



Κριτήρια Επιλογής Πλημμύρας
Σχεδιασμού για Φράγματα
ΕΕΜΦ

Φεβρουάριος 2016

1. Εισαγωγή

1.1 Σκοπός

Η παρούσα Οδηγία, απευθυνόμενη σε όλα τα υποκείμενα του σχεδιασμού των φραγμάτων (ιδιοκτήτες, μελετητές και ελέγχουσες Αρχές), αποσκοπεί, με τη διατύπωση σαφών διαδικασιών, στη θέσπιση κριτηρίων για την επιλογή της πλημμύρας σχεδιασμού (ΠΣ) φράγματος, προκειμένου να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη και αποδοτική εφαρμογή των επιταγών της υδρολογικής ασφάλειας κατά τον σχεδιασμό του έργου.

1.2 Η έννοια της πλημμύρας σχεδιασμού

Ως πλημμύρα σχεδιασμού φράγματος νοείται μια πλημμύρα κατάλληλης πιθανότητας και μεγέθους, η οποία λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό για να εξασφαλιστεί για το φράγμα ένα επίπεδο υδρολογικής ασφαλείας σύμφωνο με τα πρότυπα ασφαλείας του σχεδιασμού του φράγματος και λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες της αστοχίας του. Επομένως, η υιοθέτηση του προτύπου της πλημμύρας σχεδιασμού αποτελεί μίαν από τις μείζονες αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν κατά τη μελέτη του έργου και συνδέεται όχι μόνο με την επίδρασή της στον σχεδιασμό καθ' αυτόν, αλλά και με την αποτροπή των δυνητικών συνεπειών σε ανθρώπινες απώλειες και υλικές ζημιές εξ αιτίας αστοχίας του φράγματος.

Ο όρος «πλημμύρα σχεδιασμού» αναφέρεται στο υπολογισμένο υδρογράφημα εισροής στον ταμιευτήρα, το οποίο, όπως μετασηματίζεται από τον ταμιευτήρα, χρησιμοποιείται για τη διαστασιολόγηση των έργων υπερχείλισης και τον προσδιορισμό των απαιτήσεων πρόσθετης αποθήκευσης του ταμιευτήρα.

1.3 Ενέργειες ΕΕΜΦ

Η Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, έχοντας επίγνωση του προβλήματος και του κενού που υπάρχει από την άποψη των κανονιστικών ή καθοδηγητικών κειμένων, προχώρησε το 2011 στη σύσταση Ομάδας Εργασίας με θέμα τον Καθορισμό Κριτηρίων Επιλογής Πλημμυρών Σχεδιασμού για Φράγματα.

Η Ο.Ε. ολοκλήρωσε το έργο της με τη σύνταξη σχετικής Έκθεσης, η οποία τέθηκε σε δημόσιο διάλογο σε προγραμματισμένη Εσπερίδα τον Νοέμβριο 2014. Αποκρυστάλλωμα του έργου αυτού, με περιεχόμενο τις κανονιστικές διατάξεις και τους απαραίτητους ορισμούς, αποτελεί το παρόν κείμενο Οδηγιών.

2. Ορολογία

Αναρρίχηση κύματος: Κατακόρυφο ύψος υπεράνω της στάθμης ηρεμίας του νερού, μέχρι το οποίο θα ανεβεί ένα συγκεκριμένο κύμα αναρριχόμενο επάνω στην επιφάνεια μιας κατασκευής ή επιχώματος.

Αποθήκευση πλημμύρας: Η συγκράτηση του νερού, ή η καθυστέρηση της απορροής, είτε με σκοπούμενες ενέργειες, όπως σε έναν ταμιευτήρα, η με προσωρινή πλήρωση περιοχών υπερχείλισης, όπως κατά την προέλαση πλημμυρικού κύματος μέσα από ένα φυσικό υδατόρρουμα.

Αστοχία φράγματος: Η κατάρρευση ή μετακίνηση μέρους του φράγματος ή της θεμελίωσής του, τέτοια ώστε το φράγμα να μην μπορεί να συγκρατήσει νερό. Η αστοχία έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση του αποθηκευμένου νερού. Με την ευρύτερη έννοια η αστοχία περιλαμβάνει τις περιπτώσεις που το σύνολο του έργου αδυνατεί να συγκρατήσει νερό.

Διακινδύνευση πλημμύρας (Flood Risk): Ως διακινδύνευση πλημμύρας ορισμένης έντασης σε ένα χωροχρονικά ορισμένο σύστημα ορίζεται το γινόμενο της ανεξάρτητης πιθανότητας εκδήλωσης ενός δυσμενούς γεγονότος πλημμύρας επί το μέγεθος της επακόλουθης ζημιάς. Επομένως, η εκτίμηση της πλημμυρικής διακινδύνευσης μπορεί να είναι σε οικονομικούς όρους, ή σε απώλειες ανθρώπινης ζωής, όταν οι ζημιές είναι μετρήσιμες, ή σε ποιοτικούς όρους (π.χ. κλάσεις) όταν οι ζημιές δεν είναι μετρήσιμες.

Διόδευση πλημμύρας: Η διαδικασία προσδιορισμού, με προοδευτικό τρόπο, του πλάτους του πλημμυρικού κύματος, καθώς κινείται προς τα κατάντη του υδατορρέυματος και, ιδιαιτέρως, καθώς περνά μέσα από έναν ταμιευτήρα.

Δυνητικές συνέπειες: Δυσμενείς επιπτώσεις οι οποίες μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα πλημμυρικών ροών που απελευθερώνονται από το φράγμα ή τις προκαλεί μερική ή ολική αστοχία του φράγματος. Πρωτεύουσας σημασίας είναι οι απώλειες ζωής, οι οικονομικές απώλειες, η αποδιάρθρωση των βασικών δικτύων (π.χ. ύδρευσης, αποχέτευσης, ηλεκτρισμού, κυκλοφορίας, επικοινωνιών) και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ελεύθερο ύψος: Κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της μέγιστης στάθμης ηρεμίας της επιφάνειας του νερού κατά τη διόδευση του υδρογραφήματος της πλημμύρας σχεδιασμού μέσω ταμιευτήρα και της στέψης του φράγματος, μη υπολογιζομένων των επικλίσεων.

Επικινδυνότητα Πλημμύρας (flood hazard): Ως επικινδυνότητα πλημμύρας ορίζεται η πιθανότητα εκδήλωσης ενός γεγονότος πλημμύρας ορισμένης ή μεγαλύτερης έντασης που αναμένεται ότι θα συμβεί σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε χωρικά ορισμένη περιοχή.

Κατηγοριοποίηση φράγματος βάσει των δυνητικών συνεπειών αστοχίας (Downstream Hazard Classification): Ένα σύστημα που κατηγοριοποιεί τα φράγματα σύμφωνα με τον βαθμό των πρόσθετων δυνητικών δυσμενών συνεπειών στις περιοχές κυρίως κατάντη του φράγματος από την αστοχία ή πλημμελή λειτουργία του εξ αιτίας πλημμύρας. Η κατηγοριοποίηση των πρόσθετων δυσμενών συνεπειών δεν αντανακλά με κανένα τρόπο την υφιστάμενη κατάσταση του φράγματος, π.χ. από την άποψη της δομικής ακεραιότητας του σώματος ή της ικανότητας του ταμιευτήρα για ανάσχεση πλημμυρικής εισροής.

Όγκος ελέγχου πλημμυρών: Ο όγκος ενός ταμιευτήρα ανάμεσα στη στάθμη ελεγχόμενης λειτουργίας (κανονική στάθμη) και την ανωτάτη στάθμη πλημμύρας. Αυτός ο πλημμυρικός όγκος δεν μπορεί να συγκρατηθεί μέσα στον ταμιευτήρα, αλλά θα εκρεύσει μέχρι η στάθμη της επιφάνειας του νερού να φθάσει τη στάθμη ελεγχόμενης λειτουργίας.

Παροχτευτικότητα υπερχειλιστή: Η μέγιστη εκροή υπερχειλιστή η οποία μπορεί να περάσει ασφαλώς κατάντη του φράγματος, με τον ταμιευτήρα στη μέγιστη στάθμη πλημμύρας.

Πιθανή μέγιστη κατακρήμνιση (ΠΜΚ): Θεωρητικά, το μεγαλύτερο ύψος κατακρήμνισης δεδομένης διάρκειας, το οποίο, μια καταιγίδα δεδομένης έκτασης είναι φυσικά δυνατόν να προκαλέσει σε συγκεκριμένη γεωγραφική θέση, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης εποχής του χρόνου.

Πιθανή μέγιστη πλημμύρα (ΠΜΠ): Η πλημμύρα που μπορεί να αναμένεται από τον πιο δριμύ συνδυασμό κρίσιμων μετεωρολογικών και υδρολογικών συνθηκών, οι οποίες είναι ευλόγως δυνατές στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής.

Πλημμύρα: Προσωρινή ανύψωση της στάθμης της επιφάνειας του νερού, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την κατάκλυση περιοχών οι οποίες κανονικά δεν καλύπτονται από το νερό. Υποθετικές πλημμύρες μπορούν να εκφράζονται με όρους μέσης πιθανότητας υπέρβασης ανά έτος, όπως π.χ. πλημμύρα πιθανότητας 1%, ή να εκφράζονται ως κλάσμα της πιθανής μέγιστης πλημμύρας, ή άλλης πλημμύρας αναφοράς.

Πλημμύρα σχεδιασμού (ΠΣ): Η πλημμύρα σχεδιασμού ενός φράγματος ή άλλης κατασκευής συγκράτησης των υδάτων, είναι το υδρογράφημα πλημμύρας που χρησιμοποιείται κατά τον σχεδιασμό ενός φράγματος, των συνοδών έργων, ιδιαιτέρως για τη διαστασιολόγηση του υπερχειλιστή και των έργων εκροής, για τον προσδιορισμό του μέγιστου ύψους του φράγματος, του ελεύθερου ύψους, και των απαιτήσεων προσωρινής αποθήκευσης του πλημμυρικού όγκου.

Πλημμύρα ελέγχου ασφαλείας (ΠΕΑ): Πλημμύρα, η οποία αντιστοιχεί σε εξαιρετικά μικρή πιθανότητα ή στην ΠΜΠ. Για αυτήν την πλημμυρική εισροή γίνεται αποδεκτό, για τη στέψη του φράγματος, τον υπερχειλιστή και τη διάταξη

καταστροφής ενέργειας, να ευρίσκονται στα όρια της αστοχίας, δηλαδή να έχουν υποστεί βλάβες αλλά να εξακολουθούν να λειτουργούν με οριακή ασφάλεια, ώστε να μην καταρρεύσει το φράγμα. Κατά την ΠΕΑ, γίνεται δεκτή η εξάντληση του ελεύθερου ύψους, εφόσον δεν προκαλεί αστοχία.

Πλημμυρικό πεδίο: Η κατάντη έκταση η οποία θα κατακλυζόταν, ή θα επηρεαζόταν με οποιονδήποτε άλλον τρόπο από την αστοχία φράγματος, ή από μεγάλες πλημμυρικές ροές.

Πρόσθετες δυναμικές συνέπειες: Υπό τις ίδιες πλημμυρικές συνθήκες, η διαφορά των δυναμικών συνεπειών λόγω αστοχίας ή πλημμελούς λειτουργίας, από εκείνες που θα είχαν συμβεί χωρίς αστοχία ή πλημμελή λειτουργία του φράγματος.

Ρήγμα ή άνοιγμα: Ένα άνοιγμα στο σώμα του φράγματος, μέσα από το οποίο αποστραγγίζεται ο ταμιευτήρας. Αν το άνοιγμα είναι κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτόν, η αποστράγγιση είναι ελεγχόμενη. Ένα ανεξέλεγκτο ρήγμα επιτρέπει αθέλητη διαρροή του ταμιευτήρα.

Στάσιμο κύμα: Ένα κύμα που ταλαντώνεται μέσα στον ταμιευτήρα και το οποίο έχει προκληθεί από κατολίσθηση μέσα στον ταμιευτήρα ή από σεισμική επιτάχυνση του εδάφους.

Σύγχρονες εισροές: Ροές αναμενόμενες σε κατάντη του φράγματος παραποτάμους, κατά τον ίδιο χρόνο που συμβαίνει η πλημμυρική εισροή.

Σύγχρονες πλημμύρες: Ροές αναμενόμενες στον ποταμό, σε παραπόταμο του οποίου υπάρχει το φράγμα, κατά τον ίδιο χρόνο που συμβαίνει η πλημμυρική εισροή στον ταμιευτήρα.

Υδροληψία: Τοποθετημένη στην απαρχή αγωγών έργων εκροής (αγωγοί προσαγωγής, αγωγοί ύδρευσης), η υδροληψία ορίζει την κατωτάτη στάθμη του ταμιευτήρα με τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων της προς το έργο εκροής. Η υδροληψία μπορεί να είναι κατακόρυφοι ή κεκλιμένοι πύργοι, εισαγωγές πώσης, ή βυθισμένες κιβωτιόσχημες κατασκευές. Η στάθμη της υδροληψίας καθορίζεται από το υδραυλικό ύψος που απαιτείται για την παροχетеυτικότητα (σε υπερχειλιστές), από τον όγκο που διαφυλάσσεται για τις προσχώσεις, από την απαιτούμενη ποσότητα και τον ρυθμό υποβιβασμού, και από την επιθυμητή κατωτάτη στάθμη ύδατος.

Υπερχειλιστής ή Εκχειλιστής: Κατασκευή πάνω από την οποία (υπερχειλιστής), ή δια μέσου της οποίας (εκχειλιστής), παροχетеύεται η ροή από έναν ταμιευτήρα. Αν η παροχή μπορεί να ρυθμιστεί με μηχανικά μέσα, όπως θυροφράγματα, ο εκχειλιστής θεωρείται ελεγχόμενος. Αν ο μόνος έλεγχος προκύπτει από τη γεωμετρία του, ο υπερχειλιστής θεωρείται ελεύθερος. Ειδικοί τύποι υπερχειλιστών είναι ο υπερχειλιστής λειτουργίας, ο βοηθητικός υπερχειλιστής και ο υπερχειλιστής έκτακτης ανάγκης.

Χάρτης κατακλυζομένων: Χάρτης που εμφανίζει τις περιοχές που θα υφίσταντο πλημμύρα εξ αιτίας ανεξέλεγκτων εκροών από τον ταμιευτήρα ενός φράγματος.

3. Πεδίο εφαρμογής

3.1 Θέματα που δεν καλύπτονται

Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του ζητήματος της υδρολογικής ασφάλειας των φραγμάτων, δηλαδή της ασφάλειας έναντι των δυναμικών συνεπειών των πλημμυρών, απαιτεί πολύπλευρη ενασχόληση με ένα ευρύ φάσμα θεμάτων. Η παρούσα Οδηγία καλύπτει μόνον την πλευρά που έχει να κάνει με την θέσπιση κριτηρίων για την επιλογή των πλημμυρών σχεδιασμού φραγμάτων. Δεν ασχολείται με σειρά άλλων θεμάτων, σημαντικότερα των οποίων είναι τα ακόλουθα:

- Προδιαγραφές ποιοτικής και ποσοτικής επάρκειας των υδρομετεωρολογικών δεδομένων
- Απαιτήσεις επικαιροποίησης των υδρολογικών μελετών
- Κριτήρια και διαδικασίες υπολογισμών

- Αντιμετώπιση υφισταμένων φραγμάτων
- Έργα εκτροπής (κατά τη φάση κατασκευής) και λοιπά έργα: κατασκευές ανάσχεσης της ροής και λοιπά μικρά φράγματα, όταν το ύψος τους είναι μικρότερο των 5 m και ο όγκος του αποθηκευμένου νερού κατά την κανονική λειτουργία τους δεν υπερβαίνει τα 100000 m³, καθώς και άλλα υδραυλικά έργα διευθέτησης και ελέγχου της ροής, για την ασφάλεια και οικονομικότητα των οποίων απαιτείται ο προσδιορισμός παροχής σχεδιασμού.

3.2 Επιδιωκόμενα προσόντα του μελετητή Μηχανικού

Οι σχετικές μελέτες οφείλουν να εκπονούνται από Διπλωματούχο Μηχανικό, με εμπειρία στην Υδρολογία και την Υδραυλική, να επιβλέπονται δε από Διπλωματούχους Μηχανικούς με εμπειρία στα θέματα ασφαλείας φραγμάτων.

3.3 Αρμόδια Αρχή

Αρμόδια για την τήρηση της παρούσας Οδηγίας είναι η Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων ή, εφόσον ιδρυθεί, η πλέον εξειδικευμένη στην αποστολή της Διοικητική Αρχή Φραγμάτων.

4. Μεθοδολογία για τον καθορισμό κριτηρίων επιλογής πλημμύρας σχεδιασμού

4.1 Γενικές αρχές

Η επιλογή της πλημμύρας σχεδιασμού (ΠΣ) καθορίζεται από το μέγεθος των δυνατών συνεπειών που θεωρείται αποδεκτό, αν συμβεί αστοχία λόγω υπέρβασης αυτού του πλημμυρικού μεγέθους. Η επιλογή αυτή, η οποία συνδέεται με την υδρολογική ασφάλεια του φράγματος, επηρεάζει τον προσδιορισμό της παροχетеυτικότητας του υπερχειλιστή και του όγκου ελέγχου πλημμύρας που απαιτούνται για την ασφαλή υποδοχή και διέλευση της ΠΣ.

Η διάκριση μεταξύ της υδρολογικής ασφαλείας του φράγματος και της παροχетеυτικότητας των έργων ασφαλείας, επιτρέπει μια πιο ρεαλιστική θεώρηση της συμπεριφοράς του φράγματος υπό συνθήκες ακραίων πλημμυρικών εισροών. Πρακτικά, η προσέγγιση αυτή οδηγεί σε δύο μεγέθη πλημμυρών σχεδιασμού, στην «Πλημμύρα Ελέγχου Ασφαλείας (ΠΕΑ)» και στην «Πλημμύρα Σχεδιασμού (ΠΣ)».

Η «Πλημμύρα Ελέγχου Ασφαλείας (ΠΕΑ)» (safety check flood), αντιστοιχεί σε εξαιρετικά μικρή πιθανότητα ή στην ΠΜΠ. Για αυτήν την πλημμυρική εισροή γίνεται αποδεκτό, για τη στέψη του φράγματος, τον υπερχειλιστή και τη διάταξη καταστροφής ενέργειας, να ευρίσκονται στα όρια της αστοχίας, δηλαδή να έχουν υποστεί βλάβες αλλά να εξακολουθούν να λειτουργούν με οριακή ασφάλεια, ώστε το φράγμα να μην καταρρεύσει.

Η «Πλημμύρα Σχεδιασμού (ΠΣ)», (spillway design flood), αναπαριστά αυστηρώς την εισροή που πρέπει να διοχτευθεί με κανονικές συνθήκες λειτουργίας και με το περιθώριο ασφαλείας που παρέχει το ελεύθερο ύψος. Η πλημμύρα αυτή αντιστοιχεί σε γεγονός με μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης.

Ο σπουδαιότερος παράγων που επηρεάζει την προσδιορισμό της ΠΣ (ή της ΠΕΑ) είναι η αξιοπιστία των υδρομετεωρολογικών δεδομένων. Η αβεβαιότητα, την οποία συνεπάγεται η ανεπάρκεια στην ποιότητα ή στο πλήθος των δεδομένων, καθιστά απαραίτητη την ανάλυση της εμπιστοσύνης στις εκτιμημένες τιμές. Η υιοθέτηση περιθωρίων ασφαλείας των εκτιμημένων τιμών βοηθά στην αντιστάθμιση της αβεβαιότητας αυτής.

4.2 Δυνητικές συνέπειες αστοχίας

Η εκτίμηση των δυνητικών συνεπειών στην οποία βασίζεται η προτεινόμενη κατηγοριοποίηση αυτών, γίνεται με την εξέταση των πρόσθετων δυνητικών δυσμενών συνεπειών εξ αιτίας της υδρολογικής αστοχίας των φραγμάτων ή της κακής

λειτουργίας αυτών και μόνο, χωρίς αναφορά στο μέγεθος ή στην κατάσταση τους, π.χ. από την άποψη της δομικής ακεραιότητας του σώματος ή της ικανότητας του ταμιευτήρα για ανάσχεση πλημμυρικής εισροής.

Σημειώνεται πάντως ότι αυτό αφορά μόνο το πεδίο της υδρολογικής ασφάλειας και όχι της συνολικής ασφάλειας των φραγμάτων. Εκεί δηλαδή, όπου έχει νόημα η θεώρηση και άλλων χαρακτηριστικών των φραγμάτων, εξακολουθεί να προτιμάται η χρήση κριτηρίων βασισμένων σε χαρακτηριστικά μεγέθους του έργου.

Το είδος των δυνητικών συνεπειών ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες:

- Απώλειες ζωής.
- Οικονομικές απώλειες άμεσες, εξ αιτίας υλικών ζημιών (σώμα φράγματος και συναφείς κατασκευές, κατοικίες, καλλιέργειες, βιομηχανικές εγκαταστάσεις κ.τ.λ. στην περιοχή κατάντη του φράγματος) και έμμεσες, είτε εξ αιτίας της απώλειας του φράγματος σε μια σειρά από ωφέλιμες χρήσεις οι οποίες θα απολεσθούν μαζί με την απώλεια του έργου (π.χ. ύδρευση, υδροηλεκτρική παραγωγή, αντιπλημμυρική προστασία), είτε εξ αιτίας της υποβάθμισης της λειτουργικότητας δικτύων κοινής ωφέλειας (ύδρευση, αποχέτευση, μεταφορά ενέργειας, επικοινωνίες, συγκοινωνίες).
- Περιβαλλοντικές συνέπειες και επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων από ενδεχόμενη διαρροή αποθηκευμένων τοξικών ουσιών.

Κατά περίπτωση εξετάζονται επίσης, όπου προσιδιάζουν και είναι δυνατόν να εκτιμηθούν, και άλλες συνέπειες, όπως βλάβες σε συστήματα εθνικής ασφάλειας, κοινωνικές επιπτώσεις κ.τ.λ.

Εξεταζόμενες παράμετροι είναι οι χρήσεις γης και οι δραστηριότητες στη ζώνη που θα κατακλυσθεί μετά από ενδεχόμενη αστοχία, τόσο οι υφιστάμενες, όσο και οι προβλεπόμενες να αναπτυχθούν εξ αιτίας ακριβώς της παρουσίας του φράγματος. Το τελευταίο έχει ιδιαίτερη σημασία, διότι, μετά την κατασκευή του φράγματος, είναι σύνηθες να αλλάζει η δίαυτα της ροής στα κατάντη, ιδιαίτερος της πλημμυρικής ροής. Αυτό μπορεί να επιτρέψει σοβαρές μεταβολές στις κατάντη χρήσεις γης και μάλιστα, σε περιοχές όπου, απουσία φράγματος, θα ήταν αδιανόητη οποιαδήποτε ανάπτυξη. Για τον λόγο αυτόν, πρέπει ο υπολογισμός των δυνητικών συνεπειών να γίνεται υποθέτοντας ότι το φράγμα έχει κατασκευαστεί και συγκρίνοντας τις επιπτώσεις λόγω αστοχίας, με τις επιπτώσεις διέλευσης του πλημμυρικού κύματος χωρίς αστοχία.

Η κατηγοριοποίηση του φράγματος θα γίνεται υπό την παραδοχή του δυσμενέστερου τύπου αστοχίας, από την άποψη των δυνητικών συνεπειών σε απώλειες ανθρώπινων ζωών και σε οικονομικές ζημιές.

Ο προσδιορισμός των συνεπειών θα βασίζεται σε αναγνωρίσιμες πεδίου, με εξέταση υπαρχόντων δεδομένων και χαρτών και, εάν οι συνέπειες δεν είναι προφανείς από την αναγνώριση του πεδίου, σε λεπτομερείς μελέτες συμπεριλαμβανομένων των μελετών θραύσης φράγματος. Ενδέχεται δηλαδή, για την εκτίμηση των συνεπειών αυτών, να χρειαστεί να υπολογισθούν τα χαρακτηριστικά της ροής κατάντη (στάθμες, ταχύτητες, χρόνοι παραμονής) συνεπεία της τεχνητής πλημμύρας που θα απελευθερώσει η υποτιθέμενη αστοχία του φράγματος και να τα συγκρίνει με την πλημμύρα που θα συνέβαινε χωρίς αστοχία του φράγματος.

4.3 Σύστημα κατηγοριοποίησης των φραγμάτων βάσει των δυνητικών συνεπειών

Το σύστημα κατηγοριοποίησης βασίζεται στην εκτίμηση των πιθανών απωλειών ζωής και των δυνητικών οικονομικών απωλειών, των περιβαλλοντικών βλαβών και των δυσλειτουργιών των δικτύων κοινής ωφέλειας, εξ αιτίας της αστοχίας φράγματος. Οι σχετικές εκτιμήσεις θεμελιώνονται στην παραδοχή ότι η αστοχία οιαδήποτε φράγματος ή κατασκευής για τη συγκράτηση υγρών, αντιπροσωπεύει μια απειλή για τους κατάντη πληθυσμούς και χρήσεις γης.

Η διάκριση των συνεπειών γίνεται σε τρεις βαθμίδες και ακολουθεί την τρέχουσα πρακτική διεθνώς.

Αναφορικά με τις απώλειες ζωής, αν και πάντα υπάρχει η πιθανότητα να υπάρξει άνθρωπος στο πέρασμα πλημμυρικού κύματος από ανεξέλεγκτη διαφυγή αποθηκευμένου νερού, διευκρινίζεται ότι στο παρόν σύστημα η προσωρινή ή η ενδεχόμενη παρουσία ανθρώπων σε ζώνες κατάκλυσης, δεν θεωρείται ικανός λόγος τεκμηρίωσης δυνητικών συνεπειών σε απώλειες ζωής. Τέτοιος κίνδυνος τεκμαίρεται από την παρουσία κοινοτήτων ή εγκαταστάσεων στις οποίες συναθροίζονται άνθρωποι για διαμονή, εργασία ή αναψυχή, σε μόνιμη είτε εποχιακή βάση.

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί περιγράφονται οι κατηγορίες δυνητικών συνεπειών με βάση το είδος και τη δριμύτητα των δυσμενών συνεπειών.

Πίνακας 1. Προτεινόμενο σύστημα κατηγοριοποίησης των φραγμάτων

Κατηγορίες δυνητικών συνεπειών	Απώλειες ζωής σε κοινότητες ή εγκαταστάσεις συνάθροισης ανθρώπων για εργασία, αναψυχή ή διαμονή	Οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες
Υψηλές, Κατηγορία 1	Πιθανές.	Μεγάλες απώλειες στον παραγωγικό και κοινωνικό ιστό. Σημαντικές και μη ανατάξιμες περιβαλλοντικές βλάβες.
Σημαντικές, Κατηγορία 2	Δεν αναμένονται.	Σημαντικές άμεσες ή έμμεσες οικονομικές απώλειες, όπως αγροτικές ζημιές, βλάβες σε δίκτυα Κ.Ω. Εναλλακτικές πηγές παροχής ύδρευσης και ενέργειας είναι εφικτές. Σημαντικές αλλά ανατάξιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
Χαμηλές, Κατηγορία 3	Δεν αναμένονται.	Μικρή και γενικά περιορισμένη στο έργο άμεση οικονομική ζημία. Περιορισμένες αγροτικές ζημιές. Μη σημαντικές περιβαλλοντικές και έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις.

4.4 Επιλογή της πλημμύρας σχεδιασμού (ΠΣ & ΠΕΑ)

Χωρίς να αποκλείονται οι πιο εξελιγμένες μέθοδοι επιλογής των, θεσπίζονται κάτω όρια για την πλημμύρα σχεδιασμού και για την πλημμύρα ελέγχου ασφαλείας του φράγματος. Από τις τιμές αυτές οφείλουν να μην υπολείπονται τα επιλεγόμενα σχεδιαστικά μεγέθη, ανεξάρτητα από τη μέθοδο επιλογής. Ειδικά όσον αφορά στα έργα καταστροφής ενέργειας, μπορούν να γίνουν δεκτές πλημμύρες σχεδιασμού μεγαλύτερης συχνότητας βάσει τεχνικοοικονομικής μελέτης, υπό την προϋπόθεση ότι θα καταρτίζεται για τα έργα αυτά μελέτη συνεπειών - βλαβών λόγω διέλευσης της πλημμύρας σχεδιασμού (ΠΣ) από τον υπερχειλιστή, δια της οποίας μελέτης θα τεκμηριώνεται ότι οι όποιες βλάβες δεν θα υποβιβάζουν καθ' οιονδήποτε τρόπο το επίπεδο ασφαλείας του φράγματος.

Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κάτω όρια της πλημμύρας σχεδιασμού, κατ' αντιστοιχία της κατηγοριοποίησης αλλά και του τύπου του φράγματος. Διευκρινίζεται εδώ ότι, επειδή δεν προβλέπονται στην υπάρχουσα κανονιστική πρακτική και νομοθεσία κριτήρια επιλογής για το ελεύθερο ύψος ασφαλείας, το οποίο συνδέεται με τον τύπο του φράγματος (βαρύτητας, σκληρό επίχωμα ή χωμάτινο), για τις κατηγορίες 2 και 3 γίνεται διαφοροποίηση των πλημμυρών σχεδιασμού και ελέγχου ασφαλείας λαμβάνοντας υπόψη και τον τύπο του φράγματος.

Πίνακας 2. Επιλογή ελάχιστης Πλημμύρας Σχεδιασμού βάσει της κατηγοριοποίησης φραγμάτων

Κατηγορία δυνητικών συνεπειών	Πλημμύρα σχεδιασμού (περίοδος επαναφοράς σε έτη)	Πλημμύρα ελέγχου ασφαλείας (περίοδος επαναφοράς σε έτη)
Κατηγορία 1	10.000	ΠΜΠ
Κατηγορία 2	1.000 βαρύτητας & σκληρού επιχώματος 5.000 χωμάτινα	5.000 βαρύτητας 10.000 χωμάτινα
Κατηγορία 3	200 βαρύτητας & σκληρού επιχώματος 500 χωμάτινα	500 βαρύτητας 1.000 χωμάτινα

Για τον προσδιορισμό των ορίων αυτών, πάρθηκαν υπόψη οι εξής παράγοντες:

- Η υφιστάμενη πρακτική στη χώρα μας, όπως εκφράζεται από τις επιλογές των μελετητών μεγάλων φραγμάτων και κυρίως της ΔΕΗ.
- Ότι υπάρχει ανάγκη διαφοροποίησης μεταξύ χωμάτινων φραγμάτων και φραγμάτων βαρύτητας, λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορά τρωτότητας στην υπερπήδηση, στο βαθμό που δεν υπάρχουν ακόμα οδηγίες για το ελεύθερο ύψος ασφαλείας.
- Τα όρια εθνικών κανονισμών (ή συστάσεων) άλλων χωρών, όπως π.χ. της ANCOLD (ICOLD, 1992), του Η.Β., της Βουλγαρίας, της Φινλανδίας, Ομοσπονδιακών Κανονισμών των ΗΠΑ (FEMA, 2013) και του Καναδά.

Με εξαίρεση την υψηλή κατηγορία, στην οποία ενέχεται ο κίνδυνος απωλειών ζωής, γίνεται αποδεκτό ότι η οικονομική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του επιπέδου ασφαλείας, δοθέντος ότι η αύξηση της ασφάλειας του φράγματος συνεπάγεται αύξηση του κόστους του έργου, οπότε είναι εύλογο να αναζητείται μια ισορροπία μεταξύ των δύο παραγόντων. Η θεωρητική προσέγγιση σε αυτό είναι η εξεύρεση του οικονομικού βέλτιστου ανάμεσα στο κόστος των έργων ασφαλείας και στο κόστος των βλαβών για την αποτροπή των οποίων παρέχεται η ασφάλεια. Σε κάθε περίπτωση, οι τιμές του ανωτέρω πίνακα αποτελούν το κάτω όριο του σχεδιασμού.

4.5 Λοιπές Θεωρήσεις

Το επίπεδο υδρολογικής ασφάλειας δεν εξαρτάται μόνο από τον καθορισμό της πλημμύρας σχεδιασμού. Αναφέρονται κατωτέρω λοιποί παράγοντες του σχεδιασμού, η επιλογή των οποίων επηρεάζει το επιτυγχανόμενο επίπεδο ασφαλείας.

Ελεύθερο ύψος

Ο σκοπός του ελεύθερου ύψους είναι να παρέχει προστασία απέναντι σε τρέχοντα και στάσιμα κύματα. Όμως, η ταυτόχρονη εμφάνιση μιας εξαιρετικά μεγάλης πλημμύρας και ενός δυνατού ανέμου (ή άλλου αιτίου), έχει πολύ μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης από την πλημμύρα σχεδιασμού μόνη της. Είναι επομένως αποδεκτό να θεωρείται ότι το ελεύθερο ύψος, καθώς προσφέρει επιπλέον χωρητικότητα στον ταμιευτήρα, δίνει τη δυνατότητα να διοχετευθεί με ασφάλεια μια πλημμύρα πολύ μεγαλύτερη από την πλημμύρα σχεδιασμού. Αυτό αντανακλάται στον υπολογισμό της ανωτάτης στάθμης πλημμύρας (ΑΣΠ) με την πλημμύρα σχεδιασμού και στον υπολογισμό του ελεύθερου ύψους με την πλημμύρα ελέγχου ασφαλείας, με αποτέλεσμα η εξαιρετικά υψηλή στάθμη ηρεμίας του νερού στον ταμιευτήρα να μην υπερπηδήσει το φράγμα ή να μην προκαλέσει ζημιά σε περίπτωση υπερπήδησής του.

Αρχικές συνθήκες αποθήκευσης για τη διόδευση

Η χωρητικότητα και η έκταση του ταμιευτήρα ως συναρτήσεις της στάθμης, καθώς επίσης ο τύπος του υπερχειλιστή και οι συνθήκες λειτουργίας, προσδιορίζουν την έκταση κατά την οποία θα ανασχεθεί και θα απομειωθεί η αιχμή της διοδευόμενης πλημμυρικής εισροής. Η διόδευση της ΠΣ γίνεται με την υπόθεση ότι η αρχική στάθμη του ταμιευτήρα δεν υπολείπεται της ανωτάτης στάθμης λειτουργίας.

Ταμιευτήρες σε σειρά

Στην περίπτωση κατά την οποία υπάρχει ανάντη μεγάλος ταμιευτήρας, η πλημμύρα σχεδιασμού του κατάντη φράγματος πρέπει να βασιστεί στην πιο δυσμενή από τις παρακάτω δύο συνθήκες:

- Η ΠΣ του ανάντη ταμιευτήρα διοδεύεται μέσω αυτού και στην εκροή προστίθεται η σύγχρονη πλημμύρα της ενδιάμεσης των φραγμάτων λεκάνης απορροής.
- Η ΠΣ της ενδιάμεσης των φραγμάτων λεκάνης απορροής προστίθεται στη σύγχρονη πλημμύρα της ανάντη λεκάνης, αφού αυτή διοδευθεί δια του ανάντη ταμιευτήρα.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο του φαινομένου διαδοχικής κατάρρευσης (επίδραση «ντόμινο») και να λαμβάνεται υπόψη για τον χαρακτηρισμό της επικινδυνότητας των φραγμάτων.