

Διαστασιολόγηση «self hardening» μειγμάτων πλήρωσης διαφραγματικών τοίχων, στη θεμελίωση φραγμάτων

Χ. Κ. Γκούβας

Γεωλόγος, ΓΕΩ.Π.Ε.Ρ. Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.

Λέξεις κλειδιά: Διαφραγματικός τοίχος, Πλαστικό σκυρόδεμα, μείγμα τσιμέντου – μπεντονίτη. Cut-off walls, self hardening Slurry Backfill Mixes, plastic concrete, CB Slurries, cement, bentonite

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Οι ιδιότητες οι οποίες εξετάζονται κατά το σχεδιασμό του μείγματος πλήρωσης του διαφραγματικού τοίχου στην θεμελίωση φράγματος, είναι η υδροπερατότητα, η παραμορφωσιμότητα και η αντοχή. Εάν ο διαφραγματικός τοίχος είναι άκαμπτος μπορεί να αστοχήσει λόγω των έντονων παραμορφώσεων. Για την κατασκευή του τοίχου επιλέγονται υλικά με παρόμοιο μέτρο ελαστικότητας με το περιβάλλον έδαφος. Το μείγμα πλήρωσης του τοίχου αποτελείται από νερό, τσιμέντο & μπεντονίτη ή νερό, τσιμέντο, μπεντονίτη & αδρανή. Στην εργασία δίνονται μεθοδολογίες συνθέσεων σύμφωνα με την τρέχουσα πρακτική στις ΗΠΑ και παράδειγμα εφαρμογής στο υπό κατασκευή φράγμα Αχυρών.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι παράγοντες σχεδιασμού του μείγματος πλήρωσης του διαφραγματικού τοίχου στην θεμελίωση φράγματος, είναι η υδροπερατότητα, η παραμορφωσιμότητα και η αντοχή, U.S. Army Corps of Engineers (1993).

Ο καθορισμός της υδροπερατότητας απαιτεί τον υπολογισμό των διηθήσεων του νερού στο ανάχωμα και στο έδαφος θεμελίωσης με παράλληλους ελέγχους ευστάθειας του αναχώματος. Με επαναληπτικούς υπολογισμούς καθορίζεται το απαιτούμενο βάθος του τοίχου, το πάχος και ο απαιτούμενος συντελεστής υδροπερατότητας.

Το ονομαστικό πάχος του διαφραγματικού τοίχου κυμαίνεται από 0.6m έως 0.9m για βάθος τοίχου έως 30m και ο συντελεστής υδροπερατότητας είναι της τάξης των 10^{-6} cm/sec.

Ο καθορισμός της παραμορφωσιμότητας και αντοχής του διαφραγματικού τοίχου, απαιτεί τον υπολογισμό των τάσεων και των αντίστοιχων παραμορφώσεων στο έδαφος θεμελίωσης του αναχώματος και στο διαφραγματικό τοίχο, μετά την κατασκευή και πλήρωση του ταμιευτήρα. Ανάλογα με την απαιτούμενη σχέση αντοχής – παραμόρφωσης του διαφραγματικού τοίχου, επιλέγεται σύνθεση μείγματος τσιμέντου & μπεντονίτη, ή σύνθεση μείγματος τσιμέντου, μπεντονίτη και αδρανών.

Τα μείγματα που περιέχουν τσιμέντο μπεντονίτη και αδρανή, έχουν μέτρο ελαστικότητας αρκετά υψηλότερο από το αντίστοιχο μείγμάτων που δεν περιέχουν αδρανή, Millet et al (1992)

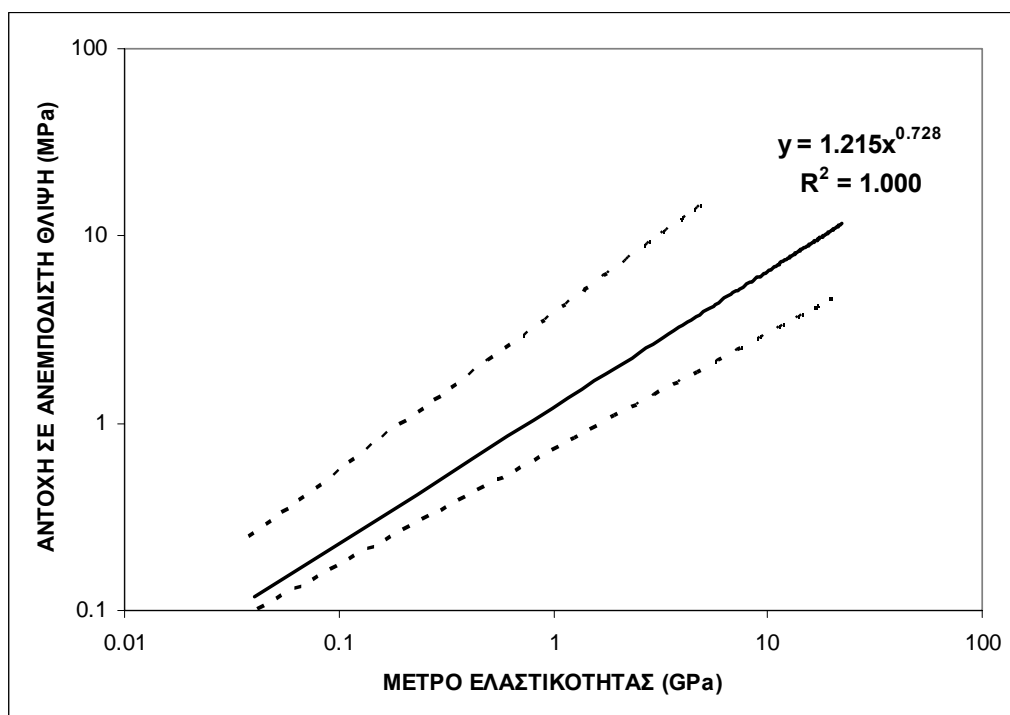
2 ΜΕΙΓΜΑ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Το μείγμα πλαστικού σκυροδέματος περιέχει νερό, τσιμέντο, μπεντονίτη και αδρανή, REMR (1992). Τα αδρανή αποτελούνται από δύο κλάσματα: χαλίκι και άμμο. Η μεταξύ τους αναλογία κυμαίνεται από 50%-50% έως 55%-45%. Το χαλίκι θα πρέπει να έχει μέγιστο κόκκο 1/2" εάν οι

κόκκοι είναι γωνιώδεις και μέγιστο κόκκο $\frac{3}{4}$ '' εάν οι κόκκοι είναι στρογγυλεμένοι, Millet et al (1992).

Η μεταβολή των ιδιοτήτων του πλαστικού σκυροδέματος σχετίζεται με τον λόγο νερού – τσιμέντου και την περιεκτικότητα μπεντονίτη. Η αύξηση του ποσοστού μπεντονίτη σε ποσοστά άνω του 20% κατά βάρος τσιμέντου, δεν μειώνει θεαματικά την υδροπερατότητα λόγω της απαίτησης περισσότερου νερού στο μείγμα, ώστε η κάθιση του σκυροδέματος να είναι περίπου slump=20cm, και να είναι δυνατή η έκχυση του σκυροδέματος με σωλήνα από τον πυθμένα προς τα άνω.

Στην εικόνα 1 δίνεται το μέτρο ελαστικότητας πλαστικού σκυροδέματος, όπως προκύπτει από δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, σε σχέση με την αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη.



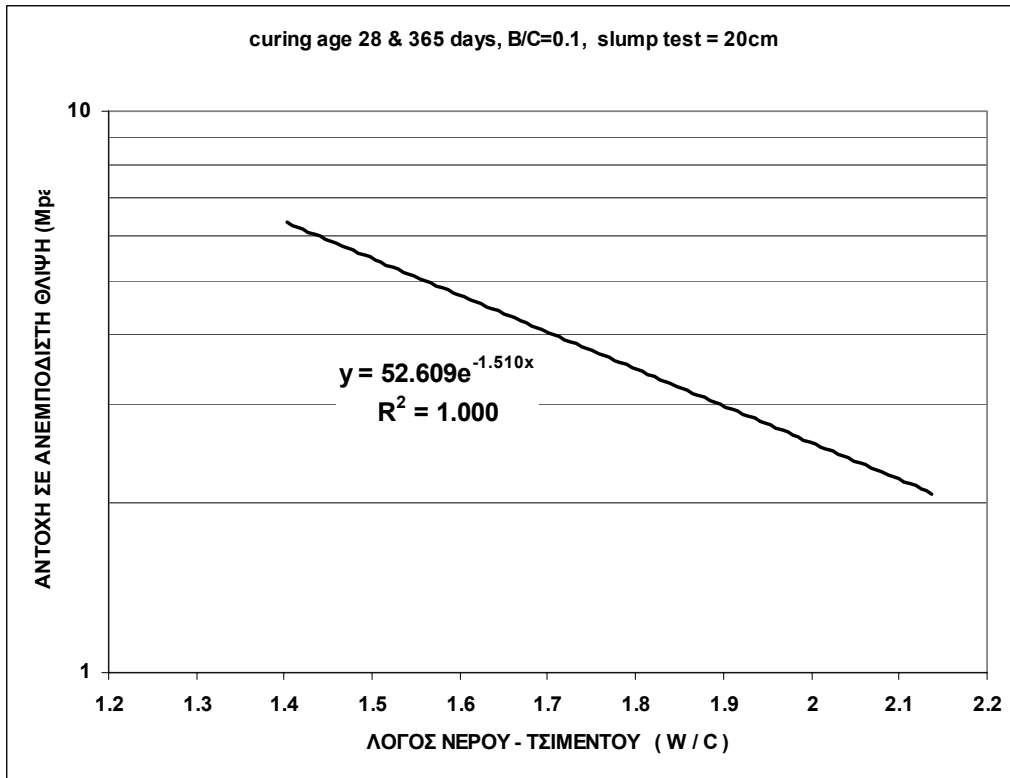
Εικόνα 1. Σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και μέτρου ελαστικότητας, REMR (1992)

Η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη εξαρτάται από τον λόγο νερού – τσιμέντου, την περιεκτικότητα μπεντονίτη κατά βάρος τσιμέντου και την ηλικία των δοκιμίων.

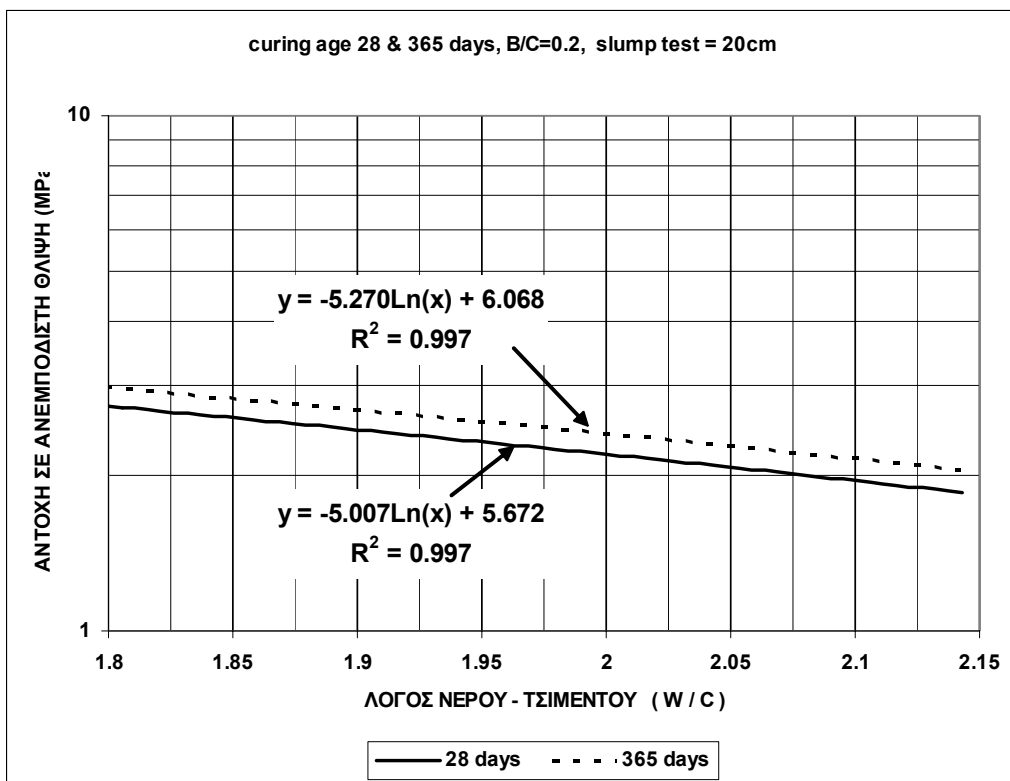
Σε μείγματα με περιεκτικότητα μπεντονίτη <10% κατά βάρος τσιμέντου, δεν υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση των αντοχών δοκιμίων 28 ημερών και 365 ημερών. Σε μείγματα με περιεκτικότητα μπεντονίτη 40% κατά βάρος τσιμέντου, η διαφορά της αντοχής δοκιμίων 28 ημερών και 365ημερών είναι σημαντική.

Η αντοχή των δοκιμίων 28 ημερών κυμαίνεται από 55% έως 75% της αντοχής δοκιμίων 365ημερών.

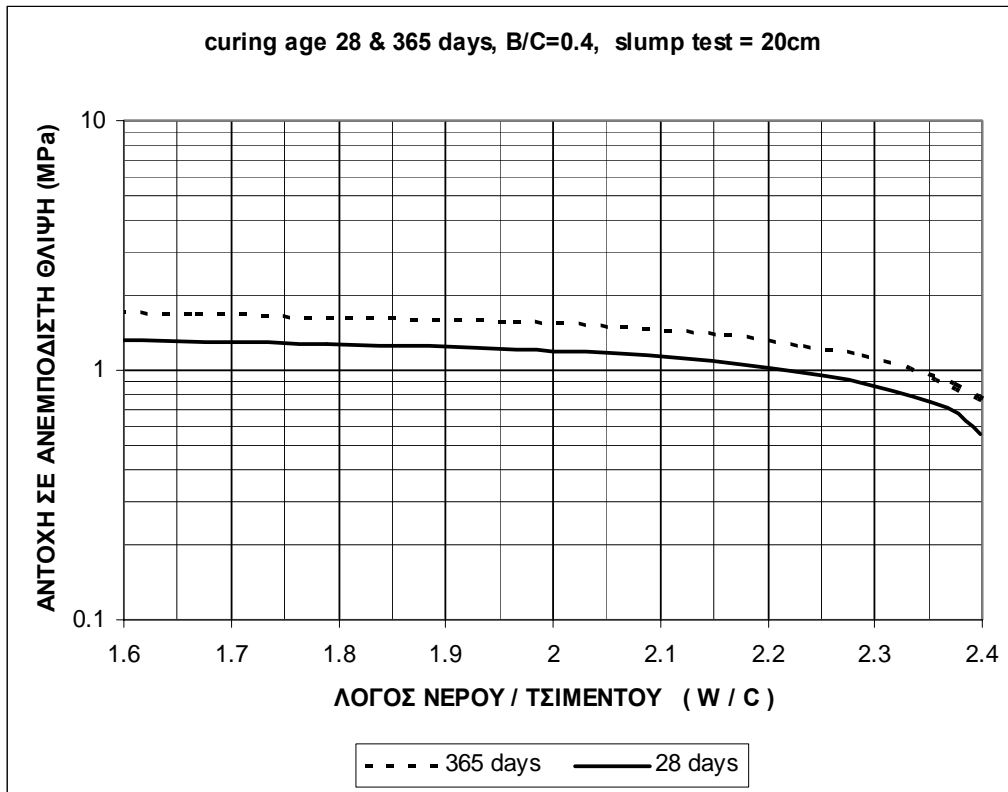
Στις εικόνες 2 έως 4 δίνεται η σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και λόγου νερού – τσιμέντου (W/C), όταν το μείγμα περιέχει μπεντονίτη 10%, 20% και 40% κατά βάρος τσιμέντου. Στην εικόνα 5 δίνεται η σχέση αντοχής σε εφελκυσμό και λόγου νερού – τσιμέντου (W/C), όταν το μείγμα περιέχει μπεντονίτη 20% κατά βάρος τσιμέντου. Στην εικόνα 6 δίνεται η ποσότητα του τσιμέντου ανά κυβικό μέτρο μείγματος, σε σχέση με τον λόγο νερού – τσιμέντου και την περιεκτικότητα μπεντονίτη.



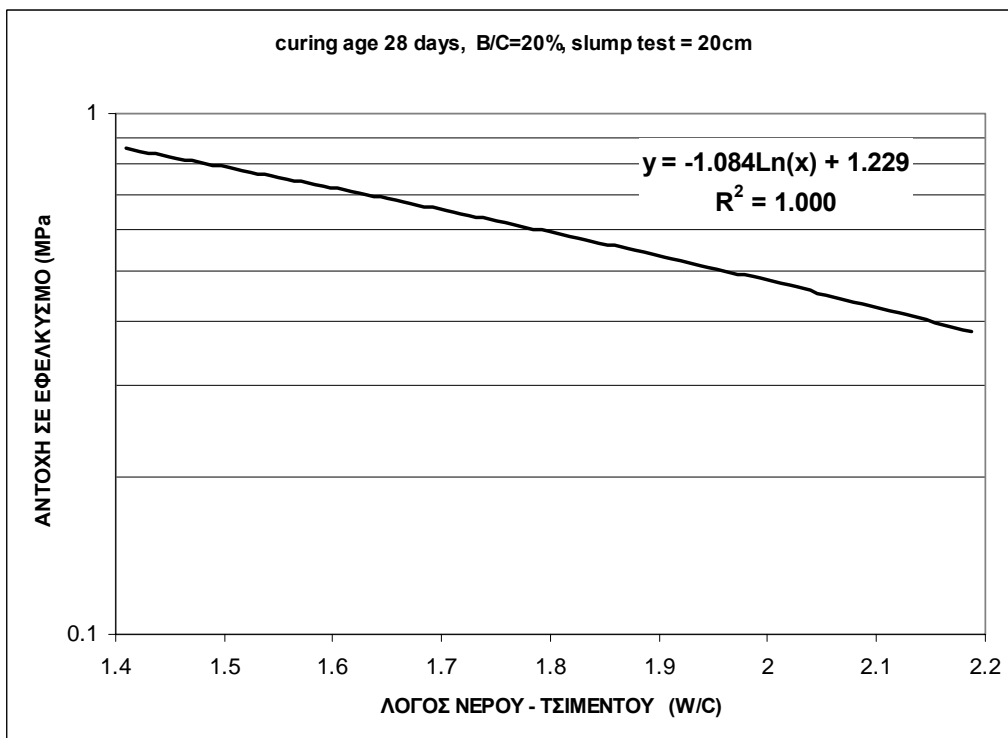
Εικόνα 2. Σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και λόγου W/C όταν B/C=10%, REMR (1992)



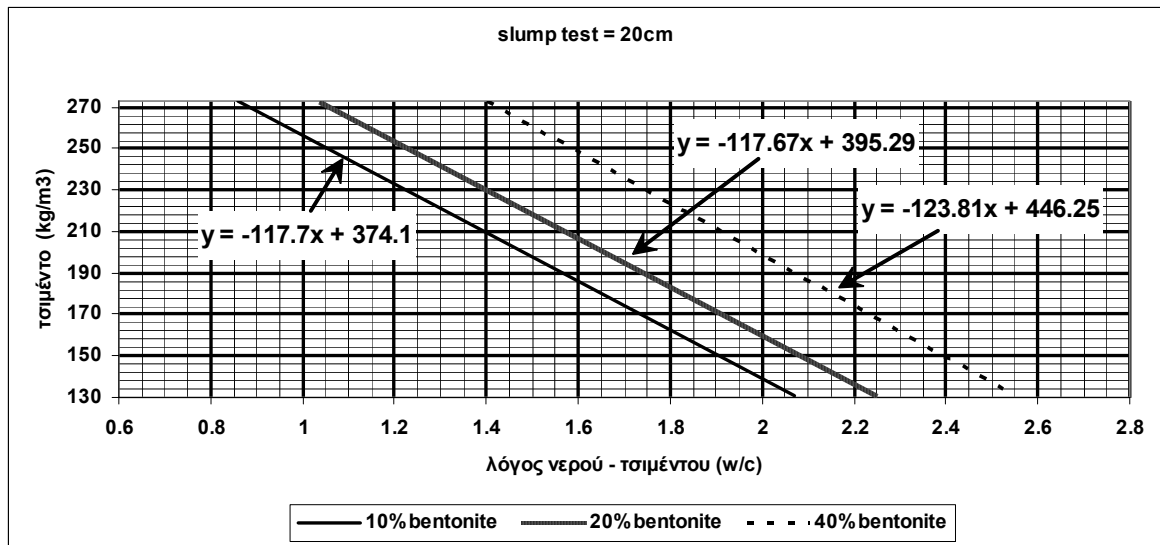
Εικόνα 3. Σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και λόγου W/C όταν B/C=20%, REMR (1992)



Εικόνα 4. Σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και λόγου W/C όταν B/C=40%, REMR (1992)



Εικόνα 5. Σχέση αντοχής σε εφελκυσμό και λόγου W/C όταν B/C=20%, REMR (1992)



Εικόνα 6. Σχέση περιεκτικότητας μείγματος σε τσιμέντο και λόγων W/C, B/C, REMR (1992)

Παράδειγμα εφαρμογής σχεδιασμού μείγματος πλαστικού σκυροδέματος:

Θεωρούμε ότι το μέτρο ελαστικότητας σχεδιασμού ενός διαφραγματικού τοίχου είναι 3Gra. Από την εικόνα 1, βρίσκουμε ότι η αντοχή σχεδιασμού σε ανεμπόδιστη θλίψη είναι 2.70Μρα. Από την εικόνα 2, βρίσκουμε ότι ο λόγος νερού – τσιμέντου για αντοχή $q=2.70\text{Μρα}$ είναι $W/C=1.97$, όταν ο μπεντονίτης είναι 10% κατά βάρος τσιμέντου. Από την εικόνα 3 βρίσκουμε ότι ο λόγος νερού – τσιμέντου για αντοχή $q=2.70\text{Μρα}$ είναι $W/C=1.894$, όταν ο μπεντονίτης είναι 20% κατά βάρος τσιμέντου. Επιλέγουμε μπεντονίτη 20% και $W/C=1.894$. Από την εικόνα 6 βρίσκουμε για $W/C=1.894$ και $B/C=20\%$ απαιτείται 172.4kg/m^3 τσιμέντο.

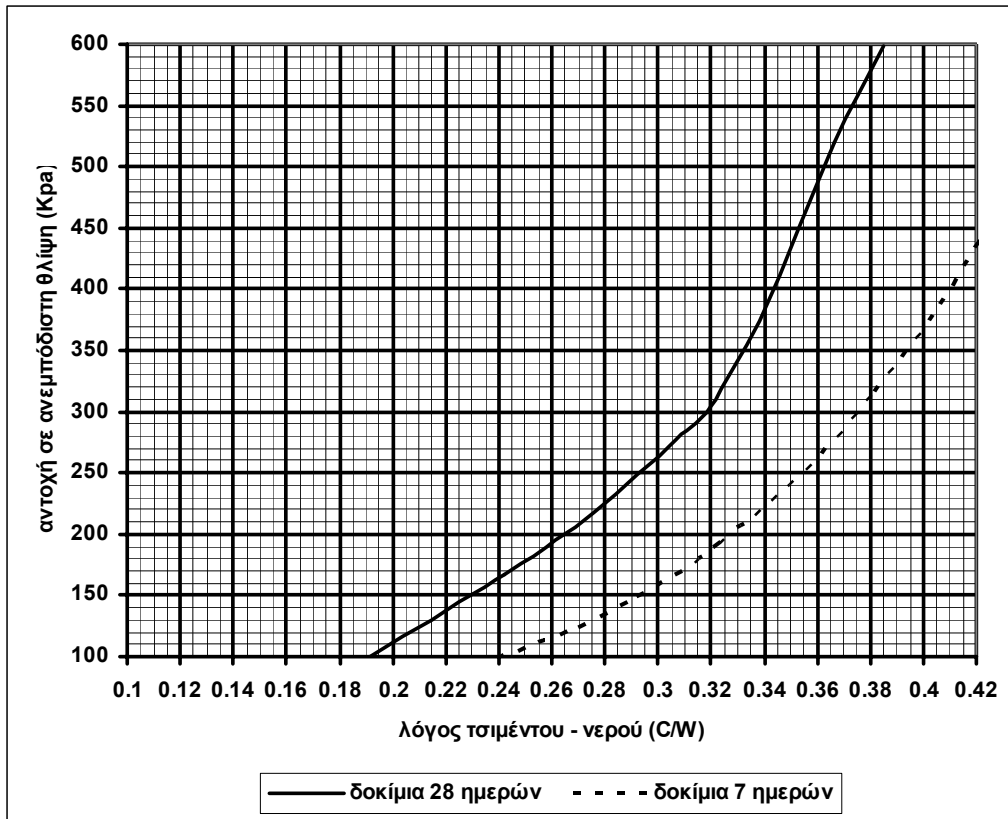
Λαμβάνοντας μοναδιαίο βάρος τσιμέντου 3150kg/m^3 , μοναδιαίο βάρος μπεντονίτη 2500kg/m^3 , και μοναδιαίο βάρος αδρανών 2600kg/m^3 , οι ποσότητες των υλικών για 1m^3 σκυροδέματος είναι:

Τσιμέντο	172.4 kg
Μπεντονίτης	34.5 kg
Αδρανή	1573 kg
Νερό	326.5 kg

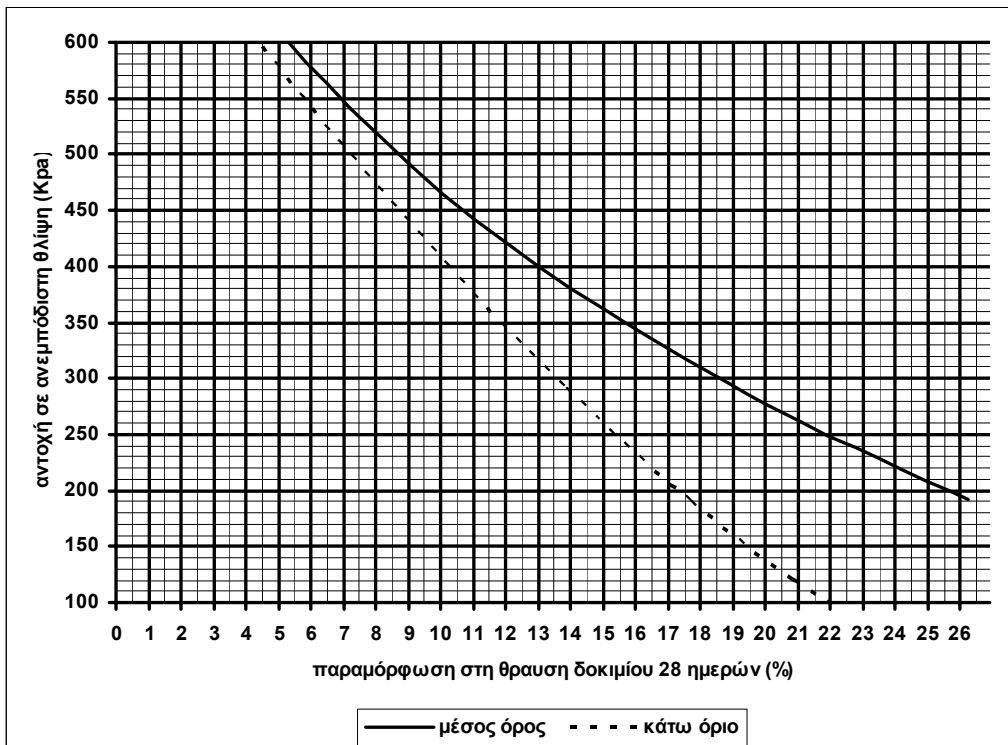
3 ΜΕΙΓΜΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ - ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗ

Το μείγμα τσιμέντου – μπεντονίτη – νερού χωρίς προσθήκη αδρανών, χρησιμοποιείται όταν ο διαφραγματικός τοίχος πρόκειται να δεχθεί μεγάλες παραμορφώσεις. Αυτό συμβαίνει όταν στην θεμελίωση του αναχώματος υπάρχουν γεωλικά εδαφικού τύπου με μικρό μέτρο ελαστικότητας.

Ο σχεδιασμός των αναμειγμάτων γίνεται με βάση τα διαγράμματα αντοχής και παραμορφωσιμότητας των Millet et al, (1992), αφού προσδιοριστούν οι ιδιότητες που πρέπει να έχει ο διαφραγματικός τοίχος. Το ποσοστό μπεντονίτη κυμαίνεται από 4% έως 6% κατά βάρος αναμείγματος. Συνήθως στο μείγμα προστίθεται επιβραδυντής σε ποσοστά που κυμαίνονται από 0.1% έως 0.3% κατά βάρος τσιμέντου σύμφωνα με τις οδηγίες της PCA (portlant cement association). Όταν το ποσοστό μπεντονίτη βρίσκεται στα συνήθη όρια 4% έως 6% κατά βάρος αναμείγματος, βρέθηκε ότι οι ιδιότητες του μείγματος εξαρτώνται κυρίως από το λόγο τσιμέντου – νερού. Στην εικόνα 7 δίνεται η σχέση λόγου νερού - τσιμέντου και αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και στην εικόνα 8 δίνεται η σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και παραμόρφωσης στην θραύση των δοκιμών.



Εικόνα 7. Σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και λόγου C/W, Millet et al, (1992)



Εικόνα 8. Σχέση αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη και παραμόρφωσης, Millet et al, (1992)

4 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΧΥΡΩΝ

Το φράγμα Αχυρών κατασκευάζεται από την εταιρία ΕΛΤΕΡ ΑΤΕ με επιβλέπουσα υπηρεσία την ΕΥΔΕ/ΟΣΥΕ του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και βρίσκεται στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας. Το χωμάτινο ανάχωμα είναι συνολικού όγκου 716000 m³ και έχει μέγιστο ύψος 37m από τη θεμελίωση. Σύμφωνα με την Επικαιροποίηση - Αναπροσαρμογή Μελετών Φράγματος, ΠΑΝΓΑΙΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε., 2003, ο διαφραγματικός τοίχος πρόκειται να κατασκευαστεί σε μήκος 142μ στην περιοχή της κοίτης του ποταμού και θα έχει βάθος 24μ από την επιφάνεια έδρασης του πυρήνα. Ο διαφραγματικός τοίχος θα κατασκευαστεί με την μέθοδο των αλληλοτεννόμενων πασσάλων διαμέτρου φ800, και θα έχει ονομαστικό πάχος 0.6m.

Σύμφωνα με την τυπική διατομή του φράγματος το διάφραγμα αναμένεται να διαπεράσει τις αλλουβιακές προσχώσεις πάχους 14μ και να εισέλθει εντός του βραχώδους γεωλογικού υποβάθρου (φλύσχης) 10μ περίπου.

Προκειμένου να εκτιμηθούν οι απαιτούμενες ιδιότητες του διαφράγματος έγινε ανάλυση διηθήσεων και ανάλυση τάσεων - παραμορφώσεων του αναχώματος, με τη θεώρηση ελαστοπλαστικού μοντέλου 2D και τον κώδικα πεπερασμένων στοιχείων Phase2.6 της εταιρίας roscience. Οι τιμές των βασικών χαρακτηριστικών των ζωνών του αναχώματος και των υλικών θεμελίωσης που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις, δίνονται στον Πίνακα 1

Πίνακας 1. Γεωτεχνικές παράμετροι αναχώματος φράγματος και θεμελίωσης

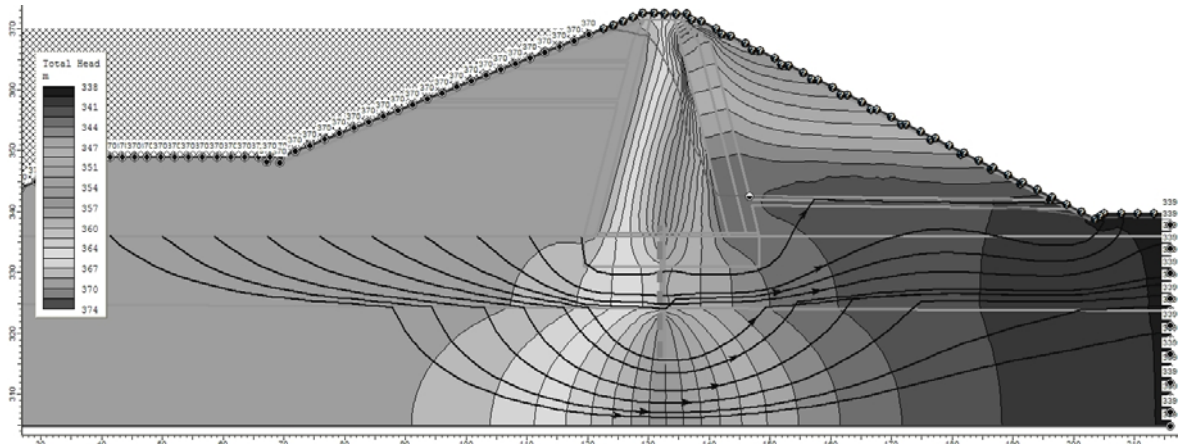
Ζώνες αναχώματος και θεμελίωσης	E Μpa	ν	γ kN/m ³	k cm/sec
Ζώνη 1 - Πυρήνας	18	0	19	10 ⁻⁷
Ζώνη 2 - Φίλτρα	60	0.2	21	10 ⁻³
Ζώνη 3 - Στραγγιστήρια	100	0.2	23	10 ⁻⁰
Ζώνη 4 - Κελύφη	60	0.2	21	10 ⁻⁴
Ζώνη 5 - Ζώνη προστασίας	100	0.2	23	10 ⁻⁰
Προσχώσεις κοίτης ποταμού	25	0.1	20	10 ⁻⁴
Βραχώδες υπόβαθρο	4000	0.3	25	10 ⁻⁶

Η ανάλυση έγινε σε τέσσερα στάδια, για πλήρωση ταμιευτήρα 25%, 50%, 75% & 100%. Στην εργασία δίνονται τα αποτελέσματα όπως προκύπτουν για πλήρωση ταμιευτήρα στο 100%, υψόμετρο στάθμης νερού +370m. Η επιβολή του φορτίου του νερού προκύπτει από ανάλυση των διηθήσεων εντός του αναχώματος. Στην εικόνα 9, δίνονται οι ισοδυναμικές γραμμές και οι γραμμές ροής εντός του αναχώματος και του εδάφους θεμελίωσης με την θεώρηση συντελεστή υδροπερατότητας του διαφράγματος $K=10^{-6}$ cm/sec. Από τους υπολογισμούς διηθήσεων προέκυψε ότι ποσότητα του νερού που διέρχεται μέσω του διαφραγματικού τοίχου είναι χαμηλή, 28.5m³/day και ο συντελεστής υδροπερατότητας του διαφράγματος $K=10^{-6}$ cm/sec, κρίθηκε επαρκής. Στην συνέχεια έγινε υπολογισμός τάσεων και παραμορφώσεων για να προσδιοριστεί η σύνθεση του υλικού του διαφραγματικού τοίχου.

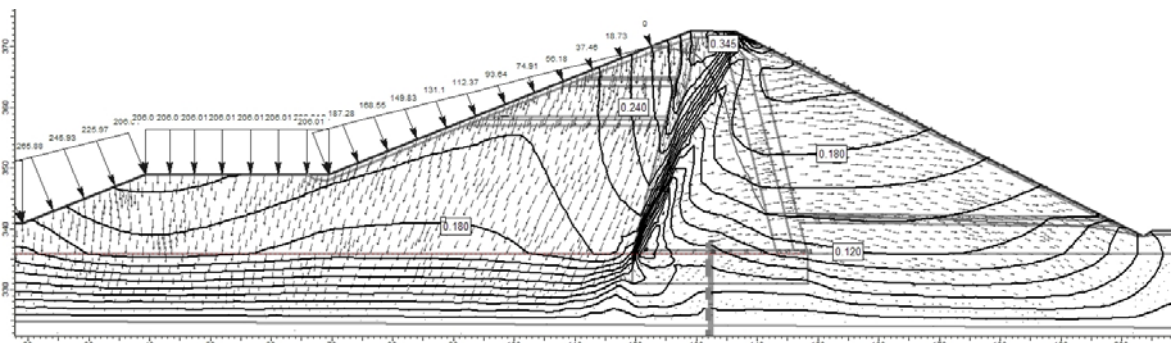
Λόγω του ότι το ανάντη κέλυφος είναι σχετικά διαπερατό, πρακτικά, η επιβολή του φορτίου του νερού γίνεται στην ανάντη παρεία του πυρήνα, όπου αναπτύσσονται οι μεγαλύτερες παραμορφώσεις, Εικόνα 10.

Το στεγανό διάφραγμα δέχεται πιέσεις γαιών και παραμορφώνεται προς τα κατάντη. Στην εικόνα 11, φαίνονται τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται σε διαφραγματικό τοίχο με πλαστικό σκυρόδεμα μέτρου ελαστικότητας $E=1380$ MPa. Η ροπή κάμψης ανέρχεται στα 38KNm/m με αποτέλεσμα την αστοχία του τοίχου. Η μετακίνηση του τοίχου φτάνει τα 8.5cm.

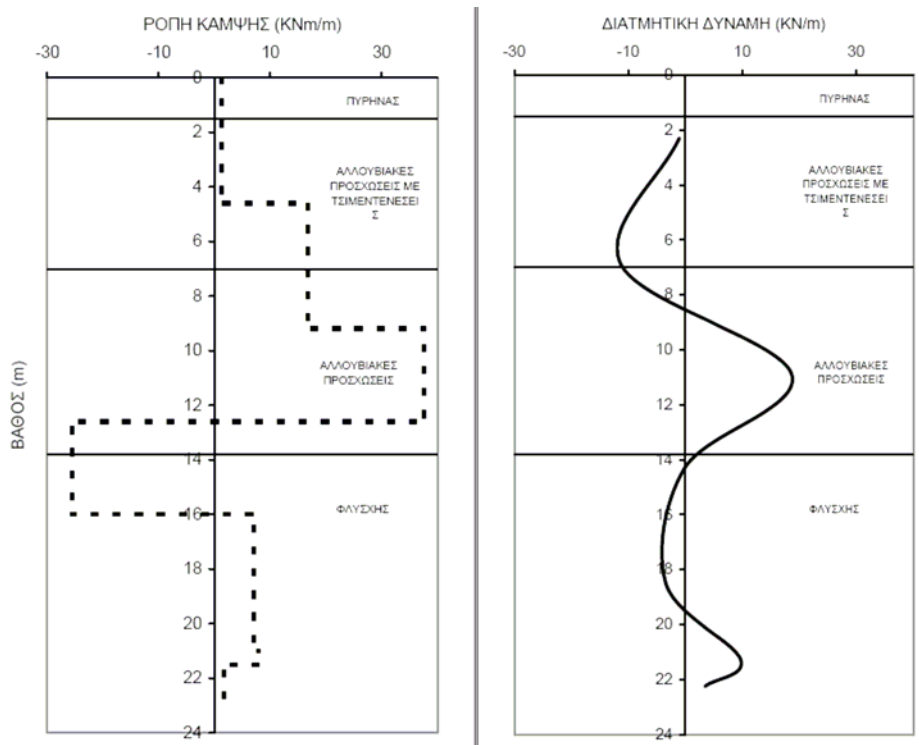
Εάν ο διαφραγματικός τοίχος πληρωθεί με μείγμα τσιμέντου μπετονίτη με τέμνον μέτρο ελαστικότητας 13MPa, παρά το ότι η μετακίνηση του τοίχου φτάνει τα 10.1cm και εμφανίζονται υψηλές παραμορφώσεις, η ροπή κάμψης είναι πρακτικά μηδενική, 0.6KNm/m, εικόνα 12 και ο διαφραγματικός τοίχος παραμένει ακέραιος.



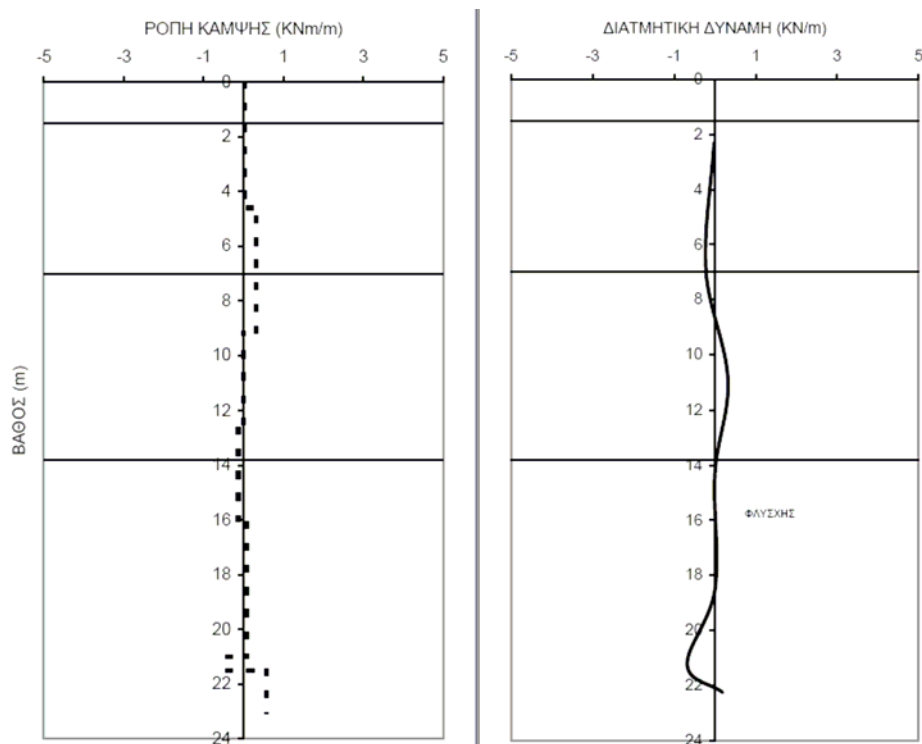
Εικόνα 9. ισοδυναμικές γραμμές και γραμμές ροής εντός του αναχώματος και του εδάφους θεμελίωσης



Εικόνα 10. υπολογισμός αναμενόμενων μετακινήσεων



Εικόνα 11. εντατικά μεγέθη δυνάμεων και ροπών διαφραγματικού τοίχου από πλαστικό σκυρόδεμα



Εικόνα 12. εντατικά μεγέθη δυνάμεων και ροπών διαφραγματικού τοίχου από μείγμα C-B

Στην εικόνα 13 παρατηρούμε ότι η μέγιστη διατμητική παραμόρφωση που θα υποστεί τοίχος από μείγμα CB εκτιμάται 7%.

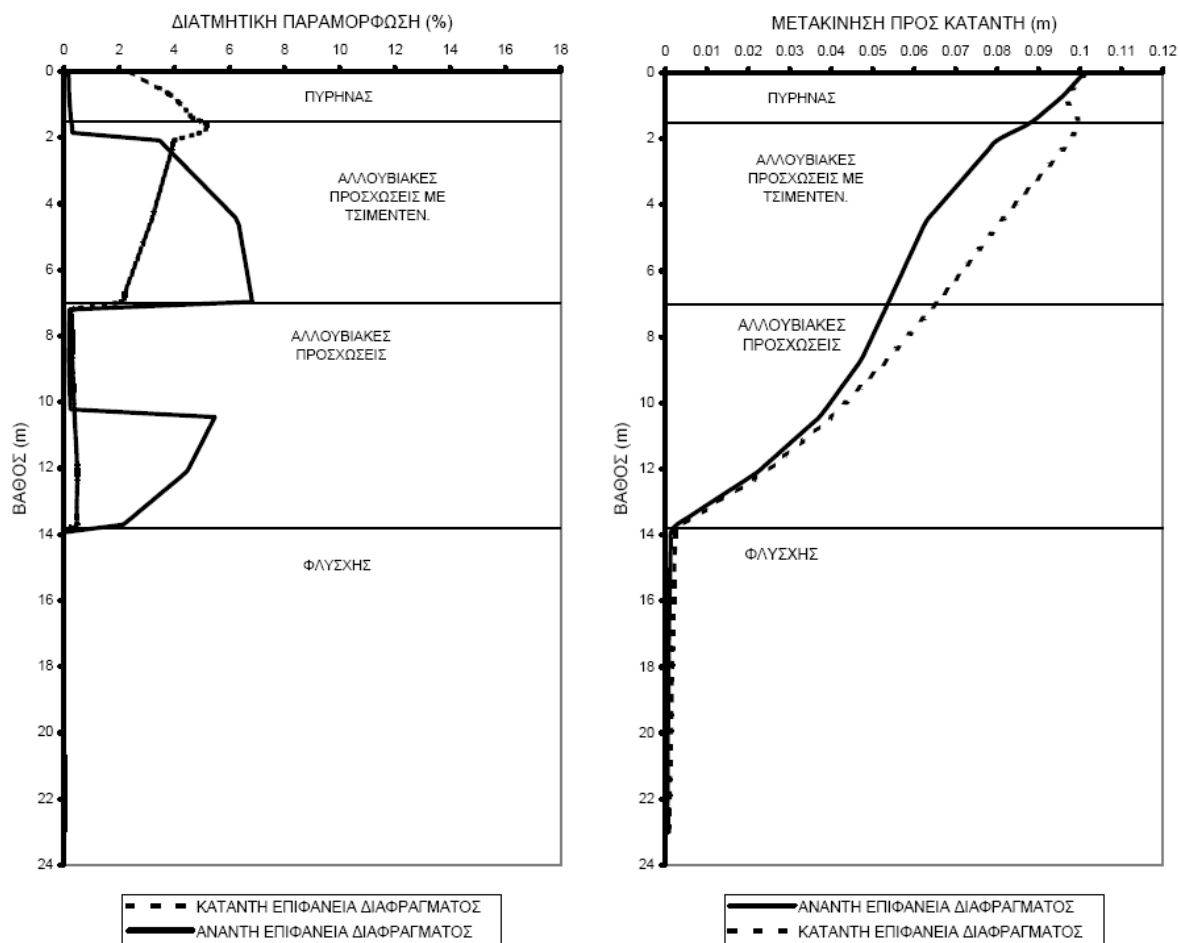
Λαμβάνοντας συντελεστή ασφαλείας $FS=2$, ο διαφραγματικός τοίχος θα πρέπει να έχει παραμόρφωση στη θραύση $\geq 7\% \cdot 2 = 14\%$.

Με βάση τους γεωτεχνικούς υπολογισμούς, ο διαφραγματικός τοίχος θα πρέπει να έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

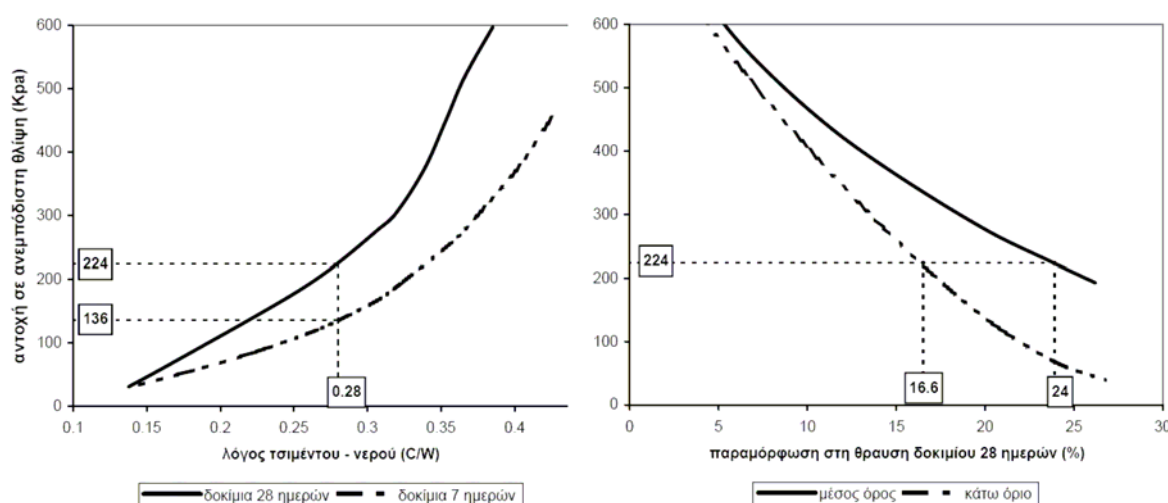
- Η οριακή παραμόρφωση θραύσης να είναι $\geq 14\%$
- Ο συντελεστής υδροπερατότητας πρέπει να είναι $K \leq 10^{-6} \text{ cm/sec}$
- Η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη πρέπει να είναι $\geq 130 \text{ KPa}$ (δοκίμια 24 ημερών)
- Η πυκνότητα του μείγματος θα πρέπει να είναι $\rho \geq 1.12 \text{ gr/cm}^3$

Σε όλα τα αναμείγματα λαμβάνεται μπεντονίτης 5% κατά βάρος αναμείγματος και επιβραδυντής 0.1% κατά βάρος τσιμέντου, σύμφωνα με τις οδηγίες της PCA (portlant cement association)

Από τα διαγράμματα αντοχής και παραμορφωσιμότητας των Millet et al, (1992), εικόνες 7 & 8, βρίσκουμε ότι η αναμενόμενη παραμόρφωση μείγματος με λόγο $C/B=0.28$ είναι $\geq 16.6\%$ και η αναμενόμενη παραμόρφωση μείγματος με λόγο $C/B=0.25$ είναι $\geq 18.3\%$, εικόνα 14.



Εικόνα 13. μετακινήσεις και παραμορφώσεις διαφραγματικού τοίχου από μείγμα C-B



Εικόνα 14. Εκτίμηση του αναγκαίου λόγου τσιμέντου - νερού μείγματος C-B με βάση τα διαγράμματα των εικόνων 7 & 8

Προκειμένου να επιλεγεί η καταλληλότερη σύνθεση μείγματος προτάθηκε να γίνει σειρά εργαστηριακών δοκιμών για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των μειγμάτων. Οι συνθέσεις που προτάθηκαν δίνονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα 2.

Πίνακας 2. προτεινόμενες δοκιμαστικές συνθέσεις μειγμάτων

Μείγμα	C/W	Νερό (kg/m ³)	Τσιμέντο (kg/m ³)	Μπετονίτης (kg/m ³)	Επιβραδυντής (kg/m ³)
1 ^ο	0.23	910	209.3	58.9	0.209
2 ^ο	0.25	904	226	60.3	0.226
3 ^ο	0.28	896	250,9	60.3	0.251

Οι αναμενόμενες ιδιότητες των μειγμάτων των δοκιμαστικών συνθέσεων δίνονται στον πίνακα 3

Πίνακας 3. εκτίμηση ιδιοτήτων των μειγμάτων των δοκιμαστικών συνθέσεων

Μείγμα	C/W	Παραμόρφωση στη θραύση (%)	Αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη δοκιμίων 24 ημερών (KPa)	Συντελεστής υδροπερατότητας (cm/sec)	Μοναδιαίο βάρος νωπού μείγματος (gr/cm ³)
1 ^ο	0.23	19.5>14	150>130	10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁷ ≤ 10 ⁻⁶	1.18>1.12
2 ^ο	0.25	18.3>14	178>130	10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁷ ≤ 10 ⁻⁶	1.19>1.12
3 ^ο	0.28	16.6>14	224>130	10 ⁻⁶ ~ 10 ⁻⁷ ≤ 10 ⁻⁶	1.21>1.12

Από κάθε μείγμα θα ληφθούν δοκίμια για την εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών με την πάροδο 3 ημερών, 7 ημερών, 28 ημερών και 90 ημερών.

Οι προτεινόμενες εργαστηριακές δοκιμές των δοκιμαστικών συνθέσεων δίνονται στον πίνακα 4 και το πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου της κατασκευής του διαφράγματος δίνεται στον πίνακα 5.

Πίνακας 4. προτεινόμενες εργαστηριακές δοκιμές για κάθε δοκιμαστική σύνθεση

Εργαστηριακές δοκιμές	Αριθμός δοκιμίων ηλικίας 3 ημερών	Αριθμός δοκιμίων ηλικίας 7 ημερών	Αριθμός δοκιμίων ηλικίας 24 ημερών	Αριθμός δοκιμίων ηλικίας 90 ημερών
Ανεμπόδιση θλίψη	3	3		
Ανεμπόδιση θλίψη με μέτρηση της παραμόρφωσης			3	3
Υδροπερατότητα			3	3

Πίνακας 5. Προτεινόμενο πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου της κατασκευής του διαφράγματος

Υλικά	Ιδιότητες	Απαιτήσεις ελέγχων	Συχνότητα ελέγχων	Προδιαγραφές
Μπετονίτης	Sodium montmorillonite clay	Πιστοποιητικά από το εργοστάσιο	1 σε κάθε παρτίδα	API 13A
Τσιμέντο	Portland Type I or I-II	Πιστοποιητικά από το εργοστάσιο	1 σε κάθε παρτίδα	ASTM C 150
Νερό μείγματος	a. pH b. σκληρότητα c. αλκαλικότητα	6 έως 9 < 250 ppm < 250 ppm	Σποραδικοί έλεγχοι	Hach Kit
Νωπό μείγμα	a. πυκνότητα	> 1.12 gm/cc	1 κάθε 10 m ³	API RP 13B-1

Υλικά	Ιδιότητες	Απαιτήσεις ελέγχων	Συχνότητα ελέγχων	Προδιαγραφές
τσιμέντου μπεντονίτη	b. ιξώδες (Marsh funnel)	> 40	1 κάθε 10 m ³	API RP 13B-1
	c. pH	> 10	Σποραδικοί έλεγχοι	Hach Kit
Δοκίμια 24 και 90 ημερών	a. δοκιμή θλίψης	> 130Kpa	1 κάθε 1000 m ³	ASTM D4832

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ικανοποιητικός σχεδιασμός του διαφραγματικού τοίχου στη θεμελίωση φραγμάτων απαιτεί την θεώρηση του τοίχου σαν υδατοδιάφραγμα και σαν δομικό στοιχείο. Η εκτίμηση των τιμών της παραμορφωσιμότητας και αντοχής του διαφραγματικού τοίχου, απαιτεί υπολογισμούς τάσεων και παραμορφώσεων και είναι καθοριστική της συμπεριφοράς του διαφράγματος ως δομικό στοιχείο. Στην εργασία δίνονται μεθοδολογίες συνθέσεων σύμφωνα με την τρέχουσα πρακτική στις ΗΠΑ για την καταρχήν διαστασιολόγηση του υλικού πλήρωσης του διαφράγματος. Πριν την ενσωμάτωση υλικών στο διάφραγμα, συντάσσεται πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών επί των δοκιμαστικών συνθέσεων, ώστε να προσδιοριστούν με επάρκεια οι απαιτούμενες ιδιότητες του υλικού πλήρωσης του διαφράγματος.

6 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

U.S. Army Corps of Engineers, 30 April 1993, Engineer Manual 1110-2-1901 - Seepage analysis and control for dams, change 1.

REMR 1992 Technical Note GT-SR-1.3 Design procedure for plastic concrete cut-off walls

Millet et al, 1992, USA practice slurry wall specifications 10 years later, ASTM PCN 04-011290-38, Slurry walls : design, construction, and quality control

Portland Cement Association, 1984, Cement bentonite slurry trench cut-off walls