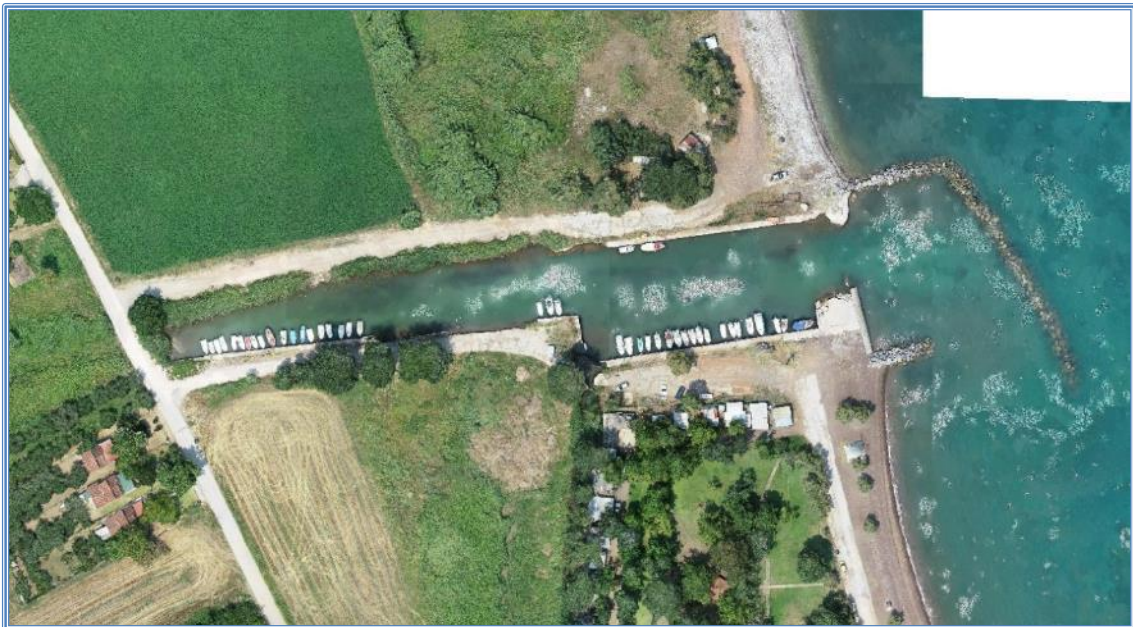




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΛΙΜΕΝΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΛΜΥΡΟΥ

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΕΣΤΡΑΜΜΕΝΩΝ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΥ  
ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ ΣΤΟΝ ΑΓΙΟ ΙΩΑΝΝΗ, ΑΛΜΥΡΟΥ



**ΣΤΑΔΙΟ: ΑΠΑΛΛΑΓΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗΣ**

ΤΕΥΧΟΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ & ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2024/rev1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>5</b>
2.1. ΘΕΣΗ – ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ.....	5
<b>3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΡΓΟΥ .....</b>	<b>7</b>
3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΈΡΓΩΝ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	7
3.1.1. <i>Εξωτερικά έργα .....</i>	<i>7</i>
3.1.2. <i>Εσωτερικά έργα.....</i>	<i>10</i>
3.1.3. <i>Σύνοψη ευρημάτων για την κατάσταση του υφιστάμενου έργου .....</i>	<i>25</i>
<b>4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ.....</b>	<b>26</b>
<b>5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΩΝ ΕΡΓΟΥ.....</b>	<b>28</b>
5.1. <i>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....</i>	<i>28</i>
5.2. <i>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ .....</i>	<i>31</i>
• <i>Καθορισμός πρόσημου υπολογιστικών γωνιών.....</i>	<i>31</i>
• <i>Ενεργές Ωθήσεις.....</i>	<i>32</i>
• <i>Κατανομή ωθήσεων γαιών σε περίπτωση κεκλιμένης επιφάνειας.....</i>	<i>33</i>
• <i>Φορτία επί της κατασκευής .....</i>	<i>34</i>
• <i>Σεισμική Φόρτιση.....</i>	<i>34</i>
5.3. <i>ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΑ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....</i>	<i>36</i>
5.4. <i>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΩΝ.....</i>	<i>41</i>
<b>6. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΕΡΓΟΥ .....</b>	<b>43</b>
6.1. <i>ΓΕΝΙΚΑ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ .....</i>	<i>43</i>
6.2. <i>ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.....</i>	<i>43</i>
6.3. <i>ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....</i>	<i>48</i>
6.4. <i>ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ .....</i>	<i>50</i>
6.5. <i>ΈΛΕΓΧΟΙ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ.....</i>	<i>60</i>
6.6. <i>ΈΛΕΓΧΟΙ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ .....</i>	<i>75</i>
<b>7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....</b>	<b>81</b>
<b>8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ .....</b>	<b>92</b>

## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ**

Η παρούσα αποτελεί την Οριστική Τεχνική Μελέτη του έργου «ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΡΡΕΥΑΣΑΝΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΩΝ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΣΤΟΝ ΑΛΜΥΡΟ» και συντάσσεται στα πλαίσια της από 22-09-2022 με το Δήμο Αλμυρού, με την σύμπραξη των μελετητικών εταιρειών ΠΛΕΥΣΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗ, Γ. ΑΝΔΡΙΑΝΗΣ & Συνεργάτες και ΑΔΚ Σύμβουλοι Μηχανικοί.

Η τεχνική μελέτη αφορά στις αναγκαίες και επείγουσες εργασίες αποκατάστασης, που χρειάζεται το υφιστάμενο μικρό αλιευτικό καταφύγιο του Αγίου Ιωάννη, Αλμυρού, το οποίο έχει υποστεί σημαντικές ζημιές και καταστροφές από το φαινόμενο του Μεσογειακού Κυκλώνα του Ιανού, το οποίο έλαβε χώρα τον Σεπτέμβριο του 2020. Το φαινόμενο έπληξε με σφοδρότητα της ευρύτερη περιοχή και ειδικότερα το υφιστάμενο αλιευτικό καταφύγιο, με αποτέλεσμα σήμερα να είναι μη λειτουργικό για τους χρήστες του αλλά και να βρίσκεται σε φάση σταδιακά εξελισσόμενης αποδόμησης όλων των υποδομών του.

Παρ' ότι το καταφύγιο επλήγη στο σύνολο του, στην παρούσα μελέτη αντιμετωπίζονται σε πρώτη φάση οι ζημιές και τα προβλήματα που αφορούν σε τμήμα των λιμενικών του εγκαταστάσεων, οι καταστροφές των οποίων είναι σχεδόν ολοκληρωτικές, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει δυνατότητα εξυπηρέτησης των αλιέων της περιοχής. Στο πλαίσιο αυτό και παρ' ότι στην ανωτέρω σύμβαση με το Δήμο Αλμυρού, μετά από προκήρυξη Δημόσιου Διαγωνισμού, εκπονείται η συνολική μελέτη του έργου Αγίου Ιωάννη, η οποία περιλαμβάνει την συνολική αναβάθμιση της λιμενικής εγκατάστασης, δηλαδή του συνόλου των εσωτερικών κρηπιδωμάτων όπως και των εξωτερικών έργων προστασίας που συνίστανται από ένα προσήνεμο και ένα υπήνεμο μώλο. Η αναβάθμιση της εγκατάστασης αφορά στην ασφάλεια και στη λειτουργικότητα του, με παρεμβάσεις και στον ευρύτερο σχεδιασμό ώστε να αντιμετωπισθούν τα φαινόμενα στερεομεταφοράς και περαιτέρω της αποφυγής των φαινομένων προσχώσεων στον προλιμένα αλλά και στο εσωτερικό της κύριας λιμενολεκάνης του έργου.

Επιπρόσθετα, στο αντικείμενο των τεχνικών μελετών, περιλαμβάνεται ο καθορισμός των ορίων της χερσαίας και θαλάσσιας ζώνης λιμένα όπως και η σύνταξη της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) για τις οποίες πρόκειται να ακολουθηθεί η κατά το νόμο διαδικασία, ώστε αφενός μεν το καταφύγιο να περιέλθει στην δικαιοδοσία του Λιμενικού γραφείου Αλμυρού, να νομιμοποιηθεί πλήρως ως προς τη λειτουργία του και τις προτεινόμενες παρεμβάσεις και να εκδοθούν οι περιβαλλοντικοί του όροι.

Στο πλαίσιο της εν λόγω «συνολικής» μελέτης, θα αντιμετωπίζονταν και τα προβλήματα που περιγράφηκαν για το εσωτερικό λιμενικό έργο, δηλαδή για την αποκατάσταση των κρηπιδωμάτων που κατέρρευσαν αλλά και των φαινομένων πρόσχωσης της λιμενολεκάνης του καταφυγίου. Παρά ταύτα και όπως παρουσιάστηκε ανωτέρω, τα φαινόμενα των καταρρεύσεων συνεχίζονται ακόμη και σήμερα ενώ από την προσεκτική επισκόπηση των ευρημάτων εκτιμάται ότι θα συνεχισθούν καθώς τα αποκαλυφθέντα αλλά ακόμη παραμένοντα τμήματα των κατασκευών, είναι πλήρως εκτεθειμένα σε όποιας μορφής αντίξοο καιρικό φαινόμενο λάβει χώρα. Είναι δε, η μορφή της διαβρωτικής δράσης του νερού, που ακόμη και τα παλιρροιακά φαινόμενα, που είναι σχετικά μειωμένης έντασης στον Ελλαδικό χώρο αλλά εμφανίζονται σε καθημερινή βάση, συνεχίζουν σταδιακά να προχωρούν και να αυξάνουν περαιτέρω τους κινδύνους καταρρεύσεων. Η αναμονή για την ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής και νομιμοποιητικής διαδικασίας, είναι βέβαιο ότι απαιτεί σημαντικό χρονικό διάστημα, για το οποίο δεν θα

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

είναι δυνατή η χρήση της εγκατάστασης από τους επαγγελματίες αλλά και τους ερασιτέχνες αλιείς της περιοχής.

Στο πλαίσιο αυτό και σε συνεργασία με τον Δήμο Αλμυρού, αποφασίσθηκε να κινηθεί η διαδικασία της εξαίρεσης από την διαδικασία της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, μόνο για τα κρηπιδώματα του πρώτου τμήματος της λιμενολεκάνης του έργου έτσι ώστε με την ανακατασκευή τους να υπάρχει διαθέσιμο ένα συνεχές και σχετικά *αυτόνομο* τμήμα του έργου, το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ασφαλώς. Από τα ευρήματα των αποτυπώσεων, προκύπτει ότι και στα επόμενα τμήματα των εσωτερικών τμημάτων της λιμενικής εγκατάστασης εντοπίζονται καταπτώσεις ενώ σε άλλα που ανήκουν στο πρώτο τμήμα του έργου, για το οποίο ζητείται περιβαλλοντική απαλλαγή, δεν έχει εμφανιστεί ακόμη κατάρρευση.

Παρά ταύτα, επειδή η αποσπασματική αποκατάσταση είναι *τεχνικά μη αποδεκτή* και θα οδηγήσει πιθανά σε νέα προβλήματα που θα χρειαστούν παρεμβάσεις εκ νέου αλλά και σε σημαντική αύξηση του κόστους κατασκευής (π.χ. ανάγκη κλεισίματος εκατέρωθεν του αποκαθιστούμενου τμήματος), αποφασίσθηκε η πλήρης αποκατάσταση του ανωτέρω συνεχούς και αυτόνομου τμήματος, το οποίο θα μπορεί να εξυπηρετήσει ασφαλώς ένα σημαντικό αριθμό αλιέων. Σημαντικό επίσης είναι ότι το συνεχές του εν λόγω τμήματος εξασφαλίζει κατά κάποιον τρόπο και την «ανθεκτικότητα» του στην περίπτωση που υπάρξει εμφάνιση νέων αντίστοιχων καιρικών φαινομένων, ενώ ταυτόχρονα καμία δυσκολία δεν αναμένεται να αντιμετωπισθεί στο επόμενο στάδιο επέκτασης των έργων.

Η κατασκευή του τμήματος που ζητείται η απαλλαγή, θα βασισθεί στις διατάξεις του άρθρου 12α του ν.2971/01 – επείγοντα έργα – όπως ισχύει σήμερα. Οι κρηπιδότοιχοι θα αποκατασταθούν πλήρως ώστε να αποφευχθεί η συνέχιση της διάβρωσης τους από τις περιβαλλοντικές δράσεις, οι οποίες θα αντιμετωπισθούν συνολικά με την ολοκλήρωση των προβλεπόμενων έργων αναβάθμισης του καταφυγίου. Με την ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής και νομιμοποιητικής διαδικασίας, θα αδειοδοτηθεί το σύνολο των έργων, δηλαδή τόσο τα εξωτερικά όσο και τα εσωτερικά έργα του λιμενίσκου, σε συνδυασμό και με τις προβλέψεις προστασίας τους έναντι των πλημμυρικών φαινομένων που αποτέλεσαν την κύρια αιτία της εμφάνισης των ζημιών στις υφιστάμενες υποδομές.



## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. Θέση – Μορφολογία και Στοιχεία Κυματικού Κλίματος

Η παραλιακή ζώνη και το αλιευτικό καταφύγιο του Αγ. Ιωάννη βρίσκονται στον όρμο Αλμυρού επί της δυτικής ακτής του Παγασητικού Κόλπου, με κεντροβαρικές συντεταγμένες (Χ=398705, Υ=4338925). Ο οικισμός του Αγ. Ιωάννη υπάγεται διοικητικά στην Δ.Ε. Αλμυρού του Δήμου Αλμυρού της Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας.



**Φωτογραφία 2-1:** Άποψη του αλιευτικού καταφυγίου Αγίου Ιωάννη

Το αλιευτικό καταφύγιο, του οποίου ο Φορέας διαχείρισης είναι το Λιμενικό Γραφείο Αλμυρού, εξυπηρετεί κυρίως αλιευτικά σκάφη, τα οποία ελλιμενίζονται στα κρηπιδώματα συνολικού «ωφέλιμου» μήκους 280μ. της εσωτερικής λιμενολεκάνης, επιφάνειας 4,6 στρεμμάτων, η οποία επικοινωνεί με την εξωτερική λιμενολεκάνη μέσω στομίου πλάτους 12μ. Η εξωτερική λιμενολεκάνη διαμορφώνεται από τον προσήνεμο μώλο, σχήματος «Γ» και συνολικού μήκους 110μ., όπως και τον υπήνεμο μώλο, μήκους 16μ. περίπου. Και οι δύο κατασκευές είναι εξ ολοκλήρου λιθόρριπτες, με εξωτερική θωράκιση από φυσικούς ογκολίθους. Στο τμήμα αυτό του έργου δεν εξυπηρετούνται σκάφη. Τα δύο εξωτερικά έργα είναι γενικά πρόχειρης κατασκευής και εκτός των προδιαγραφών των λιμενικών έργων και με αρκετά χαμηλή στέψη. Η είσοδος του καταφυγίου είναι από τα νότια - νοτιοδυτικά.

Η σημερινή εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης του καταφυγίου, συνηγορεί στο ότι χρήζει συντήρησης και αποκατάστασης. Τα φαινόμενα προσάμμωσης τόσο της εσωτερικής όσο και της εξωτερικής λιμενολεκάνης έχουν μειώσει σημαντικά το λειτουργικό βάθος των κρηπιδωμάτων ενώ οι ανωδομές του καταφυγίου έχουν υποστεί εκτεταμένες ζημιές – καταρρεύσεις και απαιτούν άμεσα την ανακατασκευή τους. Επιπλέον εκτιμάται ότι λόγω του μικρού μήκους, της περατότητας του κορμού αλλά και της χαμηλής στέψης του προσήνεμου μώλου, στην εξωτερική λιμενολεκάνη (προλιμένας) και ιδιαίτερα στην περιοχή εισόδου της εσωτερικής, δημιουργούνται συνθήκες υψηλής κυματικής διαταραχής που δυσχεραίνουν έως καθιστούν αδύνατο τον είσπλου στην εσωτερική λιμενολεκάνη (υπό συγκεκριμένες συνθήκες).

Η παραλιακή ζώνη, συνολικού μήκους 3,0χλμ. περίπου έχει προσανατολισμό ανατολικό-βορειοανατολικό. Η ακτή εντάσσεται στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (GR08), στην Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου (GR17) και στο Παράκτιο Υδατικό Σύστημα «Παγασητικός Κόλπος (GR0817C0006N)». Το τμήμα της παραλίας νότια του καταφυγίου, μήκους 1700μ περίπου και μέσου πλάτους 20 μ, εκτείνεται έως την εκβολή του Πλατυρέματος. Πρόκειται για οργανωμένη παραλία η οποία διαθέτει υποδομές εξυπηρέτησης των λουομένων. Η παραλιακή ζώνη και ο θαλάσσιος πυθμένας

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

αποτελείται κυρίως από χονδρόκοκκη άμμο. **Το βόρειο τμήμα** της παραλίας, μήκους 1,3χλμ, διαθέτει πλάτος 5 – 15μ. και συνίσταται κυρίως από χαλικώδες ίζημα.

Κατά μήκος της ακτής έχουν κατασκευασθεί μικρού μήκους πρόβολοι για την σταθεροποίηση της ακτής (γεγονός που υποδηλώνει εμφάνιση φαινομένων υποχώρησης του παραλιακού μετώπου). Τα κολυμβητικά ύδατα στα πρώτα μέτρα έχουν κανονικό βάθος, ενώ η κλίση του πυθμένα είναι ήπια, με την ισοβαθή των 5μ. να εντοπίζεται σε απόσταση 100μ. από την ακτή. Η άμεση περιοχή της παραλίας χαρακτηρίζεται από έντονη αγροτική δραστηριότητα και είναι μερικά οικιστική με αραιή δόμηση. Στην νότια ακτή εκβάλλουν τα ρέματα συνεχούς ροής Ξηριάς και Πλατανόρεμα, των οποίων οι λεκάνες απορροής ανέρχονται σε 197 και 95km<sup>2</sup> αντίστοιχα και τροφοδοτούν το παράκτιο σύστημα με λεπτόκοκκο ίζημα. Εκτιμάται ότι τα ρέματα μεταφέρουν ρυπαντικό φορτίο από την αγροτική δραστηριότητα καθώς και από τη διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων του Αλμυρού και της βιομηχανικής ζώνης σε αυτά. Στη βόρεια ακτή εκβάλλουν συνολικά τέσσερα μικρότερα ρέματα διαλείπουσας ροής.

### 3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΡΓΟΥ

#### 3.1. Περιγραφή Υφισταμένων Έργων – Προβλήματα

##### 3.1.1. Εξωτερικά έργα

Το υφιστάμενο έργο όπως αναφέρθηκε αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα. Το πρώτο αφορά στα εξωτερικά έργα προστασίας της εσωτερικής λιμενολεκάνης του, τα οποία είναι ο λιθόρριπτος προσήνεμος μώλος, σχήματος «Γ» και ο υπήνεμος μώλος ευθύγραμμου σχήματος, κάθετος στην υφιστάμενη ακτογραμμή. Ο προσήνεμος μώλος έχει μήκος 30,0μ. περίπου στο εγκάρσιο προς την υφιστάμενη ακτογραμμή τμήμα του ενώ στην συνέχεια αλλάζει διεύθυνση προς τα νότια – νοτιοανατολικά επί μήκους 78μ. περίπου

Εγκάρσια στην υφιστάμενη ακτογραμμή έχει κατασκευαστεί και ο υπήνεμος μώλος του καταφυγίου, με μικρός μήκος, ίσο με 17,0μ. περίπου. Αντίστοιχα και αυτό το έργο είναι λιθόρριπτο όπως και το προηγούμενο.



**Φωτογραφία 3-1:** Άποψη του αλιευτικού καταφυγίου Αγίου Ιωάννη, πηγή: Πρόσφατη αποτύπωση από drone

Τα υφιστάμενα έργα είναι πρόχειρου τύπου κατασκευές, χωρίς να έχει ακολουθηθεί κατά την υλοποίηση τους καμία προδιαγραφή ή άλλη κατασκευαστική τεχνική που συνήθως εφαρμόζονται σε αυτού του είδους τα έργα. Τα έργα εμφανίζονται σαν να έχουν απλά αποτεθεί οι λίθοι στον πυθμένα χωρίς υλικά ορθής διαστρωμάτωσης της διατομής, δηλαδή στρώση φίλτρου ή πυρήνα. Χαρακτηριστική είναι η ακόλουθη αεροφωτογραφία:

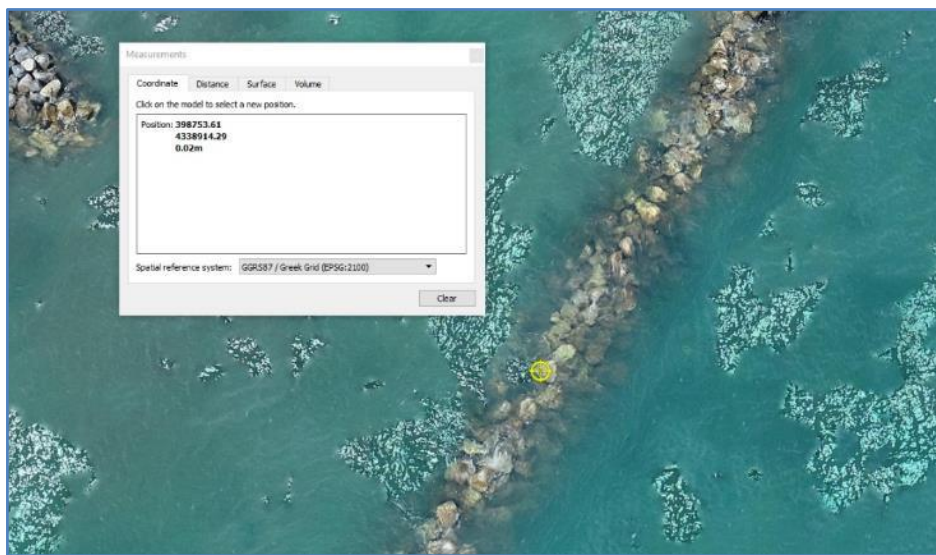




**Φωτογραφία 3-2:** Άποψη της δόμησης του προσήνεμου μώλου του καταφυγίου

Οι στάθμες στέψης του κυματοθραύστη δεν είναι σταθερές. Είτε λόγω κακοτεχνίας από την φάση της κατασκευής είτε λόγω αποδόμησης σε επόμενο στάδιο. Στο τμήμα του έργου που συνδέεται με την ακτή η στάθμη στέψης κυμαίνεται μεταξύ 1,0μ. και 1,40μ., με σημαντικές μεταπτώσεις κατά μήκος του.

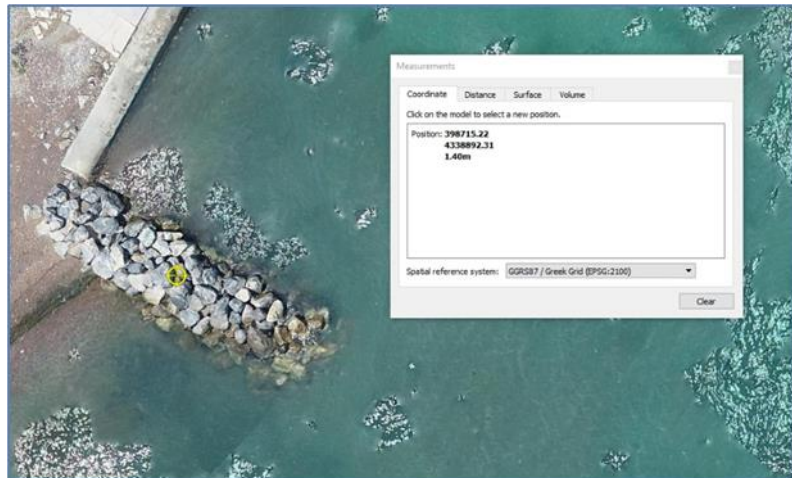
Στο παράλληλο προς την ακτή τμήμα του βρίσκονται σε σημαντικά χαμηλότερο επίπεδο και εγγύς της ισάλου (γενικά είτε οριακά άνω της στάθμης της θάλασσας είτε σε αρκετά σημεία υπό αυτής). Αμέσως μετά την αλλαγή της κατεύθυνσης του έργου κυμαίνονται γενικά μεταξύ 0,30 και 0,50μ. ενώ προς το κέντρο και το ακρομώλιο της κατασκευής, η διατομή φαίνεται να «βυθίζεται» με τα υψόμετρα άλλοτε άνω και άλλοτε κάτω από την στάθμη της θάλασσας.



**Φωτογραφία 3-3:** Άποψη της στέψης του προσήνεμου μώλου στο κεντρικό τμήμα του

Διακρίνεται ότι η στέψη που εμφανίζεται στο εικονίδιο της αεροφωτογραφίας είναι στα +0,02μ. Οι περί αυτής είναι αντίστοιχες ή/ και χαμηλότερες.





**Φωτογραφία 3-4:** Άποψη της στέψης του υπήνεμου μώλου

Η κατάσταση στην περίπτωση του υπήνεμου μώλου, φαίνεται καλύτερη, τουλάχιστον σε ότι αφορά την στέψης της κατασκευής. Σύμφωνα με τη παραπάνω αεροφωτογραφία, η στάθμη στέψης της βρίσκεται στα +1,40μ. (κυμαίνεται μεταξύ 0,80 και 1,65μ.).

Πέραν των όποιων προβλημάτων εμφανίζουν τα εξωτερικά έργα, η σημερινή τους κατάσταση θεωρείται ιδιαίτερα προβληματική, καθώς αφενός μεν δεν μπορεί να εξασφαλίσει, ιδιαίτερα στο προσήνεμο τμήμα της ουσιαστική προστασία τόσο στην εσωτερική λιμενολεκάνη του καταφυγίου όσο και στον προλιμένα στην εσωτερική πλευρά των έργων. Οι κατασκευές είναι σχεδόν πλήρως υπερβατές, ακόμη και από κυματισμούς μικρής ενέργειας (π.χ. ύψος κύματος 0,50μ.) με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εξασφαλίσουν υπήνεμες συνθήκες τόσο για τα εισερχόμενα στο καταφύγιο σκάφη όσο και τα ελλιμενιζόμενα αντίστοιχα.



**Φωτογραφία 3-5:** Άποψη της στέψης του προσήνεμου μώλου

Στην ανωτέρω φωτογραφία διακρίνεται η ταπείνωση της υφιστάμενης στέψης του προσήνεμου μώλου στο μεσαίο και προς το ακρομύλιο τμήμα του. Είναι αντιληπτό ότι το έργο είναι πρακτικά υπερβατό και ότι η προωθούμενη κυματική ενέργεια μεταφέρεται με μεγάλο ποσοστό προς το εσωτερικό της λιμενικής εγκατάστασης.

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

Ακολουθεί σχετική φωτογραφία από το Google Earth στην οποία καταδεικνύεται η ένταση με την οποία λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της υπερπήδησης της εξωτερικής κατασκευής.



**Φωτογραφία 3-6:** Άποψη από το εσωτερικό του καταφυγίου σε στιγμή έντονης θύελλας

Η ένταση του φαινομένου είναι χαρακτηριστική, με το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας – τουλάχιστον στην συγκεκριμένη φωτογραφία – να εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα του προσήνεμου μώλου. Η περιοχή του προλιμένα θεωρείται παντελώς ακατάλληλη για την είσοδο ή έξοδο σκάφους ενώ είναι δεδομένο ότι δημιουργεί προβλήματα και στην είσοδο και της κύριας λιμενολεκάνης του καταφυγίου. Προς το εσωτερικό της δεύτερης, η ένταση του φαινομένου μειώνεται.

Δεδομένου ότι στην παρούσα φάση συντάσσονται παράλληλα όλες οι απαιτούμενες μελέτες για την αναβάθμιση του καταφυγίου (ακτομηχανική μελέτη, μελέτη κυματικής διείδυσης, Τεχνική Οριστική Μελέτη και Περιβαλλοντική Μελέτη), στις οποίες αντιμετωπίζεται συνολικά το πρόβλημα του καταφυγίου και επιδιώκεται η γενική αναβάθμιση του, στην παρούσα απαλλαγή δεν προτείνονται περαιτέρω ενέργειες και παρεμβάσεις για τα εξωτερικά έργα.

### **3.1.2. Εσωτερικά έργα**

Τα εσωτερικά έργα του λιμενίσκου είναι πρακτικά η περιμετρική διαμόρφωση των κρηπιδωμάτων της εσωτερικής λιμενολεκάνης του καταφυγίου. Τα κρηπιδώματα είναι όπως και τα εξωτερικά έργα, πολύ κακής ποιότητας κατασκευές, οι οποίες θεωρούνται μη λειτουργικές και ασφαλείς εγκαταστάσεις σήμερα για χρήση τους από τους αλιείς της περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, η εσωτερική λιμενολεκάνη του καταφυγίου διαμορφώνεται από περιμετρική κρηπίδωση. Το μήκος αυτής στο βόρειο τμήμα της περιμέτρου είναι ίσο με 95μ., ενώ ακόμη 135,0μ. παραμένουν «ακρηπίδωτα». Από το κρηπιδωμένο τμήμα, σήμερα έχουν καταρρεύσει πλήρως περί τα 40μ., συμπεριλαμβανομένης και της διαμόρφωσης της άκρας στην είσοδο του καταφυγίου.

Αντίθετα με το βόρειο, στο νότιο τμήμα έχει κρηπιδωθεί το συνολικό μήκος της λιμενολεκάνης, με μήκος 233,0μ. περίπου (έως το μυχό της). Σημαντικό τμήμα εκ των προαναφερθέντων έχει σήμερα καταρρεύσει ή έχει καταστεί μη λειτουργικό.

Οι αιτίες εμφάνισης των προβλημάτων κατάρρευσης οφείλονται πρωτίστως στην άσχημη ποιότητα κατασκευής των υφιστάμενων υποδομών αλλά και στο λανθασμένο γενικότερα σχεδιασμό του

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

καταφυγίου. Η ανεπάρκεια των εξωτερικών έργων, που συνοπτικά περιγράφηκε ανωτέρω, αλλά και η θέση της εσωτερικής και κύριας λιμενολεκάνης του καταφυγίου, οδήγησαν στην σταδιακή διάβρωση της χερσαίας ζώνης και ενδεχόμενα του θαλάσσιου πυθμένα του καταφυγίου, με τελικό αποτέλεσμα την εμφάνιση των καταρρεύσεων των υφιστάμενων κρηπιδωμάτων του. Η απουσία οποιουδήποτε έργου προστασίας στα ανάντη της λιμενολεκάνης του περιοχή (π.χ. η παρουσία ενός μικρού εμποδίου που θα απαγόρευε το πλημμύρισμα της λιμενολεκάνης), αλλά και μίας ορθής και επαρκούς αντιπλημμυρικής προστασίας στην ευρύτερη χερσαία ζώνη όπισθεν του καταφυγίου οδήγησε σε αρκετές περιπτώσεις, με αποκορύφωμα το διήμερο που έλαβε χώρα ο Ιανός, την κατάληξη των πλημμυρικών παροχών και στερεοπαροχών τους, στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου.

Πέραν της ποιότητας των κατασκευών, για την οποία θα γίνει ειδική αναφορά στην συνέχεια, για την θέση του έργου μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

- Η λιμενολεκάνη εξυπηρέτησης των αλιευτικών σκαφών εκτείνεται εντός της ξηράς. Το γεγονός αυτό δεν είναι σύνηθες και συνήθως επιβάλλεται από ειδικές καταστάσεις που απαντώνται στην εγγύς της ακτογραμμής παράκτια ζώνη. Στην παρούσα δεν εντοπίζονται, τα κριτήρια και οι καταστάσεις που οδήγησαν στην επιλογή αυτή.
- Η λιμενολεκάνη του καταφυγίου εκτείνεται σε χερσαία ζώνη, σχετικά μεγάλης έκτασης, οι οποία συνίσταται από φυσικής προέλευσης προσχώσεις, που σήμερα αποτελούν αγροτικά κτήματα, γενικότερα επίπεδου αναγλύφου. Την συγκεκριμένη ζώνη «διατρέχει» ρέμα σημαντικών παροχών, (πλατυρέμα), το οποίο εκβάλλει σε μικρή σχετικά απόσταση από την είσοδο του καταφυγίου, που είναι 760μ. προς τα νότια της σημερινής εισόδου. Η επιρροή του ρέματος στην παράκτια ζώνη είναι σημαντική κυρίως στην θέση της εκβολής του, η οποία σταδιακά προς την είσοδο του καταφυγίου φαίνεται να μειώνεται. Η ακτή έχει επεκταθεί σημαντικά στην θέση εκβολής, στην οποία έχει σχηματισθεί ένα μικρής αλλά ικανής επιφάνειας δέλτα.
- Το εύρος της παραλιακής ζώνης στην θέση εκβολής είναι άνω των 55μ., το οποίο σταδιακά απομειώνεται στα 10μ. σε απόσταση 130μ. από την είσοδο του έργου. Το εύρος αυτό παραμένει γενικά σταθερό ενώ στη νότια πλευρά του υφιστάμενου υπήνεμου μώλου διευρύνεται και πάλι στα 20,0μ. Η παρουσία του μικρού αυτού έργου, λειτουργεί ως εμπόδιο στην προώθηση προς τα βόρεια των στερεομεταφερόμενων ιζημάτων, με αποτέλεσμα να αυξάνονται και πάλι οι συγκεντρώσεις και κατ' επέκταση οι αποθέσεις λεπτόκοκκων ιζημάτων προ της εισόδου του καταφυγίου.
- Ο υπήνεμος μώλος έχει ανακόψει σημαντικό ποσοστό εκ των παράλληλα στην ακτή μεταφερόμενων ιζημάτων αλλά σημαντικό επίσης ποσοστό διέρχεται πέραν του άκρου του, οδηγώντας τα ιζήματα στην περιοχή του προλιμένα (θαλάσσια ζώνη μεταξύ εξωτερικών έργων και δεύτερης εισόδου στην εσωτερική λιμενολεκάνη του καταφυγίου). Από την ζώνη αυτή, η μοναδική δυνατότητα προώθησης των αρχικά αποτιθέμενων ιζημάτων, είναι προς το εσωτερικό της κύριας λιμενολεκάνης του καταφυγίου. Γίνεται αντιληπτό ότι εφόσον τα ιζήματα εισέλθουν σε αυτή, εγκλωβίζονται και δεν μπορούν να απομακρυνθούν. Η κυματική ενέργεια που αναπτύσσεται εξωτερικά του έργου, δεν επαρκεί λόγω της γεωμετρίας και της διαμόρφωσης της κάτοψης των έργων εισόδου, να παρασύρει εκ νέου τα αποτιθέμενα υλικά στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Τα ιζήματα που εισέρχονται στην εσωτερική λιμενολεκάνη σταδιακά αυξάνονται, με αποτέλεσμα η εν λόγω κύρια λιμενολεκάνη του έργου να προσχώνεται.
- Πέραν όμως της κυματικής επιρροής στην διαδικασία της πρόσχωσης του λιμενίσκου, η υφιστάμενη διαμόρφωση της ανάντη χερσαίας περιοχής, παρά την παρουσία του ρέματος που ήδη αναφέρθηκε, φαίνεται ότι δεν επαρκεί για την απορροή των πλημμυρικών παροχών και των



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

στερεοπαροχών που αυτές προκαλούν. Τα πλημμυρικά φαινόμενα είναι αρκετά συχνά, με αποτέλεσμα όλες οι παροχές τους (σε νερό και χωμάτινα υλικά) να καταλήγουν εντός της λιμενολεκάνης του έργου όπου και αποτίθενται. Αυτό οφείλεται στην απουσία αντιπλημμυρικής προστασίας στην ευρύτερη περιοχή, με αποτέλεσμα το υφιστάμενο ρέμα να πλημμυρίζει. Οι υδάτινες παροχές του και τα υλικά που παρασύρονται με κατεύθυνση προς την θάλασσα εξαιτίας της έλλειψης σχεδιασμού εκτονώνονται μερικώς στην λιμενολεκάνη του καταφυγίου.

Η ορμή αλλά και ποσότητα των υδάτινων πλημμυρικών παροχών οδήγησε στην σταδιακή διάβρωση της χερσαίας ζώνης όπισθεν των κρηπιδωμάτων του λιμενίσκου, η οποία σε συνδυασμό με την κακή ποιότητα κατασκευής των υφιστάμενων έργων οδήγησε στην διάβρωση των κατασκευών. Η διάβρωση αυτή εκφράζεται με την διαμόρφωση σπηλαιώσεων πίσω από τους κρηπιδοτοίχους των έργων και πιθανά σε υποσκαφές – τοπικές το πιθανότερο – στην έδραση των κατασκευών.

- Η όλη διαδικασία είναι μακροχρόνια και είχε – και έχει οδηγήσει – τα υφιστάμενα έργα σε οριακή κατάσταση.
- Το φαινόμενο που ενεργοποίησε την εμφάνιση των καταστροφών, ήταν αυτό του Ιανού που έλαβε χώρα το διήμερο μεταξύ 17 και 18 Σεπτεμβρίου του 2020.

Πιο συγκεκριμένα το ανωτέρω διήμερο έλαβε χώρα σε όλο τον Ελλαδικό χώρο, το φαινόμενο του Μεσογειακού Κυκλώνα Ιανού. Πολλές παράκτιες περιοχές επλήγησαν και μεταξύ αυτών και η Μαγνησία. Ο συγκεκριμένος κυκλώνας αποτέλεσε ένα ιδιαίτερα σημαντικό και «πρωτοφανές» μετεωρολογικό φαινόμενο, που εμφανίστηκε αρχικά με πολύ ισχυρούς ανέμους και στην συνέχεια με ιδιαίτερα υψηλούς κυματισμούς, σε όλες σχεδόν τις παραλιακές περιοχές του Ελλαδικού χώρου. Παράλληλα έλαβαν χώρα πολύ έντονες βροχοπτώσεις, που την 2<sup>η</sup> ημέρα εντάθηκαν σε καταρρακτώδη βαθμό, με ποσότητες βροχής που έφτασαν σε πρωτοφανή επίπεδα. **Το τελικό πλήγμα επήλθε από τα πρωτόγνωρα ύψη βροχής** που παρατηρήθηκαν στις **18-9-2020** και ουσιαστικά εξαιτίας της έντασης των φαινομένων (πολύ μεγάλα ύψη βροχής σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα) και της ραγδαιότητάς τους (ραγδαίες βροχοπτώσεις συνοδεία πολύ ισχυρών ανέμων). Τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν, σχετίζονται κυρίως με εμφάνιση σημαντικών ποσοτήτων φερτών υλικών – ως προϊόντα εδαφικής διάβρωσης από τις ανάντη περιοχές προς την παραθαλάσσια ζώνη και κυρίως στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου, διά μέσω κλιτύων, μισγαγγειών ή χειμαρρικών κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και με τη διέλευση και την παραμονή των υδάτων της απορροής, με ή χωρίς στερεομεταφορά. **Επίσης, σχετίζονται με βραχοπτώσεις από φυσικά ή τεχνητά πρηνή, κατολισθήσεις** και λοιπά γεωλογικά φαινόμενα εξαιτίας της διαβρωτικής δράσης του νερού. Από τα παραπάνω φαινόμενα επηρεάστηκαν ιδιωτικές εκτάσεις, το επαρχιακό και λοιπό οδικό δίκτυο σε διάσπαρτα σημεία, με αποτέλεσμα είτε σε κάποιες περιπτώσεις να διακοπεί πλήρως η κυκλοφορία είτε σε κάποιες άλλες να διεξάγεται με πολύ μεγάλη δυσκολία (με κίνδυνο πλήρους διακοπής, σε οικιστικές περιοχές, περιοχές μεγάλου τουριστικού ενδιαφέροντος, σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις κ.α.).

Ειδικότερα και σε ότι αφορά το καταφύγιο του Αγίου Ιωάννη, τα προβλήματα αφορούσαν στην εμφάνιση μη αναμενόμενων σε κάθε περίπτωση πλημμυρικών παροχών αλλά και στερεοπαροχών, οι οποίες όπως και σε προηγούμενες περιπτώσεις κατέληξαν στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Αποτέλεσμα τούτου ήταν η εμφάνιση και η διατήρηση μέχρι και σήμερα σημαντικών προσχώσεων της λιμενολεκάνης του καταφυγίου αλλά και οι προαναφερθείσες καταρρεύσεις σημαντικών τμημάτων του καταφυγίου. Οι καταρρεύσεις δεν έλαβαν χώρα άμεσα (όχι στο σύνολο τους) αλλά λόγω της διάβρωσης εκδηλώθηκαν το αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα. Μετά το πέρας του φαινομένου, εμφανίσθηκαν υποχωρήσεις σε



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

τμήματα της χερσαίας ζώνης και παράλληλα σοβαρές ρηγματώσεις κυρίως στις επιστρώσεις όπισθεν των κρηπιδωμάτων. Η διαδικασία της διάβρωσης συνέχισε να εξελίσσεται το επόμενο χρονικό διάστημα καθώς οι κατασκευές είχαν πληγεί και η όποια «προστασία» διέθεταν είχε ήδη καταστραφεί.

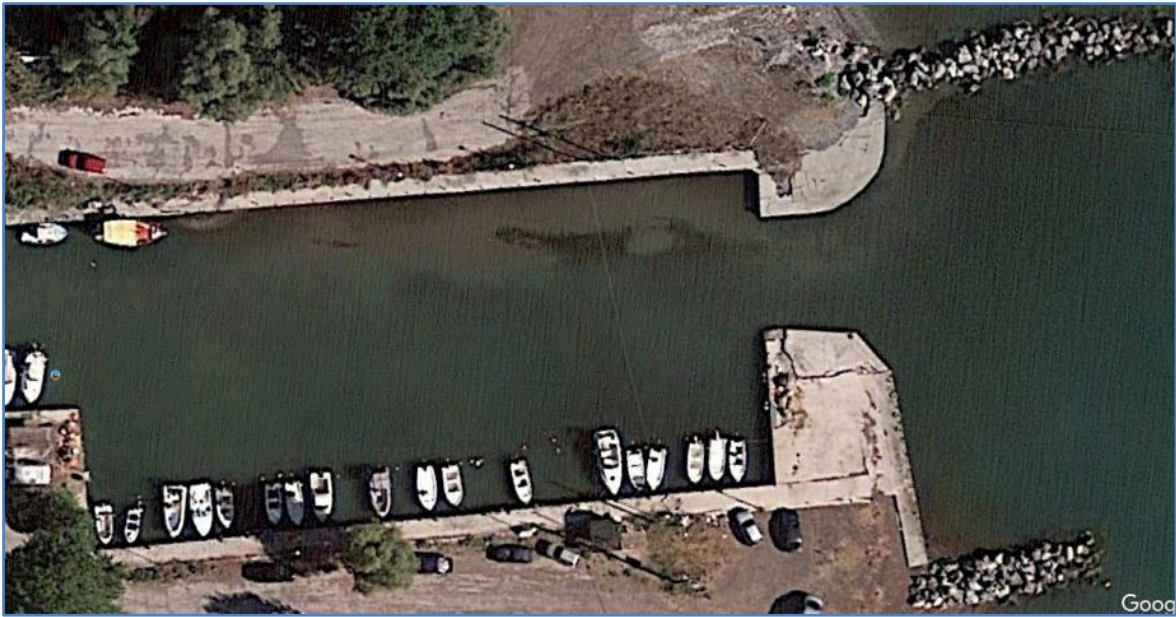
Στην παρούσα φάση δεν είναι δυνατό να εκτιμηθεί η δυσμενέστερη παράμετρος που συνετέλεσε στην εμφάνιση των καταστροφών όπως και η εξελικτική τους διαδικασία κατά την πάροδο των ετών. Σε κάθε περίπτωση όμως, η ένταση του συγκεκριμένου φαινομένου, η ταυτόχρονη επίδραση των καιρικών φαινομένων (κυματισμοί, πλημμυρικές παροχές και στερεοπαροχές), σε συνδυασμό και με την ιδιαίτερα άσχημη ποιότητα των κατασκευών αλλά και την ήδη επιβαρυσμένη κατάσταση τους, οδήγησε στην εμφάνιση εκτεταμένων ζημιών που έχουν σήμερα καταστήσει το καταφύγιο μη λειτουργικό αλλά και μη ασφαλές για τα προσεγγίζοντα αλιευτικά σκάφη και τους χρήστες τους.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα της επιτόπιας αυτοψίας που εκτελέσθηκε στο πλαίσιο της σύμβασης του Αναδόχου Οικονομικού Φορέα.



**Φωτογραφία 3-7:** Άποψη του βόρειου κρηπιδώματος της εσωτερικής λιμενολεκάνης του καταφυγίου

Τμήμα της κρηπίδωσης που κατέπεσε στην βόρεια πλευρά της εισόδου στην εσωτερική λιμενολεκάνη. Είναι χαρακτηριστικό ότι το συγκεκριμένο τμήμα κατέπεσε μετά την εμφάνιση του φαινομένου. Χαρακτηριστικά παρουσιάζεται στην συνέχεια η αεροφωτογραφία από το Google Earth, με ημερομηνία 30/08/2020, στην οποία το συγκεκριμένο τμήμα δεν έχει καταπέσει.



**Φωτογραφία 3-8:** Άποψη του 1<sup>ου</sup> τμήματος της εσωτερικής λιμενολεκάνης του καταφυγίου

Η διάβρωση των περιοχών όπισθεν των επιστρώσεων της χερσαίας ζώνης είναι χαρακτηριστική, όπως και οι ρηγματώσεις που προξενήθηκαν, ιδιαίτερα εμφανής είναι η κατάσταση του νότιου εσωτερικού προβόλου όπου είναι έτοιμος να καταρρεύσει. Η συγκεκριμένη αναφορά γίνεται για να καταδειχθεί η επικινδυνότητα αλλά και η επιδραστικότητα του φαινομένου στις υφιστάμενες υποδομές του καταφυγίου. Η διάβρωση και η γενικότερη φθορά των κρηπιδωμάτων είναι τόσο σημαντική, που όπως θα αναφερθεί στην συνέχεια της παρούσης, υπάρχει και σήμερα ακόμη πιθανότητα νέων καταρρεύσεων. Ο χρόνος εκδήλωσης τους δεν μπορεί να εκτιμηθεί καθώς πρόκειται για διαβρώσεις που αναπτύσσονται είτε στο εσωτερικό των υφιστάμενων διατομών είτε στον πυθμένα έμπροσθεν των κρηπιδωμάτων. Η ενεργοποίηση ευρύτερων επιφανειών αστοχίας μπορεί να λάβει χώρα οποιαδήποτε στιγμή, η οποία θα είναι διαφορετική για το κάθε τμήμα του έργου.

Πέραν των διαβρώσεων, στην ανωτέρω φωτογραφία είναι διακριτά τα σημεία απόθεσης ιζημάτων. Συγκεκριμένα, εντοπίζονται σημαντικές συσσωρεύσεις έμπροσθεν του βόρειου κρηπιδωτοίχου. Από το χρώμα και μόνο των αποθέσεων, το πιθανότερο είναι να πρόκειται για υλικά που προέρχονται από το χερσαίο τμήμα των έργων, χωρίς όμως να είναι απόλυτα σίγουρο καθώς το συγκεκριμένο τμήμα βρίσκεται αμέσως μετά την είσοδο του καταφυγίου, που αναφέρθηκε ήδη ότι υπόκειται και στην κυματική δράση και στην παράκτια στερεομεταφορά.





**Φωτογραφία 3-9:** Άποψη του ίδιου τμήματος βόρειου κρηπιδώματος

Άποψη του ίδιου τμήματος του έργου, στην οποία διακρίνονται καλύτερα οι διαβρώσεις της χερσαίας ζώνης όπισθεν του υφιστάμενου κρηπιδότοιχου και των επιστρώσεων της χερσαίας ζώνης. Είναι εμφανής, η απώλεια των χερσαίων υλικών, πίσω από τις στήλες των παραμενόντων κρηπιδωμάτων. Διακρίνεται επίσης και τμήμα κρηπιδοτοίχου που έχει αποκοπεί και καταπέσει στον θαλάσσιο πυθμένα από το νότιο κρηπιδωμένο τμήμα.



**Φωτογραφία 3-10:** Άποψη του κρηπιδώματος στη νότια πλευρά της λιμενολεκάνης

Η ίδια περίπου κατάσταση και στο νότιο κρηπιδωμένο τμήμα. Διακρίνονται οι εκτεταμένες διαβρώσεις κάτω από τις επιστρώσεις της χερσαίας ζώνης.



**Φωτογραφία 3-11:** Άποψη του κρηπιδώματος στη νότια πλευρά της λιμενολεκάνης

Άποψη του ίδιου τμήματος της νότιας πλευράς του κρηπιδώματος στην είσοδο της εσωτερικής λιμενολεκάνης. Το παλιό κρηπίδωμα – πρακτικά μικρός τοίχος - έχει πλήρως καταπέσει και έχουν αποκαλυφθεί οι όπισθεν αυτού επιχώσεις της χερσαίας ζώνης. Δεν εντοπίζονται λιθορριπές ανακουφιστικού πρίσματος όπισθεν του καταπέσαντος τοίχου, πλην μόνο αμμοχαλικώδη ή γαιώδη υλικά των επιχώσεων της χερσαίας ζώνης. Επιβεβαιώνεται δηλαδή η απόκλιση από τις προδιαγραφές κατασκευής λιμενικών έργων. Πέραν τούτου, η έκθεση των λεπτοκόκκων υλικών στην δράση του νερού (είτε αυτή είναι λόγω της κυματικής δράσης είτε λόγω των παλιρροιών είτε και νέων πλημμυρικών φαινομένων) είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη και ενέχει πιθανότητα περαιτέρω επέκτασης της διάβρωσης που αναπόφευκτα θα οδηγήσει σε νέες καταπτώσεις της χερσαίας ζώνης του έργου.

Αντίστοιχα με το έναντι βόρειο τμήμα, παρατηρείται από την αεροφωτογραφία του google earth ότι και αυτό το τμήμα δεν είχε ακόμη καταπέσει στις 30/08/2020.





**Φωτογραφία 3-12:** Άποψη των επιστρώσεων της χερσαίας ζώνης προς της εξωτερική πλευρά της λιμενολεκάνης

Στην φωτογραφία αυτή διακρίνεται καταρχήν ο υπήνεμος μώλος αλλά και οι επιστρώσεις της χερσαίας ζώνης, οι οποίες έχουν εμφανίσει σημαντικές ρωγματώσεις και υποχωρήσεις προφανώς λόγω της απώλειας του υποκείμενου λεπτόκοκκου υλικού εξαιτίας των διαβρώσεων.



**Φωτογραφία 3-13:** Άποψη του νότιου τμήματος της χερσαίας ζώνης και των κρηπιδωμάτων της

Το τμήμα αυτό είναι λίγο πριν το κεντρικό τμήμα της νότιας πλευράς του κρηπιδώματος της εσωτερικής λιμενολεκάνης. Το τμήμα αυτό είναι από τα λίγα που έχουν παραμείνει ακόμη χωρίς εμφανείς ζημιές και καταρρεύσεις. Παρά ταύτα είναι διακριτές οι έντονες ρωγματώσεις της ανωδομής και των επιστρώσεων της, οι οποίες οφείλονται αντίστοιχα σε εσωτερικές σπηλαιώσεις λόγω διαβρώσεων είτε και σε υποχωρήσεις των κρηπιδωτοίχων εξαιτίας υποσκαφών και γενικότερα ανεπάρκεια θεμελιώσεως (το

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

τελευταίο αποτελεί εκτίμηση από την όλη εικόνα της λιμενικής εγκατάστασης καθώς δεν υπάρχουν στην παρούσα φάση γεωτεχνικά στοιχεία ή στοιχεία για τον τρόπο που κατασκευάστηκε η διατομή).



**Φωτογραφία 3-14:** Άποψη του νότιου κεντρικού τμήματος των κρηπιδωμάτων της εσωτερικής λιμενολεκάνης

Η προηγούμενη φωτογραφία αντιστοιχεί στην περιοχή που επισημαίνεται με κύκλο, όπου το κρηπίδωμα παραμένει ακόμη χωρίς σημάδια κατάρρευσης. Στο πέρας του ίδιου τμήματος (ορθογωνική επισήμανση) διακρίνεται κατάρρευση όλου του γωνιακού τμήματος.



**Φωτογραφία 3-15:** Άποψη του πέρατος του ευθύγραμμου τμήματος των κρηπιδωμάτων της νότιας πλευράς

Η συγκεκριμένη φωτογραφία **είναι χαρακτηριστική για τον τρόπο κατασκευής των υφιστάμενων έργων** και καταδεικνύει πέραν της προφανούς ζημιάς – κατάρρευσης, την υφιστάμενη κατάσταση των έργων που δεν έχουν καταρρεύσει μέχρι σήμερα. Διακρίνεται ότι το κρηπίδωμα πρακτικά συνίσταται από ένα κατακόρυφο τοίχιο, πάχους έως 50εκ., στην εσωτερική πλευρά του οποίου (προς την ξηρά) δεν υπάρχει πλέον εδαφικό υλικό. Στις συνήθεις περιπτώσεις όπισθεν των τοιχίων κατασκευάζεται



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

ανακουφιστικό πρίσμα από λιθορριπές κατάλληλης διαβάθμισης. Σε κάθε περίπτωση το υλικό αυτό είναι λατομικής προέλευσης ώστε να μην μπορεί εύκολα να ξεπλένεται από διαβρωτικά φαινόμενα. Η απουσία υλικού σήμερα, υποδηλώνει ότι αυτό που χρησιμοποιήθηκε ήταν παντελώς ακατάλληλο γαιώδες υλικό, το οποίο με την πάροδο των ετών παρασύρθηκε και ξεπλύθηκε από τις διαβρωτικές διεργασίες (είτε της ξηράς είτε λόγω θάλασσας). Στην ανωτέρω φωτογραφία είναι εμφανές ότι έχει απωλεσθεί το όποιο υλικό είχε τοποθετηθεί εσωτερικά του τοιχίου, με αποτέλεσμα να έχει δημιουργηθεί τεράστιων διαστάσεων σπηλαίωση.

Οι επιστρώσεις της χερσαίας ζώνης – δεν υπάρχει ανωδομή του τοίχου – έχουν απωλέσει πλήρως την όποια στήριξη τους (φέρουν ελάχιστο οπλισμό). Η επικινδυνότητα για νέα κατάρρευση και το πιθανότερο χωρίς προειδοποίηση, είναι προφανής. Δεν είναι γνωστή η έκταση της συγκεκριμένης σπηλαίωσης αλλά σε κάθε περίπτωση θα πρέπει άμεσα να δοθεί εντολή από το οικείο Λιμεναρχείο για την αποφυγή προσέγγισης όχι μόνο σκαφών αλλά και χρηστών – τουριστών στην χερσαία ζώνη του καταφυγίου.



**Φωτογραφία 3-16:** Άποψη του πίσω τμήματος της διατομής

Από την ανωτέρω φωτογραφία προκύπτει η πλήρης απώλεια στήριξης του πίσω τμήματος της διατομής. Είναι θέμα χρόνου η κατάρρευση και του υπόλοιπου τμήματος της διατομής.





**Φωτογραφία 3-17:** Πλήρης κατάρρευση του γωνιακού τμήματος της υφιστάμενης κρηπίδωσης



**Φωτογραφία 3-18:** Πλήρης κατάρρευση του γωνιακού τμήματος της υφιστάμενης κρηπίδωσης διατομής

Το έργο δεν υφίσταται πλέον. Διακρίνονται φυτά και δέντρα που έχουν καταπέσει στην χερσαία του ζώνη.





**Φωτογραφία 3-19:** Παραμένον τμήμα βόρειου τμήματος

Σημείο παραμένον προσωρινά στην γωνιακή συναρμογή του νότιου κεντρικού τμήματος. Θεωρείται ότι σύντομα θα υπάρξει κατάρρευση του.



**Φωτογραφία 3-20:** Άποψη γωνιακής συναρμογής νότιου κρηπιδώματος.

Η συγκεκριμένη φωτογραφία παρατίθεται καθώς στην κυκλική επισήμανση, δηλαδή στο σημείο που έχει εμφανιστεί η μεγάλη κατάρρευση, καταλήγει και αρδευτικό αυλάκι - κανάλι. Η παρουσία του συγκεκριμένου “τεχνικού”, έχει επιδεινώσει τις συνθήκες διάβρωσης στην χερσαία ζώνη όπισθεν των κρηπιδωμάτων καθώς οι όποιες συγκεντρώσεις ομβρίων και φερτών των αγροτεμαχίων που στραγγίζει, καταλήγουν στην λιμενολεκάνη του έργου, επιβαρύνοντας περαιτέρω την κατάσταση και κυρίως δημιουργώντας δευτερογενή φαινόμενα ροών που επιταχύνουν τις διαδικασίες διάβρωσης. Θεωρείται δεδομένο ότι η απορροή του συγκεκριμένου καναλιού, απευθείας στη λιμενολεκάνη θα πρέπει να αποκοπεί. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να διακοπεί η «τροφοδοσία» της λιμενολεκάνης του καταφυγίου με φερτά καθώς σταδιακά δημιουργεί προβλήματα προσχώσεων, με απομείωση των βαθών και δημιουργία κινδύνων για τα εξυπηρετούμενα σκάφη. Στην παρούσα μερική αποκατάσταση του καταφυγίου, θα προβλεφθεί κατ’ ανάγκη λόγω της θέσης του καναλιού ειδικό φρεάτιο για την συγκράτηση των φερτών υλικών του καναλιού.



**Φωτογραφία 3-21:** Άποψη του αρδευτικού καναλιού που καταλήγει στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου



**Φωτογραφία 3-22:** Άποψη της χερσαίας ζώνης πίσω από την γωνιακή συναρμογή

Η φωτογραφία καταδεικνύει την επικινδυνότητα της κατάστασης και δεν επιδέχεται περαιτέρω σχολιασμό.





**Φωτογραφία 3-23:** Άποψη του τελευταίου τμήματος του νότιου κρηπιδώματος της λιμενολεκάνης του καταφυγίου

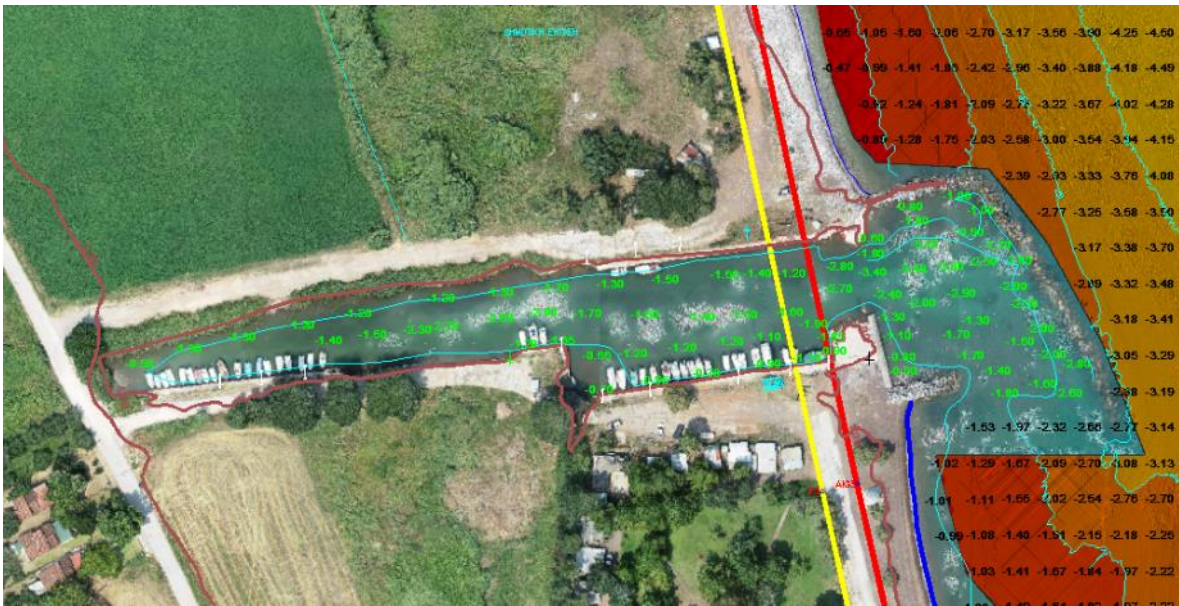
Το ανωτέρω τμήμα εκτείνεται προς το τελευταίο τμήμα της λιμενολεκάνης του καταφυγίου, μετά την προηγούμενη γωνιακή διαμόρφωση. Το μήκος της κατάρρευσης είναι περίπου 50,0μ. Η κατάσταση των παραμενόντων κρηπιδοτοιχών είναι αντίστοιχη με αυτήν του προηγούμενου τμήματος, χωρίς να είναι γνωστό εάν και πότε θα υπάρξει κατάρρευση νέου τμήματος. Το τμήμα αυτό εξαιρέθηκε από την παρούσα μελέτη καθώς το μήκος της αποκατάστασης αυξάνεται κατά πολύ (θα έπρεπε επί της ουσίας να επεκταθεί σε όλο το ανωτέρω τμήμα) και σύμφωνα με τις οδηγίες της αρμόδιας Περιβαλλοντικής Αρχής αποφασίσθηκε η οριοθέτηση του αυτόνομου και λειτουργικού πρώτου τμήματος της λιμενολεκάνης ώστε να αποδοθεί άμεσα ένα ικανό μήκος κρηπιδωμάτων, που θα μπορούσε να ικανοποιήσει σε μεγάλο βαθμό τους αλιείς, επαγγελματίες πρωτίστως και δευτερευόντως ερασιτέχνες, της περιοχής.

Το ανωτέρω τμήμα, που εκτείνεται στο εσωτερικό της λιμενολεκάνης θα αποκατασταθεί πλήρως με την οριστική μελέτη του συνόλου των έργων που θα ακολουθήσει σε επόμενο στάδιο.

Πέραν όμως των προβλημάτων με τις καταρρεύσεις των κρηπιδοτοιχών, στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου έλαβε χώρα απόθεση φερτών υλικών, τα οποία προέκυψαν από τις πλημμυρικές παροχές του κυκλώνα Ιανού. Τα υλικά αυτά κατέληξαν και παραμένουν στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Τα υλικά αυτά λόγω της γενικής διαμόρφωσης των έργων του καταφυγίου, παραμένουν εγκλωβισμένα καθώς δεν μπορούν να «διεγερθούν» τόσο από την κυματική δράση όσο και από παλιρροιακές μεταβολές. Παρά την ανεπάρκεια προστασίας από το εξωτερικό έργο και την κυματική διείσδυση που υφίσταται όλη η εγκατάσταση, οι συνθήκες εντός της εσωτερικής λιμενολεκάνης είναι σε κάθε περίπτωση ηπιότερες από τις αντίστοιχες στην περιοχή του προλιμένα του έργου. Ιδιαίτερα μετά από το πρώτο μισό του μήκους της εγκατάστασης, οι κυματικές συνθήκες περιορίζονται σημαντικά, με αποτέλεσμα τα στερεομεταφερόμενα υλικά να μην μπορούν να ενεργοποιηθούν και να οδηγηθούν προς το εξωτερικό του έργου. Ακόμη και να υπάρξει διέγερση των υλικών αυτών, η δυνατότητα διαφυγής τους είναι πρακτικά ανύπαρκτη.

Ακολουθεί απόσπασμα της βυθομετρικής αποτύπωσης της λιμενολεκάνης του έργου, που εκτελέσθηκε στο πλαίσιο της εν εξελίξει σύμβασης του Δήμου με την Ανάδοχο εταιρεία.





Σχήμα 3-1 : Σχέδιο – απόσπασμα της αποτύπωσης του καταφυγίου του Αγίου Ιωάννη

Από προσεκτική παρατήρηση του ως άνω σχεδίου - αποσπάσματος, διαπιστώνεται ότι στην περιοχή της εισόδου τα απαντώμενα βάθη πυθμένα κυμαίνονται μεταξύ 2,40μ. και 3,40μ. (στις γωνίες τα βάθη μειώνονται λόγω τοπικών συσσωρεύσεων ή τμημάτων που κατέρρευσαν. Ειδικότερα στην περιοχή του στομίου τα βάθη κυμαίνονται μεταξύ 2,70 και 2,80μ. (από τη Μέση Στάθμη της Θάλασσας – Μ.Σ.Θ.).

Από το σημείο αυτό και προς το εσωτερικό της λιμενολεκάνης, διαπιστώνεται άμεση μείωση των απαντώμενων βαθών στα 1,40 έως και 1,70μ. από τη Μ.Σ.Θ., δηλαδή μείωση από 1,0 έως 1,50μ. Στην συνέχεια και προς το δεύτερο μισό της λιμενολεκάνης, τα βάθη αυξάνονται και πάλι στα 2,30 έως 2,90μ. ενώ προς το τέλος της (στο μυχό της) μειώνονται και πάλι, σε βάθη που κυμαίνονται μεταξύ 0,50 και 1,50μ. Οι μεταβολές αυτές υποδηλώνουν ότι η μείωση των βαθών στην περιοχή του πρώτου τμήματος της λιμενολεκάνης οφείλονται όχι μόνο στις πλημμυρικές παροχές του κυκλωνικού φαινομένου (περιοχή μυχού) αλλά και στην κυματική διείδυση και στην συγκέντρωση φερτών υλικών εξαιτίας της ακτομηχανικής και της παράκτιας στερεομεταφοράς. Δηλαδή πρόκειται για λεπτόκοκκα ιζήματα τα οποία εισέρχονται από την περιοχή της εισόδου των εξωτερικών έργων του καταφυγίου, τα οποία εγκλωβίζονται σε πρώτη φάση στην περιοχή του προλιμένα και στην συνέχεια είτε λόγω δευτερογενών φαινομένων είτε λόγω επόμενων καιρικών φαινομένων από τη νότια κατεύθυνση οδηγούνται προς τη μοναδική «διέξοδο» μεταφοράς τους, που είναι η δεύτερη και κύρια λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Εφόσον διεισδύσουν στην συγκεκριμένη θαλάσσια ζώνη, εγκλωβίζονται πλήρως και δεν μπορούν να απομακρυνθούν σε επόμενη φάση. Οι συγκεντρώσεις των ιζημάτων αυτών είναι «λογικό» να είναι αυξημένες προς την περιοχή της εισόδου και σταδιακά προς το εσωτερικό της δεύτερης λιμενολεκάνης να μειώνονται. Οι δυνατότητες μεταφοράς τους λόγω της σταδιακά απομειούμενης κυματικής περιορίζονται σημαντικά, με αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις τους να μειώνονται.

Προς το εσωτερικό όμως της λιμενολεκάνης και ειδικότερα στο δυτικό πέρας της (μυχός) οι συγκεντρώσεις αυξάνονται λόγω της άμεσης επιρροής των πλημμυρικών φαινομένων. Τα υλικά που καταλήγουν στο σημείο αυτό, παραμένουν χωρίς να μπορούν να μετακινηθούν ούτε εσωτερικά της λιμενολεκάνης του καταφυγίου.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Επί της ουσίας δεν μπορεί να διαχωριστούν ποσοτικά τα αίτια εμφάνισης των διαφόρων συγκεντρώσεων λεπτοκόκκων στη λιμενολεκάνη του έργου, πλην μόνο ότι η προέλευση αυτών στην περιοχή του «μυχού» είναι κατά κύριο λόγο από τα πλημμυρικά φαινόμενα ενώ η αντίστοιχη αυτών στην περιοχή της εισόδου και του πρώτου τμήματος της λιμενολεκάνης, κυρίως από την ακτομηχανική και την αυξημένη κυματική διείσδυση.

3.1.3. Σύνοψη ευρημάτων για την κατάσταση του υφιστάμενου έργου

Η σύνοψη αφορά κυρίως τα εσωτερικά κρηπιδώματα, καθώς αυτά σήμερα χρήζουν άμεσης αποκατάστασης καθώς θεωρούνται επικίνδυνα για τους χρήστες του καταφυγίου.

- Το καταφύγιο αντιμετωπίζει προβλήματα με την κυματική διείσδυση και την προώθηση της κυματικής ενέργειας προς το εσωτερικό του προλιμένα και μέχρι ενός σημείου στην εσωτερική – κύρια λιμενολεκάνη του.
- Αντίστοιχα οι παράκτιες διεργασίες και ο προσανατολισμός της εισόδου του καταφυγίου, σε συνδυασμό με την παρουσία της εκβολής του ρέματος σε σχετικά κοντινή απόσταση, ευνοεί την συγκέντρωση και απόθεση ιζημάτων στην περιοχή του προλιμένα του και στο πρώτο τμήμα της εσωτερικής του λιμενολεκάνης.
- Η θέση της λιμενολεκάνης του καταφυγίου εντός της χερσαίας ζώνης της παραλίας και η ανυπαρξία μέτρων – παρεμβάσεων αποτροπής, οδηγεί τις πλημμυρικές παροχές και συμπαρασυρόμενες από αυτές στερεοπαροχές, εντός της λιμενολεκάνης του.
- Η ορμή με την οποία εμφανίζονται συνήθως τα πλημμυρικά φαινόμενα, σε συνδυασμό με τη κακή ποιότητα κατασκευής του έργου, έχουν οδηγήσει σε διαβρωτικά φαινόμενα τις υφιστάμενες λιμενικές υποδομές. Η εξέλιξη της διάβρωσης ήταν σταδιακή.
- Το φαινόμενο που οδήγησε στην εμφάνιση των καταρρέυσεων και των υπερβολικών αποθέσεων εντός της λιμενολεκάνης του καταφυγίου ήταν ο **Μεσογειακός Κυκλώνας Ιανός**. Η ορμή με την οποία εκδηλώθηκε, οδήγησε σε αυξημένες διαβρωτικές διεργασίες, τα αποτελέσματα των οποίων εκδηλώθηκαν μερικώς άμεσα ενώ συνέχισαν και το επόμενο χρονικό διάστημα με σημαντικές καταρρεύσεις σε ευρύτατα τμήματα των κρηπιδοτοιχών του έργου.
- Οι καταρρεύσεις έχουν σήμερα οδηγήσει σε αποκαλύψεις τμημάτων των υφιστάμενων έργων, που αναμένεται σταδιακά να επεκταθούν καθώς τα ίδια φαινόμενα συνεχίζονται, ενδεχομένως με μικρότερη ένταση από αυτήν του Ιανού ενώ και η διαβρωτική δράση των υδάτων είναι συνεχής.

#### **4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΤΟΥ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟΥ**

Αναφέρθηκε ήδη ότι ο Δήμος Αλμυρού έχει προβεί σε προκήρυξη δημόσιου διαγωνισμού, από την οποία προέκυψε Ανάδοχο μελετητικό Σχήμα, που έχει αναλάβει την πλήρη διερεύνηση για την αναβάθμιση του αλιευτικού καταφυγίου τόσο από την πλευρά της ασφάλειας και λειτουργικότητας όσο και του ευρύτερου σχεδιασμού ώστε να αντιμετωπισθούν τα φαινόμενα ακτομηχανικής και περαιτέρω αποφυγής των φαινομένων προσχώσεων στον προλιμένα αλλά και στο εσωτερικό της κύριας λιμενολεκάνης του έργου. Επιπρόσθετα θα καθοριστούν τα όρια της χερσαίας και θαλάσσιας ζώνης λιμένα και θα ακολουθηθεί η κατά νόμο διαδικασία για την έκδοση των Περιβαλλοντικών Όρων και της νομιμοποίησης της λειτουργίας του καταφυγίου.

Στο παρόν μελετητικό στάδιο επιδιώκεται η πλήρης αποκατάσταση του πρώτου τμήματος της λιμενολεκάνης του καταφυγίου ώστε να αποδοθεί το ελάχιστο δυνατό λειτουργικό τμήμα στους χρήστες του καθώς μέχρι την τελική ολοκλήρωση της περιβαλλοντικής αδειοδότησης, το έργο θα έχει σχεδόν πλήρως καταρρεύσει, αφήνοντας τους ντόπιους αλιείς χωρίς ουσιαστική δυνατότητα εξυπηρέτησης καθώς ακόμη και σήμερα τμήματα του έργου καταρρέουν ως συνέπεια τόσο της εκτός προδιαγραφών κατασκευής των υφιστάμενων έργων όσο και των επιπτώσεων του Μεσογειακού Κυκλώνα που επίδρασαν συνδυασμένα στην χερσαία αλλά και στην θαλάσσια ζώνη του καταφυγίου. Οι επιπτώσεις για την συνέχιση της αλιευτικής δραστηριότητας αλλά και γενικότερα στην οικονομία της περιοχής είναι προφανείς.

Τα προτεινόμενα έργα που προτείνεται να εκτελεσθούν μέσω της διαδικασίας εξαιρέσεως θα είναι:

- Πλήρης καθαίρεση των υφιστάμενων και ανεπαρκών κρηπίδωμάτων εντός του τμήματος που έχει καθοριστεί.
- Κατασκευή εκ νέου της κρηπίδωσης των δύο εκατέρωθεν τμημάτων όπως και της διαμόρφωσης της εσωτερικής εισόδου του καταφυγίου. Η μορφή των έργων είναι αντίστοιχη με αυτή των υφισταμένων με την αναγκαία μικρής προσαρμογής που έχει ήδη αποφασισθεί για την τελική διαμόρφωση του συνόλου των έργων.
- Καθαρισμός της λιμενολεκάνης του καταφυγίου από τα υφιστάμενα και παραμένοντα φερτά υλικά από το Μεσογειακό Κυκλώνα Ιανό (και όχι μόνο) και διαμόρφωση λειτουργικών σταθμών εντός της λιμενολεκάνης του λιμένα. Στο σημείο αυτό αναφέρεται ότι οι εκσκαφές για την διαμόρφωση των έργων του πρώτου και επισκευαζόμενου τμήματος, θα εκτελεστούν σε κάθε περίπτωση για την διαμόρφωση των αποκαθιστούμενων έργων του καταφυγίου. Πέραν τούτων προβλέπεται και μικρή παρέμβαση στο τέλος του μυχού ώστε να αποκατασταθούν μερικώς τα λειτουργικά βάθη και κυρίως να μην υπάρξει μετακίνηση υλικών από τα ρηχότερα προς τα βαθύτερα τμήματα της λιμενολεκάνης.
- Πρόβλεψη ειδικού φρεατίου συλλογής στερεών υλικών από το υφιστάμενο αποχετευτικό κανάλι στο πέρας της προτεινόμενης παρέμβασης για την αποφυγή της περαιτέρω πρόσχωσης της λιμενολεκάνης του καταφυγίου.

Στο πλαίσιο των ανωτέρω παρεμβάσεων λήφθηκε υπόψη η υπό καθορισμό νέα χερσαία ζώνη του καταφυγίου και οι δραστηριότητες που θα λαμβάνουν χώρα σε αυτήν. Επίσης στο ίδιο πλαίσιο



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

προβλέπονται μικρές επίσης παρεμβάσεις, που θα αυξήσουν τη λειτουργικότητα του καταφυγίου όταν εφαρμοστεί η τελική λύση αποκατάστασης.

Τα αποκαθιστούμενα έργα θα κατασκευασθούν σύμφωνα με τις σύγχρονες προδιαγραφές λιμενικών έργων και τις συστάσεις Ελληνικών και Διεθνών Κανονισμών και Οργανισμών και σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συνδέονται και να είναι λειτουργικά με την υλοποίηση των υπολοίπων μελλοντικών λιμενικών έργων του Αγίου Ιωάννη.

Συγκεκριμένα, οι κρηπιδότοιχοι θα κατασκευασθούν ως έργα βαρύτητας, ήτοι από επάλληλες στρώσεις τεχνητών ογκολίθων (τ.ο.) από άοπλο σκυρόδεμα, κατηγορίας C20/25. Οι στήλες των κρηπιδοτοίχων θα είναι συνεχόμενες και θα καλύψουν το σύνολο της περιμέτρου της λιμενολεκάνης του καταφυγίου.

Βάσει των μεγεθών των αλιευτικών σκαφών που μπορούν να εξυπηρετηθούν στο έργο, τα κρηπιδώματα του καταφυγίου θα διαμορφωθούν έτσι ώστε να μπορούν να εξυπηρετήσουν σκάφη έως 12,0μ. κατά το μέγιστο στο πρώτο τμήμα της λιμενολεκάνης, με μικρή εκατέρωθεν μετατόπιση των γραμμών μετώπου ώστε να επιτυγχάνεται η σύμφωνα με τις προδιαγραφές εκατέρωθεν πρυμνοδέτηση των αλιευτικών σκαφών.

## 5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΩΝ ΕΡΓΟΥ

Για την διαστασιολόγηση των κρηπιδοτοιχών εξυπηρέτησης των αλιευτικών σκαφών, χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό, το GEO 5. Η διαστασιολόγηση βασίζεται στους ελέγχους ευσταθείας των στηλών των κρηπιδοτοιχών, ήτοι στους ελέγχους ολίσθησης και ανατροπής όπως και στην εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους.

### 5.1. Μεθοδολογία υπολογισμού

Ο σχεδιασμός των διατομών των τεχνητών ογκολίθων βασίζεται στους ελέγχους ολίσθησης και ανατροπής τόσο για την φάση της λειτουργίας όσο και για δυναμικές φορτίσεις.

Η μεθοδολογία επίλυσης βασίζεται στις πρόνοιες των Κανονισμών Eurocode, στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό και σε γενικότερες Κανονιστικές Συστάσεις Διεθνών Κανονισμών για λιμενικά έργα. Η μεθοδολογία υπολογισμού είναι η προτεινόμενη από τους Ευρωκώδικες, που γενικά περιλαμβάνουν τον γεωτεχνικό σχεδιασμό των υπό μελέτη κατασκευών, καθώς οι συγκεκριμένοι έλεγχοι αφορούν πρακτικά σε κατασκευές τύπου αντιστηρίξεων. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει γενικά τις ακόλουθες συνιστώσες : α) τις δράσεις (επιβαλλόμενα φορτία ή μετακινήσεις), β) τις ιδιότητες των εδαφών, βράχων ή άλλων υλικών, γ) τα γεωμετρικά στοιχεία του εδάφους, δ) τους επιμέρους συντελεστές ή άλλα στοιχεία ασφαλείας, ε) τις οριακές ή επιτρεπόμενες τιμές των παραμορφώσεων, δονήσεων κ.λ.π. και στ) τα πρότυπα υπολογισμού.

Κατά τους ελέγχους έναντι των οριακών καταστάσεων, τα μεγέθη των δράσεων, F (actions) και των εδαφικών ιδιοτήτων, X, (material properties) υπεισέρχονται στους υπολογισμούς με τις τιμές σχεδιασμού (design values). Οι τιμές σχεδιασμού προκύπτουν από τις χαρακτηριστικές τιμές (characteristic values) με εφαρμογή των επιμέρους συντελεστών (partial factors).

Οι τιμές των δράσεων ( $F_d$ ) και των ιδιοτήτων των υλικών ( $X_d$ ) που υπεισέρχονται στους ελέγχους έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας, υπολογίζονται από τις χαρακτηριστικές τιμές μέσω των σχέσεων (α) και (β):

$$\text{Για τις δράσεις: } F_d = F_{rep} \cdot \gamma_F, \text{ όπου } F_{rep} = \psi \cdot F_k \quad (\alpha)$$

$$\text{Για τις ιδιότητες: } X_d = X_k / \gamma_M \quad (\beta) \text{ ή με απευθείας εκτίμηση}$$

όπου:

$F_{rep}$  = αντιπροσωπευτική τιμή της δράσης

$F_k$  = χαρακτηριστική τιμή της δράσης

$\gamma_F$  = επιμέρους συντελεστής για τις δράσεις

$\gamma_M$  = επιμέρους συντελεστής για τις εδαφικές ιδιότητες

$X_k$  = χαρακτηριστική τιμή εδαφικής παραμέτρου X

$\psi$  = συντελεστής συνδυασμού των δράσεων (EN 1990)

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η μεθοδολογία προσέγγισης του Κανονισμού αφορά στον Σχεδιασμό μέσω οριακών καταστάσεων (LSD), κατά την οποία εξετάζεται κατά πόσο μία κατασκευή ή μέρος αυτής ικανοποιεί μια σειρά απαιτήσεων (οριακών καταστάσεων), πέραν των οποίων η κατασκευή δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις των υπό εξέταση κατασκευών. Οι οριακές αυτές καταστάσεις εφόσον υπερβαίνονται τότε λαμβάνει χώρα κάποιο «λάθος», αστοχία ή ζημιά. Το «λάθος» αυτό μπορεί να είναι είτε καταστροφικό (ULS) είτε να προκαλεί λειτουργικά προβλήματα στο έργο (SLS). Στην ουσία ο σχεδιασμός σε καταστάσεις LSD αφορά στην χρήση συντηρητικών παραμέτρων σχεδιασμού αντί παραμέτρων για τις οποίες εκτιμάται ότι είναι οι πλέον πιθανές και σχετίζονται πρωτίστως με τη λειτουργικότητα της κατασκευής.

Ειδικότερα:

Η οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) λαμβάνει χώρα:

- Είτε όταν δημιουργηθεί ένας μηχανισμός θραύσεως μέσα στο έδαφος
- Είτε όταν δημιουργηθεί ένας μηχανισμός θραύσεως ή σοβαρές βλάβες στην κατασκευή, λόγω παραμορφώσεων στο έδαφος θεμελίωσης

Η οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS) λαμβάνει χώρα:

- Όταν οι παραμορφώσεις του εδάφους επιφέρουν προβλήματα στη λειτουργικότητα της κατασκευής ή δημιουργούν μη αποδεκτές μετακινήσεις γενικότερα.

Κατά τον έλεγχο των ULS θα πρέπει να επαληθεύεται ότι:

$$E_d \leq R_d$$

Όπου,

$E_d$  και  $R_d$  είναι οι τιμές σχεδιασμού της αντίστασης και της έντασης αντίστοιχα.

Η εκτίμηση των ανωτέρω μεγεθών γίνεται μέσω χαρακτηριστικών τιμών ( $F_k$ ,  $X_k$ ) με την βοήθεια των επιμέρους συντελεστών που δίνονται στο Παράρτημα του EC7-1. Οι εν λόγω συντελεστές καθορίζουν και τον βαθμό ασφαλείας του έργου, συνεπώς αντικαθιστούν τον μέχρι πρόσφατα χρησιμοποιούμενο ενιαίο συντελεστή ασφαλείας.

Η τιμή σχεδιασμού της τελικής έντασης  $E_d$  μπορεί να υπολογιστεί με δύο τρόπους:

- Οι επιμέρους συντελεστές των δράσεων εφαρμόζονται απευθείας στις δράσεις  $F_k$ :  
$$E_d = E(\gamma_F F_k, X_k/\gamma_M)$$
- Οι επιμέρους συντελεστές των δράσεων εφαρμόζονται απευθείας στις δράσεις  $F_k$ :  
$$E_d = \gamma_E E(F_k, X_k/\gamma_M)$$

Όπου:

$\gamma_F$ : επιμέρους συντελεστής προσαύξησης των δράσεων

$\gamma_M$ : επιμέρους συντελεστής απομείωσης των εδαφικών παραμέτρων

$\gamma_E$ : επιμέρους συντελεστής επί της επιρροής μίας δράσης



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Για τις αντιστάσεις σχεδιασμού ( $R_d$ ), οι επιμέρους συντελεστές μπορεί να εφαρμόζονται είτε στις ιδιότητες ( $X$ ) είτε στις αντιστάσεις του εδάφους  $R$  είτε και στις δύο ως ακολούθως:

$$R_d = R(\gamma_F F_k, X_k / \gamma_M)$$
$$\text{ή } R_d = \frac{1}{\gamma_R} R(\gamma_F F_k, X_k)$$
$$\text{ή } R_d = \frac{1}{\gamma_R} R(\gamma_F F_k, X_k / \gamma_M)$$

Όπου  $\gamma_R$ : συντελεστής αντίστασης

Οι δυνατότητες που δίνει η χρήση των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας διαμόρφωσαν τρεις εναλλακτικές μεθοδολογίες επίλυσης. Οι μεθοδολογίες αυτές διαφοροποιούνται ως προς τη μέθοδο με την οποία διανέμονται - εισάγονται οι επιμέρους συντελεστές μεταξύ των δράσεων, εντάσεων, ιδιοτήτων υλικών και αντιστάσεων. Ο τρόπος που χρησιμοποιούνται από κάθε χώρα μέλος της ΕΕ **αποτελεί Εθνική Επιλογή**.

Στην Ελλάδα η μεθοδολογία που έχει επιλεγεί ως Εθνική Επιλογή είναι η DA-2 και συγκεκριμένα η εναλλακτική της DA-2\*. Οι επιμέρους συντελεστές  $\gamma_M$  λαμβάνουν την τιμή 1 και η «τελική» σχέση υπολογισμού λαμβάνει την ισοδύναμη μορφή:

**Παραλλαγή DA-2\*: ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ**

Εφαρμόζονται οι σχέσεις (2β) και (3β), με  $\gamma_M=1$  και  $\gamma_F=1$ , δηλαδή επαληθεύεται ότι:

$$\gamma_E E(F_k, X_k) \leq \frac{1}{\gamma_R} R(F_k, X_k)$$

με βάση τον ανωτέρω συνδυασμό επιμέρους συντελεστών όπως στον DA-2

Στην συγκεκριμένη εναλλακτική χρησιμοποιούνται οι χαρακτηριστικές τιμές και όχι οι τιμές σχεδιασμού (DA-2). Οι συνδυασμοί και των τριών μεθόδων υπολογισμού όπως και οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας που χρησιμοποιούνται παρατίθενται συγκεντρωτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ GEO/STR							
Τρόπος Ανάλυσης 1	Συνδυασμός 1		↓	↓	↓	↓	↓
Τρόπος Ανάλυσης 2	Συνδυασμός 2		↓	↓	↓	↓	↓
Τρόπος Ανάλυσης 3			↓	↓	↓	↓	↓
Ομάδες επιμέρους συντελεστών	A1	A2	M1	M2	R1	R2	R3
Μόνιμες δράσεις (G)	Δυσμενείς $\gamma_G$	1,35	1,0				
	Ευνοϊκές $\gamma_{G, fav}$	1,0	1,0				
Μεταβλητές δράσεις (Q)	Δυσμενείς $\gamma_Q$	1,5	1,3				
	Ευνοϊκές $\gamma_{Q, fav}$	0	0				
Γωνία διατμητικής αντοχής ( $\tan\phi$ )	$\gamma_\phi$			1,0	1,25		
Ενεργός συνοχή ( $c'$ )	$\gamma_c$			1,0	1,25		
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή ( $c_u$ )	$\gamma_{cu}$			1,0	1,4		
Αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη ( $q_u$ )	$\gamma_{qu}$			1,0	1,4		
Φαινόμενο βάρος ( $\gamma$ )	$\gamma_\gamma$			1,0	1,0		
Αντοχή φέρουσας ικανότητας ( $R_v$ )	$\gamma_{Rv}$					1,0	1,4
Αντοχή σε ολίσθηση ( $R_h$ )	$\gamma_{Rh}$					1,0	1,1
Αντοχή γαιών	$\gamma_{Re}$					1,0	1,0
... κατασκευές αντιστηρίξεως							1,4
... Πρανή							1,1
Προεντεταμένες αγκυρώσεις	$\gamma_a$					1,1	1,1
							1,0

Για την εκτέλεση των υπολογισμών χρησιμοποιείται κατάλληλο λογισμικό, και συγκεκριμένα το GEO 5 και ειδικότερα η ρουτίνα που αφορά σε κρηπιδοτοίχους. Ακολουθεί η συνοπτική περιγραφή του προγράμματος.

### 5.2. Περιγραφή Προγράμματος – Μεθοδολογίες

Η υπολογιστική διαδικασία του λογισμικού υποστηρίζει τις παρακάτω κατηγορίες μεθόδους υπολογισμού ωθήσεων γαιών:

- ενεργές ωθήσεις
- παθητικές ωθήσεις
- ωθήσεις σε ηρεμία

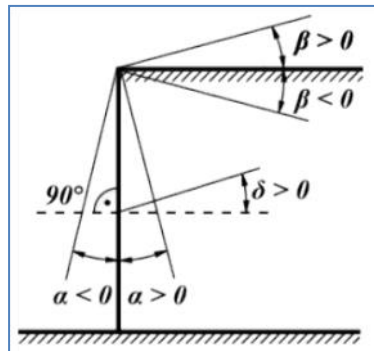
Στο υπολογισμό των ωθήσεων γαιών συνεκτιμώνται τα ακόλουθα:

- επιρροή φορτίων (κινητών, νεκρών κ.λ.π.)
- επιρροή της πίεσης του νερού
- επιρροή κεκλιμένης επιφάνειας εδάφους – επιστρώσεων κ.λ.π.
- τριβή μεταξύ της πίσω παρειάς του τοίχου και της εδαφικής στήλης
- συνοχή εδάφους
- επιρροή των γαιωδών πρισμάτων άνω της στήλης του τοίχου στις επιμέρους του στρώσεις
- επιρροή σεισμικής φόρτισης



#### Καθορισμός πρόσημου υπολογιστικών γωνιών

Ακολουθεί ενδεικτικό σχήμα:



Σχήμα 5-1 : Πρόσημα γωνιών που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς

- ✓ Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους  $\beta$  είναι θετική όταν το έδαφος ανέρχεται πίσω από τον τοίχο.
- ✓ Η γωνία του τοίχου και γενικά της αντιστήριξης μπορεί να λάβει τιμές μόνο προς το εσωτερικό της χερσαίας ζώνης, παρά το αντίθετο του σχήματος. Αυτό συνεπάγεται ότι δεν μπορεί να προσομοιώνει τοίχους με κεκλιμένο προς την θάλασσα μέτωπο. Για τον σκοπό αυτό και για την προσέγγιση της πραγματικής κατάστασης μπορούν να θεωρηθούν μικρές μετακινήσεις των επάλληλων τ.ο. που θα μεταφέρουν το κέντρο βάρους προς την εξωτερική παρειά του μετώπου. Η συγκεκριμένη προσομοίωση έλαβε χώρα στους ελέγχους που έγιναν στην παρούσα ανάλυση.



#### Ενεργές Ωθήσεις

Οι ενεργές ωθήσεις είναι οι μικρότερου μεγέθους ωθήσεις που ασκούνται στον τοίχο και αναπτύσσονται με την θεώρηση απειροστής μετακίνησης του, εφόσον ο τοίχος έχει την δυνατότητα αυτή. Η μετακίνηση που λαμβάνεται υπ' όψιν είναι  $2\text{mrad}$  ή  $2\text{mm/m}$  του ύψους του τοίχου.

Οι θεωρίες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ωθήσεων γαιών είναι οι παρακάτω:

- The Mazindrani theory
- The Coulomb theory
- The Müller-Breslau theory
- The Caquot theory
- The Absi theory

Στην εξεταζόμενη περίπτωση, ο υπολογισμός των ωθήσεων γαιών εκτελέστηκε με τη θεωρία του Coulomb, που συνοπτικά παρουσιάζεται κατωτέρω:



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$$\sigma_a = \sigma_z \cdot K_a - 2c_{ef} \cdot K_{ac}$$

where:  $\sigma_z$  - vertical geostatic stress  
 $c_{ef}$  - effective cohesion of soil  
 $K_a$  - coefficient of active earth pressure  
 $K_{ac}$  - coefficient of active earth pressure due to cohesion

The coefficient of active earth pressure  $K_a$  is given by:

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left( 1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \beta)} \right)^2}$$

Ο συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_{ac}$  δίνεται από την παρακάτω σχέση:

The coefficient of active earth pressure  $K_{ac}$  is given by:

for:  $\alpha < \pi/4$

$$K_{ac} = \frac{K_{ahc}}{\cos(\delta + \alpha)}$$

Αντίστοιχα ο συντελεστής  $K_{ahc}$  δίνεται από την σχέση:

$$K_{ahc} = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \beta \cdot \cos(\delta - \alpha) (1 + \operatorname{tg}(-\alpha) \operatorname{tg} \beta)}{1 + \sin(\varphi + \delta - \alpha - \beta)}$$

for:  $\alpha \geq \pi/4$

$$K_{ac} = \sqrt{K_a}$$

where:  $\varphi$  - angle of internal friction of soil  
 $\delta$  - angle of friction structure - soil  
 $\beta$  - slope inclination  
 $\alpha$  - back face inclination of the structure

Horizontal and vertical components of the active earth pressure become:

$$\sigma_{ax} = \sigma_a \cdot \cos(\alpha + \delta)$$

$$\sigma_{az} = \sigma_a \cdot \sin(\alpha + \delta)$$

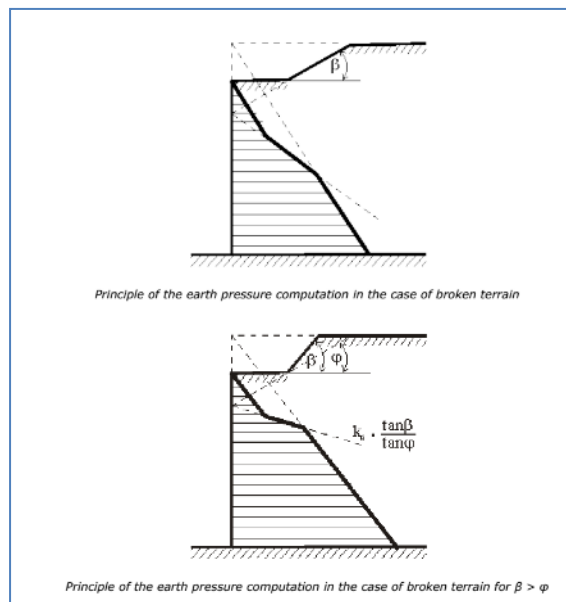
where:  $\sigma_a$  - active earth pressure  
 $\delta$  - angle of friction structure - soil  
 $\alpha$  - back face inclination of the structure

Ο υπολογισμός των ωθήσεων σε ηρεμία και των παθητικών αντίστοιχα, δεν παρουσιάζεται καθώς δεν χρησιμοποιούνται στην παρούσα ανάλυση των κρηπιδοτοίχων.



Κατανομή ωθήσεων γαιών σε περίπτωση κεκλιμένης επιφάνειας

Ο υπολογισμός του διαγράμματος των ωθήσεων γαιών με βάση την κλίση του εδάφους και της γωνίας εσωτερικής τριβής παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα. Το προκύπτον διάγραμμα των ωθήσεων είναι αποτέλεσμα επαλληλίας των ορθογωνικών και τριγωνικών επιμέρους διαγραμμάτων πίεσης που αναπτύσσονται στην κατασκευή.



Σχήμα 5-2 : Διαγράμματα ωθήσεων για την περίπτωση κεκλιμένων πρανών

#### Φορτία επί της κατασκευής

Οι κάτωθι φορτίσεις επί της κατασκευής εφαρμόζονται στο πρόγραμμα:

1. Ενεργές Ωθήσεις Γαιών
  - επιφανειακό ομοιόμορφο φορτίο απειροστού μήκους
  - ομοιόμορφο περιορισμένου πλάτους
  - τραπεζοειδές φορτίο
  - μεμονωμένο φορτίο
  - γραμμικό φορτίο (γερανογέφυρα)

Η επιρροή στις ωθήσεις γαιών υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Delta\sigma_a = p \cdot K_a$$

$p$  - vertical uniform loading  
 $K_a$  - coefficient of active earth pressure

Τα υπόλοιπα είδη φορτίσεων **δεν παρουσιάζονται** καθώς δεν χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανάλυση.

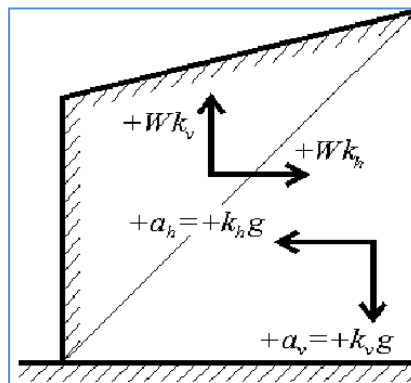
#### Σεισμική Φόρτιση

Η θεωρία που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ωθήσεων γαιών κατά την σεισμική φόρτιση είναι αυτή των Mononobe – Okabe, υπό την θεώρηση κοκκωδών εδαφών πίσω από τον τοίχο χωρίς την επιρροή του νερού.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οι συγκεκριμένες θεωρήσεις είναι ήδη συντηρητικές καθώς σύμφωνα με πρόσφατες εκδόσεις Διεθνών Κανονισμών τα κινητά στην σεισμική φόρτιση δεν λαμβάνονται υπ' όψιν – BS 6349-2:2010, Part 2: Code of Practice for the Design of Quay Walls, Jetties and Dolphins) [4].

Ο συντελεστής  $K_h$  λαμβάνεται πάντοτε προς την πλευρά του τοίχου και έχει πάντοτε την τάση ανατροπής του. Αντίθετα ο συντελεστής  $K_v$  που δρα κατακόρυφα μπορεί να λάβει διαφορετική φορά είτε προς τα επάνω είτε προς τα κάτω. Στην πρώτη περίπτωση επηρεάζει την ευστάθεια της διατομής, ενώ στην δεύτερη τις τάσεις εδράσεως της (αυξάνονται). Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζονται τα πρόσημα των γωνιών των σεισμικών συντελεστών:



Σχήμα 5-3 : Πρόσημα γωνιών σεισμικών συντελεστών

Η σεισμική αδρανειακή γωνία υπολογίζεται βάσει των συντελεστών  $K_h$  &  $K_v$  βάσει της παρακάτω σχέσης:

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$

$k_v$  - seismic coefficient of vertical acceleration  
 $k_h$  - seismic coefficient of horizontal acceleration

Το διάγραμμα των τάσεων λόγω της σεισμικής φόρτισης υπολογίζεται με βάση τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\sigma_{ae,i} = \sigma_{0,i} (K_{ae,i} - K_{a,i}) \quad \sigma_{0,i} = \sum_0^H \gamma_i \cdot h_i (1 - k_v)$$

$\gamma_i$  - unit weight of soil in the  $i^{th}$  layer  
 $K_{ae,i}$  - coefficient of active earth pressure (static and seismic) in the  $i^{th}$  layer  
 $K_{a,i}$  - magnitude of earth pressure in the  $i^{th}$  layer due to **Coulomb**  
 $h_i$  - thickness of the  $i^{th}$  layer  
 $k_v$  - seismic coefficient of vertical acceleration

Ο υπολογισμός των συντελεστών ενεργητικής και παθητικής ώθησης γίνεται βάσει της θεωρίας των Mononobe Okabe. Η επιρροή του νερού στην εδαφική μάζα δεν λαμβάνεται υπόψη. Η επιρροή του νερού γίνεται με την λήψη της υδροδυναμικής πίεσης που περιγράφεται στην συνέχεια.

Οι σχέσεις υπολογισμού των συντελεστών των ωθήσεων γαιών δίνονται στην συνέχεια:



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi - \psi - \alpha)}{\cos\psi \cos^2\alpha \cos(\psi + \alpha + \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \psi - \beta)}{\cos(\delta + \psi + \alpha) \cos(-\beta + \alpha)}} \right)^2}$$

όπου:

$\gamma$ : το ειδικό βάρος του νερού

$H$ : το ύψος της κατασκευής

$\varphi$ : γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\delta$ : γωνία τριβής μεταξύ εσωτερικής παρειάς κατασκευής και εδάφους (ανακ. πρίσματος)

$\alpha$ : κλίση προς τα πίσω του μετώπου της κατασκευής

$k_v$ : συντελεστής επιτάχυνσης εδάφους κατά την κατακόρυφο

$k_h$ : συντελεστής επιτάχυνσης του εδάφους κατά την οριζόντια

$\psi$ : σεισμική γωνία αδράνειας

### 5.3. Δεδομένα - Εφαρμογή στα κρηπιδώματα της εγκατάστασης

Η επιλογή των περισσότερων εκ των γεωτεχνικών παραμέτρων βασίσθηκαν στην Διεθνή Βιβλιογραφία και στις συστάσεις λιμενικών και γεωτεχνικών έργων.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών που παρατίθενται στην συνέχεια προέκυψαν από τους ελέγχους που προαναφέρθηκαν.

#### 5.3.1. Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Διατομών

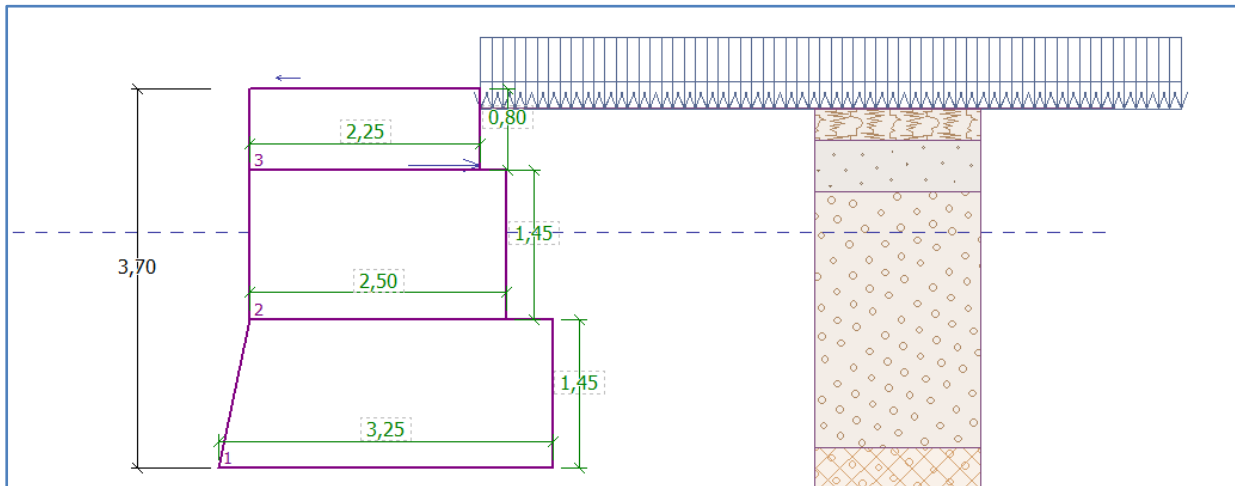
Δεδομένου ότι στην παρούσα φάση αποκαθίσταται το πρώτο τμήμα της λιμενολεκάνης, μία διατομή και μόνο εφαρμόζεται και σχεδιάζεται, αυτή με ωφέλιμο βάθος 2,50μ.

Η διατομή του κρηπιδοτοίχου προβλέπεται με στάθμη στέψης στον κορυφαίο τεχνητό ογκόλιθο της εκάστοτε στήλης στα +0,20μ. έτσι ώστε να είναι δυνατή η εν συνεχεία σκυροδέτηση της ανωδομής των κρηπιδοτοίχων. Αντίστοιχα προβλέπεται τοποθέτηση πλάκας προστασίας ποδός για την προστασία των τοίχων έναντι διάβρωσης από τις προπέλες των εξυπηρετούμενων σκαφών (και στην παρούσα κατάσταση όχι μόνο). Στην τρίτη διατομή δεν προβλέπεται τοποθέτηση πλάκας. Για την προστασία του πόδα, οι ανάγκες είναι πολύ μικρότερες λόγω και του μεγέθους των σκαφών. Με βάση τα ανωτέρω το συνολικό ύψος των στηλών θα είναι: 2,90μ. Η στάθμη στέψης της ανωδομής προβλέπεται στα +1,0μ. από τη Μ.Σ.Θ.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Ακολουθεί η σχηματική αναπαράσταση της διατομής που προέκυψε από τους υπολογισμούς της μελέτης, στις οποίες παρουσιάζονται οι διαστάσεις των τ.ο. και εν γένει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους.

Α. Διατομή στα -2,50μ. (ωφέλιμο και στάθμη έδρασης στα -2,70μ.)



Οι τ.ο. είναι:

- ✓ Ανωδομή: 2,25 x 0,80μ. (πλάτος x ύψος)
- ✓ Τεχνητός Ογκόλιθος (2): 2,50μ. x 1,45μ. (πλάτος x ύψος)
- ✓ Τεχνητός Ογκόλιθος (1): 3,25μ. x 1,45μ. (πλάτος x ύψος)  
(εμπρός απότμηση: 0,30μ. x 0,70μ.)

Ο κορυφαίος τ.ο. ξενερίζει στην στάθμη +0,20m. Η στάθμη είναι ικανοποιητική για την εν ξηρώ σκυροδέτηση της χυτής επιτόπου ανωδομής της στήλης.

Το μήκος όλων των τ.ο. έχει προβλεφθεί ίσο με 2,50μ. Η ανάλυση που εκπονήθηκε αφορά σε ανά τρέχον μέτρο επιλύσεις του κρηπιδώματος.

### 5.3.2. Παράμετροι Σχεδιασμού

α) Χαρακτηριστικά Υλικών Κρηπιδωμάτων

α1) Στοιχεία εκ σκυροδέματος

Η πυκνότητα του σκυροδέματος (άοπλου) των τ.ο. είναι  $2,35 \text{ ton/m}^3$ , ενώ αυτή του οπλισμένου σκυροδέματος (ανωδομή)  $2,40 \text{ ton/m}^3$ . Η κατηγορία του σκυροδέματος των τ.ο. ορίζεται σε C20/25. Αντίστοιχα αυτή των ανωδομών που επίσης αφορά σε ελαφρά οπλισμένα σκυροδέματα ορίζεται σε C25/30. Το σκυροδέμα των επιστρώσεων – δαπέδων της χερσαίας ζώνης αντίστοιχα ορίζεται σε C25/30. Δεδομένου ότι θα προβλεφθεί ένας ελάχιστος οπλισμός για τις επιστρώσεις της χερσαίας ζώνης η πυκνότητα τους λαμβάνεται ίση με  $2,35 \text{ ton/m}^3$ . Όλες οι τιμές εκφράζονται ως ειδικά βάρη σε  $\text{kN/m}^3$  (στους υπολογισμούς θεωρήθηκε πάχος επίστρωσης 20εκ.).

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Ειδικό βάρος σκυροδέματος ανωδομής:	23,54 kN/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος σκυροδέματος τεχνητών ογκολίθων και επιστρώσεων:	23.05 kN/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος θαλάσσιου ύδατος:	10,0550 kN/m <sup>3</sup>

α2) Λιθορριπές Επιχώσεις και Θραυστά Υλικά

Κάτω από την επίστρωση των σκυροδεμάτων προβλέπονται δύο στρώσεις (2) οδοστρωσίας (Π.Τ.Π. 015 & 0155), εκάστη πάχους 10 cm. Οι στρώσεις αυτές αποτελούνται από επιλεγμένα υλικά, θραυστά με πολύ καλά χαρακτηριστικά. Συμπυκνώνονται σε πολύ υψηλά ποσοστά της πρότυπης δοκιμής proctor.

Υπό των δύο στρώσεων θραυστών προβλέπεται υλικό επίχωσης πάχους 0,40 – 0,45μ. (μεταβλητό ανάλογα με τις ρήσεις για την απορροή των ομβρίων). Το υλικό αυτό προβλέπεται από ειδικά επιλεγμένες επιχώσεις κατηγορίας E2 - E3, σύμφωνα με τις πρότυπες προδιαγραφές της οδοποιίας. Τα υλικά αυτά θεωρούνται ως οι βέλτιστες επιχώσεις και προδιαγράφονται αναλυτικά στο τεύχος των τεχνικών προδιαγραφών του έργου. Ο βαθμός συμπύκνωσης τους με βάση την τροποποιημένη πρότυπη δοκιμή Proctor θα πρέπει να είναι >95%.

- Στρώσεις οδοστρωσίας – θραυστών ΠΤΠ 015 & 0155

Ειδικό βάρος εν ξηρώ:	20,40 kN/m <sup>3</sup>
Πάχος Στρώσης:	0,20 m (0,10 x 2)
Γωνία εσωτερικής τριβής:	$\varphi = 37^\circ$

Οι τιμές του ειδικού βάρους είναι αυξημένες λόγω του μικρού σχετικά ποσοστού κενών της στρώσης, εξαιτίας της διαδικασίας συμπύκνωσης, της συνεχόμενης διαβροχής και συμπλήρωση με λεπτόκοκκη άμμο. Αντίστοιχα η γωνία εσωτερικής τριβής λαμβάνεται για τους ίδιους λόγους σχετικά υψηλή. Παρ' ότι η διαβάθμιση του υλικού της βάσης και της υπόβασης διαφοροποιείται έστω κατά τι, δεν προβλέπεται διαφοροποίηση στα χαρακτηριστικά που εισάγονται στους υπολογισμούς. Οι διαφορές θεωρούνται και είναι ασήμαντες. Για την εκτίμηση των ειδικών βαρών των υλικών θεωρήθηκε ότι το ολικό βάρος του πετρώματος είναι ίσο με 2,60 ton/m<sup>3</sup> και το ποσοστό κενών ίσο με 20%.

- Υλικά ανακουφιστικού πρίσματος όπισθεν του κρηπιδοτοίχου

Ειδικό βάρος εν ξηρώ:	17,22 kN/m <sup>3</sup>
Γωνία εσωτερικής τριβής:	$\varphi = 38,5^\circ$

Για την εκτίμηση των ειδικών βαρών των υλικών θεωρήθηκε ότι το ολικό βάρος του πετρώματος είναι ίσο με 2,60 ton/m<sup>3</sup>. Το ποσοστό κενών κυμαίνεται μεταξύ 30 και 35%. Στην παρούσα λήφθηκε μία μέση τιμή και εκτιμήθηκε το φαινόμενο και το κορεσμένο βάρος του υλικού.

- Υλικό έδρασης κρηπιδοτοίχου

Το υλικό έδρασης του κρηπιδοτοίχου θα αποτελείται από λιθορριπές 0,50 έως 50 χγρ. Το υλικό αυτό είναι αντίστοιχων χαρακτηριστικών με αυτό του ανακουφιστικού πρίσματος, πλην μόνο ότι είναι κατά τι



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

πιο βαρύ και με ελάχιστα μικρότερη γωνία διατμητικής αντοχής. Παρά ταύτα η τιμή της γωνίας εσωτερικής τριβής λαμβάνεται ίση με  $31^\circ$  έτσι ώστε να είναι συμβατή με την συνήθη τιμή του συντελεστή τριβής στην έδραση που λαμβάνεται σε αντίστοιχες περιπτώσεις λιμενικών έργων. Σύμφωνα με τον Ιαπωνικό Κανονισμό ο συντελεστής τριβής μεταξύ πρίσματος έδρασης (θραυστό υλικό πρίσματος ή εξισωτικής στρώσης) και τεχνητού ογκολίθου βάσης της στήλης λαμβάνεται ίσος με 0,60 (OCDI “Overseas Coastal Area Development Institute of Japan: Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan”, pg. 91 table 16.1) [5]. Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας:

Concrete against concrete	0.5
Concrete against bedrock	0.5
Underwater concrete against bedrock	0.7 ~ 0.8 <sup>1)</sup>
Concrete against rubble	0.6
Rubble against rubble	0.8
Timber against timber	0.2 (wet) ~ 0.5 (dry)
Friction increasing mat and rubble	0.7 ~ 0.8

Εικόνα 5-1: Πίνακας τιμών στατικής τριβής

Σύμφωνα με τον ανωτέρω πίνακα οι τιμές μεταξύ σκυροδέματος και θραυστών λατομικών υλικών είναι ίσος με 0,60. Η γωνία εσωτερικής τριβής που αντιστοιχεί στον συγκεκριμένο συντελεστή είναι αυτή των  $31^\circ$  (η εφαπτομένη της).

β) Τριβή μεταξύ τοίχου και λιθορριπών ανακουφιστικού πρίσματος

Η γωνία τριβής  $\delta$  μεταξύ του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και της εκ σκυροδέματος παρειάς του τοίχου είθισται να λαμβάνεται ως ποσοστό της γωνίας εσωτερικής τριβής του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος. Η τιμή αυτή σύμφωνα με τον [1] και το [2] μπορεί να φθάσει και τα 2/3 της γωνίας  $\varphi$ .

Σε όλες τις περιπτώσεις η γωνία λαμβάνεται με βάση την συγκεκριμένη οδηγία και λίγο χαμηλότερα για λόγους συντηρητικής θεώρησης. Συγκεκριμένα λαμβάνονται οι εξής τιμές:

Είδος υλικού	$\max \delta = 2/3 \tan (\varphi)$	γωνία τριβής $\delta (^\circ)$
Λιθορριπές ανακ πρίσματος:	27,93	25
Στρώσεις οδοτρωσίας	26,66	23
Επιχώσεις	21,05	20,0
Στρώσεις εξάλων επιχώσεων	25,84	20

Πίνακας 5-1: Τιμές γωνίας  $\delta$  για τις λιθορριπές, τις επιχώσεις και τα θραυστά υλικά όπισθεν του κρηπιδοτόχου

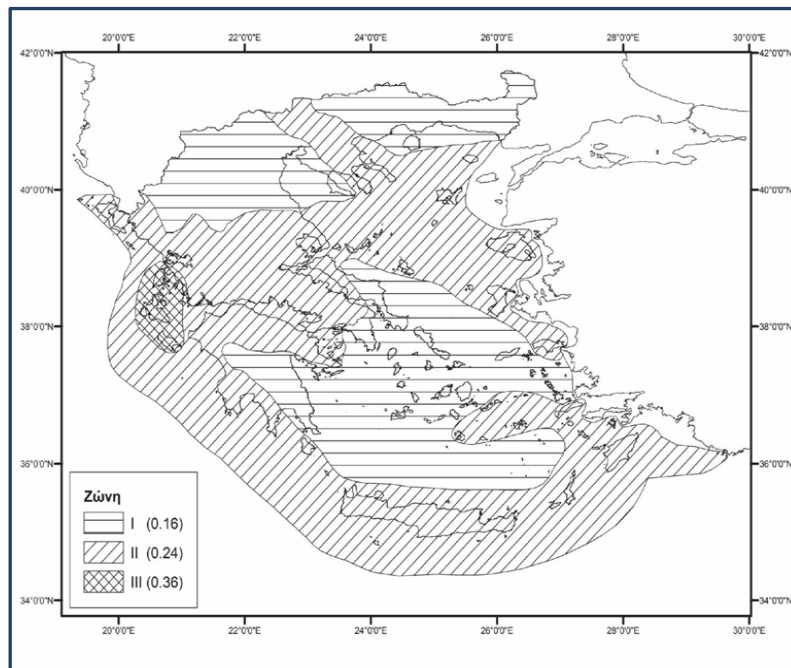
γ) Τριβή μεταξύ τεχνητών ογκολίθων

Μία ακόμη επισήμανση αφορά στην τριβή μεταξύ των τ.ο. που εισάγεται στους υπολογισμούς. Η συνήθης τριβή μεταξύ στοιχείων εκ σκυροδέματος λαμβάνεται ίση με 0,50. Μεγαλύτερες τιμές χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Ορισμένες φορές η τιμή αυξάνεται στα 0,60 όταν πρόκειται για χυτό σκυρόδεμα επί προκατασκευασμένου τεχνητού ογκολίθου. Στην παρούσα όλες οι τιμές λαμβάνονται ίσες με 0,50.

5.3.3. Σεισμικές δράσεις σχεδιασμού

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η περιοχή του Αλμυρού ανήκει στην δεύτερη (2<sup>η</sup>) ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας, σύμφωνα με τον σχετικό χάρτη που δίνεται στον Ε.Α.Κ. [3], που παρατίθεται στην συνέχεια:



Σχήμα 5-4 : Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας Ελλαδικού Χώρου

Με βάση τον εν λόγω χάρτη στην 2<sup>η</sup> ζώνη, η σεισμική επιτάχυνση του εδάφους είναι:  $A = 0,24g$

Σύμφωνα με τον [3] και ανάλογα με τον χαρακτήρα και τις χρήσεις του εκάστοτε έργου, επιτρέπεται η χρήση απομειωτικού συντελεστή στην σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού, κατά τον ψευδοστατικό υπολογισμό με την θεώρηση ανεκτών μετακινήσεων στον κρηπιδοτόιχο. Η λήψη του εν λόγω συντελεστή συνιστάται στην περίπτωση που η λειτουργική δραστηριότητα στην ανωδομή των εξεταζόμενων έργων δεν απαιτεί το «απαράμorfωτο» της κατασκευής. Δεδομένου ότι το προτεινόμενο έργο δεν ανήκει σε κατασκευές αυτού του τύπου (συνήθως κρηπιδώματα στα οποία εξυπηρετείται μηχάνημα επί σταθερής τροχιάς - γερανός επί σιδηροτροχιών), μπορεί να εφαρμοσθεί συντελεστής απομείωσης έως 2,0 στην οριζόντια σεισμική επιτάχυνση, δηλαδή στο 50% της μέγιστης τιμής).

Η συνήθης απομείωση που λαμβάνεται υπόψη είναι ίση με συντελεστή 1,50 που αντιστοιχεί σε σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού 0,16g. Η κατακόρυφη συνιστώσα της επιτάχυνσης σχεδιασμού είναι ίση με το 0,30 της συνολικής οριζόντιας, δηλαδή χωρίς την χρήση απομειωτικού συντελεστή. Στην εξεταζόμενη περίπτωση είναι ίση με  $0,24 \times 0,3 = 0,072g$ .

Τα αποτελέσματα που ακολουθούν αφορούν κατ' αρχήν την επιτάχυνση σχεδιασμού, ήτοι τα 0,16g, και τέλος την περίσσεια ασφαλείας που παρέχεται για τα 0,12g.

#### 5.3.4. Κινητά φορτία

Για το συγκεκριμένο έργο δεν προβλέπονται ιδιαίτερες απαιτήσεις για σημαντικά κινητά φορτία, λόγω της χρήσης του για την αλιευτική δραστηριότητα.

Ο σχεδιασμός της διατομής του κρηπιδοτοίχου, εκτελέσθηκε με κινητό μεταβλητό φορτίο όπισθεν της ανωδομής, σύμφωνα με το DIN 1072 [6] για την κατηγορία SLW [30] των οδογεφυρών, που είθισται να

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

λαμβάνεται σε αντίστοιχου τύπου και χρήσης λιμενικές εγκαταστάσεις. Το συγκεκριμένο φορτίο λαμβάνεται ίσο με  $16,67\text{kN/m}^2$ , το οποίο αντιστοιχεί σε ομοιόμορφο κινητό φορτίο διαξονικού φορτηγού. Η ανωτέρω τιμή κινητού φορτίου εφαρμόζεται στην κατάσταση λειτουργίας του κρηπιδοτοίχου (στατική φόρτιση) ενώ για την περίπτωση της δυναμικής αντίστοιχα (σεισμική), εφαρμόζονται οι απομειωτικοί συντελεστές συνδυασμού φορτίσεων  $\psi$ , που προτείνονται από τον Ευρωκώδικα [1]. Τα κινητά φορτία ανήκουν στην κατηγορία των **μεταβλητών φορτίων** (variable loading), δηλαδή σε αυτά που ενδέχεται να βρίσκονται στην χερσαία ζώνη. Δεν αποτελούν δηλαδή μόνιμα φορτία ούτε φορτία με σημαντικούς χρόνους παραμονής στην χερσαία ζώνη του έργου.

Πίνακας 2.3.3.1.(2)				
1	<table border="1"> <tr> <td> <p>ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 60/30 ΒΑΡΥ ΟΧΗΜΑ (SLW)</p> <p>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 600 kN ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ : 100 kN ΥΠΟΚ. ΟΜΟΙΟΜ. : <math>p=33,3\text{ kN/m}^2</math> ΦΟΡΤΙΟ</p> </td> <td> <p>ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 30/30</p> <p>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 300 kN ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ : 50 kN ΥΠΟΚ. ΟΜΟΙΟΜ. : <math>p=16,7\text{ kN/m}^2</math> ΦΟΡΤΙΟ</p> </td> <td> <p>ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΑΞΟΝΑ</p> <p>ΑΞΟΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 130 kN</p> </td> </tr> </table>	<p>ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 60/30 ΒΑΡΥ ΟΧΗΜΑ (SLW)</p> <p>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 600 kN ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ : 100 kN ΥΠΟΚ. ΟΜΟΙΟΜ. : <math>p=33,3\text{ kN/m}^2</math> ΦΟΡΤΙΟ</p>	<p>ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 30/30</p> <p>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 300 kN ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ : 50 kN ΥΠΟΚ. ΟΜΟΙΟΜ. : <math>p=16,7\text{ kN/m}^2</math> ΦΟΡΤΙΟ</p>	<p>ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΑΞΟΝΑ</p> <p>ΑΞΟΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 130 kN</p>
<p>ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 60/30 ΒΑΡΥ ΟΧΗΜΑ (SLW)</p> <p>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 600 kN ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ : 100 kN ΥΠΟΚ. ΟΜΟΙΟΜ. : <math>p=33,3\text{ kN/m}^2</math> ΦΟΡΤΙΟ</p>	<p>ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 30/30</p> <p>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 300 kN ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ : 50 kN ΥΠΟΚ. ΟΜΟΙΟΜ. : <math>p=16,7\text{ kN/m}^2</math> ΦΟΡΤΙΟ</p>	<p>ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΑΞΟΝΑ</p> <p>ΑΞΟΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ: 130 kN</p>		
2	<p>ΔΙΑΤΑΞΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΡΑΣΠΕΔΩΝ</p> <p>HS: ΚΥΡΙΑ ΑΞΟΝΙΑ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ <math>\phi</math> NS: ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΑΞΟΝΙΑ ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ <math>\phi</math> ΥΠΟΛΟΙΠΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ <math>p_2=3\text{ kN/m}^2</math> ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ</p>			
3	<p>ΔΙΑΤΑΞΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΛΟΙΠΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕΧΡΙ ΤΑ ΚΙΤΚΑΙΔΩΜΑΤΑ (εκτοφόρμια, ποδηλατοφόρμια, διαμορφώσεις κεντρικής νησίδας) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΕΛΑΦΙΑ α), β), γ)</p> <p>α) <math>p_2=3\text{ kN/m}^2</math> ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ 2</p> <p>β) <math>p_2=5\text{ kN/m}^2</math> ΧΩΡΙΣ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ 2 (ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΦΟΡΤΙΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ κ.κ. ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΩΝ κ.λ.κ.)</p> <p>γ) ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΡΟΧΟΥ ΕΠΙ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟΥ ΛΟΓΩ ΕΛΑΦΙΡΗΣ ΣΤΗΘΑΙΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</p> <p>ΦΟΡΤΙΟ ΤΡΟΧΟΥ: <math>P=50\text{ kN}</math> ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΛΑΡΑΣ: <math>0,2 \times 0,4</math></p>			

Εικόνα 5-2: Κατηγορίες Κινητών Φορτίων, πηγή [6]

Το ανωτέρω φορτίο θεωρείται αρκετά υψηλό και ενδεχόμενα συντηρητικό για το συγκεκριμένο κρηπίδωμα. Παρά ταύτα συντηρητικά αποφασίσθηκε η εισαγωγή του στους υπολογισμούς της μελέτης.

$$UDL = 16,67\text{kPa}$$

Αντίστοιχα για το φορτίο δέστρας εκτιμάται ενιαίο γραμμικό φορτίο ίσο με  $10\text{kN/m}$ , που επίσης θεωρείται αρκετά μεγάλο για τα σκάφη που θα χρησιμοποιούν το κρηπίδωμα και την κατανομή της δύναμης δέστρας σε όλο το μήκος της συνεχόμενης ανωδομής.

#### 5.4. Αποτελέσματα διαστασιολόγησης κρηπιδοτοίχων

Ακολουθούν τα αποτελέσματα των ελέγχων ευσταθείας των διατομών που σχεδιάσθηκαν με βάση τις λειτουργικές ανάγκες του καταφυγίου.



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

➤ Κρηπίδωμα με στάθμη έδρασης στα -2.70μ. από Μ.Σ.Θ.

STABILITY CHECKS				
INDIVIDUAL CHECKS	OPERATION		SEISMIC, $q = 1,5$ $a_h = 0,16g$	
	s.f.		s.f.	
SLIDING ( $v_{sl}$ )	1,80		1,13	
OVERTURNING ( $v_{ovr}$ )	2,28		1,75	
FOUNDATION PRESSURE	OPERATION		SEISMIC	
	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$
	119,95	49,90	132,31	1,37
ALLOWABLE ECCENTRICITY ( $e_{allb}$ )	OPERATION		SEISMIC	
	b/3 = 0,333		b/3 = 0,333	
ECCENTRICITY ( $e_{res}$ )	0,096		0,183	
ACTIVE WIDTH ( $B_{act}$ )	3,25		3,25	

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι η διατομή του έργου είναι υπερεπαρκής για την ανάληψη των φορτίων σχεδιασμού σε στατική και σεισμική κατάσταση.

Τα αποτελέσματα των αναλυτικών υπολογισμών των ελέγχων ευσταθείας παρουσιάζονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β** της παρούσης.

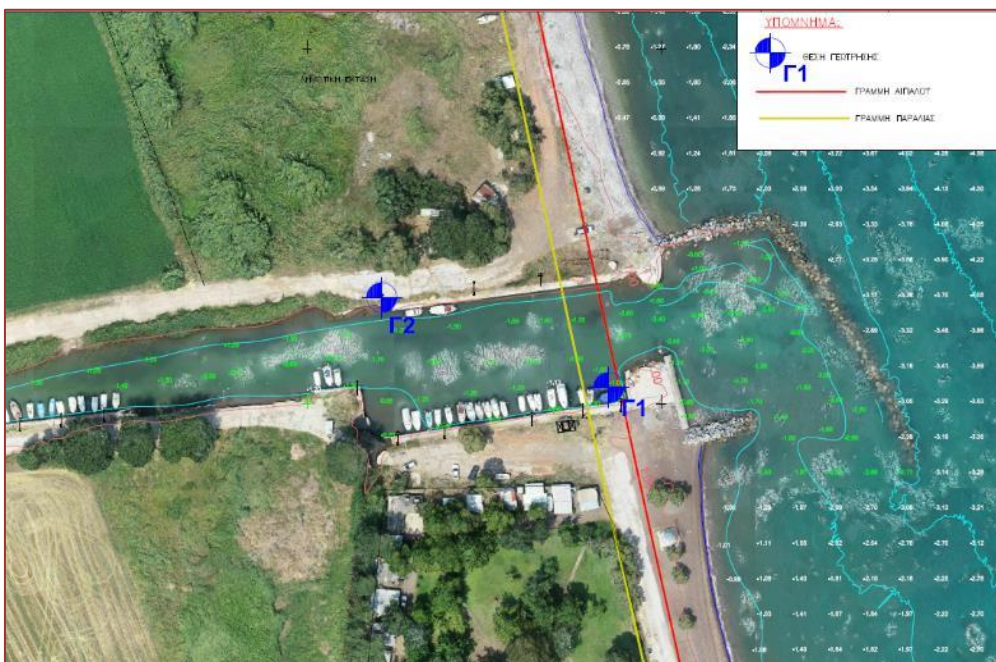
## 6. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΕΡΓΟΥ

### 6.1. Γενικά – Γεωτεχνική έρευνα

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της συνολικής μελέτης του έργου, εκτελέσθηκε γεωτεχνική έρευνα για το συγκεκριμένο έργο, η οποία αφορούσε σε δύο (2) χερσαίες γεωτρήσεις. Οι δύο γεωτρήσεις εκτελέσθηκαν για την διαπίστωση των γεωτεχνικών συνθηκών στην περιοχή των υπό ανακατασκευή παραλιακών κρηπιδωμάτων του έργου.

Σκοπός της εκπόνησης και Αξιολόγησης της Γεωτεχνικής Έρευνας, είναι η διαπίστωση των εδαφικών συνθηκών στην περιοχή θεμελίωσης των υπό ανακατασκευή κρηπιδωμάτων, τα οποία είναι έργα βαρύτητας.

Οι θέσεις και τα βάθη ανόρυξης των γεωτρήσεων Γ-1 και Γ-2 της παρούσας γεωτεχνικής έρευνας, απεικονίζονται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 6-1: Θέσεις ερευνητικών γεωτρήσεων

Η δειγματοληψία των γεωτρήσεων ήταν συνεχής, με μέγιστο βάθος εκάστης **12-15m** περίπου και περιελάμβανε την εκτέλεση δοκιμών πρότυπης διείδυσης (S.P.T.) και παράλληλη περιγραφή των δειγμάτων. Οι εργασίες υπαίθρου εκτελέστηκαν στο διάστημα μεταξύ **11-2-2023 & 12-2-2023**.

Σημειώνεται ότι τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής αξιολόγησης παρατίθενται αναλυτικά στο οικείο τεύχος της Γεωτεχνικής Μελέτης, που συνοδεύει την παρούσα Οριστική Μελέτη.

### 6.2. Στρωματογραφία – Αποτελέσματα Αξιολόγησης Παραμέτρων

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η στρωματογραφική οργάνωση των διερευνηθέντων σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή θεμελίωσης των νέων έργων, όπως αυτή προέκυψε από την συναξιολόγηση των

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

αποτελεσμάτων των γεωερευνητικών εργασιών υπαίθρου και εργαστηρίου. Παράλληλα παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των γεωτεχνικών παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στους οικείους γεωτεχνικούς υπολογισμούς.

Στην περιοχή του υπό μελέτη έργου από τη γεωτεχνική έρευνα προκύπτει ότι, κάτω από τις επιφανειακές επιχώσεις – επιστρώσεις (Στρώση I), εμφανίζονται δύο κύριοι σχηματισμοί: α) ένας χαμηλής πυκνότητας κοκκώδης κατά βάση σχηματισμός (Στρώση II), ο οποίος εναλλάσσεται β) του σχηματισμού των αργίλων (Στρώση III), οι οποίες παρουσιάζουν μικρή γενικά αντοχή και η οποία αυξάνεται σε μεγάλα βάθη, όπου απαντάται και η υψηλής αντοχής στρώση μεικτού εδάφους (Στρώση IV), η οποία αποτελεί και το υπόβαθρο της περιοχής μελέτης.

Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή των απαντώμενων στρώσεων κατά σειρά εμφάνισής τους στις γεωτρήσεις.

6.2.1. Στρώση I (Ιλυώδης άμμος με χάλικες ποικίλης διαβάθμισης– Επιφανειακές τεχνητές επιχώσεις)

Εμφανίζεται επιφανειακά, και στις δύο θέσεις γεωτρήσεων, αποτελούμενη από ιζήματα, μέσης πυκνότητας, καστανού έως σκούρου καστανού χρώματος και ειδικότερα: αργιλοαμμώδη υλικά με κυμαινόμενο ποσοστό χαλίκων, ιλύος και κυμαινόμενη πλαστικότητα και συμπίεστότητα. Η εν λόγω στρώση συνίσταται από υλικά από τις πλέον πρόσφατες αποθέσεις - υλικά τεχνητών επιχώσεων από τη διαμόρφωση των υφιστάμενων κατασκευών.

Κατά το AUSCS σύστημα ταξινόμησης κατατάσσεται ως **SC-SM, GC**.

Η στρώση αποτελείται κυρίως από αδρομερή υλικά: λίθους και χάλικες ποικίλης διαβάθμισης καθώς και από αδρομερή υλικά επίχωσης αναμεμιγμένα με εδαφικά υλικά (άμμοι, ιλυώδεις άμμοι, αμμοχάλικα). Λόγω της έντονης ετερογένειας των υλικών και του διαφορετικού βαθμού συμπίκνωσης, είναι δύσκολη η εξαγωγή παραμέτρων καθόσον μάλιστα, λόγω της φύσεως της στρώσης, δεν ήταν δυνατή η λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων για εργαστηριακές δοκιμές. Γενικά, πρόκειται για κακής ποιότητας κοκκώδη υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ως υλικό επίχωσης όπισθεν των στηλών των κρηπιδοτοίχων. Λιθορριπές με την έννοια του καθαρού λατομικού υλικού δεν εντοπίστηκαν. Από προγενέστερη εμπειρία προτείνονται για τα υλικά αυτά οι κάτωθι γεωτεχνικές παράμετροι:

- ✓ Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 20,0 \div 21,0 \text{ kN/m}^3$
- ✓ Υπό άνωση φαινόμενο βάρος:  $\gamma' = 10,0 \div 11,0 \text{ kN/m}^3$
- ✓ Ενεργός γωνία τριβής:  $\varphi' = 32 \div 35^\circ$
- ✓ Ενεργός συνοχή:  $c' = 0 \text{ kPa}$
- ✓ Μέτρο συμπίεστότητας:  $E_s = 10,0 \div 20,0 \text{ MPa}$

Οι ανώτερες του ως άνω προτεινόμενου εύρους τιμές είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικές των αμιγώς λίθινων υλικών ενώ οι κατώτερες είναι χαρακτηριστικές των υλικών στα οποία εμπεριέχονται και εδαφικές προσμείξεις.

Σε κάθε περίπτωση η συγκεκριμένη στρώση απομακρύνεται **πλήρως** και αντικαθίσταται από νέα λατομικά υλικά που προβλέπονται όπισθεν των στηλών των κρηπιδοτοίχων.



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

6.2.2. Στρώση II (Αμμοι/ Ιλυώδεις)

Εμφανίζεται και στις δύο θέσεις γεώτρησης κάτω από τις επιχώσεις, ενώ συναντάται και σε μικρές ενστρώσεις βαθύτερα, αποτελούμενη από κοκκώδη ιζήματα, χαμηλής γενικά πυκνότητας, γκριζου χρώματος και ειδικότερα: α) ΑΜΜΟ κακής διαβάθμισης με ιλύ, μη πλαστική και β) ιλυώδη ΑΜΜΟ με αρκετά λεπτόκοκκα (μέχρι 30%), τα οποία προσδίδουν, κυρίως στα πρώτα μέτρα στη θέση Γ2, μικρή πλαστικότητα.

Οι γεωτεχνικές παράμετροι της εν λόγω στρώσης είναι:

- Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 18,0 \text{ KN/m}^3 \text{ (SM)}$
- Φαινόμενο βάρος υπό άνωση:  $\gamma' = 8,0 \text{ KN/m}^3 \text{ (SM)}$
- Γωνία εσωτερικής τριβής:  $\phi = 33^\circ$
- Μέτρο Μονοδιάστατης Συμπίεσης  $E_s = 4.000 \text{ kPa}$

Όπως αναφέρθηκε, η αναλυτική παρουσίαση για την εκτίμηση των γεωτεχνικών παραμέτρων των απαντώμενων εδαφικών σχηματισμών, παρουσιάζεται στο οικείο τεύχος της γεωτεχνικής μελέτης του έργου, που συνοδεύει την παρούσα.

Η στρώση απομακρύνεται πλήρως και αντικαθίσταται από νέα υλικά λατομικής προέλευσης.

6.2.3. Στρώση III (ΑΡΓΙΛΟΙ)

Εμφανίζεται και στις 2 γεωτρήσεις κάτω από τα επιφανειακά ιζήματα και αντιπροσωπεύει τον σχηματισμό των ΑΡΓΙΛΩΝ, ο οποίος διακρίνεται σε δύο επιμέρους στρώσεις / ιζηματολογικές φάσεις, α) μία περισσότερο ιλυώδη και β) μία περισσότερο αργιλοαμμώδη.

Αναλυτικότερα, στο μεγαλύτερο τμήμα της δομείται από μία γκριζα ΑΡΓΙΛΟ, ισχνή (CL) μικρής πλαστιμότητας, ενώ γενικά οι αμμώδεις προσμίξεις δεν ξεπερνούν το 40%, πλην μιας εμφάνισης στη Γ1 περίξ των 8,00μ, όπου η άμμος εμφανίζεται σε ποσοστά άνω του 50% μαζί με μικρούς χάλικες με πολύ αυξημένα ποσοστά.

Οι γεωτεχνικές παράμετροι που εκτιμήθηκαν και υιοθετούνται τελικώς για την Στρώση III, είναι οι ακόλουθες:

- Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 19,0 \text{ KN/m}^3 \text{ (CL)}$
- Φαινόμενο βάρος υπό άνωση:  $\gamma' = 9.0 \text{ KN/m}^3$
- Αστράγγιστη διατμητική αντοχή:  $c_u = 20 \text{ kPa}$
- Γωνία εσωτερικής τριβής:  $\phi' = 25^\circ$

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

- Συνοχή:  $c' = 3 \text{ kPa}$
- Μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης:  $E_s = 2 \text{ MPa}$

Η συγκεκριμένη στρώση δεν αντικαθίσταται πλήρως καθώς εκτείνεται σε σημαντικό βάθος, το οποίο καθιστά δύσκολη και οικονομικά επαχθή την εκσκαφή της. Ο σχεδιασμός του έργου βασίζεται στην αντιμετώπιση των προβλημάτων θεμελίωσης σε αυτήν την συγκεκριμένη στρώση.

6.2.4. Στρώση IV (Άργιλος –Αργιλοίλυς με χάλικες και κροκάλες)

Πρόκειται για «Καστανή Άργιλο, χαμηλής και μέσης πλαστικότητας, στιφρή με κυμαινόμενο ποσοστό άμμου» και εμφανίζεται ως ο ανθεκτικός σχηματισμός στη θέση του έργου, αμέσως κάτω από τα ανωτέρω περιγραφέντα ιζήματα, τα οποία εν γένει αποτελούν τις σύγχρονες χαλαρές αποθέσεις.

Πρόκειται για καστανού χρώματος ισχνή ΑΡΓΙΛΟ/CL. Χαρακτηρίζεται ως άργιλος κυρίως, μέσης συνεκτικότητας έως στιφρή και ενίοτε πολύ στιφρή έως σκληρή, με αρκετό ποσοστό κοκκώδους κλάσματος. Απαντώνται επίσης χάλικες και κροκάλες (SC - GC).

Η στρώση αυτή απαντήθηκε μέχρι το πέρας των γεωτρήσεων και πάντως κάτω από το βάθος των 15,0μ.

Οι γεωτεχνικές παράμετροι της στρώσης παρουσιάζονται πινακοποιημένες ακολούθως:

Συγκεντρωτικός πίνακας γεωτεχνικών παραμέτρων Στρώσης IV	
Υγρό φαινόμενο βάρος:	$\gamma_{\text{sat}} = 20.0 \text{ kN/m}^3$
Φαινόμενο βάρος υπό άνωση:	$\gamma' = 10.0 \text{ kN/m}^3$
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή:	$c_u = 80 \text{ (kPa)}$
Ενεργός γωνία τριβής:	$\varphi' = 28^\circ$
Ενεργός συνοχή:	$c' = 10 \text{ kPa}$
Μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης:	$E_s = 12 \text{ (MPa)}$ ,

Πίνακας 6-8: Στρώση IV –Σύνοψη γεωτεχνικών παραμέτρων

Τα ανωτέρω συμπεράσματα συνοψίζουν την στρωματογραφία σχεδιασμού του έργου. Σύμφωνα με τα αυτά είναι η ακόλουθη:

ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

0,00m (+1,25μ Μ.Σ.Θ.)

*Μέση Στάθμη της Θάλασσας*

1,25m (±0,00μ Μ.Σ.Θ.)

**Στρώση I**

Ιλυώδης άμμος με χάλικες ποικίλης διαβάθμισης – Επιφανειακές τεχνητές επιχώσεις

Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 20,0 \div 21,0 \text{ kN/m}^3$

Υπό άνωση φαινόμενο βάρος:  $\gamma' = 10,0 \div 11,0 \text{ kN/m}^3$

Ενεργός γωνία τριβής:  $\phi' = 32 \div 35^\circ$

Ενεργός συνοχή:  $c' = 0 \text{ kPa}$

Μέτρο συμπίεσότητας:  $E_s = 10,0 \div 20,0 \text{ MPa}$

3,75m (-2,50μ από Μ.Σ.Θ.)

**Θεωρητικός Φυσικός πυθμένας**

Πάχος: 3,75 μ

**Στρώση II**

Άμμοι/ Ιλυώδεις (SM)

Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 18,0 \text{ KN/m}^3 \text{ (SM)}$

Φαινόμενο βάρος υπό άνωση:  $\gamma' = 8,0 \text{ KN/m}^3$

Γωνία εσωτερικής τριβής:  $\phi = 33^\circ$

Μέτρο Μονοδιάστατης Συμπίεσης:  $E_s = 4.000 \text{ kPa}$

7,35m (-6.00m)

Πάχος: 3.50 μ

**Στρώση III**

Αργίλοι (CL-ML, CL)

Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 19,0 \text{ KN/m}^3 \text{ (CL)}$

Φαινόμενο βάρος υπό άνωση:  $\gamma' = 9.0 \text{ KN/m}^3$

Αστράγγιστη διατμητική αντοχή:  $c_u = 20 \text{ kPa}$

Γωνία εσωτερικής τριβής:  $\phi' = 25^\circ$

Συνοχή:  $c' = 3 \text{ kPa}$

Μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης:  $E_s = 2\text{MPa}$

11,35m (-10,00m)

Πάχος: 4,00 μ

**Στρώση IV**

Αργίλος –Αργιλοιλύς με χάλικες και κροκάλες (CL, SC, GC)

Υγρό φαινόμενο βάρος:  $\gamma = 20,0 \text{ KN/m}^3$

Φαινόμενο βάρος υπό άνωση:  $\gamma' = 10,0 \text{ KN/m}^3$

Αστράγγιστη διατμητική αντοχή:  $c_u = 80 \text{ kPa}$

Γωνία εσωτερικής τριβής:  $\phi' = 28^\circ$

Συνοχή:  $c' = 10 \text{ kPa}$

Μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης:  $E_s = 2\text{MPa}$

Πάχος: 4.65μ

16.00m (-14,65m)

*\*Πέρασ γεωτρήσεων*

### 6.3. Γεωτεχνικός Σχεδιασμός

Δεδομένου ότι οι εργασίες για τον σχεδιασμό του έργου ξεκίνησαν προ της εκτέλεσης των ερευνητικών γεωτρήσεων ώστε να εξασφαλιστεί η επιτάχυνση των διεργασιών για την απαλλαγή του συνόλου των εσωτερικών έργων από την περιβαλλοντική αδειοδότηση (παρ' ότι στην συνέχεια και συνεννόηση με την ΠΕΧΩΣ αποφασίσθηκε τελικά μόνο η αποκατάσταση του πρώτου τμήματος), ο αρχικός σχεδιασμός της θεμελίωσης βασίσθηκε σε γενικά στοιχεία βάσει της μακροσκοπικής παρατήρησης αλλά και εμπειρία από προγενέστερα έργα. Υπό την έννοια αυτή και για την αποφυγή λύσεων που απαιτούν μεγάλη χρονική διάρκεια για την εκτέλεση τους, αποφασίσθηκε εξ αρχής η εκτέλεση σημαντικής εκσκαφής για την αντικατάσταση των ακατάλληλων υφιστάμενων στρώσεων – είτε τεχνητών είτε φυσικών αποθέσεων, με υλικά λατομείου, που θα μπορούν να εξασφαλίσουν την επάρκεια της διατομής στα αναμενόμενα φορτία σχεδιασμού του έργου.

Μετά και την ολοκλήρωση των εργασιών πεδίου, που περιελάμβαναν τις δύο γεωτρήσεις ξηράς, οι οποίες περιγράφηκαν ανωτέρω, προέκυψαν τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών για τα οποία εκτελέσθηκαν όλοι οι αναγκαίοι έλεγχοι που παρουσιάζονται στο παρόν τεύχος.

Η πρόταση θεμελίωσης περιλαμβάνει συνοπτικά τις εξής εργασίες:

- Καθαίρεση των παλαιών διατομών κρηπιδοτοίχου και των εμπεριεχομένων σε αυτές ακατάλληλων εδαφικών στρώσεων. Η ακριβής έκταση των παλαιών κατασκευών δεν είναι γνωστή καθώς δεν υπάρχει παλαιά μελέτη στην οποία να βασίσθηκε η υλοποίηση των υφιστάμενων έργων.
- Εκτέλεση εργασιών εκσκαφής τόσο στον χερσαίο χώρο όσο και στον θαλάσσιο πυθμένα, μέχρι την στάθμη -6,70μ. από τη Μ.Σ.Θ. ήτοι κατά 4,0μ. βαθύτερα από την στάθμη έδρασης των υπό ανακατασκευή κρηπιδοτοιχών ώστε να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο μέρος των χαλαρών και ακατάλληλων εδαφικών σχηματισμών που απαντώνται στην περιοχή του έργου. Βάσει της συγκεκριμένης επιλογής, το απομακρυνόμενο χαλαρό υλικό είναι κοντά στα 7,70-8,0μ. ενώ το παραμένον της αργιλικής στρώσης III είναι περί τα 3,0μ. έως 3,50μ.
- Διάστρωση υφαντού γεωφάσματος στην στάθμη σκάφης, εφελκυστικής αντοχής 400kN/m. Το γεωφάσμα προβλέπεται για την ενίσχυση της διατμητικής αντοχής του εδάφους κατά την ολίσθηση διευρυσμένων επιφανειών αλλά και για την επίτευξη ομοιόμορφης απόκρισης των έργων ξηράς (κρηπιδοτοίχος και επιχώσεις χερσαίας ζώνης)
- Διάστρωση εξυγιαντικής στρώσης αμμοχαλικού πάχους 1,1μ. για την βελτίωση των συνθηκών έδρασης των κυρίως υλικών θεμελίωσης.
- Διαμόρφωση πρίσματος θεμελίωσης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης διαβάθμισης 0,5 έως 100χγρ., πάχους 3,1μ. (συμπεριλαμβάνεται και η εξισωτική στρώση των νέων κρηπιδοτοιχών, πάχους 30εκ.).

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις θεωρούνται ικανοποιητικές και έχουν προσαρμοστεί στον διαθέσιμο χρόνο και στα στοιχεία κατά την φάση εκπόνησης της μελέτης. Παρ' ότι παραμένει σημαντικό τμήμα της αργιλικής στρώσης, προβλέπεται η αφαίρεση του μεγαλύτερου ποσοστού των χαλαρών και



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

ακατάλληλων και χαλαρών επιφανειακών στρώσεων ενώ τα μικρά σχετικά φορτία των νέων κρηπιδοτοίχων – σε σχέση και με τα υφιστάμενα – μπορούν να αναληφθούν από την προτεινόμενη διαμόρφωση της θεμελίωσης της κατασκευής. Για τη μείωση των αναπτυσσομένων φορτίων των κρηπιδοτοίχων (τάσεις εδράσεως) έχουν ληφθεί ειδικές πρόνοιες, οι οποίες περιγράφονται στην συνέχεια και αφορούν τόσο στον σχεδιασμό των στηλών όσο και στην χρήση ειδικών μέσων που αναλαμβάνουν μέρος των επιβαλλόμενων δυνάμεων.

Σημειώνεται, ότι αρχικά η στάθμη σκάφης του έργου είχε προβλεφθεί στα -5,70μ. από τη ΜΣΘ. Οι επιτυγχανόμενοι συντελεστές ασφαλείας ήταν ικανοποιητικοί για όλους του ελέγχους που έγιναν στο πλαίσιο της μελέτης. Δηλαδή, για την φέρουσα ικανότητα της θεμελίωσης και τους ελέγχους γενικής ευστάθειας. Οι έλεγχοι αυτοί παρουσιάζονται στην συνέχεια της μελέτης. Παρά ταύτα λόγω των αυξημένων μεγεθών των καθιζήσεων (από 20 έως 30εκ. ανάλογα με την ελεγχόμενη διατομή), αποφασίσθηκε τελικά η περαιτέρω επέκταση της στάθμης σκάφης του αύλακα θεμελίωσης στα -6,70μ. από ΜΣΘ. Επιδίωξη ήταν η μείωση του μέγιστου αναμενόμενου μεγέθους καθίζησης (κάτω από τα 20εκ.) αλλά και η ουσιαστική βελτίωση όλων των υπολοίπων ελέγχων που αφορούν στην ευστάθεια της διατομής αλλά και της θεμελίωσης του έργου (που είναι και το βασικό ζητούμενο).

Η απόφαση αυτή έχει και τεχνικά κριτήρια που άπτονται κυρίως της αποφυγής λήψης πρόσθετων μέτρων μετά την εκδήλωση των καθιζήσεων (ολοκλήρωση στερεοποίησης) που θα δημιουργούσαν περισσότερα προβλήματα στην εκτέλεση της σύμβασης από την Διευθύνουσα Υπηρεσία (π.χ. συμπλήρωση των ανωδομών, φρεατίων κ.λπ.).

Τέλος όπως αναφέρθηκε ήδη, στο πλαίσιο των ανωτέρω αποφασίσθηκε να προταθούν πρόσθετα μέτρα με σκοπό την απομείωση των αναπτυσσόμενων φορτίων της νέας κατασκευής, έτσι ώστε και οι αντίστοιχες απαιτήσεις αντοχής να είναι μικρότερες (φέρουσα ικανότητα και γενική ευστάθεια διατομής). Σε αυτά τα μέτρα εντάσσονται :

- Ενίσχυση της διατομής του κρηπιδοτοίχου, με χρήση κατάλληλου γεωυλικού – γεώπλεγμα, έτσι ώστε να μειωθούν οι αναπτυσσόμενες τάσεις εδράσεως στην βάση του κατώτερου τ.ο. της στήλης και κατ' επέκταση της φέρουσας ικανότητας, ιδιαίτερα στην παραμένουσα αργλική στρώση. Το γεώπλεγμα προβλέπεται από κατάλληλα υλικά ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει σε βάθος χρόνου στην διαβρωτική δράση του θαλάσσιου περιβάλλοντος.
- Διεύρυνση του πρίσματος θεμελίωσης εμπρός από την στήλη του κρηπιδοτοίχου (τόσο με την αύξηση του πλάτους της πλάκας προστασίας ποδός όσο και με το πάχος της στρώσης θωράκισης της). Οι συγκεκριμένες προβλέψεις οδηγούν στην διαμόρφωση ενός αντισταθμιστικού πρίσματος εμπροσθεν της στήλης, το οποίο «δρα» ως βάρος που ανθίσταται στην τάση μετακίνησης εδαφικών μαζών μέσω βαθέων κύκλων ολίσθησης. Πέραν τούτου αυξάνει το βάρος σε ικανό πλάτος, περιορίζοντας τον κίνδυνο ανομοιόμορφων καθιζήσεων
- Με την διευρυμένη εκσκαφή στην στάθμη των -6,70μ. αλλά και προς την τα πίσω επέκταση της, επιτυγχάνεται σημαντικό ποσοστό αντικατάστασης των ακατάλληλων εδαφών όπισθεν της στήλης του κρηπιδοτοίχου. Τα υλικά που προβλέπονται είναι κοκκώδη από λατομείο και καθαρά από όποιες γαιώδεις προσμίξεις. Αντίστοιχα, προσδίδουν αυξημένη αντοχή έναντι των κύκλων βαθιάς ολίσθησης λόγω της βελτιωμένης διατμητικής τους αντοχής (σε σχέση με τα υφιστάμενα).

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

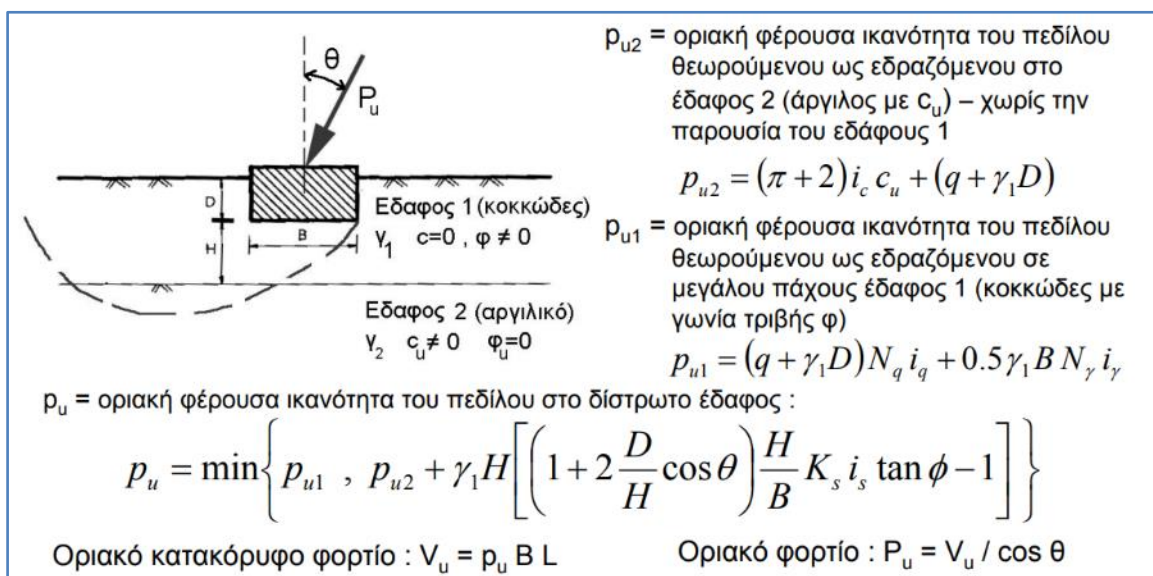
Στα επόμενα κεφάλαια παρουσιάζονται όλοι έλεγχοι που έγιναν και αφορούν στις συνθήκες θεμελίωσης των προτεινόμενων κατασκευών και ειδικότερα α) της φέρουσας ικανότητας, β) της γενικής ευστάθειας και γ) των αναμενόμενων καθιζήσεων των κατασκευών.

Σημειώνεται ότι οι έλεγχοι που εκτελέστηκαν αφορούσαν στην αρχική κατάσταση θεμελίωσης, δηλαδή στην στάθμη σκάφης -5,70μ. που είναι σημαντικά δυσμενέστερη από αυτήν που τελικά αποφασίσθηκε για το έργο. Η επαύξηση της στάθμης σκάφης και η αντικατάσταση του εδάφους από λατομικά υλικά είναι σαφώς πιο ευμενής. Στους ελέγχους φέρουσας ικανότητας εκτελέστηκαν οι έλεγχοι για το αυξημένο πάχος πρίσματος και προέκυψαν σαφώς πιο βελτιωμένοι συντελεστές ασφαλείας. Για τους ελέγχους της γενικής ευστάθειας – βαθείς κύκλοι ολίσθησης – οι σχετικοί έλεγχοι δεν επανεκτελέστηκαν καθώς οι συντελεστές ασφαλείας προκύπτουν αντίστοιχα πιο ευμενείς από αυτούς με τη μικρότερη εξυγίανση του εδάφους.

6.4. Φέρουσα Ικανότητα

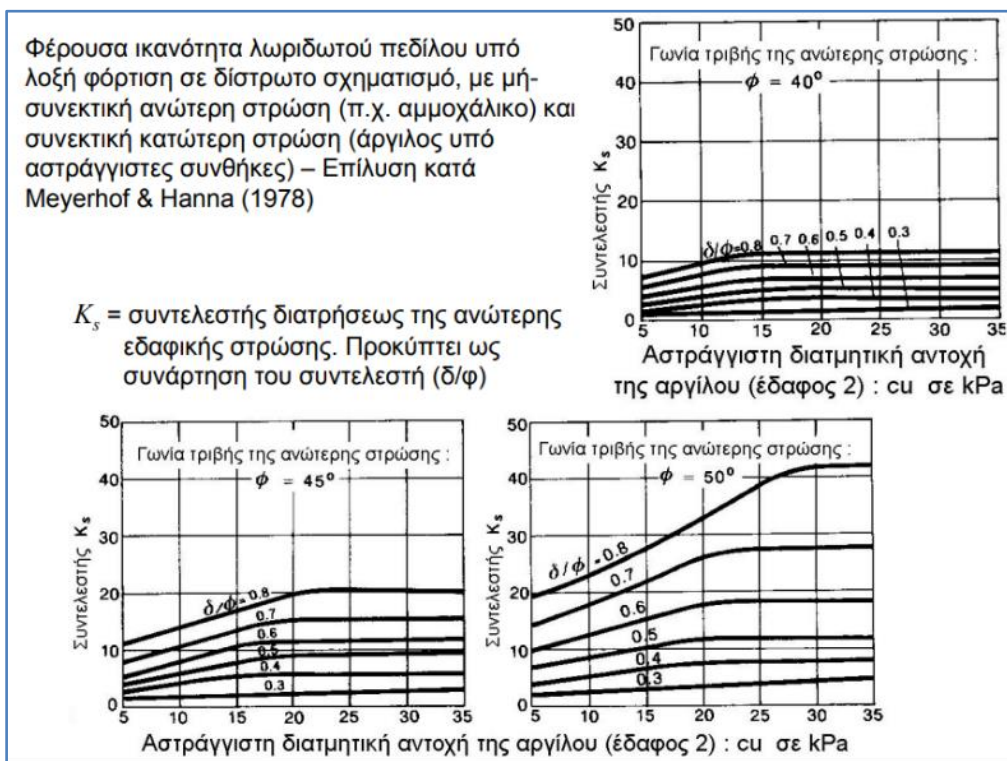
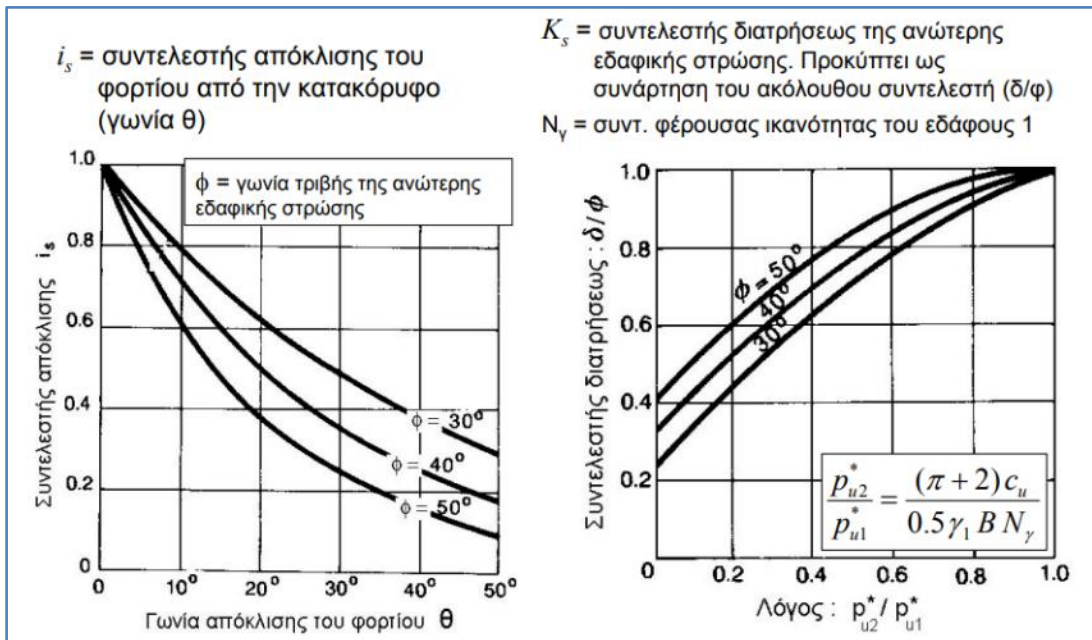
Η εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας επιφανειακού θεμελίου με διαστάσεις όσο και η βάση του κρηπιδότοιχου στην διατομή ελέγχου αφορά στην στατική – κατάσταση λειτουργίας και στην σεισμική φόρτιση. Η φέρουσα ικανότητα λωριδωτού πεδίου υπό λοξή φόρτιση σε δίστρωτο σχηματισμό, με μή-συνεκτική ανώτερη στρώση (π.χ. αμμοχάλικο, λιθορριπές) και συνεκτική κατώτερη στρώση (άργιλος υπό αστράγγιστες συνθήκες), είναι πολύ συνήθης σε πέδιλα εδραζόμενα σε μαλακές αργίλους (έδαφος 2) μέσω εξυγιαντικής στρώσης από κοκκώδες υλικό (έδαφος 1). Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται ακριβώς σε περιπτώσεις όπως η εξεταζόμενη, στις οποίες ένα σημαντικό μέρος των ακατάλληλων στρώσεων απομακρύνεται και αντικαθίσταται από «καλό» υλικό, συνήθως λατομικής προέλευσης.

Η σχέση υπολογισμού περιγράφεται από το κάτωθι σχήμα:



Σχήμα 6-1: Σχέσεις υπολογισμού δίστρωτου εδάφους – Meyerhof & Hanna (1978)

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Σχήμα 6-2: Διαγράμματα υπολογισμού επιμέρους συντελεστών φέρουσας ικανότητας δίστρωτου εδάφους – Meyerhof & Hanna (1978)

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στα ακόλουθα υπολογιστικά φύλλα εργασίας:

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1) **Στατική Φόρτιση – Κατάσταση Λειτουργίας**

<b>Φέρουσα Ικανότητα Δίστρωτου Εδαφικού Ημίχωρου κατά Meyerhof - Hanna (1978)</b>			
<b>1. Δεδομένα Εισαγωγής</b>			
<i>1.α. Εδαφικές στρώσεις</i>			
<b>Στρώση 1: Πρίσμα έδρασης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης, διαβάθμισης 0,5-50χγρ.</b>			
Ειδικό βάρος 1ης στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρους)	$\gamma'_1 =$	11,15	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_1 =$	0,00	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_1 =$	37,00	( <sup>ο</sup> )
Πάχος επιφανειακής στρώσης	H =	3,00	m
<b>Στρώση 2: Αργίλοι (CL-ML, CL)</b>			
Ειδικό βάρος 2 <sup>ης</sup> στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρους)	$\gamma'_2$ (kN/m <sup>3</sup> )=	9	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_2$ (kPa)=	3	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_2$ ( <sup>ο</sup> )=	25	( <sup>ο</sup> )
	$c_u =$	20	kPa
<i>1.β. Στοιχεία - γεωμετρία θεμελίωσης</i>			
Πλάτος τεχνητού ογκολίθου έδρασης	B (m)=	3,25	
Λωριδωτό μήκος θεμελίου	L (m)=	200	
Βάθος στάθμης θεμελίωσης	D (m)=	0,0	
<b>2. Μεθοδολογία - Σχέσεις Υπολογισμού</b>			
$P_{u1} = (q + \gamma_1 D) N_q i_q + 0.5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$	Φέρουσα Ικανότητα 1 <sup>ης</sup> στρώσης		
$P_{u2} = (\pi + 2) i_c c_u + (q + \gamma_1 D)$	Φέρουσα Ικανότητα 2 <sup>ης</sup> στρώσης		
Φέρουσα ικανότητα μεικτής στρώσης			
$P_u = \min \left\{ P_{u1}, P_{u2} + \gamma_1 H \left[ \left( 1 + 2 \frac{D}{H} \cos \theta \right) \frac{H}{B} K_s i_s \tan \phi - 1 \right] \right\}$			
<b>3. Φορτία - παράμετροι υπολογισμού</b>			
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
Στρώση (1) :	50,59	37,75	44,43
Στρώση (2) :	20,79	10,73	6,86
Ροπές αντίστασης	$M_{resist}$ (kNm)=	390,48	kN.m /m
Ροπές ανατροπής	$M_{overt}$ (kNm)=	99,7	kN.m /m
Κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο	V (kN)=	280,02	kN/m
Οριζόντιο φορτίο κατά την διεύθυνση B	$H_{active}$ (kN)=	6,96	kN/m
q =	0	kPa	(επιφόρτιση)
D =	0,0	m	(βάθος έμπηξης θεμελίου)
$\theta =$	1,42	( <sup>ο</sup> )	(γωνία κλίσης φορτίου)
$i_\gamma =$	0,925	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$i_q =$	0,969	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$P_{u1} =$	<b>744,25</b>	<b>kPa</b>	



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$i_c =$	0,969	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$p_{u2} =$	<b>99,604</b>	<b>kPa</b>	
$i_s =$	0,91		(συντελεστής απόκλισης)
$p_{u2} / p_{u1} =$	0,13		
$\delta/\varphi =$	0,42		(συντελεστής διατρήσεως)
$K_s =$	3,95		(συντελεστής διατρήσεως της ανώτερης εδαφικής στρώσης)
$p_u =$	<b>149,79</b>	<b>kpa</b>	
$p_{u,allow} =$	<b>106,99</b>	<b>kpa</b>	
$p_{u,act} =$	<b>86,16</b>	<b>Kpa</b>	
$s.f. =$	<b>1,242</b>	<b>O.k.</b>	

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**2) Σεισμική Φόρτιση**

<b>Φέρουσα Ικανότητα Δίστρωτου Εδαφικού Ημίχωρου κατά Meyerhof - Hanna (1978)</b>			
<b>1. Δεδομένα Εισαγωγής</b>			
<i>1.α. Εδαφικές στρώσεις</i>			
<b>Στρώση 1: Πρίσμα έδρασης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης, διαβάθμισης 0,5-50χγρ.</b>			
Ειδικό βάρος 1ης στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρους)	$\gamma'_1 =$	11,15	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_1 =$	0,00	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_1 =$	37,00	(°)
Πάχος επιφανειακής στρώσης	H =	3,00	m
<b>Στρώση 2: Αργίλοι (CL-ML, CL)</b>			
Ειδικό βάρος 2 <sup>ης</sup> στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρους)	$\gamma'_2$ (kN/m <sup>3</sup> )=	9	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_2$ (kPa)=	3	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_2$ (°)=	25	(°)
	$c_u =$	20	kPa
<i>1.β. Στοιχεία - γεωμετρία θεμελίωσης</i>			
Πλάτος τεχνητού ογκολίθου έδρασης	B (m)=	3,25	
Λωριδωτό μήκος θεμελίου	L (m)=	200	
Βάθος στάθμης θεμελίωσης	D (m)=	0,0	
<b>2. Μεθοδολογία - Σχέσεις Υπολογισμού</b>			
$p_{u1} = (q + \gamma_1 D) N_q i_q + 0.5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$	Φέρουσα Ικανότητα 1 <sup>ης</sup> στρώσης		
$p_{u2} = (\pi + 2) i_c c_u + (q + \gamma_1 D)$	Φέρουσα Ικανότητα 2 <sup>ης</sup> στρώσης		
Φέρουσα ικανότητα μεικτής στρώσης			
$p_u = \min \left\{ p_{u1}, p_{u2} + \gamma_1 H \left[ \left( 1 + 2 \frac{D}{H} \cos \theta \right) \frac{H}{B} K_s i_s \tan \phi - 1 \right] \right\}$			
<b>3. Φορτία - παράμετροι υπολογισμού</b>			
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
Στρώση (1) :	50,59	37,75	44,43
Στρώση (2) :	20,79	10,73	6,86
Ροπές αντίστασης	$M_{resist}$ (kNm)=	500,13	kN.m /m
Ροπές ανατροπής	$M_{overt}$ (kNm)=	168,16	kN.m /m
Κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο	V (kN)=	258,18	kN/m
Οριζόντιο φορτίο κατά την διεύθυνση B	$H_{active}$ (kN)=	50	kN/m
q =	0	kPa	(επιφόρτιση)
D =	0,0	m	(βάθος έμπηξης θεμελίου)
θ =	10,96	(°)	(γωνία κλίσης φορτίου)
$i_\gamma =$	0,495	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$i_q =$	0,771	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$p_{u1} =$	<b>398,72</b>	<b>kPa</b>	

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$i_c =$	0,771	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$p_{u2} =$	<b>79,311</b>	<b>kPa</b>	
$i_s =$	0,71		(συντελεστής απόκλισης)
$p_{u2} / p_{u1} =$	0,20		
$\delta/\varphi =$	0,44		(συντελεστής διατρήσεως)
$K_s =$	4,15		(συντελεστής διατρήσεως της ανώτερης εδαφικής στρώσης)
$p_u =$	<b>114,42</b>	<b>kPa</b>	
$p_{u,allow} =$	<b>81,73</b>	<b>kPa</b>	
$p_{u,act} =$	<b>79,44</b>	<b>KPa</b>	
s.f. =	<b>1,029</b>	<b>O.k.</b>	

Ο υπολογισμός της οριακής φέρουσας ικανότητας εδάφους  $q_{ult}$  έχει γίνει σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Meyerhoff & Hanna. Δεδομένου ότι η επίλυση των κρηπιδοτοίχων εκτελείται με τη μεθοδολογία του Eurocode 7, στην υπολογισθείσα τιμή εφαρμόζεται συνολικός συντελεστής ασφαλείας:  $p_{u,allow} = p_u / \gamma_R = 1.40$  (μεθοδολογία [1], τρόπος ανάλυσης 2).

Τα ανωτέρω αποτελέσματα θεωρούνται απόλυτα ικανοποιητικά αφενός μεν λόγω των συντηρητικών εν γένει θεωρήσεων που ελήφθησαν κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας.

Παρά ταύτα λόγω της αλλαγής της στάθμης εκσκαφής στα -6,70μ. εξετάσθηκε – παρ' ότι σε κάθε περίπτωση ευμενέστερη – η προκύπτουσα φέρουσα ικανότητα της στρώσης λόγω της αύξησης του πάχους του πρίσματος θεμελίωσης κατά 1,0μ. (δεν λαμβάνεται υπόψη η διαφορά στα χαρακτηριστικά μεταξύ του αμμοχάλικου εξυγίανσης από αυτά των λιθορριπών έδρασης).

Ακολουθούν οι επικαιροποιημένοι υπολογισμοί της φέρουσας ικανότητας, σε συνθήκες λειτουργίας και σεισμό.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1) Στατική Φόρτιση – Κατάσταση Λειτουργίας

<b>Φέρουσα Ικανότητα Δίστρωτου Εδαφικού Ημίχωρου κατά Meyerhof - Hanna (1978)</b>			
<b>1. Δεδομένα Εισαγωγής</b>			
<i>1.α. Εδαφικές στρώσεις</i>			
<b>Στρώση 1: Πρίσμα έδρασης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης, διαβάθμισης 0,5-50χγρ.</b>			
Ειδικό βάρος 1ης στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρους)	$\gamma'_1 =$	11,15	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_1 =$	0,00	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_1 =$	37,00	( <sup>ο</sup> )
Πάχος επιφανειακής στρώσης	H =	4,00	m
<b>Στρώση 2: Αργίλοι (CL-ML, CL)</b>			
Ειδικό βάρος 2 <sup>ης</sup> στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρους)	$\gamma'_2$ (kN/m <sup>3</sup> )=	9	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_2$ (kPa)=	3	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_2$ ( <sup>ο</sup> )=	25	( <sup>ο</sup> )
	$c_u =$	20	kPa
<i>1.β. Στοιχεία - γεωμετρία θεμελίωσης</i>			
Πλάτος τεχνητού ογκολίθου έδρασης	B (m)=	3,25	
Λωριδωτό μήκος θεμελίου	L (m)=	200	
Βάθος στάθμης θεμελίωσης	D (m)=	0,0	
<b>2. Μεθοδολογία - Σχέσεις Υπολογισμού</b>			
$p_{u1} = (q + \gamma_1 D) N_q i_q + 0.5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$	Φέρουσα Ικανότητα 1 <sup>ης</sup> στρώσης		
$p_{u2} = (\pi + 2) i_c c_u + (q + \gamma_1 D)$	Φέρουσα Ικανότητα 2 <sup>ης</sup> στρώσης		
Φέρουσα ικανότητα μεικτής στρώσης			
$p_u = \min \left\{ p_{u1}, p_{u2} + \gamma_1 H \left[ \left( 1 + 2 \frac{D}{H} \cos \theta \right) \frac{H}{B} K_s i_s \tan \phi - 1 \right] \right\}$			
<b>3. Φορτία - παράμετροι υπολογισμού</b>			
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
Στρώση (1) :	50,59	37,75	44,43
Στρώση (2) :	20,79	10,73	6,86
Ροπές αντίστασης	$M_{resist}$ (kNm)=	390,48	kN.m /m
Ροπές ανατροπής	$M_{overt}$ (kNm)=	99,7	kN.m /m
Κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο	V (kN)=	280,02	kN/m
Οριζόντιο φορτίο κατά την διεύθυνση B	$H_{active}$ (kN)=	6,96	kN/m
q =	0	kPa	(επιφόρτιση)
D =	0,0	m	(βάθος έμπηξης θεμελίου)
$\theta =$	1,42	( <sup>ο</sup> )	(γωνία κλίσης φορτίου)
$i_\gamma =$	0,925	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$i_q =$	0,969	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$p_{u1} =$	744,25	kPa	



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$i_c =$	0,969	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$p_{u2} =$	99,604	kPa	
$i_s =$	0,91		(συντελεστής απόκλισης)
$p_{u2} / p_{u1} =$	0,13		
$\delta/\varphi =$	0,42		(συντελεστής διατρήσεως)
$K_s =$	3,95		(συντελεστής διατρήσεως της ανώτερης εδαφικής στρώσης)
$p_u =$	203,69	kpa	
$p_{u,allow} =$	145,49	kpa	
$p_{u,act} =$	86,16	Kpa	
s.f. =	1,689	O.k.	

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

2) Σεισμική Φόρτιση

<b>Φέρουσα Ικανότητα Δίστρωτου Εδαφικού Ημίχωρου κατά Meyerhof - Hanna (1978)</b>			
<b>1. Δεδομένα Εισαγωγής</b>			
<i>1.α. Εδαφικές στρώσεις</i>			
<b>Στρώση 1: Πρίσμα έδρασης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης, διαβάθμισης 0.5-50χγρ.</b>			
Ειδικό βάρος 1ης στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρος)	$\gamma'_1 =$	11,15	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_1 =$	0,00	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_1 =$	37,00	( <sup>ο</sup> )
Πάχος επιφανειακής στρώσης	H =	4,00	m
<b>Στρώση 2: Αργίλοι (CL-ML, CL)</b>			
Ειδικό βάρος 2 <sup>ης</sup> στρώσης (υπό την στάθμη της θάλασσας - υπό άνωση βάρος)	$\gamma'_2$ (kN/m <sup>3</sup> )=	9	kN/m <sup>3</sup>
Συνοχή (ενεργός)	$c'_2$ (kPa)=	3	kPa
Γωνία εσωτερικής τριβής (ενεργός)	$\phi'_2$ ( <sup>ο</sup> )=	25	( <sup>ο</sup> )
	$c_u =$	20	kPa
<i>1.β. Στοιχεία - γεωμετρία θεμελίωσης</i>			
Πλάτος τεχνητού ογκολίθου έδρασης	B (m)=	3,25	
Λωριδωτό μήκος θεμελίου	L (m)=	200	
Βάθος στάθμης θεμελίωσης	D (m)=	0,0	
<b>2. Μεθοδολογία - Σχέσεις Υπολογισμού</b>			
$p_{u1} = (q + \gamma_1 D) N_q i_q + 0.5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$	Φέρουσα Ικανότητα 1 <sup>ης</sup> στρώσης		
$p_{u2} = (\pi + 2) i_c c_u + (q + \gamma_1 D)$	Φέρουσα Ικανότητα 2 <sup>ης</sup> στρώσης		
Φέρουσα ικανότητα μεικτής στρώσης			
$p_u = \min \left\{ p_{u1}, p_{u2} + \gamma_1 H \left[ \left( 1 + 2 \frac{D}{H} \cos \theta \right) \frac{H}{B} K_s i_s \tan \phi - 1 \right] \right\}$			
<b>3. Φορτία - παράμετροι υπολογισμού</b>			
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
Στρώση (1) :	50,59	37,75	44,43
Στρώση (2) :	20,79	10,73	6,86
Ροπές αντίστασης	$M_{resist}$ (kNm)=	500,13	kN.m / m
Ροπές ανατροπής	$M_{overt}$ (kNm)=	168,16	kN.m / m
Κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο	V (kN)=	258,18	kN/m
Οριζόντιο φορτίο κατά την διεύθυνση B	$H_{active}$ (kN)=	50	kN/m

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

$q =$	0	kPa	(επιφόρτιση)
$D =$	0,0	m	(βάθος έμπηξης θεμελίου)
$\theta =$	10,96	( $^{\circ}$ )	(γωνία κλίσης φορτίου)
$i_v =$	0,495	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
$i_q =$	0,771	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
<b><math>p_{u1} =</math></b>	<b>398,72</b>	<b>kPa</b>	
$i_c =$	0,771	(-)	(συντελεστής λοξότητας φόρτισης)
<b><math>p_{u2} =</math></b>	<b>79,311</b>	<b>kPa</b>	
$i_s =$	0,71		(συντελεστής απόκλισης)
$p_{u2} / p_{u1} =$	0,20		
$\delta/\varphi =$	0,44		(συντελεστής διατρήσεως)
$K_s =$	4,15		(συντελεστής διατρήσεως της ανώτερης εδαφικής στρώσης)
<b><math>p_u =</math></b>	<b>156,59</b>	<b>kPa</b>	
<b><math>p_{u,allow} =</math></b>	<b>111,85</b>	<b>kPa</b>	
<b><math>p_{u,act} =</math></b>	<b>79,44</b>	<b>kPa</b>	
<b>s.f. =</b>	<b>1,408</b>	<b>O.k.</b>	

Όπως αναμένονταν οι ανωτέρω συντελεστές ασφαλείας είναι σημαντικά βελτιωμένοι σε σχέση με τους αντίστοιχους για το μικρότερου πάχους πρίσμα. Σε κάθε περίπτωση οι συντελεστές ασφαλείας είναι επαρκείς για την θεμελίωση της διατομής του κρηπιδώματος.

## 6.5. Έλεγχοι Γενικής Ευστάθειας

### 6.5.1. Περιγραφή Υπολογιστικού προγράμματος

Σκοπός των ελέγχων γενικής ευστάθειας είναι η διερεύνηση πιθανών επιφανειών αστοχίας, που ενδέχεται να αναπτυχθούν στο εσωτερικό του εδάφους για διάφορους λόγους, όπως αυξημένα εξωτερικά φορτία, περιοχές χαμηλών γεωτεχνικών χαρακτηριστικών, δυναμικών – σεισμικών δράσεων κ.λ.π.. Οι εν λόγω επιφάνειες αστοχίας μπορούν δυνητικά, εφόσον ενεργοποιηθούν από κάποιο εξωτερικό αίτιο, να οδηγήσουν σε εμφάνιση σημαντικών παραμορφώσεων ή και μετακινήσεων στην κατασκευή και πολλές φορές σε μερική ή/ και ολική κατάρρευση της.

Οι αναλύσεις γενικής ευστάθειας μπορεί να αφορούν είτε στην τελική κατάσταση της διατομής είτε σε ενδιάμεση κατασκευαστική φάση που χρησιμοποιείται στα πλαίσια της βελτιστοποίησης των εδαφικών παραμέτρων. Στην εξεταζόμενη περίπτωση, βάσει των αποτελεσμάτων της γεωτεχνική έρευνας συναντάται ικανού πάχους αργιλική στρώση, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας παραμένει, παρά την αφαίρεση σημαντικού πάχους επιφανειακών στρώσεων. Η συγκεκριμένη στρώση εμφανίζει πτωχά φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά και θεωρείται πιθανή για την ενεργοποίηση εκτεταμένων επιφανειών αστοχίας.

Παρά ταύτα, η τεχνική δυσχέρεια της επέκτασης της προτεινόμενης στάθμης εκσκαφής, που σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία περιλαμβάνει περί τα 2,0μ. περίπου καθαιρέσεις και εκσκαφές και επιπρόσθετα ακόμη 5,0-5,5μ. τουλάχιστον θαλάσσιες εκσκαφές (συμπεριλαμβανομένων και των καθαρισμών του θαλάσσιου πυθμένα εξαιτίας των προσχώσεων λόγω του Ιανού), αλλά και η ανάγκη της ταχύτερης δυνατής υλοποίησης του έργου, οδήγησαν στην απόφαση για της επιλογής της **ακόλουθης λύσης** για την θεμελίωση των αποκαθιστώμενων διατομών:

- Επέκταση της εκσκαφής στη μεγαλύτερη δυνατή στάθμη που να μπορεί να εκτελεστεί από τα εκσκαπτικά μηχανήματα του Αναδόχου.
- Διατήρηση ενός σχετικά σημαντικού πάχους της αργιλικής στρώσης.
- Διαμόρφωση ενός σημαντικού πάχους πρίσματος έδρασης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης και διαβαθμισμένου αμμοχαλικού, συνολικού πάχους 4,0μ. Παράλληλα, διεύρυνση του αύλακα εκσκαφής ώστε το έδαφος που αντικαθίσταται με λιθόρριπτα υλικά να είναι όσο το δυνατό περισσότερο.
- Ενίσχυση της διατομής στα υψηλά της τμήματα, με ειδικού τύπου γεώπλεγμα ώστε να περιοριστούν σημαντικά τα φορτία στην έδραση των στηλών των κρηπιδοτοίχων (συγκεκριμένα τα οριζόντια φορτία που επιβάλλονται στην στήλη αλλά και τις ροπές)
- Ενίσχυση της διατομής στην στάθμη έδρασης του πρίσματος έδρασης, με υφαντό γεωφάσμα, κατάλληλης εφελκυστικής αντοχής (400kN/m)
- Αύξηση του εύρους του πρίσματος εδράσεως και από την εξωτερική πλευρά (υπό την πλάκα προστασίας ποδός) έτσι ώστε να λειτουργεί και ως αντισταθμιστικό για την περίπτωση ανάπτυξης μεγάλων επιφανειών ολίσθησης.

Σημειώνεται ότι οι υπολογισμοί της γενικής ευστάθειας εκτελέστηκαν με την θεώρηση της γενικής εκσκαφής του αύλακα θεμελίωσης στα -5,70μ. (αρχική στάθμη σκάφης). Η αύξηση της ανωτέρω στάθμης



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

στα -6,70μ. με την αντικατάσταση ενός ακόμη μέτρου του υφιστάμενου εδάφους με εξυγιαντική στρώση είναι σε κάθε περίπτωση ευμενέστερη και δεν επανεξετάσθηκε.

Η ανάλυση της γενικής ευστάθειας εκτελείται δισδιάστατα (2-D). Το έδαφος αντιμετωπίζεται ως κεκλιμένο σώμα, το οποίο μπορεί να βρίσκεται άνω ή κάτω από την στάθμη του νερού. Το κεκλιμένο τμήμα του εδάφους (ή και το οριζόντιο), μπορεί να δεχθεί επιφόρτιση τόσο στην άνω στάθμη του όσο και «εσωτερικά» του. Η ανάλυση που εκτελείται από το πρόγραμμα, έχει την δυνατότητα να λαμβάνει υπ' όψιν της την ενίσχυση του πρσανούς με αγκύρια ή την χρήση οριζόντιων στοιχείων γεω-ενίσχυσης (με γεωϋφασμα). Πέραν της στατικής επίλυσης το πρόγραμμα παρέχει την δυνατότητα εκτέλεσης και σεισμικής ανάλυσης. Δύο μεθοδολογίες προσέγγισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση. Η πρώτη αφορά στην «κλασική» ανάλυση με χρήση ολικού συντελεστού ασφαλείας, ενώ η δεύτερη με την θεωρία της οριακής κατάστασης (theory of limit states). Στο παρόν έργο και ακολουθώντας την ίδια προσέγγιση με αυτήν της ευστάθειας των κρηπιδωμάτων, επιλέγεται η μέθοδος του Ευρωκώδικα 7, με χρήση επιμέρους συντελεστών ασφαλείας.

Η επιφάνεια ολίσθησης μπορεί να προσομοιωθεί από το πρόγραμμα με δύο τρόπους. Είτε με την μορφή κυκλικής είτε με πολυγωνικής μορφή επιφάνειας. Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε η κλασική μεθοδολογία του Bishop είτε αυτή του Petterson. Στην δεύτερη περίπτωση – πολυγωνικές επιφάνειες αστοχίας - χρησιμοποιείται κυρίως η μεθοδολογία Sarma.

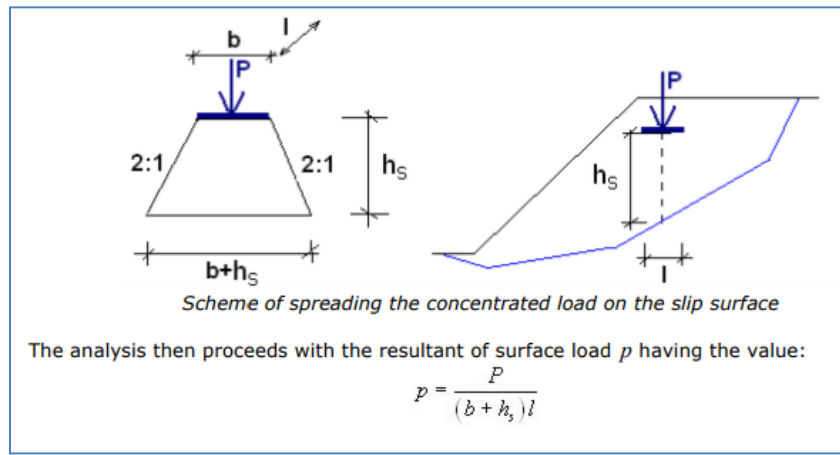
Το «σώμα» του εδάφους προσομοιώνεται ως στρωματοποιημένο προφίλ με δυνατότητα ικανού αριθμού στρώσεων. Κάθε στρώση χαρακτηρίζεται τόσο ως σύσταση εδάφους όσο και γεωμετρικά. Το υλικό της κάθε στρώσης αναπαριστάται από έδαφος συγκεκριμένων ιδιοτήτων. Οι γεωστατικές τάσεις των εδαφικών στρώσεων καθορίζονται από την ανάλυση που εκτελείται από το πρόγραμμα. Οι στρώσεις μπορεί να αναπαριστούν σε ορισμένες περιπτώσεις και συμπαγή σώματα (rigid bodies), στην περίπτωση που απαιτείται η προσομοίωση μίας βραχώδους στρώσης ή ενός πασσαλοτοίχου ή ενός κρηπιδοτοίχου. Ο κύκλος ολίσθησης που υπολογίζεται από το πρόγραμμα δεν μπορεί να διαπεράσει ένα συμπαγές σώμα που ορίζεται από τον χρήστη.

Η στάθμη του ύδατος είτε είναι η στάθμη της θάλασσας είτε υδροφόρος ορίζοντας μπορεί να προσομοιωθεί με διαφορετικούς τρόπους: Σαν στάθμη υδροφόρου ορίζοντα με τη μορφή πολυγωνικής γραμμής. Μπορεί να καμπυλωθεί στο εσωτερικό του σώματος του εδάφους ή μερικώς να εισαχθεί άνω της επιφάνειας του εδάφους. Όταν επιλέγεται κυκλική επιφάνεια ολίσθησης η επιρροή του νερού εκτιμάται ως πίεση πόρων εντός σώματος του εδάφους μειώνοντας την διατμητική του αντοχή και την φέρουσα ικανότητα του. Η πίεση του νερού των πόρων θεωρείται ως υδροστατική πίεση.

Η ανάλυση λαμβάνει υπ' όψιν της την επιρροή γειτονικών κατασκευών ή/ και φορτίων. Η επιφόρτιση μπορεί να εισαχθεί είτε σαν συγκεντρωμένο φορτίο είτε σαν ομοιόμορφο που δρα είτε στην επιφάνεια του εδάφους είτε και εσωτερικά του εδάφους. Καθώς συνήθως θεωρείται ότι η επιφόρτιση προκαλείται από το βάρος του φορτίου που εξετάζεται στο έδαφος, η κατακόρυφη συνιστώσα της επιφόρτισης αθροίζεται στο βάρος των εδαφικών στρώσεων που έχουν εισαχθεί. Αυτό συνεπάγεται ότι το φορτίο της επιφόρτισης πολλαπλασιάζεται με την επιτάχυνση του εδάφους αποδίδοντας την συνολική αδρανειακή δύναμη που θεωρείται στους υπολογισμούς. Αντίθετα οι δυνάμεις που εισάγονται στην οριζόντια – δηλαδή όχι στην κατακόρυφη συνιστώσα – δεν συμμετέχουν στον υπολογισμό της συνολικής αδρανειακής δύναμης της ανάλυσης. Η επιφόρτιση πάντοτε υπολογίζεται ανά τρέχον μέτρο της

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

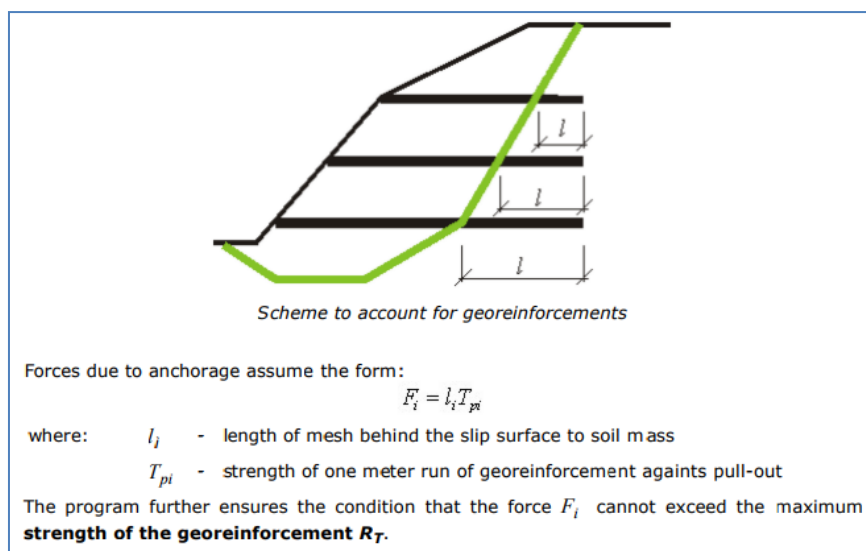
διατομής που ελέγχεται. Εφόσον η επιφόρτιση δρα σε επιφάνεια  $b \times l$ , εισάγεται ως συγκεντρωμένη δύναμη η οποία μετατρέπεται προ της ανάλυσης σε επιφανειακό φορτίο που κατανέμεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, με κλίση 2:1 όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 6-3: Επεξηγηματικό Σχήμα για την επιρροή του συγκεντρωμένου φορτίου στο πρόγραμμα

Στο πρόγραμμα παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής γεω-ενισχύσεων. Οι γεω-ενισχύσεις είναι οριζόντια στοιχεία που εισάγονται στο εσωτερικό του σώματος του εδάφους, τα οποία μέσω της εφελκυστικής αντοχής τους ενισχύουν την αντοχή σε γενική ευστάθεια του εδάφους. Εισάγονται σε συγκεκριμένες θέσεις, με πραγματικό μήκος και επιτρεπόμενη εφελκυστική αντοχή. Οι εξισώσεις υπολογισμού τροποποιούνται κατάλληλα ώστε να ενισχύουν την διατμητική αντοχή της «εδαφικής φέτας» από την οποία διέρχεται ο κύκλος ολίσθησης.

Ακολουθεί ενδεικτικό σχήμα για το πώς λαμβάνονται υπ' όψιν από το πρόγραμμα.



Σχήμα 6-4: Επεξηγηματικό Σχήμα για την επιρροή των στοιχείων γεω-ενίσχυσης στο πρόγραμμα

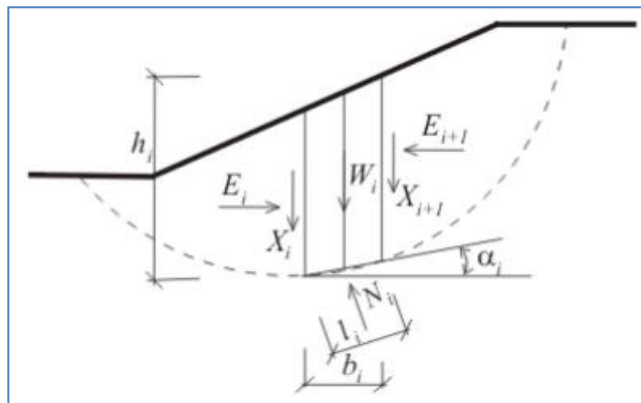
Τα στοιχεία γεω-ενισχύσεων μπορεί να είναι είτε υφαντά γεωυφάσματα είτε γεωπλέγματα (υλικά ειδικής προέλευσης ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στο διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον), τα οποία

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

διαθέτουν ικανή εφελκυστική αντοχή που μπορεί να απαγορεύει ή να δυσχεραίνει την διέλευση των κύκλων ολίσθησης από τα σημεία που διαστρώνονται.

α. Κυκλικές επιφάνειες αστοχίας: Petterson – Bishop

Η μεθοδολογία Bishop είναι μίας από τις «κλασσικές» μεθόδους υπολογισμού της θεωρίας οριακής κατάστασης. Η μεθοδολογία βασίζεται στην διερεύνηση του ισοζυγίου των ροπών και στο ισοζύγιο των δυνάμεων στην κατακόρυφο. Οι επιφάνειες πάνω από τον εξεταζόμενο κύκλο ολίσθησης είναι πάντοτε κατακόρυφες. Οι δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε εξεταζόμενη εδαφική φέτα (slice) παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί:



Όπου  $X_i$  είναι οι διατμητικές δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε ανεξάρτητη φέτα εδάφους,  $N_i$  είναι οι ενεργές τάσεις των ανεξάρτητων φετών στην διατμητική επιφάνεια αστοχίας.  $W_i$  είναι τα βάρη των φετών εδάφους.

Η μεθοδολογία του Bishop βασίζεται σε αυτήν του Petterson. Ο συντελεστής ασφαλείας FS δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$F_s = \frac{1}{\sum_i W_i \sin \alpha_i} \sum_i [c_i l_i + (N_i - u_i l_i) \tan \varphi_i]$$

Όπου,

$u_i$ : είναι η πίεση των πόρων του νερού

$c_i, \varphi_i$ : είναι οι ενεργές τιμές των εδαφικών παραμέτρων

Επιπρόσθετα η μεθοδολογία του Bishop ικανοποιεί την ισορροπία των δυνάμεων στο κατακόρυφο επίπεδο, η οποία χρησιμεύει στον καθορισμό των καθέτων φορτίων που ενεργούν στις εξεταζόμενες φέτες του εδάφους.

$$N_i - u_i l_i = \frac{W_i + (X_i - X_{i+1}) - l_i (u_i \cos \alpha_i + \frac{c_i}{F_s} \sin \alpha_i)}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_i}{F_s} \sin \alpha_i}$$

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Με την εισαγωγή της σχέσης στην εξίσωση του Petterson παρέχεται ικανοποιητικότερη προσέγγιση του συντελεστού ασφαλείας.

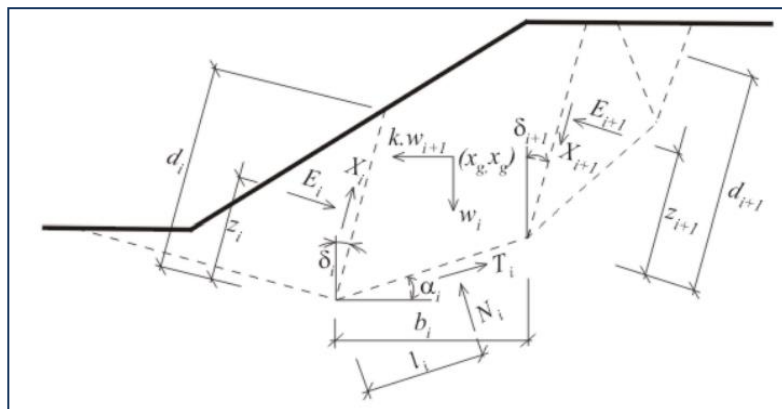
$$F_s = \frac{1}{\sum W_i \sin \alpha_i} \sum_i \left\{ [c_i b_i + (W_i - u_i b_i + X_i - X_{i+1}) \tan \varphi_i] \frac{\sec \alpha_i}{1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{F_s}} \right\}$$

Η διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων έγκειται στο ότι το υπόλοιπο μεταξύ των δυνάμεων  $X_i - X_{i+1}$ , το οποίο είναι αμελητέο και δεν υπολογίζεται. Η προκύπτουσα εξίσωση ακολουθεί:

$$F_s = \frac{1}{\sum W_i \sin \alpha_i} \sum_i \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_i \sin \alpha_i}{F_s}}$$

**β. Πολυγωνικές επιφάνειες αστοχίας: Sarma**

Η μεθοδολογία του Sarma στηρίζεται στην εξασφάλιση της ισορροπίας των δυνάμεων και των ροπών σε κάθε ανεξάρτητη «εδαφική φέτα» που διαμορφώνεται. Οι εδαφικές φέτες δημιουργούνται από την διαίρεση του εδάφους πάνω από τον κύκλο ολίσθησης, οι οποίες μπορεί να εμφανίζουν διαφορετική κλίση. Οι ασκούμενες στις εδαφικές φέτες δυνάμεις παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί:



όπου,

$E_i$ ,  $X_i$  αντιπροσωπεύουν τις ορθές και διατμητικές δυνάμεις μεταξύ των εδαφικών φετών.  $N_i$ ,  $T_i$  είναι η ορθή και η διατμητική τάση μεταξύ τους αντίστοιχα.  $W_i$  είναι το βάρος της κάθε φέτας ενώ  $K*W_i$  είναι η οριζόντια δύναμη που χρησιμοποιείται για την επίτευξη της οριακής κατάστασης της μεθοδολογίας του Sarma. Γενικά μπορεί να εισαχθεί κεκλιμένο φορτίο σε κάθε ανεξάρτητη εδαφική φέτα.

**β. Βελτιστοποίηση αποτελεσμάτων (Optimization)**

Η βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων του προγράμματος αφορά στις κυκλικές επιφάνειες αστοχίας. Ο στόχος είναι να εντοπισθεί επιφάνεια αστοχίας με το μικρότερο συντελεστή ασφαλείας. Η κυκλική επιφάνεια αστοχίας προσδιορίζεται από τρία σημεία. Δύο σημεία στην επιφάνεια του εδάφους και ένα ακόμη στο σώμα του. Κάθε σημείο στην επιφάνεια του εδάφους έχει ένα βαθμό ελευθερίας, ενώ αυτό στο εσωτερικό του εδάφους έχει δύο. Η επιφάνεια αστοχίας εκφράζεται μέσω τεσσάρων ανεξάρτητων παραμέτρων. Στην διερεύνηση αυτών των παραμέτρων, η οποία αποδίδει τον δυσμενέστερο κύκλο



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ολίσθησης, απαιτείται ανάλυση ευαισθησίας που επιβάλλεται για την ταχεία και αξιόπιστη διαδικασία βελτιστοποίησης. Η διαδικασία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εύρεση των πολυγωνικών επιφανειών αστοχίας, καθώς μπορεί να γίνει πρώτος εντοπισμός των δυσμενέστερων περιοχών και εν συνεχεία με επαναληπτική διαδικασία να προκύψει η πολυγωνική γραμμή αστοχίας.

5.7.1. Εφαρμογή του προγράμματος στην Διατομή Ελέγχου

Για την εφαρμογή της μεθόδου εισήχθησαν στην προσομοίωση της διατομής οι ακόλουθες παράμετροι και κριτήρια σχεδιασμού:

*α. Υλικά χερσαίων επιχωμάτων*

Στα υλικά του επιχώματος περιλαμβάνονται μόνο τα υλικά που εισάγονται βάσει των θεωρήσεων και των προβλέψεων της διατομής σχεδιασμού του έργου και όχι οι παραμένουσες εδαφικές στρώσεις. Τα χαρακτηριστικά των επιμέρους λιθόρριπτων στρώσεων είναι τα εξής:

i. Πρίσμα ανακουφιστικό από λιθορριπές διαβάθμισης 20-100χγρ.

Η διαμόρφωση αυτή προβλέπεται ακριβώς όπισθεν του κρηπιδοτοίχου, με σκοπό την απομείωση των αναπτυσσόμενων ωθήσεων γαιών. Πέραν αυτού η διαβάθμιση επιλέγεται ώστε να αποφευχθεί πιθανή διαρροή του υλικού δια μέσου των κατακόρυφων αρμών των στηλών των νέων κρηπιδοτοίχων (σε περίπτωση κατασκευαστικής κακοτεχνίας).

Τα χαρακτηριστικά του υλικού είναι αυτά που περιγράφηκαν στην παρ. 5.3.2 της παρούσης τεχνικής έκθεσης.

ii. Θραυστά υλικά

Κάτω από τις τελικές επιστρώσεις της χερσαίας ζώνης (επιστρώσεις σκυροδέματος και ασφαλικές επιστρώσεις), προβλέπεται η διαμόρφωση των στρώσεων οδοστρωσίας. Προβλέπονται δύο στρώσεις (2) οδοστρωσίας (Π.Τ.Π. 015 & 0155), εκάστη πάχους 10 cm. Οι στρώσεις αυτές αποτελούνται από επιλεγμένα υλικά, θραυστά με πολύ καλά χαρακτηριστικά. Συμπυκνώνονται σε πολύ υψηλά ποσοστά της πρότυπης δοκιμής proctor.

Τα χαρακτηριστικά των δύο αυτών στρώσεων λαμβάνονται υπόψη στην διατομή σχεδιασμού και περιγράφονται αναλυτικά στην παρ. 5.3.2 της παρούσης.

iii. Επιχώσεις άνω του ανακουφιστικού πρίσματος.

Η στρώση αυτή διαμορφώνεται από κατάλληλα επιλεγμένα λατομικά υλικά επιχώσεων, κατηγορίας E2 - E3, σύμφωνα με τις πρότυπες προδιαγραφές της οδοποιίας. Τα υλικά αυτά θεωρούνται ως οι βέλτιστες επιχώσεις και προδιαγράφονται αναλυτικά στο τεύχος των τεχνικών προδιαγραφών του έργου. Ο βαθμός συμπύκνωσης τους με βάση την τροποποιημένη πρότυπη δοκιμή Proctor θα πρέπει να είναι >95%. Τα χαρακτηριστικά τους περιγράφονται αναλυτικά στην παρ. 5.3.2. της παρούσης.

iv. Επιχώσεις όπισθεν του ανακουφιστικού πρίσματος

Όπως αναφέρθηκε, η εκσκαφή όπισθεν της υπό ανακατασκευή στήλης επεκτείνεται κατάλληλα ώστε να αντικατασταθούν οι ακατάλληλες επιχώσεις της χερσαίας ζώνης. Η στρώση αυτή εκτείνεται

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

μέχρι την στάθμη +0,20μ. Δεδομένου ότι η στρώση αυτή στο μεγαλύτερο ποσοστό της προβλέπεται ύψαλη, δεν είναι δυνατή η συμπύκνωση της. Τα υλικά θα είναι εξ ολοκλήρου λατομικής προέλευσης, όπως και αυτής των εξάλων επιχώσεων που αναφέρθηκαν ανωτέρω.

Τα χαρακτηριστικά της είναι τα εξής:

Ειδικό βάρος εν ξηρώ:	20,50 kN/m <sup>3</sup>
Γωνία εσωτερικής τριβής:	$\phi = 35^\circ$
Ειδικό βάρος κορεσμένο:	22,40 kN/m <sup>3</sup>

Το ειδικό βάρος των υλικών αυτών προβλέπεται χαμηλότερο από αυτό των λιθορριπών ανακουφιστικού πρίσματος και πρίσματος έδρασης και συγκεκριμένα μπορεί να λαμβάνει τιμές από 2,5ton/m<sup>3</sup>. Το ποσοστό κενών στην εν λόγω στρώση είναι δύσκολο να εκτιμηθεί καθώς εξαρτάται από το λατομείο και τις μεθόδους εξόρυξης των πετρωμάτων. Το ποσοστό κενών που θεωρήθηκε κυμαίνεται μεταξύ 15 και 20%.

**β. Γεωσυνθετικά υλικά ενίσχυσης διατομής**

Για την ενίσχυση της διατομής αλλά και της θεμελίωσης της, προβλέπεται η εισαγωγή δύο γεω-υλικών και συγκεκριμένα ενός γεωπλέγματος και ενός υφαντού γεωυφάσματος.

Το γεώπλεγμα προβλέπεται εγκιβωτισμένο στην διεπιφάνεια μεταξύ ανωδομής και κορυφαίου τ.ο. της στήλης του κρηπιδοτοίχου. Το γεώπλεγμα προβλέπεται για την απομείωση των οριζόντιων φορτίων στην διατομή και κατ' επέκταση στις τάσεις που αναπτύσσονται στην έδραση της. Πιο συγκεκριμένα προβλέπεται η εισαγωγή γεωπλέγματος με ονομαστική εφελκυστική αντοχή 150kN/m.

Το γεώπλεγμα προβλέπεται από ειδικά υλικά έτσι ώστε η μακροχρόνια συμπεριφορά του να είναι η επιθυμητή, δηλαδή να παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή σε δυναμικής φύσεως φαινόμενα (σεισμική φόρτιση) με μεγάλη περίοδο επαναφοράς αλλά και σε καταστάσεις αυξημένων φορτίων λειτουργίας. Στην παρούσα, προβλέπεται γεώπλεγμα είτε από πολυεστέρα (PET) είτε από πολυβινυλοαλκοόλη (PVA). Τα τελευταία έτη έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία στα εν λόγω συνθετικά υλικά όπως και στα υφαντά γεωυφάσματα, τα οποία χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Παρά ταύτα, τα υλικά αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή καθώς είτε στην φάση της κατασκευής είτε σταδιακά με το χρόνο μπορούν να υποστούν φθορές, οι οποίες μπορούν να απομείωσουν την χαρακτηριστική ονομαστική τους αντοχή. Οι αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν σε απομείωση την εφελκυστική τους αντοχή και χρήζουν ιδιαίτερης πρόβλεψης στις μελέτες είναι α) οι πιθανές ζημιές που μπορούν να υποστούν στην φάση της κατασκευής (κατά την τοποθέτηση τους), β) του ερπυσμού υπό συνεχή φόρτιση και της σταδιακής φθοράς τους στον χρόνο.

Η ονομαστική αντοχή τους αφορά στην κύρια διεύθυνση, δηλαδή κάθετα στο μέτωπο των κρηπιδοτοίχων. Η δευτερεύουσα μπορεί να είναι χαμηλότερη, είθισται να είναι της τάξης του 1/10 της κύριας. Το γεώπλεγμα θα πρέπει να φέρει επίσης πολυμερική επικάλυψη ως πρόσθετο μέτρο προστασίας για λόγους που αφορούν στο διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον. Οι απαιτήσεις που αφορούν στην σύσταση του γεωπλέγματος, θα πρέπει να τηρηθούν από τον Ανάδοχο του έργου έτσι ώστε να έχει βέλτιστη συμπεριφορά και αντοχή σε **όξινα & αλκαλικά περιβάλλοντα (pH 2-13)** και

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

επιπρόσθετα να διαθέτει υψηλό  $e$ -modulus, που έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη σε μικρή σχετικά παραμόρφωση των μέγιστων αντοχών τους. Σύμφωνα με τους ελέγχους ευσταθείας που εκτελούνται στο παρόν κεφάλαιο αλλά και στους ελέγχους ευσταθείας των στηλών, η ελάχιστη επιθυμητή αντοχή σε Long Term Design Strength (LTDS) είναι 50kN/m. Η σχετική τιμή έχει προκύψει από σχετική ανάλυση που αφορά στους κανονιστικά προτεινόμενους συντελεστές απομείωσης λόγω των αιτιών που αναφέρθηκαν ανωτέρω.

Εκτίμηση εφελκυστικής αντοχής γεωπλέγματος σε βάθος χρόνου (LTDS)

Η ανωτέρω τιμή αφορά στην ονομαστική αντοχή του υλικού που τοποθετείται και θεωρητικά είναι αυτή που μπορεί να αναπτυχθεί σε μικρό χρονικό διάστημα, δηλαδή για κάποια έτη μετά την τοποθέτηση του. Με την πάροδο του χρόνου το υλικό υφίσταται διάφορες καταπονήσεις από το εξωτερικό κυρίως περιβάλλον ή και ορισμένες φορές κατά την φάση τοποθέτησης του. Οι καταπονήσεις αυτές οδηγούν στην σταδιακή συνήθως απομείωση των μηχανικών του χαρακτηριστικών και ειδικότερα της αντοχής του. Η πλέον σημαντική απομείωση είναι σε κάθε περίπτωση αυτή του φαινομένου του ερπυσμού, η λήψη της οποίας θεωρείται απαραίτητη. Να σημειωθεί ότι ο κρίσιμος έλεγχος σε όλους τους ελέγχους ευσταθείας είναι αυτός της σεισμικής φόρτισης, δηλαδή ενός φαινομένου με σημαντική περίοδο επαναφοράς. Κατά συνέπεια οι έλεγχοι σε σεισμό θα πρέπει να εξετάζονται σε βάθος χρόνου, δηλαδή σε χρόνο κατά τον οποίο η πραγματική αντοχή του γεωπλέγματος θα είναι μειωμένη. Για την εκτίμηση της απομειωμένης εφελκυστικής αντοχής ακολουθούνται οι συστάσεις του προτύπου BS 8006-1:2010, «Code of practice for strengthened/ reinforced soils and other fills» [8]. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο εγχειρίδιο η υπολογιστική διαδικασία είναι η ακόλουθη

✓ Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για πολυμερείς ενισχύσεις (γεωπλέγματα και γεωϋφάσματα).

Ο σχεδιασμός των στοιχείων ενίσχυσης γίνεται πάντοτε για ULS κατάσταση (Ultimate Limit State) και όλες οι δυνάμεις που εφαρμόζονται όπως και τα υλικά και οι αντοχές θα πρέπει να έχουν ενσωματώσει τους επιμέρους συντελεστές που προβλέπονται από τον [2].

Η βασική αντοχή του γεωπλέγματος  $T_B$  θα πρέπει να είναι (περίπτωση πολυμερικών στοιχείων ενίσχυσης):

a. Συντελεστής απομείωσης λόγω ερπυσμού

για την περίπτωση του **ULS** η βασική αντοχή  $T_B$  είναι η  $T_{CR}$ , δηλαδή η αντοχή του γεωπλέγματος σε ερπυσμό σε κατάλληλο χρόνο και θερμοκρασία περιβάλλοντος.

$$T_B = T_{CR} = T_{CHAR}/R_{FCR}$$

Όπου,

$T_{CHAR}$  : είναι η χαρακτηριστική αντοχή σε σύντομο χρονικό διάστημα αμέσως μετά την εγκατάσταση

$R_{FCR}$  : είναι ο συντελεστής απομείωσης λόγω ερπυσμού

Ο συντελεστής για ερπυσμό δίνεται συνήθως από τους κατασκευαστές των υλικών και είναι διαφορετικός ανάλογα με την σύσταση του κάθε υλικού. Γενικά για την εκτίμηση του συγκεκριμένου

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

συντελεστή αλλά και των υπολοίπων που αναλύονται στην συνέχεια του τεύχους, δίνονται μεγάλα εύρη τιμών και πολλές φορές οι υψηλότερες τιμές του οδηγούν σε πολύ συντηρητικά αποτελέσματα. Για αυτό και θα πρέπει η επιλογή τους να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται πίνακας απομειωτικών συντελεστών, με βάση εργαστηριακές δοκιμές (SIM). Για 75ετή και 100ετή διάρκεια ζωής, οι συντελεστές απομείωσης λόγω ερπυσμού υπολογίζονται από ένα συνδυασμό δοκιμών του ASTM D5262 (συμβατική δοκιμή) και του ASTM D6992 (σταδιακή ισοθερμική μέθοδος SIM) για τον έλεγχο της αντοχής σε ερπυσμό. Τα γεωπλέγματα τύπου PET (πολυεστερικά) εμφανίζουν πολύ ικανοποιητικούς συντελεστές, με τιμή ίση με 1,62. Τα γεωπλέγματα τύπου PVA (πολυβινυλοαλκοόλη), εμφανίζουν αντίστοιχα ικανοποιητικούς συντελεστές με τιμή που φθάνει στο 1,63.

Geogrid	Lothspeich and Thornton (2000)	Greenwood and Voskamp (2000)	Thornton et al. (1998a)	Greenwood et al. (2000)
PET	1.62	1.46	1.47	1.70
HDPE	3.04	-	-	-
PP	4.63	-	-	-
PVA	1.63	-	-	-
Aramid	1.49	-	-	-
PA	2.26	-	-	-

**Πίνακας 6-1:** Απομειωτικοί συντελεστές λόγω ερπυσμού για διάφορους τύπους γεωπλεγμάτων για χρονικό διάστημα 100 ετών, πηγή [9]

Ο βέλτιστος τύπος στο συγκεκριμένο φαινόμενο είναι αυτός του αρωματικού πολυαμιδίου (**aromatic polyamide**), που είναι ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες και πολύ υψηλές αντοχές. Ο συντελεστής απομείωσης του είναι ιδιαίτερα χαμηλός και ίσος με 1,49. Οι υπόλοιποι τύποι γεωπλεγμάτων είναι αυτοί του υπερυψηλού μοριακού βάρους πολυαιθυλενίου (HDPE), πολυπροπυλενίου (PP), πολυαμιδίου (νάιλον PA), εμφανίζονται με μεγάλες τιμές και για αυτό το λόγο δεν προτιμώνται σε καμία περίπτωση. Η **χειρότερη εξ αυτών** είναι αυτή του **πολυπροπυλενίου**. Η χρήση των συγκεκριμένων τύπων γεωπλεγμάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους υπολογισμούς της μελέτης και για αυτό θα πρέπει να ακολουθηθούν πιστά οι συστάσεις για γεωπλέγματα PET ή PVA. Σε αντίθετη περίπτωση τα αποτελέσματα των υπολογισμών μπορούν να διαφοροποιηθούν σημαντικά.

Στην παρούσα για λόγους ασφαλείας, επιλέγεται συντελεστής απομείωσης **1,70** για λόγους συντηρητικής θεώρησης, δηλαδή υψηλότερος από τους προτεινόμενους στις ανωτέρω συστάσεις (και για τα δύο προτεινόμενα υλικά). Η συγκεκριμένη τιμή θεωρείται ικανοποιητική, λαμβανομένης σε συνδυασμό και με τους υπόλοιπους απομειωτικούς συντελεστές που προτείνονται από το συγκεκριμένο πρότυπο.

b. Υπόλοιποι συντελεστές απομείωσης ονομαστικής αντοχής γεωπλέγματος

Πέραν των ανωτέρω, η αντοχή σχεδιασμού για τις συνθήκες ULS υπολογίζεται από την κάτωθι σχέση:

$$T_D = T_{CR}/f_m$$



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

όπου,

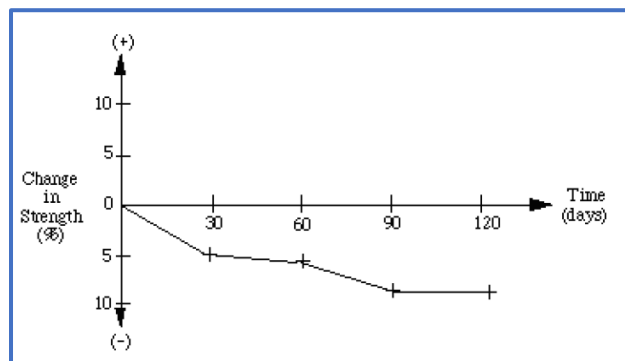
Ο συντελεστής  $f_m$  είναι ίσος με:  $f_m = RF_{ID} \times RF_W \times RF_{CH} \times f_s$

Ο ανωτέρω συντελεστής αφορά στο υλικό και ορίζεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του. Ο συντελεστής σχετίζεται με το υλικό μέσω επιμέρους απομειωτικών συντελεστών που είναι οι κάτωθι:

**RF<sub>ID</sub>**: Ο συντελεστής εξαρτάται και από τη μεθοδολογία και την δυσκολία της τοποθέτησης, την θέση και την εφαρμογή των προδιαγραφών της μελέτης. Στην εξεταζόμενη περίπτωση η τοποθέτηση λόγω της θέσης του γεωϋφάσματος θεωρείται αρκετά εύκολη καθώς είναι άνω της στάθμης της θάλασσας. Συντηρητικά θεωρείται συντελεστής **1,10**.

**RF<sub>W</sub>**: Ο συντελεστής ασφαλείας για την φθορά – διάβρωση του υλικού έναντι των περιβαλλοντικών συνθηκών. Παρ' ότι οι κατασκευαστές των γεωπλεγμάτων που προτείνονται στην παρούσα προβλέπουν συντελεστές που προσεγγίζουν τη 1,0 συντηρητικά επιλέχθηκε συντελεστής **1,20**.

**RF<sub>CH</sub>**: Ο συντελεστής ασφαλείας για χημική και περιβαλλοντική διάβρωση – αποσάθρωση του υλικού. Ο συντελεστής αφορά στην δυνητική βιολογική αποδόμηση του υλικού. Η διαδικασία ελέγχου ακολουθεί τις συστάσεις του ASTM G22, Determining Resistance of Synthetic Polymer Materials to Bacteria. Ενδεικτικά προτείνεται η χρήση του ακόλουθου νομογραφήματος.



Σχήμα 6-5: Τάσεις καμπυλών από βιολογική αποδόμηση

Με την χρήση του ανωτέρω διαγράμματος προτείνεται η χρήση και της ακόλουθης σχέσης.

$$RF_{BD} = \frac{1}{1 - |R_{120}|}$$

Τελικά προτείνεται η χρήση συντελεστού για την εξεταζόμενη περίπτωση της τάξης του **1,10**.

$f_s$ : ο συντελεστής ασφαλείας για την επέκταση των δεδομένων σχεδιασμού (data extrapolation factor). Ο συντελεστής λαμβάνεται ίσος με **1,05**.

Από την εφαρμογή των ανωτέρω προκύπτει:

$$f_m = RF_{ID} \times RF_W \times RF_{CH} \times f_s = 1,10 \times 1,20 \times 1,10 \times 1,05 = \mathbf{1,52}$$

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Λαμβάνοντας υπόψη και την επιρροή του συντελεστού ερπυσμού, ο τελικός συντελεστής απομείωσης για ULS συνθήκες είναι ίσος με:  $1,70 \times 1,52 = 2,59 \sim 2,60$

Στη μελέτη συντηρητικά θεωρείται ότι η long term αντοχή του γεωπλέγματος είναι ίση με **50kN/m** (στην πραγματικότητα αναμένεται αρκετά υψηλότερη αλλά δεν απαιτείται μεγαλύτερη τιμή αντοχής).

Το δεύτερο γεω-υλικό προβλέπεται στην στάθμη σκάφης του πρίσματος θεμελίωσης του κρηπιδοτοίχου, δηλαδή στα -5,70μ. Το υφαντό γεωύφασμα προβλέπεται με ονομαστική αντοχή 300kN/m, πολυεστερικής σύστασης. Δεν επιτρέπεται αντίστοιχα όπως και στην περίπτωση του γεωπλέγματος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά υλικά αλλά **όχι** πολυπροπυλένιο, HDPE και νάιλον (PA). Η απομείωση της ονομαστικής αντοχής του γεωυφάσματος είναι αντίστοιχη με αυτήν του γεωπλέγματος αλλά στην περίπτωση αυτή η ονομαστική αντοχή του γεωυφάσματος λαμβάνεται στα 120kN/m λόγω των εν γένει συντηρητικών θεωρήσεων που έχουν ληφθεί στη μελέτη (η αύξηση της ονομαστικής αντοχής του από 300 σε 400kN/m υπερβολική).

**γ. Σεισμική Δράση**

Όπως αναφέρθηκε η περιοχή μελέτης ανήκει στην ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II με σεισμική επιτάχυνση ίση με 0,24g. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ, 2000) τα αναχώματα ύψους έως 15,0μ. που ελέγχονται ως προς την ευστάθεια τους θα πρέπει να εφαρμόζονται οριζόντιες ενεργές επιταχύνσεις της μάζας τους, οι οποίες μεταβάλλονται από:

$\alpha_B = 0.50\alpha$  στη βάση, μέχρι

$\alpha_K = \alpha_B \cdot \beta(T)$  στην κορυφή του αναχώματος,

όπου:

$\alpha$  είναι η ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους και  $\beta(T)$  είναι η φασματική μεγέθυνση που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο  $T$  του έργου. Αν δεν γίνει ακριβέστερος υπολογισμός, μπορεί να ληφθεί:  $T = 2.5 \cdot (H/V_s)$  όπου  $V_s$  είναι η μέση τιμή της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων στο ανάχωμα. Στην εξεταζόμενη περίπτωση λαμβάνεται λόγω έλλειψης περισσοτέρων στοιχείων ίσο με 2,50.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω η επιτάχυνση στην βάση του αναχώματος λαμβάνεται ίση με  $\alpha_B = 0,12g$  και η αντίστοιχη στην κορυφή του ίση με  $\alpha_K = 0,30g$ .

Βάσει των ανωτέρω η τελική επιτάχυνση σχεδιασμού του έργου λαμβάνεται ίση με το μέσο όρο των δύο παραπάνω:  **$\alpha_{des} = 0.21g$**

**γ. Προσομοίωση εδαφικών στρώσεων υπό της διατομής του νέου κρηπιδώματος**

Η προσομοίωση των εδαφικών στρώσεων υπό της διατομής του κρηπιδοτοίχου εκτελέστηκε με βάση τα χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν από την γεωτεχνική έρευνα και παρατίθενται αναλυτικά στην παρ. 6.2.

Για την περίπτωση της σεισμικής φόρτισης που είναι ένα φαινόμενο που αποτιμάται με περίοδο επαναφοράς άνω των 400 ετών, δεν θεωρήθηκαν συντηρητικά βελτιωμένα χαρακτηριστικά της

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

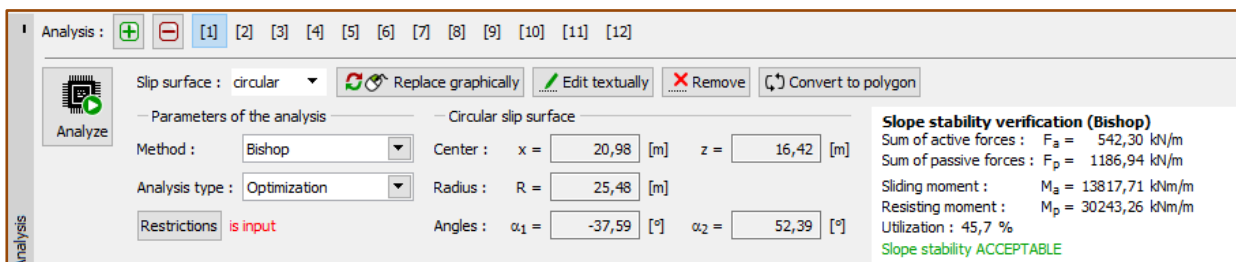
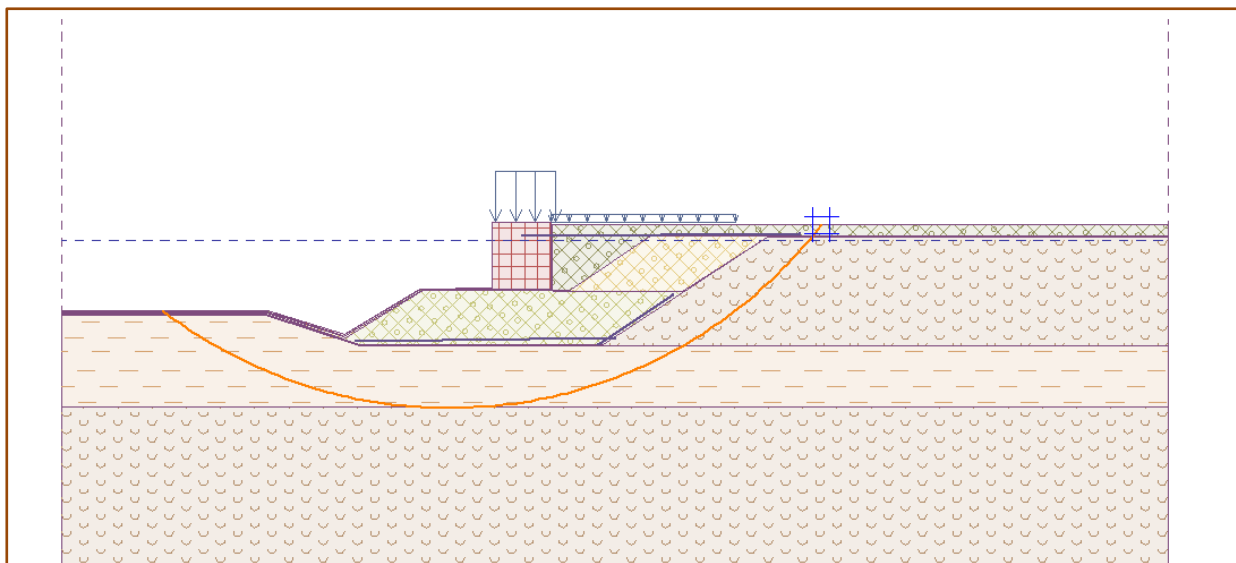
παραμένουσας στρώσης αργίλου, που θεωρητικά λόγω της αύξησης βάρους αλλά και της παρέλευσης σημαντικού χρονικού διαστήματος (θεωρητικά), αναμένονται αυξημένα.

Δηλαδή, ο έλεγχος της γενικής ευστάθειας στην σεισμική φόρτιση εκτελέστηκε με βάση τα σημερινά φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της παραμένουσας στρώσης αργίλου.

Ακολουθούν στην συνέχεια συνοπτικά τα αποτελέσματα των ελέγχων γενικής ευστάθειας των διατομών του νέου κρηπιδώματος.

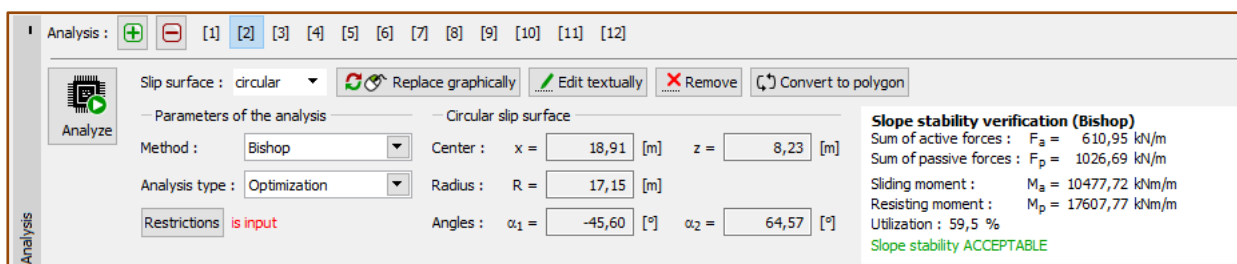
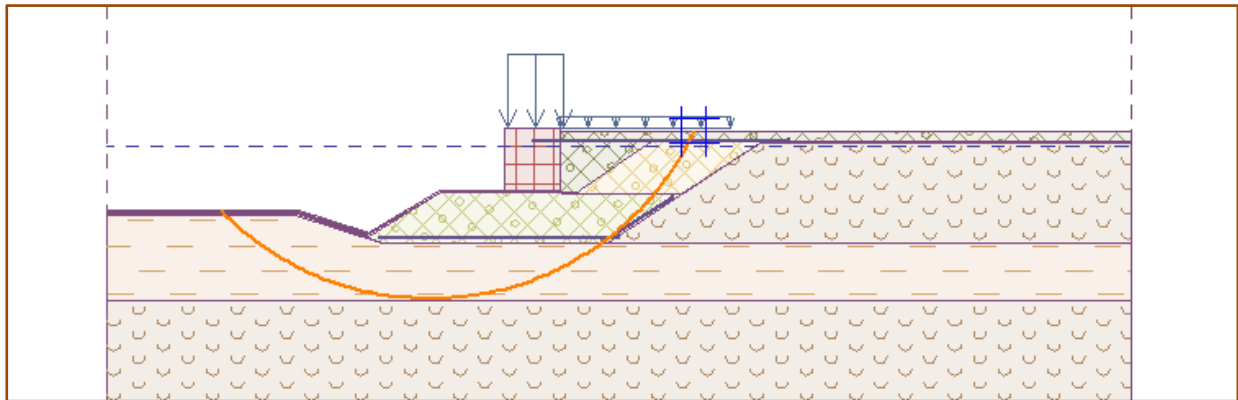
6.5.2. Αποτελέσματα ανάλυσης

1) Κατάσταση Λειτουργίας

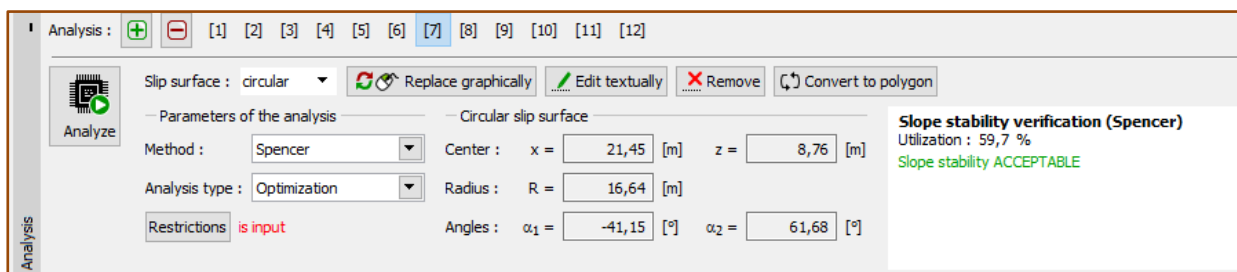
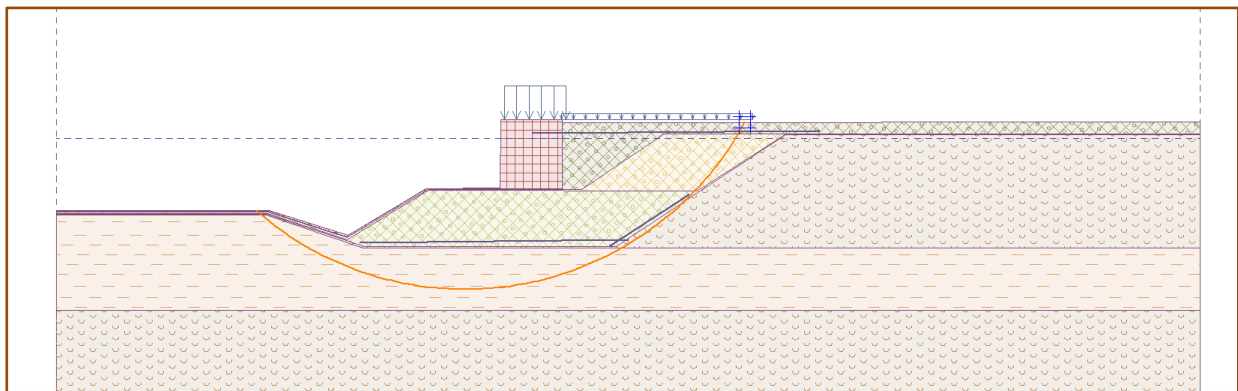


Ο ανωτέρω κύκλος είναι από τους πλέον χαρακτηριστικούς των ελέγχων που εκτελέστηκαν καθώς διέρχεται όπισθεν των εξυγιάνσεων που προβλέπονται και οριακά διέρχεται στην διεπιφάνεια μεταξύ της χαλαρής αργλικής στρώσης και της υποκείμενης της, με τα σχετικά ικανοποιητικά χαρακτηριστικά. Παρ' ότι θεωρείται στο όριο του ρεαλιστικού, λόγω της ιδιαίτερα μεγάλης «διαδρομής» του κύκλου ολίσθησης, ο επιτυγχανόμενος συντελεστής ασφαλείας είναι 2,19.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

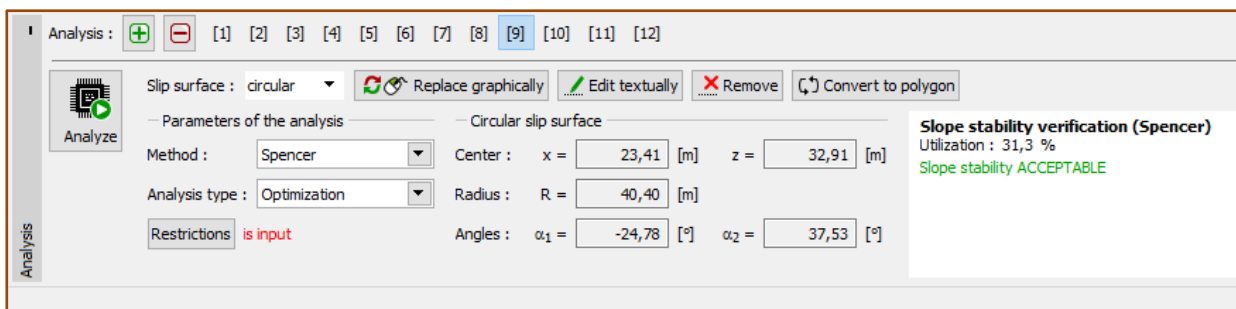
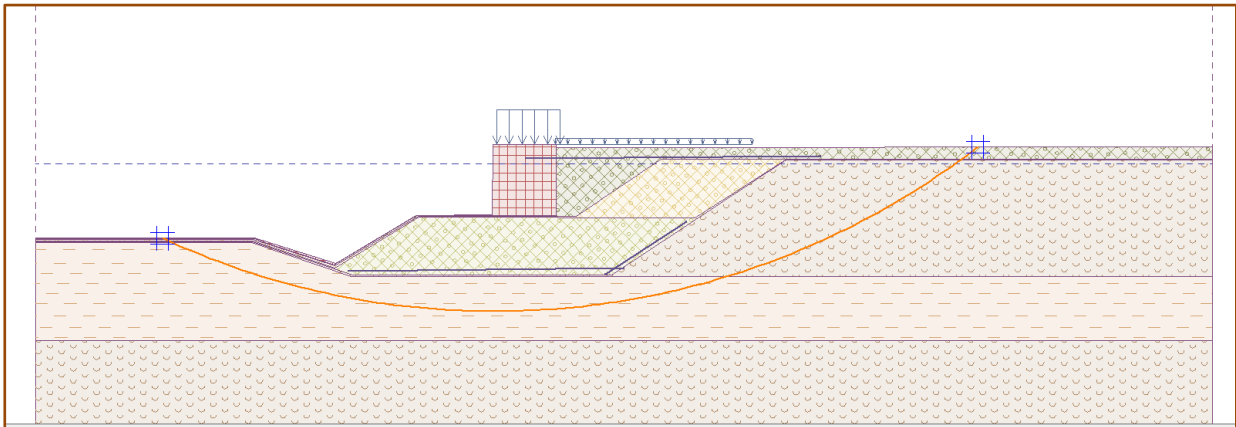


Και ο συγκεκριμένος κύκλος είναι από τους πλέον χαρακτηριστικούς που εξετάστηκαν. Ο συντελεστής ασφαλείας που επιτυγχάνεται είναι 1,68.



Ο κύκλος θεωρείται ως η πλέον ρεαλιστική επιφάνειας αστοχίας καθώς διέρχεται αμέσως εξωτερικά της εξυγίανσης – πρίσματος θεμελίωσης, σε «λογικό» βάθος εντός της αργιλικής στρώσης (ώστε να μην μεγιστοποιείται η διαδρομή του κύκλου) και σε επίσης λογική απόσταση από την διατομή του κρηπιδοτοίχου. Ο συντελεστής ασφαλείας που επιτυγχάνεται είναι 1,68.

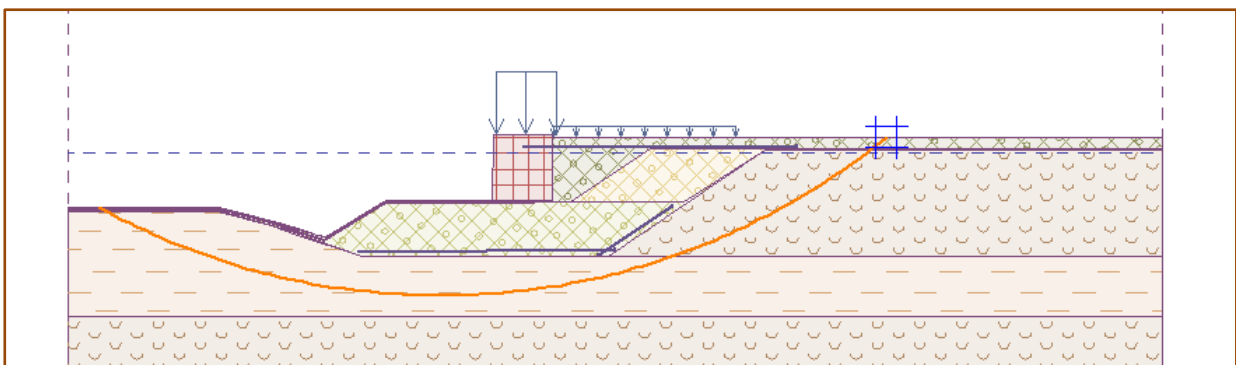




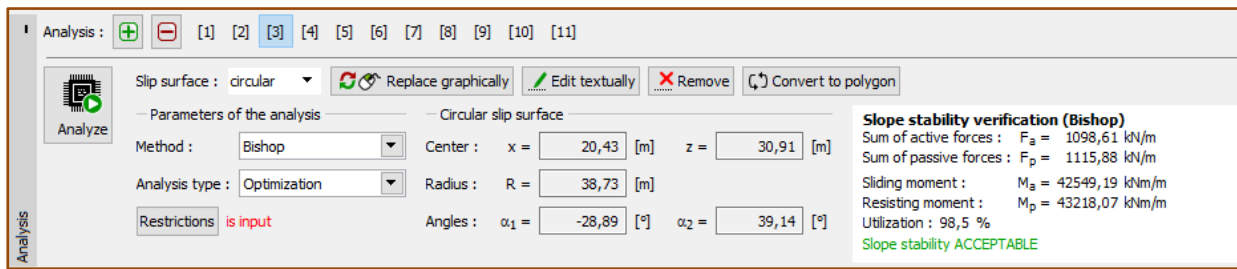
Αντίστοιχος κύκλος με αυτόν της πρώτης περίπτωσης. Ο συντελεστής ασφαλείας που επιτυγχάνεται είναι μεγαλύτερος του 3.

## 2) Σεισμική Φόρτιση

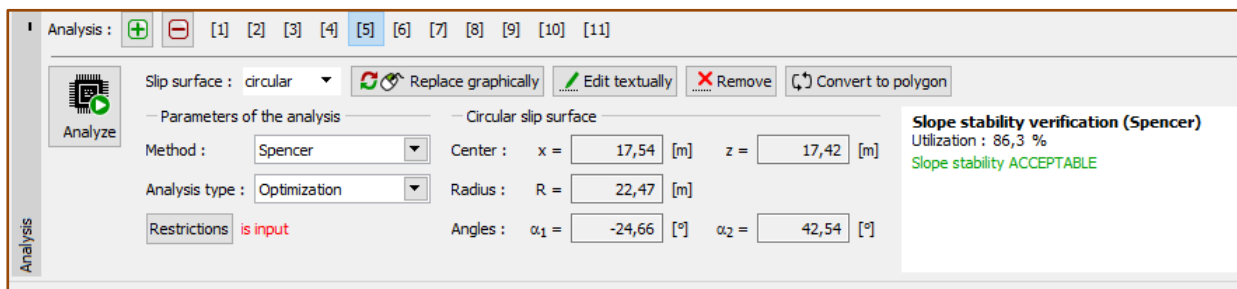
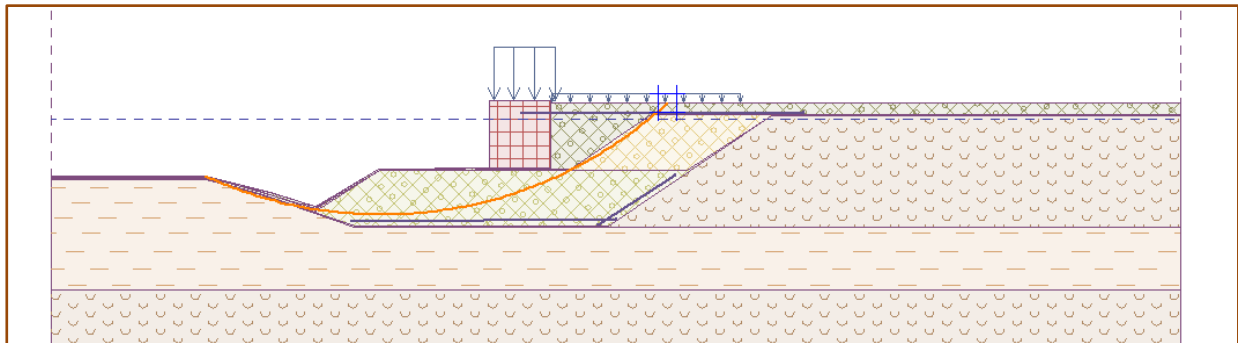
Αντίστοιχα με την στατική φόρτιση παρουσιάζονται οι κυριότερες περιπτώσεις ελέγχων σε κύκλους βαθείς.



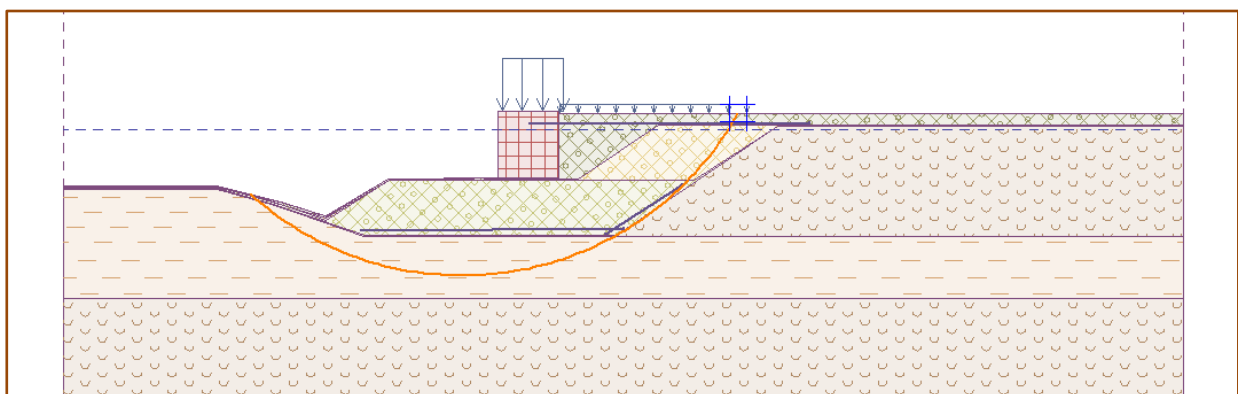
ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



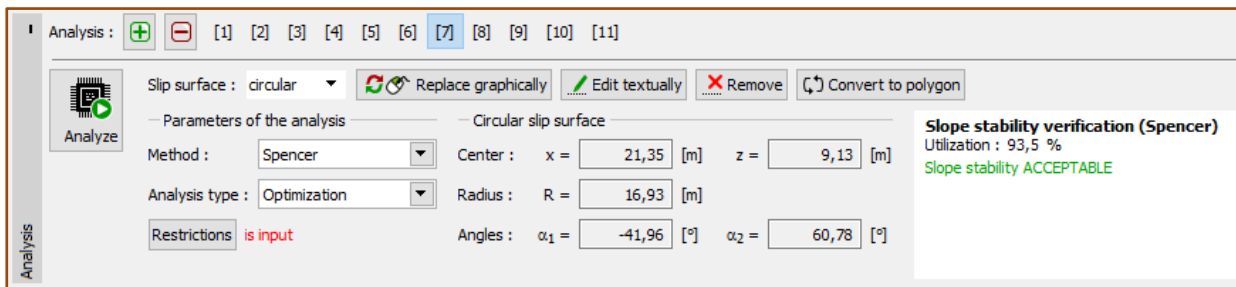
Ο κύκλος ολίσθησης είναι χαρακτηριστικός παρ' ότι πολύ μεγάλος. Ο συντελεστής ασφαλείας του είναι ίσος με 1,015 και είναι ικανοποιητικός.



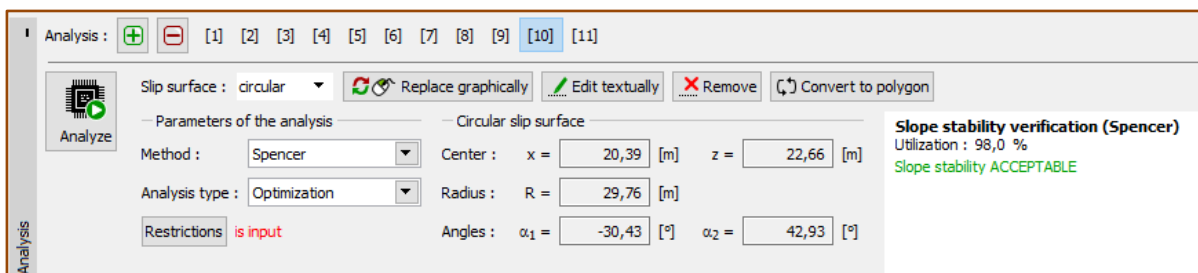
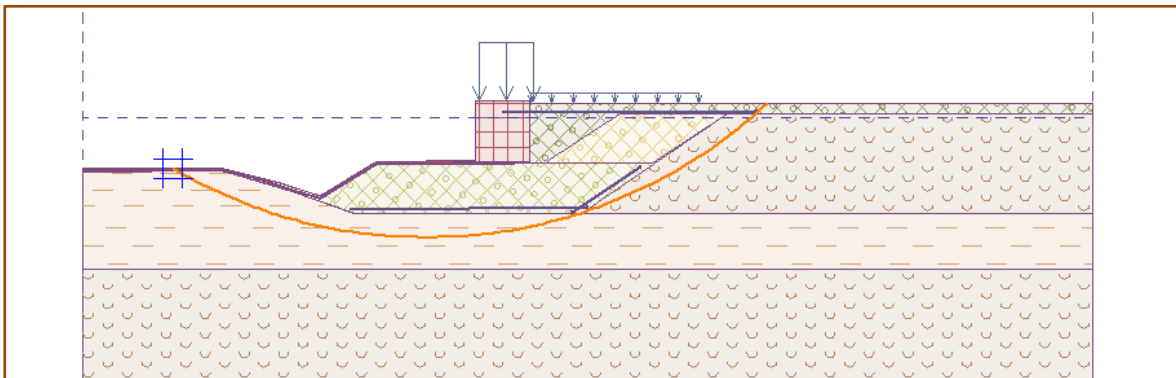
Ο κύκλος ολίσθησης διέρχεται από το σώμα της διατομής, που συνίσταται από λίθινα υλικά λατομείου. Ο συντ. ασφαλείας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικός και ίσος με 1,16.



ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Και αυτός ο κύκλος θεωρείται πολύ χαρακτηριστικός και κρίσιμος για τους ελέγχους της γενικής ευστάθειας. Ο συντελεστής ασφαλείας που επιτυγχάνεται είναι ίσος με 1,07.



Αντίστοιχα με τους προηγούμενους ο συγκεκριμένος κύκλος θεωρείται ιδιαίτερα χαρακτηριστικός για τους ελέγχους της γενικής ευστάθειας. Ο συντελεστής ασφαλείας που επιτυγχάνεται είναι ίσος με 1,02. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των υπολογισμών ευστάθειας παρουσιάζονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ** του παρόντος τεύχους.

### 6.6. Έλεγχοι Καθιζήσεων

Οι καθιζήσεις αποτέλεσαν σημαντικό μέρος του γεωτεχνικού σχεδιασμού λόγω του μεγάλου πάχους των μαλακών σχηματισμών αλλά και της αργλικής σε μεγάλο βαθμό σύστασής τους. Όπως αναφέρθηκε ήδη, η ήδη αυξημένη στάθμη σκάφης στα -5,70μ. που αρχικά επιλέχθηκε, εμφάνιζε σχετικό πρόβλημα καθώς οι υποχωρήσεις που εκτιμήθηκαν κυμαίνονταν από 21 έως 29εκ. Παρ' ότι θεωρείται ότι τα ανωτέρω μεγέθη ενδέχεται να είναι ως ένα βαθμό μεγαλύτερα των πραγματικών (συντηρητικές θεωρήσεις, μικρός αριθμός ερευνητικών γεωτρήσεων λόγω περιορισμένων πόρων, η φύση αποκρίνεται συνήθως καλύτερα από την θεωρητική προσέγγιση καθώς υπεισέρχονται παράγοντες που δεν μπορούν να αποτιμηθούν υπολογιστικά), αποφασίσθηκε η λήψη πιο δραστηκών μέτρων έτσι ώστε να μειωθούν τα μεγέθη των καθιζήσεων, αλλά και να διασφαλιστεί η εκδήλωση των καθιζήσεων εντός του χρόνου

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

κατασκευής του έργου. Σημαντική παράμετρος για τον σχεδιασμό αποτελεί η αποφυγή πιθανών μελλοντικών καθιζήσεων κατά την φάση λειτουργίας του έργου (αποφυγή προβλημάτων για τους χρήστες). Για τον σκοπό αυτό αποφασίσθηκε η επέκταση της εκσκαφής κατά 1,0μ. και επιπρόσθετα η επιφόρτιση των διατομών επί τριμήνου από την φάση υλοποίησης της διατομής – προ της τελικής κατασκευής της ανωδομής – έτσι ώστε να εκδηλωθεί το συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος των αναμενόμενων καθιζήσεων μέχρι την τελική ολοκλήρωση του έργου. Επιπρόσθετα προβλέφθηκε μία πρόσθετη ανοχή στην στάθμη στέψης της ανωδομής (5,0εκατ.) έτσι ώστε ακόμη και εάν υπάρξουν φαινόμενα υποχωρήσεων σε βάθος χρόνου, η κατασκευή να εξακολουθεί να παραμένει λειτουργική.

### 6.6.1. Γενικά - Παραδοχές

Λόγω της σχετικής ανομοιομορφίας στα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας, αποφασίσθηκε η εκτέλεση υπολογισμών και για τις δύο θέσεις των ερευνητικών γεωτρήσεων. Οι υπολογισμοί εκτελέσθηκαν στην βάση των λιθορριπών έδρασης, θεωρώντας τα πρόσθετα φορτία που προκύπτουν από την στατική επίλυση των κρηπιδοτοίχων (τάσεις εδράσεως κατασκευών) και το βάρος της στρώσης των λιθορριπών εξυγίανσης, μετά την απομάκρυνση του υφιστάμενου εδαφικού υλικού. Οι καθιζήσεις υπολογίσθηκαν λαμβάνοντας υπόψη την στρωματογραφική διάρθρωση όπως αυτή προέκυψε από τα αποτελέσματα των γεωτρήσεων Γ1 και Γ2.

Σημειώνεται ότι οι υπολογισμοί εκτελέσθηκαν για την αρχική στάθμη σκάφης, στα -5,70μ. από ΜΣΘ. Με την προτεινόμενη εκσκαφή, προβλέπονταν η απομάκρυνση όλων των υφιστάμενων – εν γένει ακατάλληλων - υλικών (τεχνητές επιχώσεις, αμμοιλυώδεις σχηματισμοί και μέρος των μαλακών αργιλικών), αλλά και διατήρηση σημαντικού τμήματος των αργιλικών στρώσεων. Από την στάθμη έδρασης του κρηπιδώματος στα -2,70μ. προβλέπονταν η κατασκευή πρίσματος έδρασης από λιθορριπές λατομικής προέλευσης συνολικού πάχους 3,00μ. ήτοι μέχρι την στάθμη -5,70μ. όπου και η στάθμη σκάφης. Το πρίσμα προβλέπονταν από εξισωτική στρώση από σκύρα λατομείου πάχους 20εκατ. και λιθορριπές 0,50 έως 50χγρ. πάχους 2,80μ. Κάτω από την στάθμη των -5,70μ. λαμβάνονταν κάθε φορά υπόψη η στρωματογραφία της κάθε θέσης (Γ1 και Γ2).

### 6.6.2. Μεθοδολογία και Αποτελέσματα

Οι υπολογισμοί αφορούν το τμήμα της παραμένουσας στρώσης III και την στρώση IV. Σε ότι αφορά την τελευταία υιοθετήθηκε η παραδοχή ότι οι αναπτυσσόμενες καθιζήσεις της θα εκδηλωθούν άμεσα ( $S_i = S_c$ ), λόγω χαλικώδους σύστασης της. Οι υπολογισμοί των καθιζήσεων εκτελέσθηκαν με εξειδικευμένο λογισμικό τρισδιάστατης ανάλυσης, στο οποίο αποτιμώνται τα μεγέθη των καθιζήσεων και η χρονική τους εξέλιξη.

Η καθίζηση  $S_i$  που αναμένεται να αναπτυχθεί εντός των συμπίεστων εδαφικών στρώσεων (ζωνών) υπό τα φορτία του έργου, υπολογίζεται σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$S_{odi} = \left( \Delta\sigma_{z_i} * h_i \right) / E_{s_i}$$

όπου :

$E_{s_i}$ : το μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης της εκάστοτε εδαφικής στρώσης/ζώνης

$h_i$  : το πάχος της στρώσης/ζώνης

$\Delta\sigma_{z_i}$ : η πρόσθετη κατακόρυφη τάση στο μέσο της κάθε στρώσης/ζώνης

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Με άθροιση των επιμέρους καθιζήσεων που υπολογίζονται, βάσει της ως άνω σχέσης στο μέσο κάθε εδαφικής ζώνης, προκύπτει η συνολική καθίζηση του εδάφους κάτω από την διατομή του έργου. Για τα αργιλώδη στρώματα οι μακροπρόθεσμες καθιζήσεις υπολογίζονται με τη θεωρία του Terzaghi για τη μονοδιάστατη στερεοποίηση.

$$\Delta \varepsilon = m_v / \Delta \sigma'_z$$

Όπου,

$m_v$  = είναι η μονοδιάστατη συμπιεστότητα. Κατά τη διάρκεια των κύκλων εκφόρτωσης/επαναφόρτωσης, το  $m_v$  αντικαθίσταται με τη συμπιεστότητα εκφόρτωσης / επαναφόρτωσης  $m_{vur}$

$\Delta \sigma'_z$  = ενεργές φορτίσεις

Η αναλυτική παρουσίαση των θεωρήσεων και της μεθοδολογίας υπολογισμού παρουσιάζονται στο οικείο τεύχος της Μελέτης Θεμελίωσης του έργου.

Από τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας υπολογισμού προέκυψαν τα ακόλουθα μεγέθη:

- ✓ Η μέγιστη εκτιμώμενη καθίζηση, στις στήλες που αντιστοιχούν στην Γ1 γεώτρηση είναι 29,20εκατ. ενώ η αντίστοιχη για τις στήλες που αντιστοιχούν στην Γ2 γεώτρηση είναι 25,17εκατ.
- ✓ Με την παρέλευση του 1<sup>ου</sup> μήνα, η καθίζηση που θα εκδηλωθεί στις στήλες της Γ1 θα είναι 24,18εκατ. , ενώ στις στήλες της Γ2 θα είναι 22,94εκατ.
- ✓ Με την παρέλευση του 3<sup>ου</sup> μήνα, η καθίζηση που θα εκδηλωθεί στις στήλες της Γ1 θα είναι 27,37εκατ. και στις στήλες της Γ2 24,49εκατ.
- ✓ Με την παρέλευση του 12<sup>ου</sup> μήνα, η καθίζηση που θα εκδηλωθεί στις στήλες της Γ1 θα είναι 28,98εκατ. και στις στήλες της Γ2 25,14εκατ.
- ✓ Οι υπολειπόμενες καθιζήσεις μετά τον 12<sup>ο</sup> μήνα στην Γ1 θα είναι 0,24εκατ. και σε αυτές της Γ2 0,024εκατ.

Από τα ανωτέρω αποτελέσματα παρατηρείται ότι η εξέλιξη της στερεοποίησης είναι ταχεία και πρακτικά μετά τον τρίτο μήνα της παραμονής της στήλης, αναμένεται να έχει αναληφθεί το μεγαλύτερο ποσοστό των μέγιστων αναμενόμενων καθιζήσεων. Συγκεκριμένα μετά τον 3<sup>ο</sup> μήνα παραμονής των στηλών στην πλευρά της γεώτρησης Γ1, αναμένεται ότι οι υπολειπόμενες θα είναι περίπου 1,85εκατ. και στην πλευρά της Γ2 αντίστοιχα 0,67εκατ.

Τα ανωτέρω μεγέθη είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά καθώς στην μεν πρώτη γεώτρηση το ποσοστό στερεοποίησης που θα εκδηλωθεί θα είναι 93,3% και στην Γ2 97,7% αντίστοιχα. Τα ανωτέρω αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η στερεοποίηση θα έχει πρακτικά ολοκληρωθεί και στις δύο γεωτρήσεις μετά την παρέλευση του 3<sup>ου</sup> μήνα, ή ότι το υπολειπόμενο ποσοστό τους δεν θα μπορεί να επηρεάσει επί της ουσίας τη λειτουργία των έργων (πρακτικά ασήμαντο).

Παρά ταύτα η εμφάνιση σημαντικών μεγεθών καθιζήσεων μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα που αφορούν στην εμφάνιση ανισοσταθμιών στα επιμέρους τμήματα του έργου αλλά και την ανάγκη λήψης πρόσθετων μέτρων για την τελική διαμόρφωση των κατασκευών στην τελική μορφή και γεωμετρικές τους διαστάσεις (π.χ. σημαντική συμπλήρωση στις ανωδομές και στις κατασκευές επί αυτών). Σε κάθε περίπτωση τα αυξημένα μεγέθη δημιουργούν επισφάλεια ως προς την τελική ανάπτυξη τους ιδιαίτερα εντός του χρόνου κατασκευής του έργου.



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

Για τους ανωτέρω λόγους αποφασίσθηκε η επαύξηση της προβλεπόμενης στάθμης σκάφης κατά 1,0μ. και συγκεκριμένα στα -6,70μ. Όπως αναφέρθηκε ήδη, η αύξηση αυτή επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην φέρουσα ικανότητα του εδάφους όσο και στην γενική ευστάθεια καθώς αυξάνεται το ποσοστό της εξυγίανσης των εδαφικών στρώσεων υπό των νέων κατασκευών.

Η τροποποίηση αυτή επιφέρει αναλογική μείωση των καθιζήσεων καθώς η σχέση υπολογισμού τους είναι απευθείας ανάλογη του πάχους της μαλακής στρώσης (η υποχωρήσεις της στρώσης IV είναι πρακτικά πολύ πιο μικρές από αυτές της III). Οι εκτιμώμενες καθιζήσεις μετά την απομάκρυνση 1,0μ. από την αργιλική στρώση είναι στα 16-17εκατ. για τις στήλες που αντιστοιχούν στην Γ1 και 11-12εκατ. για αυτές της Γ2.

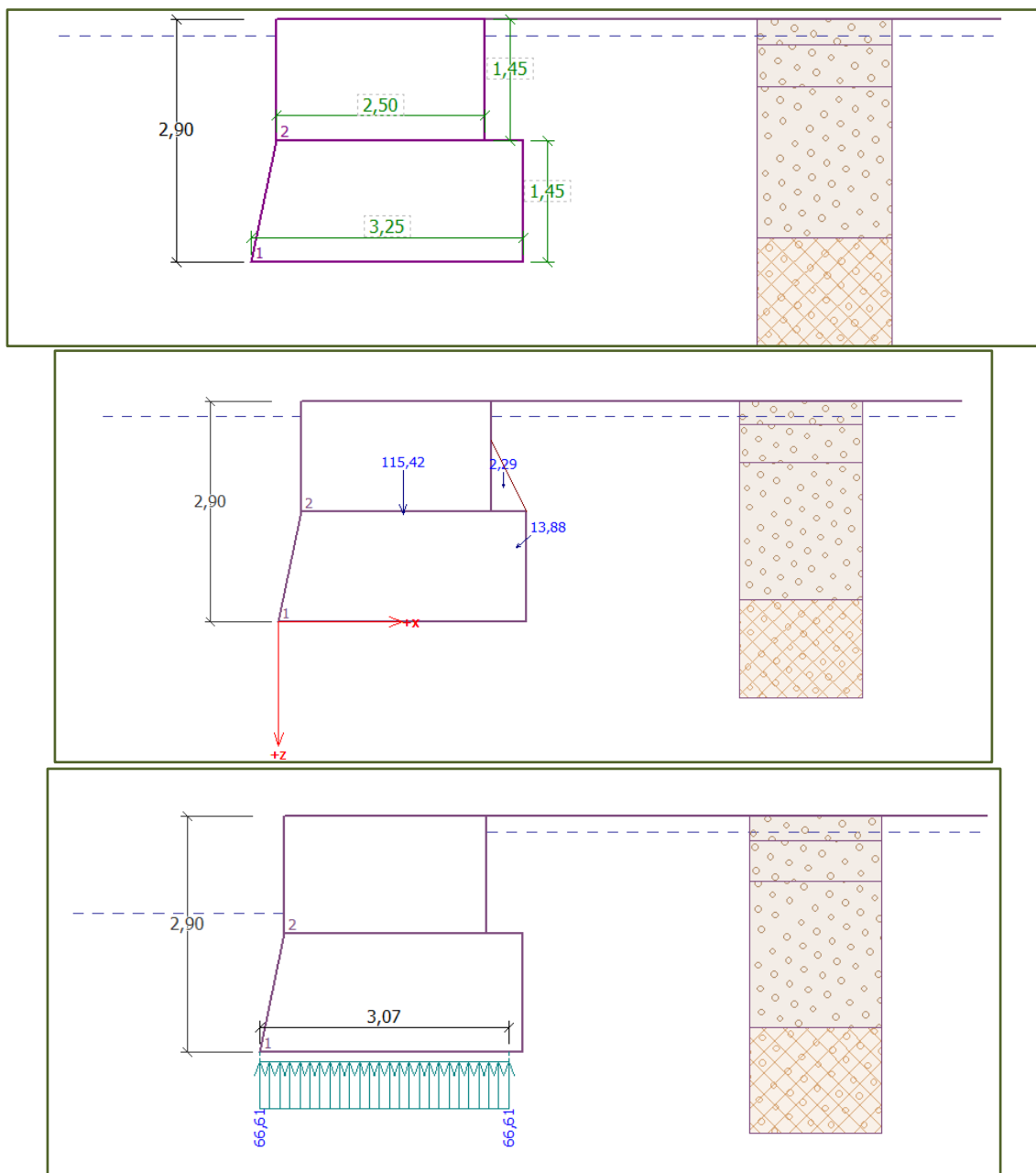
Η χρονική εξέλιξη των καθιζήσεων όμως δεν διαφοροποιείται αναλογικά και θεωρείται ότι οι προκύψαντες χρόνοι παραμένουν γενικά σταθεροί.

Με βάση τα ανωτέρω αποφασίσθηκαν τα εξής για το έργο στην φάση της υλοποίησης του:

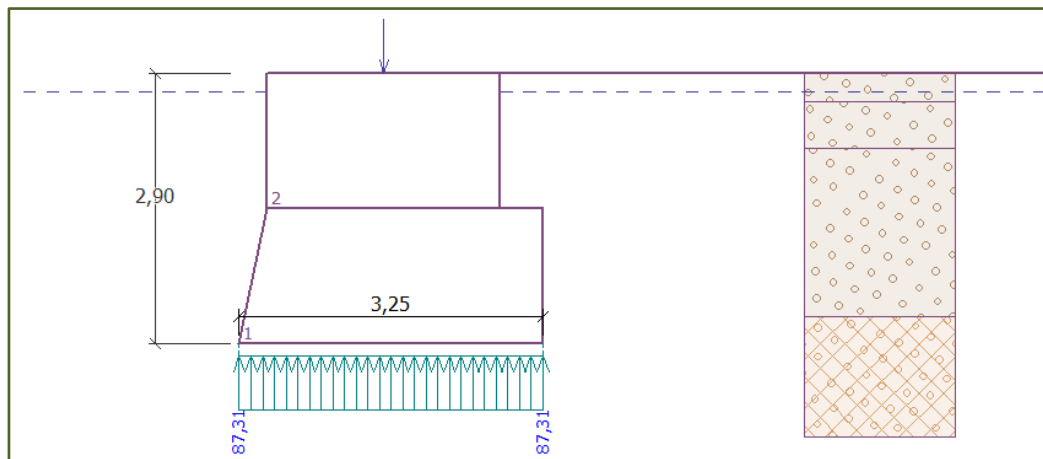
- ✚ Ο Ανάδοχος θα εκτελέσει την προβλεπόμενη εκσκαφή στην στάθμη -6,70μ., στην έκταση που παρουσιάζεται στα τεχνικά σχέδια της μελέτης.
- ✚ Θα διαστρώσει αρχικά το υφαντό γεωύφασμα εφελκυστικής αντοχής 400kN/m στην έδραση του αύλακα, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.
- ✚ Θα ακολουθήσει η πλήρωση του αύλακα θεμελίωσης με το διαβαθμισμένο αμμοχάλικο λατομείου, συνολικού πάχους 1,0μ.
- ✚ Στην συνέχεια θα διαμορφώσει το πρίσμα έδρασης από λιθορριπές λατομείου, ατομικού βάρους διαβάθμισης 0,5 έως 50χγρ. Το πρίσμα θα διαμορφωθεί με συνολικό πάχος 2,80μ., από την στάθμη -5,70μ. έως και -2,90μ.
- ✚ Επί του πρίσματος θεμελίωσης, θα διαμορφωθεί η εξισωτική στρώση, από σκύρα λατομικής προέλευσης, διαμέτρων από  $D_{min} = 40mm$  έως  $D_{max} = 70mm$ . Το πάχος της στρώσης θα είναι 30εκατ., με την τελική στάθμη έδρασης να διαμορφώνεται στα -2,60μ. (από ΜΣΘ όλες οι στάθμες). Η κατά 10εκατ. υψηλότερη στάθμη έδρασης προβλέφθηκε έτσι ώστε η τελική στάθμη μετά την ολοκλήρωση του 3<sup>ου</sup> μήνα να βρίσκεται περί της επιθυμητής στα -2,70μ. (οι όποιες αποκλίσεις τελικά εμφανιστούν θα είναι ελάχιστες και δεν επηρεάζουν ουδόλως τη λειτουργία του κρηπιδότοιχου).
- ✚ Θα ακολουθήσει η διαμόρφωση των στηλών σύμφωνα με τους στατικούς υπολογισμούς της μελέτης. Η τελική στάθμη ξενερίσματος του κορυφαίου τ.ο. θα είναι στα +0,30μ. από τη ΜΣΘ (αντίστοιχα κατά 10εκατ. υψηλότερη της τελικά προβλεπόμενης στα +0,20μ. – ισχύουν τα ανωτέρω αναφερόμενα).
- ✚ Στην πίσω παρειά των τ.ο. των στηλών θα διαμορφωθεί το ανακουφιστικό πρίσμα από λιθορριπές διαβάθμισης 20 έως 100χγρ. σύμφωνα με τα προβλεπόμενα της μελέτης.
- ✚ Τέλος επί των στηλών των κρηπιδωμάτων θα τοποθετηθεί μία ακόμη στρώση τ.ο. και συγκεκριμένα του τ.ο.2 που προβλέπεται για την διαμόρφωση των στηλών.

Για την εκτίμηση των αναπτυσσομένων τάσεων στην έδραση του τοίχου κατά το ανωτέρω στάδιο, επιλύθηκε η στήλη του κρηπιδώματος, χωρίς την παρουσία της ανωδομής και των υπόλοιπων αναπτυσσομένων φορτίων. Από την συγκεκριμένη επίλυση προέκυψαν:

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Σύμφωνα, με τα ανωτέρω αποτελέσματα η προκύπτουσα τάση προσεγγίζει αυτήν που προβλέπεται κατά την φάση της λειτουργίας του έργου, που είναι ίση με 86,16kPa. Λαμβάνοντας υπόψη και το πρόσθετο φορτίο της επιφόρτισης του τ.ο. 2, το αντίστοιχο διάγραμμα των τάσεων εδράσεως μεταβάλλεται ως εξής:



Από την ανωτέρω ανάλυση προκύπτει ότι οι αναπτυσσόμενες τάσεις εδράσεως του τοίχου είναι απόλυτα ισοδύναμες με αυτές της λειτουργίας του έργου. Κατά συνέπεια η ανάπτυξη των καθιζήσεων μπορεί να λάβει χώρα καθώς οι συνθήκες λειτουργίας εξομοιώνονται πλήρως με αυτές κατά την φάση της κατασκευής των στηλών του έργου.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, ο Ανάδοχος κατά την φάση υλοποίησης των στηλών του έργου, θα πρέπει να προφορτίσει τις στήλες που θα κατασκευάζει για χρονικό διάστημα 3 μηνών με μία ακόμη στήλη τ.ο. 2.

Παράλληλα, θα τοποθετήσει μάρτυρες για την παρακολούθηση της εξέλιξης των καθιζήσεων κατά μήκος των κρηπιδωμάτων. Μετά την παρέλευση των τριών μηνών και εφόσον η εξέλιξη των καθιζήσεων έχει ολοκληρωθεί, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που τέθηκαν ανωτέρω αλλά και τις προβλέψεις των τεχνικών προδιαγραφών του έργου, θα προχωρήσει στην υπόλοιπη διαμόρφωση της διατομής, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα της μελέτης του έργου.

Σημειώνεται ότι για λόγους ασφαλείας, αποφασίσθηκε η διαμόρφωση της ανωδομής να υλοποιηθεί στα +1,05μ.

Τέλος, και στο πλαίσιο της διευκόλυνσης της υλοποίησης της κατασκευής, αποφασίσθηκε η κατασκευή δέκα (10) πρόσθετων τ.ο. τύπου 2 έτσι ώστε να επιταχυνθεί η ολοκλήρωση της κατασκευής ιδιαίτερα κατά τα τελευταία τμήματα που πρόκειται να ολοκληρωθούν. Οι πρόσθετοι αυτοί τ.ο., μετά την ολοκλήρωση του έργου θα αποτεθούν σε θέση που θα υποδειχθεί από την Επίβλεψη του έργου ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία του καταφυγίου. Με την ολοκλήρωση των έργων της δεύτερης φάσης οι τ.ο. αυτοί θα χρησιμοποιηθούν για την διαμόρφωση των υπολοίπων στηλών των κρηπιδοτοίχων. Όπως αναφέρθηκε, τα υπόλοιπα κρηπιδώματα έχουν σχεδιαστεί ήδη και οι τ.ο.2 αποτελούν τμήμα τους.

## 7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η παρούσα μελέτη αφορά στην πλήρη ανακατασκευή του πρώτου τμήματος της λιμενολεκάνης, και ειδικότερα τα κρηπιδώματα που είτε κατέρρευσαν πλήρως είτε λόγω των εκτεταμένων ζημιών δεν δύνανται σήμερα να χρησιμοποιηθούν από τους αλιείς. Το μήκος της λιμενολεκάνης που αποκαθίσταται είναι περί τα 100 έως 110μ. ενώ λόγω των αναγκαίων εκσκαφών για την θεμελίωση των νέων κρηπιδωμάτων στην περιοχή της εισόδου, αποκαθίστανται και οι δύο υφιστάμενες λιθόρριπτες κατασκευές στην περιοχή της εισόδου. Ο μεν νότιος αποκαθίσταται πλήρως καθώς πρακτικά καθαιρείται στο σύνολο του και ανακατασκευάζεται ενώ ο βόρειος αποκαθίσταται στο τμήμα της ρίζας του, επαναδιαμορφώνεται και συναρμόζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζει την προστασία που παρέχει σήμερα το έργο στην λιμενολεκάνη του καταφυγίου.

Δεδομένου ότι το υπό αποκατάσταση τμήμα του λιμενίσκου θα υλοποιηθεί άμεσα και σε κάθε περίπτωση πολύ πιο σύντομα από τις συνολικά προβλεπόμενες παρεμβάσεις, στην παρούσα προβλέπονται επιπρόσθετα προσαρμογές των έργων στην είσοδο του λιμενίσκου έτσι ώστε να αποφευχθούν προβλήματα κατά την πρόσδεση των σκαφών στην περίπτωση υψηλής έντασης καιρικών φαινομένων (στο βαθμό του δυνατού) αλλά και παράλληλα να προσαρμοσθεί στην συνολική πρόταση αποκατάστασης του έργου.

Πιο συγκεκριμένα προβλέπεται:

- a) Μικρή προεξοχή και διαπλάτυνση του βόρειου πέρατος της εισόδου για την προστασία των πρυμνοδετημένων σκαφών στο βόρειο τμήμα του λιμενίσκου. Η προεξοχή προβλέπεται με διαστάσεις 7,56μ. x 3,60μ. έτσι ώστε να μπορεί να παρέχει μερική κάλυψη στα πρυμνοδετημένα σκάφη.
- b) Στη νότια πλευρά αντίστοιχα όπου προβλέπεται η προσωρινή πλαγιοδέτηση των αλιευτικών σκαφών, η προεξοχή προβλέπεται ίση με 12,62x7,59μ. Το προεκβάλλον τμήμα μειώνεται σε σχέση με την παλαιά της διαμόρφωση έτσι ώστε να αυξηθεί το πλάτος της εισόδου και να περιορισθούν τα προβλήματα ασφαλείας κατά τον είσπλου και απόπλου των εξυπηρετούμενων σκαφών στο καταφύγιο.

Μετά την διαμόρφωση της εισόδου του καταφυγίου, ακολουθούν τα ευθύγραμμα κρηπιδώματα του βόρειου και του νότιου τμήματος της λιμενολεκάνης.

Πιο συγκεκριμένα, **στο βόρειο τμήμα** προβλέπεται η διαμόρφωση κρηπιδωμάτων, με στάθμη έδρασης στα -2,70μ. από τη Μέση Στάθμη Θάλασσας (Μ.Σ.Θ.) και ωφέλιμο βάθος στα -2,50μ. (Μ.Σ.Θ.). Το μήκος του κρηπιδώματος, προβλέπεται ίσο με 86,05μ., διαμορφούμενο από επάλληλες στήλες τεχνητών ογκολίθων (τ.ο), μήκους εκάστης 2,50μ. Οι στήλες διαμορφώνονται με προβλεπόμενο ενδιάμεσο αρμό 3,0εκατ. (μέσος, από 2-4εκατ.). Συνολικά προβλέπεται η κατασκευή 34 στηλών τ.ο. (τμήμα ΔΕ).

Η κατασκευή του κρηπιδώματος προβλέπεται με τους τ.ο. που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο των στατικών υπολογισμών (γεωμετρικά χαρακτηριστικά). Σε ότι αφορά την διαμόρφωση της διατομής του έργου, προβλέπονται τα εξής:

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

- Εκσκαφή το υφιστάμενου πυθμένα μέχρι την στάθμη -6,70μ. για την απομάκρυνση και αντικατάσταση των χαλαρών σχηματισμών.
- Διάστρωση υφαντού γεωυφάσματος, ονομαστικής εφελκυστικής αντοχής 400kN/m, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.
- Διάστρωση διαβαθμισμένου αμμοχάλικου εξυγίανσης, συνολικού πάχους 1,0μ., ήτοι μέχρι την στάθμη -5,70μ.
- Διαμόρφωση πρίσματος εδράσεως συνολικού πάχους 3,10μ. εκ των οποίων τα άνω 30εκ. προβλέπονται από υλικό εξισωτικής στρώσης. Συγκεκριμένα το κυρίως πρίσμα θεμελίωσης κατασκευάζεται από λιθορριπές ατ. βάρους 0,50 έως 50χγρ. ενώ το αντίστοιχο της εξισωτικής στρώσης από σκύρα λατομείου, διαβάθμισης  $D_{min} = 40mm$  έως  $D_{max} = 70mm$ . Επί της εξισωτικής στρώσης προβλέπεται η έδραση του τ.ο. βάσης του κρηπιδοτοίχου. Η στάθμη στέψης της εξισωτικής στρώσης προβλέπεται στα -2,60μ., ήτοι κατά 10εκ. υψηλότερη αυτής που αποτελεί την τελική στάθμη έδρασης του κρηπιδοτοίχου. Δεδομένων των καθιζήσεων που αναμένεται να εκδηλωθούν κατά την φάση κατασκευής η τελική στάθμη έδρασης της κατασκευής αναμένεται κοντά στην θεωρητική στάθμη θεμελίωσης στα -2,70μ. (ανάλογα με το πραγματικό μέγεθος των καθιζήσεων που θα εμφανιστεί στην φάση υλοποίησης του έργου). Αντίστοιχα η στάθμη στέψης του «κυρίως» πρίσματος θεμελίωσης προβλέπεται στα -2,90μ. από ΜΣΘ.
- Το πρίσμα έδρασης της στήλης όπως και η εξισωτική στρώση εκτείνεται 2,5μ. εμπρός από την στήλη καθώς προβλέπεται η τοποθέτηση Πλάκας Προστασίας Ποδός (Π.Π.Π.) διαστάσεων 2,5 x 2,5 x 0,20μ. (πλάτος x μήκος x ύψος). Προ της τοποθέτησης της πλάκας αλλά και του τ.ο. βάσης της στήλης του κρηπιδοτοίχου, προβλέπεται η διάστρωση μη υφαντού γεωυφάσματος, βάρους 400γρ./τ.μ. Το γεωύφασμα τοποθετείται για την προστασία έναντι έκπλυσης λεπτοκκόκων υλικών από τον αρμό μεταξύ της Π.Π.Π. και του τ.ο. βάσης. Εκτείνεται δε, καθ' όλο το μήκος της Π.Π.Π. και καταλήγει στην εξωτερική παρειά του πρίσματος έτσι ώστε να το προστατεύει έναντι της δράσης των προπελών των εξυπηρετούμενων στο κρηπίδωμα σκαφών.
- Η προστασία ποδός του πρίσματος ολοκληρώνεται με την διαμόρφωση στρώσης θωράκισης από λιθορριπές ικανής διαβάθμισης και συγκεκριμένα ατομικού βάρους 100 έως 200χγρ.
- Το πρίσμα προστασίας όπως αναφέρθηκε στα κεφάλαια του γεωτεχνικού σχεδιασμού, προβλέφθηκε διευρυμένο έτσι ώστε να λειτουργεί και ως αντισταθμιστικό, βελτιώνοντας τις συνθήκες της γενικής ευστάθειας της διατομής. Συγκεκριμένα, διαμορφώνεται από πέντε (5) περίπου λίθους της παραπάνω κατηγορίας, με ελάχιστο πάχος στρώσης 2,0μ.
- Η στήλη του κρηπιδοτοίχου διαμορφώνεται από τους δύο τ.ο. που περιγράφηκαν ήδη (βλ. σελ. 38). Η στάθμη στέψης του κορυφαίου τ.ο. προβλέπεται στα +0,30μ. από τη Μ.Σ.Θ. έτσι ώστε να είναι δυνατή εν συνεχεία η σκυροδέτηση της χυτής επιτόπου ανωδομής από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα (ακόμη και μετά την εκδήλωση των προβλεπόμενων καθιζήσεων. Η στάθμη στέψης της ανωδομής, η οποία θα κατασκευαστεί μετά την ολοκλήρωση του χρόνου επιφόρτισης των 3 μηνών (ή/και την ολοκλήρωση των καθιζήσεων σύμφωνα με το τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών του έργου) προβλέπεται στα +1,05μ. Η ανωδομή κατασκευάζεται από ελαφρά οπλισμένο χυτό σκυρόδεμα C25/30, με πλάτος 2,25μ.

Για την ανάρτηση του εξοπλισμού της ανωδομής, προβλέπεται η εισαγωγή #T131, υπό τη μορφή “Γ” ώστε να καλύπτει την περιοχή του μετώπου αλλά και την άνω παρειά της. Ο οπλισμός προβλέπεται για



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

την υποβοήθηση της στερέωσης των εξαρτημάτων εξοπλισμού ανωδομής (δέστρες, κρίκοι, ελαστικοί προσκρουστήρες κ.λπ.).

Όπισθεν της ανωδομής διαμορφώνεται ανακουφιστικό πρίσμα από λιθορριπές λατομικής προέλευσης ατ. βάρους 20 έως 100χγρ. Το πρίσμα αυτό διαμορφώνεται αρχικά μέχρι την στάθμη +0,30 μ. (στάθμη στέψης του κορυφαίου τ.ο. – αρχική φάση κατασκευής). Δεδομένου ότι η υφιστάμενη χερσαία ζώνη αποτελείται από υλικά χαμηλής ποιότητας, κυρίως γαιώδεις προσχώσεις, αποφασίσθηκε για τους λόγους που αναφέρθηκαν ήδη, να επεκταθεί η εκσκαφή και στην περιοχή μέχρι το όριο της χερσαίας ζώνης. Η έκταση των νέων επιχώσεων προβλέπεται μέχρι και την διαμόρφωση της εσωτερικής οδού του καταφυγίου πλάτους 6,0μ.

Τα υλικά των νέων επιχώσεων διαμορφώνονται στο κατώτερο τμήμα της εκσκαφής και συγκεκριμένα μέχρι την στάθμη -2,60μ. (από Μ.Σ.Θ.), με αμμοχαλικώδες διαβαθμισμένο υλικό. Το υπόλοιπο τμήμα των νέων επιχώσεων διαμορφώνεται μέχρι την στάθμη +0,30μ.(από Μ.Σ.Θ.) από λεπτόκοκκα υλικά λατομικής προέλευσης ή και δανειοθαλάμου - κοκκώδεις επιχώσεις, με καλά μηχανικά και φυσικά χαρακτηριστικά που είθισται να χρησιμοποιούνται σε λιμενικά έργα. Οι προδιαγραφές των υλικών καθορίζονται στο οικείο τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών του έργου. Οι επιχώσεις αυτές λόγω του ότι διαστρώνονται υπό την στάθμη της θάλασσας, δεν συμπυκνώνονται.

Ακολουθούν οι επιχώσεις του έξαλου τμήματος της χερσαίας ζώνης. Οι επιχώσεις αυτές προβλέπονται από διαβαθμισμένα υλικά λατομικής προέλευσης, τα οποία συμπυκνώνονται σε ποσοστό 95% της τροποποιημένης πρότυπης δοκιμής συμπίκνωσης Proctor (ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105-86 Μέθοδος 11 EN 13286-2:2004).

Ακολουθούν τέλος, οι υπόλοιπες «επιχώσεις» εξάλων λεπτόκοκκων υλικών. Συγκεκριμένα, το τελευταίο τμήμα τους διαμορφώνεται από δύο στρώσεις θραυστών Π.Τ.Π. 0150 και Π.Τ.Π. 0155 (υπόβαση και βάση), συμπυκνωμένου πάχους 10εκ. η κάθε μία.

Η χερσαία ζώνη όπισθεν της ανωδομής, διαμορφώνεται στα πρώτα 5,0μ. (μεταβάλλεται κατά τι ανά περιοχή) από επιστρώσεις σκυροδέματος C25/30, πάχους 20εκ. και στην συνέχεια με ασφαλικού τύπου επιστρώσεις για την διαμόρφωση της εσωτερικής οδού του λιμενίσκου. Οι εκ σκυροδέματος επιστρώσεις, σπλιζονται με #Τ131, στην κάτω παρειά τους. Το πλάτος των ασφαλικών επιστρώσεων είναι 6,0μ. Το υπόλοιπο τμήμα μέχρι του ορίου της υπό καθορισμό χερσαίας ζώνης, μερικώς παραμένει αδιαμόρφωτο όπως είναι σήμερα καθώς οι όποιες προβλέψεις θα ολοκληρωθούν στο στάδιο της τελικής Οριστικής Μελέτης των έργων. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά για το τελευταίο αυτό τμήμα.

Το πάχος των ασφαλικών επιστρώσεων στην οδό εσωτερικής κυκλοφορίας προβλέπεται ίσο με 15εκ. με την συνολική διαμόρφωση να είναι η κάτωθι:

- ✚ Πάνω από τις στρώσεις οδοστρωσίας προβλέπεται αρχικά προεπάλειψη ανασφάλτωσης επιφάνειας με ασφαλικό διάλυμα τύπου ME-0 ή με όξινο ασφαλικό γαλάκτωμα, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 05-03-11-01 "Ασφαλική προεπάλειψη".
- ✚ Ακολουθεί διάστρωση ασφαλικής στρώσης βάσης, με ασφαλτόμιγμα παρασκευαζόμενο εν θερμώ σε μόνιμη εγκατάσταση με θραυστά αδρανή υλικά λατομείου, τύπου ΑΣ 31,5 ή ΑΣ 40, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη συνθέσεως και

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

την ΕΤΕΠ 05-03-11-04 "Ασφαλτικές στρώσεις κλειστού τύπου ασφαλτικού σκυροδέματος". Η ασφαλτική στρώση προβλέπεται με συμπτυκνωμένο πάχος 5,0εκατ.

- ✚ Ακολουθεί συγκολλητική επάλειψη επί ασφαλτικής βάσης, με ασφαλτικό διάλυμα τύπου ME-5 ή καθαρή άσφαλτο ή ασφαλτικό γαλάκτωμα ταχείας διάσπασης
- ✚ Μία ακόμη ασφαλτική στρώση βάσης όπως η προηγούμενη, με συμπτυκνωμένο πάχος 5,0εκατ.
- ✚ Ακολουθεί συγκολλητική επάλειψη επί ασφαλτικής βάσης, με ασφαλτικό διάλυμα τύπου ME-5 ή καθαρή άσφαλτο ή ασφαλτικό γαλάκτωμα ταχείας διάσπασης
- ✚ Η τελική επιφάνεια κυκλοφορίας διαμορφώνεται από μία στρώση ασφαλτικού κυκλοφορίας, από ασφαλτόμιγμα παρασκευαζόμενο εν θερμώ σε μόνιμη εγκατάσταση με θραυστά αδρανή υλικά λατομείου, τύπου ΑΣ 12,5 ή ΑΣ 20, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη συνθέσεως και την ΕΤΕΠ 05-03-11-04 "Ασφαλτικές στρώσεις κλειστού τύπου ασφαλτικού σκυροδέματος". Το συμπτυκνωμένο πάχος της στρώσης προβλέπεται ίσο με 5εκατ.

**Η ίδια διατομή** αποκατάστασης διαμορφώνεται και στο **νότιο τμήμα** της χερσαίας ζώνης του καταφυγίου αμέσως μετά την αντίστοιχη προεξοχή της εισόδου του λιμενίσκου. Συγκεκριμένα διαμορφώνεται ευθύγραμμο κρηπίδωμα, μήκους 75,90μ., σημείο όπου εκβάλλει το κανάλι στράγγισης των παρακείμενων εκτάσεων, οι παροχές του οποίου σε συνδυασμό με τις πλημμυρικές του που εμφανίστηκαν με το φαινόμενο Ιανός, οδήγησαν στην πλήρη καταστροφή του συγκεκριμένου τμήματος του έργου.

Η διατομή των κρηπιδωμάτων δεν διαφοροποιείται ενώ και η όπισθεν αυτής χερσαία ζώνη διαμορφώνεται όπως και στην απέναντι πλευρά τους καταφυγίου. Το ευθύγραμμο τμήμα διαμορφώνεται από 28 στήλες επάλληλων τεχνητών ογκολίθων και ενός ακόμη ειδικού τεμαχίου – προκατασκευασμένου τεχνικού στοιχείου μήκους 5,0μ., το οποίο προβλέπεται ως τμήμα του κρηπιδοτοίχου αλλά και για την απόληξη του καναλιού στράγγισης που έχει ήδη αναφερθεί ανωτέρω. Η διαμόρφωση και η λεπτομέρεια κατασκευής του ειδικού τεμαχίου περιγράφεται στην συνέχεια του τεύχους.

Ο κρηπιδότοιχος στην συνέχεια αλλάζει διεύθυνση (90°) προς τα βόρεια, με την ίδια διαμόρφωση που είχε προς της καταστροφής του. Πιο συγκεκριμένα προβλέπεται η κατασκευή ευθύγραμμου τμήματος 15,53μ., αποτελούμενου από επτά επάλληλες στήλες τ.ο., συμπεριλαμβανομένης και της γωνιακής στο σημείο σύνδεσης με το ειδικό τεμάχιο του φρεατίου στράγγισης του καναλιού ομβρίων. Στην συνέχεια ο κρηπιδότοιχος ξανα-αλλάζει διεύθυνση (90°) προς τα δυτικά. Το τμήμα που αποκαθίσταται αποτελείται από τέσσερις (4) ακόμη στήλες τ.ο., με συνολικό μήκος 12,62μ.

Για την προστασία του κλεισίματος της διατομής (να μην παραμείνει «ανοιχτή» μέχρι την ολοκλήρωση του συνόλου του έργου), προβλέπεται η τοποθέτηση μίας ακόμη στήλης εγκάρσια και εσωτερικά προς το τελικό μέτωπο του έργου. Πέραν της πρόσθετης στήλης για το πλευρικό κλείσιμο της διατομής, προβλέπεται η διαμόρφωση μικρού πλευρικού πρανούς, ώστε να αποφευχθεί η διαρροή των υλικών όπισθεν της στήλης του κρηπιδοτοίχου. Το πρανές κατασκευάζεται με την διαμόρφωση εξωτερικής στρώσης θωράκισης, ατομικού βάρους 100 έως 200χγρ., ενισχυμένο λόγω της ειδικής διαμόρφωσης.

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

Συγκεκριμένα προβλέπεται στρώση θωράκισης πάχους 2,0μ. συνιστώμενη από πέντε φ.ο. της εν λόγω κατηγορίας. Η έκταση της κάλυψης της διατομής έχει προβλεφθεί ώστε να αποφευχθεί η όποια διαρροή υλικού. Η διατομή παρουσιάζεται στην Π.Δ. Β3 του σχ. Μ116 – DWG – ΛΙΜ – 105.1 «Τυπικές Διατομές Έργου».

Αντίστοιχο περίπου κλείσιμο προβλέπεται και στο βόρειο τμήμα των κρηπιδοτοίχων, στο σημείο Ε. Συγκεκριμένα για την αποφυγή διαρροής λεπτόκοκκων υλικών από την στήλη των κρηπιδομάτων, προβλέπεται η κατασκευή ενός μικρού εγκάρσιου τμήματος ΕΖ, με την τοποθέτηση δύο επιπλέον στηλών. Επιπρόσθετα των δύο στηλών και πλευρικά με αυτές, κατασκευάζεται νέο πρανές προστασίας από λίθους της ίδιας διαβάθμισης (100-200χγρ.) με αυτούς της διατομής Β3-Β3. Η διατομή που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο τμήμα είναι η Α3-Α3 του σχ. Μ116 – DWG – ΛΙΜ – 105.1 «Τυπικές Διατομές Έργου».

Σημειώνεται ότι και στις δύο διαμορφώσεις κλεισίματος, προβλέπεται η κατασκευή μικρού προφυλακτήριου τοιχίου – τοιχίου εγκιβωτισμού των όπισθεν της στρώσης θωράκισης των δύο πρανών. Το τοιχίο είναι τύπου L, και προβλέπεται από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30. Οι οπλισμικές και κατασκευαστικές λεπτομέρειες του τοιχίου παρουσιάζονται στο σχ. Μ116 – DWG – ΛΙΜ – 107.1-4 «ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ & ΟΠΛΙΣΜΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΚ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (ΚΙΒΩΤΟΕΙΔΗΣ ΑΓΩΓΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΚΑΝΑΛΙ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΞΟΔΟΥ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΙΟ ΤΟΙΧΙΟ)». Το τοιχίο αποτελεί προσωρινή κατασκευή, που θα καθαιρεθεί με την ολοκλήρωση της 2<sup>ης</sup> φάσης των εργασιών που θα ακολουθήσουν.

Η χερσαία ζώνη όπισθεν της ανωδομής, διαμορφώνεται από επιστρώσεις σκυροδέματος C25/30, πάχους 20εκ. και στην συνέχεια με ασφαλτικού τύπου επιστρώσεις για την διαμόρφωση της εσωτερικής οδού του λιμενίσκου. Οι εκ σκυροδέματος επιστρώσεις, οπλίζονται με #T131, στην κάτω παρειά τους.

Μία ακόμη ιδιαίτερη πρόβλεψη προβλέπεται στα δύο σημεία πέρατος των κρηπιδοτοίχων, στην περιοχή της εισόδου της λιμενολεκάνης. Συγκεκριμένα τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο τμήμα εξαιτίας των αναγκαίων και σημαντικής έκτασης εκσκαφών, που απαιτούνται για την θεμελίωση των κρηπιδοτοίχων, απαιτείται η άρση των και η αναδιαμόρφωση των δύο υφιστάμενων λιθόρριπτων κατασκευών, δηλαδή του προσήνεμου και του υπήνεμου μώλου. Οι δύο κατασκευές βρίσκονται πρακτικά εν επαφεί με τις υφιστάμενες διαμορφώσεις της εισόδου του λιμενίσκου, με αποτέλεσμα με την εκτέλεση των εκσκαφών για την θεμελίωση των έργων, πρακτικά να απαιτείται η προσωρινή καθαίρεση τους.

Ο υπήνεμος μώλος καθαιρείται πλήρως καθώς είναι κατασκευή πολύ μικρού μήκους. Καθαίρεται και ανακατασκευάζεται στις ίδιες διαστάσεις με τις υφιστάμενες. Η κατασκευή διαμορφώνεται έτσι ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στα υδροδυναμικά φορτία. Αντίστοιχα αναδιαμορφώνεται το τμήμα της ρίζας του προσήνεμου μώλου. Συγκεκριμένα αίρεται – καθαιρείται τμήμα 15,0μ. από την υφιστάμενη κατασκευή και εν συνεχεία αναδιαμορφώνεται πλήρως.

Οι υφιστάμενοι λίθοι που αποτελούν τις δύο κατασκευές παρ' ότι είναι σχετικά ικανοποιητικής διαβάθμισης, εμπεριέχουν μη ομοιογενείς διαβαθμίσεις με σημαντικό αριθμό λίθων που δεν «καλύπτουν» την επάρκεια έναντι των υδροδυναμικών φορτίων που πλήττουν τις δύο κατασκευές. Για τον λόγο αυτό, αποφασίσθηκε ότι όλα τα υλικά που θα αρθούν από τις δύο κατασκευές να

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

χρησιμοποιηθούν ως υλικά πυρήνα των υπό ανακατασκευή διατομών. Κανένας λίθος δεν προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί στην στρώση θωράκισης των δύο κατασκευών.

Πιο αναλυτικά οι δύο κατασκευές κατασκευάζονται με τα ίδια χαρακτηριστικά διατομής. Σημειώνεται ότι και οι δύο είναι το πιθανότερο προσωρινές καθώς στην υπό εξέλιξη μελέτη του έργου εκτελούνται οι μελέτες της κυματικής προώθησης και ακτομηχανική μελέτη, βάσει των αποτελεσμάτων των οποίων θα προκύψουν τα εξωτερικά έργα προστασίας του υφιστάμενου λιμενίσκου. Τόσο η θέση όσο και το μέγεθος των δύο υφιστάμενων κατασκευών (προσήμενος και υπήνεμος μώλος) ενδέχεται να διαφοροποιηθούν. Στην παρούσα όμως μελέτη απαιτείται η αποκατάσταση τους για την διατήρηση της προστασίας – έστω και ελλιπούς – που παρέχουν σήμερα στη λιμενολεκάνη του έργου.

Οι δύο κατασκευές διαμορφώνονται πλήρως ως λιθόρριπτες, με τον πυρήνα τους να διαμορφώνεται αποκλειστικά από τα αιρούμενα υλικά των υφιστάμενων διατομών τους. Η στρώση θωράκισης τους διαμορφώνεται από λίθους λατομικής προέλευσης και διαβάθμισης 1,5 έως 2,5τον. Η συγκεκριμένη διαβάθμιση λίθων είναι υπερεπαρκής έναντι των αναπτυσσόμενων υδροδυναμικών φορτίων που πλήττουν τις δύο κατασκευές. Ο λόγος που επιλέχθηκε η συγκεκριμένη διαβάθμιση, είναι για να χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια στα νέα εξωτερικά έργα που πρόκειται να ολοκληρωθούν με τη μελέτη της 2<sup>ης</sup> φάσης των έργων.

Η στρώση θωράκισης διαμορφώνεται από δύο λίθους της εν λόγω κατηγορίας, με ελάχιστο πάχος 1,85μ. ( $2 \times d_{n50} \approx 1,85m$ ). Το πλάτος της στέψης της κατασκευής προβλέπεται ίσο με 4,35μ. Τα πρηνή των δύο κατασκευών διαμορφώνονται με κλίση 3:2 (οριζόντια: κατακόρυφα). Σημειώνεται ότι για τον περιορισμό των ανακλάσεων από τους υπερπηδούντες την υφιστάμενη κατασκευή (υπόλοιπο τμήμα του προσήμεμου μώλου – βλ. προβλήματα που έχουν επισημανθεί) στο βόρειο ανακατασκευαζόμενο τμήμα του προσήμεμου, προβλέπεται η συμπληρωματική διαμόρφωση με λίθους διαβάθμισης 100 έως 200χγρ. που καλύπτει σχεδόν πλήρως το κατακόρυφο μέτωπο των στηλών της αναδιαμορφούμενης πλευράς AB. Οι σχετικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες παρουσιάζονται στις τυπικές διατομές A1 & A2 του σχεδίου M116 – DWG – LIM – 105.1 «Τυπικές Διατομές Έργου».

Ειδική Πρόβλεψη για την εκβολή του στραγγιστικού καναλιού

Όπως αναφέρθηκε ήδη, στο νοτιοδυτικό πέρας του του αποκαθιστούμενου τμήματος, προϋπήρχε κανάλι στράγγισης, οι παροχές αλλά και τα φερτά υλικά του οποίου κατέληγαν στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Η συγκεκριμένη σύνδεση αποτελούσε σημαντικό πρόβλημα για το καταφύγιο για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι ότι λόγω της κακής ποιότητας της κατασκευής αλλά και του σχεδιασμού της, οι παροχές του καναλιού οδήγησαν σε σταδιακή διάβρωση των περι των έργων επιχώσεων, γεγονός που επηρέασε την απόκριση των κατασκευών με την εμφάνιση του Ιανού με τα γνωστά αποτελέσματα. Ο δεύτερος λόγος αφορά στην σταδιακή αλλά συνεχή τροφοδοσία του καναλιού, με φερτά υλικά τα οποία κατέληγαν και καταλήγουν μέχρι σήμερα στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου, δημιουργώντας τελικά φαινόμενα πρόσχωσης με αποτέλεσμα την απομείωση των λειτουργικών βαθών και την δημιουργία ναυτιλιακών κινδύνων κατά τη λειτουργία του καταφυγίου.

Στο πλαίσιο αυτό και για την διατήρηση της υφιστάμενης κατάστασης που αφορά στην απορροή των υδάτων των γειτονικών εκτάσεων, παρ' ότι τονίζεται ότι ο Δήμος θα πρέπει να μεριμνήσει πολύ σύντομα

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

στην συνολική επίλυση του προβλήματος της στράγγισης της ευρύτερης χερσαίας περιοχής ανάντη του καταφυγίου ώστε να αποφευχθούν νέα πλημμυρικά φαινόμενα σαν αυτά που έλαβαν χώρα με το Μεσογειακό Κυκλώνα Ιανό, προβλέπεται η διαμόρφωση ειδικού τεχνικού που θα διασφαλίζει μεν την απορροή των υδάτων του στραγγιστικού ανοιχτού καναλιού στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου αλλά θα κατακρατεί τα φερτά υλικά που αυτά παρασύρουν κατά την διαδρομή τους. Το εν λόγω έργο βρίσκεται εν μέρη εκτός της χερσαίας ζώνης του έργου πλην όμως θεωρείται απαραίτητο για την βελτίωση των συνθηκών απορροής του καναλιού στράγγισης εντός της λιμενολεκάνης.

Το τεχνικό αυτό αποτελείται από ένα υπόγειο τμήμα και ένα φρεάτιο, το οποίο προβλέπεται στο σημείο εξόδου του υφιστάμενου καναλιού στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Το φρεάτιο εξόδου διαθέτει στόμιο εισόδου, προς την πλευρά της ξηράς όπου θα συνδέεται με τον κιβωτιοειδή αγωγό, και στόμιο εξόδου προς την πλευρά της λιμενολεκάνης.

Τα ιζήματα που θα καταλήγουν στο φρεάτιο θα έχουν την τάση να καθιζάνουν στο φρεάτιο, με αποτέλεσμα να συγκρατούνται στο εσωτερικό του διαμέρισμα και να μην καταλήγουν στη λιμενολεκάνη του καταφυγίου. Η λειτουργία του φρεατίου εξόδου θεωρείται δεδομένη καθώς το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου οι παροχές του στραγγιστικού καναλιού είναι μικρές ενώ και οι ταχύτητες τους είναι αντίστοιχα μικρές. Το μεγαλύτερο ποσοστό μέρος των φερτών (λεπτόκοκκων) αναμένεται να εγκλωβίζεται στο φρεάτιο εξόδου. Μέρος των φερτών ενδέχεται να διέρχεται στη λιμενολεκάνη του έργου μόνο σε περιπτώσεις όπως αυτή του φαινομένου του Ιανού, οι οποίες όμως όπως αναφέρθηκε θα πρέπει να αντιμετωπισθούν με ευρείας κλίμακας έργα που θα πρέπει να αναλάβει ο Δήμος του Αλμυρού. Η συγκεκριμένη πρόταση εξασφαλίζει τη λιμενολεκάνη από την συνεχόμενη και σταδιακή πρόσχωση της αλλά δεν είναι δυνατό να επιλύσει οριστικά το πρόβλημα της έλλειψης στραγγιστικών έργων στην ευρύτερη χερσαία ζώνη ανάντη του καταφυγίου.

Η προτεινόμενη διάταξη απαιτεί τον ανά τακτά χρονικά διαστήματα έλεγχο του φρεατίου και αντίστοιχα τον καθαρισμό του από κοινά μηχανήματα και εξοπλισμό του Δήμου. Εκτιμάται ότι ο έλεγχος του φρεατίου θα πρέπει να γίνεται δύο φορές τουλάχιστον ετησίως ενώ ο καθαρισμός του μία φορά εκτός αν από τον έλεγχο προκύπτουν μεγαλύτερες ανάγκες.

Η σύνδεση του ανοιχτού στραγγιστικού καναλιού με το τελικό φρεάτιο εξόδου, προβλέπεται με τον υπόγειο κιβωτιοειδή αγωγό, που οδεύει εν μέρει υπό της χερσαίας ζώνης, στο τμήμα που προβλέπεται η διαμόρφωση των επιστρώσεων που σχεδιάζονται ως ζώνη διακίνησης των χρηστών και των επισκεπτών. Η διαμόρφωση του συγκεκριμένου τεχνικού θεωρείται υποχρεωτική (παρόλο που προβλέπεται εν μέρει εκτός χερσαίας ζώνης) για την παρούσα εργολαβία καθώς αφενός πρέπει να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη κατάληξη των υδάτων στην λιμενολεκάνη του καταφυγίου (όπως συνέβαινε δηλαδή μέχρι σήμερα) και παράλληλα να αποτραπούν οι διαβρωτικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέχρι σήμερα και οδήγησαν στα φαινόμενα των καταρρεύσεων περί του σημείου εξόδου του υφιστάμενου στραγγιστικού καναλιού.

Πιο αναλυτικά, το πρώτο τμήμα του τεχνικού διαμορφώνεται ως κιβωτιοειδής υπόγειος αγωγός, που διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους διαμερίσματα, με «καθαρές» εσωτερικές διαστάσεις 1,78 x 1,0μ. Ο αγωγός κατασκευάζεται με προκατασκευασμένα τεμάχια από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30. Λόγω των σχετικά μικρών διαστάσεων των διαμερισμάτων του αγωγού, οι πλάκες κάλυψης του προβλέπονται επίσης προκατασκευασμένες από οπλισμένα σκυροδέματα C25/30. Οι πλάκες που προβλέπονται παρουσιάζονται στο σχ. M116 – DWG – LIM – 107.1-4 «ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ &



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

ΟΠΛΙΣΜΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΚ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (ΚΙΒΩΤΟΕΙΔΗΣ ΑΓΩΓΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΚΑΝΑΛΙ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΞΟΔΟΥ - ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΙΟ ΤΟΙΧΙΟ).

Δεδομένου ότι ο αγωγός διέρχεται από το τμήμα κυκλοφορία οχημάτων του έργου, αποφασίσθηκε για την αποφυγή κραδασμών και τυχόν προβλημάτων στις ακμές των προπλακών από την διέλευση οχημάτων και φορτηγών, η κάλυψη τους επιστρώσεις στο τμήμα του εντός της χερσαίας ζώνης.

Οι κατασκευαστικές και οπλισμικές λεπτομέρειες του κιβωτιοειδούς αγωγού, παρουσιάζονται στο M116 – DWG – ΛΙΜ – 107.των τεχνικών σχεδίων της μελέτης.

Σημειώνεται ότι για την προστασία του κιβωτιοειδούς αγωγού από ευμεγέθη αντικείμενα, τεμάχια και κλαδιά δέντρων, προβλέπεται η τοποθέτηση στο άνοιγμα του ειδική μεταλλικής εσχάρας. Η εσχάρα αποτελείται από μεταλλικά ελάσματα πάχους 0,6εκατ. που διατέμνονται από μεταλλικές ράβδους ....

Η εσχάρα αναρτάται επι των τοιχίων του πρώτου προκατασκευασμένου στοιχείου του κιβωτιοειδούς αγωγού μέσω ειδικού μεταλλικού οδηγού από μορφοσίδηρο. Η εσχάρα προβλέπεται γαλβανισμένη εν θερμώ.

Αντίστοιχα με τον κιβωτιοειδή αγωγό, το φρεάτιο εξόδου κατασκευάζεται προκατασκευασμένο από σκυρόδεμα C25/30. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του, οι ξυλότυποι και οι οπλισμικές λεπτομέρειες του, παρουσιάζονται στο σχ. M116 – DWG – ΛΙΜ – 107.1-4. Η κάλυψη του φρεατίου προβλέπεται με δύο προκατασκευασμένες πλάκες διαστάσεων 2,30x2,58μ. Οι οπλισμικές λεπτομέρειες των πλακών παρουσιάζονται στο σχ. M116 – DWG – ΛΙΜ – 107.1-4. Για τον έλεγχο του φρεατίου, προβλέπεται σε κάθε πλάκα ένα κάλυμμα ελέγχου διαστάσεων 70x70εκατ. (εξωτερικές διαστάσεις – εσωτερικά 60x60εκατ.). Το κάλυμμα το φρεατίου προβλέπεται όπως και όλα τα υπόλοιπα καλύμματα του έργου, κλάσης C250, με ελάχιστη αντοχή 250kN (25tn). Το κάλυμμα κατασκευάζεται από ελατό χυτοσίδηρο.

Πέραν της διαμόρφωσης των ανωτέρω τεχνικών στοιχείων, για την βελτίωση των συνθηκών ροής εντός του υφιστάμενου ανοιχτού καναλιού στράγγισης, απαιτείται καθαρισμός της κοίτης του και διαμόρφωση της με κατάλληλα υλικά ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα διαβρώσεων που μέχρι σήμερα δημιούργησαν πολλά προβλήματα στην περί της εξόδου του καναλιού περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, στο τμήμα αυτό θα εκτελεσθούν εργασίες καθαρισμού του καναλιού, με απομάκρυνση κλαδιών, ευμεγεθών λίθων, αντικειμένων ή/και σκουπιδιών και θα διαμορφωθεί εκ νέου η κοίτη του ώστε να επιτυγχάνεται κατά το δυνατό η συναρμογή του με το σημείο εισόδου στο κιβωτιοειδή αγωγό. Ως ελάχιστη απαίτηση και μετά τις εργασίες καθαρισμού, προβλέπεται η διάστρωση μη υφαντού γεωφύσματος 400γρ./τ.μ. καθ' όλο το εύρος της διατομής του καναλιού και η διάστρωση διπλής στρώσης από σχετικά μικρής διαβάθμισης λιθορριπές ατ. βάρους 20-100χγρ. Η εν λόγω πρόβλεψη θα έπρεπε να επεκταθεί σε όλο το μήκος του καναλιού αλλά στην παρούσα αυτό δεν είναι δυνατό λόγω του περιορισμού παρέμβασης αλλά και λόγω του ότι το υπόλοιπο (περίπου) τμήμα του εκτείνεται εκτός της χερσαίας ζώνης του ανοιχτού καναλιού.

Εξοπλισμός ανωδομής – Η/Μ Υποδομές

Στο παρόν στάδιο δεν προβλέπεται η εγκατάσταση των Η/Μ δικτύων του έργου. Αυτό θα υλοποιηθεί στο επόμενο και τελικό στάδιο του έργου. Παρά ταύτα για την αποφυγή μελλοντικών καθαιρέσεων των

**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

ανωδομών του έργου, στο παρόν προβλέπεται η κατασκευή των υποδομών για τη μελλοντική διέλευση των Η/Μ δικτύων. Συγκεκριμένα προβλέπονται:

- Όδευση ενός αγωγού PVC – U Φ110, 6atm για τη μελλοντική διέλευση (στην φάση ολοκλήρωσης της μελέτης) των καλωδίων υψηλής τάσης για την τροφοδοσία των σκαφών
- Όδευση ενός PVC – U Φ90, 6atm αγωγού ύδρευσης και ενός ακόμη Φ90 για την εγκατάσταση πυρόσβεσης (στην φάση ολοκλήρωσης της μελέτης).

Οι τρεις ανωτέρω αγωγοί προβλέπονται εγκιβωτισμένοι εντός της ανωδομής των κρηπιδοτοιχών.

Δύο ακόμη αγωγοί προβλέπονται στο πέρας της ανωδομής του κρηπιδοτοιχίου. Οι αγωγοί αυτοί θα είναι εγκιβωτισμένοι σε λατομική άμμο κατάλληλων προδιαγραφών. Οι δύο αγωγοί προβλέπονται τόσο για τον φωτισμό της χερσαίας ζώνης του καταφυγίου αλλά και για πιθανή πρόσθετη ανάγκη που τυχόν προκύψει μελλοντικά (υψηλή τάση) ή και για την διέλευση καλωδίων χαμηλής ή και πρόσθετων υψηλής τάσης (εφόσον απαιτηθεί).

Οι δύο αυτοί αγωγοί θα είναι εύκαμπτοι σωλήνες διπλού δομημένου τοιχώματος 2<sup>ης</sup> γενιάς D=63mm και D=90mm, από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE) και εσωτερικό οδηγό όδευσης καλωδίων, με βάση τις απαιτήσεις της LVD και του ευρωπαϊκού προτύπου EN 61386-24. Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι κυματοειδής (σπιράλ), χρώματος μαύρου RAL 9004, η εσωτερική τους λεία, χρώματος κόκκινου RAL 3020 ενώ ενσωματώνουν ένα τρίτο στρώμα από διαμήκεις γραμμές ανεξίτηλου χρώματος, δημιουργώντας μια μακράς διάρκειας χρωματική σήμανση μεταξύ ισχυρών και ασθενών ρευμάτων.

Δεδομένου ότι στο πλαίσιο της γενικής αναβάθμισης του καταφυγίου, όπως και των παρεχόμενων υπηρεσιών στους χρήστες, θα προβλεφθεί η εγκατάσταση κιβωτίων Η/Μ παροχών στα κρηπιδώματα του καταφυγίου προβλέπονται:

- διαμόρφωση φρεατίων εντός των ανωδομών με τις αντίστοιχες προβλέψεις για την σύνδεση τους με τα φρεάτια των παροχών σε τρεις (3) θέσεις στο βόρειο τμήμα και ακόμη τρεις (3) στο νότιο αντίστοιχα. Τα φρεάτια θα είναι δίδυμα και θα προβλέπονται στις αντίστοιχες θέσεις εξόδου.
- Διαμόρφωση επίσης φρεατίων για την εγκατάσταση της πυρόσβεσης σε τρεις ακόμη θέσεις επί της κάθε πλευράς κρηπιδωμάτων. Και αυτά τα φρεάτια προβλέπονται εντός της ανωδομής των κρηπιδωμάτων.

Και τα τρία αυτά φρεάτια (παροχή ρεύματος, ύδατος και πυρόσβεσης) προβλέπονται με τις ίδιες διαστάσεις, 40x 40εκ (καθαρές διαστάσεις) και φέρουν αντίστοιχα καλύμματα, κατηγορίας C250 από ελατό χυτοσίδηρο. Ενδεικτικά παρατίθενται στην συνέχεια τα καλύμματα των φρεατίων της συγκεκριμένης κατηγορίας.

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ



Καλύμματα Φρεατίων Κλάση C 250



C250

ΚΛΑΣΗ C 250 ελάχιστη αντοχή 250 kN (25tn) Πάρκα, πεζοδρόμοι, πεζοδρόμια, κράσπεδα δρόμων, στα πλαϊνά τμήματα οδών και γενικά σε χώρους χρησιμοποιούμενους από πεζούς, ποδήλατα, μοτοσικλέτες, ελαφρά αλλά και μέσου βάρους οχήματα.

**Τεχνικά Χαρακτηριστικά :** Καλύμματα φρεατίων σε διάφορες διαστάσεις τετράγωνα ή ορθογώνια ή στρογγυλά κατασκευασμένα από ελατό σφαιροειδή) χυτοσίδηρο GJS 500-7 σύμφωνα με το πρότυπο EN1083 .Ο σχεδιασμός και η κατασκευή γίνεται σύμφωνα με την υρωπαϊκή προδιαγραφή EN124/94 καθώς πιστοποιούνται από σύστημα διασφάλισης ποιότητας ISO 9001.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΒΑΡΟΣ (κιλά)
300X300X40 mm	200X200 mm	10
400X400X45 mm	300X300 mm	16
400X500X45 mm	300X400 mm	18
500X500X50 mm	400X400 mm	25
500X600X50 mm	400X500 mm	30
600X600X50 mm	500X500 mm	36
600X800X55 mm	500X700 mm	48
700X700X55 mm	600X600 mm	48
800X800X60 mm	700X700 mm	65
900X900X60 mm	800X800 mm	85

Τα φρεάτια παροχών προβλέπονται στις θέσεις εγκατάστασης των pillars και συγκεκριμένα σε τρεις θέσεις ανά πλευρά κρηπιδώματος. Τα υπόλοιπα ζεύγη φρεατίων (3 ανά πλευρά) αποτελούν φρεάτια σύνδεσης ή διακλάδωσης των αγωγών.

Για τους ιστούς φωτισμούς και τη μία επιπλέον γραμμή, που διέρχονται πίσω από τις ανωδομές των κρηπιδωτοίχων εγκιβωτισμένα εντός συμπυκνωμένης άμμου, προβλέπονται φρεάτια εντός των επιστρώσεων της χερσαίας ζώνης, ανά αποστάσεις 15,0μ. περίπου, Η διάταξη τους παρουσιάζεται στο σχ. M116 – DWG – LIM – 102 «ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ». Το φρεάτιο κατασκευάζεται στην παρειά της ανωδομής και προβλέπεται και για την πιθανή χρήση του επιπλέον

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

αγωγού που διατρέχει την συγκεκριμένη ζώνη του έργου. Τα φρεάτια αυτά κατασκευάζονται με καθαρές διαστάσεις 50x 50μ. και φέρουν τα αντίστοιχα καλύμματα, κλάσης C 250, με ελάχιστη αντοχή 250 kN (25tn). Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των φρετίων και των καλυμμάτων τους παρουσιάζονται στο σχ. M116 – DWG – ΛΙΜ – 109 «ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΩΔΟΜΗΣ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΩΝ».

Για την βελτίωση των συνθηκών πρόσδεσης και παραβολής του έργου προβλέπονται τα εξής:

- Εγκατάσταση χυτοσιδηρών δεσμών ελκτικής ικανότητας 5,0τον. ανά αποστάσεις 5,0μ. κατά μήκος των κρηπιδωμάτων που προβλέπεται η πρυμνοδέτηση και η παραβολή των αλιευτικών σκαφών.
- Εγκατάσταση χαλύβδινων κρίκων ελάχιστης ελκτικής ικανότητας 3,0 τον. ανά αποστάσεις 5,0μ.

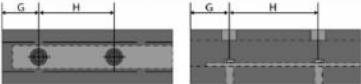
Οι ανωτέρω προβλέψεις θεωρούνται ικανοποιητικές για την εξυπηρέτηση των αλιευτικών σκαφών του καταφυγίου.

Τέλος για την προστασία των νέων κρηπιδωμάτων και των σκαφών κατά την φάση είτε πρυμνοδέτησης είτε πλαγιοδέτησης τους, προβλέπεται η εγκατάσταση γραμμικών ελαστικών προσκρουστήρων στο μέτωπο των ανωδομών. Συγκεκριμένα, προβλέπεται τοποθέτηση γραμμικών ελαστικών προσκρουστήρων τύπου DD 150. Ενδεικτικά οι προσκρουστήρες θα είναι σύμφωνα με το ακόλουθο ενδεικτικό σκαρίφημα:



DD Fender Specifications

Product Reference	Base (A) X Height (B)	D Bore (C) X (D)	R (Ton/m)	E (Ton-m/m)	Weight (kg/m)
TRC-DD100	100mm x 100mm	50mm x 50mm	11.0	0.15	8.5
TRC-DD150	150mm x 150mm	75mm x 75mm	14.3	0.35	18.5
TRC-DD200	200mm x 150mm	100mm x 80mm	19.0	0.64	23.1
TRC-DD200S	200mm x 200mm	100mm x 100mm	19.0	0.64	32.9
TRC-DD250	250mm x 200mm	125mm x 100mm	23.4	1.00	39.9
TRC-DD250S	250mm x 250mm	125mm x 125mm	23.4	1.00	51.5
TRC-DD300	300mm x 300mm	150mm x 150mm	28.5	1.45	74.1
TRC-DD350	350mm x 350mm	175mm x 175mm	33.5	1.97	101
TRC-DD380	380mm x 380mm	190mm x 190mm	35.5	2.24	119
TRC-DD400	400mm x 300mm	175mm x 150mm	38.0	2.58	99
TRC-DD400S	400mm x 400mm	200mm x 200mm	38.0	2.58	132
TRC-DD500	500mm x 500mm	250mm x 250mm	46.8	4.03	206



Η τεχνική λεπτομέρεια και τα τεχνικά χαρακτηριστικά προέρχονται από συγκεκριμένη εταιρεία κατασκευής ελαστικών προσκρουστήρων και δεν δεσμεύει τον Ανάδοχο και την Υπηρεσία ως προς την τελική επιλογή του προσκρουστήρα, υπό την προϋπόθεση ότι αυτό που θα εγκατασταθεί να είναι του συγκεκριμένου τύπου και διαστάσεων. Ήτοι να είναι τύπου DD150 με ικανότητα απορρόφησης στο  $\pm 15\%$  της ανωτέρω αναφερόμενης. Οι προσκρουστήρες θα έχουν μήκος 1,20 μ. και θα τοποθετηθούν ανά αξονικές αποστάσεις 1,50μ.

## 8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Για την εκτίμηση του προϋπολογισμού μελέτης του έργου εκτελέστηκαν αναλυτικές προμετρήσεις εργασιών και υλικών. Για την τιμολόγησή τους αντίστοιχα χρησιμοποιήθηκαν τα πλέον πρόσφατα Πρότυπα Τιμολόγια του Υπουργείου (19/05/2017).

Για την εκτίμηση της μεταφοράς των λατομικών υλικών θεωρήθηκαν τα λατομεία της εγγύς περιοχής αλλά όχι αυτό της ΑΓΕΤ, το οποίο παρ' ότι βρίσκεται σε απόσταση περί τα 15,0χλμ. από την θέση του έργου, δεν μπορεί να προμηθεύσει το έργο με υλικά. Η λατομική απόσταση είναι περίπου 35km. Το εν λόγω λατομείο μπορεί να προμηθεύσει τις ανάγκες του έργου χωρίς πρόβλημα καθώς στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν απαιτούνται μεγάλες διαβαθμίσεις υλικών. Η μεγαλύτερη διαβάθμιση είναι αυτή των λίθων 1.500 έως 2.500χγρ. που προβλέπονται για την αναδιαμόρφωση του προσήνεμου και του υπήνεμου μώλου, οι οποίοι αίρονται προσωρινά για τεχνικούς λόγους. Με βάση την συγκεκριμένη απόσταση και τιμή μεταφοράς σύμφωνα με τα πρότυπα τιμολόγια για κυκλοφορία και σε αστικές περιοχές (απόσταση > 5km) ίση με 0,19 €/μ<sup>3</sup>.χλμ, προέκυψε μεταφορά για τα λατομικά υλικά 6,65€/μ<sup>3</sup>.

Για τα προϊόντα εκσκαφής, θεωρήθηκε η συνήθης απαίτηση για θαλάσσια απόρριψη σε βάθη μεγαλύτερα των 50μ. και σε απόσταση τουλάχιστον 3 ναυτικών μιλίων από την εγγύτερη ακτή. Με βάση τα συγκεκριμένα κριτήρια και με την βοήθεια ναυτικών χαρτών προσεγγίστηκε το σημείο απόρριψης, που προέκυψε σε απόσταση περί τα 6,5ν. μίλια από την θέση του λιμενικού έργου. Με βάση την συγκεκριμένη απόσταση και την τιμή της θαλάσσιας μεταφοράς 0,35€/μ<sup>3</sup>χ ν.μ., που προτείνεται από τα πρότυπα τιμολόγια του Υπουργείου, η τελική τιμή μεταφοράς και απόρριψης των προϊόντων εκσκαφής είναι 2,28€/μ<sup>3</sup>.

Σε ότι αφορά την εκτίμηση της δαπάνης για τη μεταφορά και διάθεση των προϊόντων καθαιρέσεως, αυτή θα γίνει μέσω εγκεκριμένου και αδειοδοτημένου Ατομικού ή Συλλογικού Συστήματος Εναλλακτικής Διαχείρισης (Σ.Ε.Δ) ΑΕΚΚ. Ο Ανάδοχος θα αποζημιώνεται για το κόστος που θα προκύψει από τη συνολική διαδικασία εναλλακτικής διαχείρισης των ΑΕΚΚ, όπως αυτή περιγράφεται στην ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010, χωρίς τις δαπάνες για την φορτοεκφόρτωση και μεταφορά τους από την θέση του έργου στην θέση του ΑΕΚΚ. Η εργασία της φορτοεκφόρτωσης και της μεταφοράς περιλαμβάνεται στο οικείο άρθρο των καθαιρέσεων του τιμολογίου μελέτης. Η μεταφορά αυτή αντιστοιχεί σε χερσαία μεταφορά προς την εγκατάσταση η απόσταση της οποίας είναι περίπου 36km από την θέση του έργου. Για την εκτίμηση της δαπάνης, θεωρήθηκε η ανωτέρω απόσταση με βάση την τιμή ανακύκλωσης που παρουσιάζεται στην επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας ANAKEM 3,02€/τον. για ελαφρώς οπλισμένο σκυρόδεμα (πλέγμα), άσφαλτος, χώματα, πέτρες και αμμοχάλικα. Στην παρούσα θεωρείται ότι μόνο τα προϊόντα καθαιρέσεως θα οδηγούνται στην μονάδα ανακύκλωσης και όχι τα προϊόντα εκσκαφών, τα οποία όπως αναφέρθηκε θα διατίθενται σε θαλάσσιο αποδέκτη. Με την θεώρηση ειδικού βάρους σκυροδέματος 2,30τον./μ<sup>3</sup>, η τιμή που αφορά στο μ<sup>3</sup> είναι 7,0€/μ<sup>3</sup>.

Η δαπάνη της μεταφοράς των προϊόντων καθαιρέσεως εισάγεται στον προϋπολογισμό μελέτης απολογιστικά, που σύμφωνα με τα ανωτέρω είναι περί της 15.000€. Η τελική τιμή των απολογιστικών προσαυξάνεται για την κάλυψη και άλλων δαπανών απολογιστικής φύσεως στις 25.000€. Στο παραπάνω ποσό συμπεριλαμβάνονται και οι εργασίες αποκατάστασης μαντρών, περιφράξεων και λοιπών μικροκατασκευών (φρεατίων, κρασπέδων κλπ) των όμορων ιδιοκτησιών, κυρίως στο



**ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

νότιο τμήμα του έργου, τα οποία θα πρέπει να καθαιρεθούν κατά την εκτέλεση των γενικών εκσκαφών του κρηπιδώματος αλλά και κατασκευής του αγωγού αποστράγγισης. Οι εν λόγω αποκαταστάσεις θα εκτελεστούν σε συμφωνία με την Επίβλεψη σε συνέχεια ακριβούς αποτύπωσης των κατασκευών και διαμορφώσεων που καθαιρούνται.

Με βάση τις ανωτέρω θεωρήσεις προέκυψε η συνολική δαπάνη του έργου στα **2.195.000,00 €**, συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ 24% (424.838,71 €). Από το ανωτέρω ποσό τα **1.273.595,00 €** αντιστοιχούν στην καθαρή αξία των εργασιών, τα 229.247,10 (18%) στο εργολαβικό όφελος, τα 225.426,32 € σε δαπάνες απροβλέπτων (15%) και τα 16.892,88 € σε αναθεώρηση.

Στο **Παράρτημα Α** της παρούσης παρουσιάζεται αναλυτικά ο Προϋπολογισμός Μελέτης του έργου.

Για την  
Ομάδα Μελέτης



Γ. Σπ. Βερελής

MSc Λιμενολόγος Πολιτικός Μηχανικός

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

- [1] European Standard 1997, Eurocode 7: Geotechnical Design - Part 1: General rules
- [2] European Standard 1998, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1: general rules, seismic actions and rules for buildings, Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects.
- [3] Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός, ΕΑΚ -2000, ΟΑΣΠ
- [4] BS 6349-2:2010, Part 2: Code of Practice for the Design of Quay Walls, Jetties and Dolphins).
- [5] OCDI "Overseas Coastal Area Development Institute of Japan: Technical Standards for Port and Harbor Facilities in Japan", pg. 91 table 16.1)
- [6] DIN 1072, 1985 Edition, December 1985, "Road and foot bridges; design loads"
- [7] BS 8006-1:2010, «Code of practice for strengthened/ reinforced soils and other fills»
- [8] Geosynthetic In-situ Geosynthetic Institute
- [9] Guidelines for the determination of the long-term strength of geosynthetics  
for soil reinforcement, ISO/TR 20432, ed. 12-01-2007
- [10] Allen T.M. & Bathurst R.J., 2002, « Observed Long Term Performance of Geosynthetics Walls and Implications for Design”, Geosynthetics International, Vol. 9, Nos 5-6, pp. 567-606
- [11] Geosynthetic Institute, GRI Standard Practice GT7, Rev. 2 2012, Determination of Long - Term Design Strength of Geotextiles
- [12] FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN, Fifth Edition Joseph E. Bowles, RE., S.E. Consulting Engineer/Software Consultant Engineering Computer Software Peoria, Illinois
- [13] Undrained Strength Interrelationships Among CIUC, UU and UC Tests, Journal of Geotechnical Engineering, Vol 119, No 11, November 1992