

ΕΡΓΟ : "ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΑΠΌ ΘΕΟΜΗΝΙΑ
ΣΤΗ Δ.Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ ΔΗΜΟΥ ΒΟΛΟΥ"

ΘΕΣΗ : Δ.Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ : ΝΙΚΟΣ ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΜΑΪΟΣ 2020

ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

ΕΡΓΟ: ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

ΖΗΜΙΩΝ ΑΠΟ ΘΕΟΜΗΝΙΑ

ΣΤΗ Δ.Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ

ΔΗΜΟΥ ΒΟΛΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα τεχνική έκθεση αφορά την αστοχία (κατολίσθηση) που έγινε στην επαρχιακή οδό Μακρινίτσας-Κουκουράβας-Βόλου στη θέση "Μπράνη", ακριβώς κάτω από την ομώνυμη πλατεία, η οποία αποτελεί και το χώρο στάθμευσης των οχημάτων του οικισμού της Μακρινίτσας.

Η αστοχία έλαβε χώρα μετά από εκτεταμένης χρονικής διάρκειας ισχυρής βροχόπτωσης στις 3 και 4 του μηνός Απριλίου του έτους 2020. Η κατολίσθηση εκδηλώθηκε στο κατάντη πρανές της οδού σε μήκος περίπου 30,0m με μετατόπιση του υπάρχοντος τοίχου βαρύτητας και αστοχία και απώλεια του μισού οδοστρώματος. Ταυτόχρονα και σε όλη την εσωτερική πλευρά της οδού επί μήκος 85,0m έχει εκδηλωθεί αστοχία του οδοστρώματος με εμφανή μετακίνηση των υλικών του μανδύα προς το ρέμα και υποχώρηση των υπαρχόντων τοιχείων (όπου υπάρχουν). Λόγω του μικρού πλάτους της οδού σήμερα έχει αποκοπεί τελείως η κυκλοφορία, ενώ νέα πιθανά δυσμενή καιρικά φαινόμενα θα οδηγήσουν και σε αστοχία του υπόλοιπου τμήματος του οδοστρώματος και του πλατώματος της πλατείας.

Επίσης και σε όλη την εξωτερική πλευρά της οδού επί μήκους περίπου 110,00m έχει εκδηλωθεί αστοχία του οδοστρώματος με εμφανείς μικρομετακινήσεις και ρωγμές στην άσφαλτο. Σε όλο το ανωτέρω μήκος παρατηρείται αργή και σταδιακή μετακίνηση των υλικών του μανδύα προς το ρέμα και υποχώρηση των υπαρχόντων τοιχείων.

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι:

A. Να αποκατασταθεί η βατότητα και κυκλοφορία της οδού στο σημείο της μέγιστης αστοχίας με μήκος περίπου 25.00μ

B. Να προταθούν έργα γενικότερης σταθεροποίησης σε συνολικό μήκος 85,00 σε τμήματα τα οποία υπάρχουν τοιχία και είναι εν δυνάμει προς αστοχία

Γ. Να βελτιωθούν τα μετρικά στοιχεία της οδού και να εξασφαλισθούν οι συνθήκες ασφαλείας για την κυκλοφορία πεζών και οχημάτων

Συνολικά το μήκος παρέμβασης θα χωρίζεται σε δύο τμήματα:

A. πρώτο τμήμα: Από την διασταύρωση με την εθνική οδό και μέχρι 10,00μ μετά το τεχνικό του πλακοσκεπούς οχετού μήκος $L=85,00\mu$

B. το δεύτερο τμήμα: Από υπάρχον τοίχείο και 25,00 μ μετά προς Βόλο έναντι ιδιοκτησία Καραμανλή που θα αφορά μόνο έργα οδοποιίας και οδοστρωσίας.

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Εντός του οικισμού της Μακρινίτσας στη θέση "Μπράνη", όπου σταθμεύουν τα οχήματα των κατοίκων του οικισμού αλλά και των επισκεπτών, στην αρχή της πλατείας και σε διασταύρωση με το εθνικό δίκτυο Βόλου-Μακρινίτσας ξεκινάει η επαρχιακή οδός Μακρινίτσας-Κουκουράβας-Βόλου. Στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχει ρέμα με τεχνικό πλακοσκεπούς σε μεγάλη κλειστή στροφή του δρόμου σε απόσταση περίπου 60,0m από τη διασταύρωση με το εθνικό δίκτυο.

Η μέση μορφολογική κλίση στη θέση αυτή στο κατάντη του δρόμου πρανούς είναι 65°, ενώ στο ανάντη τμήμα της οδού υπάρχουν υψηλά τοιχεία βαρύτητας για τη δημιουργία του πλατώματος του χώρου στάθμευσης. Στο πρώτο αυτό τμήμα, προς την αρχή της διασταύρωσης, σημειώθηκε κατολίσθηση και ευρεία αστοχία του ½ οδοστρώματος με ταυτόχρονη μετακίνηση του τοιχείου βαρύτητας που υπήρχε στο κατάντη όριο κατά 9,0m. Το άλμα (κάθισμα) το οποίο προκλήθηκε στην αρχή ήταν της τάξεως του 1,0m ενώ στη συνέχεια σταθεροποιήθηκε (προσωρινά) στα 3,0m περίπου. Ταυτόχρονα, σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου, στο κατάντη όριο αποχετεύονταν σημαντική ποσότητα νερού και λάσπης (λασπορροή). Το εύρος της διαταραγμένης ζώνης στη θέση αυτή είναι περίπου 30,0m. Στο δεύτερο τμήμα (από το ρέμα και προς το Βόλο) και σε μήκος περίπου 60,0m παράλληλα με το ρέμα, διαπιστώνεται ευρεία διαταραγμένη ζώνη, η οποία έχει επηρεάσει το οδόστρωμα με ταυτόχρονη μετατόπιση των τοίχων αντιστήριξης (βαρύτητας) προς την πλευρά του ρέματος. Επίσης, και στο σημείο αυτό το ύψος του πρανούς είναι μεγάλο, όπως και η μορφολογική κλίση της τάξεως των 50°.

4. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από την επιτόπια αυτοψία και την εξέταση των μετώπων της αστοχίας ο επιτόπιος σχηματισμός (εκτιμάται σε πάχος 6,0m περίπου) είναι μανδύας αποσάθρωσης του σχιστόλιθου αποτελούμενος από αμμοϊλύες με διάσπαρτα αδρομερή, μεγέθους έως

μεγάλων χαλίκων χρώματος καστανού έως καστανότεφρου. Πρόκειται για χαλαρό σχηματισμό χαμηλής διατμητικής αντοχής και αυξημένης υδατοπερατότητας. Σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου, από τα ανάντη τοιχεία αλλά και από την εδαφική μάζα, εκφορτίζονται σημαντικές ποσότητες υδάτων. Η κατολίσθηση συνδέεται άμεσα με την έντονη κυκλοφορία νερού στο σώμα του πρανούς και την αύξηση της πίεσης του νερού των πόρων (μείωση των ενεργών τάσεων, μείωση διατμητικής αντοχής, αστοχία). Εξ' άλλου, από τη γεωτεχνική μελέτη του έργου "Παράκαμψη Μπράνης", τμήμα του χάρτη που επισυνάπτεται αναφέρει ότι στη συγκεκριμένη θέση υπάρχει "μανδύας αποσάθρωσης μαρμαρυγιακών και αμφιβολιτικών σχιστόλιθων πάχους 1,50m.

5. ΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Αποκατάσταση οδού μέσου πλάτους $b=5,50\text{m}$ (από 4,50 έως 7,0m)
- Μήκος οδού προς αποκατάσταση $L=85,00\text{m}$
- Κατασκευή μικροπασσάλων $D=0,45\text{m}$ μήκος 10,00m και 12,00 m από σκυρόδεμα C25/30
- Συρματοκιβώτια : μήκος $L = 10,00\text{m}$ μέσο ύψος 5,00m
- Αποκατάσταση οδοστρώματος
- Οδοστρωσία : $500,00\text{m}^2$
- Ασφαλτική : $600,00\text{m}^2$

6. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

- Για το υπόβαθρο (σχιστολιθικό) με βάση τους γεωλογικούς χάρτες του ΙΓΜΕ ελήφθησαν τα παρακάτω στοιχεία (ΒΛΕΠΕ ΧΑΡΤΗ).

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Πρόκειται για γνευσίους, μαρμαρυγικούς και αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους με συχνές ενστρώσεις μαρμάρων. Είναι στεγανοί σχηματισμοί με μεγάλο πάχος και ικανοποιητική ομοιόμορφη συμπεριφορά σε στατικές και δυναμικές φορτίσεις.

Από τα ανωτέρω σε συνδυασμό με τις επί τόπου αυτοψίες και την γενική γνώση από βιβλιογραφία εκλέχθηκαν οι ακόλουθοι παράμετροι μηχανικής αντοχής και παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας.

- Συνοχή $C = 100\text{KPa}$
- Γωνία τριβής $\phi=35^\circ$
- Μέτρο παραμόρφωσης $E_m = 100\text{MPa}$
- Ειδικό βάρος $\gamma_b = 24,0\text{ KN/m}^3$

Για τις κρατούσες υδραυλικές συνθήκες, θεωρήθηκε τιμή του συντελεστή ανοιγμένης πίεσης $ru = \frac{u}{\gamma \cdot h}$ ίση προς 0,15, η οποία οδηγεί σε ρεαλιστικές τιμές των παραμέτρων αντοχής.



Μεταμορφωμένα πετρώματα: γνεύσιοι, μαρμαρυγικοί, αμφιβολιτικοί και άλλοι σχιστόλιθοι, χαλαζίτες και ομφιβολίτες, με συχνές ενστώσεις μαρμάρων και σιπολινών. Στεγανοί σχηματισμοί με τέλεια σχιστότητα και μεγάλο πάχος, με χαρακτηριστική ομοιογένεια και ικανοποιητική ομοιόμορφη συμπεριφορά σε στατικές και δυναμικές φορτίσεις. Σε υγρή κατάσταση χαρακτηρίζονται από υψηλές μηχανικές αντοχές.

Όπως και οι φυλλιτικοί σχηματισμοί οι περισσότεροι λιθολογικοί τύποι είναι ευαποσάθρωτοι και καλύπτονται από χαλαρά εδαφικό μανδύα κυμαινόμενου πάχους, με αποτέλεσμα στην επαφή προς το μητρικό πέτρωμα να εκδηλώνονται ηγείς μικρής συνήθως παροχής. Πέρα από την ανισοτροπία που εισάγεται από τη σχιστότητα, η γεωμηχανική συμπεριφορά και οι τιμές των μηχανικών χαρακτηριστικών επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από την ένταση και την έκταση των δευτερογενών διεργασιών (ενδογενών και εξωγενών), που συνδέονται απωσθήματα με την αρχική λιθολογική σύσταση. Οι ενδογενείς διεργασίες εξαλλοίωσης και αποσάθρωσης οδηγούν συχνά στην εμφάνιση χαλαρωμένου πετρώματος σε σημαντικό βάθος (πολλές φορές μη αναμενόμενα) και μπορούν να προκαλέσουν την εμφάνιση σοβαρών αστοχιών.

Στα φυσικά πρανή η κλίση ευσταθείας είναι κατά κανόνα ισχυρή, όταν όμως διαταραχθούν οι συνθήκες φυσικής ισορροπίας η παρουσία πυκνών ασυνεχειών σε συνδυασμό με την εμφάνιση τοπικά αποσβησμένου-χαλαρωμένου πετρώματος προκαλεί θραύσεις και μετακινήσεις σημαντικών βραχωδών μαζών κατά μήκος προδιατεθειμένων επιφανειών αδυναμίας.

Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

γ_b	: 2,0 - 2,6 g/cm ³
q_u	: 200 - 1800 Kg/cm ²
c	: 100 - 400 Kg/cm ²
ϕ	: 30° - 48°
E	: 40.000 - 250.000 Kg/cm ²

ΥΛΙΚΑ ΜΑΝΔΥΑ ΑΠΟΣΤΑΘΡΩΣΗΣ

Για τα υλικά του μανδύα αποστάθρωσης ελήφθησαν τα παρακάτω φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά

- Φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma = 17,0 \text{ KN/m}^3$
- Φαινόμενο βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ KN/m}^3$
- Ενεργός γωνία τριβής $\phi' = 33^\circ$
(ειδικά για την κατολισθαίνουσα μάζα) $\phi' = 30^\circ$
- Ενεργός συνοχή $c' = 10,00 \text{ KPa}$
- (ειδικά για την κατολισθαίνουσα μάζα) $c' = 5,00 \text{ KPa}$
- Ειδικά για την ζώνη κατολίσθησης προς τα κατάντη η δυσκαμψία του εδάφους μειώνεται κατά (20%) λόγω κλίσης του εδάφους και κυρίως του γεγονότος ότι η ζώνη, ως μάζα υλικών κατολίσθησης, εμφανίζει μειωμένη αντίσταση.

- Για τους ελέγχους γενικής ευστάθειας για την περίπτωση σεισμικής φόρτισης το σεισμικό φορτίο προσομοιώθηκε, κατά το άρθρο 5.4.1 του Ευρωκώδικα 8 (EC8 part 5) με τη θεώρηση δύο πρόσθετων ενεργών επιταχύνσεων που δρουν στην εδαφική μάζα ταυτόχρονα, ίσων προς :

$a_h = 0.50 a_s$ η οριζόντια και

$a_v = \pm 0,50 a_h$ η κατακόρυφη

Το έργο βρίσκεται σε περιοχή που ανήκει στην ζώνη II και επομένως θεωρήθηκε $\alpha = 0,24g$. Ο συντελεστής ενίσχυσης εδάφους S είναι ίσος προς 1 για βραχώδες υλικό (κατηγορίας A κατά EC8) και 1,2 για πολύ πυκνό εδαφικό υλικό (κατηγορία B κατά EC8)

Στη μελέτη θεωρήθηκε συντηρητικά ίσος προς 1,2 οπότε προέκυψαν τα παρακάτω:

$$a_h = 0,50 * 0,24 * 1,20 = 0,144g$$

$$a_v = \pm 0,5 * 0,144 = \pm 0,072g$$

Ο απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας είναι ίσος προς 1

Για την διεξαγωγή των αναλύσεων χρησιμοποιήθηκε η σειρά λογισμικών GEO.S

6.2 Παράμετροι σχεδιασμού τοίχων αντιστήριξης

Για την εκτίμηση των παραμέτρων σχεδιασμού των τοίχων αντιστήριξης ελήφθη υπόψη ότι γενικά οι τοίχοι θα επιχωθούν με ελεγχόμενα προϊόντα εκσκαφών και θραυστά υλικά. Επίσης θα ληφθούν όλα τα μέτρα αποστράγγισης του εδάφους όπισθεν των τοίχων εκτός μερικών περιπτώσεων τοίχων βαρύτητας που θα κατασκευασθούν σε επαφή με το έδαφος. Τέλος θα εδρασθούν σε υγιές έδαφος.

Οι παράμετροι σχεδιασμού των τοίχων θεωρήθηκαν οι παρακάτω:

α) Για τους τοίχους βαρύτητας

Θεωρήθηκε ότι θα είναι σε επαφή με το υπάρχον έδαφος (αποσαθρωμένος ασβεστόλιθος). Οι παράμετροι θεωρήθηκαν :

- Ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής $\phi_{ef} = 33^\circ$
- Ενεργός συνοχή $c_{ef} = 10 \text{ kPa}$
- Ειδικό φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma = 17,0 \text{ kN/m}^3$
- Υγρό φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma_{sat} = 20,0 \text{ kN/m}^3$
- Έδαφος συνεκτικό
- Λόγος Poisson $\nu = 0,30$

β) Για τους συμβατικούς τοίχους αντιστήριξης-συρματοκιβώτια

Θεωρήθηκε επίχωση με θραυστά υλικά (αμμοχάλικα)

Οι παράμετροι θεωρήθηκαν :

- Ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής $\phi_{ef} = 30^\circ$
- Ενεργός συνοχή $c_{ef} = 0$
- Ειδικό φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
- Υγρό φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma_{sat} = 21,0 \text{ kN/m}^3$
- Έδαφος μη συνεκτικό
- Λόγος Poisson $\nu = 0,30$

Ειδικότερα για το υλικό πλήρωσης των συρματοκιβωτίων ελήφθη $\phi=40^\circ$ και $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$

Για όλους τους τύπους των τοίχων αντιστήριξης έγιναν και οι παρακάτω παραδοχές:

- ✓ Η γωνία τριβής τοίχου – εδάφους στην ωθούμενη παρειά λαμβάνεται ίση με τα $2/3$ της ϕ_d όπου ϕ_d η γωνία διατμητικής αντοχής εδάφους.
- ✓ Για όλους τους τοίχους αντιστήριξης θεωρήθηκε επιτρεπόμενη τάση εδάφους $\sigma_{ed}=220\text{kPa}$
- ✓ Για όλους τους τοίχους αντιστήριξης που κατασκευάζονται κατάντι παράπλευρης οδού ελήφθει επιφορτίο $q=10\text{KN/m}^3$
- ✓ Ο συντελεστής συμπεριφοράς για τους τοίχους από οπλισμένο σκυρόδεμα θεωρήθηκε ίσος με $q_w=1.5$ οπότε
 - Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $K_h=0.24/1.5=0.16$
 - Κάθετος οριζόντιος συντελεστής $K_v=0.30*0.24=0.072$

Για τα συρματοκιβώτια ελήφθει συντελεστής συμπεριφοράς $q_w=2.0$ οπότε προέκυψαν αντίστοιχοι συντελεστές:

- Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $K_h=0.24/2.0=0.12$
- Κάθετος οριζόντιος συντελεστής $K_v=0.24*0.30=0.072$

Για όλους τους τύπους των τοίχων αντιστήριξης η θέση εφαρμογής της οριζόντιας σεισμικής δύναμης ελήφθει το σημείο που προκύπτει από τη σχέση $K_H=0.66$

6.3 Μεθοδολογία υπολογισμών

Ο σχεδιασμός των τοίχων έγινε με βάση το EN-1997(ΕC7) ενώ η διαστασιολόγηση των τμημάτων σκυροδέματος με το EN 1992-1-1 (ΕC2). Η μεθοδολογία επαλήθευσης σύμφωνα με το EN 1997 και η προσέγγιση σχεδιασμού :2-μείωση δράσεων και αντιστάσεων.

Η ανάλυση των τοίχων έγινε :

- Υπολογισμός ενεργητικών ωθήσεων γαιών :Coulmb
- Υπολογισμός παθητικών ωθήσεων γαιών :Caquot-kerisel
- Σεισμική ανάλυση : Mononobe-Ukabe
- Σχήμα σφήνας εδάφους : λοξή σφήνα

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- Μερικοί συντελεστές δράσεων (A), μόνιμη κατάσταση σχεδιασμού
 - ✓ Μόνιμες δράσεις $\gamma_G=1,35$ (δυσμενής)
 - ✓ Μεταβλητές δράσεις $\gamma_q=1.50$ (δυσμενής)
 - ✓ Φορτίο νερού $\gamma_w =1.35$ (δυσμενής)

- Μερικός συντελεστής αντιστάσεων (R), μόνιμη κατάσταση
 - ✓ Μερικός συντελεστής ανατροπής $\gamma_{Re} = 1.40$
 - ✓ Μερικός συντελεστής ολίσθησης $\gamma_{Rh} = 1.10$
 - ✓ Μερικός συντελεστής φέρουσας ικανότητας $\gamma_{Rv} =1,40$

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Τα γεωλογικά, γεωτεχνικά, υδρογεωλογικά, σεισμολογικά και μορφολογικά στοιχεία δίνονται αναλυτικότερα στο τεύχος της Τεχνικής Έκθεσης. Συνοπτικά αναφέρεται ότι στην περιοχή κυριαρχεί βραχώδης υπόβαθρο συνιστάμενο από γνευσιακούς – αμφιβολιτικούς ή ακόμη χαλαζιακούς κατά θέσεις σχιστολίθους. Σε όλη την περιοχή του έργου στο κατάντη όριο της οδού, οι ανωτέρω σχηματισμοί καλύπτονται από εδαφικό μανδύα αποσάθρωσης ο οποίος συνίσταται από προϊόντα αποσάθρωσης σχιστολίθων (ελλούβια) σε συνδυασμό με εδαφικό υλικό καστανού χρώματος, το οποίο μεταφέρθηκε σε διάφορες θέσεις από τις εποχιακές επιφανειακές ροές. Η σύσταση των υλικών αυτών είναι κατά κανόνα αμμώδης ΙΛΥΣ με ποσοστό αργίλου και χαλικιών κατά θέσεις. Το πάχος του εδαφικού μανδύα σε όλη την έκταση του έργου είναι μικρότερο των 8,0m γι' αυτό και οι προτεινόμενοι πάσσαλοι έχουν μήκος από 10,0 έως 12,0m. Ο μανδύας αποσάθρωσης περιλαμβάνει μεγάλο ποσοστό ιλύος, είναι δε χαμηλής πλαστικότητας και σε ορισμένες θέσεις χωρίς πλαστικότητα. Το γεγονός αυτό προσδίδει στον μανδύα υδραυλικά χαρακτηριστικά υψηλής διαπερατότητας, η οποία ευνοεί την κατείσδυση των νερών των βροχοπτώσεων και ανάπτυξη επικρεμμάμενου υδροφόρου ορίζοντα.

Οι παράμετροι της μελέτης της οδού θεωρήθηκαν :

- Ταχύτητα μελέτης (οδικό Δίκτυο Πηλίου) : $V_e = 50\text{km/h}$
- Μέγιστη επίκλιση οδοστρώματος : $q = 5\%$
- Ελάχιστο πλάτος οδοστρώματος : $b = 5,0\text{m}$
- Ελάχιστο πλάτος ερείσματος ανάντη της οδού : $b_1 = 0,60\text{m}$
- Δεν υπάρχει πρόβλεψη για παραμονή (στάθμευση) οχημάτων

Στη μελέτη του έργου ελήφθησαν υπόψη και τα παρακάτω:

- Διατήρηση των γεωμετρικών στοιχείων της οδού, καθόσον στο μήκος παρέμβασης δεν δίνεται η δυνατότητα τροποποίησης τόσο των γεωμετρικών στοιχείων σε κάτοψη όσο και σε μηκτομή. Επίσης αποφεύγονται απαιτήσεις απαλλοτριώσεων.
- Δημιουργία προβόλου στη στέψη τοίχου κεφαλόδεσμου πλάτους $b=1,40\text{m}$ για την διέλευση πεζών με τις αντίστοιχες διατάξεις ασφαλείας (κιγκλιδώματα και ΣΤ)
- Η επιλεχθείσα λύση απαιτεί προσωρινές καλύψεις οδοστρώματος και θα πρέπει να διακοπεί η κυκλοφορία οχημάτων στην διάρκεια εκτέλεσης εργασιών.

- Ο σχεδιασμός του έργου περιλαμβάνει, πέραν των απαιτήσεων ευστάθειας υπό διαφόρους συνδυασμούς και κυκλοφοριακό φορτίο που αντιστοιχεί σε φορτηγό κλάσης 600KN (κλάση 60/40ton)

Κατά την εκπόνηση της μελέτης, ανάλυσης και διαστασιολόγησης του έργου χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία :

- Τοπογραφική αποτύπωση με ορθοφωτοχάρτες και τρισδιάστατο νέφος σημείων και 3D μοντελοποίηση του τοπογράφου μηχανικού κ. Αθανασίου Μητσικώστα.
- Γεωλογικός χάρτης του ΙΓΜΕ
- Γεωτεχνική μελέτη – αναγνώριση του μεταλλειολόγου κ. Αθανασίου Καρίνα από το έργο «παράκαμψη Μπράνης»

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

Η θέση αστοχίας βρίσκεται ακριβώς στη διασταύρωση με το τριτεύον Εθνικό δίκτυο και της Επαρχιακής οδού Μακρινίτσας (Μπράνη) – Κουκουράβας – Βόλου.

Στη θέση υπάρχουν τεχνικά (τοιχεία αντιστήριξης βαρύτητας) που αστόχησαν.

Το κινηματικό πεδίο πρέπει να αποδοθεί σε μία μετρίου βάθους (3,50m περίπου) επιφάνεια ολίσθησης με κύριο μέτωπο 25,0m περίπου. Η κλίση του πρανούς κατάντη της οδού είναι σημαντικά μεγάλη ενώ ανάντη πιο ήπια.

Τα προτεινόμενα έργα καλύπτουν συνολικό μήκος $L = 85,0m$ περίπου, με αρχή τον άξονα διασταύρωσης της οδού Μακρινίτσας – Κουκουράβας με το τριτεύον Εθνικό δίκτυο.

α) Στα πρώτα 10,0m περίπου το υπάρχον τοιχείο δεν έχει αστοχήσει, πλην όμως μικρορωγμές επί του οδοστρώματος μαρτυρούν μικρομετακινήσεις ερπυστικού χαρακτήρα με διεύθυνση προς το ρέμα. Με δεδομένου τα μεγάλα υψόμετρα και την ύπαρξη ιδιοκτησιών κατάντη του τοιχείου προτείνεται η διατήρησή του. Για την αποφόρτισή του, στο επίπεδο της οδού κατασκευάζεται κεφαλόδεσμος ύψους 0,80m εδραζόμενος σε πασσάλους 8 τεμάχια μήκους 12,0m. Ο κεφαλόδεσμος έχει πλάτος 2,0m ενώ το πεζοδρόμιο εκτείνεται κατά 1,40m έξω της οριογραμμής του πλάτους κυκλοφορίας.

β) Στο κύριο μέτωπο και επί μήκος 25,0m περίπου καθαιρείται το παλαιό τοιχείο (που έχει υποστεί μετατόπιση και στροφή) και αντικαθίσταται με νέο τοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 εδραζόμενο μέσου θεμελίου – κεφαλόδεσμου πλάτους 2,70m και ύψους 0,80m. Προβλέπεται διπλή σειρά πασσάλων διατομής $D=0,45m$ μήκους 10,0m (έσω παρειά) και 12,0m (έξω παρειά). Συνολικά προβλέπονται 9 πάσσαλοι μήκους $L=10,0m$ και 11 πάσσαλοι μήκους $L=12,0m$.

γ) Στα σημεία όπου έχουν παρουσιασθεί ερπυστικά ρήγματα επί της ασφάλτου προβλέπεται η κατασκευή κεφαλόδεσμου στο ύψος του οδοστρώματος, έτσι ώστε μέσω των πασσάλων να αναληφθούν οι πρόσθετες φορτίσεις από τα κινητά φορτία και τις ωθήσεις των γαιών. Ο ανωτέρω κεφαλόδεσμος έχει πλάτος 2,20m και ύψος 0,80m. Οι πάσσαλοι διατάσσονται σε διπλή σειρά με μήκος $L=12,0m$ η έξω παρειά και $L=10,0m$ η έσω παρειά.

δ) Τέλος στην θέση αμέσως μετά το τεχνικό του πλακοσκεπή οχετού και για μήκος $L=10,0m$ περίπου κατασκευάζεται νέο τοιχείο (δεν υπάρχει σήμερα) μορφής προβόλου ύψους 2,30m. Προβλέπονται πέντε πάσσαλοι μήκους $L=10,0m$ για την αύξηση της ικανότητας ανατροπής.

ε) Το έργο ολοκληρώνεται με έργα οδοστρωσίας, ασφαλτοστρωσίας, ασφαλτικά, κιγκλιδώματα και στηθαία ασφάλειας, ρείθρο στο ανάντη όριο της οδού και σήμανση.

3. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΛΙΚΑ

Για το συγκεκριμένο έργο θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω υλικά και ισχύουν οι παρακάτω προδιαγραφές.

α) ΥΛΙΚΑ

- | | |
|--|-----------|
| • Οπλισμένο σκυρόδεμα κεφαλόδεσμου και τοιχείων | C25/30 |
| • Οπλισμένο σκυρόδεμα πασσάλων | C25/30 |
| ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο 400Kgr/m^3 | |
| • Σκυρόδεμα καθαριότητας (άοπλο) | C8/10 |
| • Σκυρόδεμα πλήρωσης | C8/10 |
| • Σιδηρός οπλισμός - πασσάλων - τοιχείων | B500C |
| • Επικάλυψη οπλισμών πασσάλων | 55mm |
| • Επικάλυψη οπλισμών κεφαλόδεσμου - τοιχείων | 40mm |
| • Σύρμα πλέγματος συρματοπλεγμάτων : κράμα ZN95-Als γαλβανισμένο εν θερμώ με βρόγχο $D=60$ (6x8) και διάμετρο σύρματος 2,7mm | |
| • Διαστάσεις λίθου πλήρωσης συρματοκιβωτίων | 100-200mm |

β) ΦΟΡΤΙΑ

- | | |
|--|---|
| • Ίδιο βάρος σκυροδέματος (οπλισμένου) | $25,0\text{KN/m}^3$ |
| • Ίδιο βάρος γαιών (κορεσμένων) | $\gamma_{\text{sat}} = 20\text{KN/m}^3$ |
| • Ωθήσεις γαιών | κατά Rankine |
| • Διέλευση φορτηγών κλάσης | 600KN |

γ) ΣΕΙΣΜΟΣ - ΕΔΑΦΟΣ

• Περιοχή σεισμικότητας	II
• Σεισμική επιτάχυνση εδάφους	A=0,24g
• Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς	$q_w=1,20$
• Γωνία τριβής εδάφους	$\phi_1=33^\circ$
• Γωνία τριβής τοίχου εδάφους	$\frac{2}{3} \phi_d$
• Επιτρεπόμενη τάση εδάφους	$\sigma_{ed}=150 \text{ kPa}$

δ) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

- Προσομοίωση εδάφους με γραμμικά ελατήρια
- Μέθοδος ανάλυσης πασσάλων NAV FAC DM 7.2
- Σχεδιασμός κατασκευών από σκυρόδεμα EN 1992-1-1(EC2)

ε) ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

- Ελληνικός κανονισμός για την μελέτη και εκτέλεση έργων από σκυρόδεμα (ΕΚΩΣ 2000).
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ 2000)
- Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ / 2016)
- Κανονισμός Τεχνολογίας Χάλυβα (ΚΤΧ / 2008)
- Ευρωκώδικες (EC1, EC2, EC3, EC7)
- DIN 1054
- ΕΤΕΠ

4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ

Τα προτεινόμενα έργα αντιστήριξης στο συγκεκριμένο έργο «ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΖΗΜΙΩΝ ΑΠΟ ΘΕΟΜΗΝΙΑ ΣΤΗ Δ.Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ ΔΗΜΟΥ ΒΟΛΟΥ» στη θέση ΜΠΡΑΝΗ και επί της επαρχιακής οδού Μακρινίτσας – Κουκουράβας – Βόλου στη συμβολή της με το Τριτεύον Εθνικό Δίκτυο σε όλες τις επί μέρους θέσεις εμφανίζουν κοινά στοιχεία, με διαφορετικά γεωμετρικά στοιχεία, διαστάσεις κεφαλόδεσμων, ύπαρξη ή μη τοιχείων άνω των κεφαλόδεσμων, μήκη πασσάλων κ.λ.π.

Το έργο γενικά χαρακτηρίζεται από το έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο με πολύ μεγάλες εγκάρσιες κλίσεις προς το ρέμα. Προς τούτο στα σημεία όπου υπάρχουν τοιχεία και δεν εμφανίζουν καθιζήσεις, ρωγμές, απόκλιση από την κατακόρυφο ή

στροφές προτάθηκε να διατηρηθούν και να ενισχυθούν στην στέψη τους με κεφαλόδεσμο εδραζόμενο σε διπλή σειρά πασσάλων.

Όλες οι κεφαλές των πασσάλων συνδέονται με ενιαία πλάκα κεφαλόδεσμο, η οποία επεκτείνεται εν προβόλω προς τα κατάντη, σε όποιες θέσεις αυτό απαιτείται από την γεωμετρία της οδού και τη σχετική απαίτηση κατασκευής πεζοδρομίου ή στηθαίου ασφαλείας. Με την κατασκευή της διπλής σειράς πασσάλων διασφαλίζεται η περιοχή έναντι κατολίσθησης, ενώ η κατασκευή της πλάκας κεφαλόδεσμου ή κεφαλόδεσμου θεμελίου τοίχου αντιστήριξης μπορεί να γίνει σε δεύτερη φάση. Πριν από την έναρξη των εργασιών και με δεδομένο ότι θα απαιτηθεί η χρήση του δρόμου από τον μηχανολογικό εξοπλισμό κατασκευής του έργου (πάσσαλοι), θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα κυκλοφοριακής προστασίας και σήμανσης. Δεδομένο επίσης είναι ότι δεν μπορεί να αποκοπεί η κυκλοφορία του Τριτεύοντος Εθνικού Δικτύου Βόλου – Πορταριάς – Μακρινίτσας που οδηγεί προς τον χώρο στάθμευσης επί της πλατείας της Μπράνης. Θα ληφθούν τα μέτρα που αναφέρονται στο τεύχος της (Ε.Σ.Υ.) αναφορικά με τα θέματα σήμανσης, τοποθέτησης κώνων ορίων κυκλοφορίας, φανών προειδοποίησης για το βράδυ, θέματα ρύθμισης κυκλοφορίας και κατάλληλου εξοπλισμού και ενδυμασίας προσωπικού.

Πριν την έναρξη εργασιών ο Ανάδοχος του έργου θα πρέπει να διερευνήσει την ύπαρξη δικτύων, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο τεύχος Ε.Σ.Υ., και να λάβει υπόψη του τις θέσεις των εναέριων καλωδίων. Κατά την διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών θα πρέπει να διακοπεί η κυκλοφορία τουλάχιστον των οχημάτων στην Επαρχιακή οδό Μακρινίτσας – Κουκουράβας – Βόλου και θα πρέπει να τοποθετηθούν οι κατάλληλες ενημερωτικές πινακίδες στην αρχή της Επαρχιακής οδού στον Άγιο Ονούφριο. Θα πρέπει επίσης πριν την έναρξη εργασιών να χωροθετηθούν τα όρια του έργου, οι θέσεις των πασσάλων και να κατασκευασθούν με επιχώματα οι προσωρινές διαδρομές προσπέλασης των οχημάτων για την κατασκευή των πασσάλων. Σημειώνεται ότι λόγω της καθίζησης – μετάπτωσης του δρόμου, το υψόμετρο του δρόμου είναι διαφορετικό από αυτό που αντιστοιχεί στα σημερινά γεωμετρικά στοιχεία του δρόμου. Τα υψομετρικά στοιχεία των πασσάλων και του κεφαλόδεσμου δίνονται συναρτήσει του υψομέτρου που θα πρέπει να έχει στο κατάντη όριο της οδού (αναφέρεται ως υψόμετρο Ζο στα κατασκευαστικά σχέδια). Για τον προσδιορισμό του υψομέτρου αυτού ο Ανάδοχος θα λαμβάνει υπόψη του τα τελικά γεωμετρικά στοιχεία σχεδιασμού (μηκοτομή και εγκάρσιες κλίσεις). Η εργασία αυτή περιλαμβάνεται στην τιμή κατασκευής των πασσάλων όπως ρητά αναφέρεται στο τεύχος του Περιγραφικού τιμολογίου. Ο ανάδοχος έχει υποχρέωση την επαναχάραξη της οδοποιίας στο τμήμα με την αστοχία.

Μετά την ολοκλήρωση των ανωτέρω εργασιών θα ακολουθήσουν οι παρακάτω εργασίες:

- Ι. Οριοθέτηση της περιοχής απαγόρευσης της κυκλοφορίας και διαμόρφωση των δαπέδων εργασίας και των προσωρινών οδών προσπέλασης. Για την μείωση του χρόνου που θα απαιτηθεί η αποκάλυψη των οπλισμών της

κεφαλής των πασσάλων προτείνεται η διαμόρφωση δαπέδου εργασίας στο επίπεδο έδρασης του κεφαλόδεσμου.

- II. Μεταφορά και εγκατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού κατασκευής των πασσάλων και του υποστηρικτικού εξοπλισμού (δεξαμενές, γερανός ανύψωσης – τοποθέτησης κλωβού οπλισμού κ.λ.π.)
- III. Κατασκευή των πασσάλων. Κατά την κατασκευή μπορεί να απαιτηθεί η χρήση μπετονιτικού αιωρήματος για την εξασφάλιση της ευστάθειας των τοιχωμάτων των διατρημάτων, ενώ θα τοποθετηθεί και σωλήνας οδηγός για τα πρώτα 2,0 μέτρα. Για την εξωτερική πλευρά των πασσάλων προς το ρέμα υπάρχει περίπτωση να απαιτηθεί σωλήνας οδηγός για το πρώτα τρία (3) μέτρα. Η σκυροδέτηση των πασσάλων θα γίνει με χρήση σωλήνα tremie από την βάση των πασσάλων με το στόμιο εκροής βυθισμένο κατά 1,0 μέτρο τουλάχιστον εντός του σκυροδέματος. Η σκυροδέτηση του πασσάλου θα είναι συνεχής χωρίς διακοπή μέχρι την κεφαλή του.
- IV. Μετά την κατασκευή των πασσάλων θα ακολουθήσει εκσκαφή στη θέση κατασκευής του κεφαλόδεσμου ή του θεμελίου του τοιχείου μέχρι το προβλεπόμενο από τα κατασκευαστικά σχέδια βάθος και αποκάλυψη των οπλισμών των πασσάλων. Για τη θραύση του μίγματος πιθανόν μπετονιτικών υπολειμμάτων – χωμάτων και σκυροδέματος στις κεφαλές των πασσάλων θα απαιτηθεί χρήση κοπτικού με αεροσυμπιεστή (compresseur), θα πρέπει δε η κοπή να περιλαμβάνει τουλάχιστον 10cm υγιούς σκυροδέματος. Στις θέσεις όπου θα απαιτηθεί εξωτερική σωλήνωση θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά τη σκυροδέτηση ώστε να γίνει πλήρης υπερχειλίση και απομάκρυνση μπετονίτου εφόσον χρησιμοποιηθεί.
- V. Θα ακολουθήσει διαμόρφωση με διάστρωση αόπλου σκυροδέματος κατηγορίας C8/10. Στις θέσεις όπου η σκυροδέτηση βρίσκεται πάνω από το έδαφος (πρόβολοι), λόγω της μεγάλης υψομετρικής διαφοράς θα χρησιμοποιηθεί ξυλότυπος, τμήμα του οποίου πιθανόν να μην μπορεί να γίνει ανάκτηση
- VI. Επακολουθεί η τοποθέτηση οπλισμών κατηγορίας B500C μέσω παρεβλημάτων ώστε να επετευχθούν οι απαιτούμενες επικαλύψεις και η σκυροδέτηση κεφαλόδεσμου και τοιχείων σύμφωνα με τα σχέδια με σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30.
- VII. Στη συνέχεια η σκυροδέτηση στην περιοχή ανάμεσα στον κεφαλόδεσμο ή το θεμέλιο και το περιβάλλον έδαφος εκσκαφής με σκυρόδεμα πληρώσεων κατηγορίας C8/10
- VIII. Το τελευταίο στάδιο περιλαμβάνει εργασίες οδοποιίας με επιχώσεις, οδοστρώσις, κεφαλόστρωση, διαγράμμιση και τοποθέτηση κιγκλιδωμάτων και στηθαίων προστασίας.

Για την ασφαλή και έγκαιρη υλοποίηση του έργου ρητά ο ανάδοχος δεσμεύεται από τις δύο παρακάτω υποχρεώσεις :

- I. Για την ασφαλή ολοκλήρωση το προσωπικό θα πρέπει να είναι έμπειρο σε παρόμοια έργα (κατασκευή πασσάλων) σε θέσεις με περιορισμένο χώρο,

μεγάλες υψομετρικές διαφορές και όμορα σε εν λειτουργία οδό εμπόδια. Ειδικά οι χειριστές του γεωτρύπανου θα πρέπει να έχουν εμπειρία σε έργα με περιορισμένο χώρο λειτουργίας που περιβάλλεται από αναχώματα και πρανή.

- II. Για την έγκαιρη υλοποίηση της πρώτης φάσης του έργου, η οποία αντιστοιχεί στην ολοκλήρωση της κατασκευής των πασσάλων, ο ανάδοχος δεσμεύεται για την κατασκευή (διάτρηση και σκυροδέτηση) τουλάχιστον δύο (2) πασσάλων ημερησίως.

ΒΟΛΟΣ 29/05/2020

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

ΝΙΚΟΣ ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

ΔΕΔΟΥΣΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΠΡΟΒΙΑ ΕΛΕΝΗ

ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ