

Ταχύς προσεισμικός έλεγχος φραγμάτων οπλισμένου σκυροδέματος

Ανθιμος Σ. Αναστασιάδης

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Τ.Παπαγεωργίου 10, 546.31Θεσ/νικη, anastasiadis@hol.gr

Απόστολος Δ. Καμπούρης

Δρ. Δασολόγος Περιβαλλοντολόγος, Π.Δ. 407, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Δ.Π.Θ.

Θεοφάνης Παυλίδης

Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ., Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος

Λέξεις κλειδιά: Προσεισμικός έλεγχος, Φράγματα Ο/Σ, Εκτίμηση σεισμικής τρωτότητας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η φιλοσοφία του προσεισμικού ελέγχου έχει ήδη εφαρμοστεί στα κτιριακά έργα. Ωστόσο, με βάση την παραπάνω θεώρηση είναι δυνατό να αναπτυχθούν εμπειρικές μέθοδοι (τύπου ερωτηματολογίου) για την εκτίμηση της τρωτότητας και άλλου τύπου τεχνικών έργων όπως π.χ τα φράγματα. Προτείνονται συγκεκριμένα φύλλα ελέγχου χρήσιμα για την εν γένει διαχείριση των φραγμάτων (π.χ. δημιουργία μητρώου κ.α.) καθώς και για την διενέργεια προσεισμικού ελέγχου αλλά και τυπικών επιθεωρήσεων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι ευρέως γνωστό ότι ο Ελλαδικός χώρος χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμική δράση με ευρύτατη διασπορά σε όλη εν γένει την επικράτεια. Δημιουργείται η ανάγκη διαφύλαξης του δομικού πλούτου (κτίρια, δίκτυα ζωής, κ.τ.λ.) έναντι των συνεπειών που είναι δυνατό να προκληθούν από απρόβλεπτες ισχυρές σεισμικές διεγέρσεις.

Την τελευταία δεκαετία σημαντική προσπάθεια σημειώνεται, κυρίως στις Η.Π.Α. και πρόσφατα και στην Ευρώπη, στον τομέα της προσεισμικής καταγραφής και επιθεώρησης των κτιριακών κατασκευών με στόχο την διαχείριση της σεισμικής διακινδύνευσης (απογραφή δομικού πλούτου, αποτίμηση της τρωτότητας, σενάρια καταστροφών). Προτάθηκαν κωδικοποιημένα κείμενα προσεισμικού ελέγχου (FEMA 154, FEMA 155, Ο.Α.Σ.Π.) που αφορούν τα βασικά υλικά σύνθεσης του δομοστατικού μορφώματος κτιριακών έργων. Στην Ελλάδα και γενικότερα στην Ευρώπη σημαντική υστέρηση παρατηρείται στην ανάπτυξη κανονιστικού πλαισίου ή έστω γενικών συστάσεων σε άλλου τύπου τεχνικά έργα όπως φράγματα, αγωγοί, κ.τ.λ. Στις Η.Π.Α. η πρώτη προσπάθεια αναφορικά με την ασφάλεια και τον σχεδιασμό φραγμάτων καταγράφεται στο μνημόνιο που εξέδωσε ο πρόεδρος Carter το 1977 (FEMA), μετά από ένα πρόγραμμα καταγραφής-επιθεώρησης που είχε εφαρμοστεί το 1972 από το σώμα Μηχανικού του Στρατού. Ωστόσο, τα κείμενα που δημιουργήθηκαν αφορούσαν κυρίως διαδικασίες διαχειριστικής πρακτικής, για την ασφαλή λειτουργία των φραγμάτων, παρά τεχνικά πρότυπα. Εν συνεχεία μέσω των εθνικών προγραμμάτων ασφάλειας των φραγμάτων (Public Low 104-303 και Public Low 107-310) το 1996, 1998 και 2002 αναπτύχθηκε μια σειρά από κείμενα για τον γενικό αντισεισμικό σχεδιασμό και την διαχείριση των φραγματικών κατασκευών (FEMA 64, 94, 333, 148, 65). Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι σε κανένα από τα ανωτέρω κείμενα δεν παρουσιάζονται ταξινομημένοι παράγοντες τρωτότητας καθώς και πρότυπα φύλλα ελέγχου – επιθεώρησης.

Όσο αφορά τα φράγματα ο/σ, η διάκριση χαμηλών, υψηλών φραγμάτων χαρακτηρίζει και τον τρόπο ελέγχου. Στα υψηλά φράγματα τόσο οι ενόργανοι έλεγχοι όσο και οι περιοδικές - τυπικές επιθεωρήσεις παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση του έργου, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η αντισεισμική απόκριση έναντι σεισμικών καταπονήσεων. Σημαντικό πρόβλημα είναι δυνατό να παρουσιαστεί στα χαμηλού τύπου φράγματα, ύδρευσης - άρδευσης, όπου υπάρχει έλλειψη τυπικών - περιοδικών ελέγχων. Στον Ελλαδικό χώρο υπολογίζεται ότι πέρα των 1000 χαμηλών φραγμάτων έχουν κατασκευαστεί χωρίς αντισεισμική μελέτη, υπόθεση που δημιουργεί την ανάγκη καταγραφής και εκτίμησης της αντισεισμικής απόκρισης των φραγμάτων στο πλαίσιο της φιλοσοφίας του προσεισμικού ελέγχου (ταχύς οπτικός έλεγχος, προσεγγιστική αποτίμηση συμπεριφοράς, μελέτη αποκατάστασης). Λαμβάνοντας δε υπόψη την κατανομή των χαμηλών φραγμάτων σε όλη την επικράτεια και κυρίως σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας (π.χ. Κρήτη, Ρόδος, Κεφαλονιά, κ.α.) καθώς και τις συνέπειες που είναι δυνατό να προκληθούν από αστοχίες (καταστροφή καλλιεργούμενων εκτάσεων, γειτονικών οικισμών, προβλήματα υδροδότησης αστικών περιοχών), εύκολα αντιλαμβάνεται κάποιος τον κοινωνικό και οικονομικό χαρακτήρα του θέματος.

Στην παρούσα εργασία αρχικά γίνεται προσπάθεια παρουσίασης του τρόπου αντιμετώπισης των θεμάτων σχεδιασμού και επιθεώρησης τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Εν συνεχεία προτείνονται απλοποιημένα φύλλα ελέγχου, με βάση την φιλοσοφία του ταχέως οπτικού ελέγχου, για την διενέργεια του πρώτου επιπέδου προσεισμικού ελέγχου, ο οποίος ταυτόχρονα μπορεί να αποτελέσει και στάδιο τυπικής επιθεώρησης χαμηλών φραγμάτων. Τέλος, προτείνεται ένα σχέδιο αντιμετώπισης για την δημιουργία ενός γενικού πλαισίου καταγραφής των φραγμάτων στον Ελλαδικό χώρο.

2. ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ – ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Γενικά η μέχρι σήμερα αντισεισμική απόκριση των φραγμάτων οπλισμένου σκυροδέματος, τόσο των χαμηλών όσο και των υψηλών, τα οποία έχουν σχεδιαστεί με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης των έργων πολιτικού μηχανικού, κρίνεται ικανοποιητική (Wieland M, 2003). Δεν έχουν παρατηρηθεί καταρρεύσεις φραγμάτων από σεισμική καταπόνηση, ωστόσο σειρά σημαντικών αστοχιών έχουν καταγραφεί σε διάφορα φράγματα, ανάλογα με τον τύπο του φράγματος. Είναι σημαντικό να υπογραμμισθεί ότι τα φράγματα αποτελούν μοναδικά πρωτότυπα τεχνικά έργα, λαμβάνοντας υπόψη την χωρική τοποθέτηση αυτών ως συνάρτηση του συνόλου των υδρογεωνομικών έργων της περιοχής προς διευθέτηση. Αυτό το γεγονός σημαίνει ότι η αποκτηθείσα εμπειρία έχει συγκεκριμένη αξία, καθώς είναι πιθανό παράγοντες εκτός ή σε συνδυασμό με τους δομοστατικούς να οδηγήσουν ή να συμβάλουν σε απρόβλεπτες αστοχίες. Στην Ελλάδα, τόσο ο Αντισεισμικός Κανονισμός (NEAK, EAK) όσο και ο Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος (ΕΚΩΣ) δεν αναφέρονται στον σχεδιασμό φραγμάτων. Η έλλειψη κανονιστικού πλαισίου είναι δυνατό να επηρεάσει κυρίως χαμηλά φράγματα (20-30m), δεδομένου ότι τα υψηλά φράγματα (> 50m) είτε σχεδιάζονται από ξένους οίκους με μεγάλη εμπειρία, είτε λαμβάνονται υπόψη ξένοι κανονισμοί (π.χ. ICOLD Bulletin 72, 120). Ωστόσο, πριν από την εμφάνιση του ICOLD Bulletin 72/1989, η εν γένει πρακτική αντισεισμικού σχεδιασμού λάμβανε την σεισμική επιτάχυνση στα 0.10g, γεγονός που δεν καλύπτει σειρά υφιστάμενων φραγμάτων.

Στην Ελλάδα έχουν προταθεί μέθοδοι αντισεισμικού σχεδιασμού χαμηλών φραγμάτων (Κωτούλας 2001). Με βάση τις δυνάμεις που ασκούνται (υδροστατική, υδροδυναμική, βαρυτική) η διατομή του φράγματος αρχικά καθορίζεται από την μέγιστη πλημμυρική παροχή. Στις περιπτώσεις χαμηλών φραγμάτων (μέχρι 30m) τα οποία σχεδιάζονται με πλημμυρική παροχή περιοδικής επανάληψης 100 ετών, είναι απίθανη η σύμπτωση σεισμικής δόνησης με την μέγιστη πλημμυρική

παροχή και ως εκ τούτου τα εν λόγω φράγματα είναι πιθανό να μην κινδυνεύουν από σεισμικές καταπονήσεις (Κωτούλας 2001). Πρέπει να εντοπισθούν τα φράγματα τα οποία έχουν σχεδιασθεί με την παραπάνω παραδοχή, να επιθεωρηθούν και να ελεγχθούν με βάση την επιτάχυνση του ισχύοντος αντισεισμικού κανονισμού.

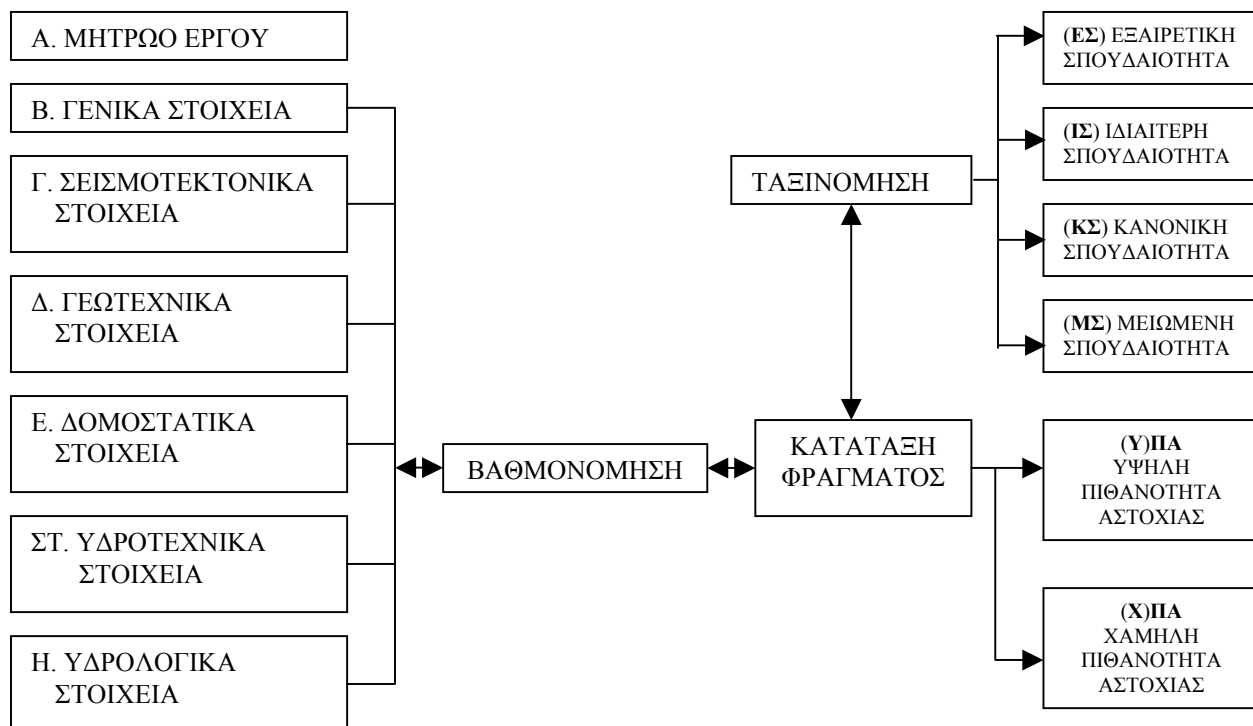
Στην χώρα μας ιδιοκτήτες – διαχειριστές φραγμάτων είναι το Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης, το ΥΠΕΧΩΔΕ και η ΔΕΗ. Στοιχείο καλής λειτουργίας των φραγμάτων αποτελούν οι περιοδικές επιθεωρήσεις – έλεγχοι της κατασκευής. Τα φράγματα της ΔΕΗ διαθέτουν συστήματα ενόργανης παρακολούθησης, δημιουργώντας καλύτερες συνθήκες ελέγχου. Το σύνολο των φραγμάτων του Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης αλλά και σειρά φραγμάτων του ΥΠΕΧΩΔΕ όχι μόνο δεν διαθέτουν τα συστήματα καταγραφής αλλά ούτε και επιθεωρούνται με βάση ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα. Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται η πλειονότητα των φραγμάτων είναι άγνωστη με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος αστοχιών όχι μόνο από σεισμικές διεγέρσεις αλλά και από πλημμυρικές αιχμές. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο επιθεωρήσεων που επιβάλλεται στις Η.Π.Α. Επιπρόσθετα κάθε πολιτεία έχει την δυνατότητα να ορίζει περισσότερο ενδεδειγμένους ελέγχους, εφαρμόζοντας δικά της προγράμματα επιθεωρήσεων. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, εξάγεται το συμπέρασμα ότι είναι αναγκαία η καταγραφή, ταξινόμηση και ο έλεγχος των υφιστάμενων φραγμάτων έτσι ώστε να μετριαστεί ο κίνδυνος απρόβλεπτων αστοχιών, τόσο από σεισμικές δονήσεις όσο και από πλημμυρικές αιχμές.

Πίνακας 1. Επιθεωρήσεις φραγμάτων σύμφωνα με την FEMA

ΤΥΠΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟΥ
1 Ανεπίσημη Επιθεώρηση	Μετά από κάθε ξαφνικό γεγονός (σεισμό, πλημμύρα κ.λ.π.) Όχι εξαιρετικής σημασίας	Εκπαιδευμένο προσωπικό, όχι απαραίτητα μηχανικός
2 Ενδιάμεση Επιθεώρηση (Τακτική)	Ετήσιος έλεγχος ή διετής ανάλογα με την πιθανότητα αστοχίας, η οποία θα προκαλέσει απώλεια ανθρώπινης ζωής	Τεχνικά εξειδικευμένος μηχανικός, εκπαιδευμένος στην αναγνώριση αστοχιών φραγμάτων
3 Επίσημη Επιθεώρηση	Ανά πενταετία	Ομάδα εξειδικευμένων μηχανικών, καθοδηγούμενη από "ορκωτό μηχανικό"
4 Ειδική Επιθεώρηση	Μετά από κάθε θεομηνία	

3. ΦΥΛΛΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Με βάση την εν γένει φιλοσοφία του προσεισμικού ελέγχου, στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται το φύλλο τρωτότητας για την διενέργεια της πρώτης φάσης του ταχέως οπτικού ελέγχου. Τα φύλλα ελέγχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους σκοπούς όπως, περιοδική επιθεώρηση, πολιτική καταγραφής και ταξινόμησης των φραγμάτων, δημιουργία μητρώου φραγμάτων. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο φύλλων ελέγχου. Στοιχεία τα οποία διασφαλίζουν την λειτουργία και πρέπει να ελεγχθούν είναι η θεμελίωση, το σώμα του φράγματος καθώς και παράπλευρες υδροτεχνικές κατασκευές. Σημαντικό στοιχείο των επιθεωρήσεων αποτελεί η χρονική περίοδος ελέγχου (εκτός των περιπτώσεων θεομηνίας). Κατάλληλη περίοδος θεωρείται η άνοιξη και το φθινόπωρο. Η δομή του φύλλου ελέγχου έχει ως κεντρικό στόχο την απεικόνιση των βασικών χαρακτηριστικών του φράγματος καθώς και την καταγραφή της κατάστασης στην οποία βρίσκεται το φράγμα. Το πρώτο στοιχείο θα βοηθήσει στην ταξινόμηση ενώ το δεύτερο στην ανάδειξη της τρωτότητας και εν συνεχεία στην κατάταξη του σύμφωνα με την πιθανότητα αστοχίας.



Σχήμα 1. Γενικό πλαίσιο φύλλων ελέγχου

Πίνακας 2. Φύλλο ελέγχου τρωτότητας φράγματος

A. ΜΗΤΡΩΟ ΕΡΓΟΥ	
A.1. ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ ΕΡΓΟΥ:.....	A.6. ΧΡΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ:.....
A.2. ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ:.....	A.7. ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ:.....
A.3. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ:.....	A.8. ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ:.....
A.4. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:.....	A.9. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ:.....
A.5. ΤΥΠΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ:	
A.10. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	
A.10.1. ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΟ ΥΨΟΣ:.....	
A.10.2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΥΨΟΣ:.....	
A.10.3. ΜΗΚΟΣ:.....	
A.10.4. ΔΙΑΤΟΜΗ:.....	
A.11. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ:.....	
A.12. ΥΠΑΡΞΗ EMERGENCY PLAN:.....	
A.13. ΥΠΑΡΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ:.....	
A.14. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:.....	

Β. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

B.1. ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΤΑ ΚΑΤΑΝΤΗ:..... (Βαθμολογία)

B.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ ΣΤΑ ΚΑΤΑΝΤΗ: (Βαθμολογία)

B.3. ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗΝ ΡΟΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ: (Βαθμολογία)

Γ. ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Γ.1. ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ:..... (Βαθμολογία)

Γ.2. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΓΝΩΣΤΟ ΡΗΓΜΑ: (Βαθμολογία)

Δ. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Δ.1. ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ:..... (Βαθμολογία)

Δ.2. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ: (Βαθμολογία)

Δ.3. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΣΥΝ/ΖΗΣΗΣ:..... (Βαθμολογία)

Δ.4. ΔΙΑΒΡΩΣΗ/ΓΕΩΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΑΝΑΝΤΙ:..... (Βαθμολογία)

Δ.5. ΔΙΑΒΡΩΣΗ/ΓΕΩΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΤΙ:..... (Βαθμολογία)

Δ.6. ΥΠΟΣΚΑΦΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ:..... (Βαθμολογία)

Ε. ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

• ΓΕΝΙΚΑ

E.1. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:..... (Βαθμολογία)

E.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: (Βαθμολογία)

E.3. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΣΥΝΤΗΡΙΣΗ/ΕΠΙΣΚΕΥΗ:..... (Βαθμολογία)

• ΕΙΔΙΚΑ

E.4. ΤΥΠΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ:..... (Βαθμολογία)

E.5. ΤΥΠΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ:..... (Βαθμολογία)

E.6. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ:..... (Βαθμολογία)

E.7. ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ:..... (Βαθμολογία)

E.8. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ:..... (Βαθμολογία)

E.9. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ:..... (Βαθμολογία)

E.10. ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΣΤΕΨΗΣ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
E.11. ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΑΤΑΝΤΗ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
E.12. ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΑ ΑΝΑΝΤΗ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
E.13. (ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ) ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ/ΣΤΡΕΒΛΩΣΕΙΣ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)

ΣΤ. ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

ΣΤ.1. ΕΡΓΑ ΑΠΟΣΧΕΣΗΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΩΝ ΧΕΙΜΜΑΡΩΝ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
ΣΤ.2. ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ ΠΡΑΝΩΝ:	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
ΣΤ.3. ΕΙΔΟΣ ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗΣ ΠΡΑΝΩΝ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
ΣΤ.4. ΑΠΩΛΕΙΑ ΦΥΤΟΚΑΛΥΜΑΤΟΣ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)

Ζ. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Z.1. ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑΣ:.....	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)
Z.2. ΕΚΘΕΣΗ ΠΡΑΝΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ:	<input type="checkbox"/>	(Βαθμολογία)

Συγκεκριμένα, προτείνεται τα φράγματα να ταξινομηθούν σύμφωνα με την σπουδαιότητα τους, η οποία ορίζεται από τα στοιχεία του μητρώου (αποθηκευτική ικανότητα, χρήση φράγματος, τύπος/γεωμετρία) καθώς και από τα γενικά στοιχεία τρωτότητας (κατοικημένη περιοχή, χρήσεις γης). Η κατάταξη διενεργείται σύμφωνα με τα αποτελέσματα του φύλλου ελέγχου (εκτίμηση σεισμικής απόκρισης με βάση την βαθμονόμηση συγκεκριμένων κριτηρίων αντισεισμικής και υδροτεχνικής επάρκειας). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο βαθμονόμησης των παραγόντων που επηρεάζουν την τρωτότητα του φράγματος. Αναλυτικότερα στοιχεία, καθώς και η ανάπτυξη συγκεκριμένης βαθμολογίας – βαθμονόμησης, βρίσκονται υπό διερεύνηση από τους συγγραφείς.

Πίνακας 3. Βαθμονόμηση κριτηρίων τρωτότητας

B. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

B.1. ΠΟΛΗ/ΧΩΡΙΟ ΣΤΑ ΚΑΤΑΝΤΗ (ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ):

ΧΩΡΙΟ: ΚΩΜΟΠΟΛΗ: ΠΟΛΗ:

B.2. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΣΤΑ ΚΑΤΑΝΤΗ:

ΧΕΡΣΟ: ΓΕΩΡΓΙΚΗ: ΔΑΣΙΚΗ:

B.3. ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗΝ ΡΟΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ:

Γ. ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Γ.1. ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ:

I: II: III:

Γ.2. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΡΗΓΜΑ:

0-5 Km 5-15 Km > 15 Km

Δ. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Δ.1. ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ (ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΑΚ 2000):

A - B Γ Δ X

Δ.2. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΕΑΚ 2000):

Δ.3. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΣΥΝ. (ΕΑΚ 2000):

Δ.4. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΡΑΝΩΝ ΑΝΑΝΤΗ:

ΧΑΜΗΛΗ ΜΕΤΡΙΑ ΥΨΗΛΗ ΕΝΤΟΝΗ

Δ.5. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΠΡΑΝΩΝ ΚΑΤΑΝΤΗ:

ΧΑΜΗΛΗ ΜΕΤΡΙΑ ΥΨΗΛΗ ΕΝΤΟΝΗ

Δ.6. ΥΠΟΣΚΑΦΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ:

Ε. ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Ε.1. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:

1900 – 1945 1945 – 1985 1985 – 2005

E.2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:

<u>ΕΜΠΕΙΡΙΚΟΣ</u>	<u>ΚΑΝΟΝΕΣ</u> <u>ΤΕΧΝΙΚΗΣ</u> <u>ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ</u>	<u>ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ</u> <u>ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.3. ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ/ΕΠΙΣΚΕΥΗ:

<u>ΝΑΙ</u>	<u>ΟΧΙ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.4. ΤΥΠΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ:

<u>ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ</u>	<u>ΑΝΤΙΡΗΔΩΤΑ</u>	<u>ΚΑΜΠΥΛΑ</u> <u>ΤΟΞΟΕΙΔΗ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.5. ΤΥΠΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ:

<u>ΧΩΡΙΣ</u> <u>ΠΕΛΜΑ</u>	<u>ΒΑΘΜΙΔΩΤΗ</u> <u>ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ</u>	<u>ΠΕΛΜΑ</u> <u>ΠΤΕΡΥΓΙΟ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.6. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ:

(Ορίζεται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά διατομής, καμπύλες συναρμογής, ομαλές κλίσεις, κ.α.)

<u>ΥΨΗΛΗ</u>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.7. ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ

(Ορίζεται από ομαλές μεταβολές ακαμψίας στα τοξοειδή και παραβολοειδή φράγματα, ελάχιστη μάζα στην στέψη, ύπαρξη πλάκας στα κατάντη σε αντιρηδωτά φράγματα, ομαλή ροή των φορτίων προς το έδαφος θεμελίωσης, υπερστατικότητα, πλαστιμότητα).

<u>ΥΨΗΛΗ</u>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.8. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

<u>ΥΨΗΛΗ</u>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

E.9. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

<u>ΥΨΗΛΗ</u>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ε.10. ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΣΤΕΨΗΣ:

<u>ΥΨΗΛΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u> <input type="text"/>
--------------------------------------	---------------------------------------

Ε.11. ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΑ ΑΝΑΝΤΗ:

<u>ΥΨΗΛΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u> <input type="text"/>
--------------------------------------	---------------------------------------

Ε.12. ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΑΤΑΝΤΗ:

<u>ΥΨΗΛΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u> <input type="text"/>
--------------------------------------	---------------------------------------

Ε.13. ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ:

(Μετακινήσεις, στρεβλώσεις, διαφορικές καθιζήσεις, μετακίνηση πετρωμάτων στα βάθρα στήριξης)

<u>ΥΨΗΛΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΧΑΜΗΛΗ</u> <input type="text"/>
--------------------------------------	---------------------------------------

ΣΤ. ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

ΣΤ.1. ΕΡΓΑ ΑΠΟΣΧΕΣΗΣ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΩΝ ΧΕΙΜΜΑΡΩΝ:

<u>ΝΑΙ</u> <input type="text"/>	<u>ΟΧΙ</u> <input type="text"/>
------------------------------------	------------------------------------

ΣΤ.2. ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ ΠΡΑΝΩΝ:

<u>0 – 30%</u> <input type="text"/>	<u>30 – 60%</u> <input type="text"/>	<u>60 – 100%</u> <input type="text"/>
--	---	--

ΣΤ.3. ΕΙΔΟΣ ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗΣ ΠΡΑΝΩΝ:

<u>ΓΥΜΝΟ</u> <input type="text"/>	<u>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ</u> <input type="text"/>	<u>ΧΟΡΤΟΛΙΒΑΔΙΚΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΔΑΣΙΚΗ</u> <input type="text"/>
--------------------------------------	--	--	---------------------------------------

ΣΤ.4. ΑΠΩΛΕΙΑ ΦΥΤΟΚΑΛΥΜΑΤΟΣ (ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ, ΥΛΟΤΟΜΙΕΣ ΚΛΠ.):

<u>ΧΑΜΗΛΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΜΕΤΡΙΑ</u> <input type="text"/>	<u>ΥΨΗΛΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΕΝΤΟΝΗ</u> <input type="text"/>
---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

Z. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Z.1. ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑΣ:

<u>ΧΑΜΗΛΟΣ</u> <input type="text"/>	<u>ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</u> <input type="text"/>	<u>ΥΠΕΡΚΕΙΜΕΝΟΣ</u> <input type="text"/>
--	--	---

Z.2. ΕΚΘΕΣΗ ΠΡΑΝΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ:

<u>ΒΟΡΕΙΑ</u> <input type="text"/>	<u>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ</u> <input type="text"/>	<u>ΝΟΤΙΑ</u> <input type="text"/>	<u>ΔΥΤΙΚΗ</u> <input type="text"/>
---------------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------------------------

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η έλλειψη ενός πλαισίου σχεδιασμού και διαχείρισης των φραγμάτων στον Ελλαδικό χώρο είναι πιθανό να οδηγήσει σε απρόβλεπτες αστοχίες με καταστροφικές συνέπειες. Στην εργασία προτείνεται ένα γενικό πλαίσιο επιθεώρησης – ελέγχου, με την βοήθεια φύλλων ελέγχου, μέσα από το οποίο θα είναι δυνατή η ταξινόμηση και κατάταξη των φραγμάτων σύμφωνα με τα γενικά (μητρώο ελέγχου) και ειδικά χαρακτηριστικά τους. Χρησιμοποιώντας τα ανωτέρω φύλλα είναι δυνατή η σύνταξη πινάκων με βάση τον ιδιοκτήτη – διαχειριστή, γεωγραφική διασπορά, κατανομή ανά δομοστατικό υλικό, τύπο φράγματος, γεωμετρία φράγματος, έτος κατασκευής, κανονισμό σχεδιασμού.

Έχοντας στην διάθεσή μας τα παραπάνω στοιχεία είναι δυνατή η δημιουργία μητρώου φραγμάτων, η οποία θα βοηθήσει στην καλύτερη διαχείριση, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις θεομηνίας. Περαιτέρω, η κατάταξη με βάση τα κριτήρια τρωτότητας θα αναδείξει τα φράγματα τα οποία χρήζουν επισκευής, ενίσχυσης ή και διακοπής λειτουργίας. Τα ποσοτικά κριτήρια της ταξινόμησης – κατάταξης βρίσκονται υπό διερεύνηση από τους συγγραφείς.

Η ανάπτυξη διαχειριστικής πολιτικής ασφάλειας φραγμάτων, έχει άμεση σχέση με την δημιουργία θέσπισης προκαταρκτικών προσεισμικών ελέγχων. Κατά αυτόν τον τρόπο θα είναι δυνατός ο καθορισμός των υποχρεώσεων συντήρησης από τους ιδιοκτήτες, η περιοδικότητα των επιθεωρήσεων, το μέγεθος των πιθανών καταστροφών, το πιθανό κόστος ανασυγκρότησης και επισκευής φραγμάτων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

FEMA 65. Earthquake analysis and design of dams, May 2005.

FEMA. Federal guidelines for dam safety, U.S. Department of homeland security, June 1979, reprinted April 2004.

Wieland M. 2003. Seismic aspects of dams, General report, Question 83. Commission Internationale des Grandes Baragges, Montreal.

ICOLD Bulletin 72 (1989): Selecting seismic parameters for large dams. Guidelines. Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris

ICOLD Bulletin 120 (2001): Design features of dams to effectively resist ground motion. Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris

Κωτούλας, Δ. 2001. Σεισμικές δονήσεις και χαμηλά συμπαγή φράγματα. Αποτελέσματα ερευνών, ανάπτυξη νέων μεθόδων διαστασιολόγησης. Ανακοίνωση 29, Εργ. Διευθ. Ορεινών Υδάτων, Α.Π.Θ.