



**ΠΕΔΜΕΔΕ (1935)**  
 Ασκληπιού 23  
 106 80 Αθήνα



**ΠΕΔΜΗΕΔΕ (1970)**  
 Αχαρνών 35  
 104 39 Αθήνα

# Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΔΟΣΗ ΠΕΔΜΕΔΕ-ΠΕΔΜΗΕΔΕ ΠΕΡΙΟΔΟΣ Δ' Νο 107 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2006

**7° ΕΤΗΣΙΟ  
 ΠΑΝΕΥΡΩΠΑΪΚΟ  
 ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
 για τις ΣΔΙΤ**

**Το αδιέξοδο της ενημερότητας  
 πτυχίου και του ΜΕΕΠ**

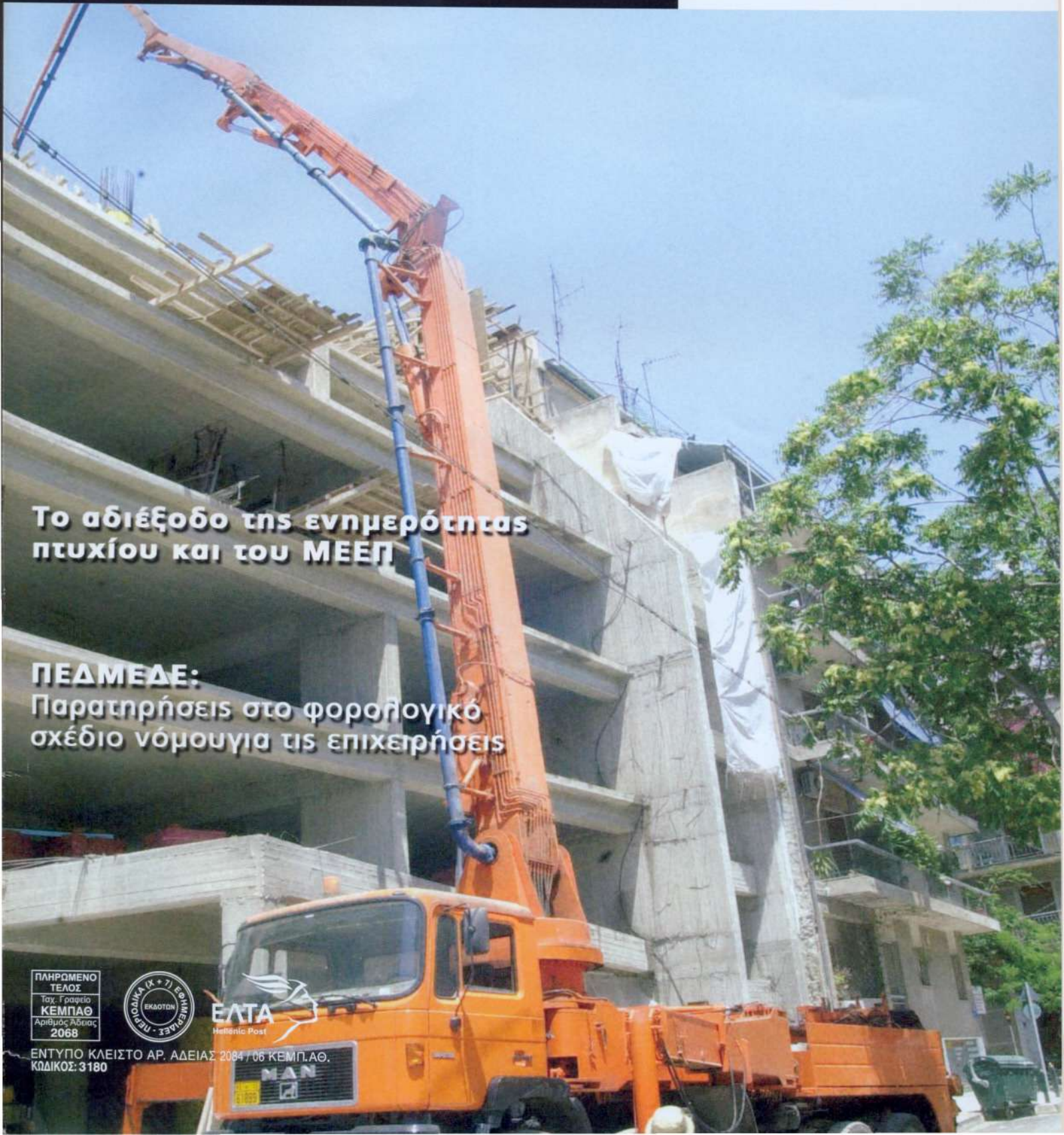
**ΠΕΔΜΕΔΕ:**  
 Παρατηρήσεις στο φορολογικό  
 σχέδιο νόμου για τις επιχειρήσεις

ΠΛΗΡΩΜΕΝΟ  
 ΤΕΛΟΣ  
 Ταχ. Γραφείο  
**ΚΕΜΠ**  
 Αριθμός Άδειας  
 2068



**ΕΛΤΑ**  
 Hellenic Post

ΕΝΤΥΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΡ. ΑΔΕΙΑΣ 2084 / 06 ΚΕΜΠ.ΑΘ.  
 ΚΩΔΙΚΟΣ: 3180





## ΥΨΗΛΟ ΕΠΙΧΩΜΑ ΚΟΜΒΟΥ ΜΕΤΣΟΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟ

του Νίκου Κορωνάκη-Όμικρον Κάπα Μελετητική ΕΠΕ



Η περιοχή κατασκευής των υψηλών επιχώματων Ε1 και Ε2 του κόμβου Μετσόβου της Εγνατίας Οδού, εκτείνεται από το τέλος της σήραγγας Καλαμιών έως την αρχή της σήραγγας του Αγίου Νικολάου. Στο σύνολο της, η περιοχή χαρακτηρίζεται ως ορεινή με υψόμετρα κυμαινόμενα από +950 έως +1190 m.

Το επίχωμα Ε1 αποτελεί τη διέλευση της οδού πάνω από την κοιλάδα του Κρανορέματος, η οποία περιλαμβάνει χείμαρρο με μόνιμη ετήσια ροή και εμφανίζεται μορφολογικά ασύμμετρη, με δυτικά ομοιόμορφα απότομα πρηνή, κλίσης 45Γ – 50Γ και ανατολικά ανομοιόμορφα ήπια πρηνή, μέσης κλίσης 35Γ.

Το επίχωμα Ε2 αποτελεί τη διέλευση των κλάδων 1 και 2 του Α/Κ Μετσόβου πάνω από τα ανατολικά ήπια φυσικά πρηνή της κοιλάδας του Κρανορέματος. Ειδικά το εν λόγω επίχωμα αναπτύσσεται προς την πλευρά της κοιλάδας ως κανονικό επίχωμα οδοποιίας, ενώ στην εσωτερική πλευρά του κυκλικού τόξου των κλάδων μορφώνεται ενιαία, καταλαμβάνοντας και το δημιουργούμενο υψομετρικά κενό χώρο μεταξύ φυσικού εδάφους και ερυθράς της οδού, με συνέπεια τη δημιουργία πλατώματος, διαμέτρου 90m περίπου.

Και τα δύο επίχωματα θεωρούνται "υψηλά", με τη διαφορά ότι το επίχωμα Ε2 αναπτύσσεται σε ύψος 27m περίπου, στη δυσμενέστερη διατομή του, ενώ το δυσμενέστερο ύψος του επιχώματος Ε1 είναι περίπου 50,0 m.

Η περιοχική έδραση του επιχώματος Ε1 αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από το σχηματισμό των παχυστρωματωδών ψαμμιτών, που αποτελεί ένα από τα βασικά μέλη του φλύσχη της Πίνδου. Ο σχηματισμός αυτός θεωρείται πέτρωμα ικανής αντοχής και καλής διαμητικής συμπεριφοράς. Η περιοχική έδραση του επιχώματος Ε2 αποτελείται από το σχηματισμό των ερυθροπηλιτών, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως ένα «χαστικό» σύστημα, αποτελούμενο από ερυθρούς και γκριζούς ιλυόλιθους σε επαφή με ακανόνιστα σχήματα τεμαχίων ψαμίτη, ο οποίος με τη σειρά του εμφανίζεται είτε με τη μορφή ακανόνιστων εγκλεισμάτων μικρών διαστάσεων είτε με τη μορφή μεγάλων φακοειδών παρεμβολών.

Από άποψης σεισμικής επικινδυνότητας, η περιοχική κατασκευής των επιχωμάτων εντάσσεται, κατά Ε.Α.Κ., στη ζώνη II με συντελεστή σεισμικής επιτάχυνσης  $a_x = 0,16g$  -  $a_y = 0,04g$ .

Για τη γεωμετρία διαμόρφωσης των επιχωμάτων, διενεργήθηκαν αναλύσεις ευστάθειας σε κρίσιμες διατομές, διαστασιολογήθηκαν μέτρα ενίσχυσης και όπλισης συγκεκριμένων βαθμιδών και ελέγχθηκαν οι συνθήκες θεμελίωσης ως και η εκδήλωση καθιζήσεων και συνιζήσεων. Βάσει των εν λόγω αναλύσεων, ελέγχων και διαστασιολογήσεων,

καθορίστηκαν οι απαιτήσεις κατασκευής, τα στοιχεία ενίσχυσης και όπλισης του επιχώματος, τα μέτρα προστασίας καθώς και η μεθοδολογία κατασκευής.

Για την κατασκευή των επιχωμάτων χρησιμοποιήθηκαν βραχώδη-ημιβραχώδη υλικά, που προέκυψαν από τις εκσκαφές στα γειτονικά τμήματα του έργου. Για να εξασφαλιστεί η ευστάθεια του επιχώματος προτάθηκαν επιπλέον απαραίτητα μέτρα αύξησης της αντοχής, όπως αγκύρωση της βάσης του επιχώματος και εφαρμογή οπλισμένης γης σε πρηνή του επιχώματος με υψηλή κλίση. Η εξασφάλιση της ευστάθειας έγινε με την τήρηση των συντελεστών ασφαλείας που προδιαγράφονται από τους ισχύοντες κανονισμούς (στην περίπτωση αυτού του έργου οι προδιαγραφές Ο.Σ.Μ.Ε.Ο της ΕΟΑΕ). Με το συντελεστή ασφαλείας καλύφθηκαν οι τυχόν δυσμενείς παραδοχές κατά τον υπολογισμό, η έλλειψη γνώσης της ακριβούς χωρικής κατανομής του γεωλογικού υποβάθρου, η τυχόν υπερεκτίμηση των παραμέτρων αντοχής του υλικού επίχω-

σης και η απομείωση των παραμέτρων αντοχής των υλικών με την πάροδο του χρόνου.

Οι έλεγχοι ευστάθειας έγιναν με συνδυασμούς μόνιμων και κινητών φορτίων καθώς και με σεισμική δράση και με παρουσία υπογείου νερού. Για να υπάρχει αυξημένη βεβαιότητα υπέρ της ασφάλειας έγιναν έλεγχοι ευστάθειας με διαφορετικές μεθόδους υπολογισμού καθώς και με έλεγχο διαφορετικών δυνατών μηχανισμών αστοχίας ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια του έργου.

Τα φορτία προέρχονταν από το ίδιο βάρος - μόνιμα - και από τη λειτουργία του έργου (φορτία κυκλοφορίας) - κινητά. Η συμβολή του φορτίου στον συντελεστή ασφαλείας ήταν δυσμενής ή ευμενής ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας αστοχίας σε κάθε λωρίδα.

Στις αναλύσεις που διενεργήθηκαν λήφθηκαν υπόψη :

- Τα φορτία λόγω ιδίου βάρους
- Φορτίο κυκλοφορίας 20 kN/m<sup>2</sup>
- Σεισμικά φορτία κατά Ε.Α.Κ.
- Παρουσία υπόγειων υδάτων

Η σεισμική δράση εισήχθη στον υπολογισμό του συντελεστή ασφαλείας ως ένα ψευδοστατικό φορτίο επί των λωρίδων. Η εισαγωγή των υπογείων υδάτων στον υπολογισμό του συντελεστή ασφαλείας έγινε μέσω των ενεργών τάσεων και τα στοιχεία συνάφειας χρησιμοποιήθηκαν για να προσομοιώσουν τη δράση της οπλισμένης γης.

Τα στοιχεία οπλισμένης γης προσομοιώθηκαν με τα στοιχεία συνάφειας. Τα στοιχεία οπλισμένης γης εφαρμόστηκαν στις δύο υψηλότερες βαθμίδες του επιχώματος εκεί όπου υπήρχαν έντονες κλίσεις, ώστε ο σχεδιασμός να είναι ευσταθής. Οι δύο ανώτερες υψομετρικά βαθμίδες είχαν κλίση 2 : 1 και 1 : 1. Για να είναι ευσταθείς οι εν λόγω κλίσεις έγινε εφαρμογή στοιχείων οπλισμένης γης.

Καταρχήν διενεργήθηκαν έλεγχοι με μήκος όπλισης 15m, οι οποίοι έδειξαν ότι με αυτό το μήκος δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η γενική ευστάθεια των επιχωμάτων στις περιοχές όπου το ύψος των πρηνών είναι άνω των 20m (δηλαδή όταν έχουμε περισσότερες από δύο βαθμίδες).

Επιπλέον διενεργήθηκαν επιπρόσθετοι έλεγχοι ευστάθειας των επιχωμάτων στις κρίσιμες διατομές ελέγχου.

Στις διατομές των επιχωμάτων έγιναν οι εξής έλεγχοι:

Οι έλεγχοι με τη μέθοδο Janbu έγιναν καθορίζοντας πολυγωνικές μορφές αστοχίας. Οι επιφάνειες αστοχίας πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν φυσικό νόημα πλησιάζοντας προκαθορισμένες μορφές και επικίνδυνες επιφάνειες. Γίνονται αρκετοί έλεγχοι με διάφορες επιφάνειες αστοχίας ώστε να υπολογιστεί ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας.

Οι έλεγχοι βαθιάς αστοχίας του επιχώματος Ε1 με τη μέθοδο Spencer



έγιναν οριζόντιες δύο πολυγωνικές 3 σημείων. Έπειτα ελέγχθηκαν διάφορες επιφάνειες αστοχίας μεταξύ αυτών των δύο πολυγωνικών και προέκυψε ο μηχανισμός με τους ελάχιστους συντελεστές ασφαλείας για στατική φόρτιση και για σεισμικό φορτίο. Εξετάστηκε, ακόμη, η επιρροή της κλίσης των στρώσεων του ψαμμίτη στο θεμέλιο του Ε1 μεταβάλλοντας την κλίση τους μεταξύ των γωνιών 42ο και 10ο.

Βάσει των αποτελεσμάτων των αναλύσεων που διενεργήθηκαν, προέκυψε ότι :

- Για την κατασκευή των επικωμάτων Ε1 και Ε2 απαιτείται η χρήση ψαμμιτικού υλικού.

- Απαιτείται η εφαρμογή στοιχείων ενίσχυσης του σώματος του επικώματος μήκους 20 m, για την πρώτη βαθμίδα, κλίσης 2:1 και 25 m για τη δεύτερη βαθμίδα, κλίσης 1:1, αντοχής λειτουργίας 37kN/m.

- Οι μη οπλισμένες βαθμίδες του επικώματος Ε2 κατασκευάζονται με κλίση 1:2.

- Το έδαφος θεμελίωσης αναμένεται να λάβει με ασφάλεια τα φορτία από την κατασκευή του επικώματος.

Υπό τα ανωτέρω χαρακτηριστικά κατασκευής των επικωμάτων ικανοποιήθηκαν οι οριζόμενες στον Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. απαιτήσεις ως προς τους συντελεστές ασφαλείας. Επίσης, προέκυψε ότι σε καμία περίπτωση δεν έπρεπε να χρησιμοποιηθεί ο ιλύολιθος ως υλικό κατασκευής των επικωμάτων.

Τα προϊόντα εκκαφής των παρακειμένων σηράγγων του έργου χρησιμοποιήθηκαν ως υλικά κατασκευής των επικωμάτων, με απαραίτητη προϋπόθεση την ψαμμιτική τους σύσταση και μετά από κατάλληλη διαλογή και επεξεργασία.

Η διάστρωση έγινε σε επάλληλες στρώσεις ομοιόμορφου πάχους παράλληλες προς την επιφάνεια θεμελίωσης και σε όλο το πλάτος του επικώματος. Οι επάλληλες στρώσεις του υλικού επίχωσης διαμορφώθηκαν με πάχος έως 1m για τις ζώνες των επικωμάτων στις οποίες δεν εφαρμόστηκαν στοιχεία ενίσχυσης – οπλισμός, ενώ στις ζώνες των επικωμάτων όπου εφαρμόστηκαν στοιχεία ενίσχυσης – οπλισμός το υλικό επίχωσης διαστρώθηκε σε στρώσεις πάχους 0,5m και κατά τρόπον ώστε να ταυτίζεται με τα επίπεδα τοποθέτησης των στοιχείων ενίσχυσης.

Στις περιοχές οπλισμένης γης, έγινε η διάστρωση με επιμέλεια ώστε να μην τραυματίζεται ο οπλισμός (κίνδυνος διάτρησης των γεωπλεγμάτων ή κίνδυνος καταστροφής της επικάλυψης των χαλύβδινων πλεγμάτων με συνέπεια την έκθεσή τους στην υγρασία και την οξειδωσή τους).

Το σύστημα οπλισμένης γης που προτάθηκε ήταν τα στοιχεία TERRAMESH SYSTEM σε συνδυασμό με γεωπλέγματα. Οι υπόλοιπες λύσεις που εξετάστηκαν για το θέμα της οπλισμένης γης, εκτός από τα στοιχεία TERRAMESH SYSTEM ήταν τα γεωφράσματα, καθώς και τα γεωπλέγματα σε συνδυασμό με διαμόρφωση μετώπου από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος.

Αυτές οι λύσεις αποκλείστηκαν για τους παρακάτω λόγους:



- Όσον αφορά τα γεωφράσματα, παρουσιάζουν μεγάλες παραμορφώσεις κατά το στάδιο της λειτουργίας και έχουν μεγάλη ευαισθησία ως προς το υλικό πλήρωσης. Συγκεκριμένα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο επίκωμα είναι έντονα γωνιώδη και μπορούν να τραυματίσουν το υλικό των γεωφραμάτων.

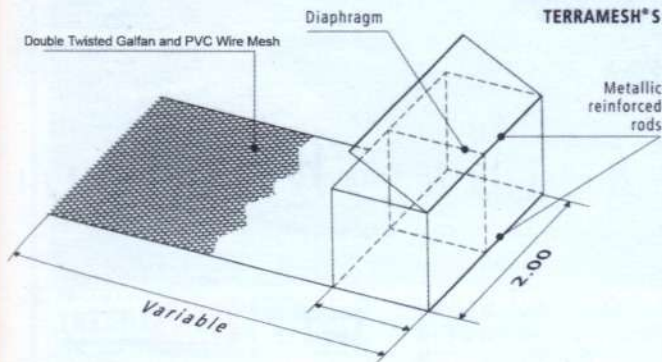
- Στα γεωπλέγματα το μέτωπο μπορεί να διαμορφωθεί με προκατασκευασμένα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος ή με κοκκοφοίνικα. Η πρώτη λύση αποκλείεται λόγω περιβαλλοντικών και αισθητικών λόγων. Για τη δεύτερη λύση πρέπει να διερευνηθεί το είδος της βλάστησης που αντέχει στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Όσον αφορά τα στοιχεία TERRAMESH SYSTEM, τα οποία συνδυάζονται με γεωπλέγματα, μπορούν να κατασκευαστούν σε βαθμίδες κάθε κλίσης (ακόμη και κάθετες). Παρουσιάζουν μικρές παραμορφώσεις και καλή ικανότητα φύτευσης και προστασίας. Τα συστήματα αυτά δεν μπορούν να δεχθούν υδροσπορά, μπορούν όμως να έχουν σποραδικό πρασίνισμα του μετώπου με διάφορους τρόπους όπως κατά το στάδιο της λιθοπλήρωσης να ενσωματώνονται μοσχεύματα των οποίων το ριζικό σύστημα να φτάνει μέχρι το βάθος της επίχωσης ή να δημιουργούνται κάποια «κενά» πάλι στο στάδιο της λιθοπλήρωσης, τα οποία θα γεμίζουν με φυτική γη και σπόρους ώστε να εμφανιστεί σποραδική βλάστηση.

Για την κατασκευή της οπλισμένης γης επιλέχθηκε ο τύπος «TERRAMESH® SYSTEM», του οίκου OFFICINE MACCAFERRI SpA (TEMKA Ε.Π.Ε.). Πρόκειται για σύστημα (σx.1) κατασκευασμένο από διπλής πλέξης εξαγωνικό πλέγμα από σύρμα κράματος Al/Zn (galfan) και με επένδυση rnc διαμέτρου σύρματος 2,7/3,7 mm, βρόγχου 8 x 10, και τυπικών διαστάσεων (που επιλέγονται για την περίπτωση αυτή) μήκους 4m, πλάτους 2m και ύψους 1m στις βαθμίδες που οπλίζονται με κλίση 2:1 και 0,5m στις βαθμίδες που οπλίζονται με κλίση 1:1.

Το υλικό πλήρωσης των στοιχείων TERRAMESH SYSTEM, πρέπει να έχει μέγεθος μεταξύ 10 και 20cm. Τα στοιχεία αυτά παραλαμβάνονται στον χώρο του έργου διπλωμένα, ανοίγονται και γεμίζονται με τις αντίστοιχες πέτρες. Ανά τρέχον μέτρο της κατασκευής υπάρχει διάφραγμα με τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά βρόγχου και διαμέτρου σύρματος. Για την όπλιση του επικώματος επιλέχθηκε η χρήση γεωπλέγματος τύπου Paralink 400, του οίκου OFFICINE MACCAFERRI SpA (TEMKA Ε.Π.Ε.). Για την επιλογή του τύπου του γεωπλέγματος ελήφθη υπόψη ότι η ονομαστική αντοχή των γεωπλεγμάτων μειώνεται, διαιρούμενη δια ενός συντελεστή ασφαλείας, ο οποίος προκύπτει ως γινόμενο τεσσάρων επί μέρους συντελεστών:

- 1.συντελεστής ασφαλείας έναντι φθορών κατά την εγκατάσταση
  - 2.συντελεστής ασφαλείας έναντι ερπυσμού
  - 3.συντελεστής ασφαλείας έναντι χημικών διεργασιών
  - 4.συντελεστής ασφαλείας έναντι βιολογικών διεργασιών.
- Λόγω της σημασίας του έργου και λόγω του μεγάλου ύψους του,





επιλέχθηκε ο τύπος 400M (400kN/m) με πολυεστερικό πυρήνα και μικρό συντελεστή ερπισμού. Η αντοχή που ελήφθη υπόψη στις αναλύσεις ευστάθειας ήταν 37 kN/m.

Για την κατασκευή του TERRAMESH SYSTEM σε συνδυασμό με γεωπλέγματα σε σχέση με τη διαμόρφωση των βαθμιδών 2:1 και 1:1 ισχύουν τα ακόλουθα:

- Στην βαθμίδα 2:1 χρησιμοποιούνται στο μέτωπο, TERRAMESH SYSTEM διαστάσεων 1m x 1m και μήκους 2m. Το υπερκείμενο TERRAMESH SYSTEM εδράζεται πάνω στο 1/2 του μήκους του υποκείμενου TERRAMESH SYSTEM και το υπόλοιπο μήκος πάνω στο υλικό του επικώματος.

- Στην βαθμίδα 1:1 χρησιμοποιούνται TERRAMESH SYSTEM διαστάσεων 1m x 0,5m x 2m. Το υπερκείμενο TERRAMESH SYSTEM εδράζεται πάνω στο 1/2 του μήκους του υποκείμενου TERRAMESH SYSTEM και το υπόλοιπο μήκος πάνω στο υλικό του επικώματος. Η ως άνω διαφοροποίηση επιβάλλεται λόγω της δυσκολίας διαμόρφωσης της επιθυμητής τελικής κλίσης του πρηνούς, ενώ δεν εφαρμόζεται στην ανώτερη βαθμίδα (με κλίση 2:1) για λόγους οικονομίας.

- Στις βαθμίδες όπου τοποθετούνται TERRAMESH SYSTEM και γεωπλέγματα, αυτά εδράζονται σε όλο το πλάτος της βάσης τους επί των γεωπλεγμάτων ώστε να εξασφαλίζεται η συνεργασία τους.

Το μήκος όπλισης, ήταν 20m για την πρώτη βαθμίδα και 25m για την δεύτερη βαθμίδα των επικωμάτων. Με αυτό το μήκος, εξασφαλίστηκε η συνολική ευστάθεια του επικώματος.

Η αντιδιαβρωτική προστασία στις υψηλές βαθμίδες με κλίσεις 2:1 και 1:1, επιτεύχθηκε με την εφαρμογή του συστήματος οπλισμένης γης TERRAMESH SYSTEM, η δε φύτευση έγινε με μοσχεύματα σε φυτικό έδαφος προστατευόμενο από γεωϋφάσματα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά κατασκευής των επικωμάτων και ειδικότερα το γεγονός ότι κατασκευάζονται με αδρομερή σχετικά τεμάχια ψαμμιτικού υλικού, κρίθηκε απαραίτητη η εφαρμογή κατάλληλης

διάταξης συγκράτησης του φυτικού υλικού για την ανάπτυξη βλάστησης. Ως πλέον κατάλληλη διάταξη κρίθηκε το γεώπλεγμα τύπου MACMAT-R® του οίκου OFFICINE MACCAFERRI SpA (TEMKA Ε.Π.Ε.). Πρόκειται για τρισδιάστατο πολυμερικό υλικό (πολυπροπυλένιο) και χαλύβδινο πλέγμα, διπλής πλέξης, πεπλεγμένα κατά την διαδικασία παραγωγής. Το σύρμα του πλέγματος είναι από χάλυβα με προστασία galfan (ειδικό κράμα 5% Al - 95% ZN), με διαστάσεις βρόγχου 6x8 εκ. και ονομαστικού πάχους 10 mm. Η εφελκυστική του αντοχή ανέρχεται σε 38-50 kg/mm<sup>2</sup> (κατά BS 1052/80), με ανοχές 0,06 έως 0,10 mm. Η συναρμολόγηση και ανάπτυξη εκτελείται με μετακίνηση των ρολών και τοποθέτηση στην τελική τους θέση. Για τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα αναβλάστησης (κατόπιν υδροσποράς) γίνεται ιδιαίτερη μνεία στο ότι το γεώπλεγμα MACMAT-R θα πρέπει να αγκυρώνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να έρχεται σε όσον το δυνατόν μεγαλύτερη επαφή με το έδαφος, ούτως ώστε να μην υπάρχουν κενά κάτω από το πλέγμα, γεγονός που θα βοηθήσει στην ανάπτυξη των ριζικών συστημάτων. Για να επιτευχθεί η πλέον ασφαλής συρραφή από την οποία εξαρτάται η ασφάλεια της όλης κατασκευής του έργου, χρησιμοποιούνται ειδικοί συνδετήρες (δακτυλίδια) τα οποία είναι κατασκευασμένα από χάλυβα υψηλής εφελκυστικής αντοχής (170 kgs/mm<sup>2</sup>) και εφαρμόζονται με ειδικό πνευματικό πιστόλι.

Η οριστική μελέτη του έργου έγινε για λογαριασμό της «Εγνατίας Οδού Α.Ε.» από την «ΟΜΙΚΡΟΝ ΚΑΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Ε.Π.Ε.», η δε κατασκευή του από την «Κ/Ε ΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε. - ΑΒΑΞ Α.Ε. - ΑΘΗΝΑ ΑΕΤΒ & ΤΕ - ΜΟΧΛΟΣ Α.Ε.- εργοταξίαρχης : Ν. ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ - Χ. ΤΑΣΙΟΣ».