδυνες για όλο το σύστημα αφού μπορεί να προκαλέσουν σπάσιμο του αγωγού.

Ο χρόνος που διαρκεί κατά την μεταφορά των κυμάτων υποπίεσης και υπερπίεσης ονομάζεται κρίσιμος χρόνος. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν τον κρίσιμο χρόνο είναι, το μήκος του δικτύου, η διατομή και το υλικό του αγωγού, η παροχή, οι κλίσεις του εδάφους. Για την αποτελεσματική προστασία του δικτύου από το φαινόμενο του πλήγματος, θα πρέπει η βαλβίδα να είναι σε θέση να ανιχνεύει τόσο την υποπίεση όσο και την υπερπίεση και αναλόγως του κρίσιμου χρόνου να διαχειρίζεται το άνοιγμα ή κλείσιμό της.

Σύμφωνα με τον Allievi η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στον αγωγό προκύπτει από την σχέση:

$$a = \sqrt{\frac{g/\gamma}{\frac{1}{\varepsilon} + \frac{Di}{S \cdot E}}}$$

όπου

$a$ = ταχύτητα διαδόσεως του κύματος σε  $m/sec$

$g$ = επιτάχυνση της βαρύτητας ( $9,81 m/sec^2$ ,  $45^\circ$  γεωγρ. πλάτος)

$\varepsilon$ = μέτρο ελαστικότητας του νερού ( $2,08 \times 10^8 kg/m^2$ )

$\gamma$ = ειδικό βάρος νερού σε  $kg/m^3$

$Di$ = εσωτερική διατομή αγωγού σε  $m$

$S$ = πάχος τοιχώματος αγωγού σε  $m$

$E$ = μέτρο ελαστικότητας αγωγού σε  $kg/m^2$

Ο κρίσιμος χρόνος, δηλαδή, ο χρόνος που διαρκεί κατά την μεταφορά κυμάτων υποπίεσης και υπερπίεσης δίνεται από την σχέση  $Tk = \frac{2L}{a}$

Στην πράξη υπάρχουν τρεις περιπτώσεις πλήγματος:

α) Όταν ο χρόνος διακοπής της ροής είναι μικρότερος του κρίσιμου χρόνου  $T < \frac{2L}{a}$

β) Όταν ο χρόνος διακοπής της ροής είναι μεγαλύτερος του κρίσιμου χρόνου  $T > \frac{2L}{a}$

γ) Όταν ο χρόνος διακοπής της ροής είναι ίσος του κρίσιμου χρόνου  $T = \frac{2L}{a}$

όπου

$T$  = χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε sec.

$L$  = μήκος του αγωγού

$a$  = ταχύτητα μετάδοσης του κύματος σε m/sec.

Έτσι, αναλόγως με τον χρόνο διακοπής της ροής, υπολογίζεται η υπερπίεση.

α) Στην περίπτωση  $T < \frac{2L}{a}$  το  $\Delta\rho$  δίνεται από την σχέση:

$$\Delta\rho = \frac{\alpha \cdot V_0}{g}$$

όπου

$\Delta\rho$  = υπερπίεση σε ύψος ανά m.

$\alpha$  = ταχύτητα διαδόσεως του κύματος σε m/sec

$V_0$  = ταχύτητα ροής του νερού υπό κανονικές συνθήκες σε m/sec

$g$  = επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/sec<sup>2</sup>, 45° γεωγρ. πλάτος)

β) Στην περίπτωση  $T > \frac{2L}{a}$  το  $\Delta\rho$  δίνεται από την σχέση:

$$\Delta\rho = \gamma \left[ \frac{m}{2} + \sqrt{\left(\frac{m}{2}\right)^2 + m} \right] \cdot H$$

όπου

$\Delta\rho$  = υπερπίεση σε ύψος ανά m.

$\gamma$  = ειδικό βάρος νερού σε kg/m<sup>3</sup>

$$m = \left( \frac{L \cdot V_0}{g \cdot T \cdot H} \right)^2$$

$H$  = αρχικό στατικό φορτίο σε m.

$L$  = μήκος του αγωγού

$V_0$  = ταχύτητα ροής του νερού υπό κανονικές συνθήκες σε m/sec

$g$  = επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/sec<sup>2</sup>, 45° γεωγρ. πλάτος)

$T$  = χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε sec.

γ) Στην περίπτωση  $T = \frac{2L}{a}$  το  $\Delta\rho$  δίνεται από την σχέση:

$$\Delta\rho = \frac{2L \cdot V_0}{g \cdot T}$$

$\Delta\rho$ = υπερπίεση σε ύψος ανά m.

$L$ = μήκος του αγωγού

$V_0$ = ταχύτητα ροής του νερού υπό κανονικές συνθήκες σε m/sec

$g$ = επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/sec<sup>2</sup>, 45° γεωγρ. πλάτος)

$T$ = χρόνος ανοίγματος ή κλεισίματος της ροής σε sec.

Οι συνηθισμένες βαλβίδες εκτόνωσης, όπως οι βαλβίδες τύπου ελατηρίου, έχουν την δυνατότητα να απορροφήσουν μόνο το 60-70% του πλήγματος και μόνο στην φάση της υπερπίεσης.

Η εταιρία GEMAK σχεδίασε τις βαλβίδες AS-A/Y-30-10 και AS-A/Y-35-10 διαφραγματικού τύπου για πιέσεις έως 16ατμ. και AS-P/Y-30-10 και AS-P/Y-35-10 τύπου εμβόλου (piston) για πιέσεις έως 40ατμ. κατορθώνοντας την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του φαινομένου του πλήγματος στα υδραυλικά δίκτυα.

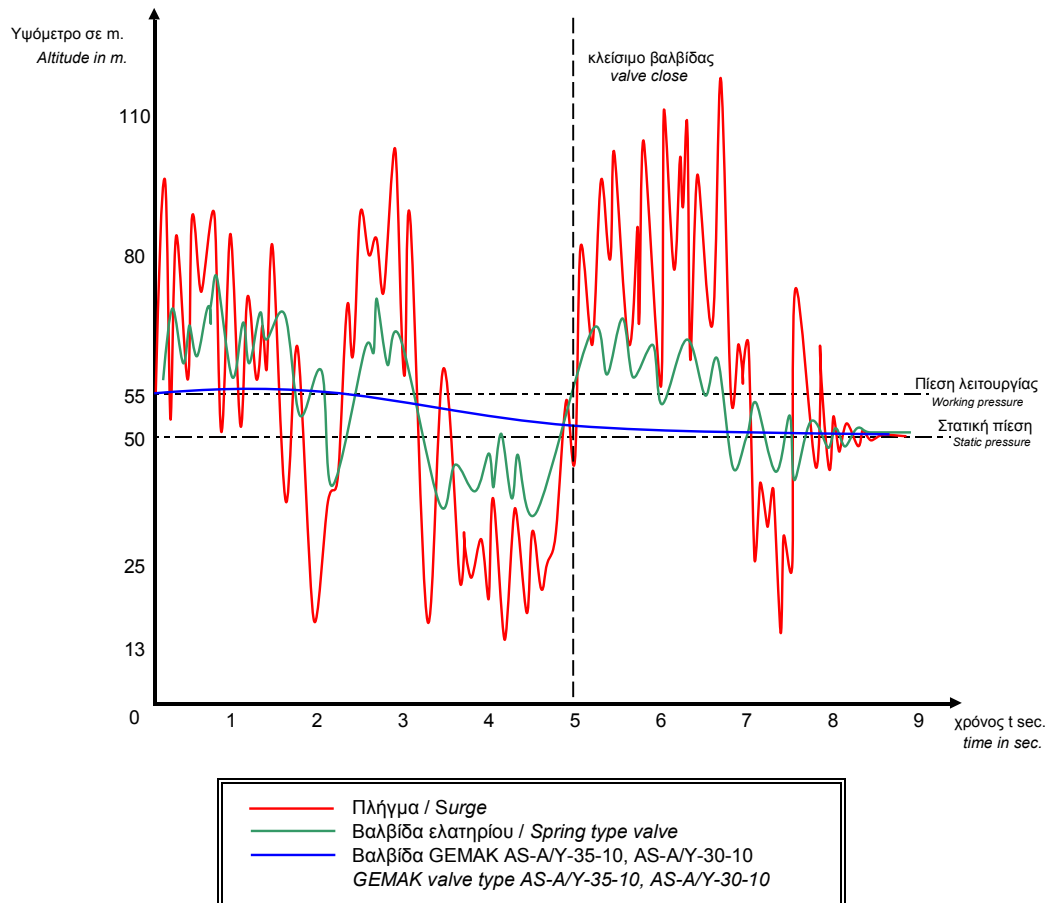
Η καινοτομία των βαλβίδων 30-10 & 35-10, συνίσταται στον συνδυασμό πιλότου εκτόνωσης και λογισμικού προγράμματος, που σε κάθε περίπτωση υπολογίζει την διάρκεια του κρίσιμου χρόνου  $T_k$ . Έτσι η βαλβίδα διατηρείται ενεργοποιημένη όλο το διάστημα που απαιτείται και αδρανοποιεί κάθε δυνατότητα δημιουργίας πλήγματος.

Μία από τις δυσκολότερες περιπτώσεις αντιμετώπισης πλήγματος είναι αυτή κατά την οποία ο αγωγός του δικτύου έχει θετικές και αρνητικές κλίσεις δημιουργώντας αντίκλινα. Στην περίπτωση αυτή, ενδείκνυται η τοποθέτηση της βαλβίδας AS-A/Y-30-10, που φέρει λογισμικό όπου στους παράγοντες που καθορίζουν τον υπολογισμό του κρίσιμου χρόνου  $T_k$ , ενσωματώνονται και υπολογισμοί για τα αντίκλινα. Η βαλβίδα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του αγωγού και όχι απαραίτητα στα χαμηλότερα σημεία των αντικλίνων, όπου πρέπει να τοποθετούνται οι κοινές αντιπληγματικές βαλβίδες. Επιπλέον, παραμένει ανοιχτή σε όλη την διάρκεια του πλήγματος κατορθώνοντας την πλήρη εκτόνωσή του και μόνο μετά το πέρας αυτού επανέρχεται στην αρχική της φάση, ρυθμιζόμενα και σταδιακά, αποτρέποντας την επαναδημιουργία πλήγματος.

Αντίστοιχα, μια επίσης από τις δυσκολότερες περιπτώσεις υδραυλικού πλήγματος, είναι αυτή των δικτύων αντλιοστασίων. Το ξεκίνημα και το σταμάτημα των αντλιών, προκαλεί απότομη μεταβολή στην ροή αυξάνοντας στιγμιαία την πίεση σε υψηλές τιμές που μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και την κατάρρευση του συστήματος. Η βαλβίδα AS-A/Y-35-10, ανιχνεύει ταχύτατα τα κύματα υποπίεσης ή υπερπίεσης και ενεργοποιείται άμεσα, προλαμβάνοντας τις αρνητικές συνέπειες δημιουργίας πλήγματος. Όπως και στην παραπάνω περίπτωση, το

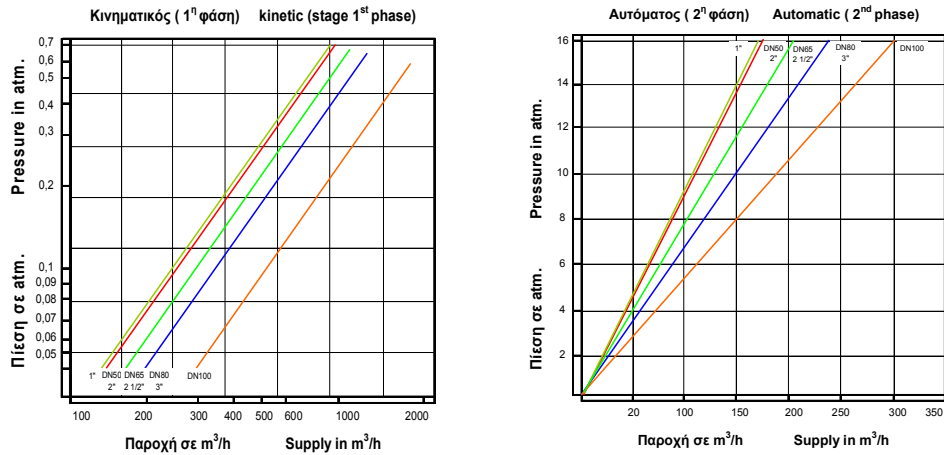
κλείσιμο της βαλβίδας γίνεται ομαλά και μόνον αφού έχει εξαλειφθεί πλήρως το πλήγμα.

Παραστατικά, δίνεται η απεικόνιση της λειτουργίας των βαλβίδων AS-A/Y-30-10 και AS-A/Y-35-10 καθώς και η διαφορά τους από τις κοινές βαλβίδες ελατηρίου στην φάση του πλήγματος σε δίκτυο με διακλαδώσεις:



Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε την έξαρση του πλήγματος αρχικά με την μορφή κυμάτων υποπίεσης και υπερπίεσης και την εξομάλυνση τους από τις βαλβίδες AS-A/Y-30-10 και AS-A/Y-35-10, όπως και την διαφορά τους, από τις κοινές βαλβίδες ελατηρίου. Τα κύματα της υποπίεσης και υπερπίεσης μεταφέρονται σε όλο το σύστημα, αντανακλώνονται από τις παράπλευρες διακλαδώσεις και δημιουργείται ξανά νέο πλήγμα που επιστρέφει, όπως φαίνεται στο χρονικό σημείο των 5 sec. Στο σημείο εκείνο, οι κοινές βαλβίδες ελατηρίου κλείνουν και ξαναανοίγουν αντιμετωπίζοντας εκ νέου το πλήγμα. Αντίθετα, οι βαλβίδες AS-A/Y-30-10 και AS-A/Y-35-10 δεν επιτρέπουν αυτή την μετάδοση του πλήγματος απορροφώντας και εξομαλύνοντας το πλήγμα στην γέννησή του.

Για την ολοκληρωμένη θωράκιση του δικτύου, είναι απαραίτητη και η τοποθέτηση αεροεξαγωγών 4πλης ενέργειας της GEMAK. Οι αεροεξαγωγοί GEMAK, αποτελούν συνδυασμό κινηματικού και αυτόματου αεροεξαγωγού, είναι εύχρηστοι και με τέλεια απόδοση, εξασφαλίζουν απόλυτα την ισορροπία και την ομαλή λειτουργία του δικτύου.



Ο ρόλος των αεροεξαγωγών στην αντιμετώπιση του πλήγματος είναι πολύ σημαντικός, αφού, ελευθερώνουν τον υγροποιημένο αέρα που δημιουργείται από τις απώλειες ροής εντός του αγωγού. Ο υγροποιημένος αέρας, συμπιέζεται και μπορεί να πάρει πολύ υψηλές τιμές που είναι επικίνδυνες για την ασφάλεια του δικτύου. Επίσης, κατά την φάση της υποπίεσης, επιτρέπει την είσοδο της απαραίτητης ποσότητας αέρα, προκειμένου να αμβληθεί η τάση αύξησης της πίεσης.

Η GEMAK με τον συνδυασμό των βαλβίδων AS-A/Y-30-10, AS-A/Y-35-10 και αεροεξαγωγών 4πλης ενέργειας εξασφαλίζει την ολοκληρωμένη προστασία του δικτύου από το φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος.

Για πληροφορίες σχετικά με τον υπολογισμό κατάλληλης αντιπληγματικής προστασίας, επικοινωνήστε με τα γραφεία μας στα τηλέφωνα 2310 682658-59.